

平成16年度 特許流通支援チャート

電気23

化合物半導体基板技術

2005年3月

独立行政法人 工業所有権情報・研修館

次世代デバイスを支える化合物半導体基板

■ 化合物半導体デバイス開発を支える化合物半導体基板技術

近年、携帯電話やインターネットの普及により、シリコン（Si）デバイスでは達成不可能な高速処理を可能とする電子デバイスや、大容量通信が可能な光通信用レーザーが求められている。また、次世代照明として白色発光ダイオード（LED）などの光デバイス等も期待されている。

現在でも、ヒ化ガリウム（GaAs）を使用した携帯電話用パワーアンプなどに使用されるマイクロ波電界効果型トランジスタ（GaAs-FET）などの電子デバイスや、LED 信号機用の発光ダイオード（LED）などの光デバイスといった化合物半導体デバイスが、われわれの日常生活の中において広く使用されている。

化合物半導体デバイスの特性は、使用する化合物半導体基板の種類や性質に大きく影響を受けることから、化合物半導体デバイス開発の活発化とともに、化合物半導体基板技術開発も活発に進められている。

■ 化合物半導体基板技術の5つの技術

化合物半導体基板技術は、「結晶原料」、「結晶成長」、「熱処理」、「加工」、「基板」と大きく5つに分けられる。この中でも、特に技術開発が活発化しているのは、「結晶成長」であり、「結晶成長」の中でも、「液相成長」、「気相成長」の技術開発が活発である。

例えば、「液相成長」の結晶成長法である液体封止引上法（LEC 法）やボート法では、ヒ化ガリウム（GaAs）、インジウムリン（InP）などの単結晶成長が行われ、「気相成長」の結晶成長法である「昇華法」の1つである改良レーリー法では炭化ケイ素（SiC）基板、気相エピタキシャル成長法では窒化ガリウム（GaN）の単結晶成長が行われ、それぞれ化合物半導体基板として製品化されている。

■ 化合物半導体基板作製の新しい流れ

通常は、ヒ化ガリウム（GaAs）基板のように、結晶原料から結晶成長によりインゴットとよばれる単結晶の塊を作製した後、スライシング（切断）、ベベリング（面取り）、研磨（ラッピング、ポリッシング）などの加工をして化合物半導体基板を作製している。

近年、次世代化合物半導体デバイスの基板として期待される窒化ガリウム（GaN）は、高融点であることなどからインゴットの作製が困難であり、サファイアなどの異種基板上に気相エピタキシャル成長法を用いて薄膜単結晶を成長させた後に、異種基板を除去して化合物半導体基板を作製する新しい化合物半導体基板の作製方法が生まれている。

次世代デバイスを支える化合物半導体基板

■ 主要課題は、結晶欠陥発生防止

化合物半導体基板技術の主要課題は「結晶欠陥発生防止」である。化合物半導体基板に多くの結晶欠陥がある場合には、この結晶欠陥が原因となり、その基板を使用した化合物半導体デバイスの特性の悪化や、歩留まりが低下する原因となるためである。これは、物質、デバイスの種類を問わず、共通する課題となっている。

「結晶欠陥発生防止」の課題に対しては、「種結晶、下地基板の改良」や「結晶成長条件の変更」、「結晶成長装置の改良」を解決手段とする出願が多い。近年は、「成長結晶の形状、組成を規定」する出願も多くなっている。

■ 技術開発の主体は、非鉄金属メーカー、電機メーカーが中心

化合物半導体基板技術に関する主要企業 20 社についてみると、住友電気工業、日立電線、同和鉱業、住友金属鉱山などの非鉄金属メーカーが多い。これらの企業と新日鉱ホールディングスや昭和電工は、既に製品化されているヒ化ガリウム (GaAs) や、インジウムリン (InP)、リン化ガリウム (GaP) などの化合物半導体基板を製品化している企業である。

一方、松下電器産業、富士通、東芝、日本電気などの電機メーカーの出願も多い。これらの出願人は、化合物半導体デバイスを製造、販売している。自らは、化合物半導体基板を製造しないものの、化合物半導体基板が化合物半導体デバイスの特性に大きな影響を与えることから、化合物半導体基板の研究開発を行っている。

■ 技術開発拠点は関東地方、関西地方などの大都市圏に集中

化合物半導体基板技術の主要出願人 20 社の技術開発拠点は、関東地方、関西地方などの大都市圏に集中している。特に関東地方では、神奈川県が 5 社 7 拠点、東京都が 5 社 5 拠点、茨城県が 3 社 6 拠点と関東地方に集中している。その他には、兵庫県が 3 社 4 拠点、愛知県が 3 社 3 拠点、埼玉県が 2 社 3 拠点、大阪府、千葉県が各 2 社 2 拠点、北海道、京都府、徳島県が各 1 社 1 拠点である。

■ 異業種分野からの参入も

これまで長く寡占状態にあった化合物半導体基板業界に、近年変化が生じている。

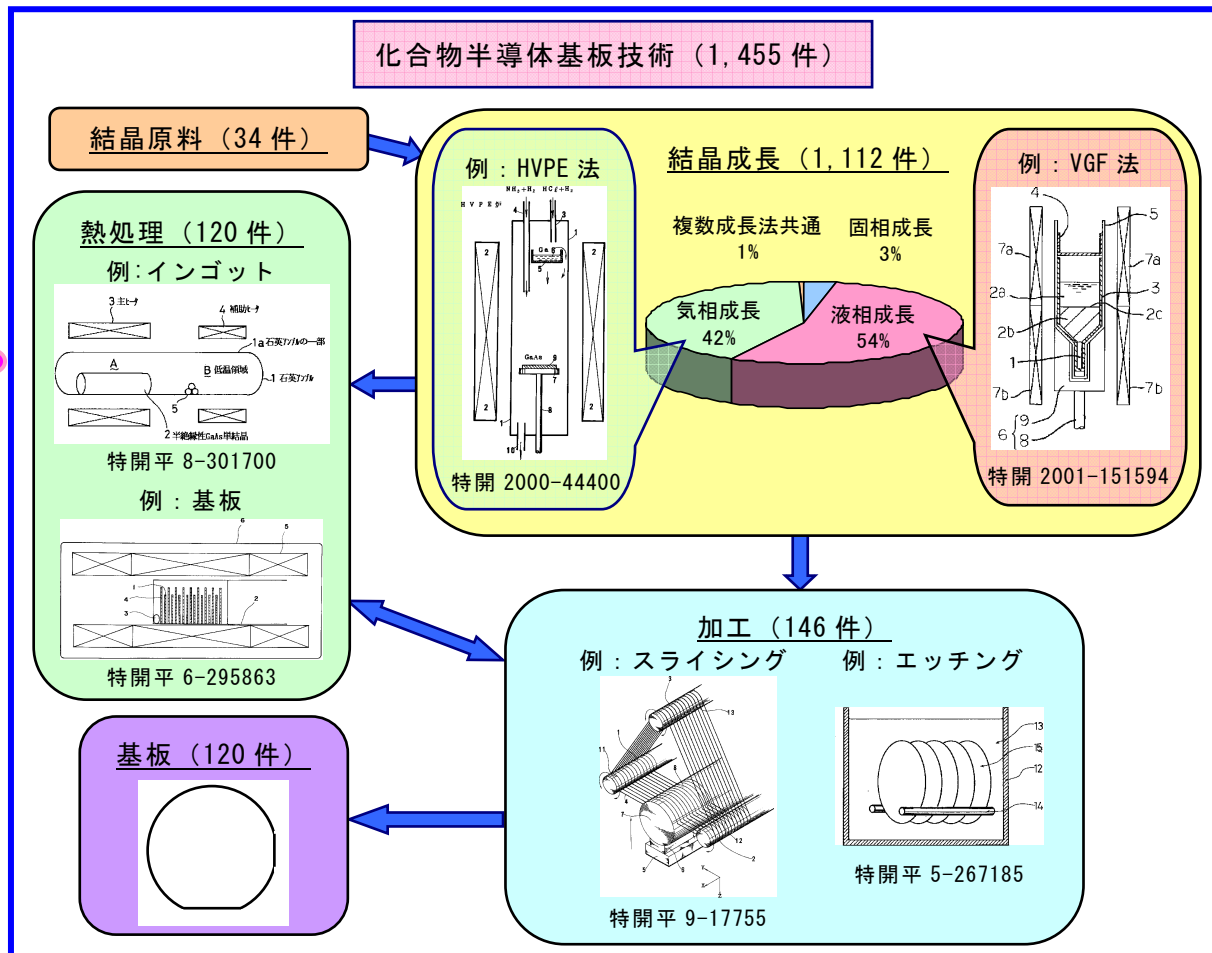
例えば、窒化ガリウム (GaN) や酸化亜鉛 (ZnO) などの基板開発には、水晶を合成する水熱合成法が応用可能であることが見出され、水晶を製造するメーカーが技術開発に取り組むなど異業種からの参入も見られる。

化合物半導体基板技術

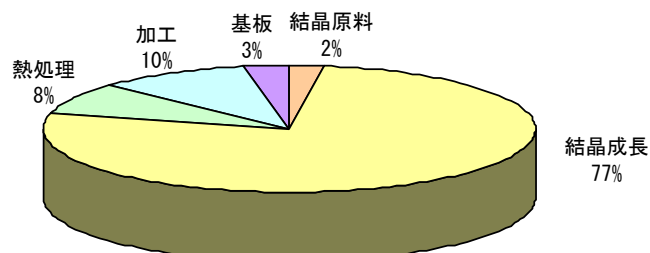
化合物半導体基板技術について、1992年1月～02年12月までに出願された特許、実用新案は1,455件である。これらの出願は、結晶原料、結晶成長、熱処理、加工、基板と大きく5つの技術に分けられる。最も出願が多いのが結晶成長であり1,112件である。

結晶成長は、さらに固相成長、液相成長、気相成長、複数成長方法共通の4つに分けられるが、液相成長、気相成長を中心に技術開発が進められている。

化合物半導体基板技術の技術要素別出願件数



技術要素別出願件数比率

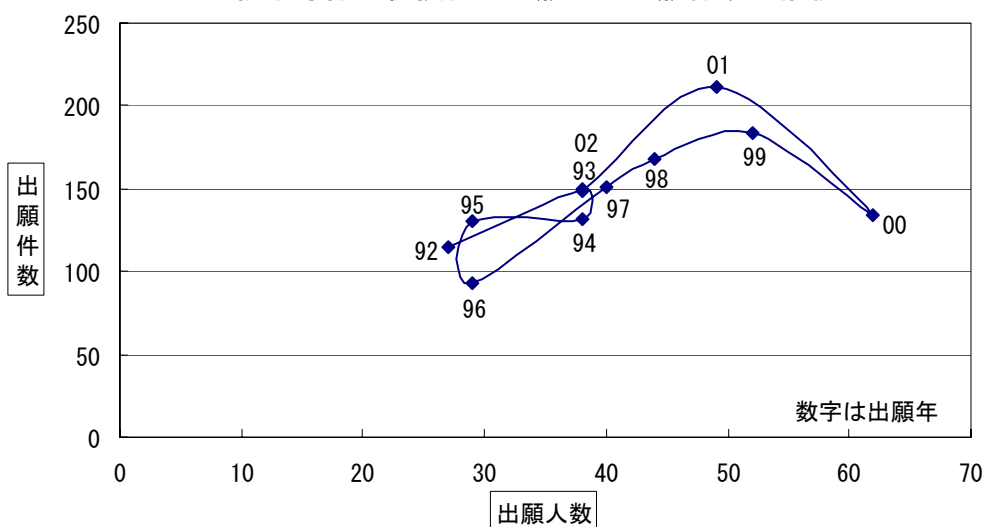


増加する気相エピタキシャル成長法と窒化物半導体の開発

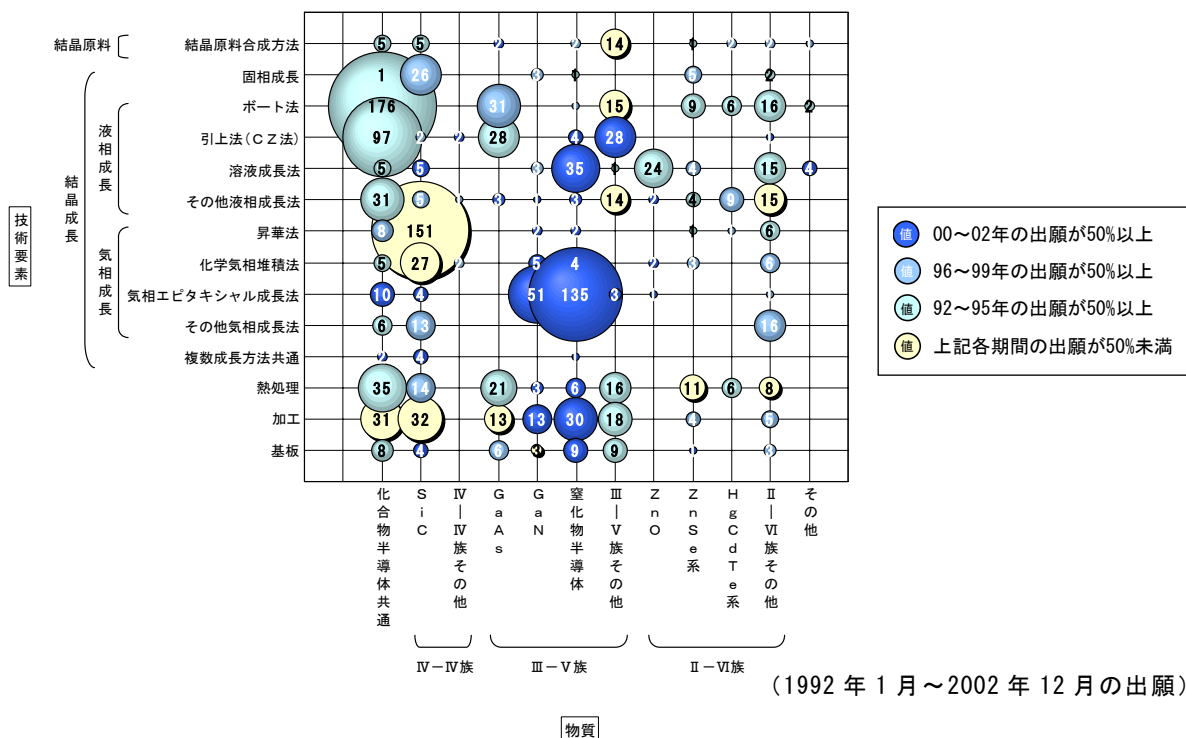
化合物半導体基板技術に関しては、1992～97年までは、出願件数、出願人数がほとんど変化せず安定期にあった。98年以降に、出願人数、出願件数が増加し、00年には、出願人数が62社に、01年には出願件数が211件と倍増した。技術要素別にみると気相エピタキシャル成長法、加工に関する出願が伸びている。

技術要素と物質の関係では、00～02年の3年間では、窒化ガリウム（GaN）や窒化物半導体の気相エピタキシャル成長法に関する出願が多くなっている。

化合物半導体基板技術の出願人－出願件数の推移



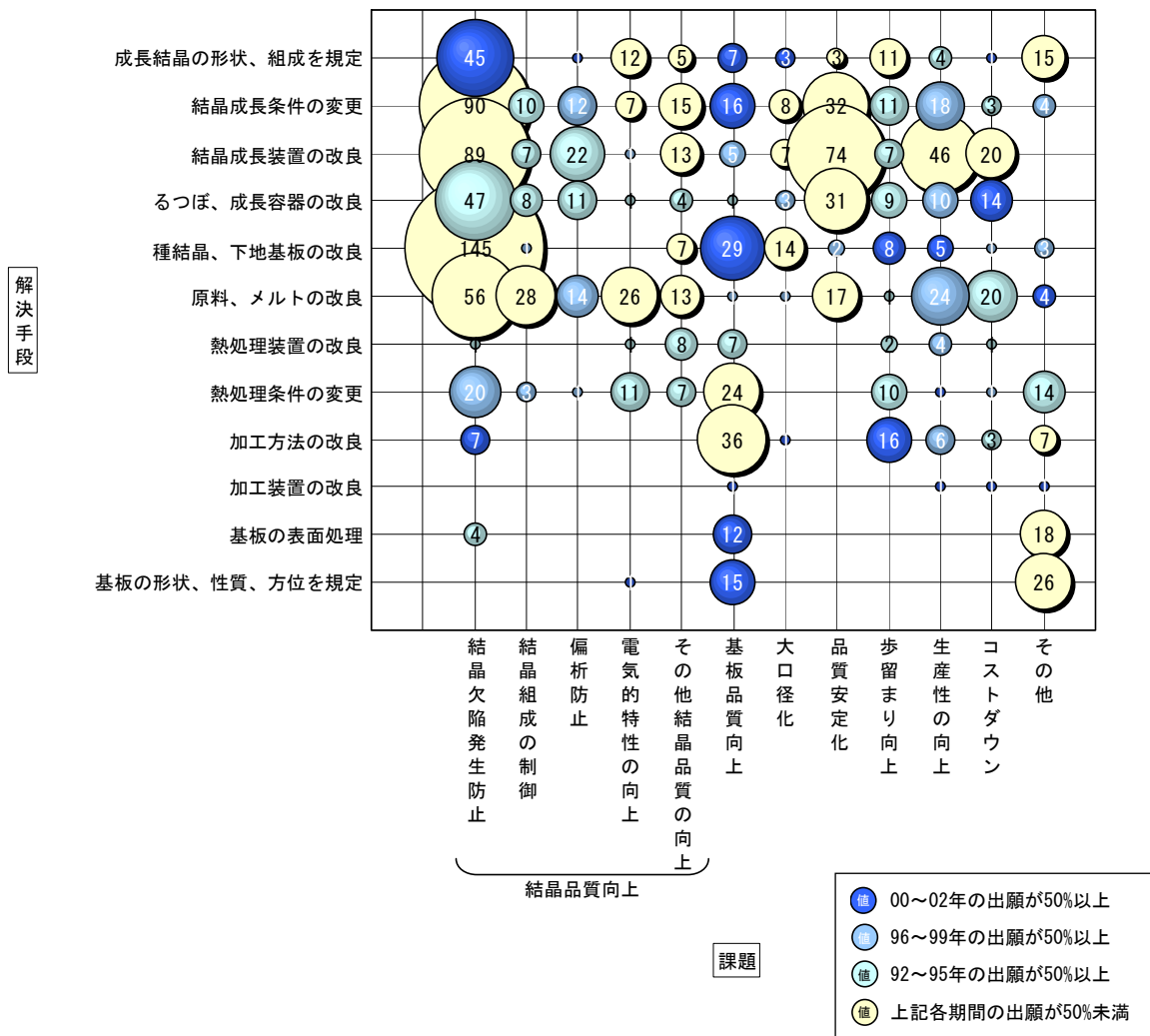
化合物半導体基板技術の技術要素と物質の分布



課題は結晶欠陥発生防止

化合物半導体基板技術に関する技術開発の課題としては、「結晶品質向上」に関する出願が多いが、特に「結晶欠陥発生防止」に関する出願が多い。この課題については、「種結晶、下地基板の改良」、「結晶成長条件の変更」、「結晶成長装置の改良」、「原料、メルトの改良」、「るつぼ、成長容器の改良」、「成長結晶の形状、組成を規定」するなどの結晶成長に関する解決手段で対応している。その中でも、2000～02 年の出願については、「成長結晶の形状、組成を規定」を解決手段とする出願が多くなっている。

化合物半導体基板技術の課題と解決手段の分布



(1992 年 1 月～2002 年 12 月の出願)

デバイスメーカーが参入する気相エピタキシャル成長法

化合物半導体基板技術の中で近年の出願が多い「気相エピタキシャル成長法」では、「結晶欠陥発生防止」の課題に関する出願が多い。具体的な課題は、「貫通転位発生防止」、「ミスフィット転位発生防止」、「熱歪みによる転位発生防止」などがあり、それらに対して、「種結晶、下地基板の改良」を解決手段とする出願が多い。具体的には、種結晶、下地基板表面に「凹凸形成」、「マスク部形成」、「凹凸とマスク部形成」をするものがある。気相エピタキシャル成長法は、デバイス作製には欠かせない技術であることから、デバイスメーカーの参入が多い。

○気相エピタキシャル成長法の課題に対する解決手段の詳細（一部抜粋）

課題 解決手段		結晶品質向上									
		結晶欠陥発生防止									
		低転位化 (線状欠陥発生防止)		面欠陥発生防止		成長結晶の多結晶化防止 (成長前)		成長結晶の多結晶化防止(成長中)			
		貫通転位発生防止	ミスフィット転位発生防止	双晶発生防止	積層欠陥発生防止	種結晶核の発生防止	種結晶以外の板の劣化防止	種結晶、下地基板の多形(ポリタイプ)の生成防止	結晶多形(ポリタイプ)の生成防止	種結晶、下地基板の転位の伝播防止	種結晶、下地基板の転位の伝播防止
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の形状を規定		1								4
	種結晶、下地基板の組成を規定	1	3		2						7
	種結晶、下地基板の表面処理		2						1		1
	種結晶、下地基板表面に凹凸形成	5	6	1							3
	種結晶、下地基板表面にマスク部形成	6	8						2	1	9
	種結晶、下地基板表面に凹凸とマスク部形成	5								1	2
	種結晶、下地基板の裏面処理		1								4

○気相エピタキシャル成長法の課題に対する解決手段の出願人

課題 解決手段		結晶品質向上					
		結晶欠陥発生防止					
		低転位化（線状欠陥発生防止）				成長結晶の多結晶化防止（成長後）	
		貫通転位発生防止		ミスフィット転位発生防止		熱歪みによる転位発生防止	
種結晶、下 地基板の 改良	種結晶、 下地基板 表面に凹 凸形成	日亜化学工業(2)	特開2003-332244	日本電気	特開2001-122693	東芝	特開2002-289541
			特開2004-056051	富士写真フイルム	特開2001-274517	ゼ'ロックス CORP(米国)	特開2003-249453
	富士写真フイルム	特開2001-274518	松下電器産業	特開2000-353669	テクニシエ UNIV ヘルシン(ト'イツ)		
		ソニー	特開2001-352133	豊田合成	特開2001-313259		特表2004-509462
		ノース カロライナ ステート UNIV(米国)		リュミロク®(フランス)	特表2001-520169		
			特表2002-518826	豊田合成、豊田中央研究所 (共願)	特開2004-051415		
	種結晶、 下地基板 表面にマ スク部形 成	日亜化学工業(2)	特開2002-033282	日本電気(2)	特開2001-308464	三菱電線工業(3)	特許3569111
			特開2004-253817		特開2003-300800		特開平11-043398
		住友電気工業	特開2001-102307	豊田合成	特開平11-145057		特開平11-092296
		松下電器産業	特開平11-074563	日亜化学工業	特開平11-219909	日本電気(2)	特許3139445
		ソニー	特開2001-158698	シャープ®	特開2000-174343		特開2000-349338
		富士写真フイルム	特開2001-326425	住友電気工業	W01999/023693	リコー	特開平11-238687
				日本碍子	特開2003-124124	ソニー	特開2000-223417
				松下電器産業	特開2003-229372	三菱化学	特開2002-249400
						住友電気工業	特開2004-182551
	種結晶、 下地基板 表面に凹 凸とマス ク部形成	日亜化学工業(2)	特許3491538			松下電器産業	特開2002-110569
			特開2003-142414			沢木 宣彦、シャープ®(共願)	
		豊田合成	特開2001-284266				特開2002-246646
		ノース カロライナ ステート UNIV(米国)					
			特表2002-531945				
		松下電器産業	特開2001-345266				

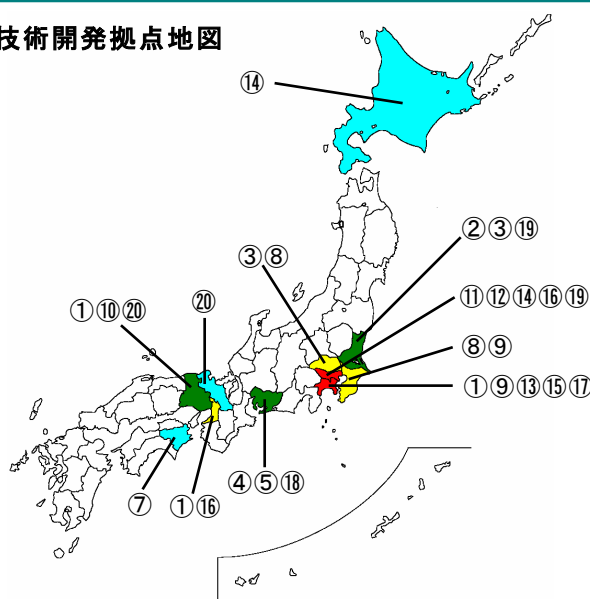
(1992年1月～2002年12月の出願)

技術開発拠点は関東地方に集中

主要上位 20 社の開発拠点を発明者の住所・居所でみると、神奈川県が5社7拠点、東京都が5社5拠点、茨城県が3社6拠点、兵庫県が3社4拠点、愛知県が3社3拠点、埼玉県が2社3拠点、大阪府、千葉県が各2社2拠点、北海道、京都府、徳島県が各1社1拠点である。関東地方に多くの技術開発拠点が集まっている。

出願件数の多い出願人は住友電気工業、日立電線、新日鉱ホールディングスであり、この3社で出願全体の約 34%を占めている。

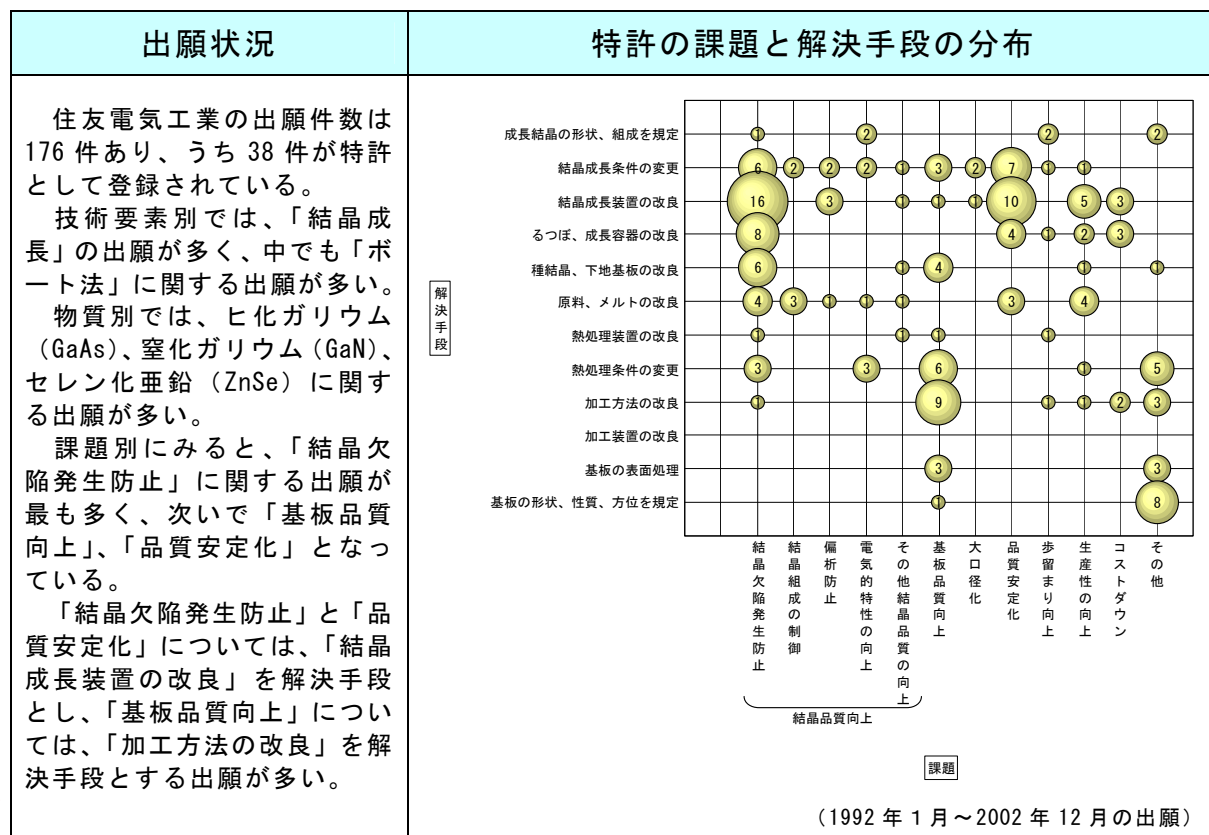
○化合物半導体基板技術の技術開発拠点地図



○化合物半導体基板技術の上位出願人の出願件数

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	住友電気工業	10	11	25	18	22	14	18	25	6	11	16	176
2	日立電線	12	11	10	16	9	17	9	23	12	19	34	172
3	新日鉱ホールディングス	9	22	20	24	10	20	7	10	4	10	7	143
4	デンソー				3	8	14	23	13	10	13	5	89
5	豊田中央研究所	1	1		3	3	3	21	6	2	9	4	53
6	松下電器産業	2		1		1	6	3	4	10	17	4	48
7	日亜化学工業						8	8	3	4	19	5	47
8	昭和電工	2	1	6	2	1	4	3	7	3	6	7	42
9	新日本製鐵		3	3	8	4	1			3	10	6	38
10	神戸製鋼所			5	16	2	4	6	2	1			36
11	同和鉱業	1	4	2	4	4	3	1	4	3	4	5	35
12	リコー							3	5	7	7	12	34
13	富士通	4	4	6	2	4	3	4		3	2	1	33
14	住友金属鉱山	4	3	1	4	4	2	2		2	5	4	31
15	東芝	4	9	5		1				3	4		26
16	古河電気工業	9	6	4	1	1	1	1	1				25
17	旭硝子	10	14										24
18	日本碍子	9	7	2				3			1	2	24
19	日本電気			1	1	2	2	4	4	1	4	4	23
20	日本ビラー工業						10	13					23

住友電気工業株式会社



保有特許例					
技術要素	課題Ⅰ／Ⅱ	課題Ⅲ／Ⅳ	解決手段	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	結晶成長条件の変更／結晶冷却条件の調整	特許3237408 94.08.10 C30B11/00 [被引用 1回]	化合物半導体結晶の製造方法 不純物が添加された化合物半導体結晶の製造方法で、化合物半導体結晶の原料をるつぽ中で融解するステップと、融解により得られた原料融液を冷却することにより結晶成長させるステップとを備え、冷却の際、原料の融点Tから $2/3T$ まで冷却することにより、所定のキャリア濃度に調整することを特徴とする。
熱処理	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	熱処理条件の変更／被覆材で被覆後に熱処理	特許2839027 97.01.23 C30B29/48 [被引用 3回]	Ⅱ-ⅤⅠ族化合物半導体の熱処理方法 Ⅱ-ⅤⅠ族化合物半導体を密閉容器内で熱処理する方法において、Ⅱ-ⅤⅠ族化合物単結晶表面に、Ⅰ族元素またはⅢ族元素を含む化合物の膜を形成した後、その単結晶と、該単結晶を構成するⅡ族元素を前記密閉容器に入れ、両者が接触しない状態に保持して加熱することを特徴とする熱処理方法である。

日立電線株式会社

出願状況	特許の課題と解決手段の分布
日立電線の出願件数は 172 件あり、うち 10 件が特許として登録されている。 技術要素別では、「結晶成長」の出願が多く、中でも「ボート法」に関する出願が多い。 物質別では、ヒ化ガリウム (GaAs) に関する出願が多い。 課題別にみると、「品質安定化」に関する出願が最も多く、次いで「結晶欠陥発生防止」、「基板品質向上」となっている。 「品質安定化」、「結晶欠陥発生防止」については、「結晶成長装置の改良」を解決手段とし、「基板品質向上」については、「基板の形状、性質、方位を規定」を解決手段とする出願が多い。	課題 (Topics): - 成長結晶の形状、組成を規定 - 結晶成長条件の変更 - 結晶成長装置の改良 - るつぼ、成長容器の改良 - 種結晶、下地基板の改良 - 原料、メルトの改良 - 熱処理装置の改良 - 熱処理条件の変更 - 加工方法の改良 - 加工装置の改良 - 基板の表面処理 - 基板の形状、性質、方位を規定 解決手段 (Solutions): - 結晶欠陥発生防止 - 結晶組成の制御 - 偏析防止 - 電気的特性の向上 - その他結晶品質の向上 - 基板品質向上 - 大口径化 - 品質安定化 - 歩留まり向上 - 生産性の向上 - コストダウン - その他 (1992 年 1 月～2002 年 12 月の出願)

保有特許例					
技術要素	課題 I / II	課題 III / IV	解決手段	特許番号 (経過情報) 出願日 主 IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	品質安定化	固液界面形状の制御性 向上	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特許3509556 98.06.03 C30B11/00	単結晶の製造方法および製造装置 垂直ブリッジマン法による化合物半導体の単結晶製造装置において、るつぼを円弧状に囲繞する前記ヒーターのうち、少なくとも固液界面を制御するヒーター部分を縦に複数分割して、その周方向の一部に、るつぼの熱を半径方向外側に向かって放熱する隙間を作り、るつぼの熱の流れが上下方向のみでなく隙間から半径方向外側に向かうようにした。
結晶成長／液相成長／引上法 (CZ法)	歩留まり向上	熱処理の均一化	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特許3018763 92.08.10 C30B27/02 [被引用 2 回]	GaAs 単結晶及びその製造方法並びに GaAs ウエハのイオン打込み制御方法 結晶中に炭素を不純物として含有する半絶縁性 GaAs 単結晶において、結晶中の炭素濃度の分布が、結晶の頭部から尾部にかけて単調に増加または減少していることを特徴とする GaAs 単結晶。

新日鉱ホールディングス株式会社

出願状況	特許の課題と解決手段の分布
新日鉱ホールディングスの出願件数は 143 件あり、うち 20 件が特許として登録されている。 技術要素別では、「結晶成長」の出願が多く、中でも「ボート法」に関する出願が多い。 物質別では、ヒ化ガリウム (GaAs)、インジウムリン (InP)、テルル化亜鉛 (ZnTe) に関する出願が多い。 課題別にみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多い。 「結晶欠陥発生防止」については、「結晶成長条件の変更」を解決手段とする出願が多い。	成長結晶の形状、組成を規定 結晶成長条件の変更 結晶成長装置の改良 るつぼ、成長容器の改良 種結晶、下地基板の改良 原料、メルトの改良 熱処理装置の改良 熱処理条件の変更 加工方法の改良 加工装置の改良 基板の表面処理 基板の形状、性質、方位を規定 解決手段 課題 結晶欠陥発生防止 結晶組成の制御 偏析防止 電気的特性の向上 その他結晶品質の向上 結晶品質向上 基板品質向上 大口径化 品質安定化 歩留まり向上 生産性の向上 コストダウン その他 (1992 年 1 月～2002 年 12 月の出願)

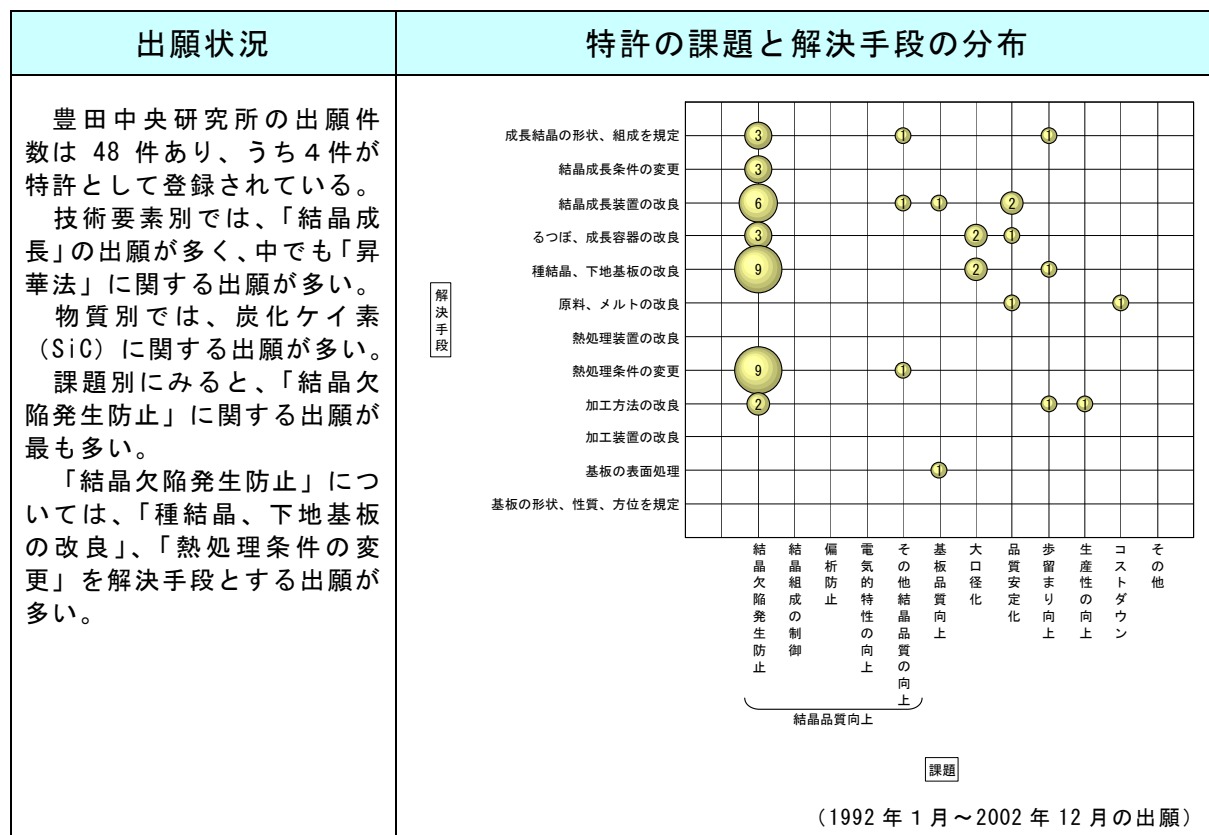
保有特許例					
技術要素	課題 I / II	課題 III / IV	解決手段	特許番号 (経過情報) 出願日 主 IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	歩留まり向上	単結晶化率の向上	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特許3232461 94.02.21 C30B11/00 [被引用 3 回]	単結晶の成長方法 石英アンフルのリザーバ部に易揮発性元素、石英アンフル内に化合物半導体原料を入れた pBN 製るつぼを真空封入して蒸気圧制御を行い、原料融液に対する石英アンフルの外壁近傍の垂直方向の第 1 の温度勾配 (α °C/cm) がるつぼの上端よりも上方の垂直方向の第 2 の温度勾配 (β °C/cm) よりも小さくなるように温度分布制御を行いながら徐々に冷却する。
／結晶成長／液相成長／その他液相成長法	生産性の向上	大量処理化	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特許2933517 95.10.31 C30B13/32 [被引用 3 回]	単結晶成長装置 結晶原料が入った容器を、ヒーターに対して相対的に移動することによって、単結晶を成長する装置において、当該容器とヒーターとの組が複数あり、かつ、当該容器とヒーターとを相対的に移動するための機構が 1 つであることを特徴とする単結晶成長装置。

株式会社デンソー

出願状況	特許の課題と解決手段の分布
デンソーの出願件数は89件あり、うち6件が特許として登録されている。 技術要素別では、「結晶成長」の出願が多く、中でも「昇華法」に関する出願が多い。 物質別では、炭化ケイ素(SiC)に関する出願が多い。 課題別にみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「品質安定化」となっている。 「結晶欠陥発生防止」については、「種結晶、下地基板の改良」を解決手段とし、「品質安定化」については、「結晶成長装置の改良」を解決手段とする出願が多い。	成長結晶の形状、組成を規定 結晶成長条件の変更 結晶成長装置の改良 るつぼ、成長容器の改良 種結晶、下地基板の改良 原料、メルトの改良 熱処理装置の改良 熱処理条件の変更 加工方法の改良 加工装置の改良 基板の表面処理 基板の形状、性質、方位を規定 課題 (1992年1月～2002年12月の出願)

保有特許例					
技術要素	課題Ⅰ／Ⅱ	課題Ⅲ／Ⅳ	解決手段	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特許3491402 95.08.07 C30B23/00 豊田中央研究所 [被引用5回]	単結晶製造方法及びその単結晶製造装置 加熱により原料から昇華ガスを生成するるつぼと、原料と対向する開孔を有する蓋と、るつぼ内側面に配置された種結晶を有する単結晶基板と、るつぼから昇華ガスを外部へ排気する手段を有し、単結晶基板が原料と開孔とを結ぶ直線上で、昇華ガスを開孔から排気した際に、昇華ガスが流れる方向が単結晶基板中の種結晶の表面に略平行となるようにする。
			熱処理条件の変更／被覆材で被覆後に熱処理	特許3414321 98.05.29 C30B29/36 [被引用2回]	炭化珪素単結晶の製造方法 基板結晶の表面において開口するマイクロパイプ欠陥の少なくとも一方を被覆材料で被覆する。その後、熱処理を施し、マイクロパイプ欠陥中に炭化ケイ素蒸気種で飽和状態になるようにして、基板結晶中に存在するマイクロパイプ欠陥を基板結晶の内部で閉塞させることができる。

株式会社豊田中央研究所



保有特許例					
技術要素	課題Ⅰ／Ⅱ	課題Ⅲ／Ⅳ	解決手段	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	品質安定化	成長速度の安定化	るつぼ、成長容器の改良／補助部材の使用	特許3419144 95.04.21 C30B23/06 [被引用5回]	単結晶成長装置 原料を加熱昇華させて単結晶成長基板上に単結晶を成長させる装置であって、単結晶成長基板と原料の間に、単結晶成長基板の周囲を取り囲んで原料の輻射熱から単結晶成長基板を遮蔽し、内部に単結晶が十分成長できる空間を形成する熱遮蔽部材を、空隙を有するように配し、熱遮蔽部材に、原料の昇華物が単結晶成長基板に到達可能な空孔を設けたことを特徴とする。
結晶成長／気相成長／化学気相堆積法	コストダウン	原料費の削減	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特許3384242 96.03.29 C30B29/36 [被引用1回]	炭化珪素単結晶の製造方法 加熱された雰囲気中でケイ素蒸気と含炭素化合物ガスを直接反応させ、炭化ケイ素種結晶上に炭化ケイ素単結晶を成長させる炭化ケイ素単結晶の製造方法であって、ケイ素蒸気の供給源として熔融ケイ素からのケイ素蒸気を用い、含炭素化合物として炭化水素を用いることを特徴とする炭化ケイ素単結晶の製造方法。

目次

1. 技術の概要

1.1 化合物半導体基板技術	3
1.1.1 化合物半導体基板技術開発の経緯	3
1.1.2 化合物半導体の種類と主な用途	8
1.1.3 化合物半導体基板の作製方法	10
1.1.4 化合物半導体基板技術の技術要素	14
1.1.5 特許からみた技術の進展	23
1.1.6 化合物半導体基板の市場	35
1.2 化合物半導体基板技術の特許情報へのアクセス	41
1.2.1 特許情報へのアクセス	41
1.2.2 技術要素別の特許情報へのアクセス	44
1.3 技術開発活動の状況	46
1.3.1 化合物半導体基板技術	46
1.3.2 結晶原料	50
1.3.3 結晶成長	51
(1) 固相成長	51
(2) 液相成長	52
a. ボート法	52
b. 引上法 (CZ 法)	53
c. 溶液成長法	54
d. その他液相成長法	55
(3) 気相成長	56
a. 昇華法	56
b. 化学気相堆積法	57
c. 気相エピタキシャル成長法	58
d. その他気相成長法	59
(4) 複数成長方法共通	60
1.3.4 熱処理	61
1.3.5 加工	62
1.3.6 基板	63

1.4 技術開発の課題と解決手段	64
1.4.1 化合物半導体基板技術の技術要素、課題、 解決手段と物質	68
(1) 技術要素と課題	68
(2) 課題と解決手段	70
(3) 技術要素と物質	72
(4) 物質と課題	73
1.4.2 結晶原料	74
1.4.3 結晶成長	77
(1) 固相成長	77
(2) 液相成長	80
a. ボート法	80
b. 引上法 (CZ 法)	87
c. 溶液成長法	93
d. その他液相成長法	99
(3) 気相成長	103
a. 昇華法	103
b. 化学気相堆積法	110
c. 気相エピタキシャル成長法	114
d. その他気相成長法	120
(4) 複数成長方法共通	123
1.4.4 熱処理	125
1.4.5 加工	130
1.4.6 基板	136
1.5 注目特許 (サイテーション分析)	139
1.5.1 注目特許の抽出	139
1.5.2 注目特許の引用関連図	152
 2. 主要企業等の特許活動	
2.1 住友電気工業	158
2.1.1 企業の概要	158
2.1.2 製品例	158
2.1.3 技術開発拠点と研究者	160
2.1.4 技術開発課題対応特許の概要	161

2.2 日立電線	187
2.2.1 企業の概要	187
2.2.2 製品例	187
2.2.3 技術開発拠点と研究者	188
2.2.4 技術開発課題対応特許の概要	189
2.3 新日鉱ホールディングス	207
2.3.1 企業の概要	207
2.3.2 製品例	207
2.3.3 技術開発拠点と研究者	208
2.3.4 技術開発課題対応特許の概要	209
2.4 デンソー	228
2.4.1 企業の概要	228
2.4.2 製品例	228
2.4.3 技術開発拠点と研究者	228
2.4.4 技術開発課題対応特許の概要	229
2.5 豊田中央研究所	241
2.5.1 企業の概要	241
2.5.2 製品例	241
2.5.3 技術開発拠点と研究者	241
2.5.4 技術開発課題対応特許の概要	242
2.6 松下電器産業	250
2.6.1 企業の概要	250
2.6.2 製品例	250
2.6.3 技術開発拠点と研究者	250
2.6.4 技術開発課題対応特許の概要	251
2.7 日亜化学工業	259
2.7.1 企業の概要	259
2.7.2 製品例	259
2.7.3 技術開発拠点と研究者	259
2.7.4 技術開発課題対応特許の概要	260
2.8 昭和電工	269
2.8.1 企業の概要	269
2.8.2 製品例	269
2.8.3 技術開発拠点と研究者	271
2.8.4 技術開発課題対応特許の概要	272

2.9 新日本製鐵	279
2.9.1 企業の概要	279
2.9.2 製品例	279
2.9.3 技術開発拠点と研究者	280
2.9.4 技術開発課題対応特許の概要	281
2.10 神戸製鋼所	287
2.10.1 企業の概要	287
2.10.2 製品例	287
2.10.3 技術開発拠点と研究者	287
2.10.4 技術開発課題対応特許の概要	288
2.11 同和鉱業	297
2.11.1 企業の概要	297
2.11.2 製品例	297
2.11.3 技術開発拠点と研究者	298
2.11.4 技術開発課題対応特許の概要	299
2.12 リコー	306
2.12.1 企業の概要	306
2.12.2 製品例	306
2.12.3 技術開発拠点と研究者	306
2.12.4 技術開発課題対応特許の概要	307
2.13 富士通	312
2.13.1 企業の概要	312
2.13.2 製品例	312
2.13.3 技術開発拠点と研究者	313
2.13.4 技術開発課題対応特許の概要	314
2.14 住友金属鉱山	321
2.14.1 企業の概要	321
2.14.2 製品例	321
2.14.3 技術開発拠点と研究者	322
2.14.4 技術開発課題対応特許の概要	323
2.15 東芝	329
2.15.1 企業の概要	329
2.15.2 製品例	329
2.15.3 技術開発拠点と研究者	330
2.15.4 技術開発課題対応特許の概要	331

2.16 古河電気工業	337
2.16.1 企業の概要	337
2.16.2 製品例	337
2.16.3 技術開発拠点と研究者	337
2.16.4 技術開発課題対応特許の概要	338
2.17 旭硝子	343
2.17.1 企業の概要	343
2.17.2 製品例	343
2.17.3 技術開発拠点と研究者	343
2.17.4 技術開発課題対応特許の概要	344
2.18 日本碍子	349
2.18.1 企業の概要	349
2.18.2 製品例	349
2.18.3 技術開発拠点と研究者	349
2.18.4 技術開発課題対応特許の概要	350
2.19 日本電気	356
2.19.1 企業の概要	356
2.19.2 製品例	356
2.19.3 技術開発拠点と研究者	357
2.19.4 技術開発課題対応特許の概要	358
2.20 日本ビラー工業	365
2.20.1 企業の概要	365
2.20.2 製品例	365
2.20.3 技術開発拠点と研究者	365
2.20.4 技術開発課題対応特許の概要	366
2.21 産業技術総合研究所	376
2.21.1 企業の概要	376
2.21.2 製品例	376
2.21.3 技術開発拠点と研究者	376
2.21.4 技術開発課題対応特許の概要	377
2.22 主要企業以外の特許番号一覧	382

3. 主要企業の技術開発拠点

3.1 化合物半導体基板技術の技術開発拠点	395
-----------------------------	-----

資 料

1. ライセンス提供の用意のある特許	401
--------------------------	-----

1．技術の概要

- 1.1 化合物半導体基板技術
- 1.2 化合物半導体基板技術の特許情報へのアクセス
- 1.3 技術開発活動の状況
- 1.4 技術開発の課題と解決手段
- 1.5 注目特許（サイテーション分析）

1. 技術の概要

シリコン（Si）では達成不可能な特性を有する新規化合物半導体デバイスの開発に伴い、化合物半導体基板技術開発も活発に行われている。

1.1 化合物半導体基板技術

化合物半導体とは、複数の元素の化合物で半導体の性質を有するものをいう。また、化合物半導体基板とは、化合物半導体デバイスの土台として使用される化合物半導体単結晶よりなる基板（Substrate）をいう。基板は、ウエハと呼ばれることもある。通常は円形板状形状であるが、四角板状形状のものもある。

本書では、1種類の化合物半導体単結晶のみからなる基板（Substrate）を取り扱い、デバイス作製のために薄膜が表面に成長されているものやデバイスを作りこんだものを基板、ウエハと呼ぶこともあるが、それらは含めない。

ただし、化合物半導体基板自体の特性向上のために基板と同一物質を薄膜成長するものや、化合物半導体基板の保護のために酸化物層などを表面に形成するものは、化合物半導体基板作製工程の一環として行われるため解析対象に含んでいる。

また、単元素半導体基板であるシリコン（Si）との共通技術は除外し、化合物半導体基板特有の技術についてのみ取り扱っている。

1.1.1 化合物半導体基板技術開発の経緯

1900年代前半より、半導体デバイスの研究開発が行われるようになり、48年には米国のベル電話研究所においてショックレー（B. Shockley）らにより、真空管に代わるゲルマニウム（Ge）結晶を使用したトランジスタが発明された。その10年後の57年には、米国のテキサス・インスツルメンツ社のキルビー（J. Kilby）がIC（Integrated Circuit：集積回路）の発明をしている。ICは、1つのチップの中に複数のトランジスタ、抵抗、コンデンサーなどを閉じ込めたもので、これにより機器の小型化や多機能化が可能となった。

ショックレーらのトランジスタの発明、キルビーのICの発明がきっかけになり、世の中を大きく変える半導体技術が飛躍的に進歩したことから、ショックレーらは56年に、キルビーは00年にノーベル物理学賞を受賞している。

開発当初には半導体材料としてゲルマニウム (Ge) を使用していたものの、原料の安定性やコストなどの面から、現在ではシリコン (Si) が一般的に使用されている。

ICに組み込まれるトランジスタ、抵抗、コンデンサーなどは半導体素子と総称され、1つのICに組み込まれる半導体素子の素子数を集積度の目安としている。ICの発明以後、集積化技術の進歩により集積度が向上し、70年代には集積度が1000個を超えるLSI (Large Scale Integrated Circuit : 大規模集積回路) が、80年代には集積度が10万個を超えるVLSI (Very Large Scale Integrated Circuit : 超大規模集積回路) が、90年代には集積度が1000万個を超えるULSI (Ultra Large Scale Integrated Circuit : 超大規模集積回路) が開発された。VLSIとULSIを合わせて超LSIとも呼ばれている。

ICは機能により、情報を記録する「メモリ」、コンピューターの頭脳にあたるCPU (中央演算処理) を搭載した「マイコン」、ユーザーの要望に応じて設計される「ASIC (Application Specific Integrated Circuit)」に大別される。

また、いくつかのICを用いてシステム機能を実現していたものを1つのチップにすべてを搭載 (SOC : システム・オン・チップ) しているものを「システムLSI」と呼んでおり、これにより更に小型化、多機能化が実現されている。

このように、わずか50年あまりの間に著しい進歩を遂げて、シリコン (Si) を材料としたICやLSIなどの電子デバイスが開発され、小型、低価格のさまざまなシステムが誕生した。

そのため、現在では一般家庭においてもシリコン (Si) を使用した多くの製品が使用され、半導体といえば、単元素半導体であるシリコン (Si) が一般的によく知られている。

しかしながら、シリコン (Si) も完璧ではない。例えば、現在では動作速度について更に高速化を求めた高速電子デバイスの開発が求められているが、動作速度は半導体物質の内部を移動する電子の速度に依存することから、シリコン (Si) を使用する以上は動作速度にも限界がある。また、シリコン (Si) は間接遷移型のバンド構造を有するために、本質的に発光機能を有さず、半導体レーザー (Laser Diode : LD) や半導体発光ダイオード (Light Emitting Diode : LED) のような発光素子を作ることができない。

一方、化合物半導体は、ヒ化ガリウム (GaAs) でシリコン (Si) の5倍と電子移動度が高く電子デバイスの高速化が可能である。また、直接遷移型のバンド構造を有するため発光機能も有し、シリコン (Si) では達成不可能な光デバイスも作り出すことができる。

実際に、化合物半導体による電子デバイスでは、位置センサーとしてのホール素子や、マイクロ波電界効果型トランジスタ (FET : Field Effect Transistor)、高電子移動度トランジスタ (HEMT : High Electron Mobility Transistor)、バイポーラトランジスタ (HBT : Hetero-junction Bipolar Transistor) などが携帯電話や衛星放送の普及を支えている。さらに、近年ではインターネットの大容量通信に対応するための高速電子デバイスの開発が期待されている。

光デバイスでは、携帯電話のバックライトや信号機などに使用される化合物半導体を使用した発光ダイオード (Light Emitting Diode : LED)、コンパクトディスク (CD)、ミニディスク (MD)、デジタル多用途ディスク (DVD) などの録音録画・再生やインターネットの大容量通信に使用される半導体レーザー (Laser Diode : LD) の開発がされている。近年は、次世代の照明として期待される白色発光体の開発も行われている。

図1.1.1-1に、半導体の開発の歴史と開発製品の一例を簡単に示した。

図 1.1.1-1 半導体の開発の歴史と開発製品の一例

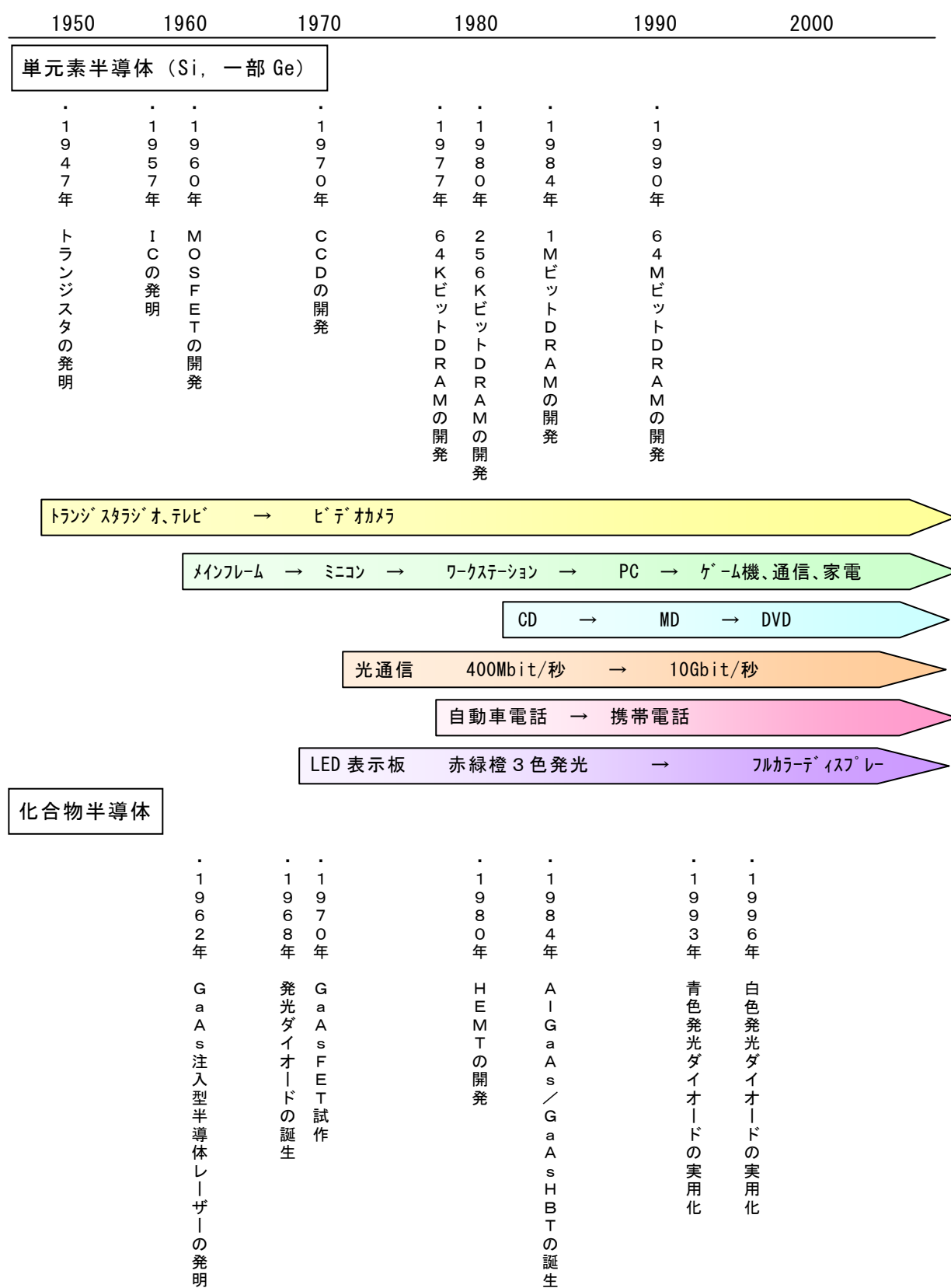


図1.1.1-1の上部には、シリコン（Si）など単元素半導体の開発の歴史と開発製品の一例を示している。

50年代には、真空管に代わるトランジスタが使用されたトランジスタラジオやテレビが実用化され、70年には、CCD（Charge Coupled Device）の発明を機にビデオカメラが開発された。

コンピューター関連では、60～70年代までは、半導体が使用されたメインフレームと呼ばれる大型コンピューターが主流であったが、77年にシステムLSIメモリである64kbitのDRAMの誕生により大容量化、小型化が進み、ワークステーションからPCへ、またゲーム機や家電製品に至るまでコンピューターの小型化、汎用化が進んでいる。

図1.1.1-1の下部には、化合物半導体デバイスの開発の歴史と開発製品の一例を示している。

62年にヒ化ガリウム（GaAs）注入型半導体レーザーが開発され、70年代後半からは光ファイバーを利用した通信の開発が行われるようになり、83年には伝送速度400Mbit/秒を達成した後、96年には10Gbit/秒が達成され、光通信の高速化が進んでいる。

また、半導体レーザーの短波長化により、82年にはコンパクトディスク（CD）が、92年にはミニディスク（MD）、96年にはデジタル多用途ディスク（DVD）が製品化された。発光ダイオード（LED）については、70年代より電光表示板などに広く使用されている。その他、高周波特性の優れた化合物半導体による高周波電子デバイスが携帯電話に使用され、今日の携帯電話の普及に貢献している。このように、化合物半導体も今日では広く使用されるようになってきている。

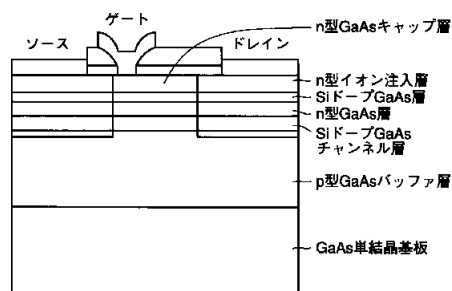
図1.1.1-2に、化合物半導体の電子デバイス、光デバイスの例を示す。

(a)にはヒ化ガリウム（GaAs）による電解効果型トランジスタ（Field Effect Transistor：FET）を電子デバイスの例として、(b)にはリッジ型半導体レーザーを光デバイスの例として示した。それぞれ、(a)の図中に「GaAs単結晶基板」と示されている部分、(b)の図中に「40：窒化物半導体基板」と示されている部分に化合物半導体基板が使用されている。

化合物半導体デバイスは、化合物半導体基板上に組成や物性の異なる化合物半導体を層状にエピタキシャル成長し、加工することによって作製される。

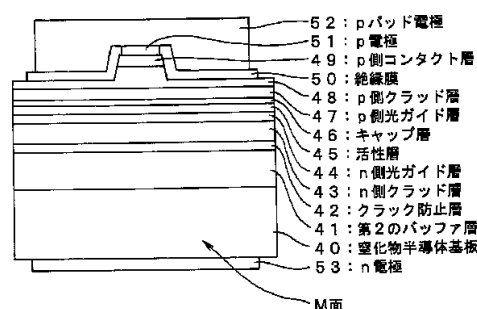
図1.1.1-2 化合物半導体電子デバイス、光デバイスの例

(a) 電子デバイス
(例：GaAs-FET)



(特開 2000-103699)

(b) 光デバイス
(例：リッジ型半導体レーザー)

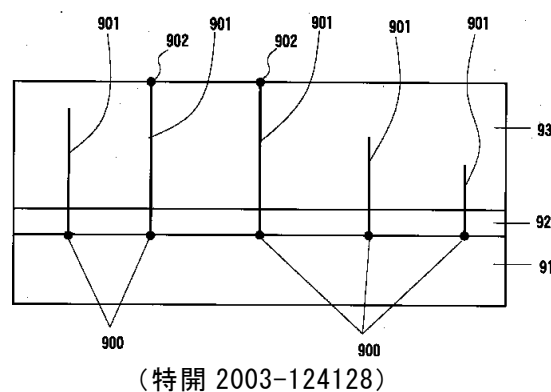


(特開 2001-257432)

図1.1.1-3に、基板からのエピタキシャル成長層への転位の伝播を示す。

化合物半導体基板（91）上に転位の発生源となる欠陥（900）が存在すると、その上にエピタキシャル成長した化合物半導体層（92、93）にも転位（901、902）が引き継がれていく。転位（901）のように途中で消失するものもあるが、転位（902）のようにエピタキシャル成長表面にまで到達する貫通転位と呼ばれる結晶欠陥もある。このような転位を有する化合物半導体デバイスは初期特性も悪く、また、通電中に転位が増殖して故障を起こすなどデバイス特性が劣化する。そのため、ヒ化ガリウム（GaAs）のように既に製品化されている化合物半導体基板であっても、更なる基板品質向上を目指して開発が続けられている。

図1.1.1-3 基板からのエピタキシャル成長層への転位の伝播



また、現在、青色発光ダイオードの多くの基板には、サファイア基板が使用されているが、エピタキシャル層である窒化物半導体と格子定数や熱膨張率係数が大きく異なることから、歪みにより結晶欠陥が発生し、デバイス特性に大きく影響するため窒化ガリウム（GaN）基板の使用が期待されている。

以上述べたように、化合物半導体基板にエピタキシャル成長を行う場合、基板の品質がエピタキシャル成長に影響することや、また化合物半導体デバイスに使用される基板の品質が化合物半導体デバイス特性に大きく影響することから、化合物半導体デバイスの開発とともに、化合物半導体の基板品質の向上や新規基板の開発も活発に行われている。

1.1.2 化合物半導体の種類と主な用途

複数の元素の化合物で半導体の性質を有するものを化合物半導体と呼ぶ。元素の組合せは多種多様であるが、代表的なものとしては周期率表のⅢ族とⅤ族（GaAs、GaP、InP等）やⅡ族とⅥ族（ZnSe、CdSe等）、Ⅳ族同士（SiC等）の組合せがあり、この組合せにより異なる特性を示す。また、元素数が2元素だけではなく、3元素以上の化合物半導体もある。

図1.1.2に、半導体の例を示す。点線で囲った範囲内が本書で取り扱う化合物半導体である。

なお、有機物半導体については化合物ではあるが、技術的に大きく異なるため除外している。

図1.1.2 半導体の例（点線内：本書で取り扱う化合物半導体）

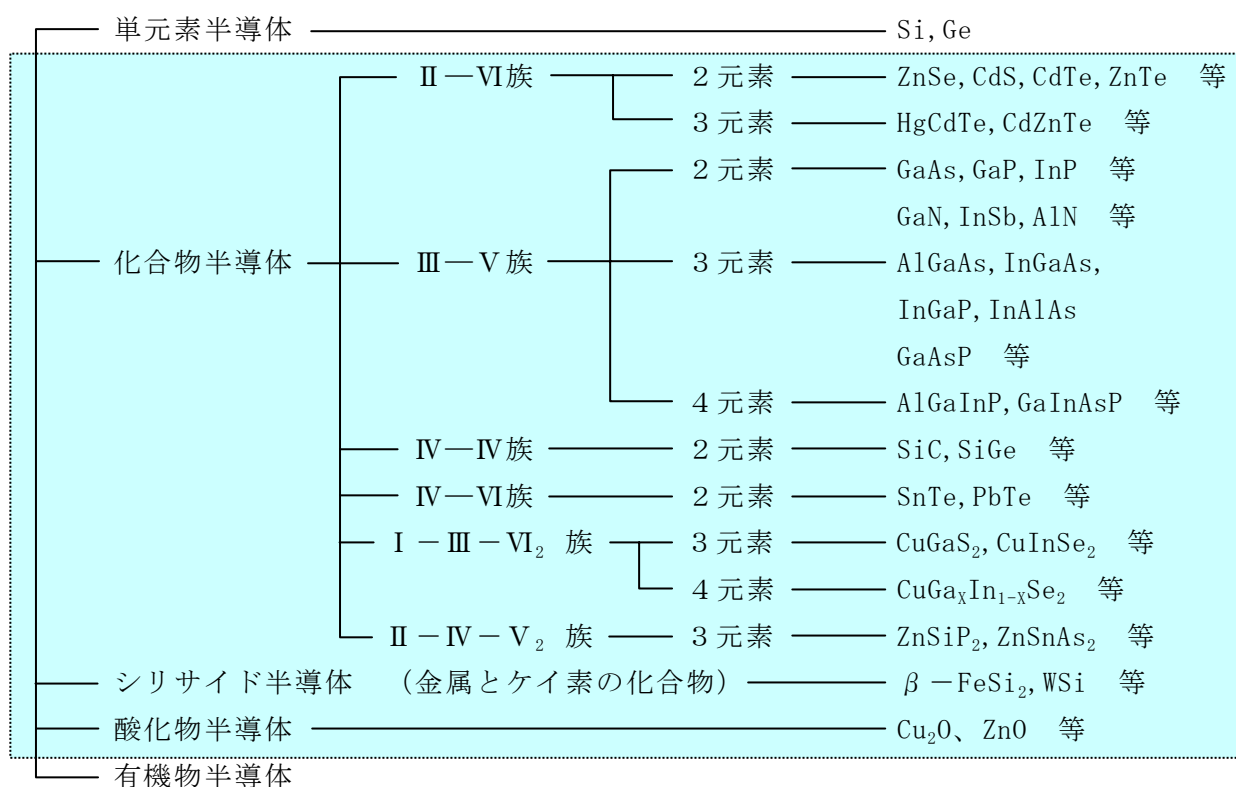


表1.1.2に、化合物半導体デバイスと基板の主な用途を示す。

化合物半導体デバイスの種類として電子デバイス、光デバイスのさまざまな種類の化合物半導体を示し、基板使用される化合物半導体基板として、現在および今後使用が期待される化合物半導体を示し、それらに対する主な用途を示している。

基板使用される化合物半導体で、電子デバイス、光デバイスともに広く使用されているのがヒ化ガリウム（GaAs）であることがわかる。インジウムリン（InP）も、電子デバイスや光通信の光デバイスとして広く使用されている。

表1.1.2 化合物半導体デバイスと基板の主な用途

化合物半導体デバイスの種類			基板使用される化合物半導体	主な用途
電子デバイス	高周波 高速	電界効果型トランジスタ（FET）	GaAs	携帯電話（パワーアンプ、アンテナスイッチ等）、AV機器、衛星通信、高速コンピュータ等
		高電子移動度トランジスタ（HEMT）	GaAs, InP	
		バイポーラトランジスタ（HBT）	GaAs, InP	
	高耐電圧 高耐熱 低損失	ハードエレクトロニクスデバイス	SiC, GaN	自動車用、基地局用パワーアンプ、電気自動車等
	磁電	ホール素子	GaAs, InSb	位置センサー
光デバイス	発光ダイオード（LED）	赤外線LED	GaAs, InP	フォトカプラー、自動焦点カメラ、リモコン、光通信等
		可視光LED	GaAs（赤） GaP（赤～黄緑） ZnSe（緑～青紫） SiC（緑～青紫） ZnO（緑～青紫） GaN（緑～青紫）	家電製品、ファクシミリ、LEDプリンタ、携帯電話用バックライト、屋外ディスプレイ、自動車用方向指示器、ブレーキランプ、信号機、照明用等
		紫外線LED	SiC（緑～青紫） ZnO（緑～青紫） GaN（緑～青紫）	
	半導体レーザー（LD）	赤外線LD	GaAs, InP	光通信用レーザー
		赤色LD	GaAs	光ピックアップ用（CD, MD, DVD）、レーザープリンタ用、光ディスクメモリ用等
		青色LD	SiC, ZnO, GaN	
	受光デバイス	フォトダイオード（PD）	GaAs, InP	光通信用センサー
	太陽電池		GaAs, InP, CdS, CdTe	人工衛星、無人観測所の電源等
	検出器	赤外線検出器	InAs, CdZnTe, PbSe	温度分布測定、暗視カメラ等
		放射線検出器	CdTe, CdZnTe	医療用X線診断装置

1.1.3 化合物半導体基板の作製方法

図 1.1.3 に、化合物半導体基板の作製方法を示す。

図 1.1.3 の化合物半導体基板の作製方法（1/2）に示すように、「加工」の「スライシング（切断）」工程もしくは「下地基板の除去」工程までは、「バルク単結晶」により作製する場合と「薄膜単結晶」により作製する場合の大きく 2 つの方法に分けられる。

「バルク単結晶」の単結晶成長は、融点や蒸気圧が比較的低い材料について一般的に行われる成長法である。必ずしも液相成長とは限らないが、主として原料を加熱溶解した後、に固化させる液相成長によってバルク単結晶成長を行うものであり、従来からも広く行われている方法である。例えば、ヒ化ガリウム（GaAs）、インジウムリン（InP）などは、「バルク単結晶成長」により作製されている。

一方、「薄膜単結晶」の単結晶成長は、融点や蒸気圧が高い材料についてはバルク単結晶成長が困難であるために行われる成長法である。組成の異なる基板上に目的とする化合物半導体を薄膜状に単結晶成長させる成長法であり、エピタキシャル成長法とも呼ばれる。次世代デバイス用基板として注目されている窒化ガリウム（GaN）や炭化ケイ素（SiC）基板はこの手法がとられているものも多い。

ただし、どちらの結晶成長法を選択するかは化合物半導体の種類によって明確に分けられるのではなく、研究開発者の選択による場合も多く、あくまでも開発の傾向を示すものにすぎない。

(1) 「バルク単結晶」による作製（「スライシング（切断）」まで）

「結晶成長」工程では、結晶原料よりバルク単結晶成長を行い、単結晶インゴットを得る。図 1.1.3 では、縦型ボート法、引上法（CZ 法）を例として示している。

次に、「熱処理（インゴット）」工程では、結晶成長により得られたインゴットについて加熱処理を行い、結晶中に残存する熱歪みなどを除去する。図 1.1.3 では、ヒ化ガリウム（GaAs）単結晶の熱処理の一例を示している。

その後、「加工」の「結晶整形加工」工程で、熱処理後のインゴットを、加工しやすい形に整形する。図 1.1.3 では、オリエンテーションフラット（OF）、インデックスフラット（IF）をスライシング前に作製する例を示している。

その後、「加工」の「スライシング（切断）」により、インゴットを板状に切断する。図 1.1.3 には、マルチワイヤーソーを使用したインゴットの切断例を示している。

(2) 「薄膜単結晶」による作製（「下地基板の除去」まで）

「結晶成長」工程では、下地基板上に目的とする化合物半導体の薄膜単結晶を成長する。図 1.1.3 では、ハロゲン化気相エピタキシー法（HVPE 法）の例が示されており、下地基板としてヒ化ガリウム（GaAs）基板（9）を使用し、その表面に窒化ガリウム（GaN）薄膜単結晶（図示せず）を成長する例を示している。

次に、「加工」の「下地基板の除去」工程は、下地基板を除去して薄膜単結晶のみを得るものである。図 1.1.3 には、下地基板（201）上に成長された応力緩和層などの機能層（202）、薄膜単結晶（203）において、機能層（202）をエッチングすることにより、薄膜単結晶（205）を得る例が示されている。

図1.1.3 化合物半導体基板の作製方法 (1/2)

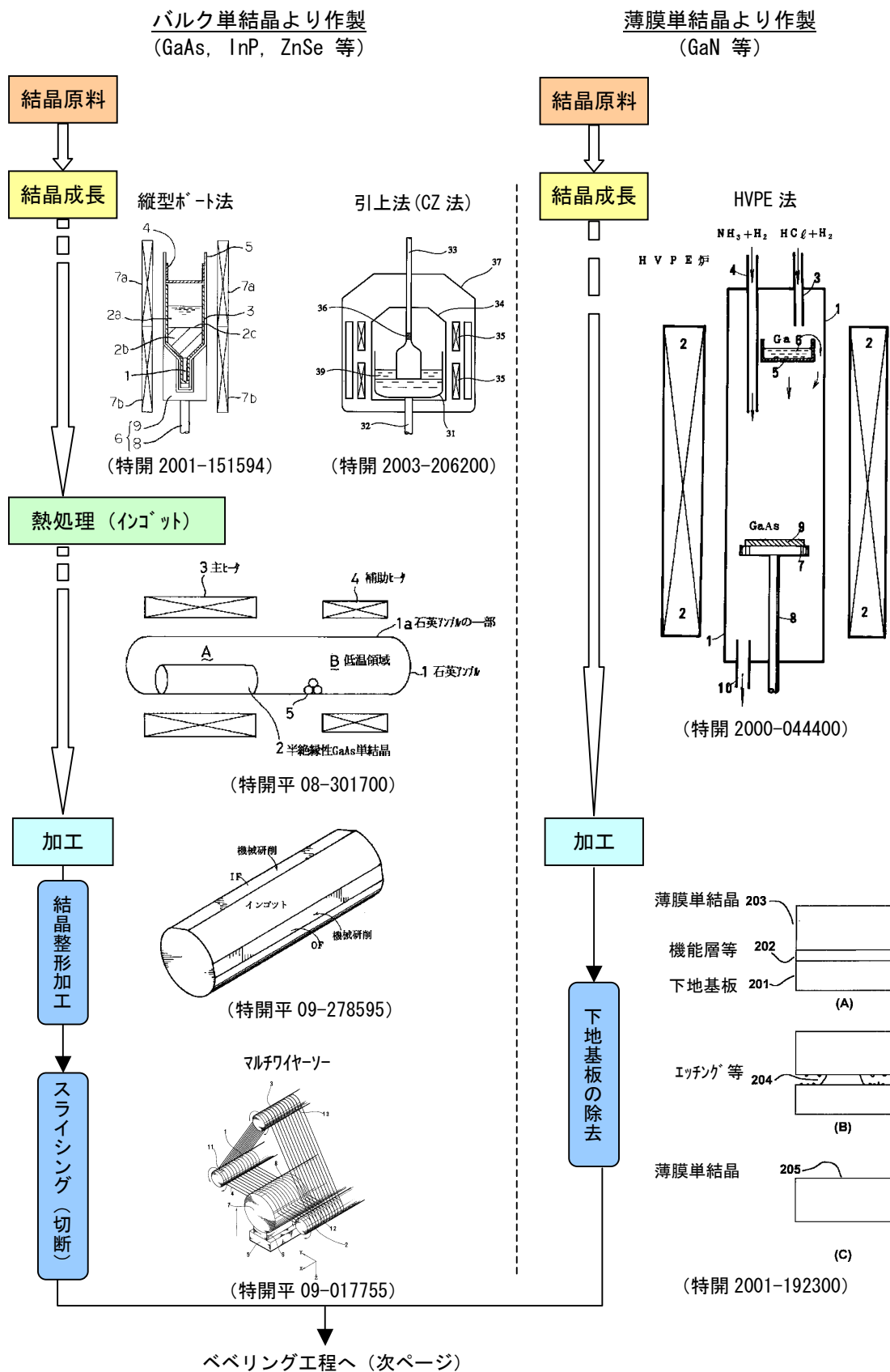
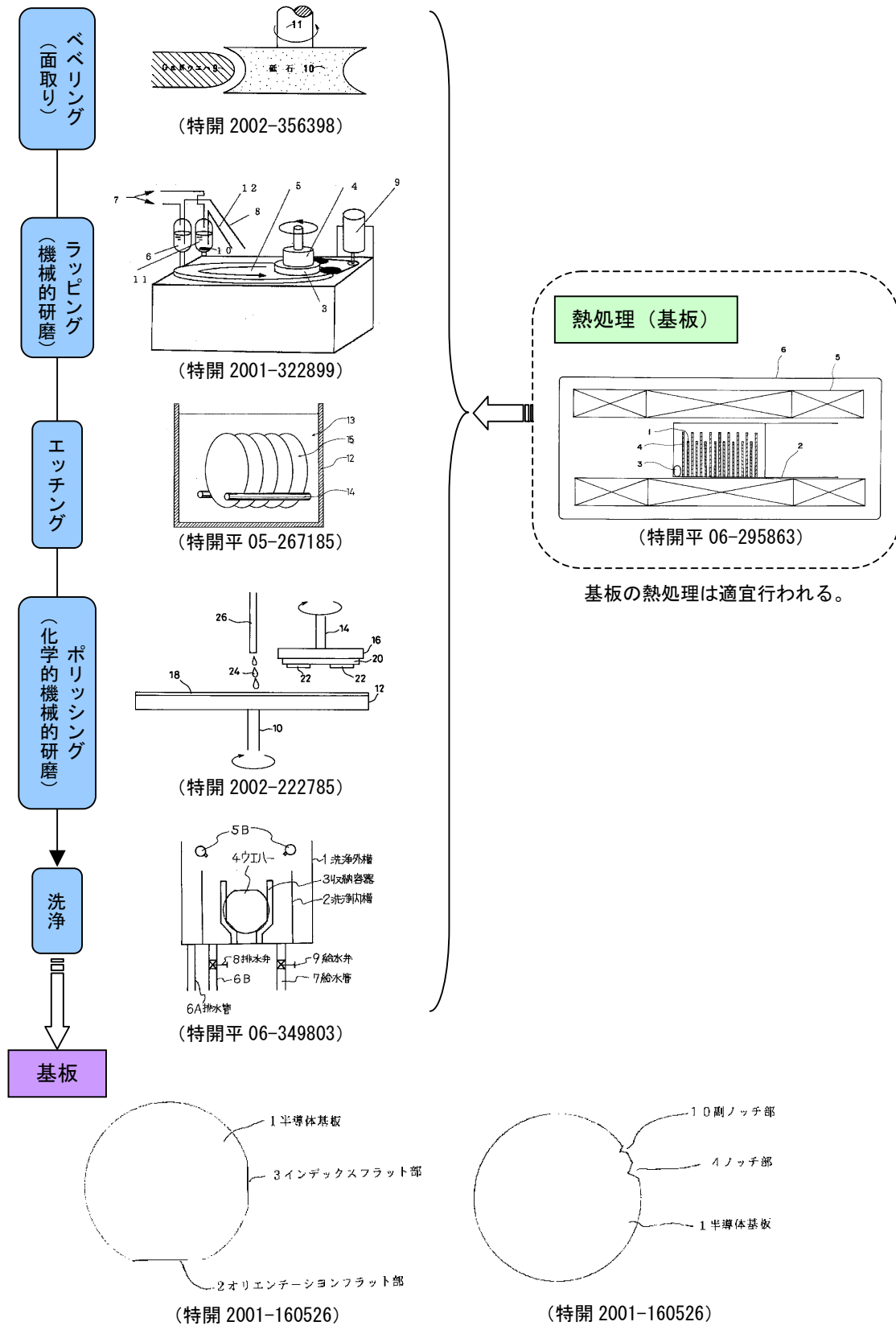


図1.1.3 化合物半導体基板の作製方法 (2/2)



(3) 「ベベリング（面取り）」工程以降の作製

図 1.1.3 の化合物半導体基板の作製方法（2/2）に示すように、「ベベリング（面取り）」工程以降は、「バルク単結晶」による作製と「薄膜単結晶」による作製の両者に共通する技術である。

「ベベリング（面取り）」工程は、スライシング後の基板周囲の角張りを削り落とすものである。基板周囲の角張りは、その後の工程での割れ、欠けの原因となるため、所定の形状、精度で行う必要がある。図 1.1.3 には、U字型した砥面をもつ砥石（10）を回転させて、ヒ化ガリウム（GaAs）基板（9）の面取りを行っている例である。

「ラッピング（機械的研磨）」工程は、砥粒を使用した研磨であり、切断された基板を所定の平坦性、表面粗さ、厚みに加工するものである。図 1.1.3 には、ラッピング装置を示しており、重石（3）の下に基板（図示せず）をセットし回転させ、砥粒（11）をノズル（12）により供給しながら研磨を行うものである。

「エッチング」工程では、ラッピング工程での汚れを除去するとともに、研磨による傷なども基板表面を溶解することによって取り除く。図 1.1.3 は、エッチングの一例を示し、容器（12）にエッチング液（13）を入れ、その中に、治具（14）に積載した基板（15）を浸漬することによりエッチングを行う。

「ポリッシング（化学的機械的研磨）」工程は、機械的研磨と化学的研磨を合わせた研磨を行い基板表面の鏡面加工をするものである。図 1.1.3 には、ポリッシング装置の例を示しており、基板（22）を重石（16, 20）に取り付け、研磨布（18）を取り付けたテーブル（12）上にセットする。ノズル（26）より、エッチング作用を持つ研磨液（24）を供給しながら、基板の研磨を行う。

最後に、「洗浄」工程によりポリッシング工程で付着する不純物などを洗浄する。図 1.1.3 には、洗浄容器の一例を示している。

洗浄後、乾燥を行うと「基板」が完成する。

なお、「熱処理（基板）」は、スライシング後に適宜行われる。図 1.1.3 には、基板の熱処理装置の一例を示しており、基板（1）を収納容器（4）に収納し、熱処理装置（6）の中に入れ、ヒーター（5）を加熱することにより行う。

「基板」は通常、化合物半導体の方位を識別するために、オリエンテーションフラット（OF）、インデックスフラット（IF）と呼ばれる直線部分や、ノッチ、副ノッチと呼ばれる切り欠きを有する。図 1.1.3 に、完成した基板の概観を示した。

図 1.1.3 により、化合物半導体基板の作製方法について示してきたが、これは一般的な作製工程の一例であることに留意されたい。特に「加工」については、各工程の順序が入れ替わることや、化合物半導体の種類によっては行わない工程もある。

1.1.4 化合物半導体基板技術の技術要素

化合物半導体基板技術は、「結晶原料」、「結晶成長」、「熱処理」、「加工」、「基板」の5つに分けられる。さらに、「結晶成長」については、「固相成長」、「液相成長」、「気相成長」、「複数成長方法共通」に分けられる。

表1.1.4に、化合物半導体基板技術の技術要素を示す。

表1.1.4 化合物半導体基板技術の技術要素

技術要素Ⅰ	技術要素Ⅱ	技術要素Ⅲ	出願件数(*)
結晶原料	結晶原料合成方法		34
結晶成長	固相成長		38
	液相成長	ボート法	256
		引上法（CZ法）	162
		溶液成長法	96
		その他液相成長法	88
	気相成長	昇華法	171
		化学気相堆積法	54
		気相エピタキシャル成長法	205
		その他気相成長法	35
	複数成長方法共通		7
熱処理			120
加工			146
基板			43

(*) 1992年1月～2002年12月の出願

(1) 結晶原料

結晶原料は、結晶成長を行う前の結晶原料合成方法である。化学的気相堆積法（CVD法）や、混合焼結法、融解凝固法などがある。例えば、ヒ化ガリウム（GaAs）を構成元素であるガリウム（Ga）とヒ素（As）を溶融した後に、合金化して多結晶原料を作製する技術がこれに含まれる。

また、化合物半導体基板の高純度化のために、結晶原料を精製する技術なども含む。

(2) 結晶成長

結晶成長は、原料から単結晶を成長させる技術であり、成長時の相変化により「固相成長」、「液相成長」、「気相成長」、「複数成長方法共通」の4つに分かれる。

(a) 固相成長

固相成長には、多結晶化原料を加熱により固相状態のまま単結晶化する固相成長法と固相置換による成長法を含む。固相置換による成長法とは、単結晶を他の元素を含む気体中で加熱を行い、単結晶の構成元素の少なくとも1つの構成元素を他の元素で置換すること

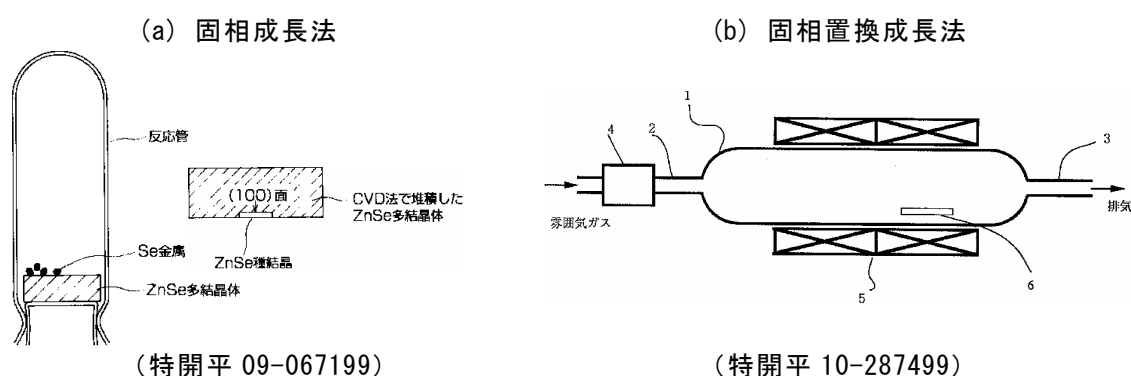
により、元の単結晶とは構成元素の異なる単結晶を作製する方法である。

図 1.1.4-1 に、固相成長による成長法の例を示す。

図 1.1.4-1 (a) は、固相成長法について示した。これは、セレン化亜鉛 (ZnSe) 種結晶に CVD 法によりセレン化亜鉛 (ZnSe) 多結晶体を堆積させたものを、反応管中に入れて加熱することによって、多結晶を単結晶化する成長法である。

図 1.1.4-1 (b) は、固相置換成長法について示した。これは、ヒ化ガリウム (GaAs) などの単結晶基板 (6) を反応管 (1) に設置して、雰囲気ガス (例えば、アンモニア (NH_3)) を流しながら、ヒーター (5) により加熱することにより、単結晶基板 (6) の構成元素の 1 つ (例えば、ヒ素 (As)) をアンモニア (NH_3) 中の窒素 (N) と置換することにより、窒化ガリウム (GaN) 基板を作製するものである。

図1.1.4-1 固相成長による成長法の例



(b) 液相成長

液相成長は、原料を溶解し液相状態から固化することにより単結晶化する成長法である。液相成長の中には、「ボート法」、「引上法(CZ法)」、「溶液成長法」、「その他液相成長法」が含まれる。

①ボート法

ボート法は、溶融化した原料をるつぼの中で固化させることにより、単結晶化する成長法である。ボート法には、HB 法 (Horizontal Bridgman Method、水平式ブリッジマン法)、VB 法 (Vertical Bridgman Method、垂直式ブリッジマン法)、GF 法 (Horizontal Gradient Freeze Method、水平式温度傾斜凝固法)、VGF 法 (Vertical Gradient Freeze Method、垂直式温度傾斜凝固法) が含まれる。

水平式ブリッジマン (HB) 法と水平式温度傾斜凝固 (GF) 法を合わせて水平式ボート法または横型ボート法と呼ぶ。また、垂直式ブリッジマン (VB) 法と垂直式温度傾斜凝固 (VGF) 法を合わせて、垂直式ボート法または縦型ボート法と呼ぶ。

図 1.1.4-2 に、ボート法による成長法の例を示す。

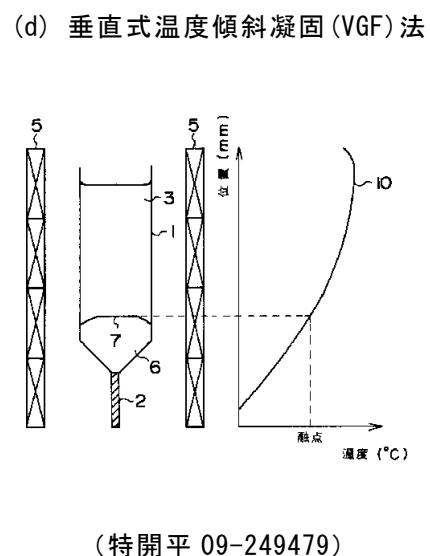
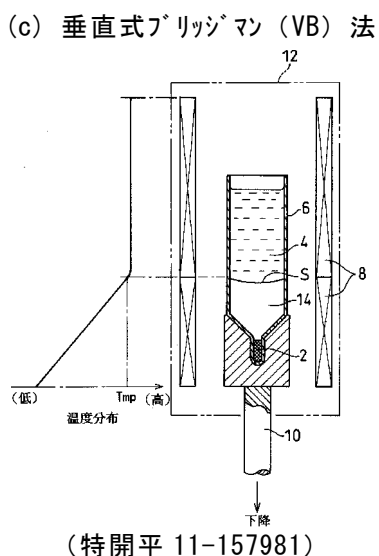
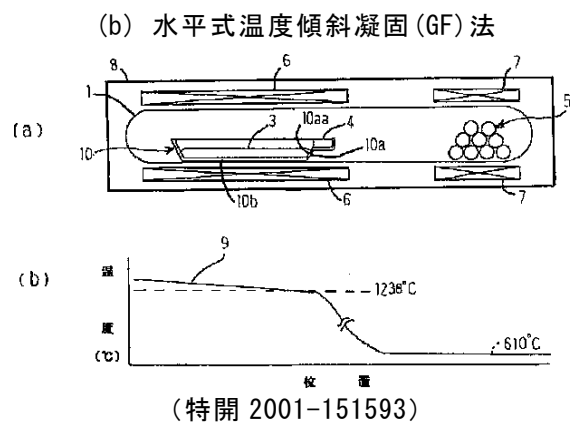
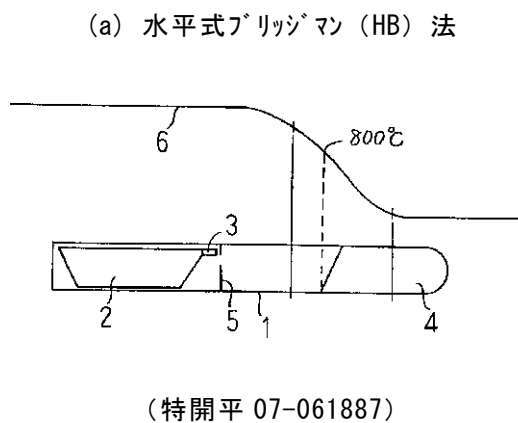
図 1.1.4-2 (a) は、水平式ブリッジマン (HB) 法について示した。ヒ化ガリウム (GaAs) を例に説明すると、ガリウム (Ga) 原料 (2)、種結晶 (3) をチャージしたボート型の成長容器を石英反応管 (1) の一方にセットし、反対側にヒ素 (As) 原料 (4) をチャージする。これを、成長容器付近の温度を一定とする温度勾配 (6) を有す

る成長炉（図示せず）に入れ、ガリウム（Ga）原料を溶融し、気化したヒ素（As）原料と反応させ、ヒ化ガリウムの融液を作製する。その後、石英反応管（１）を右にゆっくり移動させることによって、種結晶（３）より単結晶成長させる。

図 1.1.4-2 (c)は、垂直式ブリッジマン（VB）法について示した。これは結晶成長の途中の様子を表している。融液側の温度を一定とする温度勾配を有する成長炉の中で、るつぽ（６）を下降することにより、種結晶（２）より単結晶（１４）を成長するものである。

図 1.1.4-2 (b)には水平式温度傾斜凝固（GF）法、(d)には垂直式温度傾斜凝固（VGF）法を示している。装置構成はそれぞれ、水平式ブリッジマン（HB）法、垂直式ブリッジマン（VB）法と同様であるが、成長容器、るつぽを移動させることなく、成長炉の中で、(b)では温度勾配（９）、(d)では温度勾配（１０）を有したまま徐冷させることにより単結晶成長するものである。

図1.1.4-2 ポート法による成長法の例



②引上法（CZ法）

引上法（CZ 法）は、溶融化した原料を固化させながら引上げるにより単結晶化する成長法である。引上法には、CZ 法（Czochralski Method、チョクラルスキー法）、LEC 法（Liquid Encapsulated Czochralski Method、液体封止引上法）、VCZ 法（Vapor Pressure Controlled Czochralski Method、蒸気圧制御引上法）などが含まれる。その他、実際には結晶の引上げを行わずに成長させる LEK 法（Liquid Encapsulated Kyropulos Method、液体封止カイロポラス法）や原料中に溶媒を使用する溶液成長法の 1 種である TSSG 法（Top-Seeded Solution Growth Method、溶液引上法）についても、結晶装置内に結晶引上軸を有するような技術的に引上法（CZ 法）に準ずるものはここに含めている。

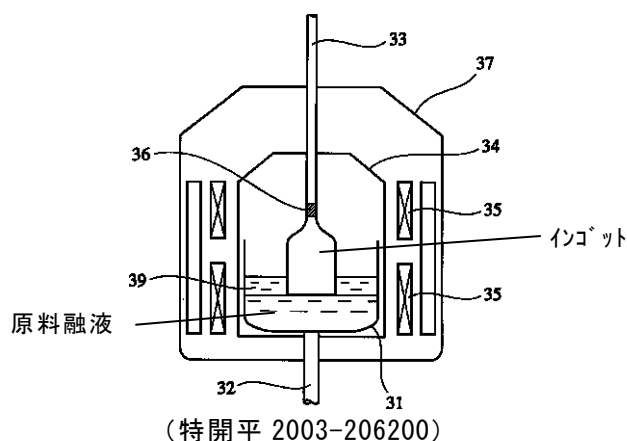
化合物半導体で代表的な引上法である液体封止引上法（LEC 法）について説明するが他の引上法も基本原理は同様である。

図 1.1.4-3 に、液体封止引上法（LEC 法）による成長法の例を示す。

るつぼ（31）に結晶原料と封止剤（39）をチャージし、成長炉（37）を加熱して原料を融液とする。種結晶（36）を取り付けた引上軸（33）を原料融液に付けて引上げるにより結晶成長させ、インゴットを得るものである。

封止剤（39）の目的は、ヒ化ガリウム（GaAs）を例として説明すると、構成元素であるヒ素（As）のように蒸気圧が非常に高い構成元素を有する場合には、成長炉内での蒸発により融液原料の組成が変化するのを防ぐために使用する。

図1.1.4-3 液体封止引上法（LEC法）による成長法の例



③溶液成長法

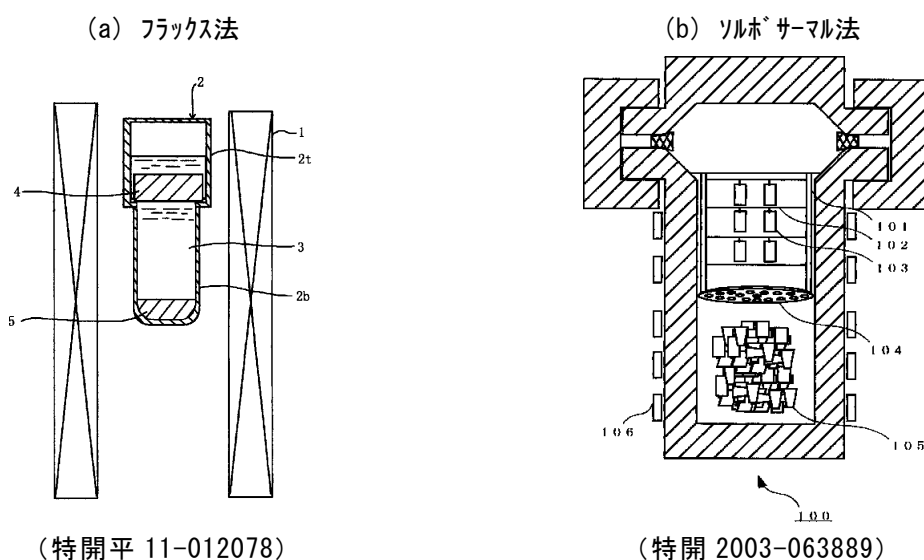
溶液成長法は、原料に溶媒を使用して溶液から単結晶化する成長法である。溶液成長法には、フラックス法 (Flux Method)、ソルボサーマル法 (Solvothermal Method) などを含む。

図 1.1.4-4 に、溶液成長法による成長法の例を示す。

図 1.1.4-4 (a) にフラックス法について示した。成長容器内 (2b) に溶媒 (3)、結晶原料である溶質 (4) をチャージして、成長炉内にて加熱して溶媒 (3) を溶融する。溶媒 (3) に溶解した原料を温度勾配などを利用して再結晶してインゴット (5) を成長するものである。

図 1.1.4-4 (b) にソルボサーマル法について示した。ソルボサーマル法では、通常の温度、圧力では溶解できない溶質について、高温、高圧下の超臨界流体を利用して溶解し、再結晶化するもので、使用する溶媒により水熱合成法やアモノサーマル法などと呼ばれる。高温、高圧下に耐える成長容器 (100) に溶質 (105) と溶媒をチャージし、種結晶 (103) を設置する。超臨界状態とした溶媒に溶質 (105) を溶融させ、種結晶 (103) に再結晶化することにより成長するものである。

図1.1.4-4 溶液成長法による成長法の例



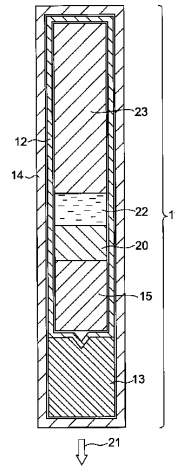
④その他液相成長法

その他液相成長法には、前記に含まれない液相成長や複数の液相成長法に共通するものをまとめている。帯域溶融法 (Zone-Melting Method、ゾーンメルティング法) はここに含めている。

図 1.1.4-5 に帯域溶融法による成長法の例を示す。

結晶成長容器 (12) に、種結晶 (15) と固体原料 (23) をチャージする。固体原料の一部を加熱して溶融帯 (22) を作製し、この溶融帯 (22) を移動させることにより、結晶成長を行いインゴット (15) を得るものである。

図1.1.4-5 帯域溶融法による成長法の例



(特開 2003-238287)

(c) 気相成長

気相成長は、原料の昇華や原料にガスを用いて気相状態から固化することにより単結晶化する成長法である。気相成長の中には、「昇華法」、「化学気相堆積法」、「気相エピタキシャル成長法」、「その他気相成長法」が含まれる。

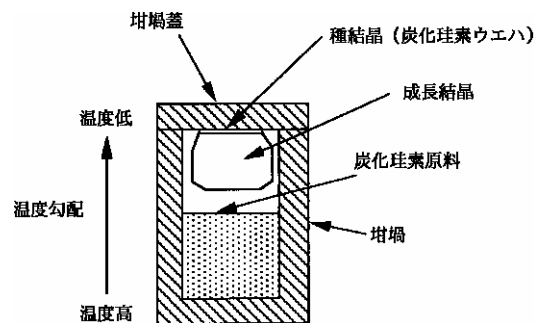
①昇華法

昇華法は、原料を昇華させ再結晶化することにより単結晶化する成長法である。昇華法には、改良レーリー法 (Modified Lely Method)、物理気相輸送法 (Physical Vapor Transport Method) などを含む。

ここでは、改良レーリー法を例に説明するが、他の成長法についても基本原理は同じである。

図 1.1.4-6 に、改良レーリー法による成長法の例を示す。るつぼ内に炭化ケイ素 (SiC) 原料を入れて、るつぼ蓋に種結晶を取り付け、炭化ケイ素 (SiC) 原料を昇華させ、種結晶上で再結晶させることにより成長結晶 (インゴット) を得るものである。

図1.1.4-6 改良レーリー法による成長法の例



(特開 2003-342099)

②化学気相堆積法

化学気相堆積法は、原料物質を含むガスを化学反応させて固化することにより単結晶化する成長法である。化学気相堆積法には、化学輸送法（Chemical Vapor Transport Method）、HTCVD 法（High Temperature Chemical Vapor Deposition Method、高温化学気相堆積法）などを含む。

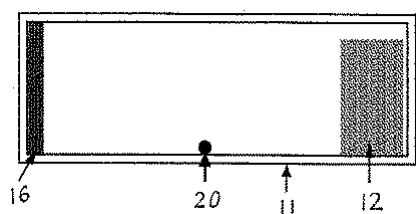
図 1.1.4-7 に、化学気相堆積法による成長法の例を示す。

図 1.1.4-7 (a) には、化学輸送法による成長法を示した。ここではセレン化亜鉛（ZnSe）を例として説明する。セレン化亜鉛（ZnSe）多結晶（12）と、ヨウ素（20）と、セレン化亜鉛（ZnSe）種結晶を成長容器（11）に図のようにチャージする。成長容器（11）を多結晶（12）側が高くなるように加熱すると、ヨウ素（20）が昇華して多結晶原料との化学反応により、気体状の ZnI_2 と Se_2 が発生し種結晶上に輸送されて、逆反応によりセレン化亜鉛（ZnSe）を単結晶成長するものである。ここで、ヨウ素（20）は輸送ガスとして働いている。

図 1.1.4-7 (b) には、高温化学気相堆積法（HTCVD 法）による成長法を示した。ここでは炭化ケイ素（SiC）を例として説明する。ガス導入口（P7）からシラン（ SiH_4 ）ガスとエチレン（ $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ）ガスをヘリウム（He）ガスで希釈して装置内に導入した後、ヒーター（P4）によりシラン（ SiH_4 ）ガスとエチレン（ $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ）ガスを分解し化学反応させることにより、種結晶（P3）上に結晶成長させる。未反応のガスや反応に寄与しなかった成分は、排気口（P9）より排気される。

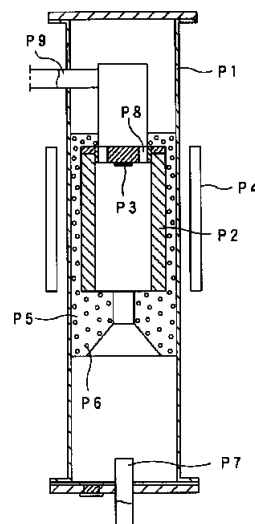
図1.1.4-7 化学気相堆積法による成長法の例

(a) 化学輸送法



(特開 2004-075428)

(b) 高温化学気相堆積法 (HTCVD 法)



(特開 2003-183098)

③気相エピタキシャル法

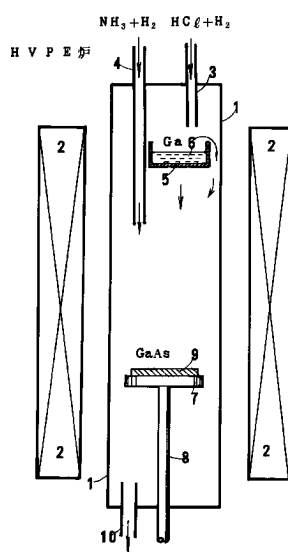
気相エピタキシャル法は、原料物質を含むガスを使用して基板上に単結晶層を成長する方法である。気相エピタキシャル法には、HVPE 法 (Halogen Vapor Phase Epitaxy、ハロゲン化気相エピタキシー法) や MOCVD 法 (Metalorganic Vapor Phase Epitaxy、有機金属気相エピタキシー法) などを含む。ハロゲン化気相エピタキシー (HVPE) 法は、さらに V 族元素をハロゲン化物で供給するハライド法と水素化物で供給するハイドライド法の 2 種類に分けられる。

ここでは、ハロゲン化気相エピタキシー (HVPE) 法のハイドライド法を例に説明するが、有機金属気相エピタキシー (MOCVD) 法はⅢ族原料に有機金属を用いるなど原料ガスが異なるだけで、基本的には同様である。

図 1.1.4-8 に、ハロゲン化気相エピタキシー法による成長法の例を示す。

原料ガス導入口 (3) より反応ガスである塩化水素 (HCl) ガスと輸送ガスである水素 (H_2) を装置内に設置したガリウム (Ga) 原料 (6) と反応させ、塩化ガリウム (GaCl) ガスを発生させる。一方、原料ガス導入口 (4) より原料ガスであるアンモニア (NH_3) ガスと輸送ガスである水素 (H_2) を導入し、ヒーター (2) によりアンモニア (NH_3) を加熱して窒素 (N_2) と水素 (H_2) に分解する。そして、種結晶として使用するヒ化ガリウム (GaAs) 基板上に窒化ガリウム (GaN) の結晶成長を行うものである。

図1.1.4-8 ハロゲン化気相エピタキシー法による成長法の例



(特開 2000-44400)

④その他気相成長法

その他気相成長法には、前記に含まれない気相成長や複数の気相成長法に共通するものを含む。

(d) 複数成長方法共通

複数成長方法共通には、固相成長、液相成長、気相成長のいずれの成長法にも適用可能な成長法を含む。

(3) 熱処理

熱処理は、単結晶成長後に加熱処理を行うものである。加工前のインゴットの熱処理、加工中における基板の熱処理の両者を含む。

(4) 加工

加工は、単結晶化された化合物半導体を板状の基板に加工する技術である。加工には、切断（スライシング）、面取り（ベベリング）、研磨（ラッピング、ポリッシング）などを含む。

(5) 基板

基板は、最終形態である化合物半導体基板自体の発明である。例えば、化合物半導体基板の形状、性質、組成などを規定したものなどである。

1.1.5 特許からみた技術の進展

化合物半導体基板技術で特に出願の多い化合物半導体である炭化ケイ素 (SiC)、ヒ化ガリウム (GaAs)、窒化ガリウム (GaN) について、特許からみた技術の進展を示す。

図 1.1.5-1～図 1.1.5-4 の図中で、二重枠で囲った特許は、後述の「1.5 注目特許 (サイテーション分析)」で紹介した特許である。点線で囲った文献は特許ではないが、技術の進展に大きな影響を与えており、極めて重要な文献である。

(1) 炭化ケイ素 (SiC) に関する技術の進展

図 1.1.5-1 に、炭化ケイ素 (SiC) に関する技術の進展を示す。

炭化ケイ素 (SiC) は、製品化がされている結晶成長法である改良レーリー法について、「結晶欠陥発生防止」の課題の中でも本質的な課題である「マイクロパイプ欠陥発生防止」と「ポリタイプ発生防止」、近年になって課題とされた「積層欠陥発生防止」に対する技術の進展について示した。

1995 年に出願された米国特許 2844364 の発明者であるレーリー (J.A.Lelly) らにより、昇華再結晶による単結晶成長が開発されたが、得られる結晶が 10 mm 程度と非常に小さく、結晶方位も制御されておらず、基板として使用できるものではなかった。

その後、78 年に、旧ソビエト連邦のタイロフ (Yu. M Tairov) が所望のポリタイプを有する種結晶を使用した昇華再結晶法により、基板使用できる実用サイズの結晶化に成功したことから、広く開発が行われるようになった。タイロフらの開発した結晶成長法は、「改良レーリー法」と呼ばれ、現在でもその名称が使用されている。

この改良レーリー法により、実用サイズの結晶化が可能となったが、この単結晶においても「マイクロパイプ欠陥」が多く、また、「ポリタイプ発生防止」が困難でありデバイスに使用できるものではなかった。

「マイクロパイプ欠陥」については、主に「種結晶の改良」(特許 2804860 等)や「種結晶支持部材の改良」(特許 1907858 等)により解決されてきた。

近年、「マイクロパイプ欠陥」が解決されることにより、問題となってきた「積層欠陥発生防止」については、種結晶の方位を変化させて複数回成長を行う出願(特開 2003-119097)もされている。

「ポリタイプ発生防止」については、不活性ガスを導入することにより防止する(特許 2795574)といった「結晶成長条件の変更」や結晶多形単一化層を導入することにより防止する(特許 3590485)といった「成長結晶の組成、形状を規定」により解決している。

図 1.1.5-1 炭化ケイ素 (SiC) に関する技術の進展 (1/2)

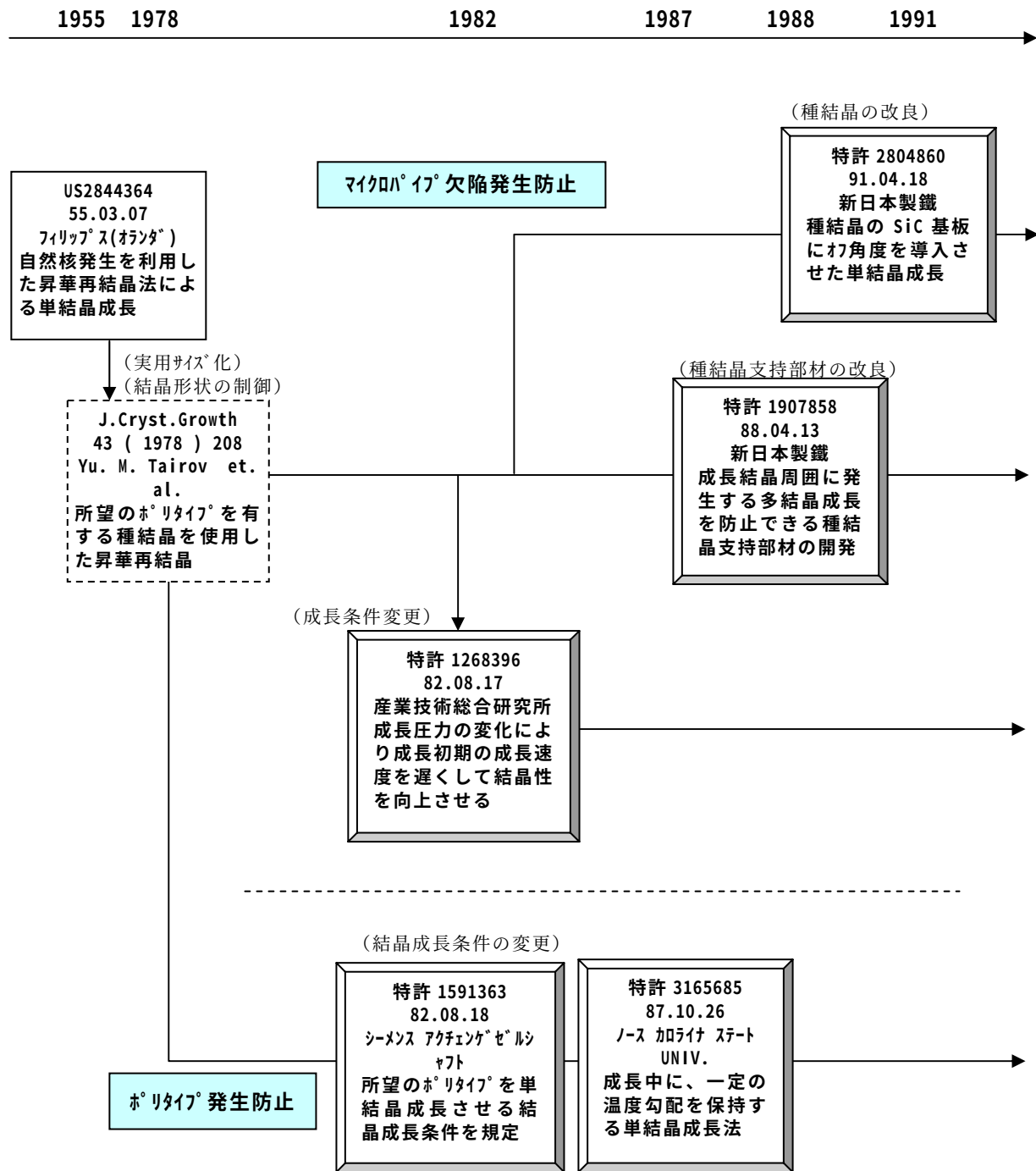
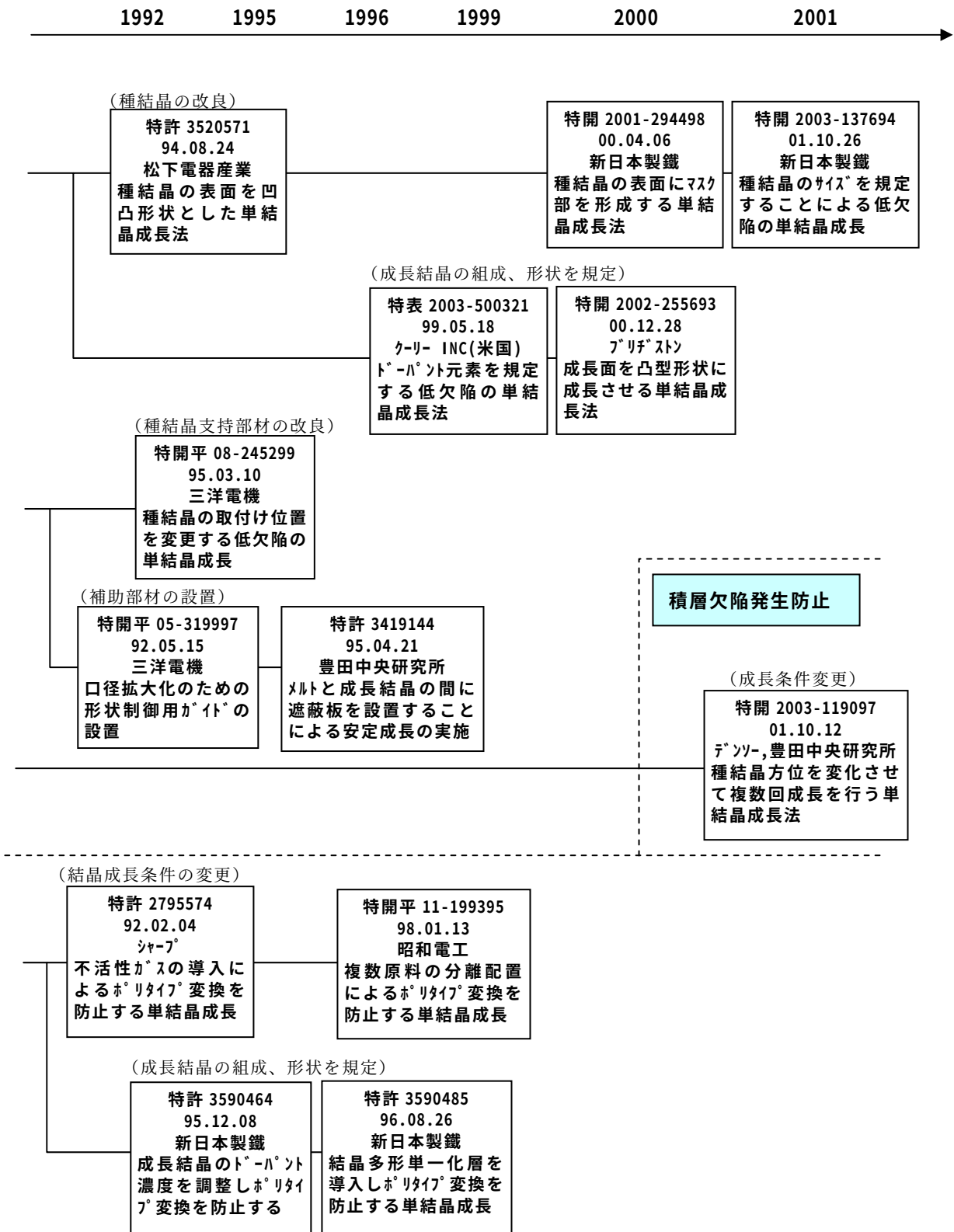


図 1.1.5-1 炭化ケイ素 (SiC) に関する技術の進展 (2/2)



(2) ヒ化ガリウム (GaAs) に関する技術の進展

ヒ化ガリウム (GaAs) については、現在製品化されている基板の主な成長法である縦型ボート法と液体封止引上法 (LEC 法) について、特許からみた技術の進展を示す。

(a) 縦型ボート法に関する技術の進展

図 1.1.5-2 に、ヒ化ガリウム (GaAs) の縦型ボート法に関する技術の進展を示す。

縦型ボート法の課題の中でも大きな問題とされている「固液界面形状の安定化」と「るつぼの破損防止」について示す。

まず、「固液界面形状の安定化」について説明する。

縦型ボート法は、るつぼに原料を入れて加熱して溶融した後に、るつぼ底に設置された種結晶より単結晶成長を行うために、結晶の成長面と融液との接触面（これを、固液界面という）を目視で観察することができない。固液界面の形状が不適切であると多結晶化するなど結晶品質を悪化させることから、多くの技術開発が行われてきた。

1988 年に、温度情報より固液界面位置を特定する観察装置が開発（特許 2649052）されると、「観察装置の設置」（特開平 06-305877 等）とともに、「ヒーターの改良」（特開平 06-247787 等）や「るつぼ支持部材の改良」（特開平 06-107416）をすることにより、固液界面形状を安定化させる技術が開発されてきた。

次に、「るつぼの破損防止」について説明する。

縦型ボート法のるつぼの形状は、るつぼ底に種結晶を設置するため、るつぼの直径は下部で小さく、上部では大きい。そのため増径部では、融液の重量や熱膨張係数などにより、応力を受け破損しやすい。また、るつぼには石英や熱分解窒化ホウ素（これを、PBN という）を使用している。このとき、PBN を使用した場合には、ヒ化ガリウム (GaAs) の融液が直接接した場合には、成長後の取り出し時にヒ化ガリウム (GaAs) がるつぼから外れずにるつぼを破損して成長結晶の取り出しをすることになるため、封止剤として酸化ホウ素 (B_2O_3) を用いることにより融液が直接るつぼに接触することを防止している。

るつぼの形状を変更（特許 2723249）したり、るつぼの内側に封止剤をコーティング（特許 3216298）する「るつぼの改良」の他に、「るつぼ支持部材の改良」（特許 2800713）や「原料、メルトの改良」（特開 2000-154089）をすることによりるつぼの破損を防止する技術が開発されてきた。

図 1.1.5-2 ヒ化ガリウム (GaAs) の縦型ボート法に関する技術の進展 (1/2)

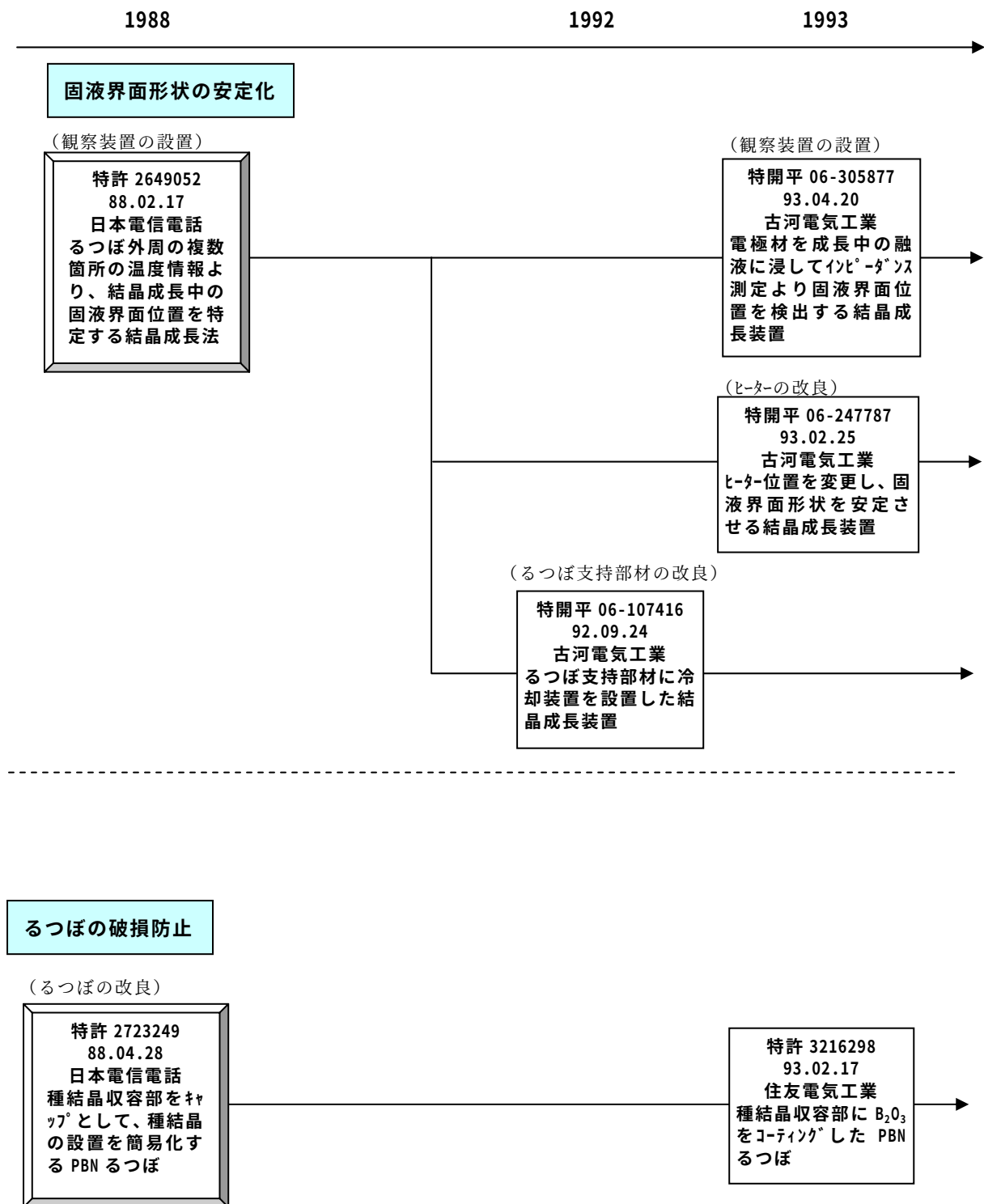
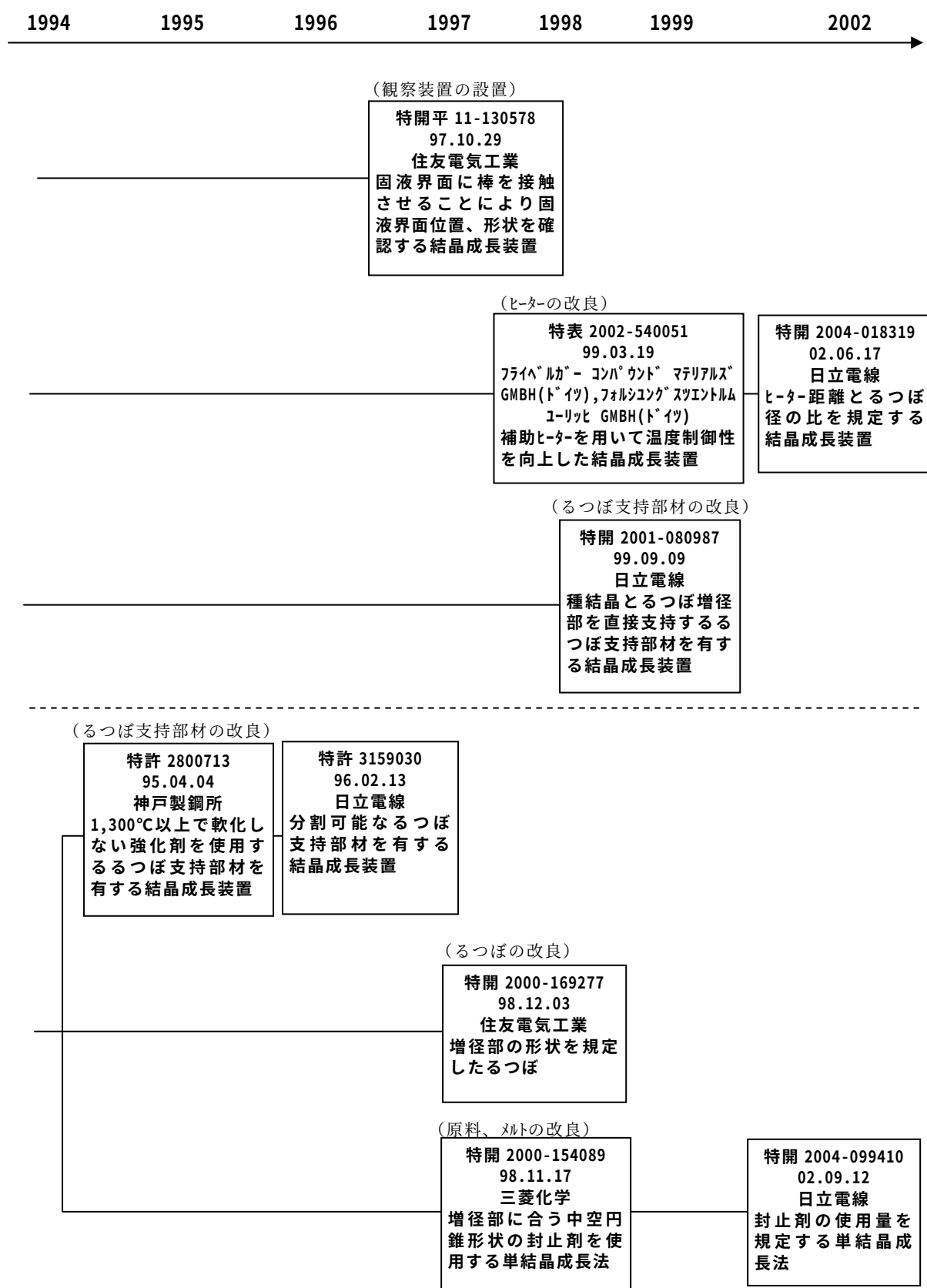


図 1.1.5-2 ヒ化ガリウム (GaAs) の縦型ボート法に関する技術の進展 (2/2)



(b)液体封止引上法（LEC 法）に関する技術の進展

図 1.1.5-3 に、ヒ化ガリウム（GaAs）の液体封止引上法（LEC 法）に関する技術の進展を示す。液体封止引上法（LEC 法）の中でも、大きな課題として技術開発が行われてきた「ドーパント濃度の制御」と「固液界面形状の安定化」についての技術の進展を示す。

まず、「ドーパント濃度」について説明する。

液体封止引上法（LEC 法）は、成長結晶が原料融液よりも高純度化できるという特性があるため、半絶縁性基板の作製に広く用いられている。しかし、成長炉内部材からの炭素汚染などにより、成長したインゴットごと、また、単一インゴット内（結晶成長開始部と結晶成長終了部）においても混入した炭素濃度に変動があり、均一な半絶縁性の基板を安定生産することが困難であった。

1987 年に結晶成長雰囲気を所定のガス濃度に調整して結晶成長を行う出願（特開平 01-239089）がされた後、結晶成長雰囲気中の一酸化炭素（CO）または二酸化炭素（CO₂）の濃度を規定する出願（特開平 01-192793）をはじめとして、結晶成長雰囲気を制御する開発が行われた。それと同時に、二重るつぼを使用してメルト内の炭素濃度を調整する出願（特許 3015656）をはじめとして、メルト内の炭素濃度を調整する技術開発も行われ、99 年には、結晶雰囲気とメルト両方（特開 2000-281500）に関する技術へと発展した。

次に、「固液界面形状の安定化」について説明する。

縦型ボート法など他の液相成長法と同様に固液界面形状の安定化は、結晶品質を向上させる本質的な課題である。固液界面の安定化のためには温度勾配を安定化させることが必要であり、結晶成長装置の改良を中心に技術開発が行われてきた。例えば、ヒーターの改良（特開平 08-081298）や、成長結晶を保護する補助部材の設置（特開平 09-235191）、るつぼ支持部材の改良（特開 2004-123444）がある。

その他に、るつぼの改良（特開 2001-302386）をするものや、封止剤の使用量を規定（特開 2004-161525）することにより、固液界面形状を安定化させる技術開発も行われている。

図 1.1.5-3 ヒ化ガリウム（GaAs）の液体封止引上法（LEC 法）に関する技術の進展（1/2）

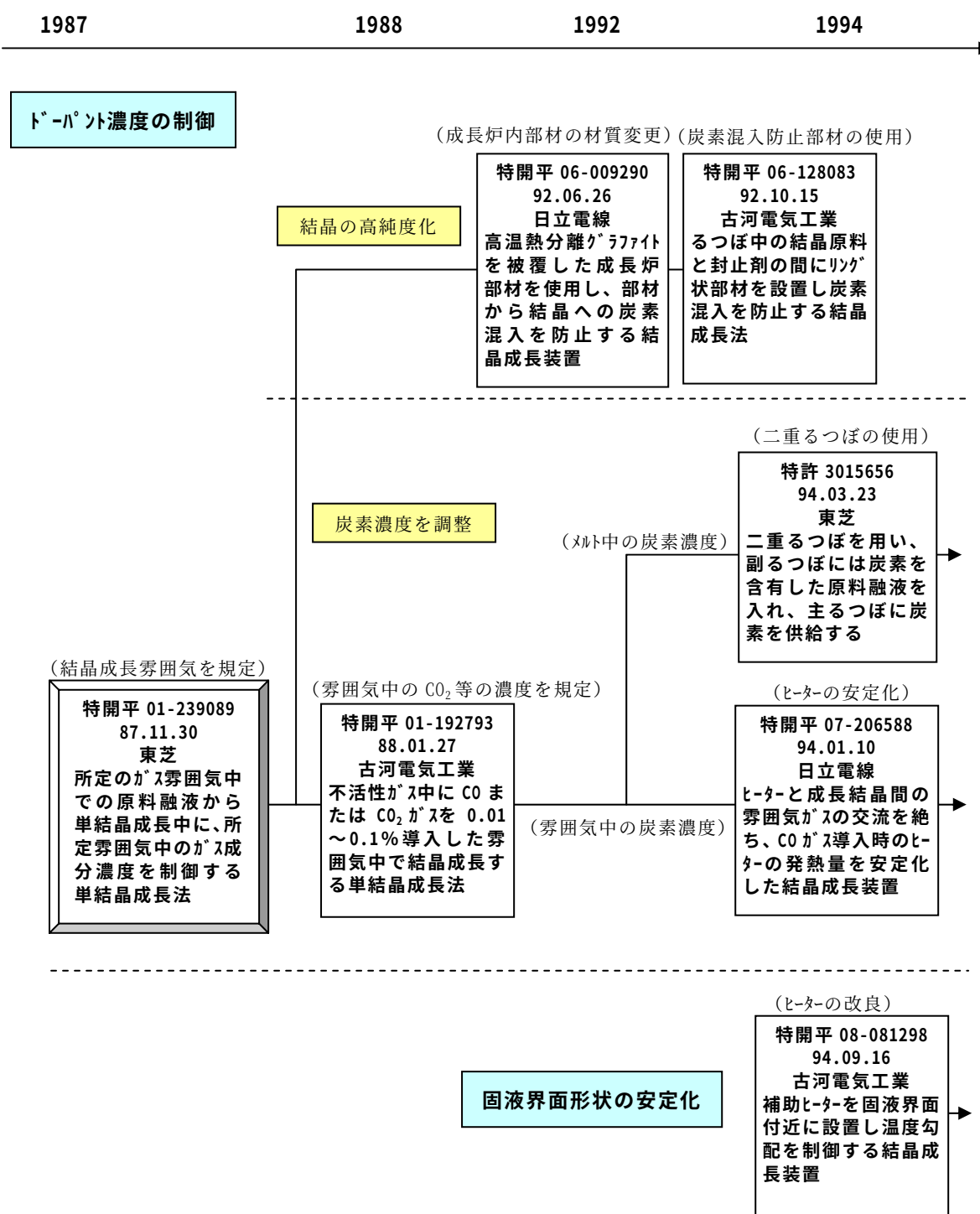
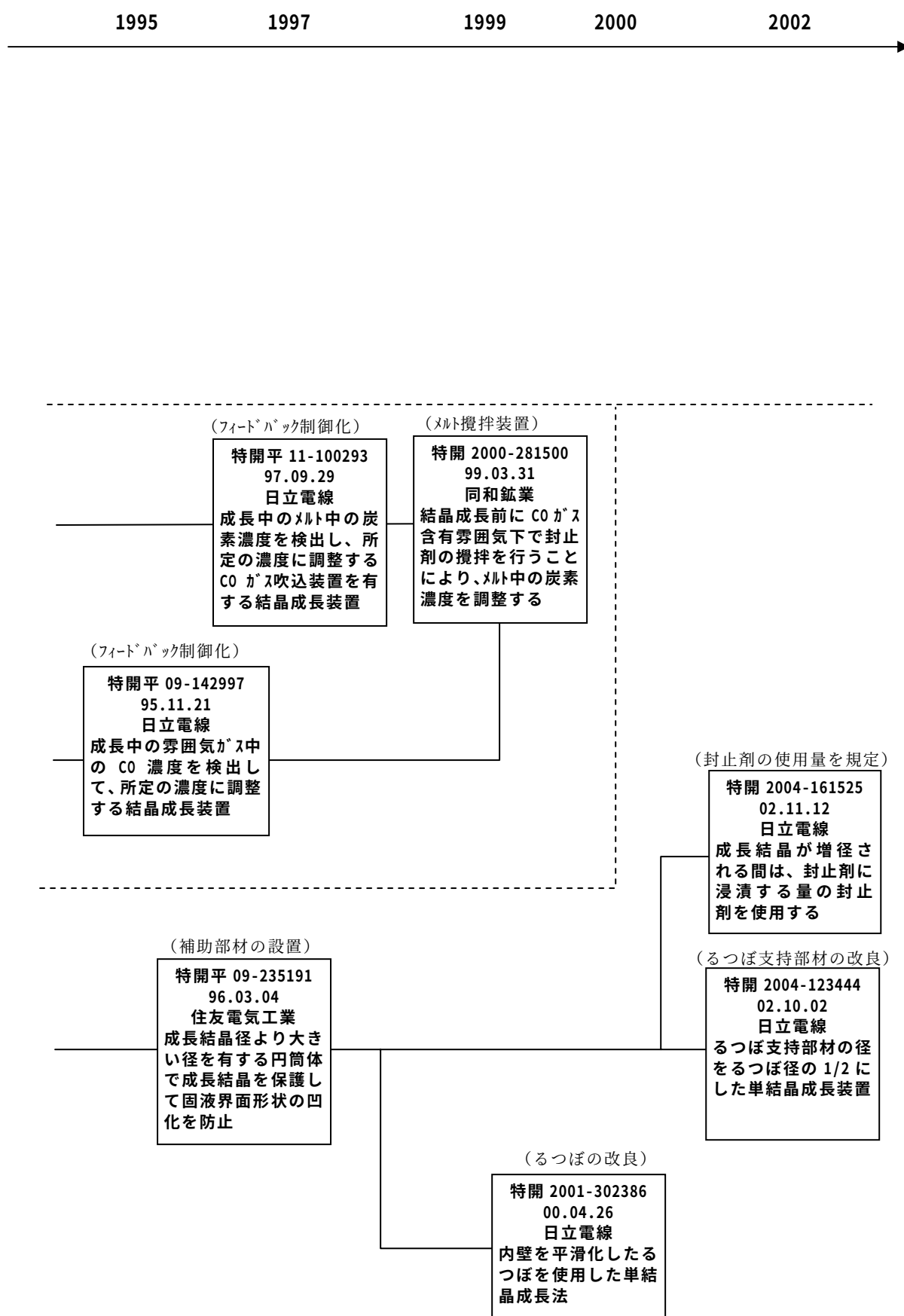


図 1.1.5-3 ヒ化ガリウム（GaAs）の液体封止引上法（LEC 法）に関する技術の進展（2/2）



(3) 窒化ガリウム (GaN) に関する技術の進展

図 1.1.5-4 に、窒化ガリウム (GaN) に関する技術の進展を示す。現在、製品化されている窒化ガリウム (GaN) は、サファイア基板やヒ化ガリウム (GaAs) 基板などの異なる物質からなる下地基板上に気相エピタキシャル成長法で成長された後、下地基板を除去して作製する。

ここでは、「結晶欠陥発生防止」をする結晶成長法の技術の発展と、「下地基板の除去」について示した。

「結晶欠陥発生防止」については、下地基板上に格子定数の不整合による結晶欠陥発生を防止する緩衝層（バッファ層ともいう）を形成した上に窒化物半導体を薄膜成長する技術（特許 2141400）が行われ、青色発光ダイオードの実用化に結びついた。しかし、基板に使用できるような十分な厚さを有する窒化物半導体が成長できなかったことから、厚膜成長が可能な結晶成長法の開発が行われてきた。

まず、ELO (Epitaxial Lateral Overgrowth) 成長法が開発された。これは、下地基板や緩衝層上にストライプ状開口部を有するマスクを形成し、開口部から横方向成長させることにより転位の少ない窒化ガリウム (GaN) 層を得る技術である（特開平 07-273367）。

その後、FIEL0 (Facet-Initiated Epitaxial Lateral Overgrowth) 成長が開発された。この技術は、マスクを用いて選択成長を行う点で ELO 成長法と共通するが、その際、マスク開口部に横方向成長させずにファセット成長を行う点で相違している。ファセットを形成することにより、転位の伝搬方向を変え、エピタキシャル成長層の上部に至る貫通転位を低減するものである（特許 3139445）。

他にも PENDE0 成長法が開発されている。これは、下地基板上に凹凸形状を設けて横方向成長させて転位の少ない結晶を得る技術である（特表 2002-518826）。

住友電気工業は、FIEL0 成長法を改良し、成長層に部分的に存在する欠陥集合領域をエッチングにより除去してさらに結晶成長を行うことにより結晶全体が均一な単結晶を得る技術を開発している（特開 2004-059363）。

「下地基板の除去」は、緩衝層をエッチング（特許 3184717 等）、レーザー照射（特表 2003-510237）、研磨（特開 2002-237458）などさまざまな技術が開発されている。

図 1.1.5-4 窒化ガリウム (GaN) に関する技術の進展 (1/2)

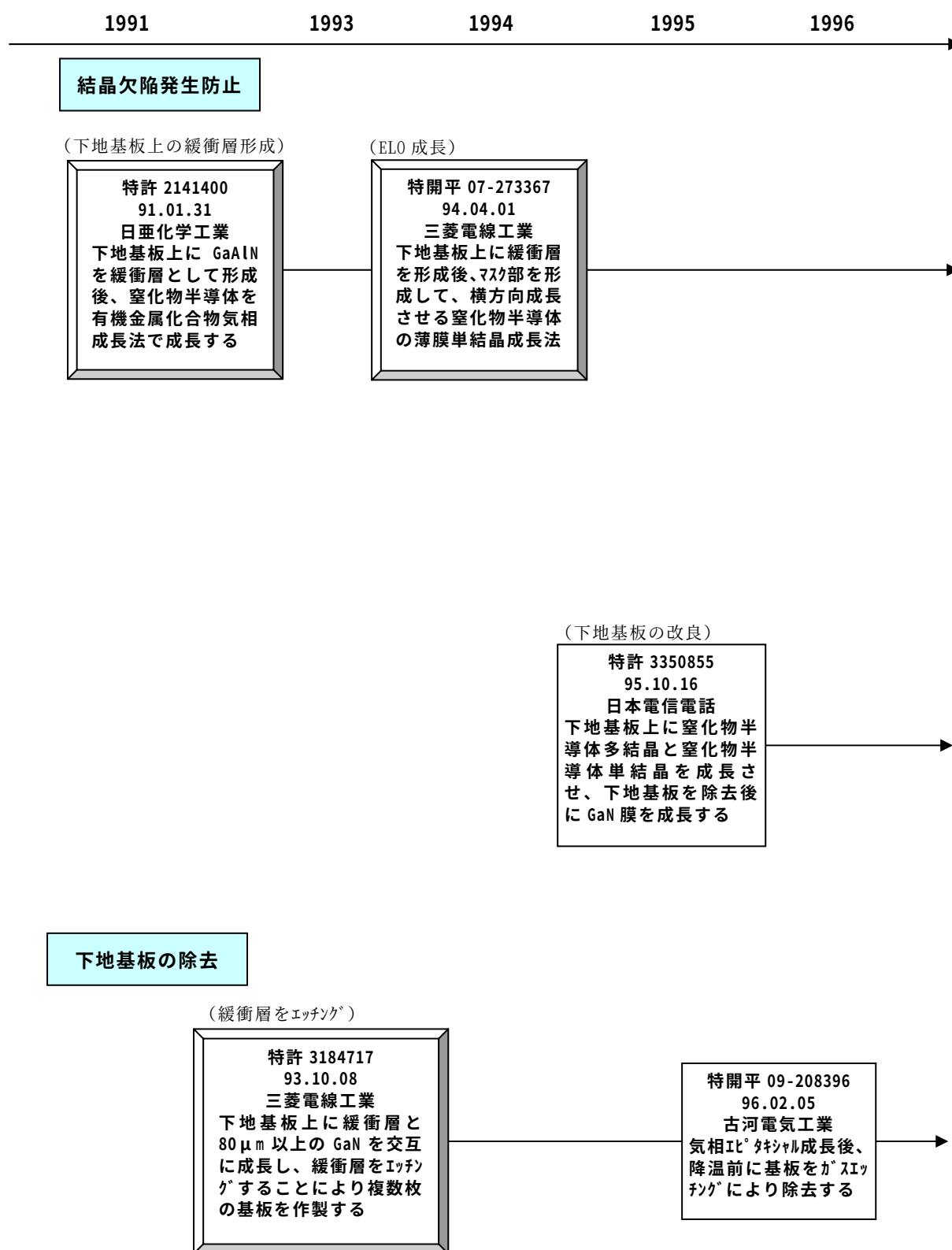
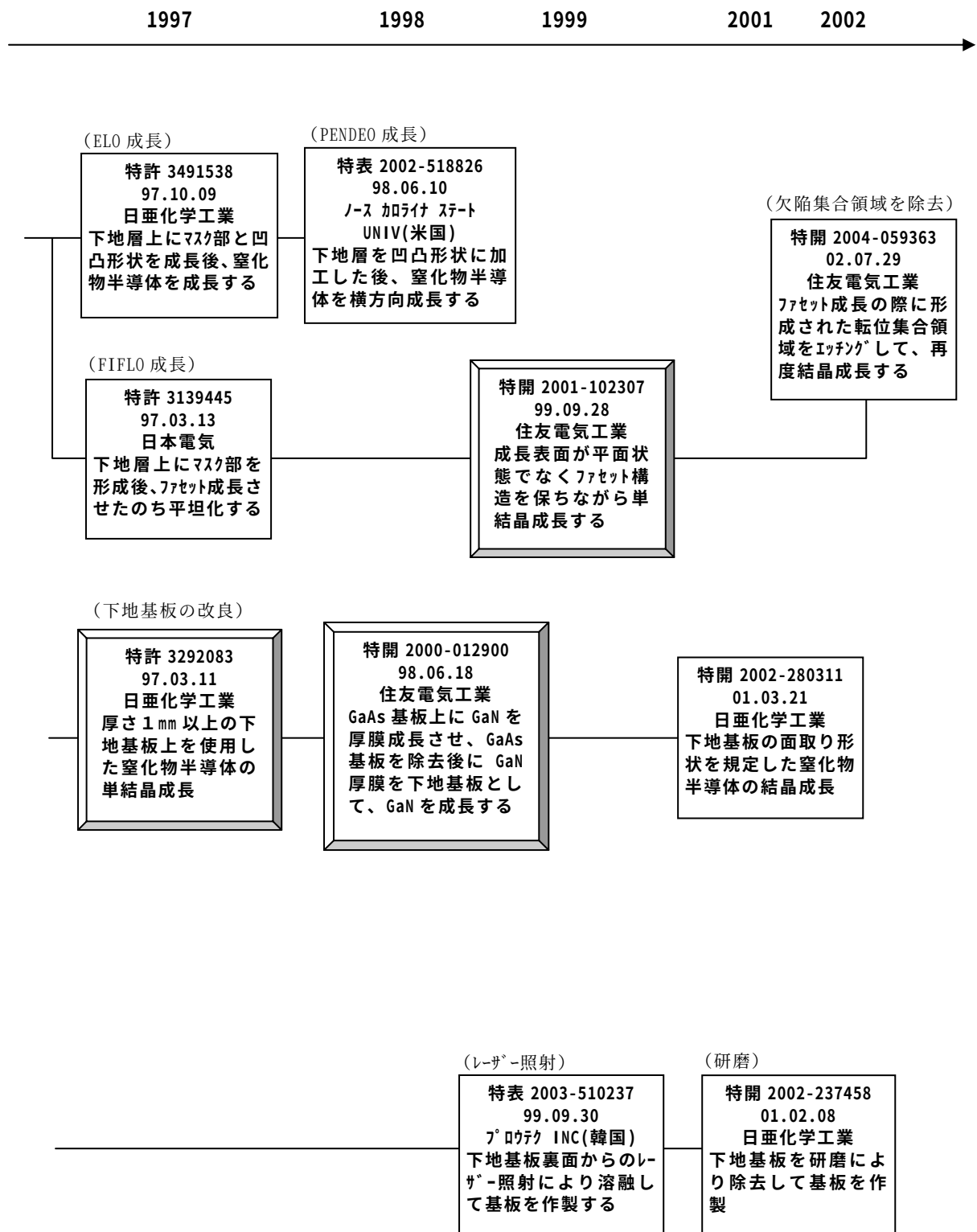


図 1.1.5-4 窒化ガリウム (GaN) に関する技術の進展 (2/2)



1.1.6 化合物半導体基板の市場

(1) 市場規模と推移

化合物半導体基板の市場規模に関しては、国内の大手基板メーカーで構成している「新機能化合物半導体懇談会（(4)情報源参照）」が毎年発表しているデータがある。1993～94年および99～00年に大きな拡大があったので、それらを含む10年分の推移を以下に示す。

表 1.1.6-1 化合物半導体基板の出荷額（国内／結晶別）

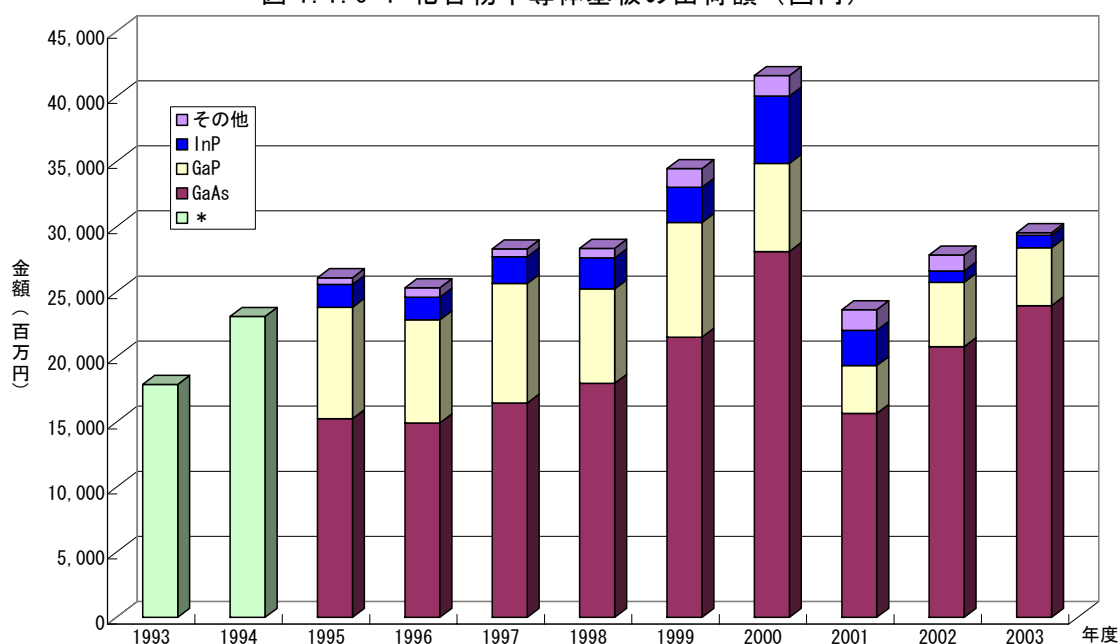
（単位：百万円）

年度	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
GaAs	*	*	15,246	14,928	16,460	17,970	21,518	28,097	15,661	20,792	23,939
GaP	*	*	8,565	7,917	9,175	7,259	8,805	6,775	3,673	4,934	4,449
InP	*	*	1,749	1,742	2,055	2,377	2,706	5,162	2,702	886	951
その他	*	*	526	726	605	740	1,442	1,573	1,590	1,211	203
合計	17,888	23,107	26,086	25,313	28,295	28,346	34,471	41,607	23,626	27,823	29,542

（*）1993、1994年度は、国内出荷額の結晶別内訳は公表されていない。

（出典：新機能化合物半導体懇談会の発表資料（1997～2004年））

図 1.1.6-1 化合物半導体基板の出荷額（国内）



（*）1993、1994年度は、国内出荷額の結晶種類別内訳は公表されていない。

（出典：新機能化合物半導体懇談会の発表資料（1997～2004年））

図表に示したように、化合物半導体基板の最近の国内市場規模は、約 300 億円である。規模の増減は、基板の用途市場の動向に影響される（表 1.1.2「基板の主な用途」参照）。93～94 年にかけては、携帯電話の需要が飛躍的に伸び、その影響で基板の出荷額も約 30% 拡大している。その後、携帯電話を含む各種用途の拡大により、基板の市場も漸増した。99～00 年には、「IT バブル」といわれるほど、IT 関連設備投資が活発化したため、基板の出荷額も大きく伸びた。特にこの時期は、光ファイバー・ケーブルなどの設備投資が活発化したため、光通信用レーザーやセンサーの需要が伸び、それに使われるインジウムリン（InP）が急拡大した（00 年、前年比 90% 増）。その後「IT バブルの崩壊」があり、01 年に急落したが、基板全体では徐々に回復してきている。今後も、携帯電話、AV 機器、パソコンに加え、自動車、各種照明、医療用など、化合物半導体デバイスの用途が広がる見込みであり、基板の市場規模拡大も期待されている。

結晶別では、ヒ化ガリウム（GaAs）基板の割合が多い。高周波特性を活かして携帯電話携帯電話の送信・受信部のパワーアンプや切り換えスイッチなどに使用されている。また、CD（コンパクトディスク）、MD（ミニディスク）、MO（光磁気ディスク）、DVD（デジタル多用途ディスク）の光ピックアップにヒ化ガリウム（GaAs）系化合物半導体レーザーが使われている。

次に多いのがリン化ガリウム（GaP）で、可視光 LED として各種の表示素子や携帯電話のバックライトに使われている。ヒ化ガリウム（GaAs）の LED に比べると輝度が低く、汎用製品向けとなっている。

インジウムリン（InP）は、光通信市場向け受・発光素子に多用されている。他の化合物半導体は民需の比率が高いのに対して、光ファイバーの敷設などの設備投資動向に左右される面が大きい。

化合物半導体基板については、後述（（3）参入企業と競争状況）のように、世界市場でも日本企業の存在が大きい。参考として、上記の国内出荷額に輸出額を加えたものを下図表に示す。日本企業の出荷額のうち、約 6 割が国内向け、約 4 割が輸出向けとなっている。

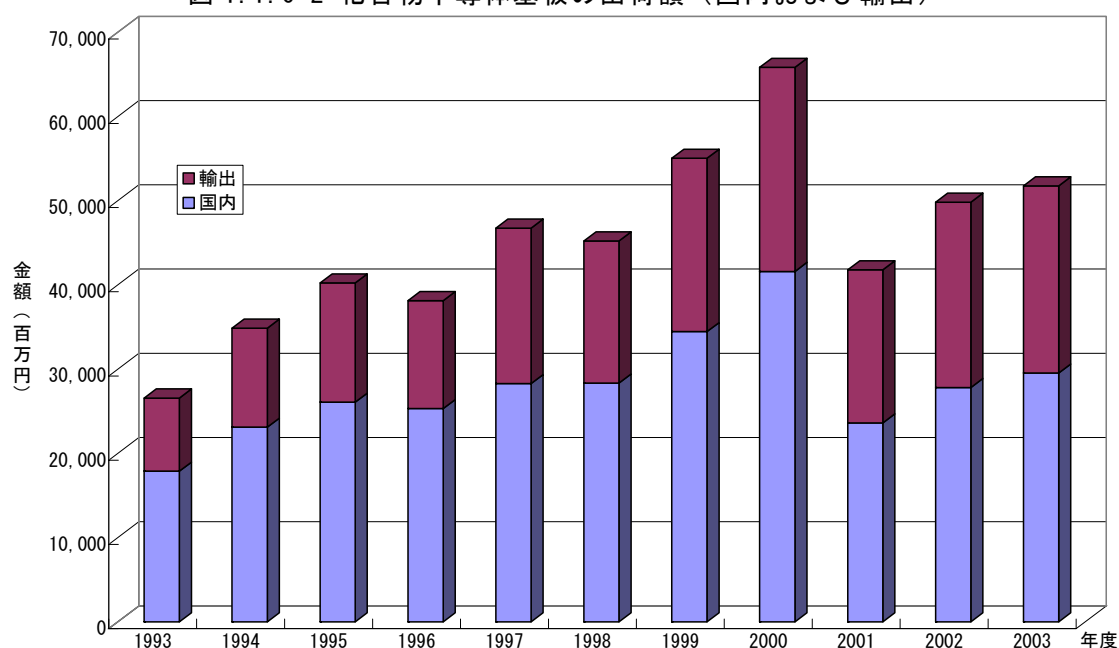
表 1.1.6-2 化合物半導体基板の出荷額（国内および輸出）

（単位：百万円）

年度	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
国内	17,888	23,107	26,086	25,313	28,295	28,346	34,471	41,607	23,626	27,823	29,542
輸出	8,688	11,759	14,155	12,827	18,442	16,878	20,569	24,221	18,177	22,007	22,221
合計	26,576	34,866	40,241	38,140	46,737	45,224	55,040	65,828	41,803	49,830	51,763

（出典：新機能化合物半導体懇談会の発表資料（1997～2004 年））

図 1.1.6-2 化合物半導体基板の出荷額（国内および輸出）



（出典：新機能化合物半導体懇談会の発表資料（1997～2004 年））

(2) 参入企業と競争状況

下表に、現在、化合物半導体基板を製造している主要企業を示す。

表 1.1.6-3 化合物半導体基板の主要製造企業（国内）

	GaAs	GaP	InP	その他
住友電気工業	○		○	窒化ガリウム (GaN)
日立電線	○			
新日鉱ホールディングス			○	テルル化カドミウム (CdTe) 等
昭和電工	△	○	○	
同和鉱業	○			
住友金属鉱山	△	○	○	
信越半導体	○	○		炭化ケイ素 (SiC)
三菱化学	○			

（注）△は、最近まで製造していたが、2004 年末時点では製造していないもの。

（順番は、本書で集計した「化合物半導体基板」特許出願数の順）

主な化合物半導体基板の製造企業は上表のとおりであり、極めて寡占的な市場となっている。世界的にも、上記国内企業のシェアが高い。

ヒ化ガリウム (GaAs) 基板は、日立電線と住友電気工業の 2 社で世界の 3 割以上のシェアを占め、これに米国メーカーなどが続いている。

リン化ガリウム (GaP) 基板は、住友金属鉱山、信越半導体、昭和電工の 3 社で世界市場も独占している。（ただし、現在、昭和電工は主として自社用途として製造している。また、エピウエハは、三菱化学も製造している。）

インジウムリン（InP）基板は、住友電気工業、新日鉱ホールディングス（日鉱マテリアルズ）、昭和電工の3社で世界市場の7割以上を占めている。

これら3主要化合物半導体基板については、これまで製造を行っていた古河電工や住友金属鉱山などが、全部もしくは一部の供給を止めるなど、寡占化が更に進んでいる。

しかし、窒化ガリウム（GaN）、炭化ケイ素（SiC）、酸化亜鉛（ZnO）といった次世代化合物半導体といわれる基板に関しては、これらの寡占企業に加え、新日本製鐵、HOYA（HOYA アドバンストセミコンダクタテクノロジーズ）といった大手企業から、シクスオン（*）、秋田製作所（*）といった中小ベンチャー企業まで参入してきており、大学研究室も巻き込んで、開発や量産化を争っている。（炭化ケイ素（SiC）基板については、現在、クーリー（Cree）社（米国）が世界市場で独占的なシェアを持っているが、他企業の参入が試みられている。）

（*）シクスオン：1998年設立・本社京都市、秋田製作所：1962年設立・本社京都市

（3）研究開発・製品化の支援・助成制度

化合物半導体基板に関する大きな支援プロジェクトとしては、過去に「超低損失電力素子技術開発」および「高効率電光変換化合物半導体開発（21世紀のあかり）」プロジェクト（いずれも1998～2002年度）（*）があった。現在は、個別にいろいろな助成制度が利用可能である。化合物半導体基板については、注目されているナノテクノロジー分野および情報通信分野の研究開発テーマの1つとして、国・自治体・公的機関の支援・助成プログラムの対象候補となりやすい。したがって、利用可能と考えられる支援・助成制度をすべて挙げると数多くなるため、下表には、これらのうち、最近、実際に、化合物半導体基板を支援・助成対象として採択したものを示す。

（*）「超低損失電力素子技術開発」：電力の変換損失が低い炭化ケイ素（SiC）などの半導体開発のため、産業技術総合研究所パワーエレクトロニクス研究センター長をプロジェクトリーダーとし、同センターと大手企業8社が共同で基盤技術開発（基板作成技術の開発など）を、また、大手企業4社が素子化技術開発を行ったプロジェクト。NEDOが補助金を出している。

「高効率電光変換化合物半導体開発（21世紀のあかり）」：光ダイオードを利用した省エネルギー照明の実用化を目指し、電気光変換効率の高い発光ダイオード用化合物半導体の開発を行い、それを照明用の光源として利用するために必要な技術的課題を解決することを図った。NEDOの事業として、13社1大学のコンソーシアムで行われた。

表 1.1.6-4 化合物半導体基板に関する支援・助成制度（1/2）

実施機関／事業名称／URL	概要／例
新エネルギー・産業技術開発機構（NEDO） 「大学発事業創出実用化研究開発事業」 http://www.nedo.go.jp/kengyou/gyomuka/tlo/tlo-top.htm	民間企業による大学などの研究成果を事業化することを目的とした研究開発を助成。年間1,000万円以上を3年以内の期間で助成。中小企業の場合、研究開発実施前の事前調査事業に対しても、200万円以下・6ヶ月以内で助成。 例：2002年度採択事業として以下がある。 「パワーエレクトロニクス用超高品位 SiC 基板の供給と高出力電子素子の開発」（奈良先端科学技術大学院大学と三菱マテリアル株） 「極薄融液液相成長法による高品質炭化珪素基板の量産化技術の開発」（関西学院と株エクトロン）

表 1.1.6-4 化合物半導体基板に関する支援・助成制度 (2/2)

実施機関／事業名称／URL	概要／例
科学技術振興機構 (JST) 「革新技術開発研究事業」 http://www.jst.go.jp/giten/saiteki/kakushin/ (2003 年度までは、「独創的革新技術開発研究提案公募制度」として文部科学省により実施されていたが、2004 年度より科学技術振興機構に移管された。)	民間などの有する革新性の高い独創的な技術シーズを、より革新的かつ実用的な技術へ育成することによって、新産業の創出を促すことを目的にしている。年間 1,000～5,000 万円の研究費を 2～3 年間支出。 例：2003 年度採択「電子－光融合デバイス用複合半導体基板の開発」(大阪府府立大学とエア・ウォーター㈱)の共同研究)
物質・材料研究機構 (NIMS) 「ベンチャー企業支援制度」	認定ベンチャー企業に対し、NIMS の所有する特許の実施許諾、設備の貸与等の優遇措置を与える。 例：2004 年認定ベンチャー「NIMS Wave㈱」(高付加価値の酸化亜鉛単結晶基板の開発と販売。東京電波㈱が協力。) http://www.nims.go.jp/jpn/news/press/press81.html
経済産業省 「地域新生コンソーシアム研究開発事業」	地域において新産業・新事業を創出し、地域経済の活性化を図るため、大学などの技術シーズや知見を活用した産学官の共同研究体制の下で、実用化に向けた高度な研究開発を行う。研究開発期間 2 年以内、委託金額初年度 1 億円以内、2 年度目 5 千万円以内。 例：2004 年度採択 (九州経済産業局扱い)「テルル化亜鉛系材料を用いた高効率純緑色発光ダイオードの開発」(佐賀大学、㈱中島製作所、応用光研工業㈱)
日本政策投資銀行 「ベンチャービジネス支援」 http://www.dbj.go.jp/japanese/venture/index.html	物的担保や信用力が不足しているベンチャービジネス向けの投融資スキームとして、知的財産権担保融資、新株予約権付融資等を行っている。 例：2001 年、新株引受権付社債 (ワラント債) 引き受け (1 億円：㈱シクスオンが炭化ケイ素 (SiC) 基板製造技術企業化開発目的で発行)

(4) 情報源

半導体一般では情報源は非常に多くなるので、その中から、化合物半導体および中小ベンチャー企業に密接に関係あるものを、下表に示す。

表 1.1.6-5 化合物半導体基板に関する情報源 (1/2)

名称／ホームページ URL	概要／例
新機能化合物半導体懇談会 (JAMS-CS) (ホームページなし)	1983 年 10 月、国内の代表的な化合物半導体メーカーにより、化合物半導体産業の発展を目的として結成された任意団体。 化合物半導体材料の品質向上や技術向上の目的での最先端技術の講演会、標準化に関する調査や結果の文献発表、製品安全性に関する調査、化合物半導体の生産出荷統計の集計とマスコミへの発表などを行っている。 現在の会員企業は、昭和電工、信越半導体、住友金属鉱山、住友電気工業、同和鉱業、日立電線、三菱化学、日鉱マテリアルズ。 幹事は会員企業が持ち回りで行っており、2004 年は同和鉱業 (半導体事業部) であった。

表 1.1.6-5 化合物半導体基板に関する情報源 (2/2)

名称／ホームページ URL	概要／例
財団法人 新機能素子研究開発協会 (FED) http://www.fed.or.jp/	1981 年、通商産業省の「次世代産業基盤技術開発研究開発制度」に基づき、産学官が共同で IT 産業の基板技術の研究開発を推進する目的で、設立。賛助会員は、半導体・電子機器産業の大手および自動車・部品・金属・化学産業の研究開発に前向きな 29 社。 今後の 3 大注目テーマの 1 つとして、化合物半導体を挙げている。報告書は同財団のホームページから無料でダウンロード可能である。 例：2004 年 3 月「化合物半導体・次世代 IT サロン報告書」 同「SiC 半導体／デバイス事業化・普及戦略に係わる調査研究」
SiC 及び関連ワイドギャップ半導体研究会 http://annex.jsap.or.jp/scrm/	SiC 研究者有志の自主的研究会から発展し、1992 年より左記の名称で応用物理学会のもと、SiC のみならず窒化物やダイヤモンドなどの各種ワイドギャップ半導体もスコープに加え、活動している。年 1 回、研究会を開催し、トレンドレビューや討論、情報交換を行う。
社団法人 日本半導体ベンチャー協会 (略称：JASVA) http://www.jasva.org/	半導体、ディスプレイおよび関連のベンチャー企業の、経営や事業提携に関する知識の普及、資金調達機会や人材確保の機会の拡大、その他事業環境の改善を図り、半導体産業の総合的な発展促進を目的として設立。 2000 年に任意団体として設立し、2004 年 12 月に社団法人となった。2004 年 12 月末時点の会員総数は 223。
半導体産業新聞 (産業タイムズ社) http://www.semicon-news.co.jp/	半導体産業関連のニュース・イベント・刊行物の紹介、セミナー開催 (例：2003 年 10 月開催「化合物半導体の全貌」)、視察ツアー企画、関係メーカー・団体へのリンクなどを網羅している。
SEMI (Semiconductor Equipment and Materials Institute) http://wps2a.semi.org/wps/portal/	1970 年に米国のシリコンバレーで誕生。半導体およびフラットパネルディスプレイ関連製造装置・材料産業をコアとする国際的な工業会組織。展示会やセミナーなど、さまざまなイベントを世界各地で主催。 例：2004 年 12 月「SEMICON Japan 2004」

1.2 化合物半導体基板技術の特許情報へのアクセス

1.2.1 特許情報へのアクセス

特許情報へのアクセスは、通常国際特許分類（IPC）、ファイルインデックス（FI）、Fターム（FT）などの特許分類を利用することにより行うが、化合物半導体基板技術のみに直接アクセスできる特許分類はない。

したがって、効果的な検索を行うためには、化合物半導体基板技術を含むいくつかの特許分類の組合せや必要に応じてキーワードを利用する必要がある。

●国際特許分類（IPC）

化合物半導体基板技術を含む国際特許分類には次のようなものがあるが、化合物半導体基板技術以外の単結晶（ウイスキー等）なども含まれている。したがって、必要な特許分類やキーワードを組合せて検索する必要がある。

C30B29/00 材料または形状によって特徴づけられた単結晶
または特定構造を有する均質多結晶物質

C01B31/00 炭素；その化合物

C01B31/30 ・炭化物

C01B31/36 ・炭化けい素または炭化ほう素
601 ・炭化けい素

C30B29/10 ・無機化合物または組成物

C30B29/36 ・炭化物

C30B29/38 ・窒化物

C30B29/40 ・A III B V 化合物

501 ・液相からの成長

502 ・気相からの成長

C30B29/42 ・ひ化ガリウム

C30B29/44 ・りん化ガリウム

C30B29/46 ・硫黄，セレンまたはテルルを含む化合物

C30B29/48 ・A II B VI 化合物

C30B29/50 ・硫化カドミウム

●ファイルインデックス（FI）

化合物半導体基板技術を含むファイルインデックス（FI）には次のようなものがあるが、国際特許分類と同様、必要な特許分類やキーワードを組合せて検索する必要がある。

C30B29/00 材料または形状によって特徴づけられた単結晶または
特定構造を有する均質多結晶物質

C30B29/10 ・無機化合物または組成物

C30B29/36 ・ ・ 炭化物

A 炭化けい素

C30B29/38 ・ ・ 窒化物

A Bを含むもの〔例．BN，BCN〕

C Alを含むもの〔例．AlN〕

D Gaを含むもの〔例．GaN〕

Z その他

C30B29/40 ・ ・ AⅢBⅤ化合物

A 結晶自体に特徴あるもの〔例；結晶の物性，
不純物濃度の特定〕

B 結晶成長用の原料の合成，精製

C 結晶の処理

501 ・ ・ ・ 液相からの成長

A 引き上げ法によるもの

B 液相から基板上に薄膜を成長させるもの

C ノーマルフリージング又は温度勾配凝固によるもの

D 帯域溶融法によるもの

E 溶質合成拡散法によるもの

Z その他

502 ・ ・ ・ 気相からの成長

A 基板上への薄膜の成長

B ・原料ガスの選択に特徴あるもの

C ・Ⅲ，Ⅴ族源以外の成分ガス〔例．不純物ガス，
キャリアーガス〕の選択に特徴あるもの

D ・原料ガスの生成，供給，排出に特徴あるもの

E ・原料ガスの供給量，成分比を成長中に変化させるもの
〔例；成分を交互に供給するもの，特定成分の供給量を変
えるもの〕

F ・基板材料に特徴のあるもの

G ・基板の処理〔基板上に他の被膜をコーティングしてのち
成長させるものは，Hへ〕

H ・基板と成長層との間に他の層〔例．バッファ層〕を形成
するもの又は基板上に複数の成長層を形成するもの

I ・基板上の特定領域に成長させるもの

L 薄膜以外の形状の結晶を気相法で得るもの

Z その他

C30B29/42 ・ ・ ・ ひ化ガリウム

C30B29/44 ・ ・ ・ りん化ガリウム

C30B29/46 ・ ・ 硫黄，セレンまたはテルルを含む化合物

C30B29/48 ・ ・ ・ AⅡBⅤⅠ化合物

● F ターム (FT)

化合物半導体基板技術を含む F ターム (FT) には次のようなものがあるが、国際特許分類、ファイルインデックス (FI) と同様、必要な特許分類やキーワードを組合せて検索する必要がある。

4G077 結晶、結晶のための後処理

AA00 目的・対象とする結晶の形態

AA02 . バルク状 (例. インゴット)

BB00 材料 2 (酸化物)

BB07 . Z n の

BE00 材料 5 (～化物)

BE05 . けい化物

BE08 . . S i C

BE13 . . A l N

BE15 . . G a N

BE21 . S、S e、T e 化物 (B E 2 8、3 1 が優先)

BE28 . 4－6 合物 (元素は P b、S n)

BE31 . 2－6 合物 (B E 2 1 に優先)

BE41 . 3－5 合物 (元素は P、A s、S b)

(AA02 と BB07 または BE05～BE50 を組合せる)

5F053 半導体装置を構成する物質の液相成長

DD00 成長物質

DD02 . S i C

DD03 . G a A s

DD04 . G a A s P

DD05 . G a A l A s

DD06 . G a A l A s P

DD07 . G a P

DD08 . G a I n P

DD09 . G a I n S b

DD11 . I n P

DD12 . I n G a A s P

DD14 . C d T e

DD15 . H g C d T e

DD16 . Z n S e

DD17 . P b S e

FF00 成長形態

FF04 ・ インゴット・バルク
(DD02～DD17 と FF04 を組合せる)

●キーワード

化合物半導体基板技術の検索を行う際のキーワード例を次に示す。

・化合物半導体の種類に関するもの

化合物半導体、3－5族、2－6族、SiC、砒化ガリウム、炭化珪素、GaAs、ヒ化ガリウム、インジウムリン、燐化インジウム、InP、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、セレン化亜鉛、テルル化カドミウム、硫化アンチモン、セレン化亜鉛、カドミウムテルル、硫化カドミウム、酸化亜鉛、アンチモン化インジウム、シリサイド、カルコパイライト、珪化鉄、珪化マグネシウムなど

・基板、基板の形状等に関するもの

バルク、インゴット、基板、ウエハ、ウェハ、自立基板、下地基板、異種基板、母材基板など

1.2.2 技術要素別の特許情報へのアクセス

表1.2.2に、化合物半導体基板技術に関する技術要素ごとの特許分類、キーワードの一覧を示す。

表1.2.2に示した国際特許分類（IPC）、ファイルインデックス（FI）、Fターム（FT）については、化合物半導体以外の結晶や、薄膜成長法などの基板技術ではないものも含まれている。そのため、これらの特許分類にキーワード（基板、形状等）*1、キーワード（化合物半導体の種類）*2を組合せて検索することが必要である。

なお、先行技術調査を完全に漏れなく行うためには、調査目的に応じて下記以外にも適切な分類、キーワードを用いて調査しなければならないこともあり、注意を要する。

表1.2.2 化合物半導体基板技術に関する技術要素ごとの特許分類、キーワード

技術要素Ⅰ	技術要素Ⅱ	技術要素Ⅲ	IPC	FI	Fターム	キーワード (基板、形状等) *1	キーワード (化合物半導体の種類) *2
結晶原料	結晶原料合成方法			C30B29/40@B	4G077EC00	バルク インゴット 基板 ウエハ ウエハ	化合物半導体 3－5族 2－6族 SiC 炭化ケイ素 炭化珪素 ゲルマニウムシリコン SiGe GaAs ヒ化ガリウム 砒化ガリウム インジウムリン リン化インジウム 燐化インジウム InP 燐化ガリウム リン化ガリウム GaP 窒化ガリウム 窒化アルミニウム GaN AlN セレン化亜鉛
結晶成長	固相成長		C30B1/00	C30B1/00	4G077CA00 4G077JA00		
	液相成長	ボート法	C30B11/00	C30B11/00 C30B29/40,501@C	4G077CD00 4G077MB00 5F053AA07 5F053AA11		
		引上法 (CZ法)	C30B15/00 C30B17/00	C30B15/00 C30B17/00 C30B29/40,501@A	4G077CF00 4G077PA00 5F053AA12		
		溶液成長法	C30B7/00 C30B9/00	C30B7/00 C30B9/00 C30B29/40,501@E	4G077CB00 4G077CC00 4G077KA00 4G077LA00		
		その他液相成長法	C30B13/00 C30B19/00 H01L21/208	C30B13/00 C30B19/00 C30B29/40,501@B C30B29/40,501@D H01L21/208	4G077CE00 4G077CG00 4G077NA00 4G077QA00 5F053AA16		
	気相成長	昇華法	C30B23/00	C30B23/00	4G077DA00 4G077SA00 5F053PP13		
		化学気相堆積法	C30B25/00	C30B25/00	4G077DB00 4G077TA00 5F053PP12		
		気相エピタキシャル成長法	H01L21/205	C30B29/40,502	4G077TB00		
		その他気相成長法	H01L21/203	H01L21/203			
複数成長方法共通		H01L21/20 H01L21/36	H01L21/20 H01L21/36		バルク インゴット 基板 ウエハ ウエハ	ZnTe 硫化アンチモン SbS アンチモン化インジウム InSb 酸化亜鉛 ZnO シリサイド ケイ化鉄 ケイ化マグネシウム カルコパイライト	
熱処理		H01L21/477	H01L21/477	4G077FF00 5F053PP03			
加工		B24B1/00 H01L21/304 H01L21/463	B24B1/00@A H01L21/304,601 H01L21/304,611 H01L21/304,621 H01L21/304,631	4G077FG00 4G077TK10			
基板				4G077GA00 4G077TK04 4G077TK06	基板 自立基板 ウエハ ウエハ		

1.3 技術開発活動の状況

1.3.1 化合物半導体基板技術

図1.3-1-1に、1992～02年までの11年間における化合物半導体基板技術の出願人数－出願件数の推移を示す。11年間の出願件数は1,455件である。

92～97年までは、出願人数が30～40社程度、出願件数が100～150件程度と大きな増減は見られなかった。その後は、00年に人数が62社に倍増し、01年には出願件数も211件と倍増したが、02年には、従来の出願人数、出願件数に戻っている。

図1.3.1-1 化合物半導体基板技術の出願人数－出願件数の推移

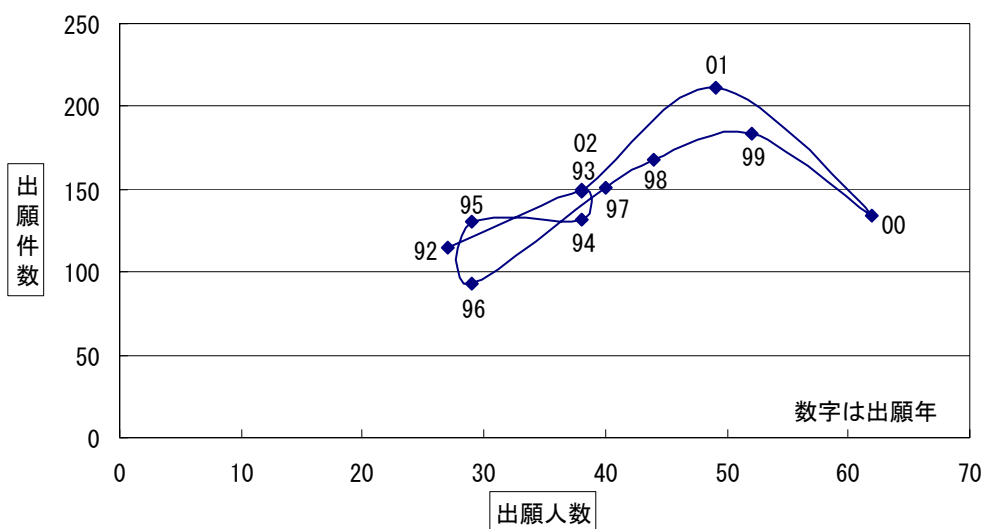


表1.3.1に、化合物半導体基板技術の出願件数上位50社の出願件数推移を示す。

出願の多い企業は、住友電気工業、日立電線、新日鉱ホールディングスで、この上位3社による出願件数は491件と、全出願件数（1,455件）の約34%を占めている。この3社は、多少の出願件数の増減があるものの、毎年平均的に出願している。4位のデンソーは95年に、7位の日亜化学工業は97年に、12位のリコーは98年に出願を開始し、その後出願件数が大きく増加している。

出願人の業種についてみると、住友電気工業、日立電線、同和鉱業、住友金属鉱山などの非鉄金属メーカー、日亜化学工業、昭和電工などの化学メーカー、松下電器産業、富士通といった電機メーカーの出願が多い。

表1.3.1 化合物半導体基板技術の出願件数上位50社の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	住友電気工業	10	11	25	18	22	14	18	25	6	11	16	176
2	日立電線	12	11	10	16	9	17	9	23	12	19	34	172
3	新日鉱ホールディングス	9	22	20	24	10	20	7	10	4	10	7	143
4	デンソー				3	8	14	23	13	10	13	5	89
5	豊田中央研究所	1	1		3	3	3	21	6	2	9	4	53
6	松下電器産業	2		1		1	6	3	4	10	17	4	48
7	日亜化学工業						8	8	3	4	19	5	47
8	昭和電工	2	1	6	2	1	4	3	7	3	6	7	42
9	新日本製鐵		3	3	8	4	1			3	10	6	38
10	神戸製鋼所			5	16	2	4	6	2	1			36
11	同和鉱業	1	4	2	4	4	3	1	4	3	4	5	35
12	リコー							3	5	7	7	12	34
13	富士通	4	4	6	2	4	3	4		3	2	1	33
14	住友金属鉱山	4	3	1	4	4	2	2		2	5	4	31
15	東芝	4	9	5		1				3	4		26
16	古河電気工業	9	6	4	1	1	1	1	1	1			25
17	旭硝子	10	14										24
17	日本碍子	9	7	2				3			1	2	24
19	日本電気			1	1	2	2	4	4	1	4	4	23
19	日本ビラー工業						10	13					23
21	シャープ	8	1		1	2	3	3		2	1		21
22	豊田合成						1		1	2	11	4	19
23	日新製鋼	11	4	3									18
24	神奈川科学技術アカデミー	2	9	6									17
25	ソニー	1		1		1	1	2	4	3	2	1	16
26	スタンレー電気	2	8	1	1		2		1				15
26	三菱電線工業		2	3			8		1		1		15
28	NECトキン		5	2		2		1	3				13
28	ジーマス AG(ドイツ)		2	2	2	1		2	4				13
30	産業技術総合研究所						2		2	2	5	1	12
31	富士写真フイルム									4	5	2	11
31	三菱マテリアル	3		4	2	1	1						11
33	HOYAアトミックハーフコンダクタテクノロジーズ						1	2		1	5	1	10
33	三菱化学	2	2					2		1	1	2	10
33	信越半導体	1	1	1	1			1	1	1	2	1	10
36	クーリー INC(米国)			1			2	3	3				9
36	東京電波										8	1	9
38	三洋電機	3			1			1		2	1		8
39	シクソン								7				7
39	宇宙航空研究開発機構		2						3	1	1		7
39	関西電力								7				7
39	日本電信電話		2		1	1		2		1			7
39	半導体研究振興会			2	3			1			1		7
39	三菱商事								7				7
45	ブリヂストン									1	5		6
46	ノースカロライナステートUNIV(米国)							2	1	2			5
46	京セラ						2		1			2	5
46	東北特殊鋼			2	3								5
46	日新電機								2	3			5
46	富士電機ホールディングス		1		1		2	1					5

図1.3.1-2に、化合物半導体基板技術の物質別出願件数推移を示す。

図1.3.1-2から、98年以降に、「窒化ガリウム（GaN）」および「窒化物半導体」の出願が急速に増加していることが分かる。これより、図1.3.1-1で示された98年以降の出願人数、出願件数の倍増は、窒化ガリウム（GaN）、窒化物半導体の出願によるものであることが分かる。

これは、93年に窒化ガリウム（GaN）を使用した青色発光ダイオードが開発されたことを機に、窒化物半導体を使用したデバイスの開発が現在も活発に行われていることによく一致している。詳細は、平成15年度特許流通支援チャート「照明用LED技術」を参照されたい。（<http://www.ryutu.ncipi.go.jp/chart/H15/denki19/frame.htm>）

図1.3.1-2 化合物半導体基板技術の物質別出願件数推移

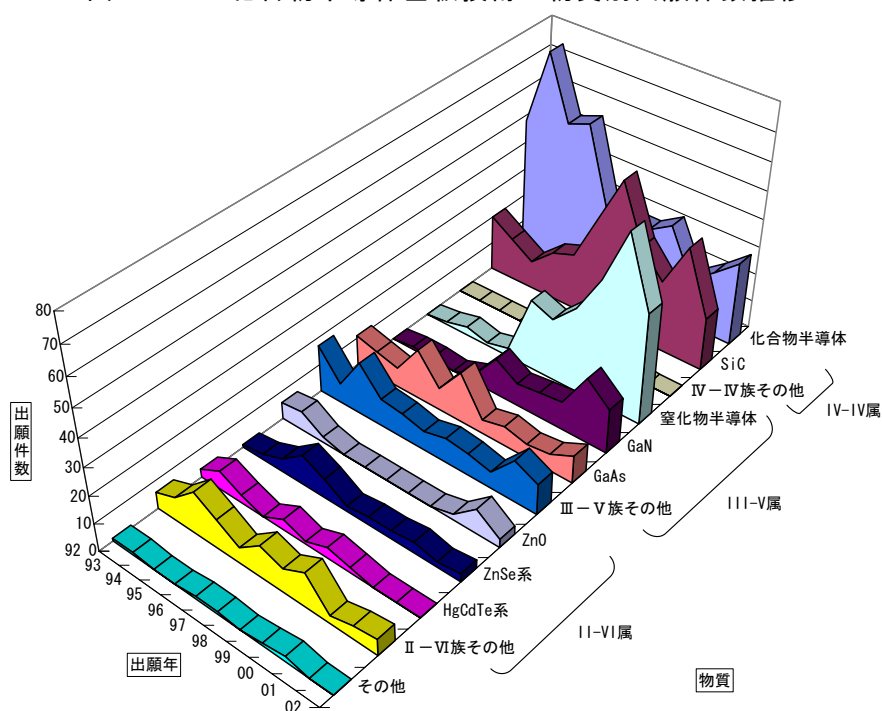
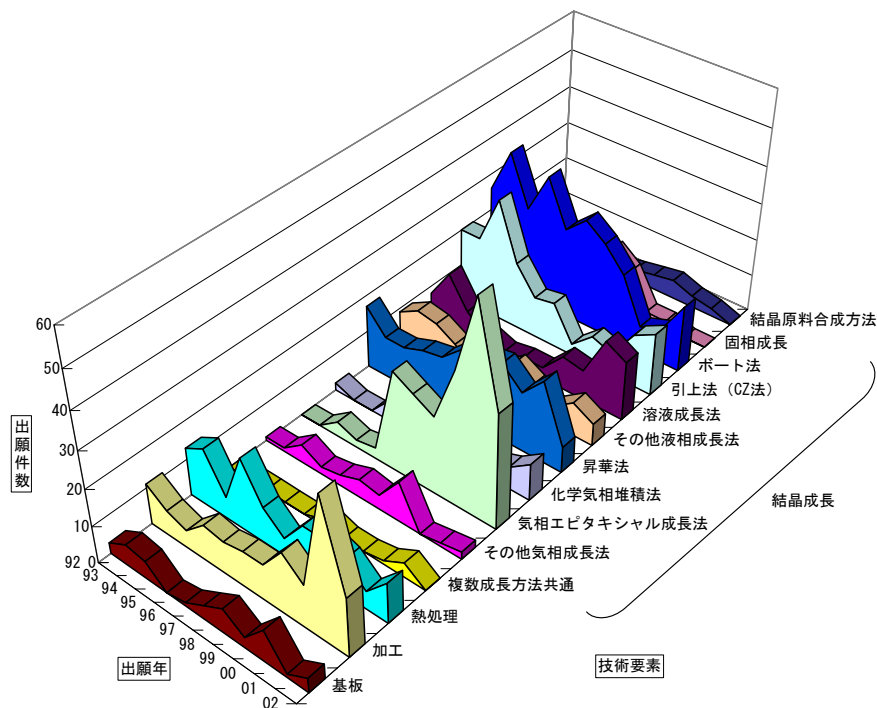


図1.3.1-3に、化合物半導体基板技術の技術要素別出願件数推移を示す。

図1.3.1-3より、技術要素別では、「気相エピタキシャル成長法」が98年以降、「加工」が99年以降に出願件数が急増している。図1.3.1-1で示された98年以降の出願人数、出願件数の倍増は、技術要素別には、「気相エピタキシャル成長法」と「加工」の出願が増加していることに起因している。

図1.3.1-3 化合物半導体基板技術の技術要素別出願件数推移



1.3.2 結晶原料

図1.3.2に、結晶原料の出願人数－出願件数の推移を示す。

結晶原料技術は、出願件数が34件と少ない。そのため、はっきりとした傾向は見られない。出願件数は平均で4件程度、出願人数も平均で3社程度である。

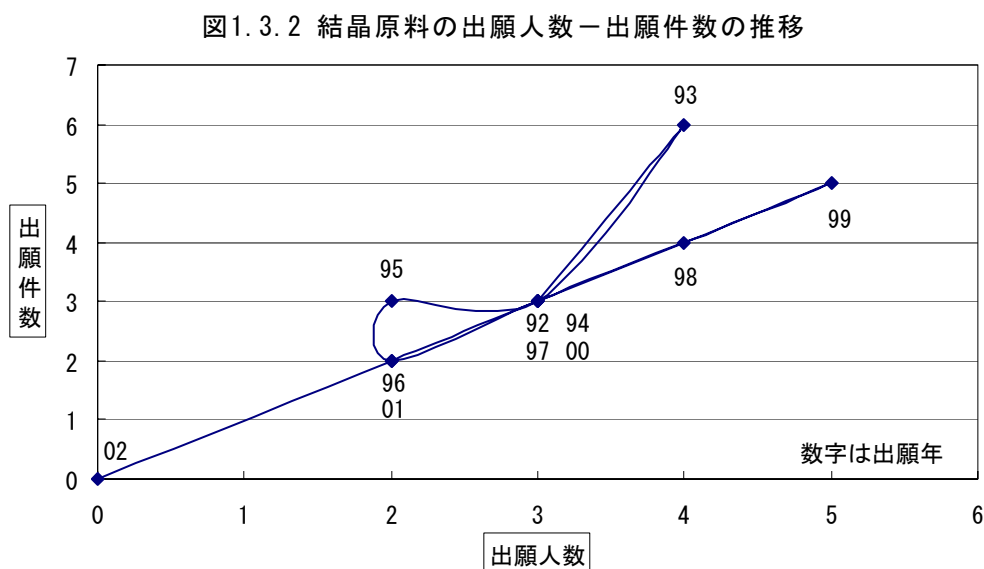


表1.3.2に、結晶原料の主要出願人の出願件数推移を示す。主要出願人の住友金属鉱山、新日鉱ホールディングス、日立電線、同和鉱業はいずれも、化合物半導体基板を製造販売している非鉄金属メーカーである。

表1.3.2 結晶原料の主要出願人の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	住友金属鉱山			1	2		1			1	1		6
2	新日鉱ホールディングス		3		1		1						5
3	日立電線	1		1			1		1				4
4	同和鉱業	1							1	1			3
5	NECトーキン					1			1				2

1.3.3 結晶成長

結晶成長に関する出願は 1,112 件と件数が多いことから、「固相成長」、「液相成長」、「気相成長」、「複数成長方法共通」と大きく 4 つに分け、「液相成長」、「気相成長」はさらに細分化して、技術開発活動の状況を示す。

(1) 固相成長

図1.3.3-1に、固相成長の出願人数－出願件数の推移を示す。

固相成長技術の出願は、38件と少ない。固相成長技術は、出願人数が最大でも1994年の3社であるのに対し、出願件数は97年の15件、98年の11件と多い年もある。少ない参入企業が、集中的に開発を行っており、化合物半導体基板技術の中ではニッチな技術といえる。

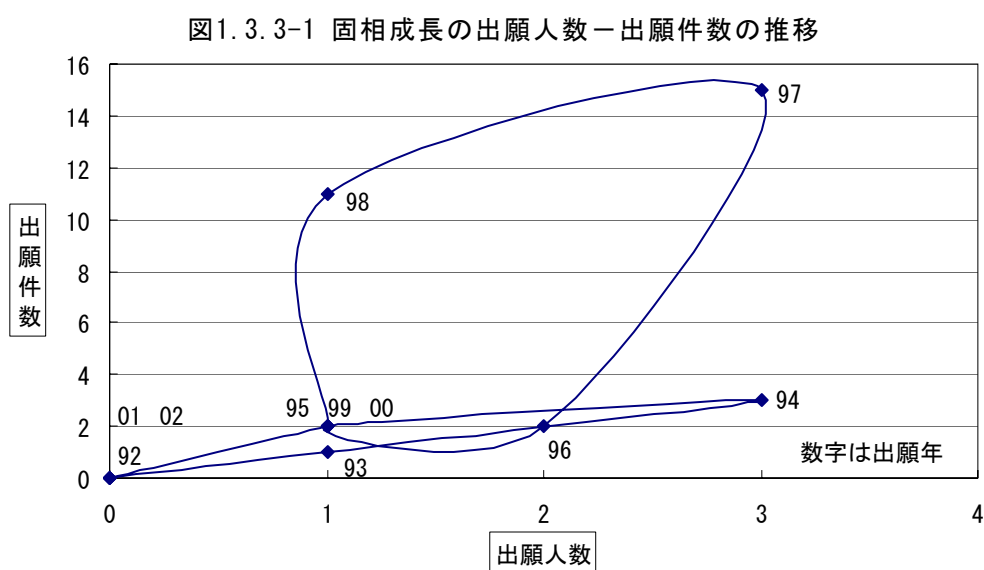


表1.3.3-1に、固相成長の主要出願人の出願件数推移を示す。

1位の機械メーカーの日本ピラー工業は97年に10件、98年に11件と合計21件の出願を集中させており、固相成長技術に関する出願の半数以上を占める。また、2位の新日鉱ホールディングス、住友電気工業、日新電機の出願件数が4件であり、日本ピラー工業の出願件数は、他社を大きく引き離している。

表1.3.3-1 固相成長の主要出願人の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	日本ピラー工業						10	11					21
2	新日鉱ホールディングス						4						4
2	住友電気工業			1		2	1						4
2	日新電機								2	2			4

(2) 液相成長

a. ボート法

図1.3.3-2に、ボート法の出願人数－出願件数の推移を示す。

ボート法の出願は、256件である。1992～99年頃までは、出願人数が7～12社、出願件数が22～38件と安定していた。その後、00年には出願件数、01年には出願人数の減少が見られたが、02年には再び増加に転じている。

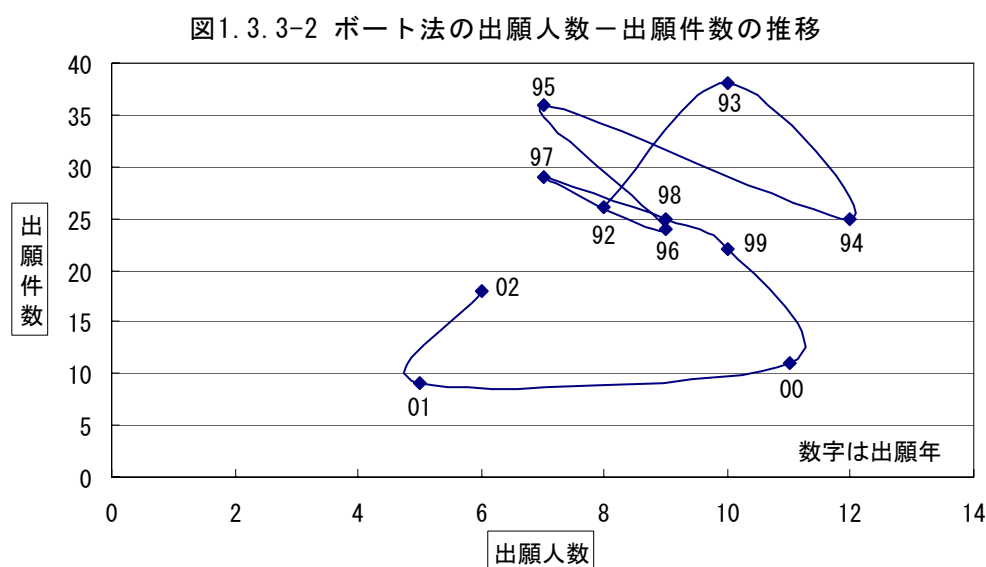


表1.3.3-2に、ボート法の主要出願人の出願件数推移を示す。

ボート法により成長した化合物半導体基板が製品化されていることから、日立電線、新日鉱ホールディングス、住友電気工業、同和鉱業、住友金属鉱山、昭和電工、三菱化学といった化合物半導体基板を製造・販売している出願人が上位に見られる。また、4位の神戸製鋼所は、化合物半導体結晶成長装置の製造・販売をしている。

表1.3.3-2 ボート法の主要出願人の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	日立電線	1	5	2	7	4	10	6	9	1	4	10	59
2	新日鉱ホールディングス	1	3	6	7	6	8	5	3	1	1	1	42
3	住友電気工業		3	6	3	5	3	5	1	1	2		29
4	神戸製鋼所			2	15	1	3	3	2				26
5	旭硝子	10	11										21
6	同和鉱業		3	1	2	2	3	1		1		3	16
7	古河電気工業	5	4	1									10
8	住友金属鉱山	2			1	2					1	1	7
9	昭和電工			1	1						1	2	5
10	NECトキン		4										4
10	日新製鋼	3		1									4
10	富士通					2	1	1					4
10	三菱化学		2					2					4
14	日本碍子	3											3

b. 引上法（CZ法）

図1.3.3-3に、引上法（CZ法）の出願人数－出願件数の推移を示す。

引上法（CZ法）の出願は、162件である。1992～97年頃までは、出願件数も毎年10件以上、出願人数も毎年6社以上と盛んに開発が行われていたが、98年以降は出願件数、出願人数ともに少ない。

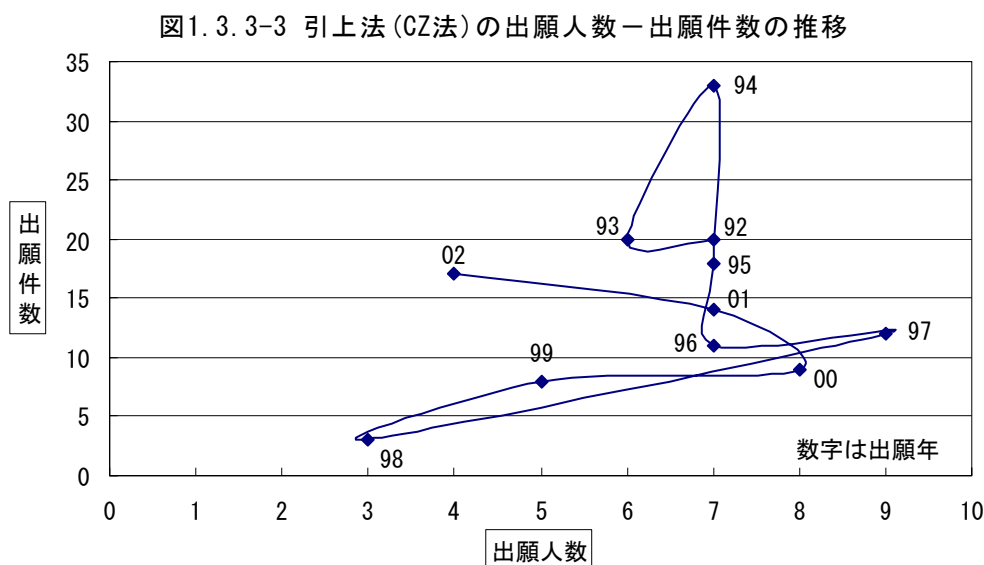


表1.3.3-3に、引上法（CZ法）の主要出願人の出願件数推移を示す。

1位の日立電線は、毎年継続して出願しているが、住友電気工業、東芝、富士通、古河電気工業、三菱マテリアル、シャープは98年以降の出願がない。

表1.3.3-3 引上法（CZ法）の主要出願人の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	日立電線	5	2	5	3	2	2	1	2	2	4	11	39
2	新日鉱ホールディングス		5	10	8	3	2				1	2	31
3	住友電気工業	5	1	4	2	1							13
3	東芝	2	7	3		1							13
5	住友金属鉱山					1	1			1	3	3	9
5	富士通	2	3	4									9
5	古河電気工業	2	2	3	1		1						9
5	三菱マテリアル	3		4	2								9
9	昭和電工					1	1		2	1	2		7
10	シャープ				1	2	1						4
10	同和鉱業								2		2		4
12	信越半導体							1		1		1	3
13	京セラ						2						2
13	神戸製鋼所						1			1			2

c. 溶液成長法

図1.3.3-4に、溶液成長法の出願人数－出願件数の推移を示す。

溶液成長法に関する出願は、96件である。1993年に申請人数が7社、出願件数が26件とピークを示したが、その後減少した。再び97年以降は出願件数、申請人数が増加し、特に01年は、出願件数が21件となり、96～00年に比べて大きく増加した。

図1.3.3-4 溶液成長法の出願人数－出願件数の推移

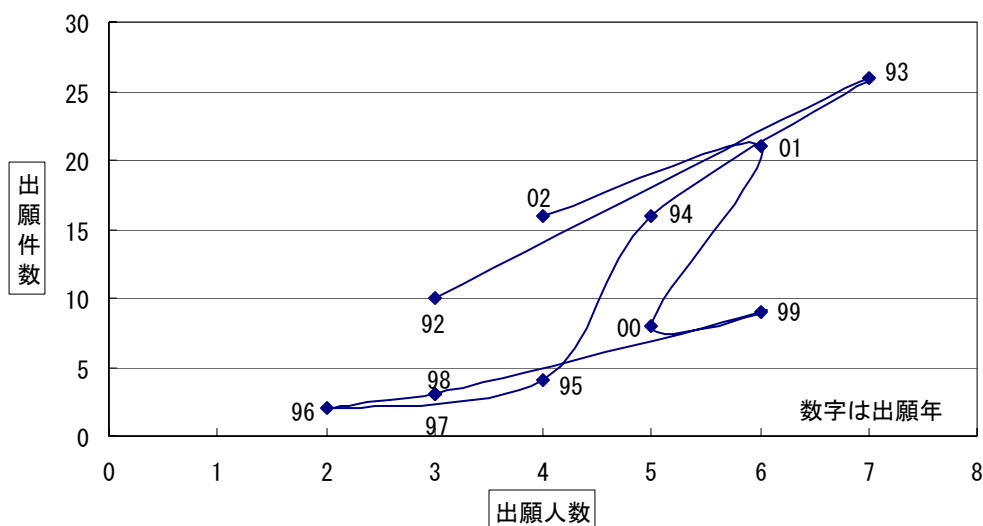


表1.3.3-4に、溶液成長法の主要出願人の出願件数推移を示す。

他の液相成長法では見られない出願人が上位を占めていることに特徴がある。

1位のリコーは、99年から窒化物半導体に関する出願を開始し、その後も増加している。

5位の東京電波は水晶デバイスのトップメーカーであるが、水晶の合成方法として知られる水熱合成法を利用して、発光ダイオード用の基板として期待されている酸化亜鉛（ZnO）の結晶成長に取り組んでおり、自社技術を活かして異業種から参入している。

表1.3.3-4 溶液成長法の主要出願人の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	リコー								4	4	7	12	27
2	神奈川科学技術アカデミー	2	8	6									16
3	日本碍子	6	7	2									15
4	スタンレー電気	2	7	1	1								11
5	東京電波										8	1	9
6	昭和電工		1	5									6
7	日立電線					1	1	1	1				4
8	池主 透氏		1	2									3
8	科学技術振興機構								1	1	1		3
8	同和鉱業		1		1	1							3
11	アンモノ スパウカ シェ オクテラニチヨノン オトホウイェトニア(ホーランド)										2		2
11	静岡大学長								1	1			2
11	新日鉱ホールディングス				1		1						2
11	住友金属工業										1	1	2
11	日亜化学工業										2		2
11	三菱化学											2	2

d. その他液相成長法

図1.3.3-5に、その他液相成長法の出願人数－出願件数の推移を示す。

その他液相成長法に関する出願は、96件である。その他液相成長法は、ゾーンメルティング法や、複数成長方法に共通する成長法なども含まれる。年ごとに多少の増減はあるものの、出願人数は6～9社、出願件数は6～13件程度と安定している。

図1.3.3-5 その他液相成長法の出願人数－出願件数の推移

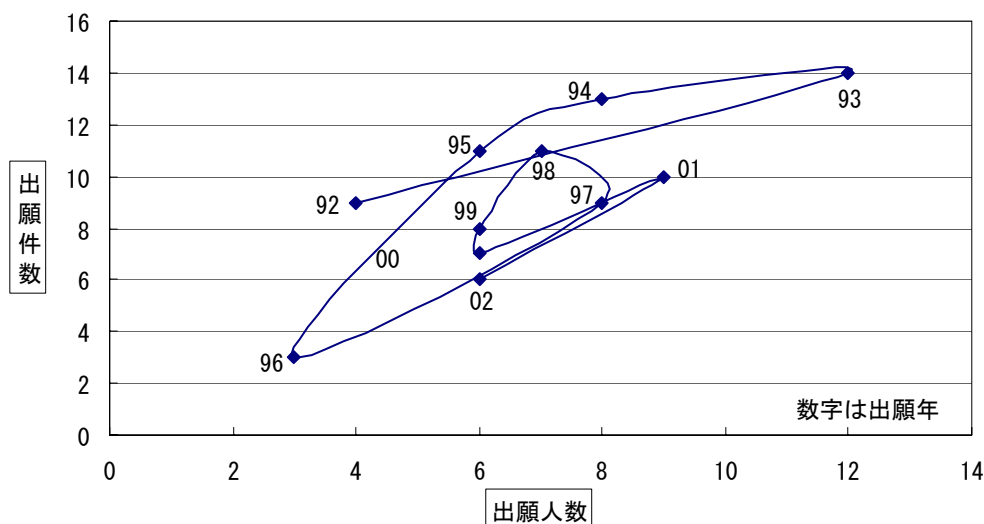


表1.3.3-5に、その他液相成長法の主要出願人の出願件数推移を示す。

その他液相成長法は、3元系以上の混晶の組成制御に関する開発を行う富士通、NECトーキン、半導体研究振興会、東北特殊鋼、宇宙航空研究開発機構などの出願人が上位に見られる。

表1.3.3-5 その他液相成長法の主要出願人の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数												合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02		
1	新日鉱ホールディングス	2	2		2		2	1	2		1	1	13	
2	富士通			1	1		1	2		2	2	1	10	
3	NECトーキン		1	2		1		1	2				7	
4	半導体研究振興会			2	3						1		6	
4	日立電線	4	1									1	6	
6	東北特殊鋼			2	3								5	
7	宇宙航空研究開発機構		2						1		1		4	
7	神戸製鋼所			2	1	1							4	
7	住友電気工業	1		1			1				1		4	
10	アクロテック			2				1					3	
10	産業技術総合研究所						1			1	1		3	
10	東芝	2	1										3	
10	日本碍子							3					3	
14	信越半導体		1		1								2	
14	住友金属鉱山							2					2	
14	通信・放送機構									1	1		2	
14	同和鉱業			1								1	2	
14	日本電信電話		1							1			2	

(3) 気相成長

a. 昇華法

図1.3.3-6に、昇華法の出願人数－出願件数の推移を示す。

昇華法に関する出願は、171件である。1992～96年までは、出願人数が4～8社、出願件数が11～17件で安定していた。その後、出願件数、出願人数が増加し99年にピークを示すが、再び減少し02年には従来水準に戻っている。

図1.3.3-6 昇華法の出願人数－出願件数の推移

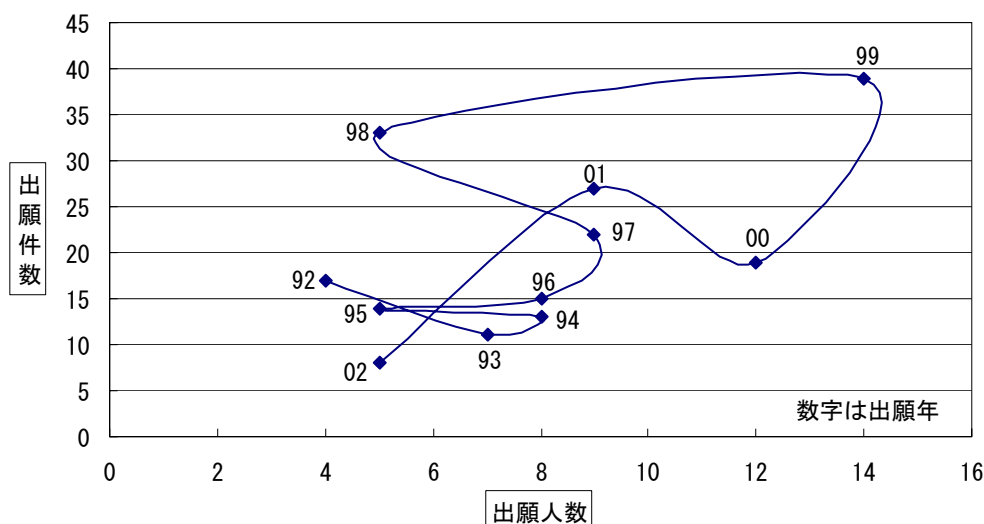


表1.3.3-6に、昇華法の主要出願人の出願件数推移を示す。

上位のデンソーは95年以降、新日本製鐵と豊田中央研究所は93年以降、昭和電工は97年以降、出願のない年もあるものの02年まで継続して出願がある。一方で、日新製鋼、シャープは、92年には出願が多かったが、98年以降出願がない。

表1.3.3-6 昇華法の主要出願人の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	デンソー				2	4	11	14	9	6	5	1	52
2	新日本製鐵		3	3	7	4	1			2	9	4	33
3	豊田中央研究所		1		3	1	2	13	3	1	1	1	26
4	昭和電工						3	2	4	1	2	1	13
5	日新製鋼	7	2	2									11
6	住友電気工業			3	1	2			3				9
7	シーメンス AG(ドイツ)		1	1				2	4				8
7	シャープ	6	1				1						8
9	産業技術総合研究所						1		2	1	3		7
10	ブリヂストン									1	4		5
11	三洋電機	3			1								4
11	住友金属鉱山	1	2			1							4
13	シクソン								3				3
13	関西電力								3				3
13	三菱商事								3				3

b. 化学気相堆積法

図1.3.3-7に、化学気相堆積法の出願人数－出願件数の推移を示す。

化学気相堆積法に関する出願は、54件である。出願のほとんどが1995年以降であり、95年以降は、出願件数、出願人数ともに大きな変化は見られず、安定している。

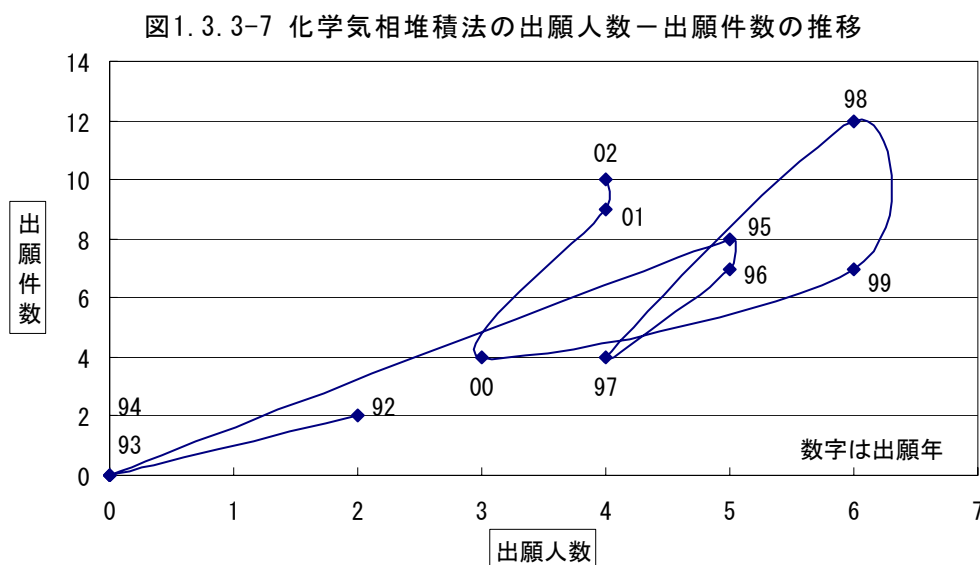


表1.3.3-7に化学気相堆積法の主要出願人の出願件数推移を示す。

1位の住友電気工業は、ハロゲン化学気相輸送法を中心としたセレン化亜鉛（ZnSe）の結晶成長や、プラズマを利用した化学気相堆積法による窒化ガリウム（GaN）の結晶成長などに関する出願である。一方、2位のデンソー、3位のオクメティック、4位のクーリーは、HTCVD法による炭化ケイ素（SiC）の結晶成長に関する出願である。5位の西野茂弘氏は京都工芸繊維大学教授である。

表1.3.3-7 化学気相堆積法の主要出願人の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	住友電気工業				1	3	1	4	2			5	16
2	デンソー									2	5	3	10
3	オクメティック(フィンランド)				4								4
3	クーリー INC(米国)						1	2	1				4
5	豊田中央研究所					1					2		3
5	西野 茂弘氏							3					3
7	HOYAアトハンスセミコンダクタテクノロジーズ							1		1			2
7	エーピーピーリサーチ LTD(スイス)				2								2

c. 気相エピタキシャル成長法

図1.3.3-8に、気相エピタキシャル成長法の出願人数－出願件数の推移を示す。

気相エピタキシャル成長法に関する出願件数は、205件である。1992～96年までは、ほとんど出願がされていなかったが、97年以降は、出願人数、出願件数ともに大きく増加し、成長期にあることが分かる。

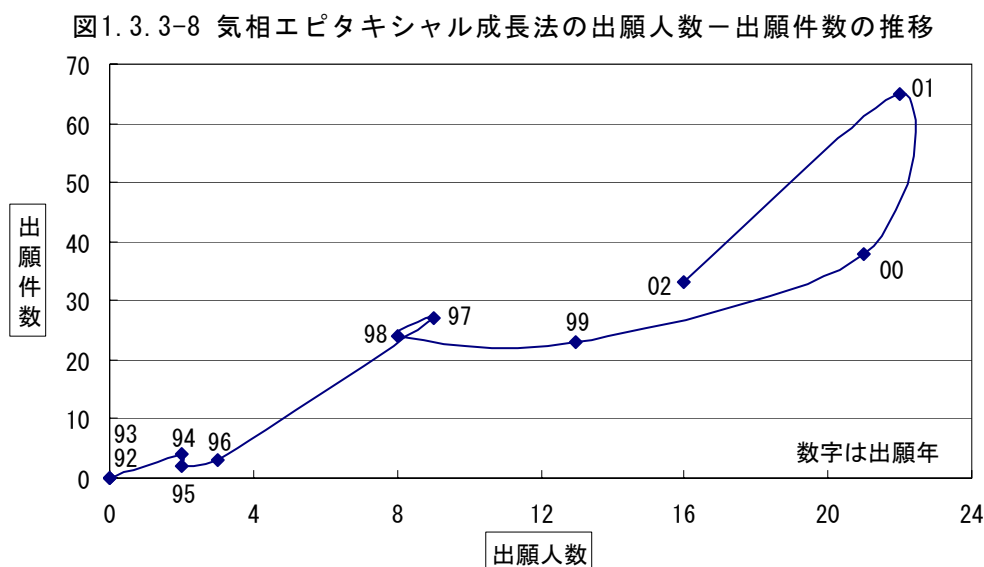


表1.3.3-8に、気相エピタキシャル成長法の主要出願人の出願件数推移を示す。

日亜化学工業、松下電器産業、日本電気、豊田合成、ソニーといった化合物半導体デバイスの開発を行っている出願人の出願が多い。化合物半導体デバイスの作製には、気相エピタキシャル成長技術が不可欠であり、これらの出願人が気相エピタキシャル成長技術を保有し、またデバイス特性の向上には基板開発が不可欠であることが影響している。

表1.3.3-8 気相エピタキシャル成長法の主要出願人の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	日亜化学工業						7	7	2	4	12	5	37
2	松下電器産業						5	2	3	6	3	2	21
3	日本電気						2	4	4	1	3	2	16
4	住友電気工業				1	1	2	3	1		3	4	15
5	豊田合成						1		1	2	8	2	14
6	ソニー					1		2	4	3	2	1	13
7	日立電線									1	6	4	11
7	富士写真フイルム									4	5	2	11
9	三菱電線工業			3			7						10
10	新日鉱ホールディングス								1	1	4	2	8
11	東芝									3	3		6
12	シャープ						1	2		1	1		5
12	ノース カロライナ ステート UNIV(米国)							2	1	2			5
12	豊田中央研究所										4	1	5
15	シー ビー エル テクノロジーズ INC(米国)								2	1			3
15	リコー							2	1				3
15	昭和電工											3	3

d. その他気相成長法

図1.3.3-9に、その他気相成長法の出願人数－出願件数の推移を示す。

その他気相成長法に関する出願は、35件である。その他気相成長法は、複数の成長法に共通する技術に関する出願である。1999年には出願件数が17件、出願人数が6社とピークを示したり、00年には出願がないなど多少の増減があるものの、年ごとの出願人数は2～3社、出願件数は2～5件であり、安定している。00年以降の出願件数、出願人数は減少している。

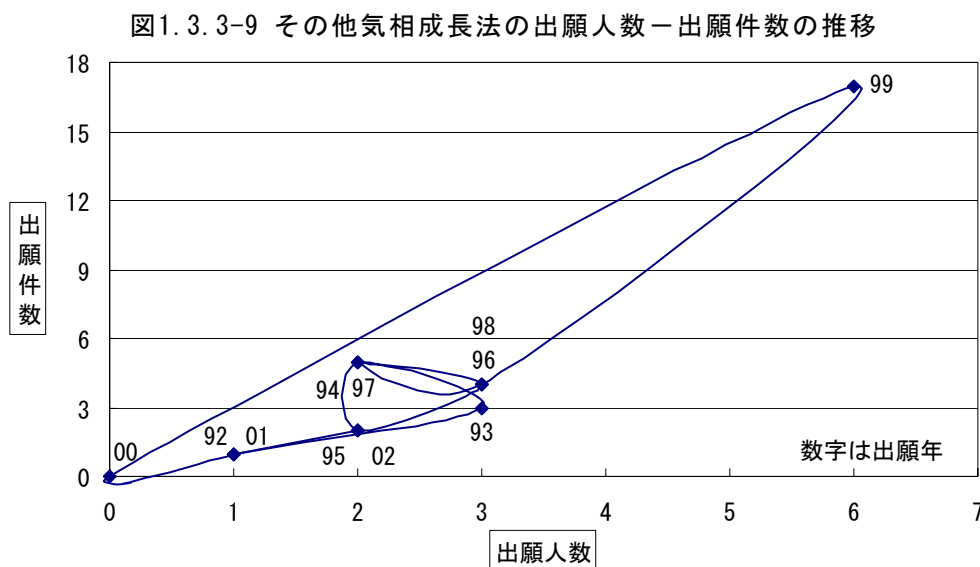


表1.3.3-9に、その他気相成長法の主要出願人の出願件数推移を示す。

1位の住友電気工業が22件で全体の半数以上を占める。住友電気工業は、セレン化亜鉛（ZnSe）をはじめとするⅡ－Ⅵ族化合物半導体の結晶成長について、昇華法、ハロゲン化学気相法の両者に適用可能な発明に関する出願をしている。

2位以下のデンソー、ジーメンス、シクスオン、関西電力、三菱商事は、炭化ケイ素（SiC）の結晶成長について、昇華法、化学気相堆積法の両者に適用可能な発明に関する出願をしている。

表1.3.3-9 その他気相成長法の主要出願人の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	住友電気工業			4	1	1	4	2	9			1	22
2	デンソー					2			1		1		4
3	ジーメンス AG(ドイツ)		1	1	1								3
4	シクスオン								2				2
4	関西電力								2				2
4	三菱商事								2				2

(4) 複数成長方法共通

図1.3.3-10に、複数成長方法共通の出願人数－出願件数の推移を示す。

複数成長方法共通に関する出願は、7件である。複数成長方法共通には、固相成長、液相成長、気相成長のいずれにも共通な技術が含まれる。全体的に件数が少ないため、特に傾向はないが、1997年、00年、01年にのみ出願が見られる。

図1.3.3-10 複数成長方法共通の出願人数－出願件数の推移

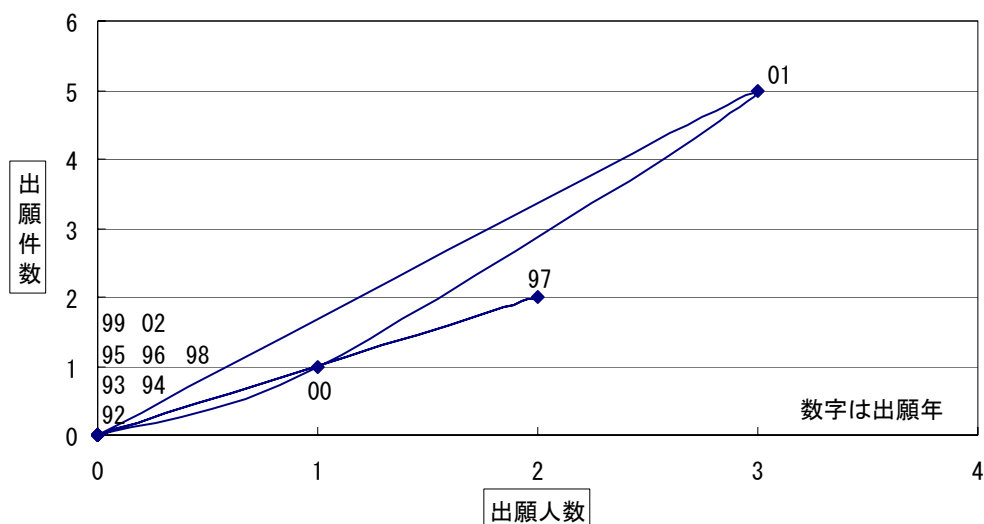


表1.3.3-10に、複数成長方法共通の主要出願人の出願件数推移を示す。

1位のHOYAアドバンスドセミコンダクタテクノロジーズが4件と出願の半数以上を占めており、これらは炭化ケイ素（SiC）、窒化ガリウム（GaN）に関する出願である。

表1.3.3-10 複数成長方法共通の主要出願人の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	HOYAアドバンスドセミコンダクタテクノロジーズ						1				3		4
2	産業技術総合研究所										1		1
2	昭和電工										1		1
2	東洋炭素									1			1
2	松下電器産業						1						1

1.3.4 熱処理

図1.3.4に、熱処理の出願人数－出願件数の推移を示す。

熱処理に関する出願件数は、120件である。この11年の間は、多少の増減があるものの、出願人数は3～9社、出願件数は5～20件の間を推移している。

図1.3.4 熱処理の出願人数－出願件数の推移

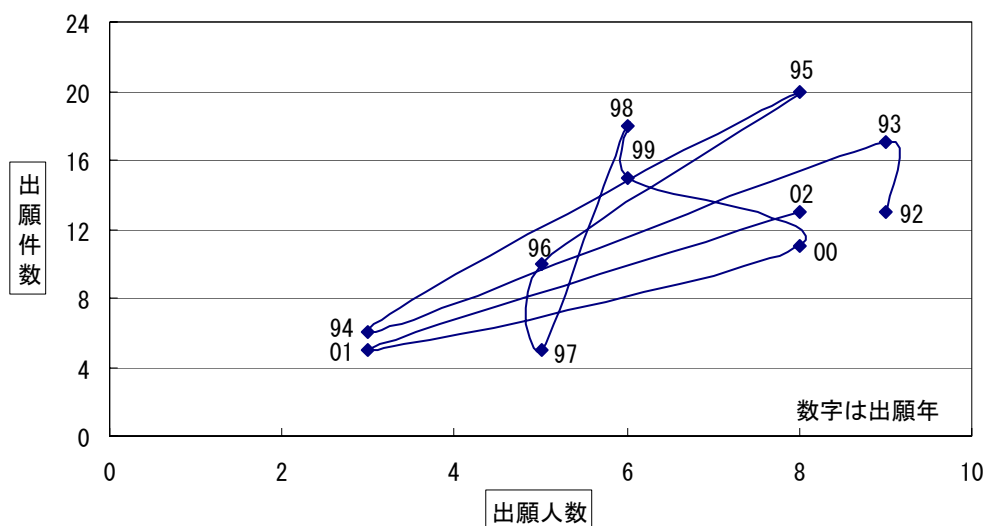


表1.3.4に、熱処理の主要出願人の出願件数推移を示す。

化合物半導体基板技術の上位3社でもある新日鉱ホールディングス、住友電気工業、日立電線は、出願のない年もあるものの1992～02年まで出願がされている。この上位3社は、いずれも化合物半導体基板の製造・販売を行っており、結晶成長以降の工程についても開発が行われていることが分かる。

4位のデンソー、5位の豊田中央研究所は98年に出願を開始しており、出願の内容は炭化ケイ素（SiC）の熱処理に関するものである。

表1.3.4 熱処理の主要出願人の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	新日鉱ホールディングス	3	8	4	5	1	1		3			1	26
2	住友電気工業	2	1	1	4	6	1		2	2	2	3	24
3	日立電線		1		4	1	1		3	3	2	4	19
4	デンソー							7	3	1	1		12
5	豊田中央研究所							6	3	1			10
6	富士通	1	1	1	1	1	1			1			7
7	村田製作所	1			3								4
8	昭和電工	1			1							1	3
9	シャープ	1								1			2
9	神戸製鋼所							2					2
9	新日本無線		2										2
9	住友金属鉱山		1		1								2
9	日本電気				1							1	2
9	松下電器産業	2											2

1.3.5 加工

図1.3.5に、加工の出願人数－出願件数の推移を示す。

加工に関する出願件数は、146件である。1992～94年までは出願人数、出願件数ともに減少した。95～97年は出願人数が6～7社、出願件数が10件程度で安定していたが、98年以降は出願人数、出願件数が増加し、01年には出願件数が42件、出願人数が16社とピークを示した。

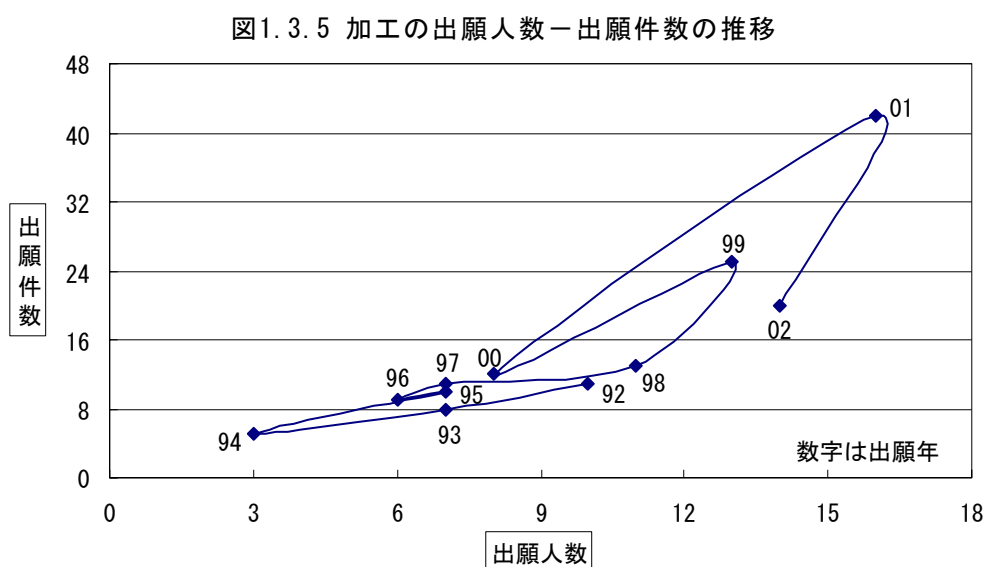


表1.3.5に、加工の主要出願人の出願件数推移を示す。

1位の日立電線、2位の住友電気工業は92～02年まで毎年出願がされている。日立電線、住友電気工業ともに主力製品であるヒ化ガリウム（GaAs）基板の加工に関する出願が多くされていることによる。

一方、3位の松下電器産業は、98年以降に出願を開始している。これは、窒化ガリウム（GaN）基板に関する加工技術が中心であることから、窒化ガリウム（GaN）基板の開発が98年以降に加速していることによく対応している。

表1.3.5 加工の主要出願人の出願件数推移

No.	出 願 人	年次別出願件数												合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02		
1	日立電線	1	1	1	2	1	2	1	7	4	3	4	27	
2	住友電気工業	2	2	3	3	2	1	1	4	2	3	1	24	
3	松下電器産業							1	1	1	13	2	18	
4	テソー				1	2	3	2		1	1	1	11	
5	豊田中央研究所	1					1	2			2	2	8	
6	新日鉱ホールディングス	1	1						1		3		6	
6	日亜化学工業								1		5		6	
8	同和鉱業				1					1	2	1	5	
8	豊田合成										3	2	5	
10	日本電気					2					1	1	4	
10	富士電機ホールディングス		1				2	1					4	
12	古河電気工業	1				1			1				3	

1.3.6 基板

図1.3.6に、基板の出願人数－出願件数の推移を示す。

基板に関する出願件数は、43件である。1995年、96年、01年のように出願件数、出願人数の少ない年や、00年のように出願件数が9件、出願人数が7社とピークを示した年もあるが、年ごとの出願人数は2～5社、出願件数は3～7件である。

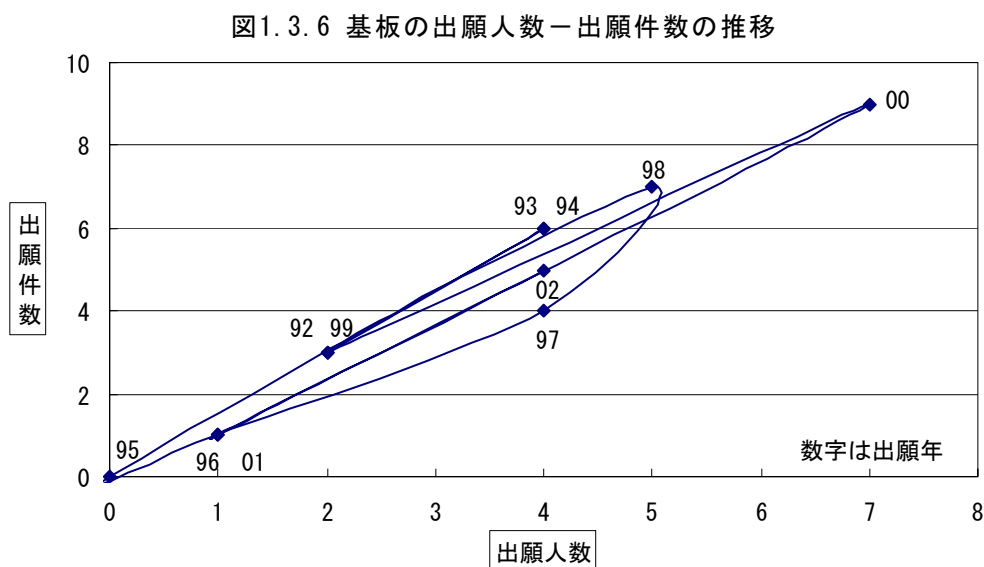


表1.3.6に、基板の主要出願人の出願件数推移を示す。

住友電気工業、新日鉱ホールディングス、日立電線、信越半導体は、92年頃から出願がある。これらの出願は、インジウムリン（InP）、ヒ化ガリウム（GaAs）、セレン化亜鉛（ZnSe）など、92年頃には既に実用段階にあった化合物半導体基板に関する出願である。

一方、松下電器産業、新日本製鐵は00年以降に出願を開始しているが、これは窒化ガリウム（GaN）、炭化ケイ素（SiC）といった新しい基板に関する出願である。

表1.3.6 基板の主要出願人の出願件数推移

No.	出願人	年次別出願件数											合計
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	
1	住友電気工業		3	3			1	3	2			2	14
2	新日鉱ホールディングス	2					1	1		2			6
3	日立電線		1	1						1			3
3	松下電器産業									2	1		3
5	信越半導体	1		1									2
5	新日本製鐵									1		1	2
5	ソニー			1			1						2
5	日亜化学工業						1	1					2

1.4 技術開発の課題と解決手段

化合物半導体基板技術に関する技術開発の課題を表1.4-1に示す。

課題Ⅰを「結晶品質向上」とするものについては、課題Ⅱ、課題Ⅲ、課題Ⅳ（一部は課題Ⅲまで）と階層化してまとめている。それ以外の課題Ⅰについては、課題Ⅱまで階層化してまとめている。

表1.4-1 化合物半導体基板技術の課題一覧（1/2）

課題Ⅰ	課題Ⅱ	課題Ⅲ	課題Ⅳ
結晶品質向上	結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）	マイクロパイプ欠陥の防止
			スリップ転位発生防止
			貫通転位発生防止
			ミスフィット転位発生防止
			その他の転位発生防止
		点欠陥発生防止	
		面欠陥発生防止	双晶発生防止
			積層欠陥発生防止
			反位相領域境界面発生防止
		体積欠陥発生防止	
		成長結晶の多結晶化防止（成長前）	種結晶以外の結晶核の発生防止
			種結晶、下地基板の劣化防止
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）	結晶多形（ポリタイプ）の生成防止
			封止剤の被覆不良防止
			種結晶、下地基板の劣化防止
			種結晶、基板からの転位の伝播防止
			不純物混入による結晶欠陥発生防止
			メルト、原料ガス対流による結晶欠陥発生防止
			その他の多結晶化防止
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）	成長結晶表面からの元素の揮発防止
			熱歪みによる転位発生防止
			相転移温度通過による多結晶化防止
	結晶組成の制御	化学量論組成の制御	
		混晶の組成制御	
		不純物濃度の制御	
	偏析防止	混晶の偏析防止	
		化学量論組成の偏析防止	
		不純物の偏析防止	
	電気的特性の向上	導電型の制御	
		抵抗率の制御	
	その他結晶品質の向上	実用サイズの結晶化	
		成長膜厚の厚膜化・均一化	
		ポリタイプ変換の可能化	
		不純物汚染の防止	
		その他結晶品質の向上	

表1.4-1 化合物半導体基板技術の課題一覧 (2/2)

課題Ⅰ	課題Ⅱ	課題Ⅲ	課題Ⅳ
基板品質向上	表面粗さの低減化		
	反りの低減化		
	基板表面清浄化		
	加工損傷防止		
	E P Dの低減化		
	面内均一化		
	面方位、表裏の識別性向上		
	その他基板品質の向上		
大口径化	結晶欠陥の発生防止		
	種結晶、下地基板の大型化		
	口径拡大化		
	その他大口径化		
品質安定化	シーディングの再現性向上		
	固液界面形状の制御性向上		
	メルトの安定化		
	結晶径の制御性向上		
	成長温度の制御性向上		
	成長圧力の制御性向上		
	成長速度の安定化		
	原料供給口、排気口の閉塞防止		
歩留まり向上	結晶品質の安定化		
	割れ、欠けの防止		
	ウェハ切出し枚数の増加		
	単結晶化率の向上		
	熱処理の均一化		
生産性の向上	その他歩留まり向上		
	結晶成長速度の向上		
	結晶成長時間の短縮		
	原料合成時間短縮化		
	熱処理・加工時間の短縮化		
	工程簡略化		
	メンテナンス時間の短縮化		
	結晶成長の長尺化		
コストダウン	大量処理化		
	るつぼ、成長容器の破損防止		
	装置部材の破損・劣化防止		
	原料費の削減		
	装置・設備費用の削減		
その他	省エネルギー化		
	エピタキシャル成長膜の品質向上		
	デバイス作製時の歩留まり向上		
	デバイス特性の向上		
	環境、安全対策		

一方、化合物半導体基板技術の課題を解決するための解決手段を表1.4-2に示す。解決手段Ⅰは、具体的な解決手段である解決手段Ⅱをまとめたものである。

表1.4-2 化合物半導体基板技術の解決手段一覧（1/2）

解決手段Ⅰ	解決手段Ⅱ
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の形状を規定
	成長結晶の組成を規定
	応力緩和層を形成
	その他機能層を形成
結晶成長条件の変更	結晶成長方位の変更
	結晶回転数・るつぼ回転数の調整
	結晶成長温度の調整
	結晶成長圧力の調整
	固液界面位置の調整
	結晶成長雰囲気調整
	メルト、原料の調整（成長中）
	結晶成長速度の規定
	結晶冷却条件の調整
	複数回成長の実施
	その他結晶成長条件の変更
結晶成長装置の改良	ヒーターの改良
	ガス導入・排気部分の改良
	成長炉内部材の構造改良
	成長炉内部材の材質変更
	成長炉内に付加装置の設置
	成長炉の気密構造化
	るつぼ、成長容器の保持材の改良
	種結晶支持部材の改良
	観察・測定装置の設置
	原料供給機構の設置
	その他結晶成長装置の改良
るつぼ、成長容器の改良	種結晶収容部の形状変更
	二重るつぼの使用
	るつぼ、結晶容器の径を変化
	結晶形状制御用のガイド部材の設置
	増径部の形状の規定
	断面形状を円形以外の形状に変更
	成長容器の肉厚の変更
	補助部材の使用
	るつぼ、成長容器のその他の構造改良
	るつぼ、成長容器の材質の変更
	圧力調整部分の付加
	成長用アンプル、密封容器の改良
	その他るつぼ、成長容器の改良

表1.4-2 化合物半導体基板技術の解決手段一覧 (2/2)

解決手段 I	解決手段 II
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の形状を規定
	種結晶、下地基板の組成を規定
	種結晶、下地基板の表面処理
	種結晶、下地基板表面に凹凸形成
	種結晶、下地基板表面にマスク部形成
	種結晶、下地基板表面に凹凸とマスク部形成
	種結晶、下地基板の裏面処理
	種結晶、下地基板の結晶性を規定
	種結晶、下地基板の取り付け方法の改良
原料、メルトの改良	不純物元素、濃度を規定
	組成比の調整
	溶媒物質の使用
	使用原料の変更
	補助剤の添加
	使用原料の加工
	封止剤の組成、形状、使用量を規定
	原料チャージの改良
	原料作製条件の変更
	原料作製装置の変更
	その他原料・メルトの改良
熱処理装置の改良	結晶収納容器の構造改良
	補助部材の使用
	その他熱処理装置の改良
熱処理条件の変更	熱処理温度を規定
	熱処理雰囲気を規定
	被覆材で被覆後に熱処理
	融液中での熱処理
	複数回熱処理の実施
	前処理の実施
	その他熱処理条件の変更
加工方法の改良	切断方法の変更
	種結晶、下地基板からの分離方法の変更
	オリフラ作製方法の改良
	エッチング方法の変更
	研磨方法の改良
	結晶評価結果の利用
	その他加工方法の改良
加工装置の改良	
基板の表面処理	基板表面に同一物質を成膜
	基板の表面処理
	基板の裏面処理
基板の形状、性質、方位を規定	基板方位を規定
	基板特性を規定
	基板形状を規定

1.4.1 化合物半導体基板技術の技術要素、課題、解決手段と物質

(1) 技術要素と課題

図1.4.1-1に、化合物半導体基板技術の技術要素と課題の分布を示す。出願期間を1992～95年、96～99年、00～02年の3期間に分けて各期間の出願件数が、各バブルの総出願件数の50%以上である場合に色分けをして出願件数が急増した時期を示した。

化合物半導体基板技術の共通の課題は、「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」が最も多く、次いで「基板品質向上」、「品質安定化」となっている。「結晶欠陥発生防止」は、技術要素が「結晶成長」全般に関するものに出願が多い。「品質安定化」は、技術要素が「結晶成長」の中でも「液相成長」に関するものに出願が多い。一方、「基板品質向上」は技術要素を「加工」とするものが最も多く、「結晶成長」については「気相成長」の中でも「気相エピタキシャル成長法」に出願が集中している。

技術要素についてみると、出願のほとんどが「結晶成長」に関するものが大半を占め、次いで「加工」、「熱処理」となっている。

出願時期についてみると、技術要素が「気相エピタキシャル成長法」である出願が近年急増している。

図1.4.1-1 化合物半導体基板技術の技術要素と課題の分布

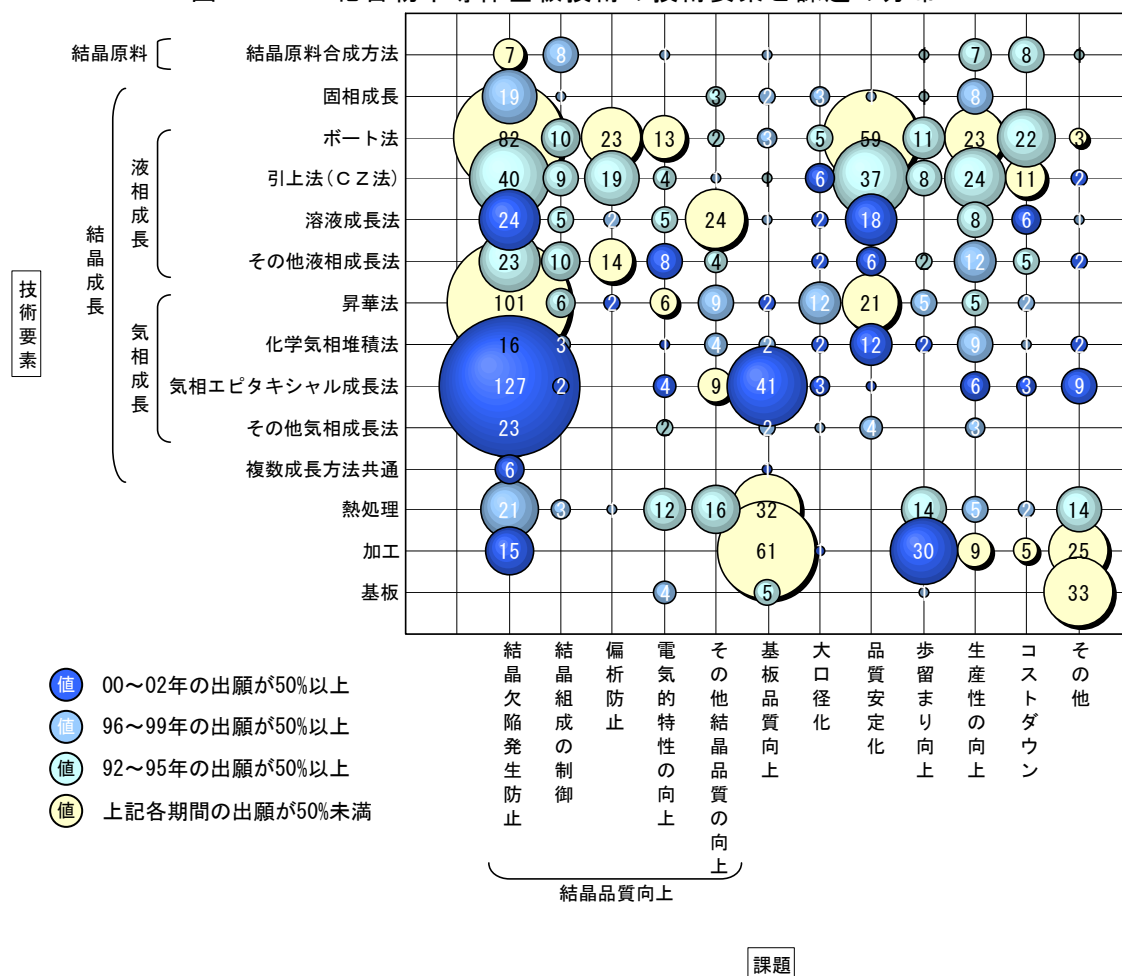
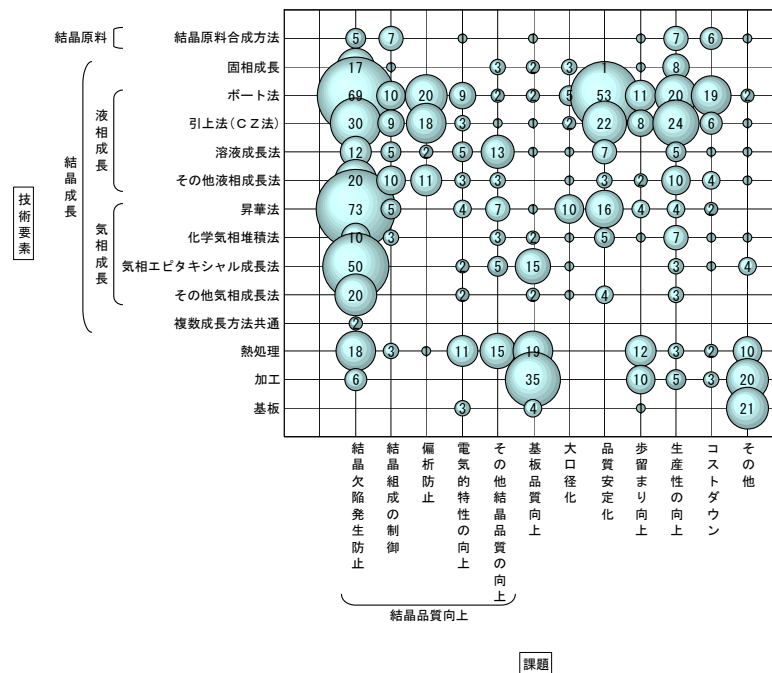
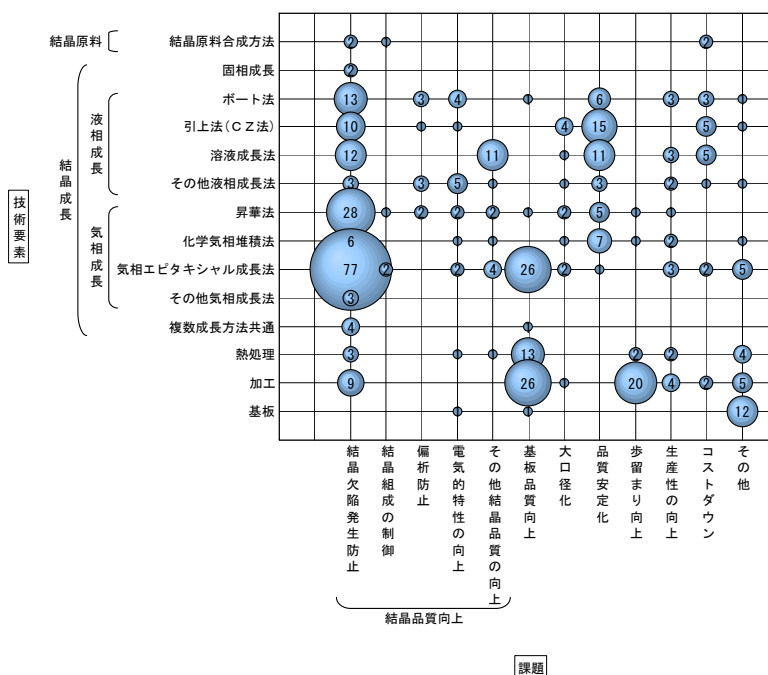


図1.4.1-2に、化合物半導体基板技術に関する出願時期別の技術要素と課題の分布を示す。出願時期について、92～99年の8年間と00～02年の3年間に分けて示した。92～99年と比較して、00～02年の出願について技術要素についてみると、「昇華法」や「気相エピタキシャル成長法」の「気相成長」に関する出願が増加しており、「液相成長」に関する出願は減少していることが分かる。

図1.4.1-2 化合物半導体基板技術に関する出願時期別の技術要素と課題の分布
(1992～1999年の出願)



(2000～2002年の出願)



(2) 課題と解決手段

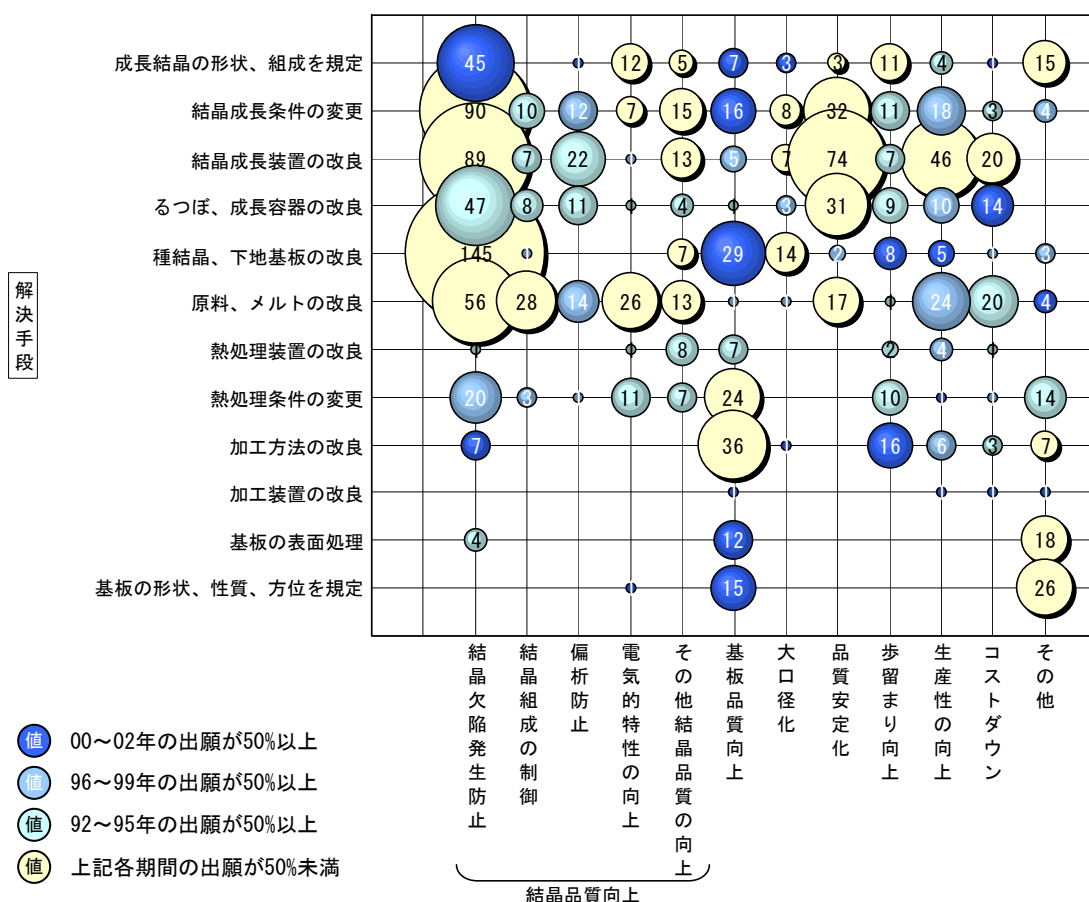
図1.4.1-3に、化合物半導体基板技術の課題と解決手段の分布を示す。

化合物半導体基板技術で最も出願が集中している課題の「結晶欠陥発生防止」についてみると、解決手段を「種結晶、下地基板の改良」とするものが最も多く、次いで「結晶成長条件の変更」、「結晶成長装置の改良」となっており、近年は「成長結晶の形状、組成を規定」を解決手段とする出願が多い。

次いで出願の多い課題である「基板品質向上」では、どの解決手段についても出願がされているものの、「加工方法の改良」、「種結晶、下地基板の改良」が多くなっており、「種結晶、下地基板の改良」については近年の出願が多い。

結晶欠陥発生や基板品質は、結晶成長時に使用される種結晶、基板の組成や形状、結晶性などに大きく影響を受けることから、課題が「結晶欠陥発生防止」や「基板品質向上」であるものに対して、解決手段が「種結晶、下地基板の改良」である出願が多いのは当然であるといえる。

図1.4.1-3 化合物半導体基板技術の課題と解決手段の分布

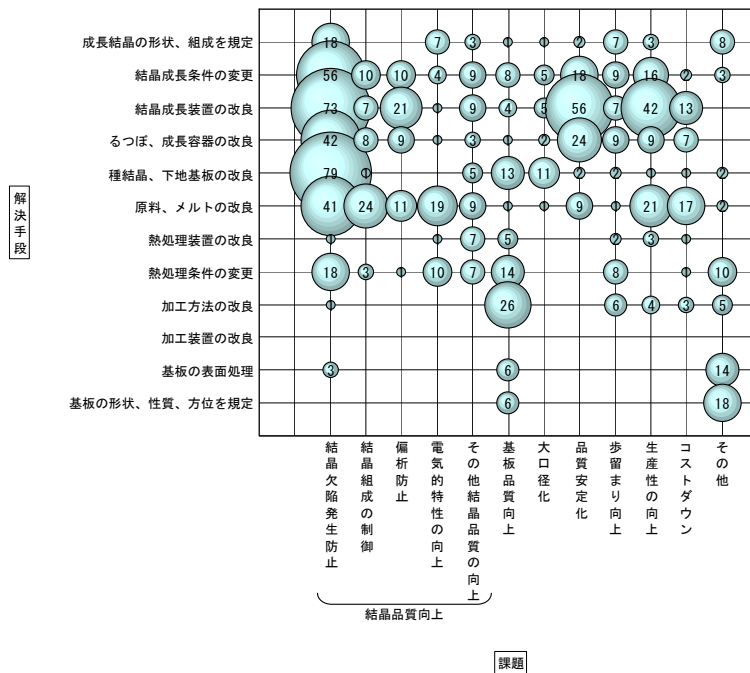


課題

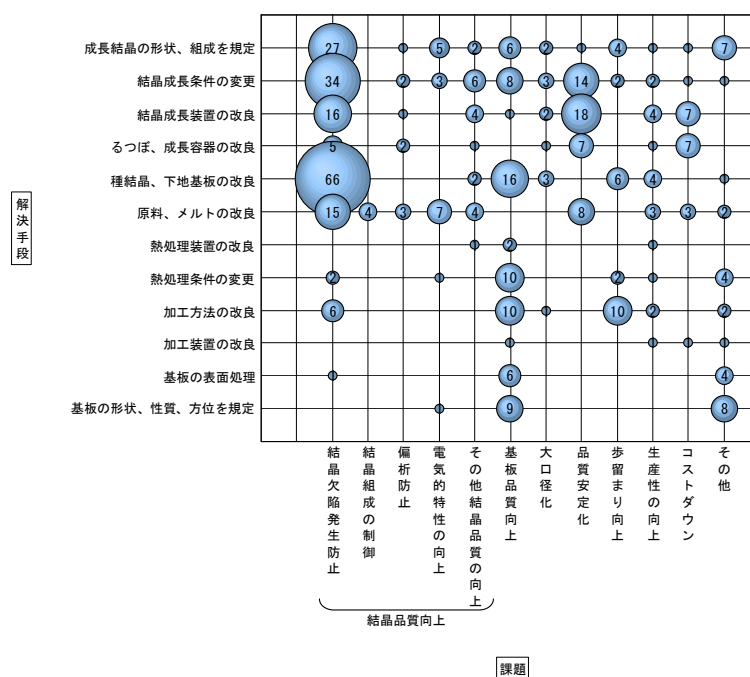
(1992年1月～2002年12月の出願)

図1.4.1-4に、化合物半導体基板技術に関する出願時期別の課題と解決手段の分布を示す。2000～02年の出願の解決手段についてみると、92～99年と比較して、「るつば、成長容器の改良」に関する出願が減少していることが分かる。近年出願が増加している「気相エピタキシャル成長法」は、原料ガスを結晶成長炉気体の状態で導入することから、るつば、成長容器などを使用しないことによるものである。

図1.4.1-4 化合物半導体基板技術に関する出願時期別の課題と解決手段の分布
(1992～1999年の出願)



(2000～2002年の出願)



(3) 技術要素と物質

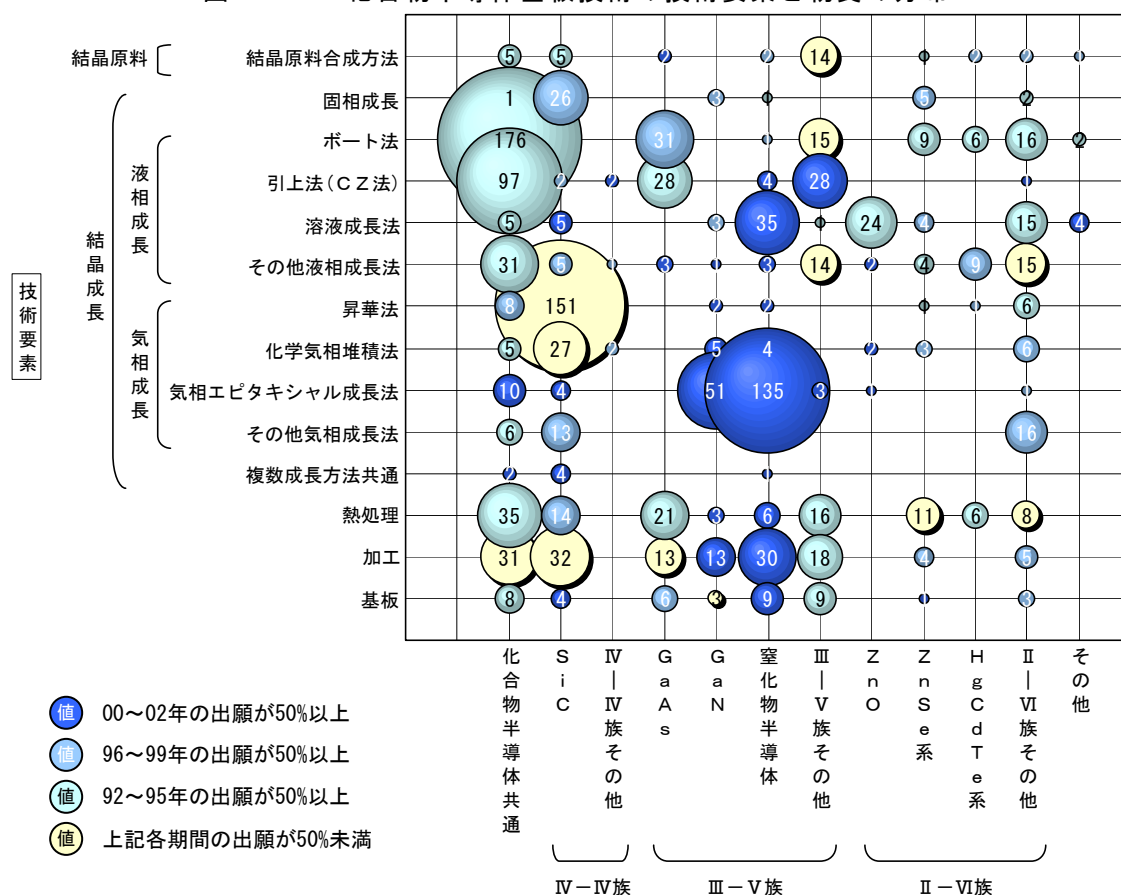
図1.4.1-5に、化合物半導体基板技術の技術要素と物質の分布を示す。

物質別では「化合物半導体共通」、「GaAs（ヒ化ガリウム）」、「Ⅲ－Ⅴ族その他」については、技術要素を「液相成長」の「ボート法」、「引上法（CZ法）」とする出願が多い。これらの出願の実施例を見ると、ほとんどが「GaAs（ヒ化ガリウム）」に関するものであり、実際の製品が「ボート法」、「引上法（CZ法）」により作製することに対応している。

また、物質が「SiC（炭化ケイ素）」であるものについては、技術要素を「気相成長」の「昇華法」とするものに出願が集中している。現在、製品化されている炭化ケイ素（SiC）基板は「昇華法」の1つである改良レーリー法で作製されていることに対応している。

また、物質が「GaN（窒化ガリウム）」、「窒化物半導体」であるものについては、技術要素を「気相成長」の「気相エピタキシャル成長法」とする出願が多い。これは、「1.1.3 化合物半導体基板の作製方法」で述べた「薄膜成長法」の結晶成長によるものであり、「GaN（窒化ガリウム）」、「窒化物半導体」では「バルク結晶成長」が難しいために、「薄膜単結晶」による開発が中心に進められていることに対応している。

図1.4.1-5 化合物半導体基板技術の技術要素と物質の分布



物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

出願時期についてみると、「化合物半導体共通」、「GaAs（ヒ化ガリウム）」、「Ⅲ－Ⅴ族その他」については、1992～95年の出願が多く、「SiC（炭化ケイ素）」については、特に出願が集中する期間もなく11年間平均して出願があり、「GaN（窒化ガリウム）」、「窒化物半導体」については、00～02年に集中している。

(4) 物質と課題

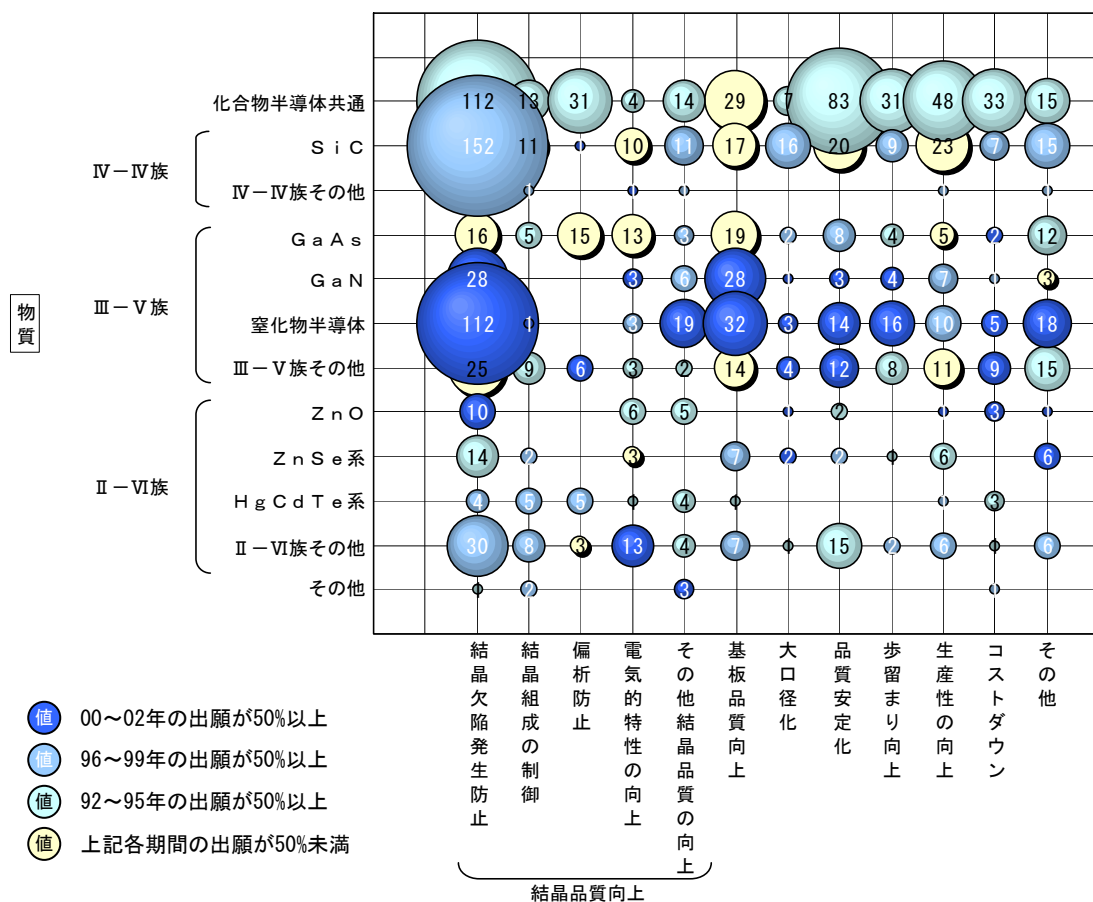
図1.4.1-6に、化合物半導体基板技術の物質と課題の分布を示す。

これによると多少の偏りはあるが、どの物質についても同じ課題が求められており、物質によらず課題は共通するものであることが分かる。

これは、デバイス特性は物質の種類で決定されるが、デバイス作製に必要な化合物半導体基板は、決定された物質に格子定数や熱膨張率などが整合する物質を選択した上で、基板の結晶性や基板表面の平坦性などが問題となることから物質固有の課題は少ないことによる。

出願時期についてみても、その物質に関する開発が行われた時期に出願が集中しており、この点からも、物質固有の課題はないことが分かる。

図1.4.1-6 化合物半導体基板技術の物質と課題の分布



1.4.2 結晶原料

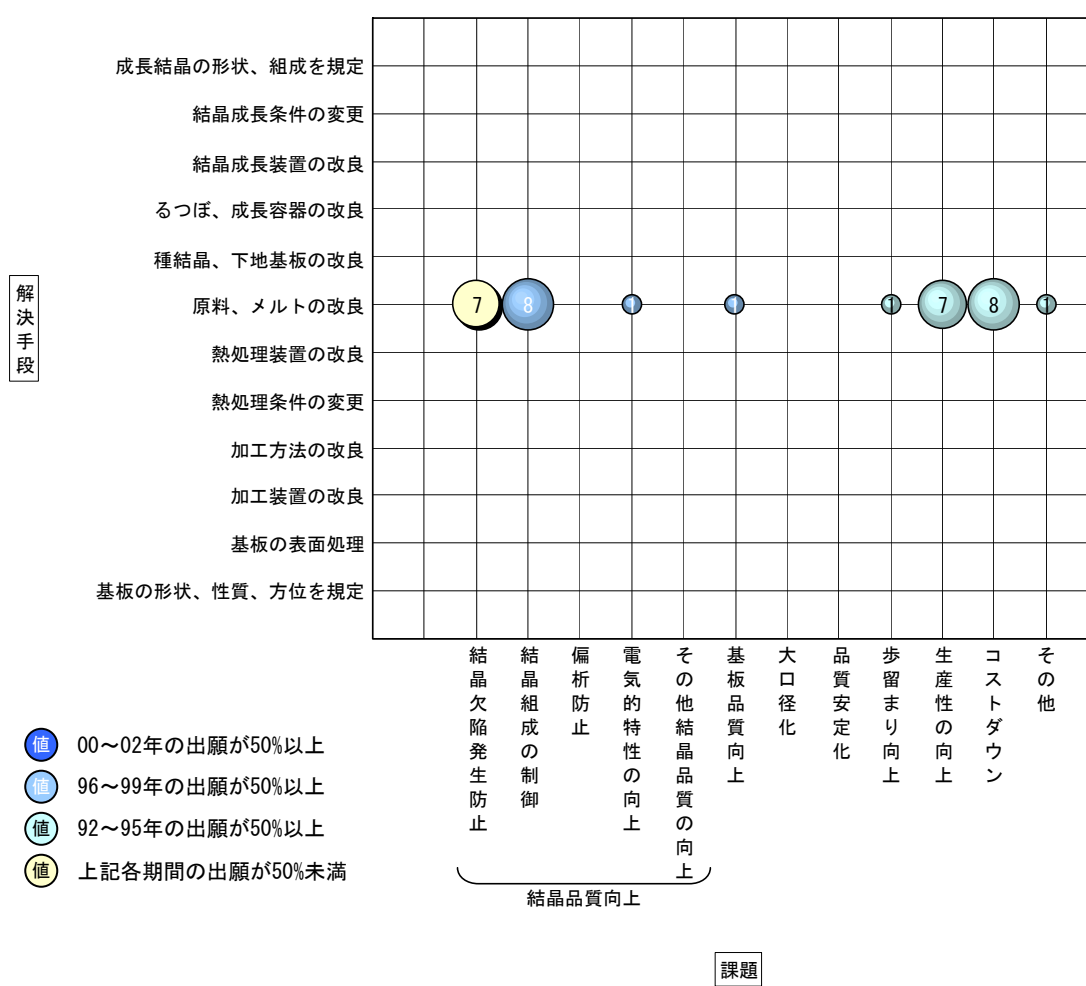
図1.4.2に、結晶原料の課題に対する解決手段の分布を示す。

結晶原料は、結晶成長を行う前段階での解決手段であることから、解決手段は「原料、メルトの改良」に出願が集中する。

課題からみると、「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」や「結晶組成の制御」、「生産性の向上」や「コストダウン」に出願が集中している。

出願時期についてみると、「生産性の向上」、「コストダウン」などの出願は、1992～95年に出願が多く、「結晶組成の制御」は96～99年に出願が多く、00～02年に出願が集中している課題はない。

図1.4.2 結晶原料の課題に対する解決手段の分布



(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.2-1に、結晶原料の課題に対する解決手段の詳細を示す。

課題である「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」についてみると、「成長結晶の多結晶化防止（成長中）」では「不純物混入による結晶欠陥発生防止」の出願が多く、「結晶組成の制御」では「不純物濃度の制御」の出願が多い。これにより、結晶原料への不純物混入防止や不純物濃度の制御が結晶品質向上に求められていることが分かる。

また、「生産性の向上」では「原料合成時間短縮化」が、「コストダウン」では「るつぼ、成長容器の破損防止」に関する出願が多い。

解決手段についてみると、「原料、メルトの改良」の「原料作製条件の変更」の出願が多く、次いで「原料作製装置の変更」の出願が多い。

表1.4.2-1 結晶原料の課題に対する解決手段の詳細

課題	結晶品質向上						基板品質向上	歩留まり向上	生産性の向上	コストダウン	その他			
	結晶欠陥発生防止		結晶組成の制御		電氣的特性の向上									
	低転位化（線状欠陥発生防止）	成長結晶の多結晶化防止（成長前）	成長結晶の多結晶化防止（成長中）	化学量論組成の制御		混晶の組成制御						不純物濃度の制御		
解決手段	その他の転位発生防止		不純物混入による結晶欠陥発生防止											
原料、メルトの改良	使用原料の変更									1				
	使用原料の加工			1										
	原料チャージの改良										3			
	原料作製条件の変更		2	1	2	2	1	2	1	1	3	1	1	1
	原料作製装置の変更				1	1		2			1	2	1	2

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.2-1で色を付けた箇所について、表1.4.2-2に結晶原料の課題に対する解決手段の出願人を示す。

出願人についてみると、さまざまな出願人が出願しており、特に決まった出願人に限られてはいない。

表1.4.2-2 結晶原料の課題に対する解決手段の出願人（1/3）

課題 解決手段		結晶品質向上	
		結晶欠陥発生防止	
		低転位化（線状欠陥発生防止）	成長結晶の多結晶化防止（成長中）
		その他の転位発生防止	不純物混入による結晶欠陥発生防止
原料、メルトの改良	原料作製条件の変更	新日鉱ホールディングス(2) 特許3443766 特開平06-239699	同和鉱業 特開2001-122623 ブリヂストン 特開2002-293525
	原料作製装置の変更		日立電線 特開2000-264797

（1992年1月～2002年12月の出願）

表1.4.2-2 結晶原料の課題に対する解決手段の出願人（2/3）

課題 解決手段		結晶品質向上	
		結晶組成の制御	
		化学量論組成の制御	不純物濃度の制御
原料、メルトの改良	原料作製条件の変更	神戸製鋼所 特開2000-119011 オプティカル テクノロジーズ イタリア SPA(イタリア) 特開2000-226300	日立電線 特開平07-215719 昭和電工 特開2002-160911
	原料作製装置の変更	住友金属鉱山 特開平09-040498	古河電気工業 特開平06-128096 東芝セラミックス 特開2000-044223

（1992年1月～2002年12月の出願）

表1.4.2-2 結晶原料の課題に対する解決手段の出願人（3/3）

課題 解決手段		生産性の向上	コストダウン
		原料合成時間短縮化	るつぼ、成長容器の破損防止
原料、メルトの改良	原料チャージの改良		新日鉱ホールディングス 特許3153436 ニコソ 特開平09-208386 住友金属鉱山 特開2001-335307
	原料作製条件の変更	住友金属鉱山 特開平07-257998 古河機械金属 特開平11-269569 住友電気工業 特開2000-351699	新日鉱ホールディングス 特許2772344
	原料作製装置の変更	佐藤 亮拿 特開平07-187639 住友金属鉱山 特開平09-142815	日立電線 特開平06-001685 住友金属鉱山 特開2003-160315

（1992年1月～2002年12月の出願）

1.4.3 結晶成長

結晶成長に関する出願は1.3.3と同様に、「固相成長」、「液相成長」、「気相成長」、「複数成長法共通」と大きく4つに分け、「液相成長」、「気相成長」はさらに細分化して技術要素別の課題と解決手段を示す。

(1) 固相成長

図1.4.3-1に、固相成長の課題に対する解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」に関する出願が多く、次いで「生産性の向上」に関する出願が多い。

課題を「結晶欠陥発生防止」とする出願は、解決手段を「原料、メルトの改良」とする出願が最も多く、次いで「種結晶、下地基板の改良」とする出願が多い。

課題を「生産性の向上」とする出願も、解決手段を「原料、メルトの改良」とする出願が多い。

解決手段についてみると、「原料、メルトの改良」に関する出願が多く、次いで「結晶成長条件の変更」、「種結晶、下地基板の改良」となっている。

出願時期は、1996～99年に集中しているが、これは日本ピラー工業が97年、98年に集中して出願していることによるものである。

図1.4.3-1 固相成長の課題に対する解決手段の分布

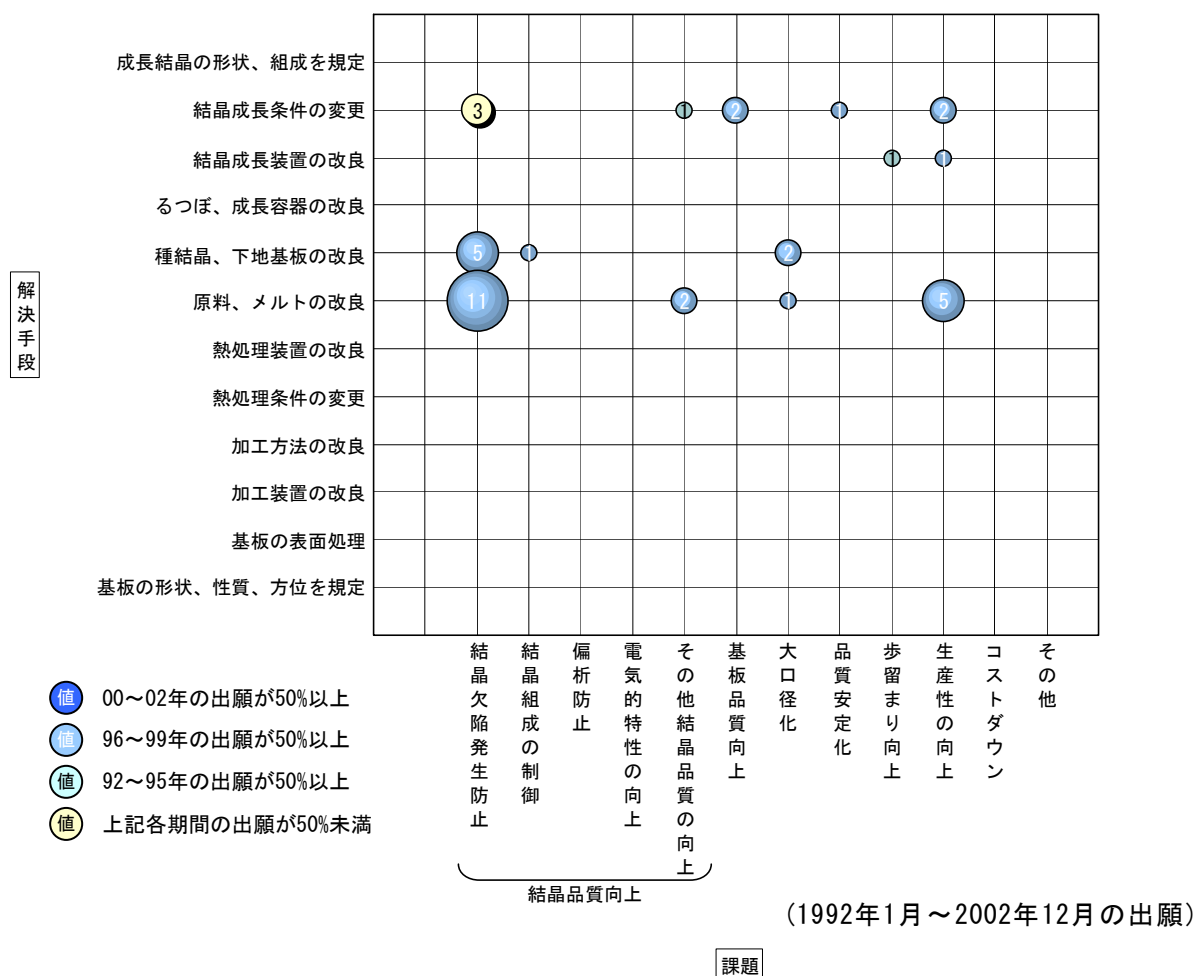


表1.4.3-1に、固相成長の課題に対する解決手段の詳細を示す。

表1.4.3-1 固相成長の課題に対する解決手段の詳細

[illegible]

(1992年1月～2002年12月の出願)

課題についてみると、出願の多い「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」の中でも、「低転位化（線状欠陥発生防止）」に出願が多く、結晶欠陥の種類では「マイクロパイプ欠陥の防止」に関する出願が多い。これは、マイクロパイプ欠陥が炭化ケイ素（SiC）固有の結晶欠陥であり、固相成長の出願38件中26件が炭化ケイ素（SiC）に関する出願であることによる。

「マイクロパイプ欠陥の防止」の課題に対して、解決手段を「原料、メルトの改良」の中でも「使用原料の加工」とする出願が多い。例えば、原料を種結晶上に多結晶の状態で蒸着した状態で固相成長を行うものなどである。

また、出願の多い課題を「生産性の向上」とする出願の中でも「結晶成長速度の向上」に関する出願が多くなっている。これは、「液相成長」や「気相成長」と比べ「固相成長」は、結晶成長速度が遅いことにより結晶成長時間が長くなる傾向があることによる。

表1.4.3-1で色をつけた箇所について、表1.4.3-2に固相成長の課題に対する解決手段の出願人を示す。

日本ピラー工業の出願が多く、固相成長に関する出願38件のうち半数以上の21件を占めている。

表1.4.3-2 固相成長の課題に対する解決手段の出願人

課題 解決手段		結晶品質向上		生産性の向上
		結晶欠陥発生防止		
		低転位化（線状欠陥発生防止）		
		マイクロパイプ欠陥の防止	ミスフィット転位発生防止	結晶成長速度の向上
種結晶、 下地基板 の改良	種結晶、下 地基板の組 成を規定		新日鉱ホールディングス 特開平10-294324 日本ビラー工業 特許2896667	
	原料、メ ルトの改 良	使用原料の 加工	日本ビラー工業 (4) 特許3003027 特許3043687 特許3248071 特許3296998	日本ビラー工業 特許3087030
	原料チャー ジの改良	日本ビラー工業 (2) 特許2884085 特許3043690		日本ビラー工業 (2) 特許2936481 特許3254557

(1992年1月～2002年12月の出願)

(2) 液相成長

a. ボート法

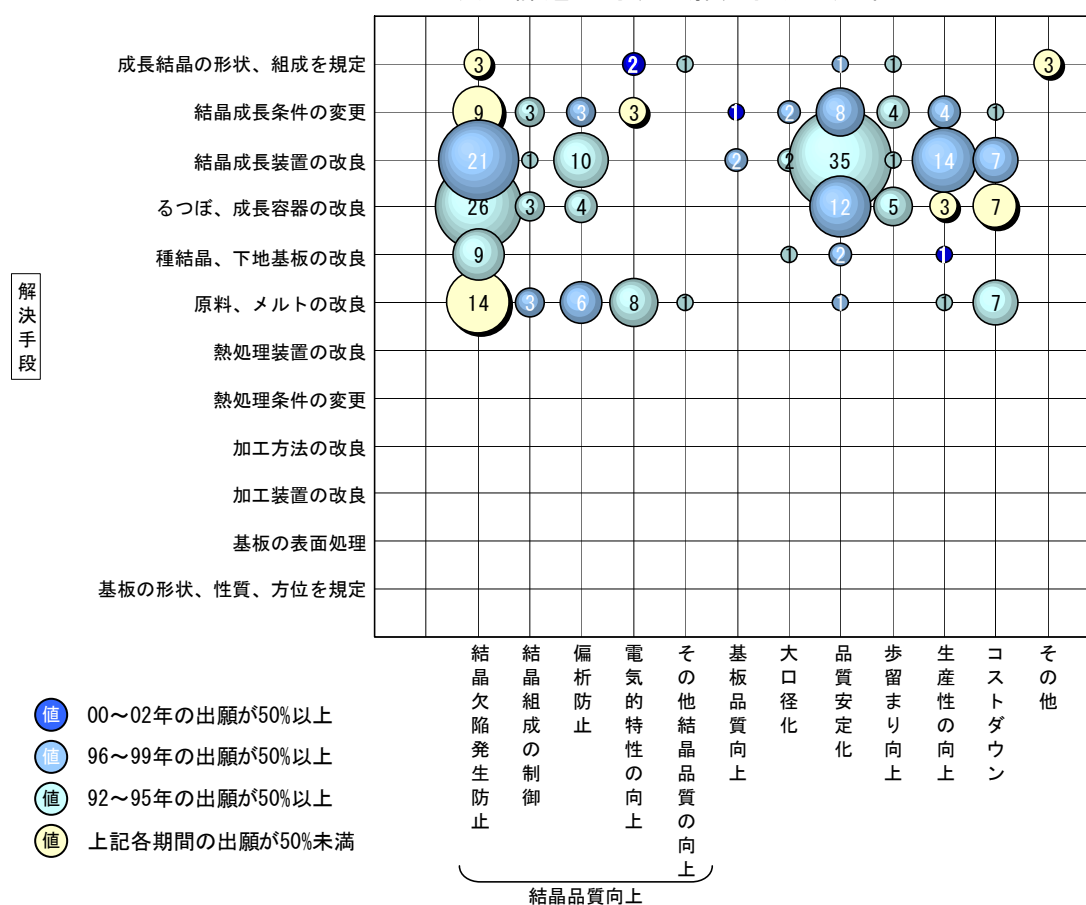
図1.4.3-2に、ボート法の課題に対する解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」に関する出願が多く、次いで「品質安定化」に関する出願が多い。ボート法において、化合物半導体基板の本質的な課題である「結晶品質向上」だけでなく、安定生産のための「品質安定化」や「生産性の向上」、「コストダウン」にも出願が多いのは、ボート法により結晶成長された化合物半導体基板は既に製品化され、さまざまな分野で使用されていることによる。

課題の「結晶欠陥発生防止」に対する解決手段は、「るつぼ、成長容器の改良」、「結晶成長装置の改良」、「原料、メルトの改良」の順で出願件数が多いものの、「結晶成長条件の変更」や「種結晶、下地基板の改良」といった解決手段にもある程度の件数が出願されており、さまざまな解決手段が採られている。

一方、課題の「品質安定化」に対する解決手段は、「結晶成長装置の改良」に出願が集中し、次いで「るつぼ、成長容器の改良」、「結晶成長条件の変更」となっており、「種結晶、下地基板の改良」、「原料、メルトの改良」に関する出願は少ない。

図1.4.3-2 ボート法の課題に対する解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

出願時期についてみると、「品質安定化」の課題については、1992～95年には「結晶成長装置の改良」を解決手段とする出願が多かったが、96～99年には「るつぼ、成長容器の改良」を解決手段とする出願が多くなっている。

一方、「結晶欠陥発生防止」については、92～95年には「るつぼ、成長容器の改良」を解決手段とする出願が多かったが、96～99年には「結晶成長装置の改良」を解決手段とする出願が多くなっている。

表1.4.3-3に、ボート法の課題に対する解決手段の詳細を示す。

表1.4.3-3のボート法の課題に対する解決手段の詳細（1/3）についてみると、出願件数の最も多い課題である「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」の中でも、「面欠陥発生防止」の「双晶発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「成長結晶の多結晶化防止（成長中）」の「封止剤の被覆不良防止」に関する出願が多い。

「双晶発生防止」の課題に対して、解決手段を「種結晶、下地基板の改良」の「種結晶、下地基板の形状を規定」とするものが最も多く、次いで「るつぼ、成長容器の改良」の「増径部の形状の規定」となっている。これらは、種結晶から基板サイズまでるつぼなどの形状に合わせて結晶径を増大させる部分（増径部）で双晶が発生しやすいことから、使用する種結晶のサイズを規定したり、るつぼなどの増径部の形状を規定する解決手段が多く採られていることによる。

一方、「封止剤の被覆不良防止」の課題に対しては、解決手段を「るつぼ、成長容器の改良」の「るつぼ、成長容器の材質の変更」とするものが最も多く、次いで「原料、メルトの改良」の「封止剤の組成、形状、使用量を規定」とするものが多い。ボート法では、るつぼと熔融したメルトが直接接するのを防止するために封止剤を使用するが、使用する封止剤の形状や、るつぼの内壁に封止剤と同一物質をあらかじめコーティングしておくなどにより封止剤の被覆不良を防止するものである。

表1.4.3-3のボート法の課題に対する解決手段の詳細（2/3）についてみると、出願件数が2番目に多い課題である「品質安定化」の中でも特に「固液界面形状の制御性向上」に出願が集中している。

この「固液界面形状の制御性向上」の課題に対しては、解決手段を「結晶成長装置の改良」の「ヒーターの改良」とするものが最も多く、次いで「るつぼ、成長容器の保持材の改良」、「種結晶支持部材の改良」、「観察・測定装置の設置」となっている。その他には「結晶成長条件の変更」の「結晶成長温度の調整」や「固液界面位置の調整」にも出願がある。

単結晶成長を安定に行うためには、固液界面が液面に対して凸型になるように温度勾配を結晶成長のたびに一定に保つ必要があるが、実際にはヒーターの劣化、成長炉への付着物、るつぼなどにより温度勾配が変化して固液界面形状の制御が難しいことによる。

表1.4.3-3のボート法の課題に対する解決手段の詳細（3/3）についてみると、課題の「コストダウン」の中で「るつぼ、成長容器の破損防止」に関する出願が多い。これに対する解決手段として「結晶成長装置の改良」の中で「るつぼ、成長容器の保持材の改良」の出願が多い。これは、例えばヒ化ガリウム（GaAs）の結晶成長を石英るつぼを使用して行った場合には、成長温度（約1,200℃）では石英るつぼが変形してしまうためるつぼの保持材により変形を防止するものなどがある。

表 1.4.3-3 ポート法の課題に対する解決手段の詳細 (1/3)

課題 解決手段		結晶品質向上 結晶欠陥発生防止											
		発生防止 (線状欠陥)	低転位化 (その他の転位発生防止)	点欠陥発生防止	面欠陥発生防止	体積欠陥発生防止	多結晶化防止 (成長前)	成長結晶の 多結晶化防止 (成長中)	成長結晶の 多結晶化防止 (成長後)	熱歪みによる転位発生防止	相転移温度通過による多結晶化防止	その他の多結晶化防止	メルト、原料ガス対流による結晶欠陥発生防止
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の形状を規定				1								
	成長結晶の組成を規定					2							
結晶成長条件の変更	結晶成長方位の変更				1								
	結晶成長温度の調整				1						1		
	結晶成長圧力の調整												
	固液界面位置の調整												
	メルト、原料の調整 (成長中)			1			2				1		
	結晶成長速度の規定				1								
	結晶冷却条件の調整										1		
結晶成長装置の改良	その他結晶成長条件の変更						1						
	ヒーターの改良	1	1									3	
	ガス導入・排気部分の改良												
	成長炉内部材の構造改良				1					1	1		
	成長炉内部材の材質変更												1
	成長炉内に付加装置の設置				1		2	1		1	1		
	成長炉の気密構造化												
	るつぼ、成長容器の保持材の改良	1			1		1						1
	種結晶支持部材の改良				1								
	観察・測定装置の設置												
るつぼ、成長容器の改良	原料供給機構の設置												1
	その他結晶成長装置の改良												
	種結晶収容部の形状変更				2								
	二重るつぼの使用						1						
	るつぼ、結晶容器の径を変化											1	
	増径部の形状の規定				4				1				
	断面形状を円形以外の形状に変更	1			1								
	成長容器の肉厚の変更												1
	補助部材の使用								1				
	るつぼ、成長容器のその他の構造改良									1			1
種結晶、下地基板の改良	るつぼ、成長容器の材質の変更						1		6	1	2		
	圧力調整部分の付加												
	成長用アンブル、密封容器の改良												
	その他るつぼ、成長容器の改良												1
	種結晶、下地基板の形状を規定				6								
	種結晶、下地基板の組成を規定						1		1				
	種結晶、下地基板の表面処理						1						
	不純物元素、濃度を規定												
	組成比の調整				1								
	溶媒物質の使用												
原料、メルトの改良	使用原料の変更												
	使用原料の加工			1	1					1			1
	封止剤の組成、形状、使用量を規定	1						3	1			1	
	原料チャージの改良								1				1
	原料作製条件の変更						1						
	その他原料・メルトの改良												

(1992 年 1 月～2002 年 12 月の出願)

表1.4.3-3 ボート法の課題に対する解決手段の詳細 (2/3)

課題 <

表1.4.3-3 ボート法の課題に対する解決手段の詳細 (3/3)

課題 解決手段		課題	歩留まり向上	生産性の向上								コストダウン				その他
		ウエハ切出し枚数の増加	単結晶化率の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長時間の短縮	原料合成時間短縮化	熱処理・加工時間の短縮化	工程簡略化	メンテナンス時間の短縮化	結晶成長の長尺化	大量処理化	るつぼ、成長容器の破損防止	装置部材の破損・劣化防止	原料費の削減	装置・設備費用の削減	デバイス特性の向上
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の形状を規定	1														
	成長結晶の組成を規定															3
結晶成長条件の変更	結晶成長方位の変更	1														
	結晶成長温度の調整	1	2	1									1			
	結晶成長圧力の調整			2												
	固液界面位置の調整															
	メルト、原料の調整（成長中）															
	結晶成長速度の規定									1						
	結晶冷却条件の調整															
	その他結晶成長条件の変更															
結晶成長装置の改良	ヒーターの改良														1	
	ガス導入・排気部分の改良								1			1	1			
	成長炉内部材の構造改良															
	成長炉内部材の材質変更															
	成長炉内に付加装置の設置			1		1	1		1							
	成長炉の気密構造化							1	2							
	るつぼ、成長容器の保持材の改良			2							2	4				
	種結晶支持部材の改良															
	観察・測定装置の設置		1		1											
	原料供給機構の設置									1						
	その他結晶成長装置の改良															
るつぼ、成長容器の改良	種結晶収容部の形状変更															
	二重るつぼの使用															
	るつぼ、結晶容器の径を変化															
	増径部の形状の規定		1									1				
	断面形状を円形以外の形状に変更							1						1		
	成長容器の肉厚の変更											1				
	補助部材の使用															
	るつぼ、成長容器のその他の構造改良				1											
	るつぼ、成長容器の材質の変更		3									2				
	圧力調整部分の付加											1				
	成長用アンプル、密封容器の改良	1			1											
	その他るつぼ、成長容器の改良											1				
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の形状を規定				1											
	種結晶、下地基板の組成を規定															
	種結晶、下地基板の表面処理															
原料、メルトの改良	不純物元素、濃度を規定						1									
	組成比の調整												1			
	溶媒物質の使用														2	
	使用原料の変更											1				
	使用原料の加工											1				
	封止剤の組成、形状、使用量を規定															
	原料チャージの改良											2				
	原料作製条件の変更															
	その他原料・メルトの改良															

表1.4.3-3の色をつけた箇所について、表1.4.3-4にボート法の課題に対する解決手段の出願人を示す。

新日鉱ホールディングス、昭和電工、同和鉱業、住友電気工業、住友金属鉱山、三菱化学、日立電線など、化合物半導体基板メーカーによる出願がほとんどである。

表1.4.3-4のボート法の課題に対する解決手段の出願人（1/3）についてみると、課題が「封止剤の被覆不良防止」に対して、解決手段を「るつぼ、成長容器の材質の変更」とする出願6件のうち4件が住友電気工業の出願となっており、住友電気工業は、「封止剤の被覆不良防止」について「るつぼ、成長容器の材質の変更」に関する開発を中心に行っていることが分かる。

表1.4.3-4 ボート法の課題に対する解決手段の出願人（1/3）

課題 解決手段		結晶品質向上		
		結晶欠陥発生防止		
		面欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）	
		双晶発生防止	封止剤の被覆不良防止	メルト、原料ガス対流による結晶欠陥発生防止
結晶成長装置の改良	ヒーターの改良			日立電線(2) 特開2001-163695 特開2001-181085 神戸製鋼所 特許2818552
るつぼ、成長容器の改良	増径部の形状の規定	新日鉱ホールディングス(2) 特開平10-087392 特開平10-338591 旭硝子 特開平05-254978 昭和電工 特開平09-110575		
	るつぼ、成長容器の材質の変更		住友電気工業(4) 特許3216298 特開平07-300385 特開平09-048691 特開平09-077596 新日鉱ホールディングス 特開平10-139597 住友金属鉱山 特開2003-146791	日立電線(2) 特開平06-305875 特開2001-151593
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の形状を規定	同和鉱業(2) 特許3465853 特開2002-121100 旭硝子 特開平05-279165 三菱化学 特開平07-165486 新日鉱ホールディングス 特開平08-067593 昭和電工 特開2004-131330		
原料、メルトの改良	封止剤の組成、形状、使用量を規定		古河電気工業 特開平05-286798 旭硝子 特開平06-340488 三菱化学 特開2000-154089	

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-4のボート法の課題に対する解決手段の出願人（2/3）についてみると、課題が「固液界面形状の制御性向上」に対して、解決手段を「ヒーターの改良」とする出願9件のうち6件が、また「るつぼ、成長容器の保持材の改良」とする出願6件のうち3件が日立電線の出願である。

表1.4.3-4のボート法の課題に対する解決手段の出願人（3/3）についてみると、課題が「単結晶化率の向上」に対して、解決手段を「るつぼ、成長容器の材質の変更」に関する出願3件と、課題が「るつぼ、成長容器の破損防止」に対して解決手段を「るつぼ、成長

容器の保持材の改良」とする出願の4件中3件も日立電線の出願である。

以上により日立電線は、解決手段として「ヒーターの改良」、「るつぼ、成長容器の保持材の改良」、「るつぼ、成長容器の材質の変更」を中心に開発を行っていることが分かる。

表1.4.3-4 ボート法の課題に対する解決手段の出願人 (2/3)

課題 解決手段		結晶品質向上		品質安定化	
		偏析防止		固液界面形状の制御性向上	
		混晶の偏析防止			
結晶成長条件の変更	結晶成長温度の調整			住友金属鉱山 神戸製鋼所 日立電線	特開平08-253397 特開平11-116373 特開2004-203687
	固液界面位置の調整			住友電気工業 富士通 日立電線	特開平11-157981 特許3551406 特開2003-226594
結晶成長装置の改良	ヒーターの改良	同和鉱業 住友電気工業	特許3416186 特開2004-210638	日立電線(6)	特許3509556 特開平07-017789 特開平07-242487 特開平11-029398 特開2000-169278 特開2001-031491 昭和電工 古河電気工業 旭硝子
	るつぼ、成長容器の保持材の改良			日立電線(3)	特開平07-010677 特開2004-010470 特開2004-161559 古河電気工業 三菱化学 新日鉱ホールディングス
	種結晶支持部材の改良			古河電気工業 新日鉱ホールディングス 日立電線	特開平05-238870 特開平07-291781 特開平10-338592
	観察・測定装置の設置			古河電気工業 日立電線 住友電気工業	特開平06-305877 特開平10-212193 特開平11-130578
	原料供給機構の設置	新日鉱ホールディングス(2) 富士通	特開平06-239691 特開平06-345581 特開平10-067592		

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-4 ボート法の課題に対する解決手段の出願人 (3/3)

課題 解決手段		歩留まり向上	コストダウン	その他
		単結晶化率の向上	るつぼ、成長容器の破損防止	デバイス特性の向上
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の組成を規定			住友金属鉱山 特許2555847 新日鉱ホールディングス 特開平11-079899 日立電線 特開2002-255697
結晶成長装置の改良	るつぼ、成長容器の保持材の改良		日立電線(3) 特許3159030 特開平10-182277 特許3567662 神戸製鋼所 特許2800713	
るつぼ、成長容器の改良	るつぼ、成長容器の材質の変更	日立電線(3) 特開平09-175878 特開平10-007485 特開平11-278979	神戸製鋼所 特開平11-199362 住友電気工業 特許3622610	

(1992年1月～2002年12月の出願)

b. 引上法（CZ法）

図1.4.3-3に、引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の分布を示す。

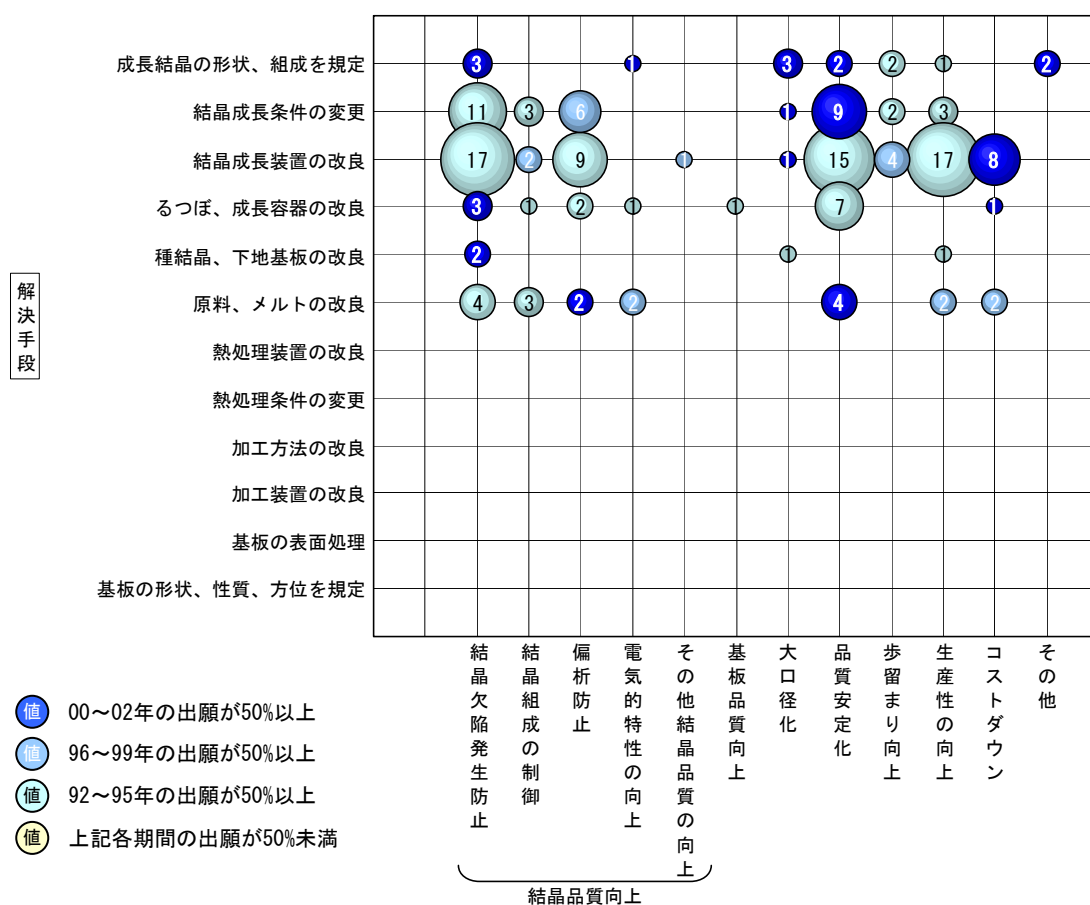
課題についてみると、「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「品質安定化」、「生産性の向上」となっている。

ボート法同様に、化合物半導体基板の本質的な課題である「結晶品質向上」だけでなく、安定生産のための「品質安定化」や「生産性の向上」の出願が多いのは、引上法（CZ法）により結晶成長された化合物半導体基板も既に製品化され、さまざまな分野で使用されていることによる。

解決手段についてみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多く、次いで「結晶成長条件の変更」となっている。特に、「結晶成長装置の改良」を解決手段とするものは特に集中する課題もなく、さまざまな課題を解決するのに用いられている。

出願時期についてみると、解決手段を「結晶成長装置の改良」とする出願は1992～95年に多いが、課題を「コストダウン」とするものについては00～02年の出願が多い。出願件数は少ないが、「成長結晶の形状、組成を規定」とするものが00年～02年の出願に多く見られる。

図1.4.3-3 引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-5に、引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の詳細を示す。

表1.4.3-5の引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の詳細（1/3）についてみると、課題を「結晶欠陥発生防止」とするものの中でも「成長結晶の多結晶化防止（成長後）」の「成長結晶表面からの元素の揮発防止」に出願が多い。引上法（CZ法）は成長した結晶をメルトから引上げていくため、成長後の結晶表面はメルトと接しない。これにより成長結晶の周囲の温度や圧力などにより、蒸気圧の高い元素（例えば、ヒ化ガリウム（GaAs）であればヒ素（As））が表面より揮発して多結晶化の原因となることがある。これに対する解決手段として「結晶成長装置の改良」の「成長炉内部材の構造改良」とする出願が多い。例えば、引上げた成長結晶を保護するために設置する筒状の部材の構造を改良することなどが挙げられる。

表1.4.3-5の引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の詳細（2/3）についてみると、課題を「結晶品質向上」の「偏析防止」の中でも「不純物の偏析防止」に関する出願が多い。これに対する解決手段として「結晶成長条件の変更」の「結晶成長圧力の調整」とする出願が多い。これは、不純物を含む気体を成長炉内に導入しその圧力を制御するものである。

また、課題を「品質安定化」の「固液界面形状の制御性向上」とする出願が多い。これに対する解決手段として「結晶成長装置の改良」の「成長炉内部材の構造改良」とする出願が多い。例えば、メルトの自然対流により固液界面形状の制御が困難になるのを、メルト上部まで浸す円筒状の部材を用いて固液界面部分のメルトの自然対流を防止するものである。

表1.4.3-5の引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の詳細（3/3）についてみると、課題を「生産性の向上」の「結晶成長の長尺化」とするものが多い。これに対する解決手段としても「結晶成長装置の改良」の「成長炉内部材の構造改良」とする出願が多い。

成長結晶を長尺化していくと、成長結晶が大きくなるにつれメルトは大きく減少し、成長結晶からの熱の逃げによりメルトが冷却されることになり固液界面形状が変化する。また、炉内温度勾配によっては、成長結晶上部が冷やされることにより、熱歪みにより成長結晶に結晶欠陥が発生することもある。このため、成長後の結晶保護と固液界面形状の制御がさらに必要となるために前述した課題と同様に「成長炉内部材の構造改良」を解決手段とするものが増えている。

表1.4.3-5 引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の詳細（1/3）

[illegible]

表1.4.3-5 引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の詳細（2/3）

課題	解決手段	結晶品質向上					基板品質向上	大口径化		品質安定化				
		結晶組成の制御		偏析防止		電気的特性の向上		種結晶、下地基板の大型化	その他大口径化	シーディングの再現性向上	固液界面形状の制御性向上	メルトの安定化	結晶径の制御性向上	成長温度の制御性向上
		化学量論組成の制御	混晶の組成制御	不純物濃度の制御	混晶の偏析防止	化学量論組成の偏析防止	不純物の偏析防止	抵抗率の制御	実用サイズの結晶化	面内均一化	結晶欠陥の発生防止			
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の形状を規定								2	1		1	1	
	成長結晶の組成を規定						1							
結晶成長条件の変更	結晶回転数・るつぼ回転数の調整									1	2			
	結晶成長温度の調整							1			1			
	結晶成長圧力の調整					6							1	
	固液界面位置の調整													
	結晶成長雰囲気調整													
	メルト、原料の調整（成長中）		1							1			1	
	結晶冷却条件の調整	1												
	その他結晶成長条件の変更		1							1	1			
結晶成長装置の改良	ヒーターの改良		1								1			
	ガス導入・排気部分の改良					2								
	成長炉内部材の構造改良					1		1			4		2	
	成長炉内部材の材質変更													
	成長炉内に付加装置の設置					1								1
	成長炉の気密構造化												1	
	るつぼ、成長容器の保持材の改良					1					1			
	種結晶支持部材の改良									1				
	観察・測定装置の設置					1								
	原料供給機構の設置		1	2			1				1			1
るつぼ、成長容器の改良	その他結晶成長装置の改良					1							2	
	二重るつぼの使用	1				1	1	1			1	1		
	成長容器の肉厚の変更										1			
	るつぼ、成長容器のその他の構造改良				1									
	るつぼ、成長容器の材質の変更											1	1	1
種結晶、下地基板の改良	その他るつぼ、成長容器の改良										1			
	種結晶、下地基板の形状を規定								1					
	種結晶、下地基板の組成を規定													
原料、メルトの改良	種結晶、下地基板の結晶性を規定													
	不純物元素、濃度を規定					1								
	溶媒物質の使用													
	使用原料の変更		1				1							
	補助剤の添加						1							
	封止剤の組成、形状、使用量を規定					1				2	2			
	原料チャージの改良		2											
	原料作製条件の変更													
その他原料・メルトの改良	その他原料・メルトの改良													

表1.4.3-5 引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の詳細（3/3）

課題		歩留まり向上			生産性の向上			コストダウン				その他					
		割れ、欠けの防止	単結晶化率の向上	熱処理の均一化	その他歩留まり向上	結晶成長速度の向上	結晶成長時間の短縮	メンテナンス時間の短縮化	結晶成長の長尺化	るつぼ、成長容器の破損防止	装置部材の破損・劣化防止	原料費の削減	装置・設備費用の削減	省エネルギー化	エピタキシャル成長膜の品質向上	デバイス特性の向上	
解決手段																	
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の形状を規定	1							1							1	
	成長結晶の組成を規定			1												1	
結晶成長条件の変更	結晶回転数・るつぼ回転数の調整																
	結晶成長温度の調整		2														
	結晶成長圧力の調整																
	固液界面位置の調整								2								
	結晶成長雰囲気調整																
	メルト、原料の調整（成長中）																
	結晶冷却条件の調整																
	その他結晶成長条件の変更								1								
結晶成長装置の改良	ヒーターの改良								3								
	ガス導入・排気部分の改良																
	成長炉内部材の構造改良		2			1			5								
	成長炉内部材の材質変更								1		1				1		
	成長炉内に付加装置の設置								1								
	成長炉の気密構造化							1			2						
	るつぼ、成長容器の保持材の改良									1	1						
	種結晶支持部材の改良				1						1						
	観察・測定装置の設置		1						2		1						
	原料供給機構の設置					1			1								
	その他結晶成長装置の改良							1									
	るつぼ、成長容器の改良	二重るつぼの使用															
		成長容器の肉厚の変更															
るつぼ、成長容器のその他の構造改良																	
るつぼ、成長容器の材質の変更													1				
その他るつぼ、成長容器の改良																	
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の形状を規定						1										
	種結晶、下地基板の組成を規定																
	種結晶、下地基板の結晶性を規定																
原料、メルトの改良	不純物元素、濃度を規定																
	溶媒物質の使用					1											
	使用原料の変更										1						
	補助剤の添加																
	封止剤の組成、形状、使用量を規定																
	原料チャージの改良								1								
	原料作製条件の変更																
	その他原料・メルトの改良											1					

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-5の色をつけた箇所について、表1.4.3-6に引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の出願人を示す。

表1.4.3-6の引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の出願人（1/2）についてみると、課題を「不純物の偏析防止」とする出願については日立電線による出願が多く、解決手段として、「結晶成長圧力の調整」とするものを4件出願している。日立電線は、不純物の偏析防止の課題を解決する開発を中心に取り組んでいることが分かる。

また、課題を「成長結晶表面からの元素の揮発防止」とし、解決手段を「成長炉内部材の構造改良」とする出願はすべて出願人が異なることから、多くの企業が解決手段として「成長炉内部材の構造改良」に取り組んでいることが分かる。

表1.4.3-6 引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の出願人（1/2）

課題 解決手段		結晶品質向上		
		結晶欠陥発生防止		偏析防止
		成長結晶の多結晶化防止 （成長中）	成長結晶の多結晶化防止 （成長後）	
		不純物混入による 結晶欠陥発生防止	成長結晶表面からの 元素の揮発防止	
結晶成長条件 の変更	結晶成長圧力 の調整			日立電線(4) 特許3198897 特開平06-172098 特開平09-030887 特許3551607 新日鉱ホールディングス 特開平09-221390 ブレイジング 特開平11-012087
	固液界面位置 の調整		古河電気工業 特開平08-091991 日立電線 特開2003-342096	
結晶成長装置 の改良	ガス導入・排 気部分の改良			日立電線(2) 特開平08-091990 特開平11-029399
	成長炉内部材 の構造改良	シャープ(2) 特許3432379 特許3566866 三菱マテリアル 特開平07-206581	日立電線 特開平06-271395 新日鉱ホールディングス 特開平07-002594 古河電気工業 特開平07-165489 東芝 特開平07-165490 昭和電工 特開平09-278582	日立電線 特開平07-206588

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-6の引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の出願人（2/2）についてみると、「固液界面形状の制御性向上」を課題とするものについて、古河電気工業が「結晶成長装置の改良」の「ヒーターの改良」、住友電気工業、新日鉱ホールディングス、同和鉱業が「成長炉内部材の構造改良」により解決する出願をしているのに対して、日立電線は「結晶成長条件の変更」の「結晶回転数・るつぽ回転数の調整」や、「原料、メルトの改良」の「封止剤の組成、形状、使用量を規定」といった「結晶成長装置の改良」以外の解決手段を採っていることに特徴がある。

また、「結晶成長の長尺化」の課題に取り組んでいる出願人は、日立電線、新日鉱ホールディングスといった化合物半導体基板メーカーの出願が多い。

表1.4.3-6 引上法（CZ法）の課題に対する解決手段の出願人（2/2）

課題 解決手段		品質安定化		生産性の向上	
		固液界面形状の制御性向上		結晶成長の長尺化	
結晶成長条件の変更	結晶回転数・るつぽ回転数の調整	日立電線 (2)	特開2004-099411 特開2004-123443		
	固液界面位置の調整			日立電線 新日鉱ホールディングス	特開平05-330974 特開平08-198699
結晶成長装置の改良	ヒーターの改良	古河電気工業	特開平08-081298	新日鉱ホールディングス(2) 日立電線	特開平07-133185 特開平08-040798 特開2000-143387
	成長炉内部材の構造改良	住友電気工業 (2) 新日鉱ホールディングス 同和鉱業	特開平08-310893 特開平09-235191 特許2855408 特開2003-081688	新日鉱ホールディングス(2) 三菱マテリアル 日立電線 シャープ	特開平07-206589 特開平09-052790 特開平06-298597 特開平09-040492 特許3247829
	観察・測定装置の設置			新日鉱ホールディングス 京セラ	特開平09-315887 特開平10-212195
	原料、メルトの改良	日立電線 (2)	特開2004-161525 特開2004-196573		

(1992年1月～2002年12月の出願)

c. 溶液成長法

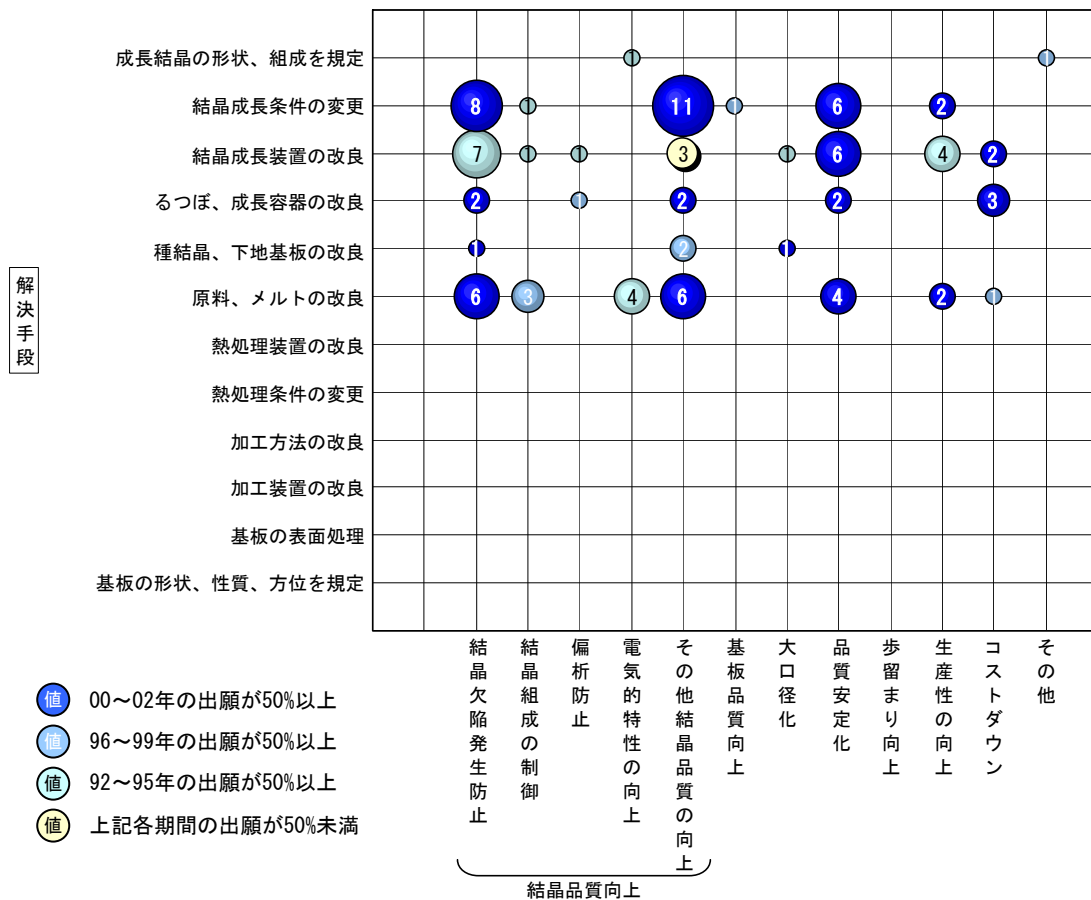
図1.4.3-4に、溶液成長法の課題に対する解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」、「その他結晶品質の向上」に関する出願が多く、次いで「品質安定化」となっている。

これらの課題に対する解決手段についてみると、「結晶成長条件の変更」に関する出願が多く、次いで「原料、メルトの改良」、「結晶成長装置の改良」となっている。これらについては、さまざまな解決手段が採られている。

出願時期についてみると、全体的に2000～02年の出願が多いことが分かる。特に、「結晶成長条件の変更」により課題を解決しようとする出願は、00～02年に多くなっている。

図1.4.3-4 溶液成長法の課題に対する解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-7に、溶液成長法の課題に対する解決手段の詳細を示す。

課題が「結晶品質向上」の「その他結晶品質の向上」は、「実用サイズの結晶化」に関する出願が多い。これは、化合物半導体基板が作製できる大きさの単結晶を得ること自体を課題とするものであり、窒化ガリウム（GaN）や酸化亜鉛（ZnO）に関する出願が多い。

この課題に対する解決手段は、「結晶成長温度の調整」や「複数回成長の実施」といった「結晶成長条件の変更」とするもの、または、「使用原料の変更」や「使用原料の加工」といった「原料、メルトの改良」とするものが多い。

次いで、課題が「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」の中でも「成長結晶の多結晶化防止（成長前）」の「種結晶以外の結晶核の発生防止」を課題とする出願が多い。例えば、溶液中に微結晶が発生し、それが成長結晶に取り込まれることにより多結晶化することを防止するものである。

表1.4.3-7 溶液成長法の課題に対する解決手段の詳細 (1/2)

課題		結晶品質向上															
		結晶欠陥発生防止								結晶組成の制御		偏析防止	電気的特性の向上	その他結晶品質の向上			
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）	成長結晶の多結晶化防止（成長前）	面欠陥発生防止	低転位化（線状陥発生防止）	成長結晶の多結晶化防止（成長中）	成長結晶の多結晶化防止（成長前）	成長結晶の多結晶化防止（成長後）	成長結晶の多結晶化防止（成長中）								
		抵抗率の制御	混晶の組成制御	不純物濃度の制御	化学量論組成の制御	熱歪みによる転位発生防止	その他の多結晶化防止	メルト、原料ガス対流による結晶欠陥発生防止	不純物混入による結晶欠陥発生防止	種結晶、基板からの転位の伝播防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶以外の結晶核の発生防止	双晶発生防止	マイクロパイプ欠陥の防止		
解決手段																	
成長結晶の形状、組成を規定 結晶成長条件の変更	成長結晶の形状を規定																1
	成長結晶の組成を規定																
	結晶成長方位の変更							1									1
	結晶回転数・るつぼ回転数の調整																
	結晶成長温度の調整			1													3
	結晶成長圧力の調整			1													2
	結晶成長雰囲気調整																1
	メルト、原料の調整（成長中）		1	2				1			1						1
	結晶冷却条件の調整										1						
結晶成長装置の改良	複数回成長の実施																3
	その他結晶成長条件の変更																
	ヒーターの改良			1													
	ガス導入・排気部分の改良																
	成長炉内に付加装置の設置																
	るつぼ、成長容器の保持材の改良			1													
	種結晶支持部材の改良				2	1		1		1			1				2
	観察・測定装置の設置																
るつぼ、成長容器の改良	原料供給機構の設置													1			1
	種結晶収容部の形状変更																1
	二重るつぼの使用													1			
	るつぼ、結晶容器の径を変化																1
	るつぼ、成長容器のその他の構造改良			1													
	るつぼ、成長容器の材質の変更			1													
	圧力調整部分の付加																
	成長用アンプル、密封容器の改良																
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の形状を規定																1
	種結晶、下地基板の組成を規定																
	種結晶、下地基板の表面処理						1										1
原料、メルトの改良	不純物元素、濃度を規定															1	
	組成比の調整							1									
	溶媒物質の使用	1											1				1
	使用原料の変更				1								1				2
	補助剤の添加																3
	使用原料の加工			2								1					2
	原料チャージの改良					1											1
	その他原料・メルトの改良																

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-7 溶液成長法の課題に対する解決手段の詳細 (2/2)

課題 解決手段		基板品質向上	大口径化	品質安定化						生産性の向上		コストダウン		その他			
		EPDの低減化	種結晶、下地基板の大型化	口径拡大化	シーディングの再現性向上	固液界面形状の制御性向上	メルトの安定化	結晶径の制御性向上	成長圧力の制御性向上	成長速度の安定化	原料供給口、排気口の閉塞防止	結晶成長速度の向上	結晶成長時間の短縮	原料合成時間短縮化	るつぼ、成長容器の破損防止	装置・設備費用の削減	デバイス作製時の歩留まり向上
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の形状を規定																1
	成長結晶の組成を規定																
結晶成長条件の変更	結晶成長方位の変更																
	結晶回転数・るつぼ回転数の調整				1												
	結晶成長温度の調整	1								1							
	結晶成長圧力の調整										1						
	結晶成長雰囲気調整					1											
	メルト、原料の調整（成長中）								2		1						
	結晶冷却条件の調整																
	複数回成長の実施																
結晶成長装置の改良	その他結晶成長条件の変更			1													
	ヒーターの改良				1						2						
	ガス導入・排気部分の改良							1									
	成長炉内に付加装置の設置										1						1
	るつぼ、成長容器の保持材の改良														1		
	種結晶支持部材の改良		1														
	観察・測定装置の設置						1										
	原料供給機構の設置					1		1	1			1					
るつぼ、成長容器の改良	種結晶収容部の形状変更																
	二重るつぼの使用																
	るつぼ、結晶容器の径を変化																
	るつぼ、成長容器のその他の構造改良																
	るつぼ、成長容器の材質の変更					1									1	1	
	圧力調整部分の付加														1		
	成長用アンプル、密封容器の改良								1								
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の形状を規定																
	種結晶、下地基板の組成を規定		1														
	種結晶、下地基板の表面処理																
原料、メルトの改良	不純物元素、濃度を規定																
	組成比の調整																
	溶媒物質の使用																
	使用原料の変更									1	1	1		1		1	
	補助剤の添加																
	使用原料の加工				1												
	原料チャージの改良																
	その他原料・メルトの改良									1							

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-7の色をつけた箇所について、表1.4.3-8に溶液成長法の課題に対する解決手段の出願人を示す。

他の技術要素と比べ、科学技術振興機構、神奈川科学技術アカデミー、静岡大学などの公的研究機関の出願が見られる。溶液成長法の出願が多い窒化ガリウム（GaN）や酸化亜鉛（ZnO）の化合物半導体基板は、次世代の化合物半導体デバイスの基板として期待されており、この11年間は基礎的な研究段階にあったといえる。

企業による出願人については、リコー、日本碍子、東京電波、日亜化学工業など、化合物半導体基板メーカー以外の出願人が多く見られる。

表1.4.3-8 溶液成長法の課題に対する解決手段の出願人（1/3）

課題 解決手段		結晶品質向上		
		結晶欠陥発生防止		その他結晶品質の向上
		成長結晶の多結晶化防止（成長前）		
		種結晶以外の結晶核の発生防止	種結晶、下地基板の劣化防止	実用サイズの結晶化
結晶成長条件の変更	結晶成長温度の調整	リコー 特開2002-201100		科学技術振興機構 特開2002-003300 静岡大学 特許3520333 東京電波 特開2003-146800
	結晶成長圧力の調整	リコー 特開2004-189590		リコー 特開2003-292400 アンモ/スフ/カ/ジ/オ/ラ/ニ/チ/ヨ/ン/オ/ト/ホ/ウ/イ/ト/ニ/ア/（ホ-ランド）, 日亜化学工業（共願） 特開2004-168656
	メルト、原料の調整（成長中）	日本碍子 特開平06-279191 リコー 特開2004-168650		日立電線 特許3622440
	複数回成長の実施			日本碍子 特開平07-242496 日立電線 特開平10-007496 シャープ 特開2000-044399
結晶成長装置の改良	種結晶支持部材の改良		神奈川科学技術アカデミー, 池主 透, 昭和電工（共願） 特開平08-208366 神奈川科学技術アカデミー, スタイル電気（共願） 特許2641387	神奈川科学技術アカデミー, 奥野 保男, スタイル電気（共願） 特許2644424 リコー 特開2001-064098

（1992年1月～2002年12月の出願）

表1.4.3-8 溶液成長法の課題に対する解決手段の出願人（2/3）

課題 解決手段		結晶品質向上		
		結晶欠陥発生防止	電氣的特性の向上	その他結晶品質の向上
		成長結晶の多結晶化防止（成長前）		
		種結晶以外の結晶核の発生防止	抵抗率の制御	実用サイズの結晶化
原料、メルトの改良	使用原料の変更			科学技術振興機構 特開2002-293696 アンモ/スフ/カ/ジ/オ/ラ/ニ/チ/ヨ/ン/オ/ト/ホ/ウ/イ/ト/ニ/ア/（ホ-ランド）、日亜化学工業（共願） 特開2003-040699
	補助剤の添加		日本碍子（3） 特開平06-090034 特開平06-279192 特開平07-242495	
	使用原料の加工	東京電波（2） 特開2003-146657 特開2003-335518		日本碍子 特開平06-092794 三菱化学 特開2004-002152

（1992年1月～2002年12月の出願）

課題を「種結晶以外の結晶核の発生防止」とする出願についてみると、リコーは「結晶成長条件の変更」を解決手段とする出願をしているが、東京電波は「原料、メルトの改良」の中でも「使用原料の加工」を解決手段とする出願をしており、同じ課題でも出願人により解決手段が異なっている。

課題を「抵抗率の制御」とする出願は溶液成長法では5件と少ないが、そのうちの3件について日本碍子が「原料、メルトの改良」の「補助剤の添加」を解決手段とする出願をしている。また、溶液成長法で「補助剤の添加」を解決手段としている出願はこの3件のみでありニッチな技術といえる。

一方で、課題を「実用サイズの結晶化」とする出願については、さまざまな解決手段について多くの出願人により出願されており、実用サイズの結晶を得るために広く技術開発が行われていることが分かる。

表1.4.3-8 溶液成長法の課題に対する解決手段の出願人 (3/3)

課題 解決手段		品質安定化		生産性の向上	
		成長速度の安定化		結晶成長速度の向上	
結晶成長条件の変更	メルト、原料の調整 (成長中)	リコー(2)	特開2003-206198 特開2003-300799	リコー	特開2002-068897
結晶成長装置の改良	ヒーターの改良			神奈川科学技術アカデミー、スタンレー電気 (共願)(2)	特許2706204 特許3038098

(1992年1月～2002年12月の出願)

課題を「成長速度の安定化」、「結晶成長速度の向上」とする成長速度に関する出願については、リコーが「メルト、原料の調整(成長中)」を解決手段とする出願をしているが、神奈川科学技術アカデミーとスタンレー電気は「ヒーターの改良」を解決手段としており出願人により解決手段が異なっている。

d. その他液相成長法

図1.4.3-5に、その他液相成長法の課題に対する解決手段の分布を示す。

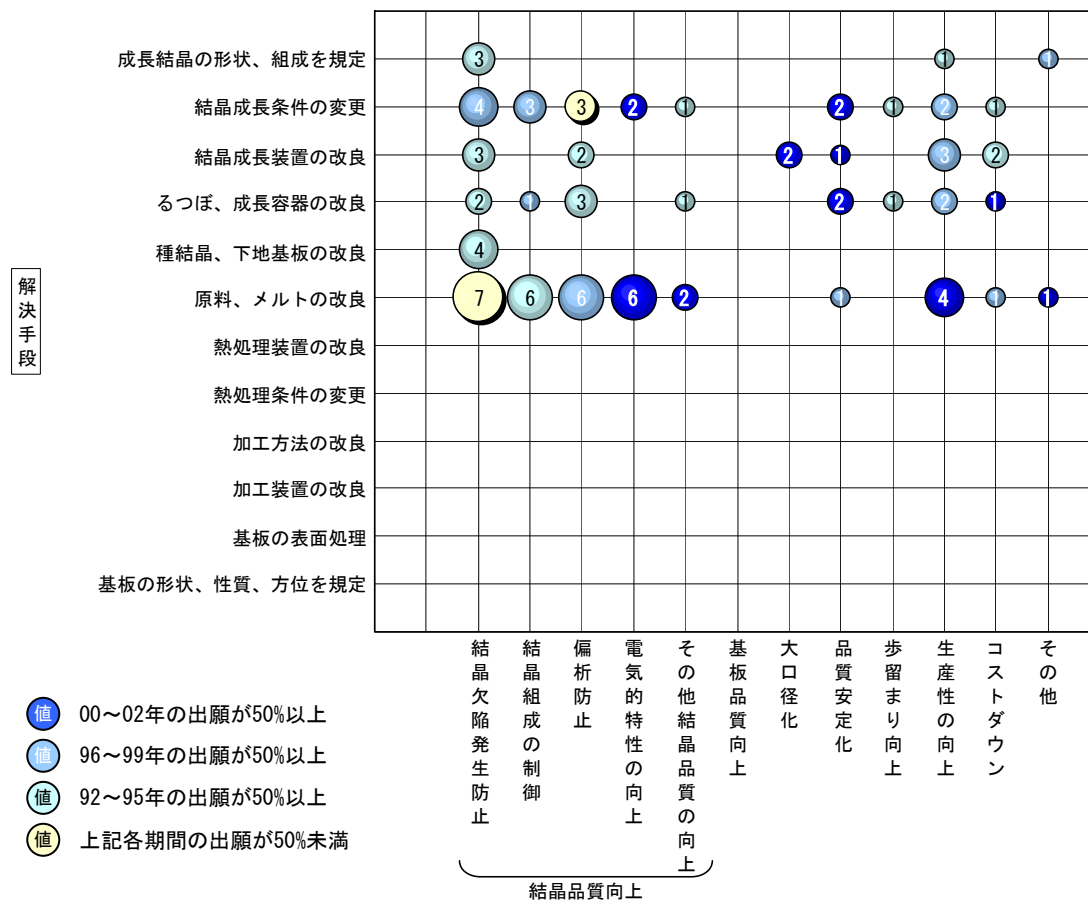
課題についてみると「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「偏析防止」となっている。

他の成長法に比べて、課題を「偏析防止」とする出願の割合が高いのは、ヒ化インジウムガリウム（InGaAs）やテルル化カドミウムマンガン水銀（CdMnHgTe）などの3元素以上からなる混晶と呼ばれる化合物半導体を、ゾーンメルティング法や複数の成長法の組合せにより結晶成長を行う出願が含まれるためである。

解決手段についてみると、「原料、メルトの改良」に関する出願が最も多く、次いで「結晶成長条件の変更」となっている。

出願時期についてみると、「結晶品質向上」では、「結晶欠陥発生防止」の課題については、1992～95年の出願が多いが、「電気的特性の向上」については00～02年の出願が多くなっている。

図1.4.3-5 その他液相成長法の課題に対する解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-9に、その他の液相成長法の課題に対する解決手段の詳細について示す。

表1.4.3-9 その他液相成長法の課題に対する解決手段の詳細 (1/2)

課題
--

(1992年1月～2002年12月の出願)

「結晶品質向上」の「偏析防止」の中でも、「混晶の偏析防止」を課題とする出願が多いことが分かる。これに対する解決手段としては「原料、メルトの改良」の出願が多いが、中でも「原料チャージの改良」に関する出願が多い。例えば、構成元素が有する偏析係数を考慮して原料のチャージ順序の変更などをするものである。

表1.4.3-9 その他液相成長法の課題に対する解決手段の詳細（2/2）

課題 解決手段		大口径化	品質安定化			歩留まり向上	生産性の向上				コストダウン	その他					
		その他大口径化	シーディングの再現性向上	固液界面形状の制御性向上	メルトの安定化	成長温度の制御性向上	割れ、欠けの防止	単結晶化率の向上	結晶成長速度の向上	原料合成時間短縮化	工程簡略化	結晶成長の長尺化	大量処理化	るつぼ、成長容器の破損防止	装置・設備費用の削減	デバイス特性の向上	環境、安全対策
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の形状を規定												1				
	成長結晶の組成を規定															1	
結晶成長条件の変更	結晶成長方位の変更		1														
	結晶成長温度の調整								1								
	結晶成長圧力の調整																
	固液界面位置の調整			1													
	メルト、原料の調整（成長中）									1				1			
	結晶成長速度の規定																
	結晶冷却条件の調整						1										
	複数回成長の実施																
結晶成長装置の改良	その他結晶成長条件の変更																
	ヒーターの改良	1				1											
	ガス導入・排気部分の改良	1															
	成長炉内に付加装置の設置													1			
	るつぼ、成長容器の保持材の改良											3					
	種結晶支持部材の改良														1		
るつぼ、成長容器の改良	観察・測定装置の設置																
	二重るつぼの使用																
	るつぼ、結晶容器の径を変化																
	断面形状を円形以外の形状に変更																
	補助部材の使用																
	るつぼ、成長容器の材質の変更					1		1	1		1			1			
種結晶、下地基板の改良	圧力調整部分の付加			1													
	成長用アンプル、密封容器の改良																
原料、メルトの改良	種結晶、下地基板の形状を規定																
	種結晶、下地基板の組成を規定																
	不純物元素、濃度を規定																
	組成比の調整								1								
	溶媒物質の使用								2								
	使用原料の変更																1
	補助剤の添加																
	使用原料の加工																
原料作製装置の変更	封止剤の組成、形状、使用量を規定													1			
	原料チャージの改良											1					
	原料作製装置の変更				1												

（1992年1月～2002年12月の出願）

表1.4.3-9で色をつけた箇所について、表1.4.3-10にその他液相成長法の課題に対する解決手段の出願人を示す。

出願人についてみると、半導体研究振興会、産業技術総合研究所などの公的研究機関による出願も見られる。

特に出願が集中する出願人もなく、さまざまな出願人により出願がされていることが分かる。

表1.4.3-10 その他液相成長法の課題に対する解決手段の出願人（1/3）

課題 解決手段		結晶品質向上	
		結晶欠陥発生防止	結晶組成の制御
		面欠陥発生防止	
		双晶発生防止	混晶の組成制御
結晶成長条件の変更	結晶成長方位の変更	新日鉱ホールディングス 特開平10-212192 アコロラト 特開2000-086399	
原料、メルトの改良	組成比の調整		富士通 特許3557690 NECトキン 特開2000-199882

（1992年1月～2002年12月の出願）

表1.4.3-10 その他液相成長法の課題に対する解決手段の出願人（2/3）

課題 解決手段		結晶品質向上	
		偏析防止	電気的特性の向上
		混晶の偏析防止	抵抗率の制御
結晶成長条件の変更	複数回成長の実施	半導体研究振興会、東北特殊鋼（共願） 特開平08-301686 アイエチアイエフスペース 特開2001-048700	
原料、メルトの改良	不純物元素、濃度を規定		新日鉱ホールディングス(2) 特開2002-241199 特開2003-277197 東芝 特開平06-056597
	組成比の調整		住友金属鉱山(2) 特開2000-154096 特開2000-154097
	使用原料の変更	日本碍子 特開平11-343195 富士通 特許3435118	
	原料チャージの改良	NECトキン(2) 特開平10-036198 特開2000-273000 半導体研究振興会、東北特殊鋼（共願） 特開平08-067594	

（1992年1月～2002年12月の出願）

表1.4.3-10 その他液相成長法の課題に対する解決手段の出願人（3/3）

課題 解決手段		生産性の向上	
		結晶成長速度の向上	大量処理化
結晶成長装置の改良	るつぼ、成長容器の保持材の改良		新日鉱ホールディングス(2) 特許2933517 特開2001-089299 日本碍子 特許3513046
原料、メルトの改良	溶媒物質の使用	新日鉱ホールディングス 特開平07-069798 産業技術総合研究所、岡 邦彦（共願） 特許3548910	

（1992年1月～2002年12月の出願）

(3) 気相成長

a. 昇華法

図1.4.3-6に、昇華法の課題に対する解決手段の分布を示す。

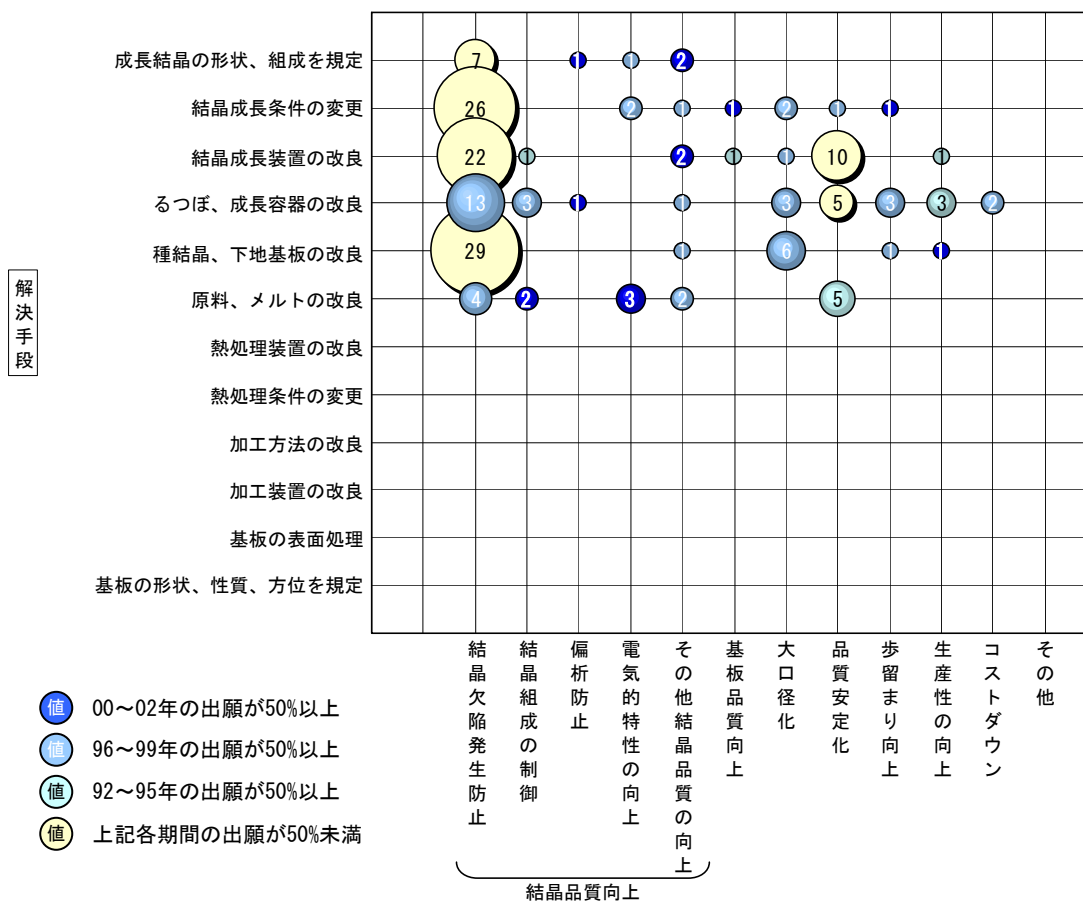
課題についてみると、「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「品質安定化」となっている。

「結晶欠陥発生防止」の課題に対する解決手段としては、「種結晶、下地基板の改良」に関する出願が29件と最も多いが、次いで「結晶成長条件の変更」が26件、「結晶成長装置の改良」が22件と出願件数にほとんど差がなく、さまざまな解決手段が出願されている。

一方、「品質安定化」の課題に対する解決手段としては、「結晶成長装置の改良」が10件で最も多く、次いで「るつぼ、成長容器の改良」が5件ずつである。

出願時期についてみると、「結晶欠陥発生防止」と「品質安定化」については、特に出願が集中する期間もなく、継続した課題といえる。

図1.4.3-6 昇華法の課題に対する解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-11に、昇華法の課題に対する解決手段の詳細を示す。

表1.4.3-11の昇華法の課題に対する解決手段の詳細（1/3）についてみると、出願の最も多い課題である「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」の中で、「低転位化（線状欠陥発生防止）」の「マイクロパイプ欠陥の防止」に関する出願が最も多く、次いで「成長結晶の多結晶化防止（成長中）」の「不純物混入による結晶欠陥発生防止」、「結晶多形（ポリタイプ）の生成防止」となっている。これは、「マイクロパイプ欠陥の防止」と「結晶多形（ポリタイプ）の生成防止」は、炭化ケイ素（SiC）に関する課題であるが、昇華法の出願件数171件のうち、炭化ケイ素（SiC）に関する出願が151件と88%を占めることによる。

「マイクロパイプ欠陥の防止」の課題に対しては、解決手段として「種結晶、下地基板の改良」、「結晶成長装置の改良」の「種結晶支持部材の改良」、「結晶成長条件の変更」の「結晶成長方位の変更」の出願が見られる。種結晶の結晶性や成長方位、種結晶の取り付け位置などにより結晶欠陥の発生が防止できることから、種結晶に関連する出願が多い。

「不純物混入による結晶欠陥発生防止」の課題に対して、「結晶成長条件の変更」の「結晶成長雰囲気調整」や「結晶成長装置の改良」の「ガス導入・排気部分の改良」の出願が見られる。これは、炭化ケイ素（SiC）を結晶成長する改良レーリー法において、不純物混入防止のために成長炉内に不活性ガスを導入し、圧力を調整するガス導入・排気の改良や成長中の不活性ガス濃度を規定するものなどである。

「結晶多形（ポリタイプ）の生成防止」の課題に対しては、「結晶成長条件の変更」を中心に「出願」がされている。

表1.4.3-11の昇華法の課題に対する解決手段の詳細（2/3）についてみると、課題を「大口径化」の「口径拡大化」とする出願が多い。これに対する解決手段としては、「るつぼ、成長容器の改良」の「結晶形状制御用のガイド部材の設置」や「種結晶、下地基板の改良」の「種結晶、下地基板の形状を規定」とする出願がされている。これは、急激な口径拡大による結晶欠陥の発生や歪みを防止したり、急激な口径拡大に耐えうる種結晶の形状を規定するものである。

表1.4.3-11の昇華法の課題に対する解決手段の詳細（3/3）についてみると、課題を「品質安定化」の「成長速度の安定化」とする出願が多い。これは、結晶成長が進むにつれて昇華した結晶原料構成比のずれなどにより安定した成長が行われない場合があることによる。

この課題に対する解決手段として、「原料、メルトの改良」の「原料チャージの改良」の出願が多い。これは、原料のチャージ順序や分離配置などにより昇華した結晶原料構成比を安定化するものである。

表1.4.3-11 昇華法の課題に対する解決手段の詳細 (1/3)

課題 解決手段		結晶品質向上											
		結晶欠陥発生防止											
		陥発生防止	低転位化(線状欠陥発生防止)	点欠陥発生防止	面欠陥発生防止	体積欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止(成長前)	成長結晶の多結晶化防止(成長中)	成長結晶の多結晶化防止(成長後)	成長結晶の多結晶化防止(成長後)	成長結晶の多結晶化防止(成長後)	成長結晶の多結晶化防止(成長後)	成長結晶の多結晶化防止(成長後)
		マイクロパイプ欠陥の防止	スリップ転位発生防止	双晶発生防止	積層欠陥発生防止	種結晶以外の結晶核の発生防止	種結晶、下地基板の劣化防止	結晶多形(ポリタイプ)の生成防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、基板からの転位の伝播防止	不純物混入による結晶欠陥発生防止	メルト、原料ガス対流による結晶欠陥発生防止	熱歪みによる転位発生防止
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の形状を規定	1											2
	成長結晶の組成を規定	2											
	その他機能層を形成	1						1					
結晶成長条件の変更	結晶成長方位の変更	4			4			1					
	結晶成長温度の調整	2						2				1	
	結晶成長圧力の調整							1					
	結晶成長雰囲気調整			1				2		3			
	複数回成長の実施	1						1					
	その他結晶成長条件の変更					1		1					1
	ヒーターの改良			1							1		
	ガス導入・排気部分の改良										2		
結晶成長装置の改良	成長炉内部材の構造改良						1						
	成長炉内に付加装置の設置									1			
	るつぼ、成長容器の保持材の改良												
	種結晶支持部材の改良	7							2	3			
	観察・測定装置の設置							1					
	原料供給機構の設置									3			
	その他結晶成長装置の改良												
	種結晶収容部の形状変更												
	二重るつぼの使用	2							1				1
	るつぼ、結晶容器の径を変化						1					1	
るつぼ、成長容器の改良	結晶形状制御用のガイド部材の設置	2											
	断面形状を円形以外の形状に変更												
	補助部材の使用							1		1			
	るつぼ、成長容器のその他の構造改良	1								1			
	るつぼ、成長容器の材質の変更	1											
	種結晶、下地基板の形状を規定	3											
	種結晶、下地基板の組成を規定									2			
	種結晶、下地基板の表面処理	5	1					1		2			
	種結晶、下地基板表面に凹凸形成	2											
	種結晶、下地基板表面にマスク部形成	3											
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の裏面処理	2							1				1
	種結晶、下地基板の結晶性を規定						1		1				
	種結晶、下地基板の取り付け方法の改良						3		1				
	不純物元素、濃度を規定												
	組成比の調整												
	使用原料の変更												
	補助剤の添加										1		
	使用原料の加工	1									1		
	原料チャージの改良								1				

表1.4.3-11 昇華法の課題に対する解決手段の詳細 (2/3)

課題 解決手段		結晶品質向上								基板品質向上		大口径化	
		結晶組成の制御	結晶組成の不純物濃度の制御	偏析防止		電氣的特性の向上		その他結晶品質の向上		表面粗さの低減化	面内均一化	種結晶、下地基板の大型化	口径拡大化
				化学量論組成の偏析防止	不純物の偏析防止	導電型の制御	抵抗率の制御	実用サイズの結晶化	成長膜厚の厚膜化・均一化				
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の形状を規定												
	成長結晶の組成を規定				1		1			1			
	その他機能層を形成								1				
結晶成長条件の変更	結晶成長方位の変更						1						1
	結晶成長温度の調整								1				
	結晶成長圧力の調整						1						
	結晶成長雰囲気調整												
	複数回成長の実施									1			1
	その他結晶成長条件の変更												
	結晶成長装置の改良												
結晶成長装置の改良	ヒーターの改良								1				
	ガス導入・排気部分の改良								1				
	成長炉内部材の構造改良										1		
	成長炉内に付加装置の設置												
	るつぼ、成長容器の保持材の改良												
	種結晶支持部材の改良												1
	観察・測定装置の設置												
	原料供給機構の設置	1											
	その他結晶成長装置の改良												
	種結晶収容部の形状変更												
るつぼ、成長容器の改良	二重るつぼの使用	1											
	るつぼ、結晶容器の径を変化			1									
	結晶形状制御用のガイド部材の設置												2
	断面形状を円形以外の形状に変更												
	補助部材の使用								1				
	るつぼ、成長容器のその他の構造改良												1
	るつぼ、成長容器の材質の変更		2										
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の形状を規定											2	2
	種結晶、下地基板の組成を規定											2	
	種結晶、下地基板の表面処理												
	種結晶、下地基板表面に凹凸形成												
	種結晶、下地基板表面にマスク部形成							1					
	種結晶、下地基板の裏面処理												
	種結晶、下地基板の結晶性を規定												
	種結晶、下地基板の取り付け方法の改良												
原料、メルトの改良	不純物元素、濃度を規定					1	1			1			
	組成比の調整												
	使用原料の変更		2			1							
	補助剤の添加							1					
	使用原料の加工												
	原料チャージの改良												

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-11 昇華法の課題に対する解決手段の詳細 (3/3)

課題 解決手段		品質安定化					歩留まり向上		生産性の向上				コストダウン			
		メルトの安定化	結晶径の制御性向上	成長温度の制御性向上	成長圧力の制御性向上	成長速度の安定化	結晶品質の安定化	ウエハ切出し枚数の増加	単結晶化率の向上	その他歩留まり向上	結晶成長時間の短縮	熱処理・加工時間の短縮化	工程簡略化	結晶成長の長尺化	るつぼ、成長容器の破損防止	装置・設備費用の削減
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の形状を規定															
	成長結晶の組成を規定															
	その他機能層を形成															
結晶成長条件の変更	結晶成長方位の変更							1								
	結晶成長温度の調整															
	結晶成長圧力の調整															
	結晶成長雰囲気調整					1										
	複数回成長の実施															
	その他結晶成長条件の変更															
結晶成長装置の改良	ヒーターの改良			2												
	ガス導入・排気部分の改良					2										
	成長炉内部材の構造改良															
	成長炉内に付加装置の設置															
	るつぼ、成長容器の保持材の改良			1												
	種結晶支持部材の改良															
	観察・測定装置の設置	1		1			1				1					
	原料供給機構の設置															
	その他結晶成長装置の改良			2												
るつぼ、成長容器の改良	種結晶収容部の形状変更								1							
	二重るつぼの使用															
	るつぼ、結晶容器の径を変化										1					
	結晶形状制御用のガイド部材の設置		2									1				
	断面形状を円形以外の形状に変更						1									
	補助部材の使用				1	2		1						1		
	るつぼ、成長容器のその他の構造改良														1	
	るつぼ、成長容器の材質の変更															1
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の形状を規定															
	種結晶、下地基板の組成を規定									1						
	種結晶、下地基板の表面処理															
	種結晶、下地基板表面に凹凸形成															
	種結晶、下地基板表面にマスク部形成															
	種結晶、下地基板の裏面処理															
	種結晶、下地基板の結晶性を規定										1					
	種結晶、下地基板の取り付け方法の改良															
原料、メルトの改良	不純物元素、濃度を規定															
	組成比の調整					1										
	使用原料の変更															
	補助剤の添加				1											
	使用原料の加工															
	原料チャージの改良					3										

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-11の中で色をつけた箇所について、表1.4.3-12に昇華法の課題に対する解決手段の出願人を示す。

出願人についてみると、新日本製鐵、デンソーと豊田中央研究所の出願が多い。

表1.4.3-12の昇華法の課題に対する解決手段の出願人(1/3)、(2/3)をみると、「マイクロパイプ欠陥の防止」の課題に対して、両出願人ともさまざまな解決手段について出願をしているが、デンソーと豊田中央研究所は「結晶成長装置の改良」の「種結晶支持部材の改良」を解決手段とする出願が多い。一方、新日本製鐵は「種結晶、下地基板の改良」の中でも「種結晶、下地基板の形状を規定」、「種結晶、下地基板表面にマスク部形成」を解決手段とする出願が多く、出願人により特徴が見られる。

課題が「成長結晶の多結晶化防止（成長前）」の「種結晶、下地基板の劣化防止」に対しては、デンソーと豊田中央研究所は「種結晶、下地基板の取り付け方法の改良」について出願している。このことからデンソーと豊田中央研究所は、種結晶自体に関する出願だけではなく種結晶支持部材や取り付け方法に関する出願も行っていることが分かる。

表1.4.3-12の昇華法の課題に対する解決手段の出願人(3/3)をみると、「大口径化」の「種結晶、下地基板の大型化」の課題に対して、デンソーと豊田中央研究所が、「種結晶、下地基板の改良」に多くの出願をしていることが分かる。デンソーと豊田中央研究所は、「大口径化」に対して、いかに結晶の口径を拡大するかではなく、種結晶自体の大型化を課題として解決手段を提案している。

表1.4.3-12 昇華法の課題に対する解決手段の出願人（1/3）

課題 解決手段		結晶品質向上		
		結晶欠陥発生防止		
		低転位化 （線状欠陥発生防止）	面欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止 （成長中）
		マイクロパイプ欠陥の防止	積層欠陥発生防止	不純物混入による 結晶欠陥発生防止
結晶成長条件の変更	結晶成長方位の変更	新日本製鐵(2) 特許3532978 特開平10-017399 デンソー 特許3491429 シスオン、関西電力、三菱商事、 住友電気工業(共願) 特開2001-080997	豊田中央研究所、デンソー (共願)(2) 特開2003-119097 特開2003-321298 新日本製鐵(2) 特開2003-300796 特開2003-342099	
	結晶成長雰囲気調整			新日本製鐵(2) 特開平08-208380 特開平08-208394 ジーマス AG(ドイツ) 特表2003-504298
結晶成長装置の改良	種結晶支持部材の改良	デンソー、豊田中央研究所 (共願)(4) 特許3491402 特開平11-349400 特開2000-044394 特開2000-044396 三洋電機 特開平08-245299 デンソー 特許3491430 昭和電工 特開2002-012500		住友電気工業 特開平08-002995 デンソー 特開平11-079885 日本ビラー工業 特許2964080
	原料供給機構の設置			昭和電工(2) 特開2000-319098 W02001/048277 日新製鋼 特開平06-001699

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-12 昇華法の課題に対する解決手段の出願人 (2/3)

課題 解決手段		結晶品質向上		
		結晶欠陥発生防止		
		低転位化 (線状欠陥発生防止)	成長結晶の多結晶化防止 (成長前)	成長結晶の多結晶化防止 (成長中)
		マイクロパイブ欠陥の防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、基板からの 転位の伝播防止
種結晶、 下地基板 の改良	種結晶、下 地基板の形 状を規定	新日本製鐵(2) 特開平10-045499 特開2003-137694 東芝 特開2003-095797		
	種結晶、下 地基板の組 成を規定			デッソー 特開平11-079896 アドバンスト テクノロジーズ マテリアルズ INC(米国) 特表2003-527296
	種結晶、下 地基板の表 面処理	デッソー、豊田中央研究所 (共願)(2) 特開2000-053498 特開2001-158697 新日本製鐵 特開平08-208398 産業技術総合研究所, デッソー, 昭和電工(共願) 特開2003-063890 デッソー 特開2003-137696		日新製鋼 特開平05-208897 デッソー 特開2001-002499
	種結晶、下 地基板表面 に凹凸形成	松下電器産業 特許3520571 新日本製鐵 特開2002-121099		
	種結晶、下 地基板表面 にマスク部 形成	新日本製鐵(3) 特開2001-294498 特開2003-176200 特開2003-183097		
	種結晶、下 地基板の裏 面処理	デッソー、産業技術総合研究所 (共願) 特開2003-119098 新日本製鐵 特開2003-226600		
	種結晶、下 地基板の取 り付け方法 の改良		豊田中央研究所, デッソー (共願)(3) 特開平11-171691 特開平11-171698 特開平11-268994	

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-12 昇華法の課題に対する解決手段の出願人 (3/3)

課題 解決手段		大口径化		品質安定化
		種結晶、下地基板の大型化	口径拡大化	成長速度の安定化
種結晶、下 地基板の改 良	種結晶、下地基 板の形状を規定	デッソー、豊田中央研究所 (共願) 特開平11-268989 トウ シックス INC(米国) 特表2003-527298	東芝 特許3251687 スタンレー電気 特許3109659	
	種結晶、下地基 板の組成を規定	デッソー 特開平09-077595 デッソー、豊田中央研究所 (共願) 特開平09-263498		
原料、メル トの改良	原料チャージの 改良			住友電気工業 特開平08-073300 デッソー、豊田中央研究所 (共願) 特開2000-007492 デッソー 特開2001-192299

(1992年1月～2002年12月の出願)

b. 化学気相堆積法

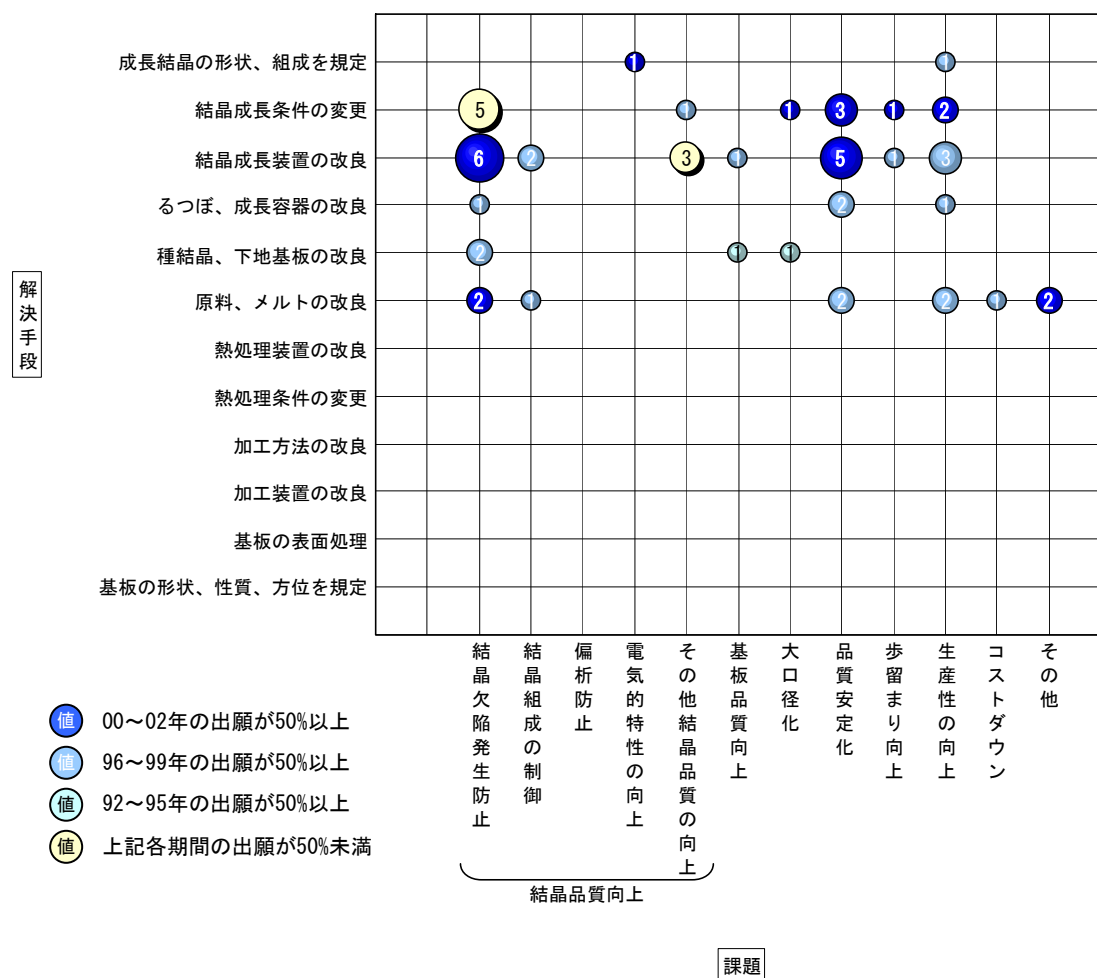
図1.4.3-7に、化学気相堆積法の課題に対する解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「品質安定化」となっている。

解決手段についてみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多く、次いで「結晶成長条件の変更」となっている。

出願時期についてみると、「結晶成長装置の改良」、「結晶成長条件の変更」を解決手段とする出願が、2000～02年に増加しており、近年はこれらの開発が中心に進められている。その他の解決手段については、96～99年に増加が多かったことが分かる。

図1.4.3-7 化学気相堆積法の課題に対する解決手段の分布



(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-13に、化学気相堆積法の課題に対する解決手段の詳細を示す。

課題についてみると「品質安定化」の「成長速度の安定化」に関する出願が最も多く、次いで「生産性の向上」の「結晶成長速度の向上」となっている。これらの課題に対しては、特に出願が集中する解決手段もなくさまざまな解決手段が出願されている。

表1.4.3-13 化学気相堆積法の課題に対する解決手段の詳細

課題		結晶品質向上											基板品質向上	大口径化	品質安定化	歩留まり向上	生産性の向上	コストダウン	その他							
		結晶欠陥発生防止					結晶組成の制御	電気的特性の向上	その他結晶品質の向上																	
		低転位化（線状欠陥発生防止）	点欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長前）	成長結晶の多結晶化防止（成長中）	成長結晶の多結晶化防止（成長後）																				
解決手段		マイクロパイプ欠陥の防止	ミスフィット転位発生防止	種結晶以外の結晶核の発生防止	種結晶、下地基板の劣化防止	結晶多形（ポリタイプ）の生成防止	不純物混入による結晶欠陥発生防止	メルト、原料ガス対流による結晶欠陥発生防止	その他の多結晶化防止	熱歪みによる転位発生防止	化学量論組成の制御	不純物濃度の制御	導電型の制御	実用サイズの結晶化	成長膜厚の厚膜化・均一化	EPDの低減化	結晶欠陥の発生防止	種結晶、下地基板の大型化	成長速度の安定化	原料供給口、排気口の閉塞防止	単結晶化率の向上	結晶成長速度の向上	大量処理化	原料費の削減	環境、安全対策	
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の組成を規定												1													
	応力緩和層を形成																					1				
結晶成長条件の変更	結晶回転数・るつぼ回転数の調整																	1								
	結晶成長温度の調整		1														1		1							
	結晶成長圧力の調整																	1	1	2						
	結晶成長雰囲気調整				2									1												
	複数回成長の実施		1			1																				
結晶成長装置の改良	ガス導入・排気部分の改良			1		2									2			1	3	1	1					
	成長炉内部材の材質変更						1																			
	成長炉内に付加装置の設置										1											1				
	るつぼ、成長容器の保持材の改良																						1			
	種結晶支持部材の改良					2							1		1											
	観察・測定装置の設置										1															
	原料供給機構の設置																			1						
るつぼ、成長容器の改良	るつぼ、結晶容器の径を変化						1												1							
	結晶形状制御用のガイド部材の設置																						1			
	圧力調整部分の付加																		1							
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の組成を規定																	1								
	種結晶、下地基板の表面処理																1									
	種結晶、下地基板表面に凹凸形成	1							1																	
原料、メルトの改良	組成比の調整							1																		
	使用原料の変更											1							2				2		1	2
	原料チャージの改良						1						1													

解決手段についてみると、「結晶成長装置の改良」の中では「ガス導入・排気部分の改良」に関する出願が多い。これは、化学気相堆積法では多くの原料が気体で装置内に供給されることによる。

また、「原料、メルトの改良」の「使用原料の変更」に関する出願も多い。これらは、「品質安定化」や「生産性の向上」、「その他」の「環境、安全対策」といった生産段階での課題に対しての解決手段としての出願が中心である。

表1.4.3-13の中で色をつけた箇所について、表1.4.3-14に化学気相堆積法の課題に対する解決手段の出願人を示す。

課題を「結晶品質向上」とする出願人についてみると、エービービーリサーチ、オクメティック、クーリー、アイクストロンなど海外の出願人が多い。これらの海外出願人とデンスーの出願は、炭化ケイ素（SiC）のHTCVD法による結晶成長に関する出願となっている。

表1.4.3-14 化学気相堆積法の課題に対する解決手段の出願人（1/3）

課題 解決手段		結晶品質向上		
		結晶欠陥発生防止		その他結晶品質の向上
		成長結晶の多結晶化防止 （成長前）	成長結晶の多結晶化防止 （成長中）	
		種結晶、下地基板の 劣化防止	不純物混入による 結晶欠陥発生防止	
結晶成長条件の変更	結晶成長雰囲気 の調整	エービービーリサーチ LTD(スイス)、 オクメティック(フィンランド) (共願) 特表平11-513352 オクメティック(フィンランド) 特表平11-513353		クーリー INC(米国) 特表2002-508298
結晶成長装置の改良	ガス導入・排気部分の 改良		デンスー(2) 特開2003-137695 特開2003-234296	デンスー 特開2003-183098 アイクストロン AG(ドイツ) 特表2003-507319
	種結晶支持部材の改良		オクメティック(フィンランド) 特表平11-508531 クーリー INC(米国) 特表2002-510598	

(1992年1月～2002年12月の出願)

解決手段についてみると、デンソーは「結晶成長装置の改良」の「ガス導入・排気部分の改良」を解決手段として出願している。一方、住友電気工業は「原料、メルトの改良」の「使用原料の変更」を解決手段として出願しており、出願人ごとに特徴があることが分かる。

表1.4.3-14 化学気相堆積法の課題に対する解決手段の出願人（2/3）

課題 解決手段		品質安定化		生産性の向上
		成長速度の安定化	原料供給口、排気口の閉塞防止	結晶成長速度の向上
結晶成長条件の変更	結晶成長圧力の調整	住友電気工業 特開2003-342715		HOYAアドバンストセミコンタクタテクノロジー システム 特開2001-335935 フォックス グループ INC(米国) 特表2003-519064
結晶成長装置の改良	ガス導入・排気部分の改良	住友電気工業 特開2003-342719	豊田中央研究所, デンソー (共願)(2) 特開2002-362998 特開2003-002795 デンソー 特開2003-306398	デンソー 特開2003-137697

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-14 化学気相堆積法の課題に対する解決手段の出願人（3/3）

課題 解決手段		品質安定化	生産性の向上	その他
		成長速度の安定化	結晶成長速度の向上	環境、安全対策
原料、メルトの改良	使用原料の変更	住友電気工業, 西野 茂弘 (共願)(2) 特開平11-199396 特開平11-209198	住友電気工業, 西野 茂弘 (共願) 特開平11-209199 酒井 士郎 特開2000-233993	ノースロップ グラマン CORP(米国) 特表2001-526163 三洋電機, 鳥取三洋電機 (共願) 特開2003-183099

(1992年1月～2002年12月の出願)

c. 気相エピタキシャル成長法

図1.4.3-8に、気相エピタキシャル成長法の課題に対する解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「基板品質向上」に関する出願が多い。

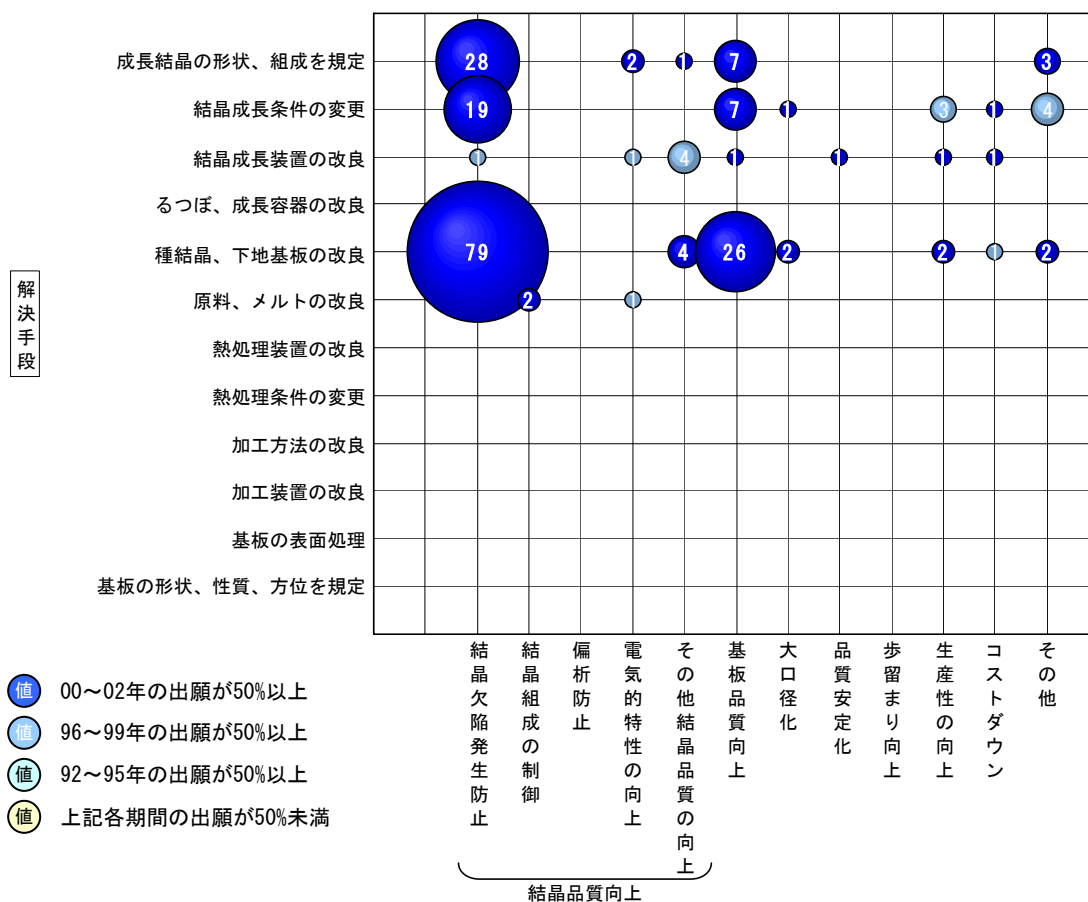
気相エピタキシャル成長法は、「1.1.3 化合物半導体基板の作製方法」で述べたように薄膜成長法を利用した結晶成長であるため、他の結晶成長法とは異なり「基板品質向上」に関する出願が多いことに特徴が見られる。

解決手段についてみると、「種結晶、下地基板の改良」に関する出願が最も多く、次いで「成長結晶の形状、組成を規定」となっている。他の結晶成長法とは異なり、これらの解決手段に関する出願が多いのも特徴である。

これは、バルク結晶成長が困難であるため気相エピタキシャル成長法を採用しており、種結晶、下地基板は結晶成長と異なる結晶を使用することが多い。結晶欠陥発生や基板品質は、種結晶、下地基板の性質や成長結晶の形状や組成が大きく影響するため、これらの解決手段が採られていることによる。

出願時期についてみると、2000～02年の出願が多いが、これは気相エピタキシャル成長法に関する出願が97年以降成長期にあり、出願が伸びていることによる。

図1.4.3-8 気相エピタキシャル成長法の課題に対する解決手段の分布



(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-15に、気相エピタキシャル成長法の課題に対する解決手段の詳細を示す。

表1.4.3-15 気相エピタキシャル成長法の課題に対する解決手段の詳細 (1/2)

課題		結晶品質向上																	
		結晶欠陥発生防止										結晶組成の制御		電気的特性の向上		その他結晶品質の向上			
		低転位化（線状欠陥発生防止）	面欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長前）	成長結晶の多結晶化防止（成長中）	成長結晶の多結晶化防止（成長後）	結晶組成の制御	電気的特性の向上	その他結晶品質の向上										
解決手段		貫通転位発生防止	ミスフィット転位発生防止	双晶発生防止	積層欠陥発生防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の劣化防止	
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の形状を規定		1																
	成長結晶の組成を規定														2				
	応力緩和層を形成	4	10						1		11					1			
	その他機能層を形成								1										
結晶成長条件の変更	結晶成長方位の変更			1								1							
	結晶成長温度の調整							1											
	結晶成長圧力の調整	1									1								
	結晶成長速度の規定	1																	
	複数回成長の実施	6	1						1		2	1							
	その他結晶成長条件の変更		1				1												
	ガス導入・排気部分の改良					1										2			
結晶成長装置の改良	成長炉内部材の材質変更																	1	
	成長炉内に付加装置の設置																		
	種結晶支持部材の改良															1			
	原料供給機構の設置														1				
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の形状を規定		1								4								
	種結晶、下地基板の組成を規定	1	3		2						7					1			
	種結晶、下地基板の表面処理		2					1			1								
	種結晶、下地基板表面に凹凸形成	5	6	1						2	3								
	種結晶、下地基板表面にマスク部形成	6	8						2	1	1	9				2			
	種結晶、下地基板表面に凹凸とマスク部形成	5								1		2							
	種結晶、下地基板の裏面処理		1									4					1		
原料、メルトの改良	使用原料の変更												1	1					
	使用原料の加工											1							

(1992年1月～2002年12月の出願)

課題についてみると、「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」の中でも「低転位化（線状欠陥発生防止）」と「成長結晶の多結晶化防止（成長後）」の「熱歪みによる転位発生防止」に関する出願が多い。下地基板と成長結晶の格子定数の不整合や熱膨張率係数の差による結晶冷却時の転位発生が、気相エピタキシャル成長法では大きな課題となっていることが分かる。

これらに対する解決手段として、「成長結晶の形状、組成を規定」では「応力緩和層を形成」とする出願が多い。また、「種結晶、下地基板の改良」では、「種結晶、下地基板の組成を規定」、「種結晶、下地基板表面に凹凸形成」、「種結晶、下地基板表面にマスク部形成」とする出願が多い。

表1.4.3-15 気相エピタキシャル成長法の課題に対する解決手段の詳細（2/2）

課題	解決手段	上 基板品質向			大口径化		品質安定化	上 生産性の向			ンコストダウ			その他	
		表面粗さの低減化	反りの低減化	E P D の低減化	結晶欠陥の発生防止	種結晶、下地基板の大型化	成長速度の安定化	結晶成長速度の向上	結晶成長時間の短縮	工程簡略化	るつぼ、成長容器の破損防止	装置部材の破損・劣化防止	原料費の削減	エピタキシャル成長膜の品質向上	デバイス特性の向上
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の形状を規定		2												
	成長結晶の組成を規定														
	応力緩和層を形成		4	1											3
	その他機能層を形成														
結晶成長条件の変更	結晶成長方位の変更	2						1						1	1
	結晶成長温度の調整										1				
	結晶成長圧力の調整				1										1
	結晶成長速度の規定														
	複数回成長の実施	2		2					1	1					1
	その他結晶成長条件の変更		1												
結晶成長装置の改良	ガス導入・排気部分の改良		1					1				1			
	成長炉内部材の材質変更														
	成長炉内に付加装置の設置						1								
	種結晶支持部材の改良														
	原料供給機構の設置														
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の形状を規定		1												
	種結晶、下地基板の組成を規定		8	1											1
	種結晶、下地基板の表面処理	1				1				1					
	種結晶、下地基板表面に凹凸形成		1	5						1			1		
	種結晶、下地基板表面にマスク部形成			6	1										
	種結晶、下地基板表面に凹凸とマスク部形成			2										1	
原料、メルトの改良	種結晶、下地基板の裏面処理	1													
	使用原料の変更														
	使用原料の加工														

（1992年1月～2002年12月の出願）

また、「基板品質向上」では「反りの低減化」と「EPDの低減化」とする課題に関する出願が多い。基板の反りは成長結晶の熱歪みにより発生し、EPDは成長結晶の結晶欠陥が大きく影響することから、「結晶欠陥発生防止」の課題と同様に、解決手段として「成長結晶の形状、組成を規定」の「応力緩和層を形成」や、「種結晶、下地基板の改良」とする出願が多くなっている。

表1.4.3-15の中で色をつけた箇所について、表1.4.3-16に気相エピタキシャル成長法の課題に対する解決手段の出願人を示す。

出願人についてみると、日亜化学工業、豊田合成、松下電器産業など化合物半導体デバイスを製造販売しているメーカーが多く見られ、保有するデバイス作製に必要な気相エピタキシャル成長法の技術を化合物半導体基板開発に活かしていることが分かる。

どの課題、解決手段についてもさまざまな出願人による出願がされており、特定の出願人に限られてはいない。気相エピタキシャル成長法により作製が期待されているものには窒化ガリウム（GaN）基板が挙げられ、出願のほとんどがこれに関するものである。窒化ガリウム（GaN）基板の製品化を発表した企業はあるものの広く一般には使用されておらず、まだ研究段階にあり多くの出願人が出願している。

表1.4.3-16 気相エピタキシャル成長法の課題に対する解決手段の出願人（1/3）

課題 解決手段		結晶品質向上		
		結晶欠陥発生防止		
		低転位化（線状欠陥発生防止）		成長結晶の多結晶化防止（成長後）
		貫通転位発生防止	ミスフィット転位発生防止	熱歪みによる転位発生防止
成長結晶の形状、組成を規定	応力緩和層を形成	日本電気 特許3094965 ソニー 特開平11-243253 東芝 特開2001-342100 豊田合成、豊田中央研究所（共願） 特開2002-299253	松下電器産業(2) 特開平11-074199 特開2000-106348 昭和電工(2) 特開2004-115305 特開2004-119423 三菱電線工業 特開平07-273048 キャノン 特開2003-045798 日本碍子 特開2003-282434 住友電気工業 特開2004-111865 日亜化学工業 特開2004-119807 ユニバーシティ オブ カリフォルニア(米国) 特表2004-506323	松下電器産業(3) 特開2001-332502 特開2002-217113 特開2003-224071 日亜化学工業(2) 特開2003-063895 特開2003-037066 TDK 特開平11-162852 豊田合成、豊田中央研究所（共願） 特開2002-241192 ソニー、日本電気（共願） 特開2002-305160 豊田合成 特開2003-037069 三星電子（韓国） 特開2002-299267 ニトロネックス CORP(米国) 特表2004-524250
結晶成長条件の変更	複数回成長の実施	日亜化学工業(3) 特開2002-223041 特許3613197 特開2003-017420 富士写真フイルム 特開2002-064063 理化学研究所 特開2002-093720 豊田合成 特開2003-124128	日亜化学工業 特開平11-251253	シービーエルテクノロジーズ INC(米国)、松下電器産業（共願） 特表2004-508268

（1992年1月～2002年12月の出願）

表 1.4.3-16 気相エピタキシャル成長法の課題に対する解決手段の出願人 (2/3)

課題 解決手段		結晶品質向上		
		結晶欠陥発生防止		
		低転位化 (線状欠陥発生防止)		成長結晶の多結晶化防止 (成長後)
		貫通転位発生防止	ミスフィット転位発生防止	熱歪みによる転位発生防止
種結晶、 下地基板 の改良	種結晶、 下地基板 の形状を 規定		信越半導体 特開2003-073195	ソニー 特開2001-313255 日亜化学工業 特開2002-280311 豊田合成 特開2003-007626 新日鉱ホールディングス 特開2003-218043
	種結晶、 下地基板 の組成を 規定	フジクラ 特開2004-182527	松下電器産業 特許3257442 京セラ 特開2000-247790 新日鉱ホールディングス 特開2001-294500	日本電信電話 特許3350855 三菱電線工業 特許3602299 シャープ 特開平11-135882 エルピー電子(韓国) 特開平11-001399 リコー 特開2001-007394 松下電器産業 特開2002-075871 豊田合成、豊田中央研究所 (共願) 特開2002-241191
	種結晶、 下地基板 表面に凹 凸形成	日亜化学工業(2) 特開2003-332244 特開2004-056051 富士写真フイルム 特開2001-274518 ソニー 特開2001-352133 ノースカロライナステートUNIV(米国) 特表2002-518826	日本電気 特開2001-122693 富士写真フイルム 特開2001-274517 松下電器産業 特開2000-353669 豊田合成 特開2001-313259 リュミラック(フランス) 特表2001-520169 豊田合成、豊田中央研究所 (共願) 特開2004-051415	東芝 特開2002-289541 ゼロッタスCORP(米国) 特開2003-249453 テクニシェ UNIV ヘルリン(ドイツ) 特表2004-509462
	種結晶、 下地基板 表面にマ スク部形 成	日亜化学工業(2) 特開2002-033282 特開2004-253817 住友電気工業 特開2001-102307 松下電器産業 特開平11-074563 ソニー 特開2001-158698 富士写真フイルム 特開2001-326425	日本電気(2) 特開2001-308464 特開2003-300800 豊田合成 特開平11-145057 日亜化学工業 特開平11-219909 シャープ 特開2000-174343 住友電気工業 WO1999/023693 日本碍子 特開2003-124124 松下電器産業 特開2003-229372	三菱電線工業(3) 特許3569111 特開平11-043398 特開平11-092296 日本電気(2) 特許3139445 特開2000-349338 リコー 特開平11-238687 ソニー 特開2000-223417 三菱化学 特開2002-249400 住友電気工業 特開2004-182551
	種結晶、 下地基板 表面に凹 凸とマス ク部形成	日亜化学工業(2) 特許3491538 特開2003-142414 豊田合成 特開2001-284266 ノースカロライナステートUNIV(米国) 特表2002-531945 松下電器産業 特開2001-345266		松下電器産業 特開2002-110569 沢木 宣彦、シャープ(共願) 特開2002-246646
	種結晶、 下地基板 の裏面処 理		昭和電工 特開2004-128332	三菱電線工業(2) 特許3462370 特開平07-277884 豊田合成 特開2003-012399 松下電器産業 特開2003-119100

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-16 気相エピタキシャル成長法の課題に対する解決手段の出願人 (3/3)

課題		基板品質向上	
		反りの低減化	E P D の低減化
成長結晶の形状、組成を規定	応力緩和層を形成	日亜化学工業(2) 特許3589200 特開2003-073196 リコー 特開平11-260737 日本電気、日立電線(共願) 特開2003-178984	富士写真フイルム 特開2003-031501
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の組成を規定	日立電線(3) 特開2002-175985 特開2002-261024 特開2003-165798 住友電気工業(2) 特開2000-012900 特開2000-022212 日亜化学工業 特開2000-252219 ソニー 特開2001-237192 松下電器産業 特開2002-134422	日立製作所 特開2001-031499
	種結晶、下地基板表面に凹凸形成	オーティス 特開2002-161000	富士写真フイルム(3) 特開2003-086513 特開2003-282447 特開2004-059325 シャープ 特開平11-329971 松下電器産業 特開2001-176809
	種結晶、下地基板表面にマスク部形成		富士写真フイルム(2) 特開2002-334843 特開2004-026624 住友電気工業(2) 特開2003-165799 特開2003-183100 三菱電線工業 特許3416042 日亜化学工業 特開2004-158500

(1992年1月～2002年12月の出願)

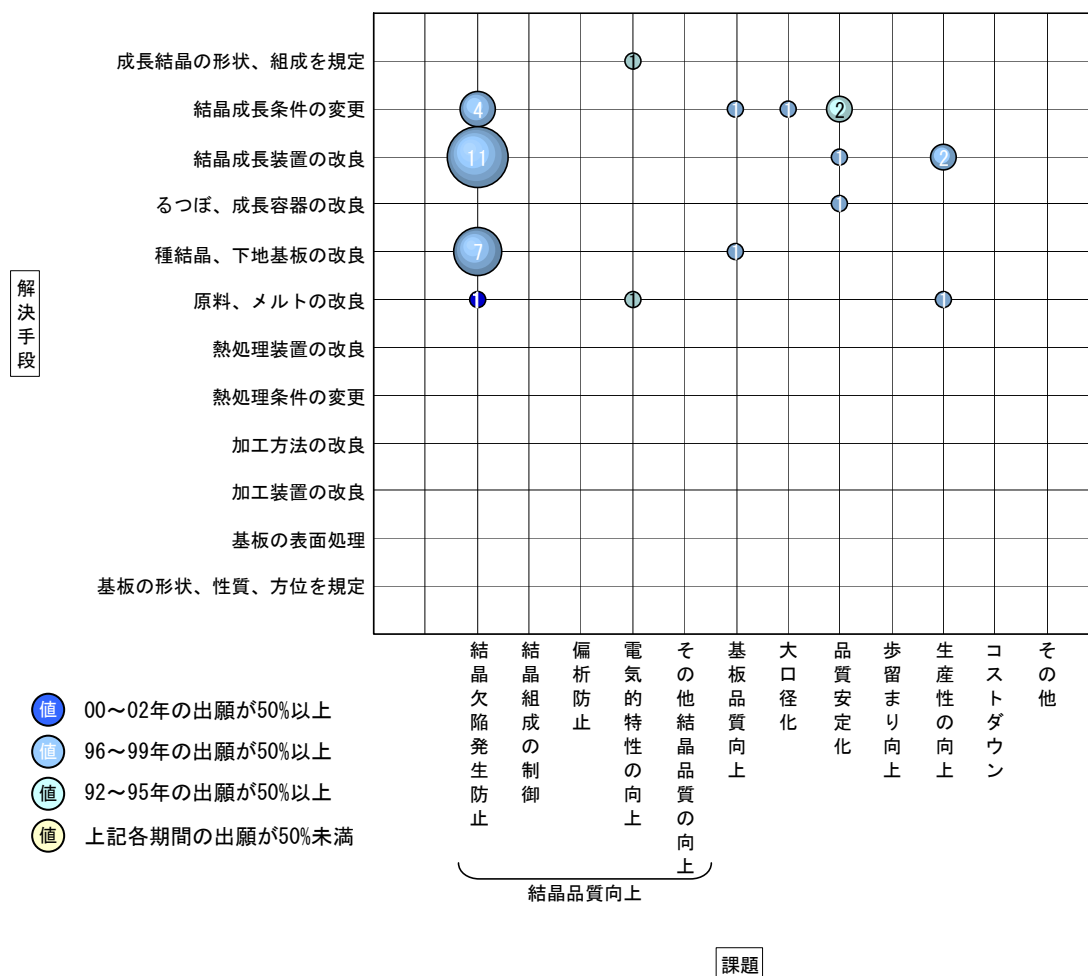
d. その他気相成長法

図1.4.3-9に、その他気相成長法の課題に対する解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」に関する出願が多い。これに対する解決手段として、「結晶成長装置の改良」に関する出願が多く、次いで「種結晶、下地基板の改良」となっている。

出願時期については、1996～99年に集中している。

図1.4.3-9 その他気相成長法の課題に対する解決手段の分布



(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-17に、その他気相成長法の課題に対する解決手段の詳細を示す。

課題についてみると「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」の中でも、「成長結晶の多結晶化防止（成長後）」の「熱歪みによる転位発生防止」に関する出願が多い。具体的には、種結晶と種結晶支持部材とが強く密着していると、両者の熱膨張率係数の差により結晶成長後の冷却時に結晶に応力が加わり発生する結晶欠陥の発生防止を課題としている。

この課題に対する解決手段として、「結晶成長装置の改良」の「種結晶支持部材の改良」に関する出願が多い。具体的には、種結晶支持部材の材質を変更したり、種結晶と種結晶支持部材の間に緩衝材を使用する構造とするなどが挙げられる。

解決手段についてみても、「種結晶支持部材の改良」に関する出願が多い。

表 1.4.3-17 その他気相成長法の課題に対する解決手段の詳細

課題		結晶品質向上										基板品質向上	大口径化	品質安定化			生産性の向上		
		結晶欠陥発生防止							電気的特性の向上										
		低転位化(線状欠陥発生防止)	面欠陥発生防止	体積欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止(成長前)	成長結晶の多結晶化防止(成長中)	成長結晶の多結晶化防止(成長後)	その他の多結晶化防止											
解決手段		マイクロパイプ欠陥の防止	積層欠陥発生防止	種結晶以外の結晶核の発生防止	種結晶、下地基板の劣化防止	結晶多形(ポリタイプ)の生成防止	種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、基板からの転位の伝播防止	熱歪みによる転位発生防止	導電型の制御	抵抗率の制御	EPDの低減化	種結晶、下地基板の大型化	結晶径の制御性向上	成長温度の制御性向上	成長速度の安定化	結晶成長速度の向上	結晶成長の長尺化	
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の組成を規定									1									
結晶成長条件の変更	結晶成長方位の変更		1					1				1							
	結晶成長温度の調整																1		
	結晶成長圧力の調整						1												
	固液界面位置の調整																1		
	結晶成長速度の規定												1						
	結晶冷却条件の調整								1										
結晶成長装置の改良	ヒーターの改良						1							1					
	ガス導入・排気部分の改良		1															1	
	るつぼ、成長容器の保持材の改良																		1
	種結晶支持部材の改良			1	1	1			2	4									
るつぼ、成長容器の改良	るつぼ、結晶容器の径を変化														1				
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の形状を規定								1										
	種結晶、下地基板の組成を規定											1							
	種結晶、下地基板の表面処理	1																	
	種結晶、下地基板表面に凹凸形成	1																	
	種結晶、下地基板の裏面処理	1			1	2													
原料、メルトの改良	不純物元素、濃度を規定					1													
	使用原料の変更									1									
	使用原料の加工																		1

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-17の中で色をつけた箇所について、表1.4.3-18にその他気相成長法の課題に対する解決手段の出願人を示す。

出願人についてみると、住友電気工業による出願がほとんどである。

表1.3.3-9のその他気相成長法の主要出願人の出願件数推移より、住友電気工業の出願が22件と半数以上を占めていることによる。

表1.4.3-18より、住友電気工業は、解決手段として「結晶成長装置の改良」の「種結晶支持部材の改良」に関する出願が多い。これは、Ⅱ－Ⅵ族化合物半導体の結晶成長として、昇華法、ハロゲン化学気相輸送法の両者に適応可能な種結晶支持部材の改良の出願をしていることによる。

表1.4.3-18 その他気相成長法の課題に対する解決手段の出願人

課題 解決手段		結晶品質向上		
		結晶欠陥発生防止		
		成長結晶の多結晶化防止 (成長中)		成長結晶の多結晶化防止 (成長後)
		種結晶、下地基板の 劣化防止	その他の多結晶化防止	熱歪みによる転位発生防止
結晶成長装置の改良	種結晶支持部材の改良		住友電気工業(2) 特開平07-257993 特開平07-263345	住友電気工業(4) 特許2974023 特許3026340 特開2000-264798 特開2001-181098
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の裏面処理	住友電気工業 特許3237509 豊田中央研究所, デンソー (共願) 特開平09-268096		

(1992年1月～2002年12月の出願)

(4) 複数成長方法共通

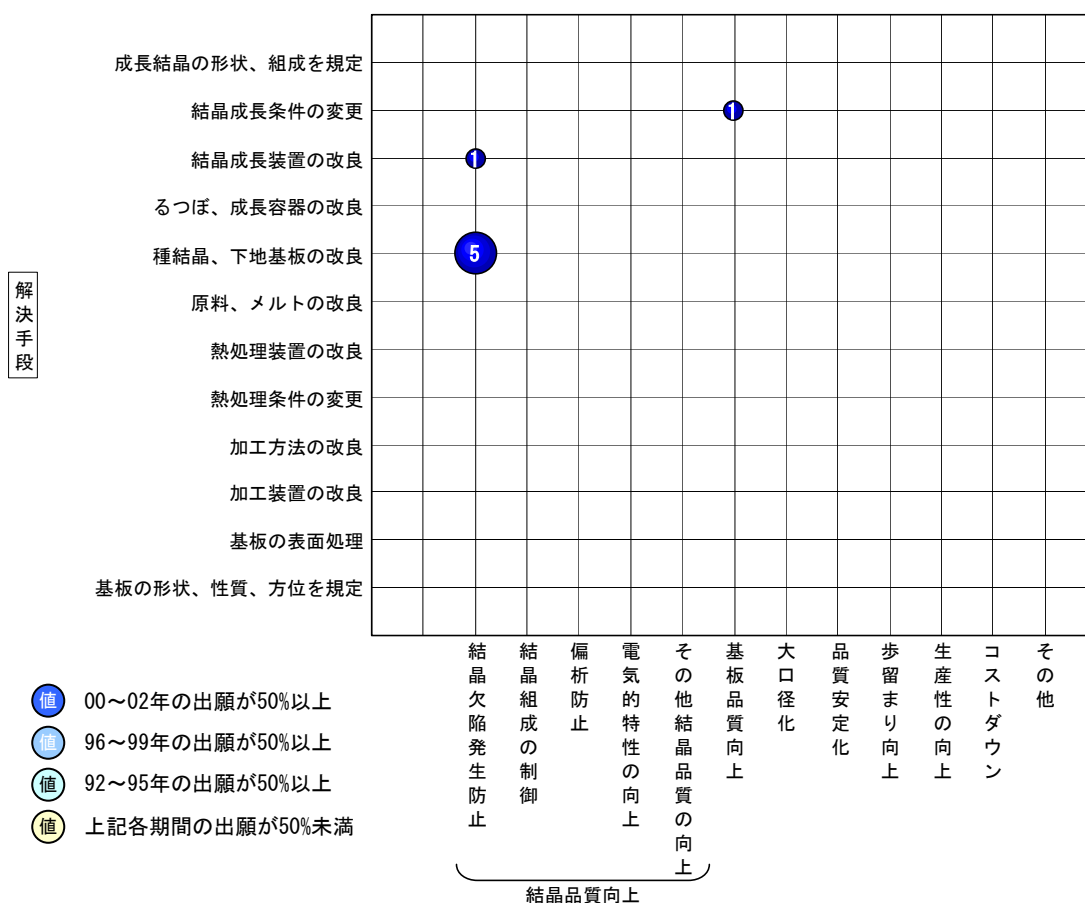
図1.4.3-10に、複数成長方法共通の課題に対する解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」に関する出願が多く、解決手段として「種結晶、下地基板の改良」の出願が多い。

この技術要素は、固相成長、液相成長、気相成長のいずれにも適応可能なものに関する出願となっているため、解決手段は「種結晶、下地基板の改良」に出願が集中している。

出願時期についてみると、2000～02年に集中している。

図1.4.3-10 複数成長方法共通の課題に対する解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-19に、複数成長方法共通の課題に対する解決手段の詳細を示す。

課題についてみると、出願の多い「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」の中でも、「成長結晶の多結晶化防止（成長中）」の「種結晶、基板からの転位の伝播防止」に関する出願が多い。これに対する解決手段は、「種結晶、下地基板の改良」の「種結晶、下地基板表面に凹凸形成」、「種結晶、下地基板の表面処理」である。

種結晶、下地基板の表面は、結晶成長開始面であるため、転位伝播のきっかけとなる部分である。そのため種結晶、下地基板の表面に対して凹凸形成や表面処理を行うことで転位の伝播を防止するものである。

表1.4.3-19 複数成長方法共通の課題に対する解決手段の詳細

課題 解決手段		結晶品質向上		基板品質向上	
		結晶欠陥発生防止		成長結晶の多結晶化防止	
		防止 状態欠陥発生	低転位化（線貫通転位発生防止）	種結晶、基板からの転位の伝播防止	不純物混入による結晶欠陥発生防止
		マイクロパイプ欠陥の防止			EPDの低減化
結晶成長条件の変更	結晶成長圧力の調整				1
結晶成長装置の改良	その他結晶成長装置の改良				1
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の表面処理	1		1	
	種結晶、下地基板表面に凹凸形成			2	
	種結晶、下地基板の裏面処理		1		

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.3-19の中で色をつけた箇所について、表1.4.3-20に複数成長方法共通の課題に対する解決手段の出願人を示す。

出願人についてみると、HOYAアドバンストセミコンダクタテクノロジーズによる出願が多い。

表1.4.3-20 複数成長方法共通の課題に対する解決手段の出願人

課題 解決手段		結晶品質向上
		結晶欠陥発生防止
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）
		種結晶、基板からの転位の伝播防止
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の表面処理	HOYAアドバンストセミコンダクタテクノロジーズ 特開平10-297998
	種結晶、下地基板表面に凹凸形成	HOYAアドバンストセミコンダクタテクノロジーズ (2) 特開2003-068654 特開2003-068655

(1992年1月～2002年12月の出願)

1.4.4 熱処理

図1.4.4に、熱処理の課題に対する解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「基板品質向上」に関する出願が多く、次いで「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」となっている。

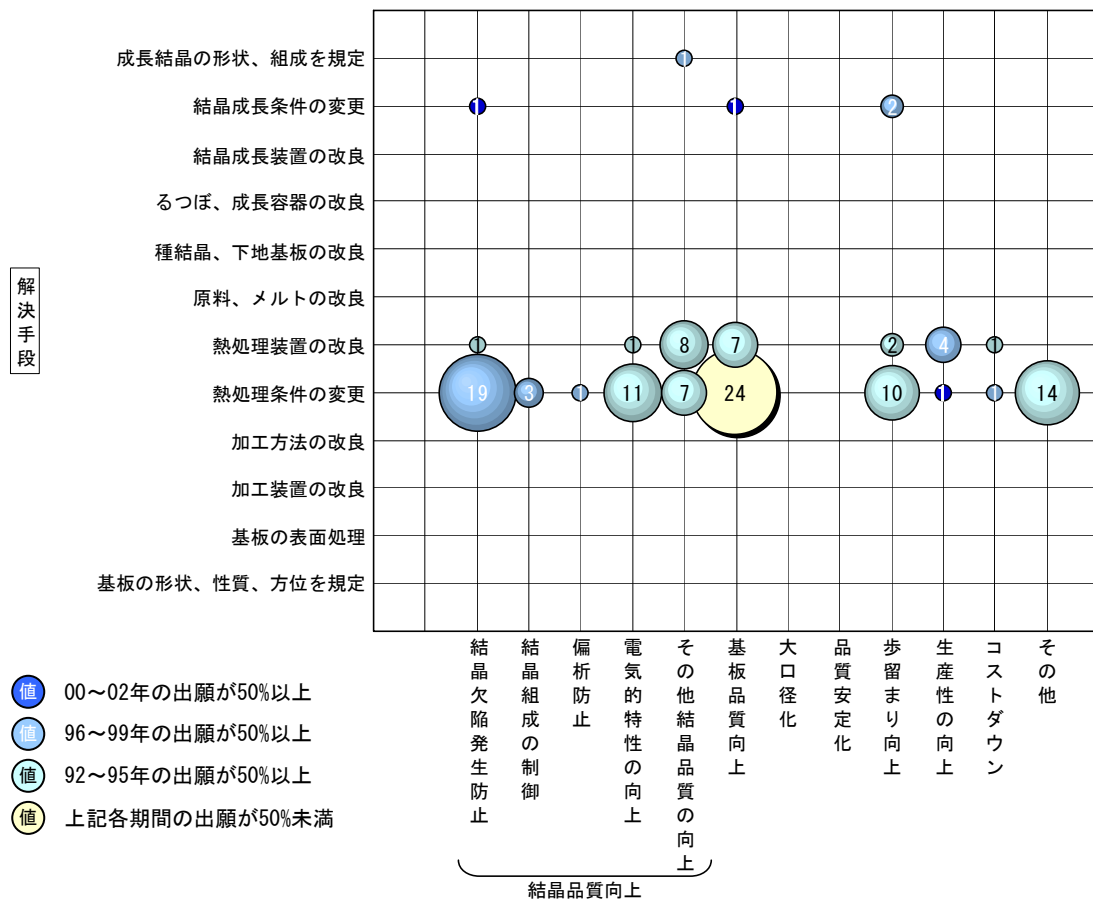
解決手段についてみると、「熱処理条件の変更」に関する出願が最も多く、次いで「熱処理装置の改良」となっている。しかし、わずかではあるが、「結晶成長条件の変更」や「成長結晶の形状、組成を規定」を解決手段とするものがある。

通常、熱処理は結晶成長後のインゴットの状態もしくは加工がある程度進んだ基板の状態で行われる。しかし、結晶成長後の冷却前に成長装置内でそのまま熱処理を行うものや、熱処理を想定してあらかじめ成長する結晶の組成を規定するなどの出願がある。

出願時期についてみると、多くの課題、解決手段について、1992～95年に出願が多かったが、「結晶欠陥発生防止」の課題について、「熱処理条件の変更」で解決しようとする出願が96～99年に多くなっている。

「基板品質向上」の課題に対して、「熱処理条件の変更」により解決しようとする出願が特に集中する時期がなく、長期にわたって開発されていることが分かる。

図1.4.4 熱処理の課題に対する解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.4-1に、熱処理の課題に対する解決手段の詳細を示す。

表1.4.4-1 熱処理の課題に対する解決手段の詳細

課題		結晶品質向上										基板品質向上	歩留まり向上	生産性の向上	コストダウン	その他															
		欠陥防止		結晶組成の制御	偏析防止	電気的特性の向上	その他結晶品質の向上																								
		結晶発生	成長結晶の多結晶化防止（成長後）																												
解決手段		低転位化（線状欠陥発生防止）	点欠陥発生防止	熱歪みによる転位発生防止	化学量論組成の制御	混晶の組成制御	不純物濃度の制御	不純物の偏析防止	抵抗率の制御	ポリタイプ変換の可能性	不純物汚染の防止	その他結晶品質の向上	表面粗さの低減化	反りの低減化	基板表面清浄化	EPDの低減化	面内均一化	その他基板品質の向上	割れ、欠けの防止	ウエハ切出し枚数の増加	熱処理の均一化	熱処理・加工時間の短縮化	工程簡略化	大量処理化	装置・設備費用の削減	エピタキシャル成長膜の品質向上	デバイス作製時の歩留まり向上	デバイス特性の向上	環境、安全対策		
		マイクロバンプ欠陥の防止	スリッパ転位発生防止																												
		成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の組成を規定									1																			
		結晶成長条件の変更	結晶冷却条件の調整			1												1				2									
熱処理装置の改良	結晶収納容器の構造改良								1	4	1		1				1				1		2		1						
	補助部材の使用										1		1	1			2							1							
	その他熱処理装置の改良		1								1	1	1								1	1									
熱処理条件の変更	熱処理温度を規定		1		2				3	1	1			2		4	2		4			1				1	2	1			
	熱処理雰囲気を規定	2	5		1				2	3			1	2	1	2					4					3		2			
	被覆材で被覆後に熱処理	7							2	1						1													2		
	融液中での熱処理			1				1	1						1		1											1			
	複数回熱処理の実施						1		1								4				1										
	前処理の実施								1		1										1								2		
	その他熱処理条件の変更		1			1			1						1			2							1						

(1992年1月～2002年12月の出願)

出願の多い課題である「基板品質向上」についてみると、「EPDの低減化」、「面内均一化」に関する出願が多い。これらの解決手段として「熱処理条件の変更」に関する出願が多いが、「EPDの低減化」については「熱処理温度を規定」、「熱処理雰囲気を規定」とするものが多く、「面内均一化」については「複数回熱処理の実施」とする出願が多く、採られる解決手段が異なっている。

次に出願の多い「結晶品質向上」の「結晶欠陥発生防止」の中でも「低転位化（線状欠陥発生防止）」の「マイクロパイプ欠陥の防止」に関する出願が多い。この解決手段として「熱処理条件の変更」の「被覆材で被覆後に熱処理」を行うものが多い。これは、成長結晶表面に炭化ケイ素（SiC）を蒸着などによりコーティングし熱処理を行うことにより、マイクロパイプ欠陥を閉塞し結晶欠陥を低減するものである。

その他には、「結晶品質向上」の「電気的特性の向上」の「抵抗率の制御」や「その他結晶品質の向上」の「不純物汚染の防止」の課題に関する出願も多い。

「抵抗率の制御」の課題に対しては、「熱処理条件の変更」を解決手段とする出願が多い。これは、熱処理温度や熱処理時間により不純物の活性化状態が変化し、抵抗率に影響するためである。

「不純物汚染の防止」の課題に対しては、「熱処理装置の改良」の「結晶収納容器の構造改良」と「熱処理条件の変更」の「熱処理雰囲気を規定」を解決手段とする出願が多い。これは、熱処理中の熱処理装置内の清浄化を保つために結晶収納容器の構造を改良したり、熱処理雰囲気を規定したりするものである。

表1.4.4-1の中で色をつけた箇所について、表1.4.4-2に熱処理の課題に対する解決手段の出願人を示す。

表1.4.4-2の熱処理の課題に対する解決手段の出願人（1/4）についてみると、課題を「マイクロパイプ欠陥の防止」とする出願については、豊田中央研究所とデンソーのみの出願となっている。豊田中央研究所とデンソーは、炭化ケイ素（SiC）に発生するマイクロパイプ欠陥の防止に対して「熱処理条件の変更」による解決手段を採っていることが分かる。それに対し、「点欠陥発生防止」については、新日鉱ホールディングスが5件中3件について、「熱処理雰囲気を規定」とする解決手段について出願している。

表1.4.4-2 熱処理の課題に対する解決手段の出願人（1/4）

課題 解決手段		結晶品質向上	
		結晶欠陥発生防止	
		低転位化（線状欠陥発生防止） マイクロパイプ欠陥の防止	点欠陥発生防止
熱処理条件の変更	熱処理雰囲気を規定	豊田中央研究所, デンソー (共願) (2) 特開2000-034199 特開2001-158695	新日鉱ホールディングス (3) 特開平06-305899 特開平06-305900 特開2001-053079 三菱化学 特開平06-112214 工業技術研究院 (台湾) 特開平11-189496
	被覆材で被覆後に熱処理	豊田中央研究所, デンソー (共願) (6) 特開2000-034200 特開2000-026199 特開2000-044393 特開2001-158694 特開2001-158696 特開2001-247397 デンソー 特許3414321	

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.4-2 熱処理の課題に対する解決手段の出願人 (2/4)

解決手段		課題		結晶品質向上	
				電氣的特性の向上	その他結晶品質の向上
				抵抗率の制御	不純物汚染の防止
熱処理装置の改良	結晶収納容器の構造改良	富士通	特開平09-139392	新日鉱ホールディングス 住友金属鉱山 住友電気工業 日本電気	特開平06-295863 特開平07-187896 特開平08-200956 特許2658991
熱処理条件の変更	熱処理温度を規定	新日鉱ホールディングス 旭硝子 科学技術振興機構	特開平06-140412 特開平06-279198 特開2001-226200	日立電線 日立電線(2) 昭和電工 村田製作所	特開2001-158699 特開平09-077599 特開平09-278599 特許3617128 特開平08-213405
	熱処理雰囲気の規定	新日鉱ホールディングス 富士通	特許3106197 特開平07-118097		
	被覆材で被覆後に熱処理	新日鉱ホールディングス 住友電気工業	特開平06-338454 特許2839027		

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.4-2の熱処理の課題に対する解決手段の出願人 (3/4) についてみると、「基板品質向上」の「面内均一化」の課題に対して、新日鉱ホールディングスが「熱処理条件の変更」の特に「複数回熱処理の実施」を解決手段とする出願が多い。これは、例えば、化合物半導体基板の抵抗率を面内で均一化するために、熱処理温度や熱処理雰囲気など熱処理条件を変更した複数回の熱処理を実施するものである。

表1.4.4-2 熱処理の課題に対する解決手段の出願人 (3/4)

課題 解決手段		基板品質向上			
		E P D の低減化		面内均一化	
熱処理条件の変更	熱処理温度を規定	住友電気工業 日本電気、日立電線（共願） 特開2003-277195 日立電線 特開2004-002076 新日鉱ホールディングス 特開2004-158731	特開平09-183698	富士通 新日鉱ホールディングス	特開平06-097180 特開平11-001397
	複数回熱処理の実施			新日鉱ホールディングス（4）	特許2906120 特開平08-259396 特開平09-194300 特開平10-291900

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.4-2の熱処理の課題に対する解決手段の出願人 (4/4) についてみると、「歩留まり向上」の「割れ、欠けの防止」の課題に対して、日立電線が「熱処理条件の変更」の「熱処理温度を規定」を解決手段とする出願が多い。例えば、ヒ化ガリウム (GaAs) は、結晶の内部歪みによる加工時の割れや欠けを防止するために加工前に熱処理を行うが、熱処理温度やその昇降温速度を規定するものである。

一方、「歩留まり向上」の「熱処理の均一化」の課題に対して、新日鉱ホールディングスが「熱処理条件の変更」の「熱処理雰囲気を規定」を解決手段とする出願が多い。基板を一度に大量に熱処理する場合などにウエハごとに熱処理を均一化できるようにするものである。

また、「その他」の「エピタキシャル成長膜の品質向上」の課題に対して、住友電気工業が「熱処理条件の変更」を解決手段とする出願が多い。通常、基板上に成長するエピタキシャル成長膜の品質を向上させる基板をデバイスメーカーなどから求められており、使

用用途に合わせた熱処理を行うことも必要である。

「基板品質向上」の「面内均一化」や「歩留まり向上」、「エピタキシャル成長膜の品質向上」といった製品化段階での解決手段の出願人には、実際に化合物半導体基板を製造、販売しているメーカーの出願が多いことが分かる。

表 1. 4. 4-2 熱処理の課題に対する解決手段の出願人（4/4）

解決手段		課題		歩留まり向上		その他
				割れ、欠けの防止	熱処理の均一化	エピタキシャル成長膜の品質向上
熱処理条件の変更	熱処理温度を規定			日立電線(4) 特開2001-080998 特開2001-151599 特開2002-029900 特開2002-274999		住友電気工業 特開平08-119800
	熱処理雰囲気の規定				新日鉱ホールディングス(3) 特開平08-175899 特開平08-213336 特開平08-208396 シャープ 特許3157911	住友電気工業(3) 特開2001-220299 特開2002-326899 特開2002-326900

(1992年1月～2002年12月の出願)

1.4.5 加工

図1.4.5に、加工の課題に対する解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「基板品質向上」に関する出願が多く、次いで「歩留まり向上」、「その他」となっている。

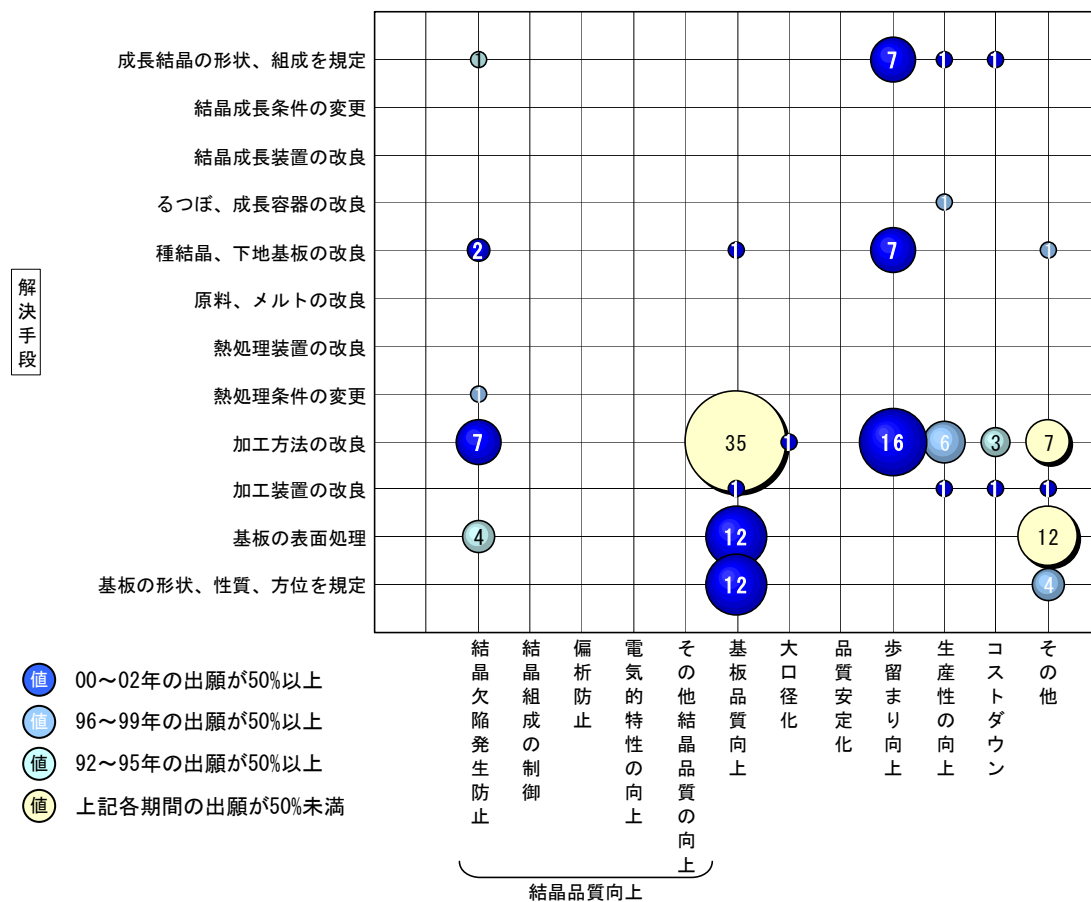
解決手段についてみると、「加工方法の改良」に関する出願が多く、次いで「基板の表面処理」となっている。

加工は、結晶成長、熱処理の後工程のため、「加工方法の改良」、「加工装置の改良」、「基板の表面処理」、「基板の形状、性質、方位を規定」とする解決手段が中心となっているが、加工時の課題を前工程である結晶成長や熱処理工程で防止するといった解決手段も出願件数は少ないが見られる。これは、加工しやすいように「成長結晶の形状、組成を規定」したり、「種結晶、下地基板の改良」をするものである。

出願時期についてみると、「基板品質向上」の課題について、「加工方法の改良」で解決しようとする出願は、特に集中する時期はないが、「基板の表面処理」、「基板の形状、性質、方位を規定」とする出願が2000～02年に多くなっている。

また、「歩留まり向上」についても、00～02年に多くの出願が多い。

図1.4.5 加工の課題に対する解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.5-1に、加工の課題に対する解決手段の詳細を示す。

出願の多い課題である「基板品質向上」についてみると、特に「基板表面清浄化」、「表面粗さの低減化」に関する出願が多く、次いで「面方位、表裏の識別性向上」となっている。

「基板表面清浄化」の課題に対しては、「加工方法の改良」の「エッチング方法の変更」を解決手段とする出願がほとんどである。これらは、例えば、エッチャント組成を規定したり、複数回エッチングを実施するなどの出願である。

「表面粗さの低減化」の課題に対しては、「加工方法の改良」の「エッチング方法の変更」と「基板の表面処理」の「基板表面に同一物質を成膜」を解決手段とする出願が多い。前者の「エッチング方法の変更」は基板表面の凹凸をエッチングにより平坦化するものであるが、後者の「基板表面に同一物質を成膜」は基板表面の凹凸を同一物質により埋めて平坦化する解決手段である。

「面方位、表裏の識別性向上」の課題に対しては、「基板の形状、性質、方位を規定」の「基板形状を規定」を解決手段とするものが多い。デバイス作製段階では、基板の使用者が一見して基板の表裏や基板方位を判断できることが求められており、基板の形状を規定することにより解決するものである。

次に出願の多い課題である「歩留まり向上」についてみると、特に「割れ、欠けの防止」に関する出願が多い。これは、加工時の切断（スライシング）、面取り（ベベリング）、研磨（ラッピング、ポリッシング）工程では、結晶に力が加わるために割れ、欠けといった不良が発生しやすいことによる。

これらの課題に対する解決手段として、「加工方法の改良」の「種結晶、下地基板からの分離方法の変更」が最も多く、次いで「成長結晶の形状、組成を規定」とするものが多い。

「種結晶、下地基板からの分離方法の変更」は、主に薄膜単結晶による基板作製に関するものであり、下地基板と化合物半導体基板となるエピタキシャル成長層とを分離する方法に関するものである。

「成長結晶の形状、組成を規定」についても、インゴットの形状を規定するものは1件のみで、それ以外の出願は、気相エピタキシャル成長法による基板作製に関するものである。例えば、成長結晶の厚みを規定するもの、成長結晶の割れ、欠けを防ぐ応力緩和層、分離を容易にするための分離層などの出願である。

その他、課題の「その他」についてみると、「エピタキシャル成長膜の品質向上」、「デバイス作製時の歩留まり向上」、「デバイス特性の向上」に関する出願である。

「エピタキシャル成長膜の品質向上」と「デバイス特性の向上」の課題に対する解決手段は、「基板の表面処理」を解決手段とする出願が多い。これは、基板表面の状態が、デバイス特性やエピタキシャル成長膜の品質が大きく左右するためである。

一方、「デバイス作製時の歩留まり向上」の課題に対する解決手段は、「基板の形状、性質、方位を規定」の「基板形状を規定」とする出願が多く、次いで「加工方法の改良」の「オリフラ作製方法の改良」、「研磨方法の改良」となっている。これは、デバイス作製段階では、基板のオリフラ（オリエンテーションフラット）などを目印にデバイス作成を行っていくために、オリフラの形状により大きく歩留まりに影響することによる。

表 1.4.5-1 加工の課題に対する解決手段の詳細

課題	解決手段	結晶品質向上			基板品質向上										大口径化	歩留まり向上	生産性の向上	コストダウン	その他					
		結晶欠陥発生防止																						
		低転位化(線状欠陥発生防止)	面欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止(成長後)																				
		マイクロパイプ欠陥の防止	貫通転位発生防止	反位相領域境界面発生防止	熱歪みによる転位発生防止	表面粗さの低減化	反りの低減化	基板表面清浄化	加工損傷防止	EPDの低減化	面方位、表裏の識別性向上	その他基板品質の向上	種結晶、下地基板の大型化	割れ、欠けの防止	ウエハ切出し枚数の増加	その他歩留まり向上	熱処理・加工時間の短縮化	工程簡略化	メンテナンス時間の短縮化	装置部材の破損・劣化防止	原料費の削減	エピタキシャル成長膜の品質向上	デバイス作製時の歩留まり向上	デバイス特性の向上
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の形状を規定												2											
	応力緩和層を形成												3											
	その他機能層を形成		1										2		1			1						
るつぼ、成長容器の改良	断面形状を円形以外の形状に変更														1									
種結晶、下地基板の改良	種結晶、下地基板の形状を規定											1												
	種結晶、下地基板の組成を規定			1								3												
	種結晶、下地基板の表面処理					1						1												
	種結晶、下地基板表面に凹凸形成											1												
	種結晶、下地基板表面にマスク部形成			1								1												
	種結晶、下地基板の裏面処理																					1		
熱処理条件の変更	被覆材で被覆後に熱処理	1																						
加工方法の改良	切断方法の変更		1			4			1			1			1		1					1		
	種結晶、下地基板からの分離方法の変更				6						1	10			3	1			1					
	オリフラ作製方法の改良											1										2	1	
	エッチング方法の変更					5	14	1											2			1		
	研磨方法の改良				1	1		4				1					1					2		
	結晶評価結果の利用												1	1										
	その他加工方法の改良				2		1	1				1												
加工装置の改良	加工装置の改良							1							1				1			1		
基板の表面処理	基板表面に同一物質を成膜	3		1	5			1	5												4			3
	基板の表面処理																					2	2	1
	基板の裏面処理										1													
基板の形状、性質、方位を規定	基板方位を規定										1													
	基板形状を規定										7	4											4	

(1992 年 1 月～2002 年 12 月の出願)

表1.4.5-1の中で色をつけた箇所について、表1.4.5-2に加工の課題に対する解決手段の出願人を示す。

表1.4.5-2の加工の課題に対する解決手段の出願人（1/4）についてみると、「熱歪みによる転位発生防止」の課題に対して、「種結晶、下地基板からの分離方法の変更」を解決手段とする出願人に、豊田合成や松下電器産業といった化合物半導体デバイスの製造をしているメーカーが見られる。これらの出願は、薄膜単結晶を利用した化合物半導体基板の作製に関する出願であり、デバイス作製技術に必要な気相エピタキシャル成長法を使用して化合物半導体基板を作製するものである。

「表面粗さの低減化」、「反りの低減化」の課題に対する出願人は、特定の出願人に限られておらず、多くの出願人により出願されている。

表1.4.5-2 加工の課題に対する解決手段の出願人（1/4）

課題 解決手段		結晶品質向上	基板品質向上	
		結晶欠陥発生防止		
		成長結晶の多結晶化防止 (成長後)		
		熱歪みによる転位発生防止	表面粗さの低減化	反りの低減化
加工方法 の改良	切断方法 の変更			古河電気工業 特開平06-000813 昭和電工 特開平06-190824 住友電気工業 特許2842307 フライハールガー コンパウンド マテリアルズ GMBH(ドイツ) 特表2004-512251
	種結晶、下 地基板から の分離方法 の変更	豊田合成, 豊田中央研究所 (共願) (2) 特開2004-055799 特開2004-091278 新日鉱ホールディングス 特開2003-007621 豊田合成 特開2003-073197 プロテック INC(韓国) 特表2003-510237 松下電器産業 特開2003-303743		
	エッチング 方法の変更		富士通 特開平05-206029 日立電線 特開平10-012577 富士電機ホールディングス 特開平10-261615 三井造船 特開2003-249426 日本碍子, ファインセラミックスセンター (共願) 特開2004-002126	

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.5-2の加工の課題に対する解決手段の出願人（2/4）についてみると、「割れ、欠けの防止」の課題に対して、「種結晶、下地基板からの分離方法の変更」を解決手段とする出願人についても同様に、日亜化学工業、古河電気工業、松下電器産業、デンソーなどの化合物半導体デバイスの製造をしている出願人が見られる。

解決手段からみると、「エッチング方法の変更」については、多くの出願人が出願しており特定の出願人に限られないが、「研磨方法の改良」については、日立電線の出願が多く、日立電線は、「加工損傷防止」や「割れ、欠けの防止」の課題について、研磨方法に関する技術開発を行っていることが分かる。

表1.4.5-2 加工の課題に対する解決手段の出願人（2/4）

課題		基板品質向上		歩留まり向上
		基板表面清浄化	加工損傷防止	割れ、欠けの防止
加工方法の改良	種結晶、下地基板からの分離方法の変更			日亜化学工業(3) 特開2002-237458 特開2002-289491 特開2002-329665 古河電気工業(2) 特開平09-208396 特許3615081 松下電器産業(2) 特開2002-222773 特開2002-338398 デンソー、豊田中央研究所(共願) 特開2000-053499 日立電線 特開2002-316898 三星電子(韓国) 特開2002-057119
	エッチング方法の変更	住友電気工業(4) 特許3161007 特許3344287 特開平08-034700 特開2000-100801 日本電気(2) 特許2865130 特許2917900 新日鉱ホールディングス(2) 特開平07-211688 特開2002-329706 住友金属鉱山 特開平06-140376 ホフマイスター ヘルムート(ドイツ) 特表平07-502863 新日本製鐵 特許3593195 TDK 特開平10-036199 通信・放送機構、半導体研究振興会(共願) 特開2000-195850 NEOMAX 特開2004-168649	三菱電線工業 特許3546023	
	研磨方法の改良		日立電線(3) 特開平09-115864 特開平11-111655 特開2001-102337 松下電器産業 特開2001-322899	日立電線 特開2004-200527

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.5-2の加工の課題に対する解決手段の出願人（3/4）についてみると、解決手段を「基板表面に同一物質を成膜」とする出願については、さまざまな出願人が出願しており、特定の出願人には限られない。

また、同一物質を薄膜成長することを解決手段とするため、化合物半導体基板の作製をしている出願人だけでなく、デバイス作製を行っている出願人の出願も多い。

表1.4.5-2 加工の課題に対する解決手段の出願人（3/4）

課題 解決手段		基板品質向上		その他
		表面粗さの低減化	E P D の低減化	エピタキシャル成長膜の品質向上
基板の表面処理	基板表面に同一物質を成膜	住友電気工業(2) 特開2000-252217 特開2002-359198	デッソー 特開平11-176709 富士電機ホールディングス 特開2000-001398	同和鉱業 特許3560180 松波 弘之、木本 恒暢、シスオン、関西電力、三菱商事、住友電気工業(共願) 特開2000-319099
		日本電信電話 特開平07-014778	住友電気工業 特開2000-340509	デッソー 特開2003-124126
		新日本製鐵 特開2002-255692	三星電機(韓国) 特開2002-321999	シスオン、関西電力、三菱商事、住友電気工業(共願) 特表2001-018872
		松下電器産業 特開2003-234301	松下電器産業 特開2004-146605	

(1992年1月～2002年12月の出願)

表1.4.5-2の加工の課題に対する解決手段の出願人（4/4）についてみると、課題を「面方位、表裏の識別性向上」とする出願に対して、日立電線が「基板形状を規定」とする出願が多い。日立電線は、化合物半導体基板の製造、販売を行っており、顧客ニーズに合わせた基板形状を規定する開発を行っていると考えられる。

「基板形状を規定」とする解決手段についてみると、日立電線、新日鉱ホールディングス、住友電気工業など、化合物半導体基板の製造、販売を行っている出願人が多い。

表1.4.5-2 加工の課題に対する解決手段の出願人（4/4）

課題 解決手段		基板品質向上		その他
		面方位、表裏の識別性向上	その他基板品質の向上	デバイス作製時の歩留まり向上
基板の形状、性質、方位を規定	基板形状を規定	日立電線(6) 特開2001-160526 特開2000-331898 特開2001-167993 特開2001-203177 特開2002-015966 特開2002-124444	新日鉱ホールディングス(2) 特許3516203 特開2003-100575 住友電気工業 特開2002-356398 日立電線 特開2003-086476	デッソー(2) 特開平10-120497 特許3584637 日立電線 特開平09-045594 住友電気工業 特許2836551
		松下電器産業 特開2002-222746		

(1992年1月～2002年12月の出願)

1.4.6 基板

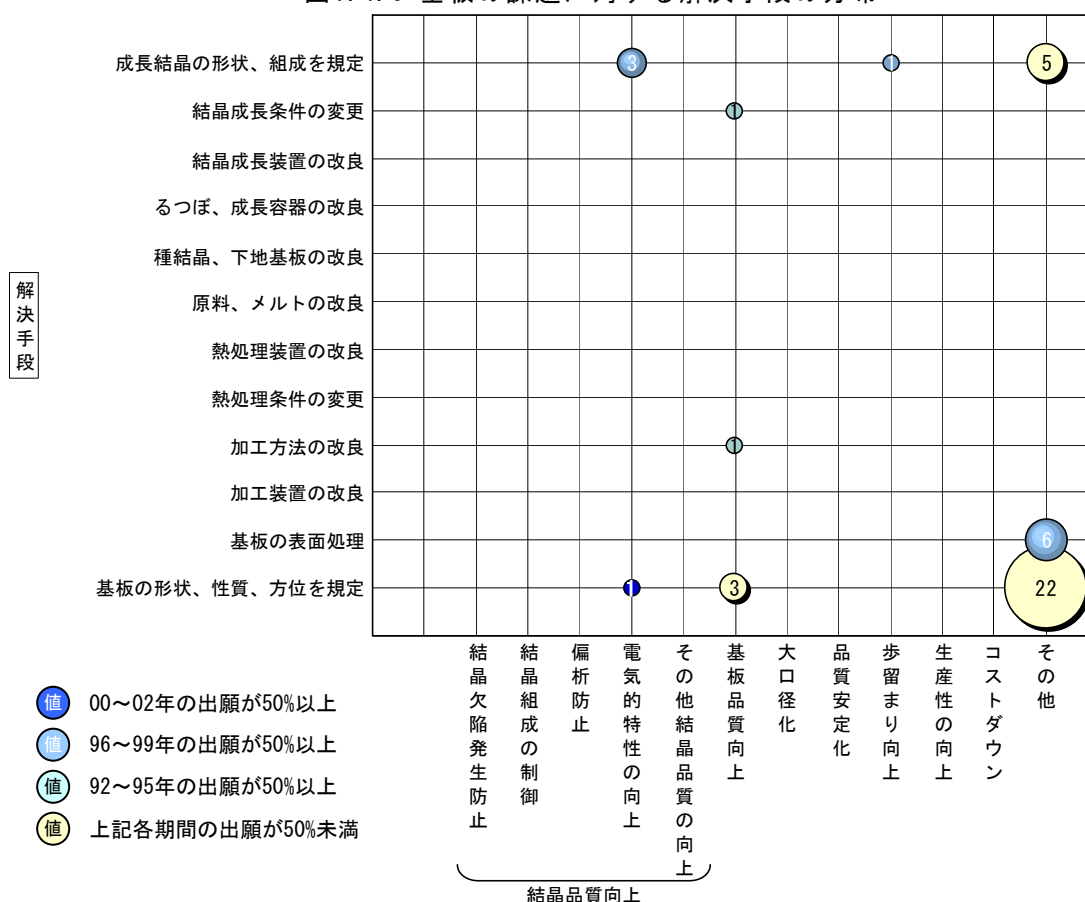
図1.4.6に、基板の課題に対する解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「その他」に関する出願が多く、次いで「基板品質向上」、「結晶品質向上」の「電気的特性の向上」となっている。

これらの課題に対する解決手段として、「基板の形状、性質、方位を規定」とする出願が最も多く、次いで「成長結晶の形状、組成を規定」となっている。これは、この技術要素に基板自体の物の発明が分類されていることによる。

出願時期についてみると、特に出願が集中しているところは見られない。

図1.4.6 基板の課題に対する解決手段の分布



(1992年1月～2002年12月の出願)

「基板特性を規定」とする出願は、EPDを規定する出願である。基板のEPDによりエピタキシャル成長膜の結晶性が影響を受けるからである。

表1.4.6-1の中で色をつけた箇所について、表1.4.6-2に基板の課題に対する解決手段の出願人を示す。

出願人についてみると、化合物半導体基板メーカーだけでなく、化合物半導体デバイスメーカーの出願も多い。

また、いずれの解決手段についても多くの出願人により出願がされており、特定の出願人に限られてはいない。

表1.4.6-2 基板の課題に対する解決手段の出願人

課題 解決手段		その他		
		エピタキシャル成長膜の 品質向上	デバイス作製時の 歩留まり向上	デバイス特性の向上
成長結晶の形状、組成を規定	成長結晶の組成を規定	住友電気工業 特許2967780 松下電器産業 特開2002-261033		信越半導体 特許2701113 住友電気工業 特許2953236 リコー 特開2002-141552
基板の表面処理	基板の表面処理	日立電線 特許2861776 新日鉱ホールディングス 特開平10-284512 住友電気工業、インスチ. オフ マテリアルズ リサーチ アンド ENG(シンガポール) (共願) 特開2004-035360		古河電気工業 特開平11-261166
基板の形状、性質、方位を規定	基板方位を規定	住友電気工業(2) 特開2001-048694 特開2004-059388 新日鉱ホールディングス 特許2750331 住友電気工業、信越半導体 (共願) 特許3316083 ソニー 特開平10-335750 日本電信電話 特開平11-233391 日亜化学工業 特開2000-156348 三洋電機 特開2002-016000 新日本製鐵 特開2003-300797		
	基板特性を規定	住友電気工業 特許3129112 三菱電線工業 特許3184717 新日本製鐵 特開2001-294499 新日鉱ホールディングス 特開2002-173399		住友電気工業 特許3211594
	基板形状を規定	住友電気工業 特開平06-310441 ソニー 特開平08-124854 日立電線 特開2002-025923 住友化学 特開2002-164292 日亜化学工業 特開2002-261014	日立電線 特開平07-221056 住友電気工業 特開平11-354394 新日鉱ホールディングス 特開2001-297957	

(1992年1月～2002年12月の出願)

1.5 注目特許（サイテーション分析）

サイテーション分析は、技術を評価し注目される特許を抽出するものとして有力な手段である。ここでは、サイテーション分析により引用される回数が多い出願を抽出し、それらを注目特許として紹介する。

1.5.1 注目特許の抽出

化合物半導体基板技術に関連した出願 1,455 件について、参考文献、明細書内の先行技術として引用あるいは審査官によって引用された特許または出願の数は、1,171 件である。

このうち、引用される回数が 6 回以上と多いものについて、表 1.5.1 に、化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願として示す。

表 1.5.1 より、被引用回数の多い出願は、次世代デバイス用基板として期待される炭化ケイ素（SiC）、窒化ガリウム（GaN）を含む窒化物半導体に関する出願であることが分かる。

表 1.5.1 化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願（1/13）

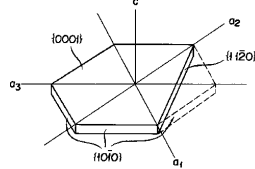
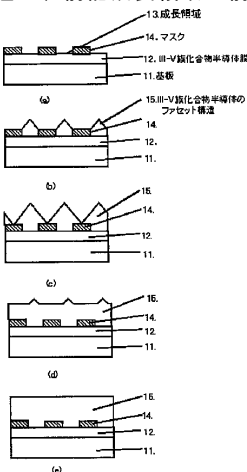
No.	被引用特許番号 出願人 発明の名称 出願日 (対応日本特許)	被引用回数	自社特許数	他社特許数	引用した特許の出願人	概要
1	特許2804860 新日本製鐵 SiC単結晶およびその成長方法 1991.04.18	32	10	22	豊田中央研究所、 デンソー(13) 新日本製鐵(10) シスオン、関西電力、 三菱商事、住友電気工業(4) デンソー(3) 松波 弘之、木本恒暢、シスオン、関西電力、三菱商事、住友電気工業 東芝	黒鉛製のるつぼ内においてSiC原料粉末を不活性気体雰囲気中で加熱昇華させ、原料よりやや低温になっている種結晶のSiC単結晶基板上にSiC単結晶を成長させる昇華法において、種結晶として{0001}面より約60°～約120°の角度 α_1 だけずれた結晶面を露出させたSiC単結晶からなる種結晶を使用することを特徴とするSiC単結晶の成長方法。 
2	特許3139445 日本電気 GaN系半導体の成長方法およびGaN系半導体膜 1997.03.13	25	6	19	日亜化学工業(5) 日本電気、日立電線(5) 富士写真フイルム(4) 三菱電線工業(4) リコー(3) ソニー(2) ソニー、日本電気 豊田合成	III-V族化合物半導体のエピタキシャル成長において、基板表面にパターニングされたマスク材料により成長領域を形成する工程と、前記成長領域に前記基板と格子定数や熱膨張係数が異なるIII-V族化合物半導体を成長する工程と、前記成長領域で前記III-V族化合物半導体をファセット構造を形成しながら成長させ、隣接する成長領域のIII-V族化合物半導体とともに前記マスク材料を覆い、さらに前記ファセット構造を埋め込んで表面を平坦化する工程を有することを特徴とするIII-V族化合物半導体の成長方法。 

表 1.5.1 化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願 (2/13)

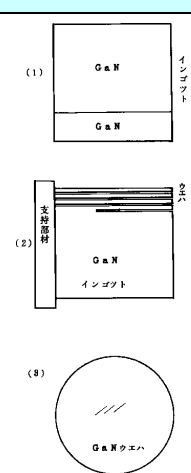
No.	被引用特許番号 出願人 発明の名称 出願日 (対応日本特許)	被引用回数	自社特許数	他社特許数	引用した特許の出願人	概要
3	特開2000-012900 住友電気工業 Ga _{0.9} N単結晶基板及びその製造方法 1998.06.18	21	4	17	リコー(7) 住友電気工業(4) 日本電気、日立電線(3) 日立電線(3) 松下電器産業(2) 東芝 住友化学	GaAs(111)基板の上に千鳥型窓やストライプ窓を有するマスクを形成し、HVPE法またはMOCVD法により低温でGa_{0.9}Nハフ層を形成し、HVPE法により高温でGa_{0.9}Nエピタキシャル層を厚く形成し、GaAs基板を除去する。Ga_{0.9}Nの自立膜を種結晶としてHVPE法でGa_{0.9}Nを厚付けしGa_{0.9}Nインゴットを作る。これをスライサーによって切断して透明無色の反りの少ないGa_{0.9}Nウエハを作る。 
4	特開平07-202265 豊田合成、赤崎 勇、天野 浩 III族窒化物半導体の製造方法 1993.12.27	20	5	15	日亜化学工業(10) 豊田合成、豊田中央研究所(3) リコー(3) 豊田合成(2) 松下電器産業 ソニー	サファイア基板の両面に酸化亜鉛(ZnO)からなる中間層を形成し、サファイア基板の両面に形成された中間層の上にIII族窒化物半導体(Al_xGa_yIn_{1-x-y}N; X=0, Y=0, X+Y=1)からなる2つの半導体層を形成し、酸化亜鉛のみをエッチングする溶液を用いた湿式エッチングにより2つの前記中間層だけを除去することで、2つの前記半導体層を前記サファイア基板から剥離させて、III族窒化物半導体(Al_xGa_yIn_{1-x-y}N; X=0, Y=0, X+Y=1)からなる2枚の半導体を得る製造方法。
5	USP5679153 Cree Research Inc. Method for reducing micropipe formation in the epitaxial growth of silicon carbide and resulting silicon carbide structures 1994.11.30 (特表平10-509943)	17	0	17	デンソー、豊田中央研究所(12) デンソー(2) ジェームス AG(ドイツ) ジェネラル エレクトリック CO(米国) フォックス クールーフ INC(米国)	マイクロパイプ欠陥を減少させる炭化ケイ素のエピタキシャル成長法。昇華法より作製した炭化ケイ素基板上にLPE法により基板から増殖されるエピタキシャル成長層のマイクロパイプ欠陥を閉塞させる。この際に、メルトには組成としてケイ素と炭化ケイ素の溶解度を向上させる他の原素を含み、この他の原素をケイ素の濃度より高くすることを特徴とする。
6	特許3292083 日亜化学工業 窒化物半導体基板の製造方法及び窒化物半導体素子の製造方法 1997.03.11	16	0	16	リコー(12) 松下電器産業(2) ソニー 三菱化学	窒化物半導体と異なる材料よりなる厚さ1mm以上の基板の上に、後工程で成長させる窒化物半導体の成長温度より低温で0.3μm以下の膜厚を有するIn_xGa_{1-x}N(0<X≤0.3)よりなるハフ層を成長させた後、窒化物半導体を100μm以上の膜厚で成長させた後、その基板を除去することを特徴とする窒化物半導体基板の製造方法。前記窒化物半導体基板の成長法がハイブリッド気相成長法であることを特徴とする。

表 1.5.1 化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願 (3/13)

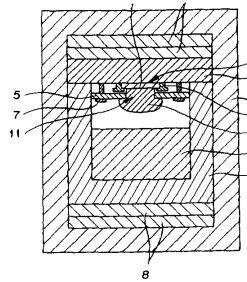
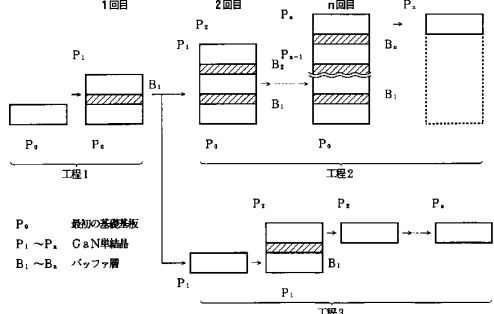
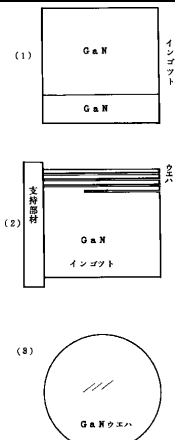
No.	被引用特許番号 出願人 発明の名称 出願日 (対応日本特許)	被引用回数	自社特許数	他社特許数	引用した特許の出願人	概要
7	特許1907858 新日本製鐵 炭化珪素単結晶成長 方法および装置 1988. 04. 13	14	0	14	シクソン, 関西電力, 三菱商事, 住友電 気工業 (4) 豊田中央研究所 (2) 昭和電工 (2) シーメンス AG (トイッ) 三洋電機 産業技術総合研究 所, テンソー 産業技術総合研究 所, テンソー, 昭和電 工 住友電気工業, 西 野 茂弘 シャープ	黒鉛製るつぼ内において炭化ケイ素粉末を不活性気体雰囲気中で昇華させ、炭化ケイ素単結晶基板上に炭化ケイ素単結晶を成長させる方法において、るつぼの上端開口部を覆う黒鉛製るつぼ蓋体の内面側中央部に炭化ケイ素単結晶基板を取り付け、さらに前記基板よりわずかに小さい開孔を有しかつるるつぼ空間断面と同形状の黒鉛製仕切り板を前記基板から0.1~2.0mmの間隔を開けてるつぼ内に設置して、前記蓋体内面を露出することなく前記基板のみをるつぼ側に露出させ、るつぼ内に炭化ケイ素粉末を挿入し、不活性ガス雰囲気中でるつぼを2200~2400℃に加熱保持しかつ前記炭化ケイ素単結晶基板およびるつぼ蓋体の温度をるつぼおよび黒鉛製仕切り板の温度より低温に保って、炭化ケイ素単結晶基板上に単結晶を成長させるものである炭化ケイ素単結晶成長方法。 
8	特許3184717 三菱電線工業 Ga N単結晶および その製造方法 1993. 10. 08	13	1	12	日亜化学工業 (8) リコー (3) シャープ 三菱電線工業	2 結晶法 X線ロックアップの半値全幅が5~250secであり、かつ、厚みが80μm以上であつて、Ga N系半導体結晶層を成長させるための基板となるGa N単結晶。 
9	特開2000-022212 住友電気工業 Ga N単結晶基板及 びその製造方法 1998. 06. 30	13	4	9	リコー (7) 住友電気工業 (4) 日立電線 松下電器産業	GaAs (111) 基板の上に千鳥型窓やストライプ窓を有するマスクを形成し、HVPE法またはMOCVD法により低温でGa Nハフファ層を形成し、HVPE法により高温でGa Nエピタキシャル層を厚く形成し、GaAs基板を除去する。Ga Nの自立膜を種結晶としてHVPE法でGa Nを厚付けしGa Nインゴットを作る。これをスライサーによって切断し研磨して透明無色の反りの少ないGa Nウエハを作る。 

表 1.5.1 化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願 (4/13)

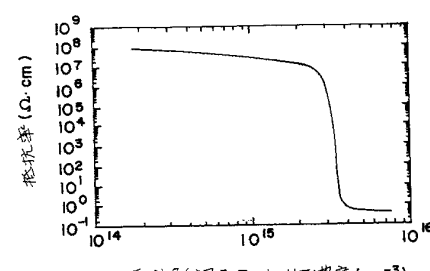
No.	被引用特許番号 出願人 発明の名称 出願日 (対応日本特許)	被 引 用 回 数	自 社 特 許 数	他 社 特 許 数	引用した特許の 出願人	概要
10	特許1591363 シーメンス・アクチエンゲゼルシャ フト 炭化ケイ素単結晶の 製造方法 1982. 08. 18	12	0	12	デッソー(8) デッソー、豊田中央研 究所(2) 昭和電工 三洋電機	工業用炭化ケイ素結晶の昇華と部分的分解およ び保護ガス下での反応容器中の種の上への成長 により炭化ケイ素の6H変態単結晶を製造するた めの方法において、反応容器中の成長方向の温度 勾配が高くとも25℃/cmであり、種を2100～ 2300℃の温度に保持し、保護ガスの圧力を少な くとも析出物の成分のガス圧力の和と同じ大き さであるように調整することと特徴とする炭化 ケイ素単結晶の製造方法。
11	特許1268396 産業技術総合研究所 炭化けい素結晶成長 法 1982. 08. 17	11	1	10	シクソン、関西電力、 三菱商事、住友電 気工業(4) デッソー(2) シャープ(2) 松波 弘之、木本 恒暢、シクソン、関西 電力、三菱商事、住 友電気工業 産業技術総合研究 所、昭和電工 住友電気工業、西 野 茂弘	不活性気体雰囲気中で、炭化ケイ素粉末を加熱 昇華させ、炭化ケイ素単結晶基板上に炭化ケイ素単 結晶を成長させる方法において、炭化ケイ素粉末 を1800～2200℃で加熱昇華させ、さらに炭化ケ イ素単結晶基板を2000℃以下で、かつ炭化ケイ素粉 末より50～200℃低い温度に保つとともに、不 活性気体の圧力を数百トールの高圧で炭化ケイ素単 結晶を成長させ、次にその圧を1～10トルまで の低圧に漸減し、さらにこの低圧状態を保持し て炭化ケイ素単結晶を成長させることを特徴とす る炭化ケイ素結晶成長法。
12	特開平01-264990 東芝 II-VI族化合物半導 体の精製方法、II- VI族化合物半導体単 結晶の製造方法およ びこの方法で得られ た半導体単結晶を基 板として用いた半導 体発光素子の製造方 法 1987. 11. 10	11	0	11	神戸製鋼所(8) 富士通 住友電気工業 通信・放送機構、富 士通	封管による化合物半導体の精製に、温度差を 設けた封管内の高温部にII-VI族化合物半導体 を配置し、この化合物半導体内の不純物を封管 内の低温部に輸送させて前記化合物半導体の純 度を向上させることを特徴とするII-VI族化 合物半導体の精製方法。
13	特許2572291 新日鉱ホールディングス 半絶縁性InP単結 晶基板の製造方法 1990. 03. 02	11	11	0	新日鉱ホールディングス (11)	キャリア濃度が $3 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ 以下の原料多結晶InP から製造され、故意に不純物を添加することな く、かつ残留不純物として存在するFe, Coまた はCrのいずれか1種以上の含有濃度の合計が 0.05ppmw以下であるInP単結晶薄板を、6kg/cm ² を超えるリソ蒸気圧雰囲気中で熱処理することと特 徴とする半絶縁性InP単結晶基板の製造方法。 

表 1.5.1 化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願 (5/13)

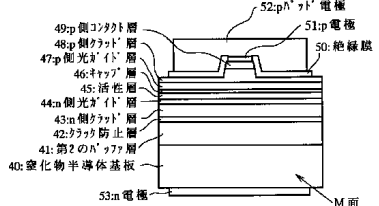
No.	被引用特許番号 出願人 発明の名称 出願日 (対応日本特許)	被引用回数	自社特許数	他社特許数	引用した特許の出願人	概要						
14	特許2141400 日亜化学工業 窒化ガリウム系化合物半導体の結晶成長方法 1991. 01. 31	11	1	10	日立電線 (3) ソニー (2) シャープ 三菱電線工業 松下電器産業 東芝 日亜化学工業 日本電信電話	バッファ層の上に、有機金属化合物気相成長法で反応容器内に反応ガスを供給して窒化ガリウム系化合物半導体の結晶を成長させる方法において、バッファ層と窒化ガリウム系化合物半導体の両方を有機金属化合物気相成長法で成長させるとともに、窒化ガリウム系化合物半導体を成長させる反応容器内において、窒化ガリウム系化合物半導体を成長させる前に、一般式を、$Ga_xAl_{1-x}N$ (但しxは$0 < x \leq 1$の範囲である。) とするバッファ層を成長させることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体の結晶成長方法。 <table><tr><td>$Ga_xAl_{1-x}N$ 結晶</td><td>($0 \leq x \leq 1$)</td></tr><tr><td>バッファ層 $Ga_xAl_{1-x}N$</td><td>($0 < x \leq 1$)</td></tr><tr><td colspan="2">サファイア基板</td></tr></table>	$Ga_xAl_{1-x}N$ 結晶	($0 \leq x \leq 1$)	バッファ層 $Ga_xAl_{1-x}N$	($0 < x \leq 1$)	サファイア基板	
$Ga_xAl_{1-x}N$ 結晶	($0 \leq x \leq 1$)											
バッファ層 $Ga_xAl_{1-x}N$	($0 < x \leq 1$)											
サファイア基板												
15	特許3395631 日亜化学工業 窒化物半導体素子及び窒化物半導体素子の製造方法 1997. 04. 17	11	0	11	リコー (11)	結晶欠陥数が10^7個/cm^2以下である窒化物半導体を基板とし、その基板上部に活性層を含む素子構造を有する窒化物半導体層が積層されてなる窒化物半導体素子であって、その窒化物半導体素子の対向する活性層端面は、前記窒化物半導体基板M面 (11-00) の劈開面と一致する劈開面であって、かつ該基板下部にはn電極が形成されていることを特徴とする窒化物半導体素子。 						
16	特許1691269 同和鉱業 Siドープn型ガリウム砒素単結晶の製造方法 1986. 12. 27	10	6	4	同和鉱業 (6) 住友電気工業 (3) 新日鉱ホールディングス	結晶原料融液に種結晶を接触させ引上げる液体封止回転引上げ法によるヒ化ガリウム単結晶製造方法において、結晶原料融液としてシリコン(Si)を添加したヒ化ガリウム融液と、液体封止剤であるB_2O_3中に、あらかじめ、B_2O_3を還元しない方法によりシリコン化合物またはケイ酸の形態のシリコン化合物を添加したものとを同時に使用して結晶引上げを行うことを特徴とするSiドープ型ヒ化ガリウム単結晶の製造方法。						
17	特許1820372 新日鉱ホールディングス リン化インジウムおよびその製造方法 1988. 09. 02	10	10	0	新日鉱ホールディングス (10)	Fe, CoまたはCrのいずれか1種以上の含有濃度の合計が0.1ppmw以上0.2ppmw以下でありかつ抵抗率が$10^7 \Omega \cdot cm$以上である単結晶リン化インジウムを製造するにあたり、Fe, CoまたはCrを0.1ppmw以上0.2ppmw以下含有する単結晶リン化インジウムを石英アンフル内に真空封入するとともに、この石英アンフル内にリン化インジウムの構成元素またはその構成元素を含む別個の化合物半導体材料を配置し、石英アンフル内をリン化インジウムの解離圧以上となるリンの圧力とし、石英アンフルを400~640℃で加熱することを特徴とするリン化インジウムの製造方法。						

表 1.5.1 化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願 (6/13)

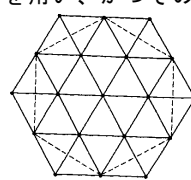
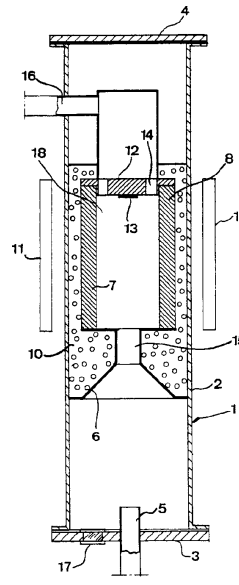
No.	被引用特許番号 出願人 発明の名称 出願日 (対応日本特許)	被 引 用 回 数	自 社 特 許 数	他 社 特 許 数	引用した特許の 出願人	概要
18	特開平03-122097 アクリルナームローゼンフェノール トシヤツ 単結晶のII-VI族またはIII-V族化合物の製造方法及びそれより作られる製品 1989.09.14	9	0	9	住友電気工業(5) 日立電線 昭和電工 新日鉱ホールディングス 同和鉱業	単結晶のII-VI族またはIII-V族化合物を、多結晶の形の該II-VI族またはIII-V族化合物から製造する方法において、(a)ルツボの内側の面を粉末固体でコートすること、ここで該粉末固体は、前記の多結晶の形の前記化合物の融点よりも高い融点を有する、(b)II-VI族またはIII-V族の多結晶の化合物を、前記のコートされたルツボ中に配置すること、(c)前記の化合物を含有する、コートされた前記のルツボを、加熱手段中に配置すること、(d)前記の化合物を含有する、コートされた前記のルツボを加熱して、前記の粉末固体を固体粉末の形に保ちながら、該ルツボ中で前記の化合物の熔融物を作ること、そして(e)前記のルツボおよび前記の化合物を冷却して単結晶の化合物を作ることを含むことを特徴とする方法。
19	特許3293035 新日鉱ホールディングス 窒化ガリウム系化合物半導体結晶の成長方法及び窒化ガリウム系化合物半導体装置 1994.04.08	9	9	0	新日鉱ホールディングス (9)	単結晶基板上に窒化ガリウム系半導体結晶を成長させる方法において、前記単結晶基板として1または2種類以上の希土類元素を含む希土類13(3B)族ヘキサロサイトの結晶を用い、かつその{011}面または{101}面を成長面にして $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$ ($x \geq 0, y > 0, x + y \leq 1$)の組成を有する結晶を成長させることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体結晶の成長方法。 
20	特表平11-508531 オクテック(フィンランド) CVDによって目的物をエピタキシャル成長させる装置と方法 1995.06.26	9	0	9	デンソー(7) 豊田中央研究所, デンソー(2)	化学蒸着によって基板上にSiC、第三族一窒化物またはそれらの合金である目的物をエピタキシャル成長させる装置にして、前記基板を受容する室を包囲する円周壁を有するサセータ、および前記円周サセータ壁そしてそれにより前記基板および供給手段によって前記基板へ供給される基板生長用混合ガスを加熱する手段を有するものであって、前記加熱手段が、それから被生長材料の昇華が相当増進し始める温度レベルより高く前記サセータおよびそれにより前記基板を加熱するように配列されていることと、前記供給手段が、正の生長が起こるような組成をもってかつそのような率において前記混合ガスを前記サセータ内に供給するように配列されていることとを特徴とする装置。 

表 1.5.1 化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願 (7/13)

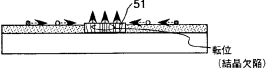
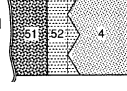
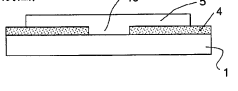
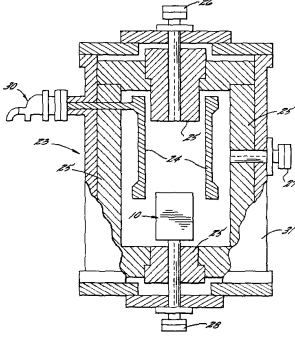
No.	被引用特許番号 出願人 発明の名称 出願日 (対応日本特許)	被 引 用 回 数	自 社 特 許 数	他 社 特 許 数	引用した特許の 出願人	概要
21	W097/11518 日立製作所 半導体材料 半導体 材料の製造方法及び 半導体装置 1995. 09. 18	9	0	9	日亜化学工業(5) 三菱電線工業(4)	基板上に一部窓明けすることにより基板を露出させた非晶窒素構造を有する絶縁体を形成する。窓明けにより露出した基板上と絶縁体上に、構成元素として少なくとも窒素を含む化合物半導体を積層して半導体材料を形成する。半導体材料または半導体材料上にさらに半導体材料を積層した半導体材料を加工して半導体装置を形成する。 FIG. 3A  FIG. 3B  FIG. 3C  FIG. 3D  FIG. 3E 
22	特許3165685 ノース カロライナ ステート UNIV(米国) 炭化珪素単結晶の昇 華成長 1987. 10. 26	8	0	8	昭和電工(3) 新日本製鐵 デッソー, 豊田中央研 究所 産業技術総合研究 所, 昭和電工, デッ ソー 昭和電工, 産業技 術総合研究所 シクスオン, 竹内電機, 関西電力, 三菱商 事, 住友電気工業	電気的デバイスに好適に使用できる炭化珪素の単一ホリタイプの大形単結晶を成長させる方法であって、所望ホリタイプの炭化珪素の種単結晶と、炭化珪素粉末源とを閉鎖系内へと導入し、この炭化珪素粉末源の温度を炭化珪素が粉末源から昇華するのに十分な温度まで上昇させ、一方種晶の温度を、粉末源の温度に近く、しかしこの粉末源の温度よりは低くかつこの昇華系の気圧条件下で炭化珪素が昇華する温度よりも低い温度へと上昇させることによって種晶と粉末源との間に熱勾配を導入し、および結晶が成長して粉末源が消費されるにつれて種晶と粉末源との間の熱勾配を増大させ、これにより一定の温度勾配を保持する。 

表 1.5.1 化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願 (8/13)

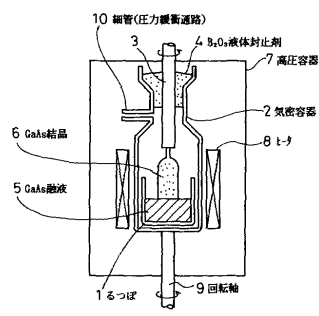
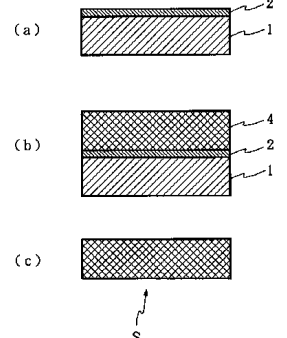
No.	被引用特許番号 出願人 発明の名称 出願日 (対応日本特許)	被引用回数	自社特許数	他社特許数	引用した特許の出願人	概要
23	特許1969562 日立電線 化合物半導体結晶の育成方法 1990.07.19	8	1	7	神戸製鋼所(7) 日立電線	化合物半導体原料を收容したるつぼ全体を気密容器で覆い、この気密容器内を前記化合物半導体原料を構成する少なくとも1つ以上の元素ガスを含む雰囲気とし、前記化合物半導体原料から化合物半導体結晶を育成させる化合物半導体結晶の育成方法において、前記気密容器に容器内外の圧力差を緩和して容器内の元素ガスの外部への拡散を抑制する圧力緩衝通路を備え、前記気密容器外の雰囲気を不活性ガスとし、その不活性ガスの圧力を化合物半導体結晶を育成している間、気密容器内の前記元素ガスの分圧の和以上の一定値とすることを特徴とする化合物半導体育成方法。  第1実施例による引止装置
24	特開平07-273367 三菱電線工業 半導体基板の製造方法および発光素子の製造方法 1994.04.01	8	8	0	三菱電線工業(8)	半導体層形成用基板上にバッファ層を形成し、次いで該バッファ層表面に、実質的にその上に結晶が成長し得ない材料で部分的にマスクを形成することにより複数の露出部を形成した後、該露出部に半導体層を形成する工程を有する半導体基板の製造方法。  (a) (b) (c) S
25	特開昭62-176998 コルモーションテクノロジーズ コーポレーション ガリウム砒化物の結晶およびその成長方法 1985.11.15	7	0	7	旭硝子(4) 住友電気工業(2) 三菱化学	少なくとも$10^7 \Omega/\text{cm}$の初期抵抗率、$5 \times 10^6 \Omega/\text{cm}$以上の変換減成後の抵抗率および3000エッチビット/cm²より低い転位密度を有するドーピングされていないガリウム砒化物の単結晶。

表 1.5.1 化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願 (9/13)

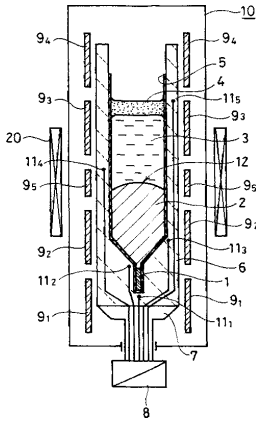
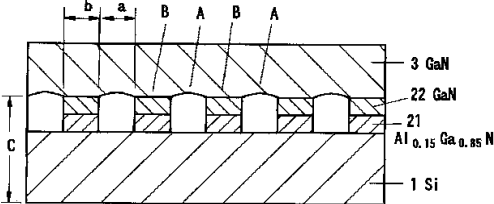
No.	被引用特許番号 出願人 発明の名称 出願日 (対応日本特許)	被引用回数	自社特許数	他社特許数	引用した特許の出願人	概要
26	特許2649052 日本電信電話 結晶育成方法および育成装置 1988. 02. 17	7	0	7	住友電気工業(5) 新日鉱ホールディングス 昭和電工	円筒状あるいは各種形状を有するるつぼ内に融解または合成して作製した原料融液あるいは溶液を、このるつぼ内の一端から結晶成長を開始して、ほぼ一定の方向に徐々に結晶成長を進行せしめ、前記るつぼによって規定される形状の結晶を成長させる結晶育成方法において、前記るつぼ外周の特定の複数箇所の温度を検出し、この複数箇所の温度情報を加えて、るつぼ内の物質の形状および熱的物理定数、るつぼ材料の形状および熱的物理定数を基に、一定時間ごとになるつぼ内部の温度分布を計算して成長界面の推定位置およびその推定形状を求めあらかじめ所望の結晶成長を得るプログラムによる成長界面の想定位置およびその想定形状を求め、前記推定位置と想定位置および推定形状と想定形状の偏差を求め、前記偏差をあらかじめ設定した規定の値以下にならしめるごとく成長界面位置またはその形状を、あるいはこれらの両方を制御することを特徴とする結晶育成方法。 
27	特開平01-239089 東芝 化合物半導体単結晶の製造方法及び製造装置 1987. 11. 30	7	0	7	日立電線(3) ブレインジ 住友電気工業 昭和電工 新日鉱ホールディングス	原料融液から化合物半導体単結晶を製造に際し、前記原料融液を収容した原料収容部を所定のガス雰囲気中に置き、該雰囲気中のガスの成分濃度を検出し、該検出される成分濃度が所定値となるように制御することを特徴とする化合物半導体単結晶の製造方法。
28	特許1822598 日本板硝子 ZnSe単結晶の成長方法 1988. 11. 07	7	0	7	神戸製鋼所(5) 富士通 通信・放送機構、富士通	100~2000の気圧の不活性ガス雰囲気を含む密閉されたるつぼ内で、1420℃よりも低い温度に加熱して、Seが57.5~92.5mol%、Znが7.5~42.5mol%のZn-Se系の液相のみからなる融液を形成し、その後該融液を該加熱温度から1100℃以上の温度まで徐冷することにより結晶成長させるZnSe単結晶の成長方法。
29	特許3036495 豊田合成 窒化ガリウム系化合物半導体の製造方法 1997. 11. 07	7	0	7	日亜化学工業(6) 日本電気	基板上に第1の窒化ガリウム系化合物半導体を成長させ、その後、その第1の窒化ガリウム系化合物半導体を、前記基板の露出部が散在するように、点状、ストライプ状または格子状などの島状態にエッチングし、その後、前記島状態の前記第1の窒化ガリウム系化合物半導体を核として成長するが、前記基板の露出部を核としてはエピタキシャル成長しない第2の窒化ガリウム系化合物半導体を成長させ、前記基板の露出面は横方向成長により形成することを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体の製造方法。 

表 1.5.1 化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願 (10/13)

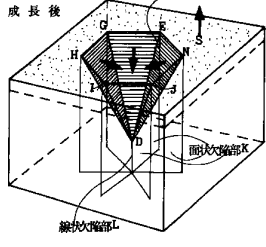
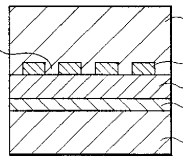
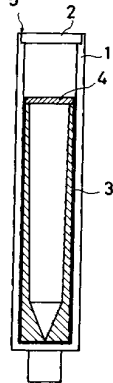
No.	被引用特許番号 出願人 発明の名称 出願日 (対応日本特許)	被引用回数	自社特許数	他社特許数	引用した特許の出願人	概要
30	特開2001-102307 住友電気工業 単結晶 GaN の結晶 成長方法及び単結晶 GaN 基板の製造方法と単結晶 GaN 基板 1999. 09. 28	7	6	1	住友電気工業 (6) 日亜化学工業	気相成長の成長表面が平面状態でなく、三次元的なファセット構造を持つようにし、ファセット構造を持ったまま、ファセット構造を埋め込まないで成長させることにより転位を低減するようにした単結晶窒化ガリウムの結晶成長方法。 
31	W099/23693 住友電気工業 GaN 単結晶基板及びその製造方法 1997. 10. 30	6	5	1	住友電気工業 (3) 住友電気工業, インスチ. オフ マテリアルズ リサーチ アント ENG (シンガポール) (2) 日亜化学工業	GaAs 基板上に、互いに離隔配置された複数の開口窓を有するマスク層を形成するマスク層形成工程と、前記マスク層上に、GaN からなるエピタキシャル層を成長させるエピタキシャル層成長工程と、を備えることを特徴とする GaN 単結晶基板の製造方法。 
32	特許2656038 三井鉱山 融液からの単結晶育成方法 1987. 06. 15	6	1	5	神戸製鋼所 (3) 新日鉱ホールディングス (2) 三井鉱山, 小見野晃, 一色 実	融液からの固化によって単結晶を得る方法において、1500℃以上の融点を有する金属またはこれらの合金から選ばれる金属材料からなる外筒および外筒外蓋と、前記金属材料、黒鉛、ならびに石英、カーボンコートした石英、アルミナ、BN、AlN、BeO、CaF₂、SiC、SiO₂、CeO₂、ThO₂、ZrO₂、MgO および ZrSiO₄ からなる高融点セラミックス材料から選ばれる一種以上の材料からなる内筒および内筒内蓋で構成される二重構造のるつぼを使用し、結晶させる原料を内筒内に装入し、内筒内蓋を装着し、次いで外筒内に内筒を装入し、外筒に外筒外蓋を溶接密封した後、前記原料を加熱熔融して結晶成長を行わしめることを特徴とする融液からの結晶育成方法。 
33	特開平01-139223 住友電気工業 化合物半導体単結晶の円形ウエハの製造方法 1987. 11. 26	6	0	6	旭硝子 (6)	ボート成長法により製造した化合物半導体単結晶からウエハを切り出すウエハの製造方法において、ウエハの面方位に垂直な方向に結晶学的方位を合わせた種結晶を、上方にスリットを有する断面円形のボートの一端にセットし、原料融液の表面の横幅が円形ボートの半径より小さくなるように原料融液を満たして化合物半導体単結晶を製造し、該単結晶をボート軸に垂直に切り出して円形ウエハを製造することを特徴とする化合物半導体単結晶の円形ウエハの製造方法。
34	特開平01-192793 古河電気工業 液体封止引上法による GaAs 単結晶の製造方法 1988. 01. 27	6	0	6	日立電線 (5) 住友電気工業	不活性ガスで加圧した容器内に GaAs 融液と該融液の上面を覆う液体封止剤を収納した過熱ルツボを設置し、GaAs 単結晶の種結晶を GaAs 融液上面に接触させて回転させながら引き上げることにより GaAs 単結晶を製造する方法において、不活性ガス中に CO₂ および / または CO ガスを 0.01 ~ 0.1% 混入させることにより成長結晶中の炭素濃度を $1 \times 10^{15} \sim 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ の範囲で制御することを特徴とする液体封止引上法による GaAs 単結晶の製造方法。

表 1.5.1 化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願 (11/13)

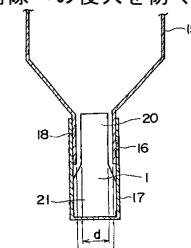
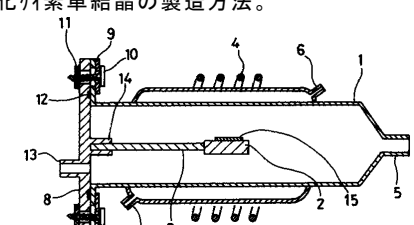
No.	被引用特許番号 出願人 発明の名称 出願日 (対応日本特許)	被 引 用 回 数	自 社 特 許 数	他 社 特 許 数	引用した特許の 出願人	概要
35	特許2723249 日本電信電話 結晶育成方法および 結晶育成用つぼ 1988. 04. 28	6	0	6	日立電線 (4) 住友電気工業 信越化学工業	固体の結晶原料と固体の液体封止剤とを充填し、かつ下端内部に種子結晶を装着したるつぼを加熱し、前記固体の液体封止剤および前記固体の結晶原料を溶解し、前記種子結晶から単結晶を育成する結晶育成方法に用いられる結晶育成用つぼにおいて、前記つぼは、下方に開口している種子結晶挿入部を有するつぼ本体の外側に、前記つぼ本体とは別体をなし、前記種子結晶を保持するための種子結晶保持部品を嵌合装着してなり、前記種子結晶保持部品は、前記種子結晶を嵌合装着する種子結晶嵌合部を具備し、前記種子結晶挿入部の内壁と前記種子結晶との間隙を、融解した前記固体の液体封止剤が満たし、かつ前記固体の結晶原料が融解した結晶原料融液の前記間隙への侵入を防ぐように、前記 種子結晶嵌合部の内径が、前記種子結晶挿入部の内径より狭められていることを特徴とする結晶育成用つぼ。  1…種子結晶 15…つぼ本体 16…種子結晶保持部品 17…種子結晶嵌合部 18…種子結晶挿入部 20…種子結晶付け部 21…種子結晶保持部
36	特許1910785 シャープ 炭化珪素単結晶の製造方法 1988. 05. 11	6	0	6	HOYAアトハンスセミコン ダクタテクノロジーズ (4) 東芝 (2)	ケイ素基板上に炭化ケイ素単結晶を成長させる炭化ケイ素単結晶の製造方法であって、該基板上に炭化ケイ素単結晶の成長領域を設ける工程と、該成長領域に炭化ケイ素単結晶をその厚さが該基板の成長面方位に固有な厚さと同一またはそれ以上になるように成長させる工程と、を包含する炭化ケイ素単結晶の製造方法。 

表 1.5.1 化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願 (12/13)

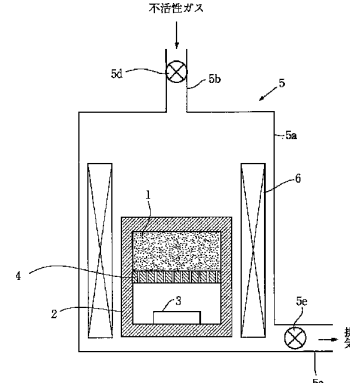
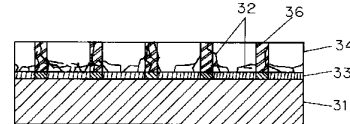
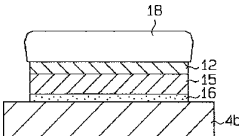
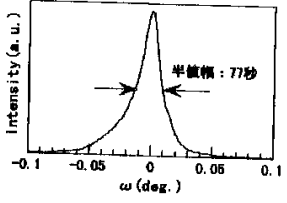
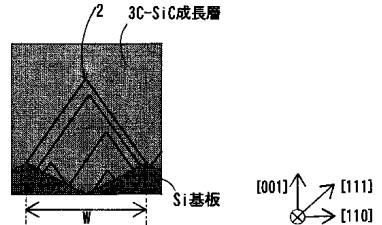
No.	被引用特許番号 出願人 発明の名称 出願日 (対応日本特許)	被引用回数	自社特許数	他社特許数	引用した特許の出願人	概要
37	特開平06-048898 日新製鋼 炭化ケイ素単結晶の製造方法 1992.07.23	6	0	6	デッソー(4) デッソー、豊田中央研究所(2)	種結晶と相対向する位置関係で炭化ケイ素原料粉末を黒鉛炉内に配置し、温度勾配を付けた加熱によって前記炭化ケイ素原料粉末を昇華させて前記種結晶の上に単結晶部を成長させる炭化ケイ素単結晶の昇華法において、種結晶上における単結晶の成長と同時に成長する多結晶部の成長面が前記単結晶部の成長面を超えない時点で結晶成長を終了し、前記単結晶部の周囲にある多結晶部の除去により前記単結晶部の成長面を高くすることを1工程とし、以降、この工程を繰り返し、多結晶部を除去した単結晶部の成長面上で単結晶の成長を行うことを特徴とする炭化ケイ素単結晶の製造方法。 
38	特開平08-064791 松下電器産業 エピタキシャル成長方法 1994.08.23	6	0	6	日本電気(3) 日亜化学工業(2) 三菱電線工業	サファイア基板上にアモルファス状のGa₂N膜を成長させる。アモルファスGa₂N膜をストライプ状にエッチングする。2回目の結晶成長で、前記アモルファスGa₂N膜の上に、Ga₂N膜をエピタキシャル成長させる。これにより格子欠陥や転位は、特定の領域に集中し、所望の半導体発光素子の活性領域での欠陥密度を相対的に低減できる。 
39	特開平09-077595 デッソー 炭化珪素単結晶の製造方法 1995.09.12	6	6	0	デッソー(6)	ケイ素単結晶基板の上に炭化ケイ素単結晶層を成長させる第1工程と、前記炭化ケイ素単結晶層の表面に第1の補強材を形成する第2工程と、前記ケイ素単結晶基板を除去する第3工程と、前記ケイ素単結晶基板の除去により露出した前記炭化ケイ素単結晶層の表面に第2の補強材を形成する第4工程と、前記第1の補強材を除去する第5工程と、前記第2の補強材の表面を結晶成長装置の台座に接合することにより前記炭化ケイ素単結晶層を台座に固定し、この台座を結晶成長装置に装着する第6工程と、前記炭化ケイ素単結晶層を種として当該炭化ケイ素単結晶層に炭化ケイ素単結晶を成長させる第7工程とを備えたことを特徴とする炭化ケイ素単結晶の製造方法。 

表 1.5.1 化合物半導体基板技術に関する被引用回数の多い出願 (13/13)

No.	被引用特許番号 出願人 発明の名称 出願日 (対応日本特許)	被 引 用 回 数	自 社 特 許 数	他 社 特 許 数	引用した特許の 出願人	概要
40	特開2000-327495 科学技術振興機構 窒化ガリウム単結晶 の育成方法 1999. 05. 17	6	0	6	リコー(6)	窒化ガリウム(GaN)薄膜または窒化アルミニウム(AlN)薄膜を表面に堆積させた基板、窒素原料、および、ガリウム原料を加熱して、ハルキ状窒化ガリウム単結晶を基板表面上にのみ核発生させて育成する。 
41	特許3576432 HOYAアドバンストセミコン ダクタテクノロジーズ 炭化珪素膜及びその 製造方法 1998. 10. 10	6	2	4	東芝(4) HOYAアドバンストセミコン ダクタテクノロジーズ(2)	単結晶基板表面上にその結晶方位を引き継いで炭化ケイ素をエピタキシャル成長させる炭化ケイ素膜の製造方法において、前記基板表面の全部または一部に1方向に平行に伸びる複数の起伏を具備させ、この基板表面上に炭化ケイ素を成長させる。 

1.5.2 注目特許の引用関連図

表 1.5.1 において紹介した注目特許の中から、被引用回数が 1 位の新日本製鐵の特許 2804860 と、3 位の住友電気工業の特開 2000-012900 の出願について引用関連図を示す。

(1) 特許 2804860

図 1.5.2-1 に、特許 2804860 の引用関連図を示す。

特許 2804860 は、炭化ケイ素 (SiC) 単結晶およびその昇華法を用いた成長方法に関する出願であり、炭化ケイ素 (SiC) の種結晶の結晶面方位を規定するものである。

新日本製鐵による自社引用についてみると、解析対象である 2002 年までこの特許を引用する出願が継続されており、炭化ケイ素 (SiC) 単結晶に関する開発が継続して行われていることが分かる。実際に、新日本製鐵では、炭化ケイ素 (SiC) 基板の製造・販売を現在行っている。他社は、デンソー、豊田中央研究所、住友電気工業が多く引用しており、特許 2804860 は基本的特許であると考えられる。

(2) 特開 2000-012900

図 1.5.2-2 に、特開 2000-012900 の引用関連図を示す。

特開 2000-012900 は、窒化ガリウム (GaN) 単結晶基板およびその製造方法に関する出願であり、異種基板上に成長した窒化ガリウム (GaN) を自立させそれを種結晶として窒化ガリウム (GaN) の結晶成長を行うものである。

住友電気工業による自社引用についてみると、解析対象である 2002 年までこの特許を引用する出願が継続されており、窒化ガリウム (GaN) 単結晶基板に関する開発が継続して行われていることが分かる。実際に、住友電気工業では、窒化ガリウム (GaN) 単結晶基板の製造・販売を現在行っている。他社は、日本電気、日立電線、リコーが多く引用しており、特開 2000-012900 は基本的特許であると考えられる。

図 1.5.2-1 特許 2804860 の引用関連図

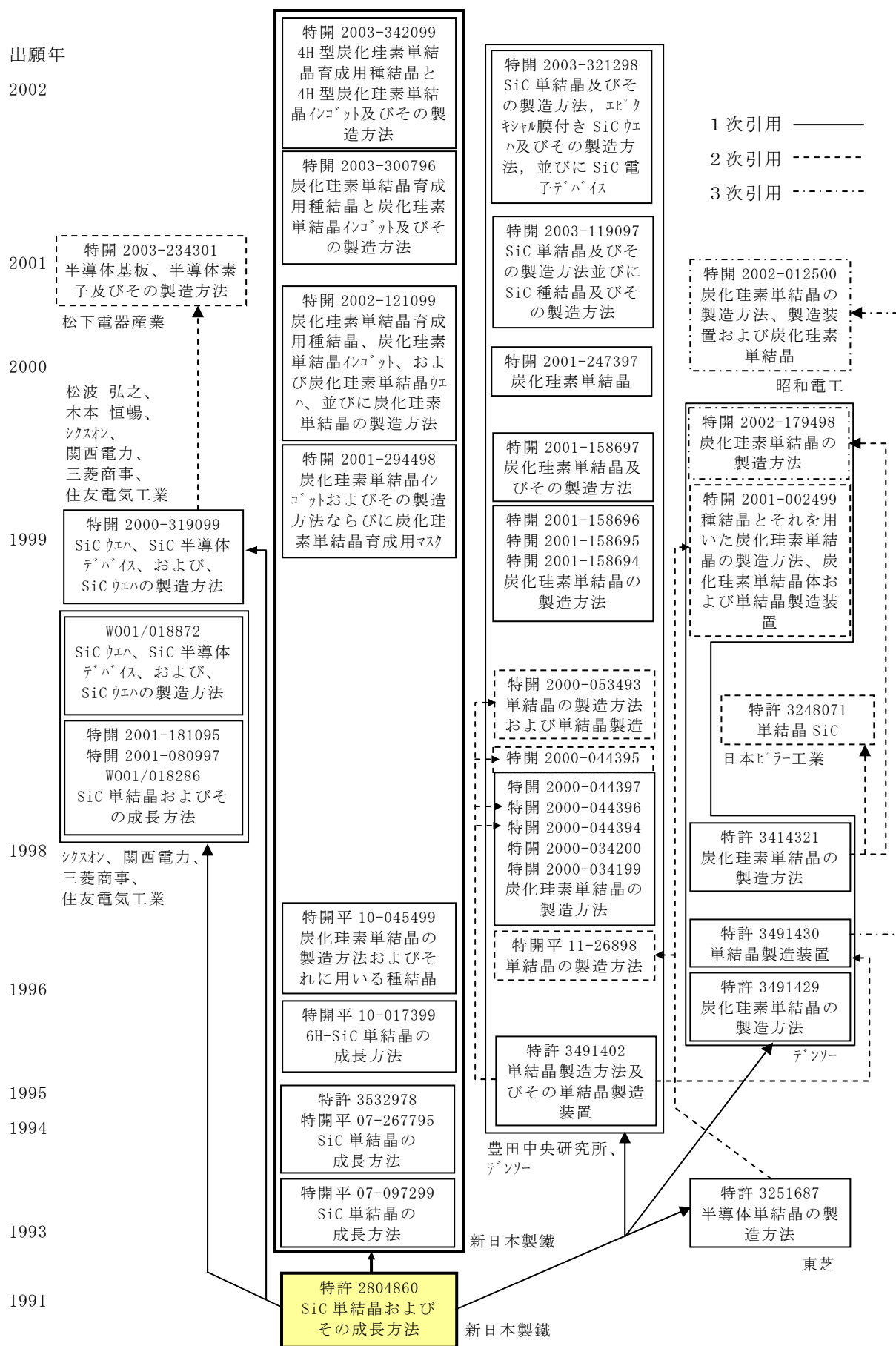
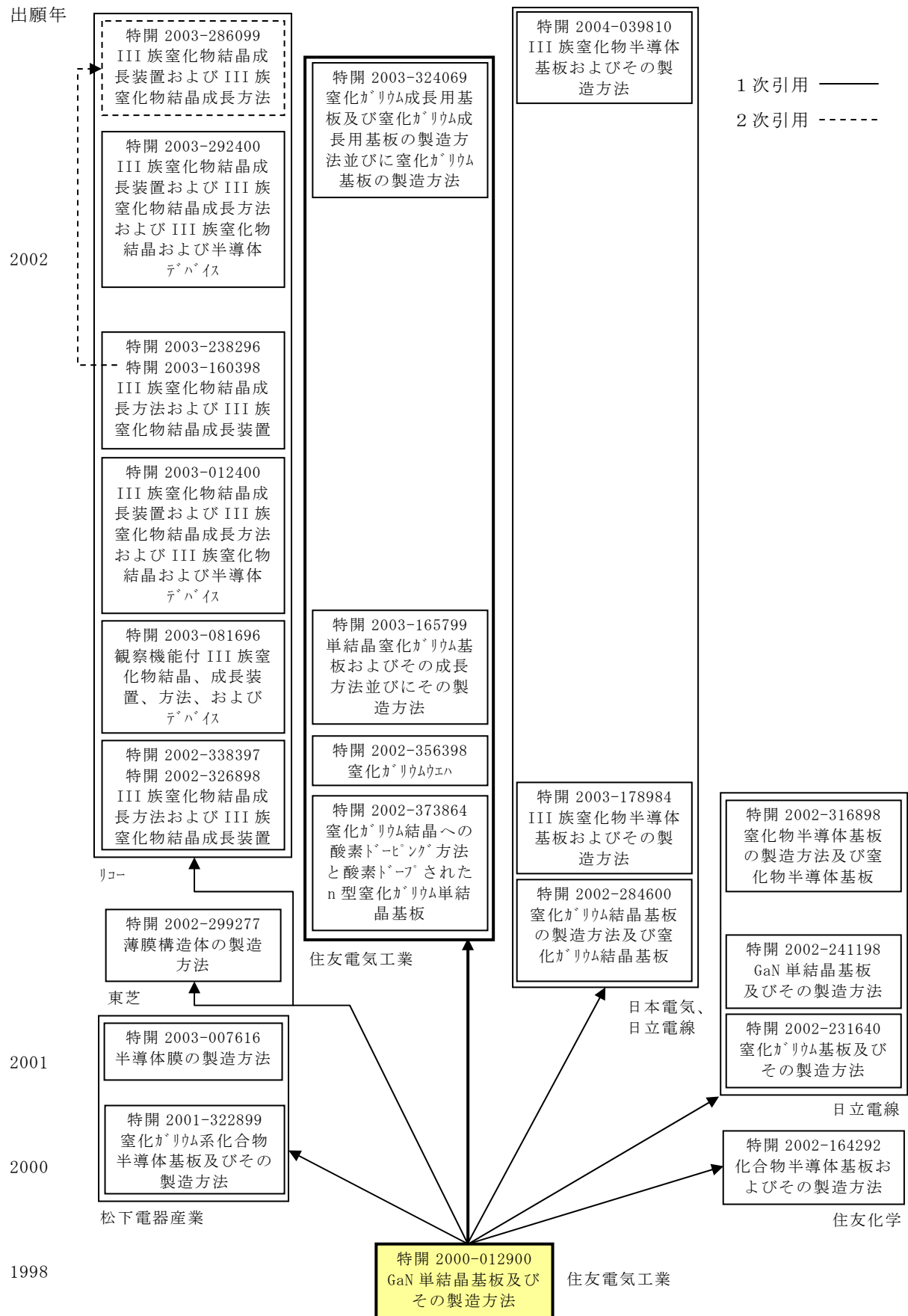


図 1.5.2-2 特開 2000-012900 の引用関連図



2. 主要企業等の特許活動

- 2.1 住友電気工業
- 2.2 日立電線
- 2.3 新日鉱ホールディングス
- 2.4 デンソー
- 2.5 豊田中央研究所
- 2.6 松下電器産業
- 2.7 日亜化学工業
- 2.8 昭和電工
- 2.9 新日本製鐵
- 2.10 神戸製鋼所
- 2.11 同和鉱業
- 2.12 リコー
- 2.13 富士通
- 2.14 住友金属鉱山
- 2.15 東芝
- 2.16 古河電気工業
- 2.17 旭硝子
- 2.18 日本碍子
- 2.19 日本電気
- 2.20 日本ピラー工業
- 2.21 産業技術総合研究所
- 2.22 主要企業以外の特許番号一覧

2. 主要企業等の特許活動

出願件数 1,455 件のうち、主要企業 20 社の出願件数は 1,074 件あり、このうち特許登録が 175 件である。これらの特許を中心に解析する。

化合物半導体基板技術に関する出願件数の多い企業 20 社について、企業ごとに企業概要、主要製品・技術の分析を行った。対象とした企業を、表 2 に化合物半導体基板技術の主要企業 20 社を示す。

最近 11 年間の化合物半導体基板技術に関する出願件数は 1,455 件で、主要企業 20 社の出願件数は 1,074 件（重複含まず）であり、全体の約 74%になる。主要企業 20 社の出願件数 1,074 件の内訳は、特許登録が 175 件、実用新案登録はない。この技術分野は、主要企業 20 社による出願が多い。

主要企業 20 社ではないが、公的機関として産業技術総合研究所を「2.21 産業技術総合研究所」に解析して示し、主要企業 20 社と産業技術総合研究所以外の登録特許について「2.22 主要企業以外の特許番号一覧」に技術要素別に解析して示した。主要企業 20 社以外の出願件数は 381 件であり、全体の出願率では 26%を占めているが、そのうち特許登録が 58 件、実用新案登録が 1 件である。

本書に掲載されている各企業の保有特許は、すべてがライセンス可能な開放特許であるとは限らない。開放特許にするか、ライセンスの可能性のない非開放特許にするかは、各企業の特許戦略による。

企業の概要は有価証券報告書とホームページで補完している。

表2 化合物半導体基板技術の主要企業20社

No.	主要企業	出願件数	No.	主要企業	出願件数
1	住友電気工業	176	11	同和鉱業	35
2	日立電線	172	12	リコー	34
3	新日鉱ホールディングス	143	13	富士通	33
4	デンソー	89	14	住友金属鉱山	31
5	豊田中央研究所	53	15	東芝	26
6	松下電器産業	48	16	古河電気工業	25
7	日亜化学工業	47	17	旭硝子	24
8	昭和電工	42	18	日本碍子	24
9	新日本製鐵	38	19	日本電気	23
10	神戸製鋼所	36	20	日本ビレー工業	23

(1992年1月～2002年12月の出願)

2.1 住友電気工業

2.1.1 企業の概要

商号	住友電気工業 株式会社
本社所在地	〒541-0041 大阪市中央区北浜4-5-33 住友ビル
設立年	1911年（明治44年）
資本金	962億31百万円（2004年3月末）
従業員数	4,992名（2004年3月末）（連結：87,415名）
事業内容	自動車部品（ワイヤーハーネス等）、電線・ケーブル、産業用素材（粉末合金等）、電子部品金属材料等の製造・販売および電線ケーブル等各種電気工事

1968年にヒ化ガリウム（GaAs）単結晶の成長技術（HB法）を確立、74年にインジウムリン（InP）単結晶の引き上げ（LEC法）に成功しており、その後両基板を量産化している。現在、電子材料事業本部で、化合物半導体基板およびエピタキシャル加工製品を製造・販売している。化合物半導体を用いた電子デバイスについては、04年4月に富士通と折半出資でユーディナデバイス㈱を設立して、開発・製造・販売を行っている。

化合物半導体基板としては、現在、ヒ化ガリウム（GaAs）、インジウムリン（InP）、窒化ガリウム（GaN）基板を製造・販売しており、ヒ化ガリウム（GaAs）およびインジウムリン（InP）基板については、世界でもトップクラスのシェアを持っている。窒化ガリウム（GaN）基板に関しては、95年より開発に着手し、00年に開発に成功（直径2インチ）、03年4月より世界で初めて基板の量産を開始している。

（出典：住友電気工業のホームページ <http://www.sei.co.jp>）

2.1.2 製品例

複数の製法を使っており、ヒ化ガリウム（GaAs）基板はHB法によるものとVB法によるものを、インジウムリン（InP）基板はVCZ法によるものとLEC法によるものを、窒化ガリウム（GaN）基板は独自のDEEP法によるものを、製造・販売している。

表2.1.2 住友電気工業の製品例（1/3）

製品名	標準仕様（一部抜粋）			
導電性 ヒ化ガリウム （GaAs） 基板 （LD向け）	用途	LD向け		
	成長法	HB法	VB法	HB法
	サイズ	2インチ	3インチ	2インチ
	直径（mm）	50.0±0.3	76.0±0.3	50.0±0.3
	厚さ（μm）	350±10	450±10	350±10
	転位欠陥密度（EPD）（cm ⁻² ）	≤2×10 ³	≤5×10 ²	≤1×10 ²
	方位（Orientation）	(100) ±0.3° , (100) 2° ~15° off±0.3°		(100) ±0.3°
	導電型（Dopant）	n-Type（Si）		p-Type（Zn）
	キャリア濃度（cm ⁻³ ）	1~4×10 ¹⁸	0.5~4×10 ¹⁸	1~5×10 ¹⁹

表2.1.2 住友電気工業の製品例 (2/3)

製品名	標準仕様 (一部抜粋)					
導電性 ヒ化ガリ ウム (GaAs) 基板 (LED向 け)	用途	LED向け				
	成長法	HB法		VB法		HB法
	サイズ	2インチ		3インチ	4インチ	2インチ
	直径 (mm)	50.0±0.3		76.0±0.3	100.0±0.3	50.0±0.3
	厚さ (μm)	300±25		350±25	350±25 450±25	300±10 350±10
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤1×10 ⁴	≤1×10 ³	≤2×10 ³	≤5×10 ³	≤2×10 ³
	方位 (Orientation)	(100) ±0.3°, (100) 2° ~15° off±0.3°				(100) ± 0.3°
	導電型 (Dopant)	n-Type (Si)				p-Type (Zn)
	キャリア濃度 (cm ⁻³)	2~7×10 ¹⁷ 5~30×10 ¹⁷ 10~40×10 ¹⁷	0.5~40×10 ¹⁷	4~35×10 ¹⁷	2~35×10 ¹⁷	0.8~4×10 ¹⁹
半絶縁性 ヒ化ガリ ウム (GaAs) 基板 (VB法に よる)	用途	Epi向け			Ion-implantation向け	
	サイズ	4インチ		6インチ	4インチ	6インチ
	直径 (mm)	100.0±0.3		150±0.3	100.0±0.3	150±0.3
	厚さ (μm)	625±25		675±15	625±25	675±15
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤5,000		≤10,000	≤5,000	≤10,000
	方位 (Orientation)	(100) ±0.3°, (100) 2° off<110>±0.3°				
	ドーパント (Dopant)	C-Controlled			C-Controlled	
	抵抗率 (Ω・cm)	≥1×10 ⁷			≥1~4×10 ⁷	
導電性 インジウ ムリン (InP) 基板	成長法	VCZ法				LEC法
	サイズ	2インチ	3インチ	2インチ	3インチ	2インチ
	直径 (mm)	50.0±0.3	76.0±0.3	50.0±0.3	76.0±0.3	50.0±0.3
	厚さ (μm)	350±15	600±15	350±15	600±15	350±15
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤5×10 ²	≤5×10 ³	≤5×10 ³	≤1×10 ⁴	≤1×10 ⁵
	方位 (Orientation)	(100) ±0.3°				
	導電型 (Dopant)	n-Type (S)		n-Type (Sn)		n-Type (none)
	キャリア濃度 (cm ⁻³)	2~8×10 ¹⁸		1~4×10 ¹⁸		1×10 ¹⁶
導電性 インジウ ムリン (InP) 基板	成長法	LEC法			VCZ法	
	サイズ	2インチ			2インチ	3インチ
	直径 (mm)	50.0±0.3			50.0±0.3	76.0±0.3
	厚さ (μm)	350±15			350±15	600±15
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤5×10 ³	≤2×10 ³	≤5×10 ²	≤5×10 ²	≤5×10 ³
	方位 (Orientation)	(100) ±0.3°				
	導電型 (Dopant)	p-Type (Zn)				
	キャリア濃度 (cm ⁻³)	4~6×10 ¹⁸			2~5×10 ¹⁸	

表2.1.2 住友電気工業の製品例 (3/3)

製品名		標準仕様（一部抜粋）					
半絶縁性 インジウムリン （InP） 基板	成長法	LEC法		VCZ法			VB法
	サイズ	2インチ	3インチ	2インチ	3インチ	4インチ	
	直径（mm）	50.0±0.3	76.0±0.3	50.0±0.3	76.0±0.3	100.0±0.3	
	厚さ（μm）	350±15	600±15	350±15	600±15	625±25	
	転位欠陥密度 （EPD）（cm ⁻² ）	≤5×10 ⁴	≤7×10 ⁴	≤5×10 ³	≤1×10 ⁴	≤5×10 ⁴	≤5×10 ³
	方位 （Orientation）	（100）±0.3°					
	ドーパント （Dopant）	Fe					
	抵抗率（Ω・cm）	≥1×10 ⁷					
窒化ガリウム （GaN） 基板 （DEEP 法）	サイズ	2インチ			18mm角		
	直径（mm）	50.0±2			18×18		
	厚さ（μm）	400±30					
	転位欠陥密度 （EPD）（cm ⁻² ）	≤1×10 ⁶ （低転位領域*）					
	方位 （Orientation）	（0001）±1.0°					
	導電型（Dopant）	n-Type					
	キャリア濃度 （cm ⁻³ ）	≥1×10 ¹⁸					

(出典：住友電気工業のカタログ)

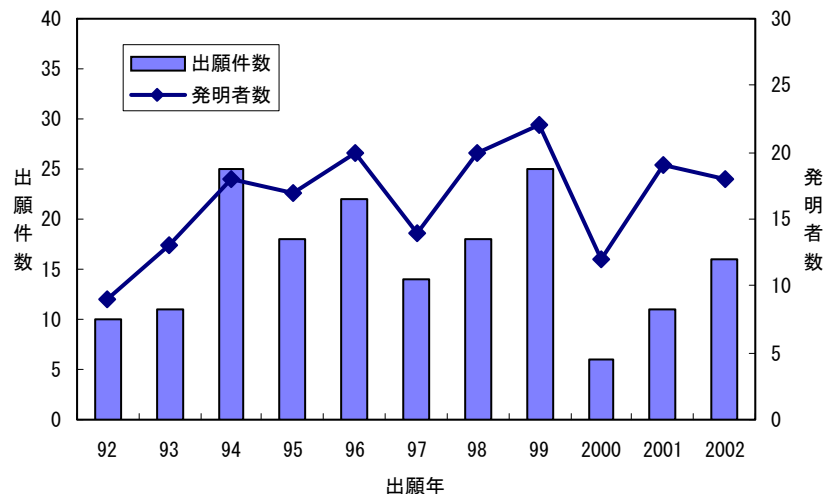
2.1.3 技術開発拠点と研究者

図2.1.3に、住友電気工業の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。
住友電気工業の場合、2000年に発願件数が激減したもののその後回復しており、総じて活発な開発活動が続いている。

開発拠点：

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号	住友電気工業株式会社伊丹製作所内
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号	住友電気工業株式会社大阪製作所内
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地	住友電気工業株式会社横浜製作所内

図2.1.3 住友電気工業の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2.1.4 技術開発課題対応特許の概要

図2.1.4-1に、住友電気工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

物質別にみると、「化合物半導体共通」に関するものが最も多く、次いで「Ⅱ－Ⅵ族その他」、「窒化ガリウム（GaN）」となっている。

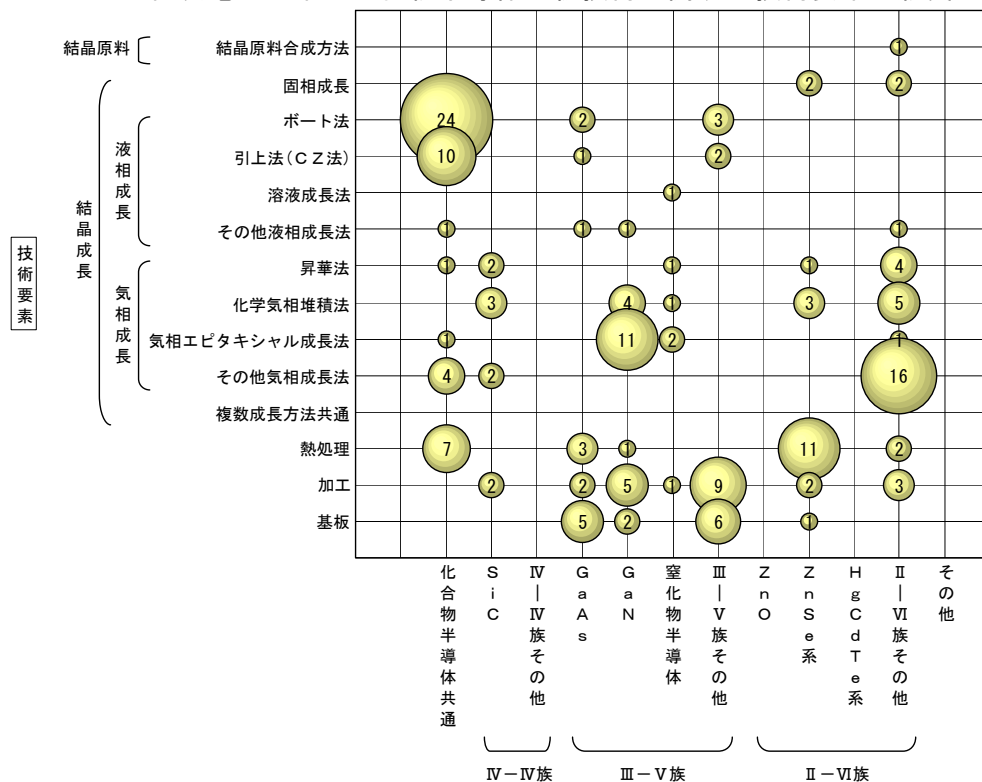
「化合物半導体共通」の出願48件の中で明細書中の実施例がヒ化ガリウム（GaAs）である出願が34件、また、「Ⅲ－Ⅴ属その他」の出願20件の中の明細書の実施例がヒ化ガリウム（GaAs）である出願が10件と半数以上を占めていた。「ヒ化ガリウム（GaAs）」に関する出願も14件あるため、住友電気工業の主力製品であるヒ化ガリウム（GaAs）基板に関する出願が多いといえる。

「Ⅱ－Ⅵ族その他」の出願35件の中で明細書の実施例がセレン化亜鉛（ZnSe）であるものが34件とほとんどであった。他に、「セレン化亜鉛（ZnSe）系」の出願が20件もあり、製品化はされていないが、セレン化亜鉛（ZnSe）の研究開発にも力を入れていたことが分かる。

「窒化ガリウム（GaN）」の出願は24件であるが、他に「窒化物半導体」に関する出願6件のうち、明細書中の実施例が「窒化ガリウム（GaN）」である出願が5件ある。住友電気工業は窒化ガリウム（GaN）基板を製品化している数少ない企業の1つである。

技術要素についてみると、「結晶成長」に関する出願が多いが、「熱処理」、「加工」、「基板」の後工程に関する出願も多く、化合物半導体基板のメーカーである特徴が表れている。

図2.1.4-1 住友電気工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

図2.1.4-2に、住友電気工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

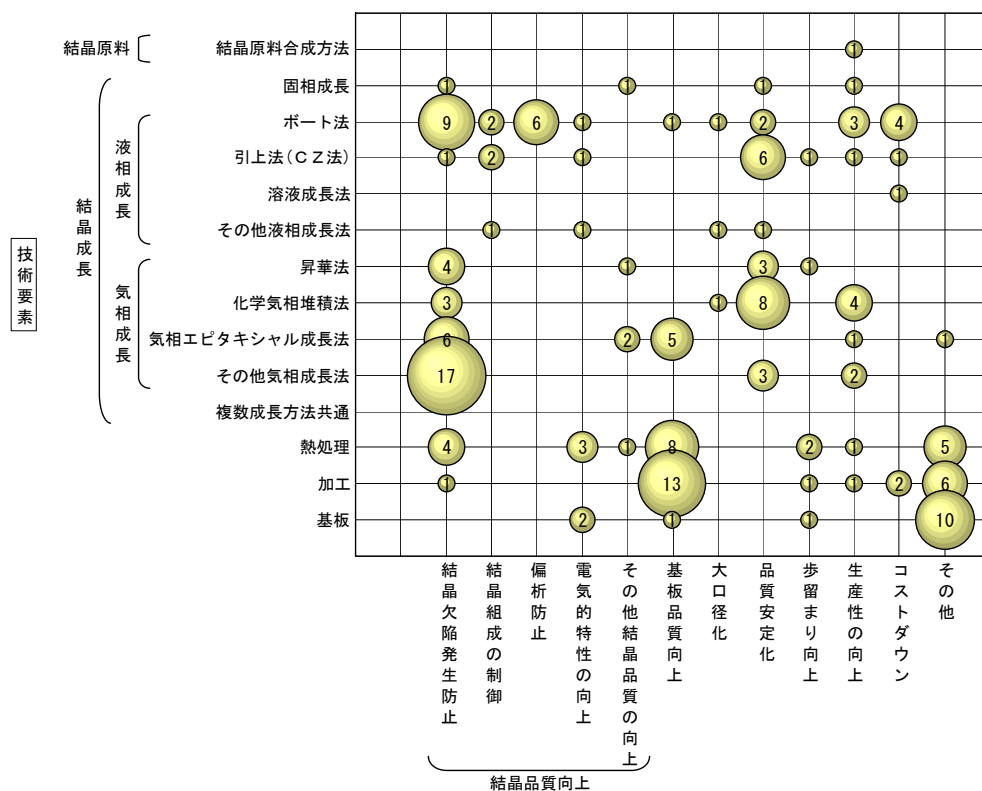
技術要素別にみると、「ボート法」に関する出願が最も多く、次いで「熱処理」、「加工」となっている。

ヒ化ガリウム（GaAs）の結晶成長を代表する成長法の1つが「ボート法」であることによる。

「ボート法」に関する課題は、「結晶欠陥発生防止」が最も多く、次いで「偏析防止」となっているが、「生産性の向上」や「コストダウン」など製品化に関する出願も多い。

「熱処理」、「加工」に関する課題は、「基板品質向上」が最も多く、次いで「その他」となっている。「その他」には、化合物半導体基板上に成膜したエピタキシャル膜の品質向上などの化合物半導体基板を使用する側から化合物半導体基板に要求される課題が含まれており、最終製品に求められる品質を課題とする出願も多くされている。

図2.1.4-2 住友電気工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

図2.1.4-3に、住友電気工業の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「基板品質向上」、「品質安定化」となっている。

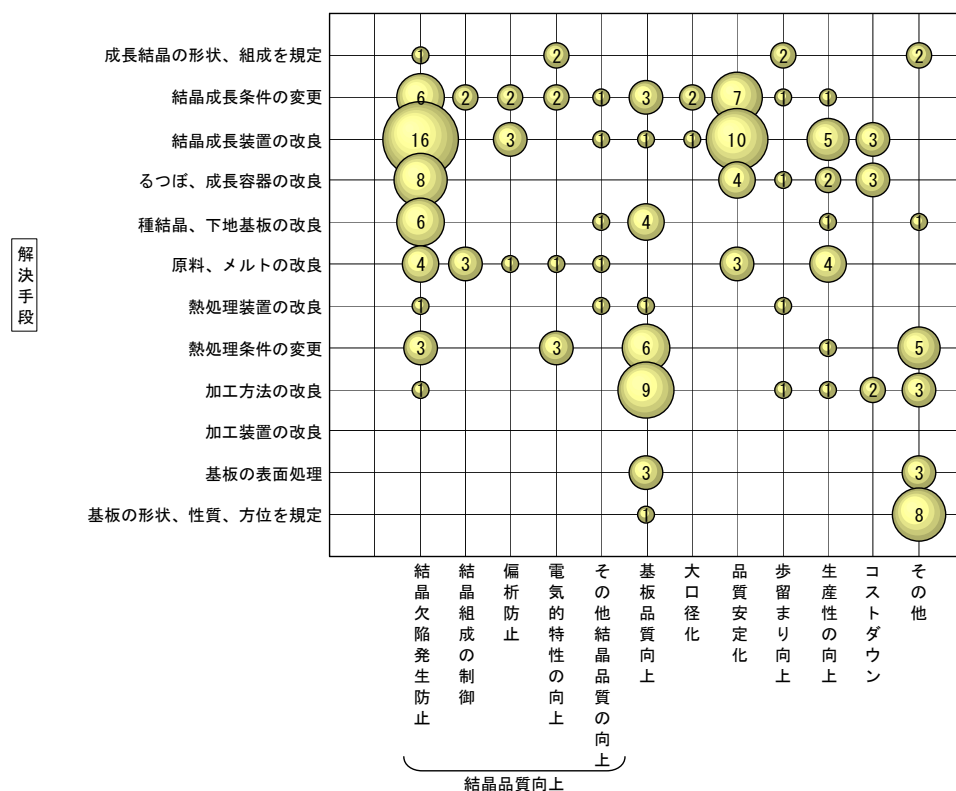
「結晶欠陥発生防止」に関する解決手段をみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多く、次いで「るつぼ、成長容器の改良」となっている。

「基板品質向上」に関する解決手段をみると、「加工方法の改良」に関する出願が最も多く、次いで「熱処理条件の変更」となっている。

「品質安定化」に関する解決手段をみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多く、次いで「結晶成長条件の変更」となっている。

解決手段についてみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が多く、住友電気工業は、「結晶欠陥発生防止」や「品質安定化」の課題に対して、「結晶成長装置の改良」をすることによって解決していることが分かる。

図2.1.4-3 住友電気工業の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表2.1.4に、住友電気工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許176件を示す。そのうち、登録になった44件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (1/23)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶原料／結晶 原料合成方法	生産性の 向上	原料合成時間 短縮化	原料、メルトの改 良／原料作製条件 の変更	特開2000-351699 99.06.08 C30B29/48	I I - V I 族化合物半導体合成方法
結晶成長／固相成長	結晶品質 向上／結 晶欠陥発 生防止	面欠陥発生防 止／双晶発生 防止	原料、メルトの改 良／その他原料・ メルトの改良	特開平09-157093 (みなし取下げ) 95.12.01 C30B29/48	Z n S e 単結晶の成長方法
	結晶品質 向上／そ の他結晶 品質の向 上	実用サイズの 結晶化	結晶成長条件の変 更／結晶成長圧力 の調整	特開平07-138097 (みなし取下げ) 93.11.16 C30B29/48	Z n - V I 族元素化合物単結晶の製 造方法
	品質安定 化	結晶品質の安 定化	結晶成長条件の変 更／結晶成長雰 囲気の調整	特開平09-286697 (みなし取下げ) 96.04.25 C30B29/48	Z n S e 単結晶の製造方法
	生産性の 向上	熱処理・加工 時間の短縮化	原料、メルトの改 良／使用原料の加 工	特開平09-067199 (みなし取下げ) 95.08.30 C30B29/48	I I - V I 族化合物半導体単結晶パ ルクの作製方法
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質 向上／結 晶欠陥発 生防止	低転位化（線 状欠陥発生防 止）／スリッ プ転位発生防 止	結晶成長装置の改 良／るつぼ、成長 容器の保持材の改 良	特開平09-315881 96.05.30 C30B11/00	半導体結晶の製造方法
		面欠陥発生防 止／双晶発生 防止	るつぼ、成長容器 の改良／断面形状 を円形以外の形状 に変更	特開平09-295887 96.02.28 C30B11/00	結晶の育成方法及び育成用ルツボ
		成長結晶の多 結晶化防止 （成長前）／ 種結晶以外の 結晶核の発生 防止	種結晶、下地基板 の改良／種結晶、 下地基板の表面処 理	特開平09-048700 95.05.26 C30B29/48	I I - V I 族または I I I - V 族化 合物単結晶の製造方法
		成長結晶の多 結晶化防止 （成長前）／ 種結晶、下地 基板の劣化防 止	るつぼ、成長容器 の改良／二重るつ ぼの使用	特開2000-154088 98.11.13 C30B11/00	単結晶製造方法および装置
		成長結晶の多 結晶化防止 （成長中）／ 封止剤の被覆 不良防止	るつぼ、成長容器 の改良／るつぼ、 成長容器の材質の 変更	特開平09-077596 95.09.11 C30B29/48	I I - V I 族または I I I - V 族化 合物単結晶の製造方法
				特開平09-048691 95.05.26 C30B27/00	I I - V I 族または I I I - V 族化 合物単結晶の製造方法およびその製 造用るつぼ
				特開平07-300385 94.03.11 C30B11/00 [被引用 1回]	化合物半導体結晶の製造方法及び製 造用るつぼ

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (2/23)

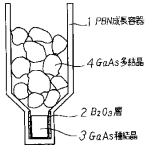
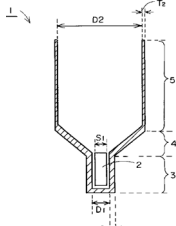
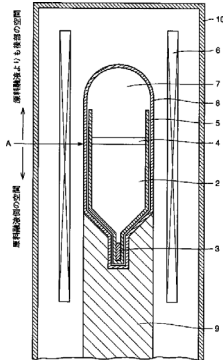
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ポット法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止(成長中)／封止剤の被覆不良防止	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特許3216298 93.02.17 C30B11/00	化合物半導体結晶成長用縦型容器 種結晶設置部を底部に備えた化合物半導体結晶成長用縦型容器において、上記容器内面のうち少なくとも種結晶設置部の内面に、上記容器を構成する元素の少なくとも1種以上を含んだ酸化物層をあらかじめ形成したことを特徴とする化合物半導体結晶成長用縦型容器、および、容器内面を酸化することにより、上記容器を製造する方法である。 
		成長結晶の多結晶化防止(成長後)／熱歪みによる転位発生防止	るつぼ、成長容器の改良／成長容器の肉厚の変更	特許3120662 94.08.08 C30B11/00	結晶育成用るつぼ 種結晶を設置するための円柱状の先端部と、前記先端部の上方に形成された結晶を育成するための、前記先端部の径より大きい径を有する円柱状の直胴部とを含む窒化ホ素製のるつぼであって、前記先端部の厚み T_1 と前記直胴部の厚み T_2 とは、 $0.1\text{mm} \leq T_2 \leq T_1 \leq 5\text{mm}$ の関係にあることを特徴とする、結晶育成用るつぼ。 
	結晶品質向上／結晶組成の制御	不純物濃度の制御	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特許3596337 98.03.25 C30B11/00 [被引用 1回]	化合物半導体結晶の製造方法および化合物半導体結晶 所定の分圧の酸化炭素ガスと化合物半導体原料とを、ガス不透過性気密容器内に密封するステップと、前記気密容器の温度を上昇させて前記気密容器内に密封された前記化合物半導体原料を融解するステップと、前記気密容器の温度を低下させて前記融解した化合物半導体原料を固化させることにより、所定量のカーボンを含む化合物半導体結晶を育成するステップと、を備えた、化合物半導体結晶の製造方法。 

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (3/23)

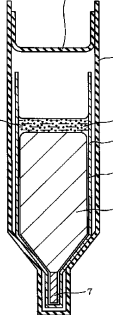
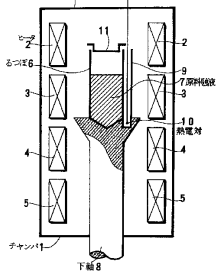
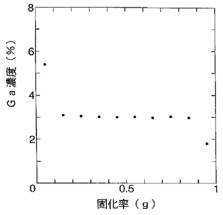
技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／結晶組成の制御	不純物濃度の制御	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特許3201305 96.04.26 C30B29/40, 501	III-V族化合物半導体結晶の製造方法 カarbonが添加されたIII-V族化合物半導体結晶の製造方法であって、るつぼまたはボート内に、化合物原料、固体カarbonおよび酸化カ素を充填するステップと、前記化合物原料、固体カarbonおよび酸化カ素が充填された前記るつぼまたはボートを、ガス不透過性材料からなる気密性容器内に密封するステップと、前記気密性容器内に密封した状態で、前記化合物原料を加熱溶解するステップと、前記溶解した化合物原料を固化させて、カarbonが添加された化合物半導体結晶を成長するステップとを備える、III-V族化合物半導体結晶の製造方法。 
	結晶品質向上／偏析防止	混晶の偏析防止	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開2004-210638 94.05.02 C30B11/00	半導体結晶の成長方法
			結晶成長装置の改良／その他結晶成長装置の改良	特許3569954 94.05.02 C30B11/00 [被引用 1回]	半導体結晶の成長方法 石英るつぼの外側に熱電対を挿入する管を設ける。ここに熱電対を挿入する。原料を熔融した後、るつぼを低温の方へ移動させるが、熱電対は原料の融点になるようにし、しかも動かないようにする。るつぼの移動速度またはヒーターの形成する温度分布を制御して、静止している熱電対が常に融点を示すようにする。 
			原料、メルトの改良／その他原料・メルトの改良	特許3451658 93.06.28 C30B11/00	混晶半導体単結晶の成長方法 混晶半導体融液をるつぼに收容し、縦型炉内でするつぼの下端より固化させて混晶半導体単結晶を成長する方法において、固液界面近傍の液相密度が、るつぼ内の液相密度の平均値より大きくくなるように混晶組成を選択することを特徴とする混晶半導体単結晶の成長方法である。 
	化学量論組成の偏析防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平11-268998 98.03.23 C30B29/42	GaAs単結晶インゴットおよびその製造方法ならびにそれを用いたGaAs単結晶ウエハ

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (4/23)

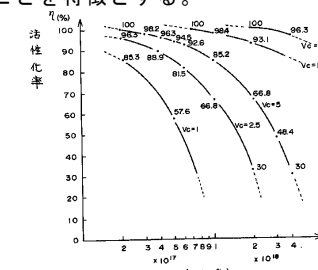
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／偏析防止	不純物の偏析防止	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特開2002-053388 00.08.03 C30B11/02 宇宙航空研究開発機構	結晶成長方法
			結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開平10-101468 96.10.01 C30B11/00	化合物半導体結晶の育成方法及びその装置
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	結晶成長条件の変更／結晶冷却条件の調整	特許3237408 94.08.10 C30B11/00 [被引用 1回]	化合物半導体結晶の製造方法 不純物が添加された化合物半導体結晶の製造方法であって、化合物半導体結晶の原料をるつぼ中で融解するステップと、融解により得られた原料融液を冷却することにより結晶成長させるステップとを備え、冷却の際、原料の融点Tから2/3Tまで冷却するのに要する時間を制御することにより、所定のキャリア濃度に調整することを特徴とする。 
	基板品質向上	面内均一化	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開平10-101469 (みなし取下げ) 96.10.01 C30B11/00 [被引用 1回]	化合物半導体結晶の育成方法及びその装置
	大口径化	その他大口径化	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平10-297999 (みなし取下げ) 97.04.28 C30B29/42	ガリウム砒素単結晶の製造方法
	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長条件の変更／固液界面位置の調整	特開平11-157981 97.12.01 C30B11/00	半導体単結晶の製造方法
			結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開平11-130578 97.10.29 C30B11/00	単結晶の育成方法及びその装置
	生産性の向上	結晶成長時間の短縮	るつぼ、成長容器の改良／成長用アンブル、密封容器の改良	特開平07-309691 94.03.25 C30B11/00 [被引用 2回]	結晶の製造方法及び製造装置
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開2003-055083 01.08.10 C30B11/00	化合物半導体結晶成長用坩堝
		結晶成長の長尺化	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開平06-219885 (みなし取下げ) 93.01.26 C30B11/08	化合物半導体結晶の成長方法
	コストダウン	るつぼ、成長容器の破損防止	るつぼ、成長容器の改良／増径部の形状の規定	特開2000-169277 98.12.03 C30B11/00	結晶およびその製造方法ならびにその方法に用いられる結晶成長用るつぼ

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (5/23)

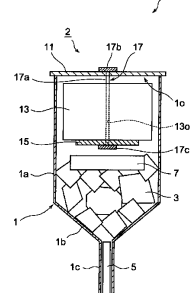
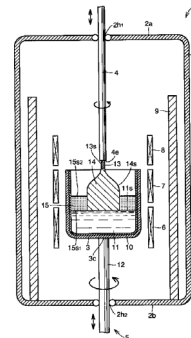
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	コストダウン	るつぼ、成長容器の破損防止	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特許3622610 99.12.09 C30B11/00	結晶成長用縦型容器及び結晶成長方法 種結晶が配置される種結晶配置部を底部に有するとともに結晶成長させる半導体の原料を前記種結晶配置部の上方に配置可能な主容器を備える結晶成長用縦型容器であって、前記原料の一部を前記種結晶配置部の上方に配置された他の原料から離隔して支持可能な原料支持部を備えることを特徴とする結晶成長用縦型容器。 
			るつぼ、成長容器の改良／その他のるつぼ、成長容器の改良	特開2003-048797 01.08.01 C30B11/00	化合物半導体単結晶をpBN坩堝から抜き出す方法とその他の補強枠
		装置・設備費用の削減	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開2000-143385 98.11.12 C30B11/00	結晶製造装置
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	原料、メルトの改良／補助剤の添加	特許3627255 94.07.06 C30B29/40, 501 [被引用 1回]	III-V族化合物半導体単結晶の育成方法 るつぼ内に、III-V族化合物と、前記III-V族化合物を構成するV族元素単体と、封止剤とを収容する工程と、前記III-V族化合物、V族元素単体および封止剤を収容したるつぼを加熱し、るつぼ内に、その表面が封止剤により封止されたIII-V族化合物融液を準備する原料融液準備工程と、前記原料融液に種結晶を浸漬し、しかる後に、前記原料融液から前記種結晶を引き上げるにより、III-V族化合物半導体単結晶を育成する、種結晶引上げ工程とを備える、III-V族化合物半導体単結晶の育成方法。 
	結晶品質向上／結晶組成の制御	化学量論組成の制御	結晶成長条件の変更／結晶冷却条件の調整	特開平06-183878 92.12.16 C30B15/20	化合物半導体単結晶の製造方法及び製造装置
		不純物濃度の制御	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平08-151299 (みなし取下げ) 94.11.24 C30B29/40, 501	化合物半導体の合成方法及び化合物半導体の合成装置と単結晶成長装置
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	原料、メルトの改良／補助剤の添加	特開平08-253396 95.03.14 C30B29/42	GaAs単結晶の成長方法

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (6/23)

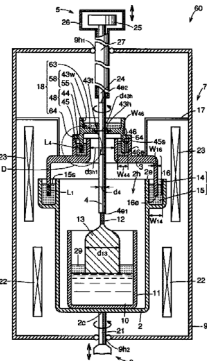
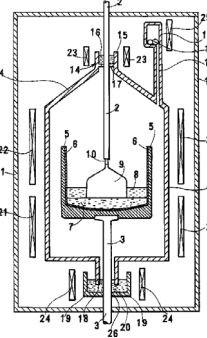
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法 (CZ法)	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平09-235191 96.03.04 C30B27/02	単結晶の成長方法及びその装置
				特開平08-310893 95.03.16 C30B15/22	単結晶の成長方法及びその装置
		結晶径の制御性向上	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整 (成長中)	特開平05-339098 (みなし取下げ) 92.06.05 C30B27/02	化合物半導体単結晶の製造方法
			結晶成長装置の改良／成長炉の気密構造化	特許3622232 94.06.30 C30B27/02	単結晶の育成装置 容器、第1の蓋体、第2の蓋体、第1の蓋体固定手段、引き上げ軸および容器駆動手段を備え、単結晶を育成する際に、第1の環状の溝部内に封止液を收容し、封止液内に第1の環状の周壁を浸漬し、第2の溝部内に封止液を收容し、封止液内に周壁を浸漬し、壁体内に封止液を收容し、液柱の長さL4を、容器の内圧の上限値を設定圧に調整するのに必要な長さに調整し、第1の環状の周壁の周りを、液封状態を保持しつつ、容器を回転させながら、引き上げ軸を用い、原料融液から単結晶を育成する。 
			結晶成長装置の改良／その他結晶成長装置の改良	特許3189408 92.07.28 C30B27/02	引上げ結晶の直径制御方法 ノイズの発生周期 T_n より短いサンプリング時間 T_s において重量測定値の分散、偏差などを求めこれをあらかじめ定めた閾値と比較しこれより大きければこのサンプリング時間にノイズが発生したのであるからこのデータを捨てる。残ったサンプリング時間のデータから結晶直径を算出し直径を制御する。 
		成長圧力の制御性向上	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開平07-309692 (みなし取下げ) 94.05.11 C30B15/02	半導体製造のための原料供給方法および原料供給装置

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (7/23)

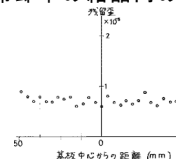
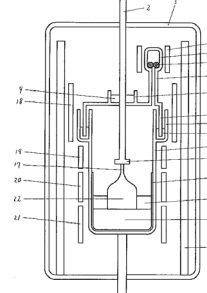
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法 (CZ法)	歩留まり向上	割れ、欠けの防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特許3156382 92.04.10 C30B29/40 [被引用 1回]	化合物半導体単結晶およびその成長方法 結晶中の残留歪の平均値を 1×10^{-5} 以下とし、かつ残留歪の最大値を 2×10^{-5} 以下とした化合物半導体単結晶から構成される。化合物半導体単結晶の成長方法としては、成長中および成長後の冷却中の結晶内の温度勾配を所定の値に維持し、結晶の冷却速度および結晶中の回転速度を所定の値に維持する。 
	生産性の向上	結晶成長の長尺化	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開平07-017792 (みなし取下げ) 93.06.30 C30B27/02	化合物半導体結晶の製造装置
	コストダウン	装置部材の破損・劣化防止	結晶成長装置の改良／成長炉の気密構造化	特許3158661 92.06.23 C30B27/02 [被引用 1回]	高解離圧単結晶の製造方法及び製造装置 結晶成長後冷却中に、気密容器のシール剤の融点以上の温度で気密容器を分割する。またこの分割操作が容易にできるように、引上軸に突起を設けまたは上部容器に昇降操作棒を設ける。 
結晶成長／溶液成長法	コストダウン	装置・設備費用の削減	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開2001-33887 00.05.26 H01L21/208	III-V族窒化物系半導体の成長方法及び成長装置
結晶成長／液相成長／その他液相成長法	結晶品質向上／結晶組成の制御	不純物濃度の制御	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平08-151290 94.09.28 C30B15/04	化合物半導体単結晶の育成方法
	結晶品質向上／電気的特性の向上	導電型の制御	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開2002-373864 01.04.12 H01L21/205	窒化ガリウム結晶への酸素ドーピング方法と酸素ドーブされたn型窒化ガリウム単結晶基板
	大口径化	その他大口径化	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開平11-335194 97.12.26 C30B11/00	半導体結晶およびその製造方法ならびに製造装置
	品質安定化	シーディングの再現性向上	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特許3196182 92.05.11 C30B11/00 [被引用 1回]	単結晶の育成方法 加熱、溶融されたCdTe原料融液に、CdTe種結晶を浸漬し、CdTe単結晶を育成する方法において、CdTe原料融液の組成が、 $-0.01 < (\text{Cdモル数} - \text{Teモル数}) / \text{Teモル数} < 0.01$ を満たし、かつ種結晶の方位が、〈111〉方向から10度以内であること。

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (8/23)

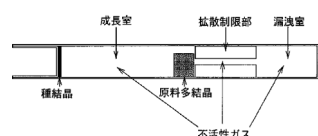
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開2001-080997 99.09.06 C30B29/36 シクスオン、関西電力、三菱商事	S i C単結晶およびその成長方法
		面欠陥発生防止／双晶発生防止	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開平09-087087 (みなし取下げ) 95.09.29 C30B23/06	化合物半導体結晶の成長方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶以外の結晶核の発生防止	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平09-221399 (みなし取下げ) 96.02.13 C30B29/48	I I - V I 族化合物半導体単結晶の成長方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平08-002995 (みなし取下げ) 94.06.15 C30B23/00	単結晶の成長方法
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	実用サイズの結晶化	原料、メルトの改良／補助剤の添加	特開平10-053495 96.06.04 C30B29/38 [被引用 1回]	窒化物単結晶及びその製造方法
	品質安定化	成長温度の制御性向上	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開2001-026495 99.07.13 C30B23/00 シクスオン、竹内電機、関西電力、三菱商事	結晶成長装置
		成長速度の安定化	るつぼ、成長容器の改良／補助部材の使用	特許2725647 94.12.19 C30B23/00 [被引用 1回]	I I - V I 族化合物半導体単結晶の成長方法 封管中に管径を細めた拡散制限部を配置して成長室とガス漏洩室を設け、前記成長室の拡散制限部側に原料多結晶を、他端に種結晶を配置し、前記封管中に不活性ガスを封入した後、種結晶を結晶成長温度に、原料多結晶を昇華温度に、拡散制限部を昇華温度以上に、ガス漏洩室の温度を成長室より低く保持しながら、種結晶上にII-VI族化合物半導体単結晶を成長する方法である。 
			原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平08-073300 (みなし取下げ) 94.09.05 C30B29/48	Z n S e単結晶の成長方法
	歩留まり向上	単結晶化率の向上	るつぼ、成長容器の改良／補助部材の使用	特開2000-219595 99.01.28 C30B23/00 シクスオン、関西電力、三菱商事	坩堝、結晶成長装置、および、結晶成長方法

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (9/23)

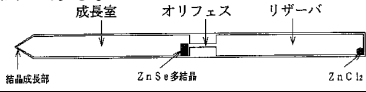
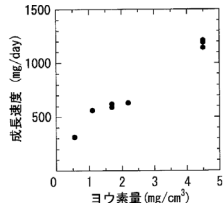
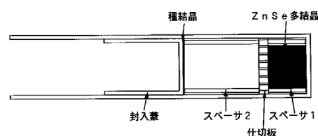
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／化学気相堆積法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／メルト、原料ガス対流による結晶欠陥発生防止	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、結晶容器の径を変化	特許3215798 96.06.26 C30B29/48 望月 勝美	II-VI族化合物半導体結晶の成長方法 結晶成長を行う成長室と、成長結晶を構成するII族元素のハロゲン化物を收容するリザーバとを細管で連結し、成長室に原料多結晶を配置し、リザーバの加熱温度を制御しながら、結晶成長を行うことを特徴とするII-VI族化合物半導体結晶の成長方法である。 
			原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特許3125681 96.06.17 C30B29/48 [被引用 2回]	ZnSe単結晶の成長方法 ヨウ素を輸送媒体とする化学輸送法によりZnSe単結晶を成長する方法において、アンフルの内容積 1 cm^3 あたり $0.8\sim 1.5\text{ mg}$ のヨウ素を充填したアンフルを使用するか、ヨウ素を充填したリザーバをアンフルに接続し、リザーバの温度を $160\sim 180^\circ\text{C}$ の範囲で制御しながらZnSe結晶を成長する方法である。 
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／その他の多結晶化防止	原料、メルトの改良／組成比の調整	特開2004-075428 02.08.13 C30B29/48	II-VI族化合物半導体結晶の育成方法
	大口径化	結晶欠陥の発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開2003-212699 02.01.22 C30B29/48	ZnSe単結晶育成方法
	品質安定化	成長速度の安定化	結晶成長条件の変更／結晶回転数・るつぼ回転数の調整	特許2967778 98.06.12 C30B29/48	結晶の成長方法 水平な円筒容器内で気相法により結晶を成長する方法において、成長室の直径 d 、長さを L 、重力の加速度を g 、気体の密度を ρ 、前記容器の中心軸に沿った温度分布、濃度分布または分圧分布によって生ずる気体の最小密度と最大密度の差を $\Delta\rho$ とし、前記容器の中心軸を中心に下記式を満たすように回転周波数 f で前記容器を回転することを特徴とする結晶の成長方法。 $(gd\Delta\rho/\rho)^{1/2}/f(d+L)\leq 4$ 
			結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開2003-342715 02.05.27 C23C14/24	GaN結晶の成長方法
			結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開2003-342719 02.05.27 C23C14/24	GaN結晶の成長方法

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (10/23)

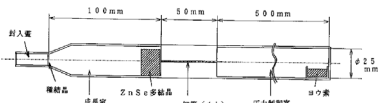
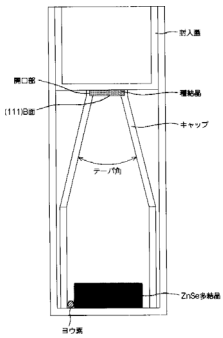
技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主 IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／化学気相堆積法	品質安定化	成長速度の安定化	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開2003-342716 02.05.27 C23C14/24	G a N 結晶の成長方法
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、結晶容器の径を変化	特許2827971 95.07.11 C30B25/14	I I - V I 族化合物半導体結晶の成長方法 結晶成長を進行させる成長室とハロゲンガスを満たした圧力制御室とを細管で連結し、前記圧力制御室のハロゲンのガス圧を制御しながら結晶成長を行うことを特徴とするII-VI族化合物半導体結晶の成長方法である。 
			るつぼ、成長容器の改良／圧力調整部分の付加	特開平11-060396 (みなし取下げ) 97.08.07 C30B29/48	I I - V I 族化合物半導体結晶の成長方法
			原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開平11-209198 98.01.26 C30B29/36 西野 茂弘	S i C 単結晶の合成方法
				特開平11-199396 98.01.19 C30B29/36 西野 茂弘	S i C 単結晶の合成方法
	生産性の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開2001-077038 99.06.30 H01L21/205 [被引用 3回]	I I I - V 族窒化物半導体の成長方法および気相成長装置
			るつぼ、成長容器の改良／結晶形状制御用のガイド部材の設置	特許3239744 96.04.22 C30B29/48 [被引用 1回]	Z n S e 単結晶の成長方法 ヨウ素を輸送媒体とする化学輸送法によりZnSe単結晶を成長する方法において、種結晶として、ZnSe単結晶の(111)B面を使用し、テーパー角35°以下の円錐形のキャップを、その中心軸が種結晶表面に対して垂直にし、キャップの先端の全周が種結晶表面に近接または接触するように配置し、キャップの内側に露出した種結晶表面にZnSe結晶を成長させる方法である。 
			原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開平11-209199 98.01.26 C30B29/38 西野 茂弘	G a N 単結晶の合成方法
		大量処理化	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特開2000-327499 99.05.19 C30B29/48	I I - V I 族化合物半導体結晶の成長方法

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (11/23)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／貫通転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2001-102307 99.09.28 H01L21/205 [被引用 7回]	単結晶GaNの結晶成長方法及び単結晶GaN基板の製造方法と単結晶GaN基板
		低転位化（線状欠陥発生防止）／ミスフィット転位発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2004-111865 02.09.20 H01S5/323, 610	半導体基板及びその製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	W01999/023693 97.10.30 H01L21/20 [被引用 6回]	GaN単結晶基板及びその製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶以外の結晶核の発生防止	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開平11-228298 98.02.12 C30B29/48	化合物半導体結晶の成長方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶、下地基板の劣化防止	結晶成長条件の変更／その他結晶成長条件の変更	特開2002-293697 01.03.29 C30B29/38	GaNエピタキシャル層の成長方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2004-182551 02.12.05 C30B29/38	単結晶窒化ガリウム基板、単結晶窒化ガリウム基板の製造方法および窒化ガリウム成長用下地基板
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	成長膜厚の厚膜化・均一化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2003-324069 02.04.30 H01L21/205	窒化ガリウム成長用基板及び窒化ガリウム成長用基板の製造方法並びに窒化ガリウム基板の製造方法
		その他結晶品質の向上	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の材質変更	特開平11-001396 （みなし取下げ） 97.06.09 C30B29/38 [被引用 1回]	窒化物系化合物半導体の製造方法
	基板品質向上	反りの低減化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開2000-022212 98.06.30 H01L33/00 [被引用13回]	GaN単結晶基板及びその製造方法
				特開2000-012900 98.06.18 H01L33/00 [被引用21回]	GaN単結晶基板及びその製造方法
		EPDの低減化	結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特開2004-059363 02.07.29 C30B29/38	窒化物半導体結晶の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2003-183100 01.10.09 C30B29/38 特開2003-165799 01.09.19 C30B29/38	単結晶窒化ガリウム基板と単結晶窒化ガリウムの結晶成長方法および単結晶窒化ガリウム基板の製造方法 単結晶窒化ガリウム基板およびその成長方法並びにその製造方法

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (12/23)

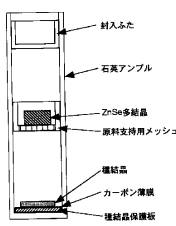
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／成長法	生産性の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特許3109567 95.12.05 H01L21/20	III-V族化合物半導体ウエハの製造方法 面方位が(111)A面から微傾斜させた面を有するGaAsおよびInPからなる群から選ばれるIII-V族化合物半導体からなる基板と、当該基板の当該面上に成長されたIII-V族化合物半導体を含むエピタキシャル層とを備える。
	その他	デバイス特性の向上	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特許3164016 96.05.31 C30B29/40, 502 [被引用 3回]	発光素子および発光素子用ウエハの製造方法 GaAs基板上に窒化ガリウム化合物を形成する工程と、前記窒化ガリウム化合物は、GaIn ⁺ ツファ層とGaIn ⁺ タキシャル層とを含み、前記GaAs基板のすべてが除去される発光素子用ウエハの製造方法。
結晶成長／気相成長／その他気相成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	面欠陥発生防止／積層欠陥発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開2001-181095 99.12.22 C30B29/36 シクスオン、関西電力、三菱商事	SiC単結晶およびその成長方法
		体積欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開平11-157999 97.11.20 C30B29/48	II-VI族化合物半導体結晶の成長方法
			結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特許2988434 97.05.14 C30B29/48 [被引用 1回]	II-IV族化合物半導体結晶の成長方法 縦型または傾斜型の成長室の上方に原料多結晶を配置し、昇華法またはハロゲン化学輸送法で成長室の底部に配置した種結晶上にII-VI族化合物半導体結晶を成長させる方法において、種結晶を、前記底部に配置した保護板上に支持部材を用いずに載せ、保護板と成長室の側壁との隙間を0.5mm以下になるように調整し、種結晶の裏面の全面を保護板と隙間なく接触させて結晶成長を行うII-VI族化合物半導体結晶の成長方法である。 
	成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶以外の結晶核の発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶以外の結晶核の発生防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平08-026887 （拒絶査定確定） 94.07.13 C30B23/02	化合物半導体単結晶の成長方法及びその装置
		成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶、下地基板の劣化防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平10-194899 （みなし取下げ） 97.01.14 C30B29/48	結晶成長方法

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (13/23)

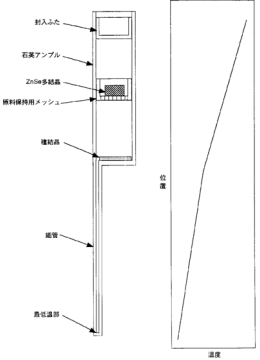
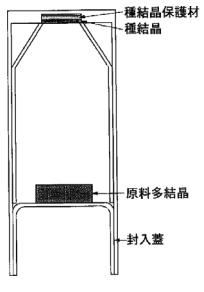
技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／その他気相成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、下地基板の劣化防止	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特許3185731 97.11.17 C30B29/48 [被引用 3回]	Ⅱ－ⅤⅥ族化合物半導体結晶の成長方法 昇華法またはハロゲン化学輸送法で種結晶上にⅡ－ⅤⅥ族化合物半導体結晶を成長させる方法において、種結晶に対して前記多結晶原料と反対側に位置する成長室内の最低温部を設け、多結晶原料位置における結晶成長を律速する成分の平衡分圧を $P(S)$ 、種結晶位置における平衡分圧を $P(C)$ 、最低温部における平衡分圧を $P(D)$ とし、多結晶原料と種結晶との距離を L_1 、多結晶原料と種結晶との距離を L_2 種結晶と最低温部との距離を L_2 とすると、下記式を満たすⅡ－ⅤⅥ族化合物半導体結晶の成長方法である。 $[P(S)-P(C)]/L_1 \geq [P(C)-P(D)]/L_2$ 
			結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開2000-344600 99.06.02 C30B29/48	Ⅱ－ⅤⅥ族化合物半導体結晶の成長方法及びその装置
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特許3237509 96.04.03 C30B29/48 [被引用 2回]	Ⅱ－ⅤⅥ族化合物半導体結晶の成長方法 成長室中に原料多結晶を配置し、昇華法またはハロゲン化学輸送法で種結晶上にⅡ－ⅤⅥ族化合物半導体結晶を成長させる方法において、前記種結晶の背面を平らに加工し、他方、結晶成長環境の下で種結晶と反応せず、昇華せず、ハロゲン化学輸送法においてはハロゲンと反応しない材料で種結晶保護材を作製し、その表面を平らに加工し、前記種結晶と前記種結晶保護材の加工面を隙間なく密着させて成長室内に配置することを特徴とするⅡ－ⅤⅥ族化合物半導体結晶の成長方法である。 
			成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、基板からの転位の伝播防止	W02001/018286 99.09.06 C30B29/36 シクスオン、関西電力、三菱商事	SiC単結晶およびその成長方法

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (14/23)

技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主 IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／その他気相成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／その他の多結晶化防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平07-263345 （みなし取下げ） 94.03.25 H01L21/203	化合物半導体バルク単結晶の成長方法及びその装置
				特開平07-257993 （みなし取下げ） 94.03.22 C30B23/04 [被引用 2回]	バルク単結晶の成長方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開平08-217593 （みなし取下げ） 95.02.10 C30B23/00	気相成長用種結晶、反応管及び単結晶の成長方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	結晶成長条件の変更／結晶冷却条件の調整	特開2003-238299 02.02.21 C30B29/46	II-VI族化合物半導体結晶の成長方法
			結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開2001-181098 99.12.28 C30B29/48	II-VI族化合物半導体結晶の成長方法
				特許3026340 99.05.13 C30B29/48	II-VI族化合物半導体結晶の成長方法 成長室中に原料多結晶と種結晶支持部材上に保持された種結晶とを対向配置し、前記種結晶上に昇華法またはハゲン化学輸送法でII-VI族化合物半導体結晶を成長させる方法において、前記種結晶支持部材を結晶成長温度において安定で可視光および／または赤外光に対して透明な材料で構成し、かつ前記種結晶支持部材の少なくとも種結晶と接触する面に結晶成長温度において安定で可視光および／または赤外光を透過する材料よりなる緩衝膜を形成し、該緩衝膜を介して種結晶を前記種結晶支持部材上に保持して結晶成長を行うことを特徴とするII-VI族化合物半導体結晶の成長方法。
				特開2000-264798 99.03.18 C30B29/48	II-VI族化合物半導体結晶の成長方法

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (15/23)

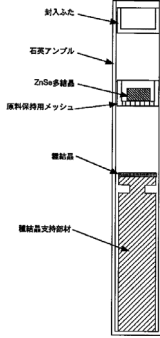
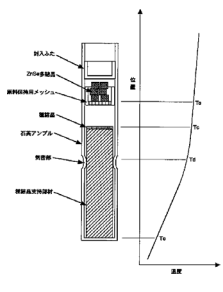
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／その他気相成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特許2974023 98.10.27 C30B29/48	II-VI族化合物半導体結晶の成長方法 成長室中に原料多結晶を配置し、昇華法またはH ₂ ゲン化学輸送法で種結晶上にII-VI族化合物半導体結晶を成長させる方法において、前記種結晶の裏面をあらかじめ平滑に仕上げておき、種結晶支持部材を可視光および／または赤外光に対してほぼ透明な材質で構成し、前記支持部材の少なくとも一端を平滑面に仕上げ、該平滑面を通しての可視光および／または赤外光の実効的透過率が中心部では高く、周辺部では低くなるように前記支持部材を構成し、前記支持部材の平滑面上に前記種結晶の平滑面を密着させて結晶成長を行うことを特徴とするII-VI族化合物半導体結晶の成長方法。 
	品質安定化	結晶径の制御性向上	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開2000-327498 99.05.14 C30B29/48	II-VI族化合物半導体結晶の成長方法及び装置
		成長温度の制御性向上	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、結晶容器の径を変化	特許3011214 99.01.08 C30B29/48	II-VI族化合物半導体結晶の成長方法 成長室の一端に柱状の種結晶支持部材を固定し、成長室および支持部材は結晶成長環境の下で安定でかつ可視光および／または赤外光に対して透明な材質で構成し、支持部材の固定端と反対側の端面を平滑平面となし、その上に種結晶を保持し、支持部材と成長室内壁との間隙を支持部材の中間部で閉じて気密部となし、成長室内の気体が支持部材の固定端に向けて流れることを防止し、支持部材の固定端の温度Teを気密部の温度Tdより低く保持しながら結晶を成長させることを特徴とするII-VI族化合物半導体結晶の成長方法である。 
		成長速度の安定化	結晶成長条件の変更／固液界面位置の調整	特開平08-059390 (みなし取下げ) 94.08.24 C30B23/06 [被引用 1回]	単結晶の成長方法

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (16/23)

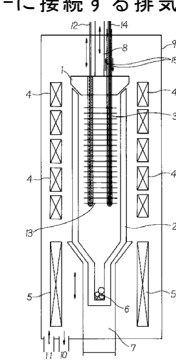
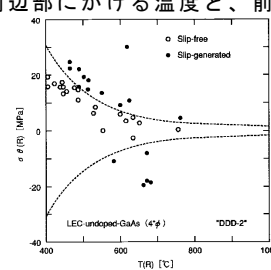
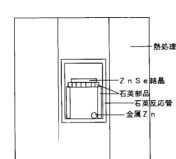
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
／結晶成長／その他成長／気相成長法	生産性の向上	結晶成長の長尺化	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特開2000-203989 99.01.19 C30B23/00	IⅠ-VⅠ族化合物半導体結晶の成長方法
			原料、メルトの改良／使用原料の加工	特開2000-154098 98.11.16 C30B29/48	IⅠ-VⅠ族化合物半導体結晶の成長方法
熱処理	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／スリップ転位発生防止	熱処理装置の改良／その他熱処理装置の改良	特許3175309 92.06.18 H01L21/324	半導体ウエハの熱処理装置 半導体ウエハおよび処理ガス原料を收容するアンブルと、該アンブルの蓋に固定された半導体ウエハの装着用の複数の支柱と、および、該アンブルの周囲に配置した加熱ヒーターと、これらを覆うチャンバーと、該チャンバーに接続する排気系統および不活性ガス流入系統を備えた半導体ウエハの熱処理装置において、上記支柱の少なくとも1つに冷媒循環用流路を設け、必要に応じて上記支柱に熱電対挿入用開口を設け、該開口に熱電対を配置したことを特徴とする半導体ウエハの熱処理装置である。 
			熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特許3563224 96.03.25 H01L21/66	半導体ウエハの評価方法、熱処理方法、および熱処理装置 半導体ウエハに残っている残留応力の方向を判定し、前記半導体基板に、前記残留応力の方向と反対の方向に応力が加わるように、前記半導体ウエハの周辺部にかかる温度と、前記半導体ウエハの中心にかかる温度を選んで、熱処理する、半導体ウエハの熱処理方法。 
			熱処理条件の変更／その他熱処理条件の変更	特開平10-172977 (みなし取下げ) 96.12.11 H01L21/324	化合物半導体基板の熱処理方法及び熱処理装置
			成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	特許3439302 96.08.12 C30B29/48 [被引用 2回]	ZnSe結晶の熱処理方法 3元素を輸送媒体とする化学輸送法で成長させたZnSe結晶をZn蒸気雰囲気中で熱処理する方法において、熱処理後の冷却速度を10～200℃／分の範囲で調整するZnSe結晶の熱処理方法である。 

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (17/23)

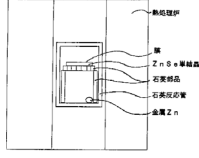
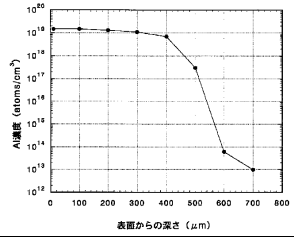
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
熱処理	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	熱処理条件の変更 ／被覆材で被覆後に熱処理	特許2839027 97.01.23 C30B29/48 [被引用 3回]	II-VI族化合物半導体の熱処理方法 II-VI族化合物半導体を密閉容器内で熱処理する方法において、II-VI族化合物単結晶表面に、ドナー不純物であるIII族元素またはIII族元素を含む化合物の膜を形成した後、その単結晶と、該単結晶を構成するII族元素を前記密閉容器に入れ、両者が接触しない状態に保持して加熱することを特徴とする熱処理方法である。 
			熱処理条件の変更 ／融液中での熱処理	特開平07-118098 (みなし取下げ) 93.10.21 C30B29/48	低抵抗ZnSe単結晶基板の製造方法
			熱処理条件の変更 ／その他熱処理条件の変更	特許3065078 99.06.08 C30B29/48	II-VI族化合物半導体結晶及び熱処理方法 ZnSe結晶、 $Zn_{1-x}A_xSe$ (AはII族元素、 $0 < x \leq 0.2$) で表される混晶、および、 ZnB_ySe_{1-y} (BはVI族元素、 $0 < y \leq 0.2$) で表される混晶の群から選択されるII-VI族化合物半導体結晶の熱処理方法において、前記II-VI族化合物半導体結晶の表面にAlまたはAl化合物の膜を形成した後、この膜を有する結晶とZnを、両者が接触しないように密閉容器内に収容して熱処理することにより、前記結晶の表面および表面から1μm以内で、平均Al濃度および局所Al濃度がともに $4 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 以下であり、かつ表面から2μm以上、200μm以下の深さの領域で、平均Al濃度および局所Al濃度がともに $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 以上、 $1 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 以下となるように調整することを特徴とするII-VI族化合物半導体結晶の熱処理方法。 
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	不純物汚染の防止	熱処理装置の改良 ／結晶収納容器の構造改良	特開平08-200956 (みなし取下げ) 95.01.23 F27B1/10	気密容器のシール装置
	基板品質向上	表面粗さの低減化	熱処理条件の変更 ／熱処理雰囲気を規定	特開2003-327497 02.05.13 C30B29/38 インスチ. オフ マテリアル ス. リサーチ アント. ENG (シンガポール)	GaN単結晶基板、窒化物系半導体エピタキシャル基板、窒化物系半導体素子及びその製造方法

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (18/23)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
熱処理	基板品質 向上	基板表面清浄 化	熱処理条件の変更 ／融液中での熱処 理	特開平09-235199 (みなし取下げ) 96.02.29 C30B29/48	Z n S e ウエハの熱処理方法
		E P D の低減 化	結晶成長条件の変 更／結晶冷却条件 の調整	特開2004-107105 02.09.13 C30B29/42	G a A s 単結晶製造方法
			熱処理条件の変更 ／熱処理温度を規 定	特開平09-183698 (みなし取下げ) 95.12.28 C30B29/48	Z n S e 単結晶の熱処理方法
		面内均一化	熱処理装置の改良 ／結晶収納容器の 構造改良	特開平09-295899 96.02.28 C30B33/02	結晶の熱処理方法及びその装置
			熱処理条件の変更 ／融液中での熱処 理	特開平09-165300 (みなし取下げ) 95.12.14 C30B33/02	Z n S e ウエハの熱処理方法
		その他基板品 質の向上	熱処理条件の変更 ／その他熱処理条 件の変更	特開2001-332506 00.05.19 H01L21/225	Z n S e 結晶基板の熱処理方法、熱 処理基板及び発光素子
				特開2001-019599 99.07.02 C30B29/48	Z n S e 基板及びその製造方法、並 びに発光素子
	歩留まり 向上	ウエハ切出し 枚数の増加	結晶成長条件の変 更／結晶冷却条件 の調整	特開平09-235187 (みなし取下げ) 96.02.29 C30B23/02	化合物半導体単結晶の成長方法
		熱処理の均一 化	熱処理装置の改良 ／その他熱処理装 置の改良	特開平05-217927 (みなし取下げ) 92.02.07 H01L21/22	半導体ウエハの熱処理装置
	生産性の 向上	熱処理・加工 時間の短縮化	熱処理条件の変更 ／熱処理温度を規 定	特開2004-026584 02.06.26 C30B29/42	G a A s 単結晶製造方法及び G a A s 単結晶
	その他	エピタキシャ ル成長膜の品 質向上	熱処理条件の変更 ／熱処理温度を規 定	特開平08-119800 94.10.24 C30B33/02 [被引用 1回]	I I I - V 族化合物半導体材料の熱 処理方法
				特開2001-220299 00.02.07 C30B29/48	Z n S e 基板、その熱処理方法、Z n S e 系薄膜の製造方法、及び発光 素子
			熱処理条件の変更 ／熱処理雰囲気を 規定	特開2002-326900 01.05.02 C30B29/48	Z n S e 基板の熱処理方法、Z n S e 基板、エピタキシャル成長方法お よびそれによつて得られた薄膜
				特開2002-326899 01.05.02 C30B29/48	Z n S e 基板の熱処理方法、Z n S e 基板、エピタキシャル成長方法お よびそれによつて得られた薄膜
		デバイス特性 の向上	熱処理条件の変更 ／熱処理雰囲気を 規定	特開平09-008048 (みなし取下げ) 95.06.19 H01L21/324 [被引用 1回]	G a A s 基板の熱処理方法と G a A s 基板
加工	結晶品質 向上／結 晶欠陥発 生防止	低転位化（線 状欠陥発生防 止）／貫通転 位発生防止	加工方法の改良／ 切断方法の変更	特開2002-029897 00.07.10 C30B29/38 [被引用 2回]	単結晶 G a N 基板の製造方法と単結 晶 G a N 基板

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (19/23)

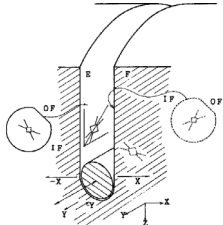
技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
加工	基板品質 向上	表面粗さの低 減化	加工方法の改良／ 研磨方法の改良	特開平06-254753 (拒絶査定確定) 93.03.01 B24B1/00 地球環境産業技術 研究機構	立方晶窒化硼素基板の研磨方法
			加工方法の改良／ その他加工方法の 改良	特許3480411 00.02.10 H01L21/304, 622	ⅢⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体ウエハお よびその製造方法 ⅢⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体ウエハの製造工 程は、前記ⅢⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体ウエハ の表面を研磨する工程と、研磨後の 前記ⅢⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体ウエハを洗浄 する工程とを含み、前記研磨工程お よび前記洗浄工程が行われる雰囲気 に前記酸性物質を除去する吸着剤を 設けることを特徴とする、ⅢⅢⅢ-Ⅴ族 化合物半導体ウエハの製造方法。
			基板の表面処理／ 基板表面に同一物 質を成膜	特開2002-359198 01.05.30 H01L21/205	化合物半導体の製造方法
				特開2000-252217 99.03.01 H01L21/205	化合物半導体の製造方法
	反りの低減化	加工方法の改良／ 切断方法の変更	加工方法の改良／ 切断方法の変更	特許2842307 95.06.30 H01L21/304, 611	ⅢⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体結晶の切 断方法 ⅢⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体単結晶インゴ ットから{100}±15°以内の面方位を持 つウエハをワイヤソーによって切断する際 に、ワイヤの往復する方向がインゴット単 結晶の劈開方 向から22.5° ～67.5°離れ た方向である ようにしたこ とを特徴とす るⅢⅢⅢ-Ⅴ族化 合物半導体結 晶の切断方 法。 
	基板表面清浄 化	加工方法の改良／ エッチング方法の 変更	加工方法の改良／ エッチング方法の 変更	特開2000-100801 98.09.25 H01L21/308	エピタキシャルウエハおよびその製 造方法ならびにそれに用いられる化 合物半導体基板の表面清浄化方法
				特許3344287 96.08.30 C30B29/48	ⅢⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体結晶の表 面清浄化方法 水1に対して硫酸を1～10の容量 比で混合した水溶液にニクロム酸カリ ウムを飽和させてなるエッチング液を用 い、10～80℃の温度範囲でⅢⅢⅢ-Ⅴ族化 合物半導体結晶をエッチングし、必要に 応じて、10℃以上沸点以下の温度の水 、メタノール、イソプロピルアルコール で洗浄し、さらに、ジクロロメタン、トリ クロロエチレン、アセトンで超音波洗浄 または煮沸洗浄するⅢⅢⅢ-Ⅴ族化合物 半導体結晶の表面清浄化方法である。
				特開平08-034700 (みなし取下げ) 94.07.26 C30B33/10 [被引用 1回]	化合物半導体単結晶の表面清浄化方 法及びエッチング液

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (20/23)

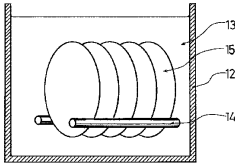
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
加工	基板品質向上	基板表面清浄化	加工方法の改良／エッチング方法の変更	特許3161007 92.03.17 H01L21/306	InP単結晶鏡面ウエハの製造方法 研磨剤または化学研磨液によりウエハ表面の加工ダメージ層を研磨除去したInP単結晶ウエハの鏡面上に形成されていた表面膜を硫酸によりエッチング除去し、エッチング除去後に新たに形成される表面層の厚みが1nm以下であることを特徴とする、InP単結晶鏡面ウエハ。 
		加工損傷防止	加工方法の改良／その他加工方法の改良	特開2003-257899 02.03.04 H01L21/304, 601	ウエハ加工方法
		EPDの低減化	加工方法の改良／切断方法の変更	特開平11-158000 (拒絶査定確定) 97.11.20 C30B29/48	III-V族化合物半導体ウエハ及びその作製方法
			基板の表面処理／基板表面に同一物質を成膜	特開2000-340509 99.05.26 H01L21/205	GaN基板およびその製造方法
		その他基板品質の向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板形状を規定	特開2002-356398 01.06.01 C30B29/38	窒化ガリウムウエハ
	歩留まり向上	ウエハ切出し枚数の増加	加工方法の改良／結晶評価結果の利用	特開平09-157100 (みなし取下げ) 95.12.01 C30B33/08	ZnSeウエハの作成方法
	生産性の向上	メンテナンス時間の短縮化	加工方法の改良／研磨方法の改良	特開平07-241763 (みなし取下げ) 94.03.04 B24B37/00	GaAsウエハ用研磨液及びその製造方法
	コストダウン	原料費の削減	加工方法の改良／種結晶、下地基板からの分離方法の変更	特開平05-221797 (みなし取下げ) 92.02.07 C30B29/40, 501	エピタキシャル成長方法
			加工方法の改良／エッチング方法の変更	特開平07-074109 (みなし取下げ) 93.09.01 H01L21/205	化合物半導体基板および半導体基板の再利用法
	その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	基板の表面処理／基板表面に同一物質を成膜	W02001/018872 99.09.07 H01L29/16 シクソン, 関西電力, 三菱商事	SiCウエハ、SiC半導体デバイス、および、SiCウエハの製造方法
				特開2000-319099 99.05.07 C30B29/36 松波 弘之, 木本恒暢, シクソン, 関西電力, 三菱商事 [被引用 1回]	SiCウエハ、SiC半導体デバイス、および、SiCウエハの製造方法

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (21/23)

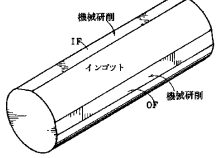
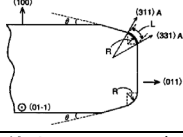
技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
加工	その他	デバイス作製時の歩留まり向上	加工方法の改良／オリフラ作製方法の改良	特許2882355 96.04.10 C30B29/40	ⅢⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体ウエハ及びその製造方法 単結晶インゴットの段階で、X線回折法によってインゴットの結晶方位を決め、OF、IFになるべき部分の側面を長手方向に機械研削し、所望のオフアングル方向にインゴットを切りだし、オフアングルウエハを製造する。 
			加工方法の改良／エッチング方法の変更	特開2002-367940 01.06.07 H01L21/304, 622	ⅢⅢⅢ-Ⅴ族半導体ウエハの処理法とその処理がされたウエハ
			基板の形状、性質、方位を規定／基板形状を規定	特許2836551 95.11.15 H01L21/304, 622	ⅢⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体ウエハ 2つの主面と端面との間に面取り部が形成されたⅢⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体ウエハであって、前記ウエハをその厚さ方向に切断する面指数{011}断面上に現われる4つの面取り部の少なくとも1つの外形輪郭線上において、面指数{311}～{331}の範囲にある面取り部の長さをLとすると、 $0 < L \leq 150 \mu\text{m}$ であることを特徴とする、ⅢⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体ウエハ。 
		デバイス特性の向上	加工方法の改良／オリフラ作製方法の改良	特開平07-307316 (拒絶査定確定) 94.05.12 H01L21/304, 311 [被引用 1回]	ⅢⅢⅢ-Ⅴ族半導体ウエハ及びその加工方法
基板	結晶品質向上／電気的特性の向上	導電型の制御	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開2000-044400 98.05.28 C30B29/38 [被引用 2回]	窒化ガリウム単結晶基板及びその製造方法
		抵抗率の制御	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開2000-256099 99.03.05 C30B29/42	半導体装置
	基板品質向上	EPDの低減化	結晶成長条件の変更／その他結晶成長条件の変更	特開平06-321685 (みなし取下げ) 93.05.12 C30B25/20	気相成長方法
	歩留まり向上	その他歩留まり向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開平10-261813 (拒絶査定確定) 97.03.19 H01L31/10	長波長受光素子用エピタキシャルウエハ

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (22/23)

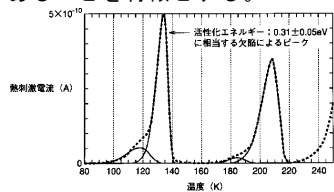
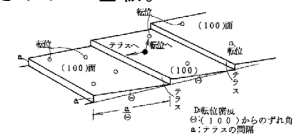
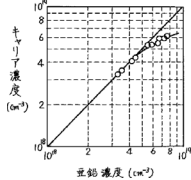
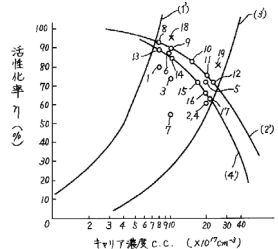
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
基板	その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特許2967780 98.09.28 C30B29/42	GaAs単結晶基板およびそれを用いたエピタキシャルウエハ GaAs単結晶基板であって、面内の平均転位密度が$2 \times 10^4 \text{cm}^{-2}$以下であり、炭素濃度が$2.5 \sim 20.0 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$であり、ホ素濃度が$2.0 \sim 20.0 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$であり、炭素およびホ素以外の不純物濃度が$1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$以下であり、EL2濃度が$5.0 \sim 10.0 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$であり、比抵抗が$1.0 \sim 5.0 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$であり、光弾性により測定される平均残留歪みが$1.0 \times 10^{-5}$以下であることを特徴とする。 
			基板の表面処理／基板の表面処理	特開2004-035360 02.07.05 C30B29/38 インスチ. オフ マテリアル ス リサーチ アント ENG(シンガポール)	GaN単結晶基板、窒化物系半導体エピタキシャル基板及びその製造方法
			基板の形状、性質、方位を規定／基板方位を規定	特開2004-059388 02.07.30 C30B29/48	ZnSe系化合物半導体単結晶基板、化合物半導体装置、発光素子および化合物半導体装置の製造方法
				特開2001-048694 99.08.02 C30B19/12	GaAs単結晶ウエハ及びGaAs液相エピタキシャルウエハ
				特許3316083 94.04.28 H01L21/02 信越半導体 [被引用 1回]	液相エピタキシャル成長法 GaAs単結晶基板上に $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ (但し、 $0 \leq x < 1$)エピタキシャル成長層を液相エピタキシャル成長法により形成するにあたり用いられるGaAs単結晶基板であり、前記GaAs単結晶基板表面の結晶面方位が面方位誤差 0.2° 以下の{100}面であることを特徴とする液相エピタキシャル成長用GaAs単結晶基板。
	エピタキシャル成長膜の品質向上	エピタキシャル成長膜の品質向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板特性を規定	特許3129112 94.09.08 H01L21/205	化合物半導体エピタキシャル成長方法とそのためのInP基板 面上の欠陥密度をDとして、(100)からの傾き角θが、$\theta \geq 1 \times 10^{-3} D^{1/2}$であって、その上に化合物半導体薄膜を気相エピタキシャル成長させるためのInP基板。 
			基板の形状、性質、方位を規定／基板形状を規定	特開平06-310441 (みなし取下げ) 93.04.26 H01L21/205	気相成長方法

表 2.1.4 住友電気工業の技術要素別課題対応特許 (23/23)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
基板	その他	デバイス作製時の歩留まり向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板形状を規定	特開平11-354394 98.06.09 H01L21/02	G a A s 基板
		デバイス特性の向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特許2953236 (権利消滅) 93.02.05 C30B29/40	I n P 単結晶基板材料 亜鉛の濃度が $3.0 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 以上 $4.3 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 以下であり、転位密度が 2000cm^{-2} 以下であり、直径が 45mm 以上であることを特徴とする、InP 単結晶基板材料。 
			基板の形状、性質、方位を規定／基板特性を規定	特許3211594 94.12.05 H01L21/02	化合物半導体結晶基板 不純物が添加された化合物半導体からなる基板であって、化合物半導体結晶は、そのキャリア濃度を $c.c.$ 、活性化率を η としたとき、以下の関係を満たすことを特徴とする。 $\eta \leq c.c. / (7.8 \times 10^{15}) \dots (1)$ $\eta \leq (10/19) \times (197 - 2.54 \times 10^{-17} \times c.c.) \dots (2)$ $\eta \geq c.c. / (3.6 \times 10^{16}) \dots (3)$ 

2.2 日立電線

2.2.1 企業の概要

商号	日立電線 株式会社
本社所在地	〒100-8166 東京都千代田区大手町 1-6-1 大手町ビル
設立年	1956 年（昭和 31 年）
資本金	259 億 48 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	4,147 名（2004 年 3 月末）（連結：13,590 名）
事業内容	電線・ケーブル、半導体パッケージ、化合物半導体、情報伝送システム製品、伸鋼品等の製造・販売および電力・通信ケーブルの布設工事

1970 年にヒ化ガリウム（GaAs）単結晶製造技術の開発に着手して以来、通信デバイス・光デバイスの両市場を視野に入れ、ヒ化ガリウム（GaAs）に特化した化合物半導体事業を展開している。単結晶基板からエピタキシャルウエハの製造までを一貫して行っている。

LEC 法による 6 インチ径の大型ヒ化ガリウム（GaAs）基板や、MO-VPE 法による高出力パワーランプトランジスタ用のエピタキシャルウエハの開発にいち早く成功したこともあり、ヒ化ガリウム（GaAs）基板の生産では、世界でトップクラスのシェアを持っている。

（出典：日立電線のホームページ <http://www.hitachi-cable.co.jp> および Hitachi Cable News vol.330）

2.2.2 製品例

ヒ化ガリウム（GaAs）基板を製造・販売しており、6 インチの大サイズのものまで提供している。下表に標準仕様を示す。

表2.2.2 日立電線の製品例（1/2）

製品名	標準仕様				
導電性 ヒ化ガリウム （GaAs） 基板	成長法	ポート法	VGF 法		ポート法
	サイズ	2 インチ	3 インチ	4 インチ	2 インチ
	直径 (mm)	50.0±0.5	76.0±0.5	100.0±0.5	50.0±0.5
	厚さ (μm)	250~350±25	450~650±25	450~650±25	250~350±25
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	LD 向け	≤2,000	≤500	—
		LED 向け	≤10,000	≤2,000	≤5,000
	方位 (Orientation)	(100) ±0.5°, (100) 2° ~ 15° off ±0.5°			(100) ±0.5°
	導電型 (Dopant)	n-Type (Si)			p-Type (Zn)
	キャリア濃度 (cm ⁻³)	1.0×10 ¹⁷ ~ 4.0×10 ¹⁸	2.0×10 ¹⁷ ~ 4.0×10 ¹⁸		1.0×10 ¹⁹ ~ 5.0×10 ¹⁹

表2.2.2 日立電線の製品例 (2/2)

製品名	標準仕様				
半絶縁性 ヒ化ガリ ウム (GaAs) 基板 (LEC 法 による)	サイズ	3 インチ	4 インチ	5 インチ	6 インチ
	直径 (mm)	76.0±0.5	100.0±0.5	125±0.5	150±0.5
	厚さ (μm)	600±25	625±25	625±25	675±25
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤50,000 cm ⁻²	≤80,000 cm ⁻²	≤100,000 cm ⁻²	≤100,000 cm ⁻²
	方位 (Orientation)	(100) ±0.5°, (100) 2±0.5° off toward nearest (110)			
	ドーパント (Dopant)	C-Controlled			
	抵抗率 (Ω・cm)	≥1×10 ⁷			
	備考	2 インチの製品はリクエストにより提供可能。			

(出典：日立電線のホームページ <http://www2.hitachi-cable.co.jp/apps/smcinfo.nsf/smcproduct?openview>)

2.2.3 技術開発拠点と研究者

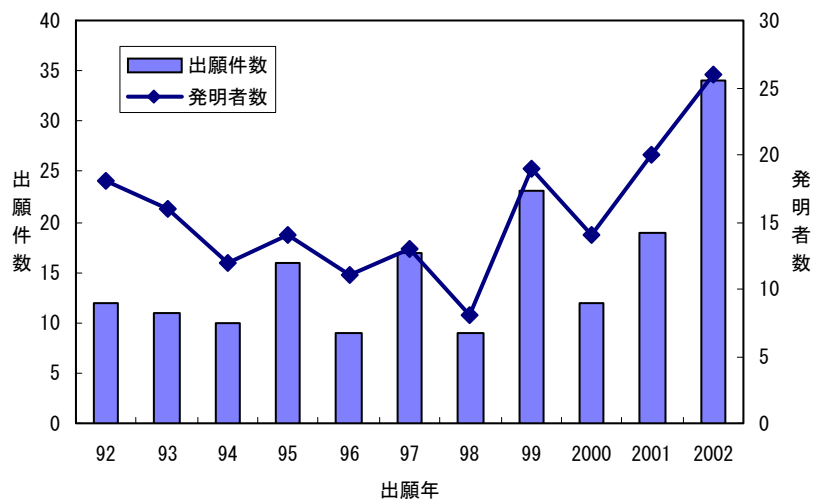
図 2.2.3 に、日立電線の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

日立電線の場合、1992年以降より多少の変動があるものの出願件数は9件以上、発明者数も8人以上と安定した開発活動が続いている。01年以降は出願件数、発明者数ともに増加し、02年には、出願件数、発明者数とも最大となっている。

開発拠点：

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線メクテック株式会社内
 茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線株式会社アドバンスリサーチセンタ内
 茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社日高工場内
 茨城県日立市砂沢町880番地 日立電線株式会社高砂工場内

図2.2.3 日立電線の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2.2.4 技術開発課題対応特許の概要

図 2.2.4-1 に、日立電線の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。物質別にみると、「化合物半導体共通」に関するものが最も多く、次いで「ヒ化ガリウム (GaAs)」となっている。

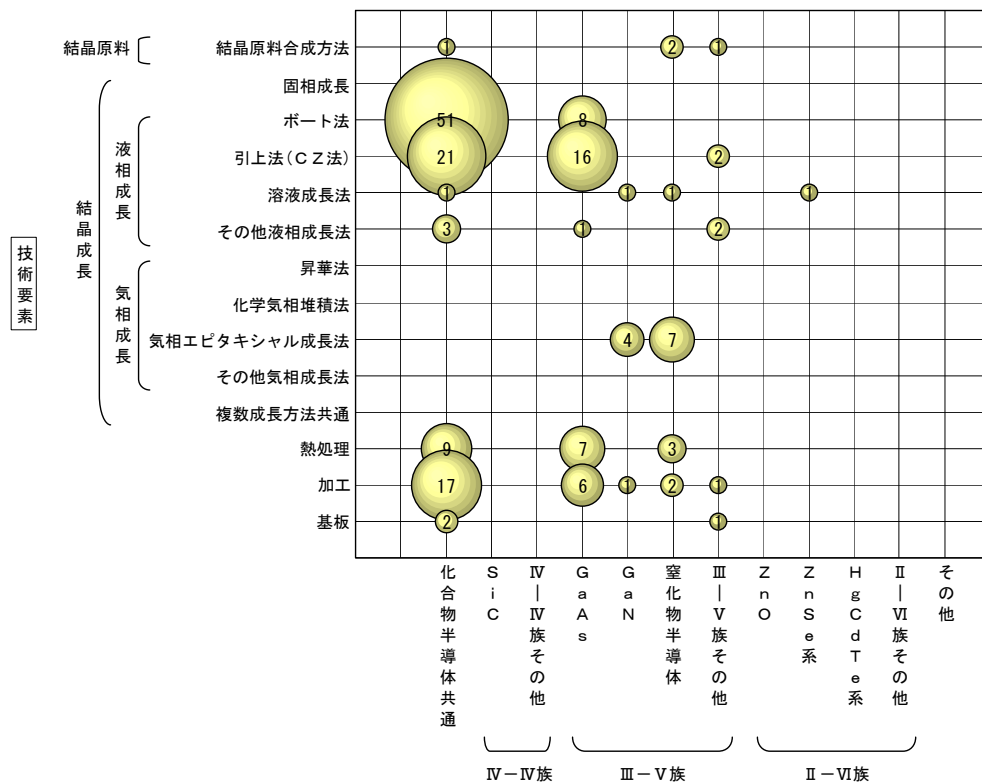
「化合物半導体共通」の出願の 105 件の中で明細書中の実施例がヒ化ガリウム (GaAs) である出願が 98 件、また、「Ⅲ－Ⅴ 属その他」の出願 7 件の中で明細書の実施例がヒ化ガリウム (GaAs) である出願が 4 件とほとんどを占めていた。

「ヒ化ガリウム (GaAs)」に関する出願は 38 件あるため、日立電線の主力製品であるヒ化ガリウム (GaAs) 基板に関する出願は 147 件と全出願件数 172 件の 85% を占めている。

「化合物半導体共通」、「ヒ化ガリウム (GaAs)」に関する出願の技術要素をみると、「結晶成長」では「ボート法」、「引上法 (CZ 法)」が多く、「加工」、「熱処理」も多い。

その他の物質は、「窒化ガリウム (GaN)」、「窒化物半導体」に関する出願も見られ、これらの出願については「気相エピタキシャル成長法」による結晶成長に関する出願が多い。

図 2.2.4-1 日立電線の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

図 2.2.4-2 に、日立電線の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。技術要素別にみると、「ボート法」に関する出願が最も多く、次いで「引上法（CZ 法）」、「加工」となっている。

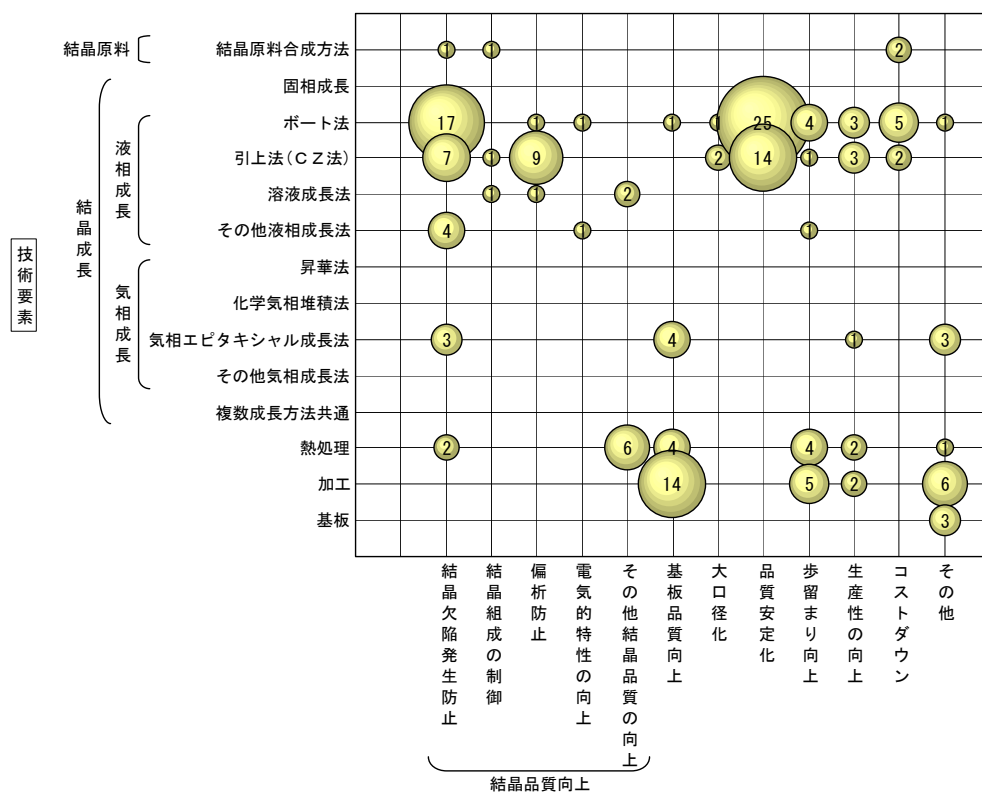
「ボート法」、「引上法（CZ 法）」に関する出願が多いのは、ヒ化ガリウム（GaAs）の結晶成長を行う際に使用される成長法であることによる。

「ボート法」、「引上法（CZ 法）」に関する課題は、「品質安定化」が最も多い。次いで「ボート法」に関しては「結晶欠陥発生防止」が多く、「引上法（CZ 法）」に関しては、「偏析防止」と「結晶欠陥発生防止」が多いが、「歩留まり向上」、「生産性の向上」、「コストダウン」など製品化に関する課題についても出願がされている。

「加工」に関する課題は、「基板品質向上」が最も多く、次いで「その他」となっている。「その他」には、化合物半導体基板上に成膜したエピタキシャル膜の品質向上などの化合物半導体基板を使用する側から化合物半導体基板に要求される課題が含まれている。

製品化や最終製品に求められる品質を課題とする出願も多くされている。

図 2.2.4-2 日立電線の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

図2.2.4-3に、日立電線の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。課題についてみると、「品質安定化」に関する出願が最も多く、次いで「結晶欠陥発生防止」、「基板品質向上」となっている。

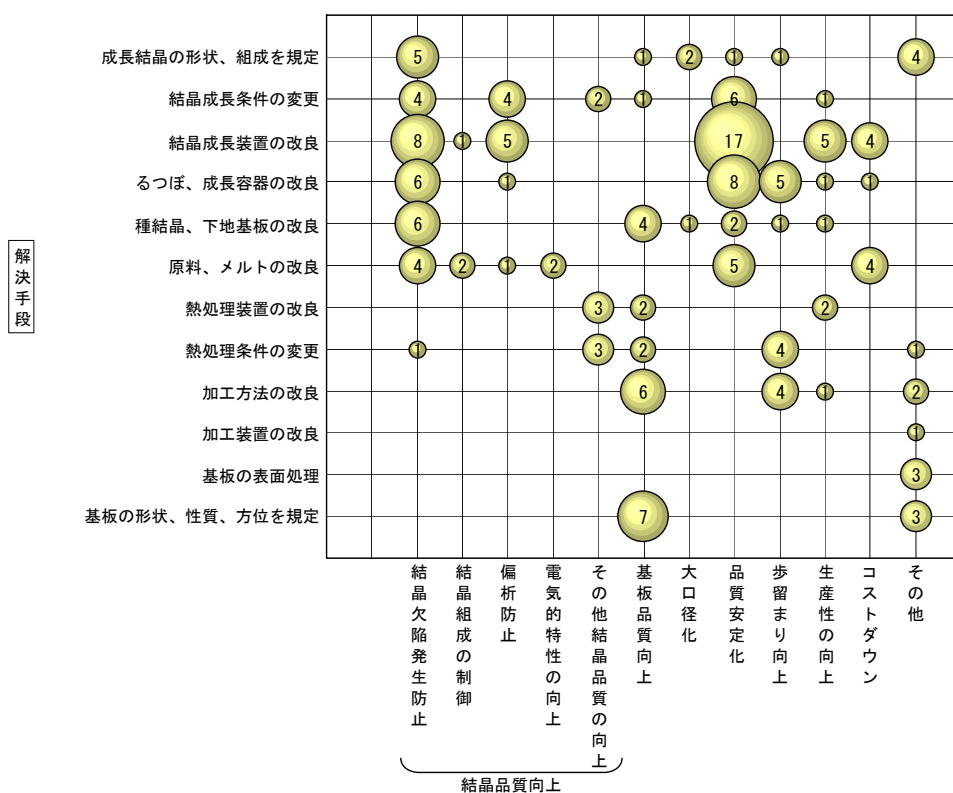
「品質安定化」に関する解決手段をみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多く、次いで「るつぼ、成長容器の改良」となっている。

「結晶欠陥発生防止」に関する解決手段をみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多く、次いで「るつぼ、成長容器の改良」、「種結晶、下地基板の改良」となっているが、特に集中する解決手段は見られない。

「基板品質向上」に関する解決手段をみると、「基板の形状、性質、方位を規定」とする出願が最も多く、次いで「加工方法の改良」となっている。

解決手段についてみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が多く、「品質安定化」の課題に対して「結晶成長装置の改良」をすることによって解決していることが分かる。

図2.2.4-3 日立電線の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表2.2.4に、日立電線の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許172件を示す。そのうち、登録になった13件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (1/15)

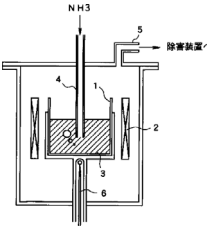
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶原料／結晶原料合成方法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止(成長中)／不純物混入による結晶欠陥発生防止	原料、メルトの改良／原料作製装置の変更	特開2000-264797 99.03.18 C30B29/38	窒化物結晶の製造方法および窒化物系化合物半導体結晶の製造方法
	結晶品質向上／結晶組成の制御	不純物濃度の制御	原料、メルトの改良／原料作製条件の変更	特開平07-215719 (みなし取下げ) 94.02.07 C01G15/00	酸化被膜付ガリウム及びそれを用いた化合物半導体単結晶の製造方法
	コストダウン	るつぼ、成長容器の破損防止	原料、メルトの改良／原料作製装置の変更	特開平06-001685 (みなし取下げ) 92.06.23 C30B11/06	化合物半導体結晶の製造方法
		原料費の削減	原料、メルトの改良／原料作製条件の変更	特許3533938 97.06.11 C30B29/38	窒化物結晶の製造方法、混合物、液相成長方法、窒化物結晶、窒化物結晶粉末、および気相成長方法 III族金属元素を加熱、融解し、得ようとする窒化物の融点以下の温度で、III族金属元素の融液に窒素原子を含有するガスを注入して、III族金属元素の融液内でIII族の窒化物微結晶を製造することを特徴とする窒化物結晶の製造方法。 
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化(線状欠陥発生防止)／スリッパ転位発生防止	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開2003-192485 01.12.27 C30B11/02	化合物半導体単結晶の成長方法及び化合物半導体単結晶
		低転位化(線状欠陥発生防止)／その他の転位発生防止	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開2004-018319 02.06.17 C30B11/00	化合物半導体結晶成長装置
	体積欠陥発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開2002-037700 00.07.26 C30B29/42	導電性不純物をドーブしたGaAs半導体単結晶製造方法
				特開2001-130999 99.10.29 C30B29/42	GaAs半導体単結晶製造方法
	成長結晶の多結晶化防止(成長前)／種結晶以外の結晶核の発生防止	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開平06-305876 (みなし取下げ) 93.04.26 C30B11/00	石英ボートの内面処理方法
	成長結晶の多結晶化防止(成長中)／種結晶、基板からの転位の伝播防止	るつぼ、成長容器の改良／増径部の形状の規定	るつぼ、成長容器の改良／増径部の形状の規定	特開平10-291889 (みなし取下げ) 97.04.16 C30B11/00	化合物半導体単結晶製造用ボート
				特開2004-099390 02.09.11 C30B29/42	化合物半導体単結晶の製造方法及び化合物半導体単結晶

表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (2/15)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器のその他の構造改良	特開平07-010673 （みなし取下げ） 93.06.18 C30B11/00	化合物半導体結晶の製造方法
			原料、メルトの改良／使用原料の加工	特開平08-301698 （みなし取下げ） 95.05.10 C30B29/42	G a A s 結晶の製造方法
			原料、メルトの改良／封止剤の組成、形状、使用量を規定	特開2000-313688 99.04.26 C30B11/00	単結晶製造方法
			原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開2000-313689 99.04.27 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法および化合物半導体単結晶成長用種結晶
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／メルト、原料ガス対流による結晶欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開2001-181085 99.12.27 C30B11/00	化合物半導体結晶成長方法及びその装置
				特開2001-163695 99.12.10 C30B11/00	単結晶成長用ヒータ及びそれを用いた化合物半導体単結晶の製造装置
			結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開平11-001400 （みなし取下げ） 97.06.11 C30B29/42	化合物半導体単結晶の製造方法及びその製造装置
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開2001-151593 99.11.22 C30B11/00	石英ボート及びそれを用いたボート法化合物半導体単結晶製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開平06-305875 （みなし取下げ） 93.04.26 C30B11/00	化合物半導体単結晶製造装置
				特開2000-007482 98.06.22 C30B11/00	化合物半導体結晶の製造方法
	結晶品質向上／偏析防止	不純物の偏析防止	原料、メルトの改良／不純物元素、濃度を規定	特開2004-107099 02.09.13 C30B11/06	半絶縁性ガリウム砒素単結晶の製造方法
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平11-147785 97.11.11 C30B11/00 [被引用 1回]	単結晶の製造方法
	基板品質向上	面内均一化	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開2002-293686 01.04.03 C30B11/14	化合物半導体単結晶の成長方法及びそれから切り出した基板
	大口径化	その他大口径化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開平06-001686 （みなし取下げ） 92.06.23 C30B11/14	化合物半導体単結晶の製造方法
	品質安定化	シーディングの再現性向上	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特開平11-130579 97.10.31 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法及びその製造装置
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開平09-077586 （みなし取下げ） 95.09.11 C30B11/14	化合物半導体単結晶の種結晶及びこれを用いた化合物半導体単結晶の製造方法

表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (3/15)

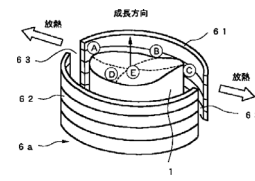
技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	品質安定化	シーディングの再現性向上	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平11-029390 97. 07. 07 C30B11/00	単結晶成長方法
		固液界面形状の制御性向上	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開2004-203687 02. 12. 26 C30B11/00	化合物半導体製造装置
			結晶成長条件の変更／固液界面位置の調整	特開2003-226594 02. 02. 04 C30B11/00	半導体結晶成長方法
			結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開2001-031491 99. 07. 21 C30B11/00	半導体結晶の製造方法および製造装置
				特開2000-169278 98. 11. 30 C30B11/00	半導体結晶の製造方法および製造装置
		特許3509556 98. 06. 03 C30B11/00	単結晶の製造方法および製造装置 縦型電気炉のヒーター内にあるつぼを配置し、半導体融液をつぼ内で下方から上方に向けて徐々に固化させて単結晶を成長する垂直ブリッジマン法による化合物半導体の単結晶の製造装置において、つぼを円弧状に圍繞する前記ヒーターのうち、少なくとも固液界面を制御するヒーター部分を縦に複数分割して、その周方向の一部に、つぼの熱を半径方向外側に向かって放熱する隙間を作り、つぼの熱の流れが上下方向のみでなく前記隙間から半径方向外側に向かうようにしたことを特徴とする単結晶の製造装置。 	単結晶の製造方法および製造装置	
		特開平11-029398 (みなし取下げ) 97. 07. 07 C30B29/40, 501	化合物半導体単結晶の製造装置		
		特開平07-242487 (みなし取下げ) 94. 03. 01 C30B11/00	化合物半導体単結晶製造装置		
		特開平07-017789 (みなし取下げ) 93. 07. 05 C30B11/00	半導体単結晶製造装置		
		結晶成長装置の改良／成長炉内部材の材質変更	特開2002-348192 01. 05. 29 C30B11/02	化合物半導体単結晶製造装置	
	特開2000-095593 98. 09. 21 C30B11/00		ボート法化合物半導体単結晶製造方法及びその装置		

表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (4/15)

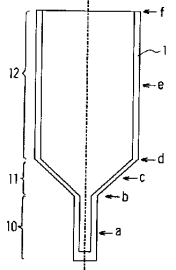
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ポット法	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特開2004-161559 02.11.14 C30B11/00	化合物半導体製造装置
				特開2004-010470 02.06.12 C30B11/00	化合物半導体結晶成長装置
				特開平07-010677 (みなし取下げ) 93.06.30 C30B11/00	化合物半導体の製造方法及びその装置
			結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平10-338592 (みなし取下げ) 97.06.05 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法及び製造装置
			結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開平10-212193 (みなし取下げ) 97.01.30 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法及びその装置
			るつぼ、成長容器の改良／成長容器の肉厚の変更	特開2004-026577 02.06.26 C30B11/00	化合物半導体単結晶成長装置及び化合物半導体単結晶成長方法
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開平09-227269 (みなし取下げ) 96.02.27 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法及びその装置
				特許3250409 95.03.31 C30B11/00	縦型結晶成長方法およびそれに使用される結晶成長容器 容器内に收容された結晶融液を融液下方に配した種結晶から徐々に断面積を増加させた後略その断面形状が一定となるように下方より固化させる縦型結晶成長方法において、上記容器を窒化ホ素を主組成として気相成長法により形成し、上記容器の配向度を上下方向で漸次異ならせたことを特徴とする縦型結晶成長方法。 
			るつぼ、成長容器の改良／成長用アンブル、密封容器の改良	特開平11-292680 98.04.06 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法および製造装置、および単結晶製造用アンブル
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開平10-291890 (みなし取下げ) 97.04.17 C30B11/14	化合物半導体単結晶の製造方法
	成長速度の安定化	結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置		特開平09-175879 (みなし取下げ) 95.12.27 C30B11/00	化合物半導体の結晶製造装置および方法
	結晶品質の安定化	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更		特開平08-333186 (拒絶査定確定) 95.06.07 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法及び製造装置

表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (5/15)

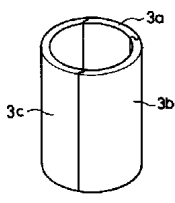
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	歩留まり向上	単結晶化率の向上	るつぼ、成長容器の改良／増径部の形状の規定	特開平08-104589 (みなし取下げ) 94.08.02 C30B11/00	ボート及びボート法化合物半導体単結晶製造方法
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開平11-278979 98.01.09 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法およびこれに用いる容器
				特開平10-007485 (拒絶査定確定) 96.06.25 C30B11/00	化合物半導体単結晶の成長容器、その成長容器を使用した化合物半導体単結晶の製造方法、および成長容器の選別方法
				特開平09-175878 (拒絶査定確定) 95.12.27 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法
	生産性の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特開2004-083301 02.08.23 C30B11/00	単結晶製造装置
				特開2001-080987 99.09.09 C30B11/00	化合物半導体結晶の製造装置及びそれを用いた製造方法
	コストダウン	結晶成長時間の短縮	結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開2001-151594 99.11.22 C30B11/00	化合物半導体結晶の製造方法及び製造装置
		るつぼ、成長容器の破損防止	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特許3567662 97.01.17 C30B11/00	単結晶成長方法及びその装置 石英ガラス成長容器を縦型に設置し、この石英ガラス成長容器の中に入れた原料融液を下部から上部に向かって徐々に結晶固化させる単結晶成長装置において、軸方向に少なくとも3つに縦切り分割され、上記石英ガラス成長容器の外周を支持する筒状のセラミックス支持具と、上記筒状のセラミックス製支持具および石英ガラス成長容器を上部および下部から押さえる上部および下部のセラミックス製押さえ支持具と、上記結晶固化の際に上記石英ガラス成長容器を上記筒状のセラミックス製支持具の外周から締付力を加える締付手段と、結晶固化後の冷却時において、上記筒状のセラミックス製支持具と上記石英ガラス成長容器との熱収縮率の差によって上記石英ガラス成長容器から上記筒状のセラミックス製支持具に与えられる径方向外方の外力を、上部に設置された上記セラミックス製押さえ支持具の押さえ力を緩めることで解除する解除手段とを備えることを特徴とする単結晶成長装置。 
	特開平10-182277 (みなし取下げ) 96.12.20 C30B11/00				

表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (6/15)

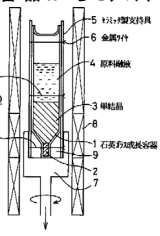
技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	コストダウン	るつぼ、成長容器の破損防止	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特許3159030 96.02.13 C30B11/00	単結晶成長方法およびその装置 垂直ブリッジマン法によって単結晶を成長する方法において、あらかじめ軸方向に少なくとも3つに分割した筒状のセラミックス製支持具を用意し、該分割されたセラミックス製支持具を筒状の石英ガラス成長容器を取り囲むように設置するとともに、上記セラミックス製支持具をその外周に巻回された耐熱性の金属ワイヤの締付力により固定し、上記石英ガラス成長容器中に入れた原料融液を下部から上部に向かって徐々に結晶固化させ、結晶固化後の冷却時において、セラミックス製支持具と石英ガラス成長容器との熱収縮率の差により石英ガラス成長容器からセラミックス製支持具に与えられる径方向外方の外力により、セラミックス製支持具を固定していた金属ワイヤの締付力を解除するようにしたことを特徴とする単結晶成長方法。 
			るつぼ、成長容器の改良／成長容器の肉厚の変更	特開平09-087081 (みなし取下げ) 95.09.22 C30B11/00	結晶成長容器及び結晶成長方法
			原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開2004-099410 02.09.12 C30B11/02	化合物半導体単結晶の成長方法
	その他	デバイス特性の向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開2002-255697 01.02.28 C30B29/42	ガリウム砒素単結晶及びガリウム砒素ウエハ並びにガリウム砒素単結晶の製造方法
			成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特開2002-255681 01.02.22 C30B15/28	LEC法化合物半導体単結晶製造方法
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／その他の転位発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特開2001-122694 99.10.22 C30B27/02	化合物半導体単結晶の成長方法
		面欠陥発生防止／双晶発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特開2003-055085 01.08.21 C30B15/36	化合物半導体単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、基板からの転位の伝播防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の結晶性を規定	特開平08-151300 (みなし取下げ) 94.11.24 C30B29/42	G a A s 単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／メルト、原料ガス対流による結晶欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良		

表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (7/15)

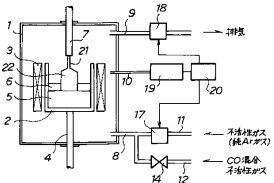
技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要	
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／その他の多結晶化防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平06-128097 （みなし取下げ） 92.10.22 C30B29/42	砒化ガリウム単結晶の製造方法	
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／成長結晶表面からの元素の揮発防止	結晶成長条件の変更／固液界面位置の調整	特開2003-342096 02.05.28 C30B15/14	化合物半導体単結晶の製造方法	
			結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平06-271395 （みなし取下げ） 93.03.17 C30B27/02	化合物半導体結晶の製造方法	
	結晶品質向上／結晶組成の制御	不純物濃度の制御	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開平06-009290 （拒絶査定確定） 92.06.26 C30B15/10	化合物半導体単結晶の成長方法	
	結晶品質向上／偏析防止	不純物の偏析防止	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特許3198897 95.11.21 C30B29/42	G a A s単結晶の製造方法 不活性ガスで満たした容器内にGaAs融液とそのGaAs融液の液面を覆う液体封止剤を収容したルツボを設置し、GaAs単結晶の種結晶をGaAs融液に接触させつつ引上げてGaAs単結晶を成長させる方法において、上記容器内に一酸化炭素ガス、または一酸化炭素を生ずるガスを導入して容器内の不活性ガス中の一酸化炭素濃度を所定の値に設定したのち結晶成長を開始し、結晶成長中は、不活性ガス中の一酸化炭素濃度を検出して容器内で単位時間あたりに発生する一酸化炭素の発生速度を求め、その発生速度と容器の容積から容器内の一酸化炭素濃度を所望の値に制御するために必要な、容器内のガスを置換するためのガス置換速度を求め、結晶成長中に容器に導入するガスのガス流量と容器から排出するガス流量とを上記ガス置換速度を基に制御するようにしたことを特徴とするGaAs単結晶の製造方法。 	
					特開平09-030887 （みなし取下げ） 95.07.17 C30B15/04	炭素添加GaAs結晶の製造方法
					特開平06-172098 （拒絶査定確定） 92.12.07 C30B29/42 [被引用1回]	G a A s単結晶の製造方法

表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (8/15)

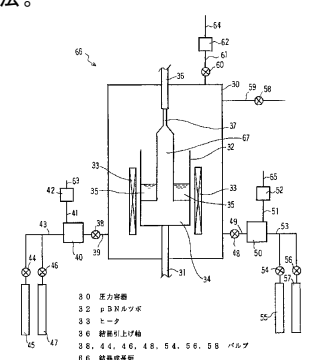
技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法 (CZ法)	結晶品質向上／偏析防止	不純物の偏析防止	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特許3551607 96.03.08 C30B15/20	GaAs単結晶の製造方法 液体封止引上げ法によってGaAs単結晶を製造するとともに、GaAs単結晶に含まれる炭素濃度を、結晶成長炉内の雰囲気ガス中の一酸化炭素濃度により制御するGaAs単結晶の製造方法において、上記結晶成長炉内に封入するガス中の一酸化炭素濃度を所定の範囲内になるように調節することを特徴とするGaAs単結晶の製造方法。 
			結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開平11-029399 (みなし取下げ) 97.07.07 C30B29/42	GaAs単結晶の製造方法及びその装置
			結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平08-091990 (拒絶査定確定) 94.09.16 C30B27/02	半絶縁性GaAs単結晶の製造方法
			結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開平07-206588 (みなし取下げ) 94.01.10 C30B27/02 [被引用 1回]	GaAs単結晶の製造方法およびその装置
			結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開平11-100293 97.09.29 C30B27/02	半導体単結晶の製造方法および製造装置
			結晶成長装置の改良／その他結晶成長装置の改良	特開平07-237992 (みなし取下げ) 94.02.23 C30B15/00	化合物半導体単結晶の製造方法
	大口径化	結晶欠陥の発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特開2003-095784 01.09.20 C30B15/22	化合物半導体結晶成長方法
		その他大口径化	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特開2001-080989 99.09.03 C30B15/10	化合物半導体単結晶の製造装置及びそれを用いた製造方法
	品質安定化	シーディングの再現性向上	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平07-206587 (みなし取下げ) 94.01.10 C30B27/02 [被引用 1回]	GaAs単結晶の製造方法
			原料、メルトの改良／封止剤の組成、形状、使用量を規定	特開2004-059364 02.07.29 C30B29/42	砒化ガリウム単結晶の製造方法
				特開2003-002798 01.06.21 C30B29/42	砒化ガリウム単結晶の成長方法

表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (9/15)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特開2004-010467 02.06.12 C30B15/22	化合物半導体単結晶の成長方法
			結晶成長条件の変更／結晶回転数・るつぽ回転数の調整	特開2004-123443 02.10.02 C30B29/42	G a A s 単結晶成長方法
				特開2004-099411 02.09.12 C30B15/20	化合物半導体単結晶の製造方法
			結晶成長条件の変更／その他結晶成長条件の変更	特開2004-010469 02.06.12 C30B15/20	化合物半導体単結晶の成長方法
			結晶成長装置の改良／るつぽ、成長容器の保持材の改良	特開2004-123444 02.10.02 C30B29/42	化合物半導体単結晶製造装置
			るつぽ、成長容器の改良／二重るつぽの使用	特開2004-155619 02.11.07 C30B15/12	化合物半導体単結晶成長方法
			るつぽ、成長容器の改良／その他るつぽ、成長容器の改良	特開2001-302386 00.04.26 C30B15/10	化合物半導体単結晶の成長方法及びそれを用いた成長装置
			原料、メルトの改良／封止剤の組成、形状、使用量を規定	特開2004-196573 02.12.17 C30B15/00	化合物半導体単結晶の製造方法
				特開2004-161525 02.11.12 C30B15/00	化合物半導体単結晶成長方法
	メルトの安定化	るつぽ、成長容器の改良／るつぽ、成長容器の材質の変更	特開2001-199790 00.01.12 C30B15/10	化合物半導体単結晶の製造方法およびそれに用いられるPBN製容器	
	結晶径の制御性向上	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開平09-188599 (みなし取下げ) 96.01.12 C30B29/42	G a A s 単結晶の製造方法	
	歩留まり向上	熱処理の均一化	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特許3018763 92.08.10 C30B27/02 [被引用 2回]	G a A s 単結晶及びその製造方法並びにG a A s ウエハのイオン打込み制御方法 結晶中に炭素を不純物として含有する半絶縁性GaAs単結晶において、結晶中の炭素濃度の分布が、結晶の頭部から尾部にかけて単調に増加または減少していることを特徴とするGaAs単結晶。

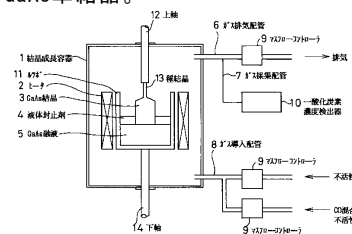


表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (10/15)

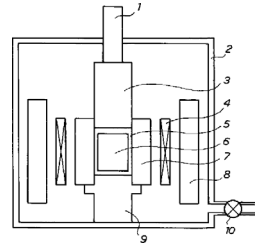
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／CZ法	生産性の向上	結晶成長の長尺化	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平09-040492 (みなし取下げ) 95.07.27 C30B27/02	単結晶の製造方法及び製造装置
	コストダウン	装置部材の破損・劣化防止	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開平07-017793 (拒絶査定確定) 93.07.05 C30B27/02	化合物半導体単結晶の製造方法
		省エネルギー化	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の材質変更	特開2003-206195 02.01.08 C30B15/14	半導体単結晶製造装置
結晶成長／液相成長／溶液成長法	結晶品質向上／結晶組成の制御	混晶の組成制御	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開2001-139400 99.11.09 C30B29/46	化合物結晶の作製方法
	結晶品質向上／偏析防止	混晶の偏析防止	るつぼ、成長容器の改良／二重るつぼの使用	特開平11-292679 98.04.03 C30B9/04	結晶成長方法
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	実用サイズの結晶化	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特開平11-060394 (特許3622440) 97.08.18 C30B29/38	窒化物結晶の成長方法およびGa _{0.5} In _{0.5} N結晶の成長方法 シリンドラ内に窒化物結晶粉末と液体封止材を収容し、ピストンで加圧しながら加熱する工程を含む。Ga _{0.5} In _{0.5} N結晶の成長方法としては、フラックスとGa _{0.5} In _{0.5} N結晶粉末とを加圧下で加熱し、Ga _{0.5} In _{0.5} Nをフラックスに溶解させた後、これを冷却してGa _{0.5} In _{0.5} Nの結晶を成長させるものにおいて、フラックスの加熱温度を800℃以上とし、かつ、前記フラックスには少なくともGa、In、Pb、Sn、Bi、Naのいずれか1つ以上を含むようにする。
			結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特開平10-007496 (みなし取下げ) 96.06.25 C30B29/38	窒化物結晶の製造方法およびその装置
					
結晶成長／液相成長／その他液相成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	面欠陥発生防止／双晶発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開平05-178684 (みなし取下げ) 92.01.06 C30B11/14	半導体単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	るつぼ、成長容器の改良／成長用アンプル、密封容器の改良	特開平05-330970 (みなし取下げ) 92.05.26 C30B11/00	単結晶製造用石英アンプル及び単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開平06-056574 (みなし取下げ) 92.08.03 C30B19/00	GaAsエピタキシャルウエハの製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開平06-100400 (みなし取下げ) 92.09.21 C30B29/40	GaAsエピタキシャルウエハの製造方法

表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (11/15)

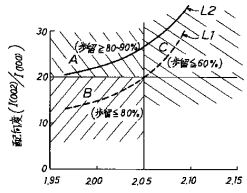
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／その他液相成長法	結晶品質向上／電気的特性の向上	導電型の制御	原料、メルトの改良／不純物元素、濃度を規定	特開2003-206200 02.01.10 C30B29/42	p型GaAs単結晶及びその製造方法
	歩留まり向上	単結晶化率の向上	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特許2937000 93.09.16 C30B15/10 [被引用 4回]	化合物半導体単結晶の製造方法及び化合物半導体単結晶の製造に使用されるPBN製容器 原料融液を収容したPBN製容器を高温炉内に配置し、種結晶を原料融液に接触させつつ種結晶とPBN製容器とを相対的に移動させて単結晶を成長させる方法において、下記の(1)および(2)の条件を同時に満たすPBN製容器を使用して化合物半導体単結晶を成長させることを特徴とする化合物半導体単結晶の製造方法。 (1)PBN製容器の密度が、全域にわたり $1.85\text{g/cm}^3 \sim 2.05\text{g/cm}^3$ の範囲である。 (2)PBN製容器を構成するPBN板の厚さ方向に垂直な面で測定した(002)面と(100)面のX線回折積分強度比： $\{I(002)/I(100)\}$ の値が、全域にわたり8～30の範囲である。 
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／ミスフィット転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開2002-343728 01.05.21 H01L21/205 日本電気	窒化ガリウム結晶基板の製造方法及び窒化ガリウム結晶基板
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／結晶多形（ポリタイプ）の生成防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開2002-231640 01.01.31 H01L21/205	窒化ガリウム基板及びその製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2002-241198 01.02.13 C30B29/38	GaN単結晶基板及びその製造方法
	基板品質向上	反りの低減化	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2003-178984 01.03.27 H01L21/205 日本電気	III族窒化物半導体基板およびその製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開2003-165798 01.11.28 C30B29/38 特開2002-261024 01.02.28 H01L21/205 [被引用 1回]	窒化ガリウム単結晶基板の製造方法、窒化ガリウム単結晶のエピタキシャル成長自立基板、及びその上に形成したデバイス素子 窒化物半導体エピタキシャルウエハの製造方法及び窒化物半導体エピタキシャルウエハ並びに半導体デバイス

表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (12/15)

技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／気相エビ	基板品質向上	反りの低減化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開2002-175985 00.12.05 H01L21/205 [被引用 2回]	窒化物半導体エピタキシャルウエハの製造方法及び窒化物半導体エピタキシャルウエハ
	生産性の向上	工程簡略化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開2004-035275 02.06.28 C30B29/38 日本電気	多孔質基板とその製造方法、GaN系半導体積層基板とその製造方法
	その他	デバイス特性の向上	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2004-047762 02.07.12 H01L29/26	窒化物半導体の製造方法および半導体ウエハならびに半導体デバイス
				特開2004-047763 02.07.12 H01L29/26	窒化物半導体の製造方法および半導体ウエハならびに半導体デバイス
				特開2004-047764 02.07.12 H01L21/20	窒化物半導体の製造方法および半導体ウエハならびに半導体デバイス
	熱処理	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	点欠陥発生防止	熱処理条件の変更／融液中での熱処理	特開2002-053397 00.08.03 C30B29/38
成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止			結晶成長条件の変更／結晶冷却条件の調整	特開2002-029881 00.07.10 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法
結晶品質向上／その他結晶品質の向上		不純物汚染の防止	熱処理装置の改良／補助部材の使用	特開平09-077598 （みなし取下げ） 95.09.14 C30B33/02	化合物半導体単結晶の熱処理方法
			熱処理装置の改良／その他熱処理装置の改良	特開平08-301700 （みなし取下げ） 95.05.10 C30B33/02	半絶縁性GaAs単結晶の熱処理方法及びその装置
			熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特開2001-158699 99.11.30 C30B33/02	半絶縁性GaAs単結晶の熱処理方法
			熱処理条件の変更／熱処理雰囲気を規定	特開平09-278599 （みなし取下げ） 96.04.19 C30B33/02	半絶縁性GaAs単結晶の熱処理方法
			特開平09-077599 （みなし取下げ） 95.09.14 C30B33/02	化合物半導体単結晶の熱処理方法	
			その他結晶品質の向上	熱処理装置の改良／結晶収納容器の構造改良	特開2004-010468 02.06.12 C30B33/10
		基板品質向上	反りの低減化	熱処理装置の改良／補助部材の使用	特開2003-128499 01.10.18 C30B29/38
EPDの低減化			熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特開2004-002076 02.05.30 C30B29/42	GaAsウエハの製造方法
				特開2003-277195 02.03.26 C30B29/38 日本電気	III-V族窒化物系半導体基板およびその製造方法
面内均一化			熱処理装置の改良／補助部材の使用	特開平09-110595 （みなし取下げ） 95.10.16 C30B29/42	GaAs単結晶インゴットの熱処理方法

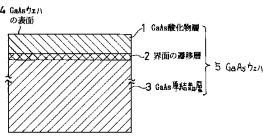
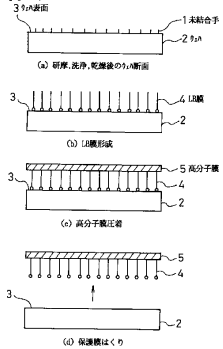
表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (13/15)

技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
熱処理	歩留まり向上	割れ、欠けの防止	熱処理条件の変更 ／熱処理温度を規定	特開2002-274999 01.03.15 C30B29/42	L E C法化合物半導体単結晶の製造方法
				特開2002-029900 00.07.18 C30B33/02	化合物半導体単結晶の製造方法
				特開2001-151599 99.11.19 C30B29/42	化合物半導体単結晶の製造方法
				特開2001-080998 99.09.09 C30B29/42	L E C法化合物半導体単結晶の製造方法
	生産性の向上	工程簡略化	熱処理装置の改良 ／結晶収納容器の構造改良	特開2004-002075 02.05.30 C30B33/02	半導体熱処理装置
		大量処理化	熱処理装置の改良 ／補助部材の使用	特開平10-287500 (みなし取下げ) 97.04.15 C30B29/42	半絶縁性 G a A s 単結晶の熱処理方法及び装置
加工	その他	デバイス作製時の歩留まり向上	熱処理条件の変更 ／熱処理温度を規定	特開平07-094519 (みなし取下げ) 93.09.24 H01L21/324	半導体ウエハの製造方法
	基板品質向上	表面粗さの低減化	加工方法の改良 ／エッチング方法の変更	特開平10-012577 (みなし取下げ) 96.06.25 H01L21/304, 321	G a A s 鏡面ウエハの処理方法
		反りの低減化	種結晶、下地基板の改良 ／種結晶、下地基板の表面処理	特開2004-039810 02.07.02 H01L21/205 日本電気	I I I 族窒化物半導体基板およびその製造方法
			加工方法の改良 ／研磨方法の改良	特開平10-244449 (みなし取下げ) 97.02.28 B24B1/00	G a A s ウエハの加工方法
	加工損傷防止	基板表面清浄化	加工方法の改良 ／その他加工方法の改良	特開2004-193407 02.12.12 H01L21/338	化合物半導体ウエハの洗浄方法
		加工損傷防止	加工方法の改良 ／研磨方法の改良	特開2001-102337 99.09.28 H01L21/304, 622	半導体結晶ウエハの研磨方法及び半導体結晶ウエハ
				特開平11-111655 97.09.30 H01L21/304, 321	G a A s ウエハのポリッシング方法
				特開平09-115864 (拒絶査定確定) 95.10.16 H01L21/304, 321	G a A s ウエハの研磨方法
		面方位、表裏の識別性向上	基板の形状、性質、方位を規定 ／基板形状を規定	特開2002-124444 00.10.13 H01L21/02	半導体ウエハのVノッチ
				特開2002-015966 00.06.28 H01L21/02	化合物半導体ウエハ
				特開2001-203177 00.01.18 H01L21/304, 621	半導体ウエハ
				特開2001-167993 99.12.06 H01L21/02	化合物半導体ウエハ

表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (14/15)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
加工	基板品質向上	面方位、表裏の識別性向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板形状を規定	特開2001-160526 99.12.02 H01L21/02	ノッチを有する半導体基板
				特開2000-331898 99.05.21 H01L21/02 [被引用 2回]	ノッチ付半導体ウエハ
		その他基板品質の向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板形状を規定	特開2003-086476 01.09.13 H01L21/02	化合物半導体ウエハ及びその加工方法
	歩留まり向上	割れ、欠けの防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開2002-284600 01.03.26 C30B29/38 日本電気	窒化ガリウム結晶基板の製造方法及び窒化ガリウム結晶基板
			加工方法の改良／種結晶、下地基板からの分離方法の変更	特開2002-316898 01.04.13 C30B29/38	窒化物半導体基板の製造方法及び窒化物半導体基板
			加工方法の改良／オリフラ作製方法の改良	特開平07-283176 (みなし取下げ) 94.04.07 H01L21/304, 321	半導体ウエハの研磨方法
			加工方法の改良／研磨方法の改良	特開2004-200527 02.12.20 H01L21/304, 621	半導体ウエハの加工方法
			加工方法の改良／その他加工方法の改良	特開2000-331897 99.05.17 H01L21/02	半導体ウエハ及びその製造方法
			るつぼ、成長容器の改良／断面形状を円形以外の形状に変更	特開2000-143383 98.11.12 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法
			加工方法の改良／切断方法の変更	特開2001-102332 99.09.29 H01L21/304, 611	薄板状ウエハの製造方法
	生産性の向上	熱処理・加工時間の短縮化	るつぼ、成長容器の改良／断面形状を円形以外の形状に変更	特開2001-102332 99.09.29 H01L21/304, 611	薄板状ウエハの製造方法
	その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	基板の表面処理／基板の表面処理	特許3232833 93.12.13 C30B29/42	GaAs単結晶ウエハの製造方法 半絶縁性GaAsウエハをクイン酸または酢酸と、硫酸またはフッ酸との混合水溶液に浸漬し、前記ウエハを陽極として電解処理を行うことにより、X線光電子分光法のスペクトルが次の2条件を満たすように表面処理することを中心とするGaAs単結晶ウエハの製造方法。 ①Ga3dスペクトルにおいて(Ga-0結合のピーク高さ)/(Ga-As結合のピーク高さ) ≤ 0.06 ②As3dスペクトルにおいて(As-As結合のピーク高さ)/(As-Ga結合のピーク高さ) ≥ 0.47

表 2.2.4 日立電線の技術要素別課題対応特許 (15/15)

技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
加工	その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	基板の表面処理／ 基板の表面処理	特許2970236 92.07.23 H01L21/316	GaAsウエハ及びその製造方法 鏡面研磨されたGaAsウエハの表面に変成されるGaAs酸化物層とGaAs単結晶層との界面において、下式で定義される界面の遷移層の厚さ d_i が 3Å 以下であることを特徴とするGaAsウエハ。 $d_i = d_1 - d_{90}$ ここで、 d_1 : GaAs中のGaAs酸化物含有率がGaAs酸化物層の最外表面の含有率の1%となるGaAs酸化物層の最外表面からの深さ。 d_{90} : GaAs中のGaAs酸化物含有率がGaAs酸化物層の最外表面の含有率の90%となるGaAs酸化物層の最外表面からの深さ。 
		デバイス作製時の歩留まり向上	加工方法の改良／ オリフラ作製方法の改良	特開2001-196333 00.01.11 H01L21/304, 611	オフアングル付き半導体ウエハ
			加工方法の改良／ 研磨方法の改良	特開2001-102335 99.09.28 H01L21/304, 622	ウエハの加工方法及びウエハ
			加工装置の改良	特開2004-200529 02.12.20 H01L21/304, 622	半導体ウエハ研磨方法
			基板の形状、性質、方位を規定／ 基板形状を規定	特開平09-045594 (みなし取下げ) 95.07.27 H01L21/02	半導体ウエハ
基板	その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	基板の表面処理／ 基板の表面処理	特許2861776 (権利消滅) 93.12.28 H01L21/02	保護膜付き半導体ウエハ 表面に分子層レベルのラングミュア・ブロッジエット(LB)膜を形成し、その上に高分子膜を被覆した保護膜付き半導体ウエハ。 
			基板の形状、性質、方位を規定／ 基板形状を規定	特開2002-025923 00.07.11 H01L21/205	MOVPE用化合物半導体基板及びこれを用いた化合物半導体ウエハの製造方法
		デバイス作製時の歩留まり向上	基板の形状、性質、方位を規定／ 基板形状を規定	特開平07-221056 (みなし取下げ) 94.02.04 H01L21/304, 321 [被引用 1回]	半導体ウエハ

2.3 新日鉱ホールディングス

2.3.1 企業の概要

商号	新日鉱ホールディングス 株式会社
本社所在地	〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2-10-1
設立年	2002 年（平成 14 年）（㈱ジャパンエナジーと日鉱金属㈱が経営統合）
資本金	400 億円（2004 年 3 月末）
従業員数	35 名（2004 年 3 月末）（連結：9,858 名）
事業内容	新日鉱グループの持株会社。グループ内に、石油・天然ガスおよび非鉄金属資源の開発・採掘、電子材料および金属加工品の製造・販売等の事業を含む。

新日鉱グループ内で、電子材料事業は、現在、事業会社である㈱日鉱マテリアルズが行っている。日鉱マテリアルズでは、主力製品として、銅箔、ターゲット材と並んで、化合物半導体を製造・販売している。化合物半導体としては、原料の高純度金属（インジウム(In)、カドミウム(Cd)、テルル(Te)) から、単結晶基板（下記 2.3.2 製品例参照）、エピタキシャルウエハ（インジウムリン(InP)、ヒ化ガリウム(GaAs)）まで提供している。

単結晶基板に関して同社は、テルル化カドミウム（CdTe）やテルル化カドミウム亜鉛（CdZnTe）、テルル化亜鉛（ZnTe）といったⅡ－Ⅳ族化合物半導体基板（1.1.2 節参照）の開発に力を入れている点に特色がある。

（出典：新日鉱ホールディングスのホームページ <http://www.shinnikko-hd.co.jp>

日鉱マテリアルズの会社案内およびホームページ <http://www.nikko-materials.co.jp>）

2.3.2 製品例

化合物半導体基板としては、インジウムリン(InP)、テルル化カドミウム(CdTe)、テルル化カドミウム亜鉛(CdZnTe)基板を製造しており、いずれもACROTECのブランド名で世界市場で提供している。テルル化カドミウム(CdTe)、テルル化カドミウム亜鉛(CdZnTe)は主に赤外線検出器や放射線検出器に使われている。下表にそれぞれの標準仕様を示す。

表 2.3.2 新日鉱ホールディングスの製品例（1/2）

製品名	標準仕様					
導電性 インジウムリン (InP) 基板 (VB 法)	サイズ	2 インチ			3 インチ	4 インチ
	直径 (mm)	50.0±0.5			76.2±0.3	100.0±0.3
	厚さ (μm)	350±20			600±15 625±15	625±15
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤5×10 ⁴ , ≤1×10 ⁴ , ≤5×10 ³	-	≤5×10 ⁴	-	≤5×10 ³ cm ⁻²
	欠陥フリー 領域 (cm ²)	-	≥10 (59.4%), ≥15 (87%)	-	≥10 (59.4%), ≥15 (87%)	-
	方位 (Orientation)	(100) ±0.2° , (100) ±0.05°				
	導電型 (Dopant)	n-Type (Sn)	n-Type (S)	n-Type (none)	p-Type (Zn)	n-Type (S)
キャリア濃度 (cm ⁻³)	0.5~6× 10 ¹⁸	2~10×10 ¹⁸	≤1×10 ¹⁶	3~6×10 ¹⁸	2~10×10 ¹⁸	

表 2.3.2 新日鉱ホールディングスの製品例 (2/2)

製品名	標準仕様			
半絶縁性 インジウムリン (InP) 基板 (VB 法)	サイズ	2 インチ	3 インチ	4 インチ
	直径 (mm)	50.0±0.5	76.2±0.3	100.0±0.3
	厚さ (μ m)	350±20	600±15 625±15	625±15
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤5×10 ⁴ , ≤1×10 ⁴	≤1E5, ≤5E4	
	方位 (Orientation)	(100) ±0.2°, (100) ±0.05°		
	ドーパント (Dopant)	Fe		
テルル化 カドミウム 亜鉛 (Cd _{1-x} Zn _x Te) 基板	抵抗率 (Ω・cm)	≥1×10 ⁶	≥1E6	
	亜鉛含有率 (x)	0.01~0.05±0.01	0	
	直径 (mm)	10×10~50×50, 40×60		
	厚さ (μ m)	800±50		
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤1E5	≤3E5	
	方位 (Orientation)	(111) ±0.25°, (211) ±0.25°, (100) ±0.25°		

(出典：日鉱マテリアルズのカatalog)

2.3.3 技術開発拠点と研究者

図 2.3.3 に、新日鉱ホールディングスの化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

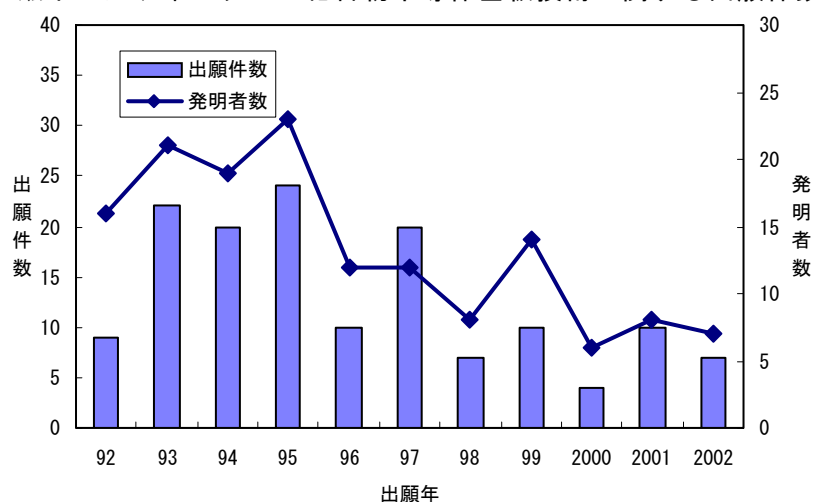
新日鉱ホールディングスの場合、出願件数、発明者数ともに多少の減少が見られる。

開発拠点：

茨城県北茨城市華川町臼場187番地 4 株式会社日鉱マテリアルズ磯原工場内

埼玉県戸田市新曽南 3 丁目17番35号 株式会社日鉱マテリアルズ戸田工場内

図2.3.3 新日鉱ホールディングスの化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2.3.4 技術開発課題対応特許の概要

図 2.3.4-1 に、新日鉱ホールディングスの化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

物質別にみると、「化合物半導体共通」に関するものが最も多く、次いで「Ⅱ－Ⅵ族その他」となっている。

「化合物半導体共通」の出願 72 件の明細書中の実施例のうち、ヒ化ガリウム (GaAs) が 29 件、インジウムリン (InP) が 19 件などを含むⅢ－Ⅴ族化合物半導体である出願が 54 件あり、その他にテルル化亜鉛 (ZnTe) が 7 件、テルル化カドミウム (CdTe) が 5 件などを含むⅡ－Ⅵ族化合物半導体が 18 件であった。

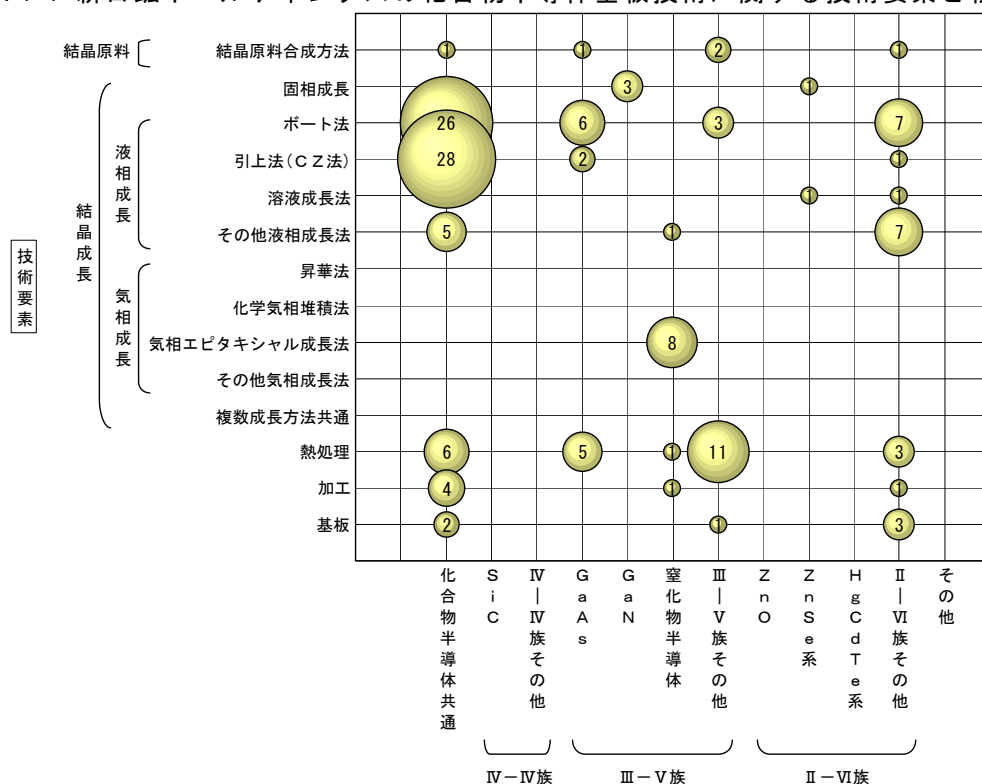
その他に、「ヒ化ガリウム (GaAs)」に関する出願が 14 件、「Ⅲ－Ⅴ族その他」の出願 17 件のうち、インジウムリン (InP) に関する出願が 14 件ある。

「Ⅱ－Ⅵ族その他」の出願 24 件の明細書中の実施例がテルル化亜鉛 (ZnTe) が 15 件、テルル化カドミウム (CdTe) が 6 件などとなっている。

新日鉱ホールディングスでは、Ⅲ－Ⅴ族化合物半導体ではヒ化ガリウム (GaAs)、インジウムリン (InP)、Ⅱ－Ⅵ族化合物半導体では、テルル化亜鉛 (ZnTe)、テルル化カドミウム (CdTe) の開発を中心に行っていることが分かる。

技術要素からみると、「結晶成長」は「ボート法」、「引上法 (CZ 法)」が多く、次いで「熱処理」に関する出願が多い。

図2.3.4-1 新日鉱ホールディングスの化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質 (1992年1月～2002年12月の出願)

図 2.3.4-2 に、新日鉱ホールディングスの化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

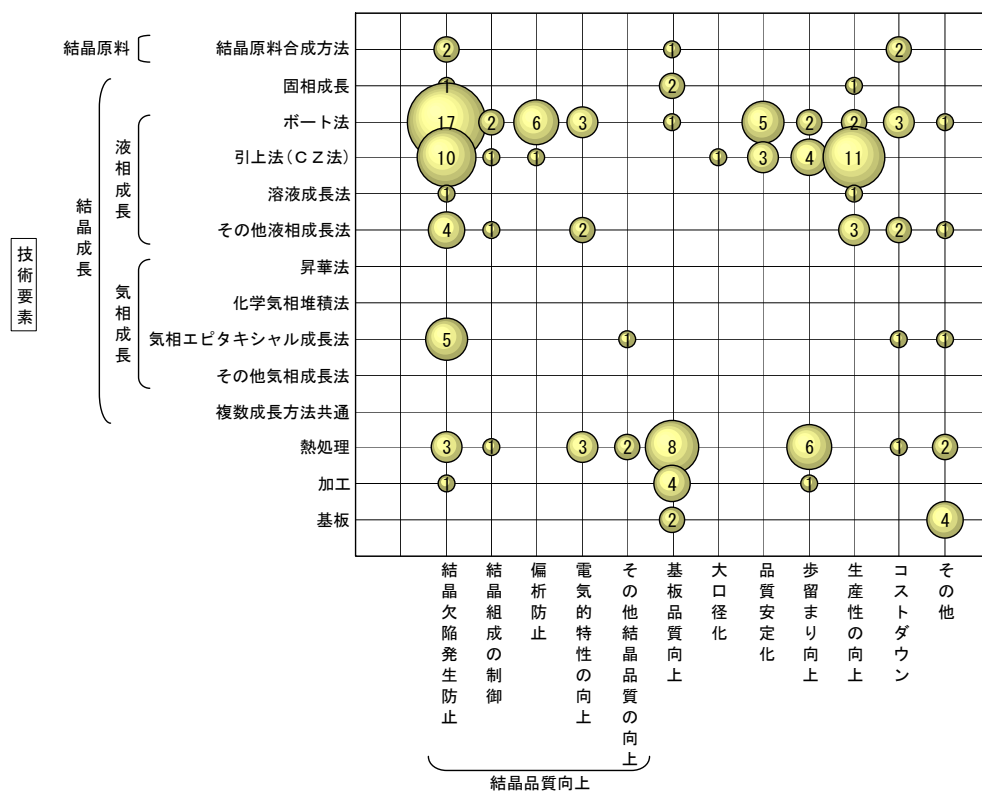
技術要素別にみると、「ボート法」に関する出願が最も多く、次いで「引上法（CZ 法）」、「熱処理」となっている。

「ボート法」、「引上法（CZ 法）」に関する出願が多いのは、新日鉱ホールディングスが開発しているヒ化ガリウム（GaAs）、インジウムリン（InP）のみならず、テルル化亜鉛（ZnTe）やテルル化カドミウム（CdTe）の結晶成長にもこの技術を使用しているためである。

「ボート法」に関する課題は、「結晶欠陥発生防止」が最も多く、「引上法（CZ 法）」に関しては、「生産性の向上」、次いで「結晶欠陥発生防止」が多い。しかし、「品質安定化」、「歩留まり向上」、「生産性の向上」、「コストダウン」など製品化に関する課題についても出願がされている。

「熱処理」に関する課題についてみると、「基板品質向上」が最も多く、次いで「歩留まり向上」となっている。

図2.3.4-2 新日鉱ホールディングスの化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

図2.3.4-3に、新日鉱ホールディングスの化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「生産性の向上」、「基板品質向上」となっている。

「結晶欠陥発生防止」に関する解決手段をみると、「結晶成長条件の変更」に関する出願が最も多く、次いで「結晶成長装置の改良」となっている。

「生産性の向上」に関する解決手段をみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多く、次いで「結晶成長条件の変更」となっている。

「基板品質向上」に関する解決手段をみると、「熱処理条件の変更」に関する出願が最も多い。

解決手段についてみると、新日鉱ホールディングスは、主として「結晶成長装置の改良」や「結晶成長条件の変更」、「熱処理条件の変更」を解決手段として課題を解決している。

図2.3.4-3 新日鉱ホールディングスの化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布

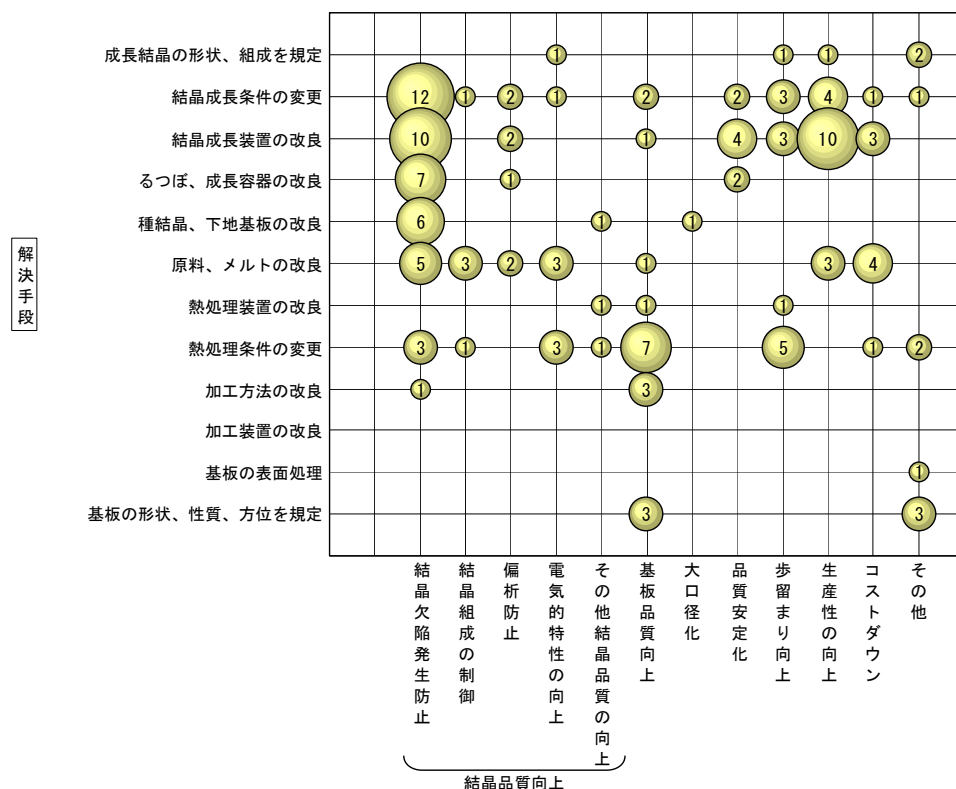


表2.3.4に、新日鉱ホールディングスの化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許143件を示す。そのうち、登録になった22件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許（1/16）

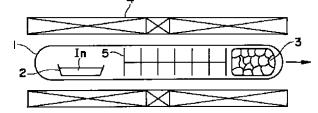
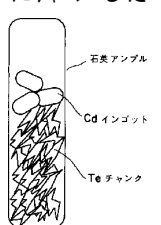
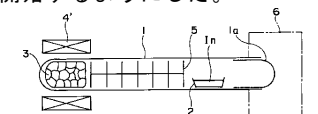
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶原料／結晶原料合成方法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／その他の転位発生防止	原料、メルトの改良／原料作製条件の変更	特許3443766 93.02.16 C01B25/08	化合物半導体多結晶の合成方法 アンプルの一端に原料のIII族元素を載せたポートを、当該ポートの他端に原料のV族元素を入れて真空封止し、このアンプル全体を加熱するとともに、上記ポートを局部的にさらに高い温度に加熱してポート内で上記III族元素と上記V族元素から発生したV族元素蒸気とを反応させ、徐々に上記高温部を相対移動させながらIII-V族化合物半導体多結晶を合成する多結晶合成方法において、合成初期においては上記アンプルの相対移動を合成中期に比べて低速で行うようにしたことを特徴とする化合物半導体多結晶の合成方法。 
				特開平06-239699 (拒絶査定確定) 93.02.16 C30B29/40	化合物半導体多結晶
	基板品質向上	EPDの低減化	原料、メルトの改良／原料作製条件の変更	特開平10-194898 (みなし取下げ) 97.01.09 C30B29/42	G a A s 単結晶の製造方法
	コストダウン	るつぼ、成長容器の破損防止	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特許3153436 95.03.28 C30B29/48	C d T e 結晶の製造方法 チャンク状のTe原料がCd原料の下になるように石英アンプル中にチャージした後、石英アンプルを真空封入し、加熱昇温して、チャージしたCd原料とTe原料が反応して生成したCd-Te合金を融解した後、垂直グラビティフリージング法により多結晶合成する。 
			原料、メルトの改良／原料作製条件の変更	特許2772344 93.02.19 C01B25/08	化合物半導体多結晶の合成方法 アンプルの一端に原料インジウムを載せたポートを、また他端に赤リンインゴットを入れて真空封止し、このアンプルを加熱して多結晶を合成する多結晶合成方法において、アンプルを真空封止する前に、アンプルを真空引きしながらアンプルの外から赤リンインゴットを180～300℃に加熱し、15分以上保持して赤リンインゴットをゆっくりとひび割れさせた後、アンプルを真空封止して合成を開始するようにした。 

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (2/16)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／固相成長	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／ミスフィット転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開平10-294324 （みなし取下げ） 97.04.21 H01L21/363	化合物半導体単結晶の製造方法
	基板品質向上	表面粗さの低減化	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開平10-287499 （みなし取下げ） 97.04.04 C30B29/38	単結晶の製造方法
			結晶成長条件の変更／その他結晶成長条件の変更	特開平10-287498 （みなし取下げ） 97.04.04 C30B29/38	単結晶の製造方法
	生産性の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開平10-330199 97.04.04 C30B29/38	G a N単結晶の製造方法
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	面欠陥発生防止／双晶発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平09-249479 （みなし取下げ） 96.03.12 C30B11/00	化合物半導体単結晶の成長方法
			結晶成長条件の変更／結晶成長速度の規定	特開平11-302094 98.04.24 C30B11/00 [被引用 1回]	化合物半導体単結晶の製造方法
			結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平11-180792 97.12.18 C30B11/00 [被引用 1回]	化合物半導体単結晶の製造方法
			るつぼ、成長容器の改良／増径部の形状の規定	特開平10-338591 97.06.09 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法
				特開平10-087392 96.07.18 C30B11/00 [被引用 3回]	化合物半導体単結晶の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開平08-067593 （拒絶査定確定） 94.08.30 C30B11/14	単結晶の成長方法
			原料、メルトの改良／組成比の調整	特開2000-327496 99.05.19 C30B29/40, 501	I n P単結晶の製造方法
			原料、メルトの改良／使用原料の加工	特開平10-152400 （みなし取下げ） 96.11.20 C30B29/42	Z nドーピングG a A s単結晶の製造方法及びZ nドーピングG a A s単結晶製造用母合金
		成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶以外の結晶核の発生防止	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特開2001-192289 00.01.07 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法
				特開2000-256090 99.03.05 C30B11/00	半導体単結晶の育成方法

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (3/16)

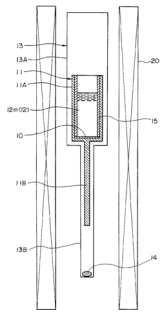
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特許3343615 94.11.11 C30B11/14	バルク結晶の成長方法 成長させる結晶の構成元素を含む融液または溶液に種結晶を接触させて該融液または溶液からバルク結晶を成長させるにあたり、前記種結晶として、成長させる結晶の成長温度よりも高い融点を有するとともに、成長させる結晶と成分が異なり、かつ前記融液または溶液への溶解度が小さい薄板状の単結晶基板を用いることを特徴とするバルク結晶の成長方法。 
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／封止剤の被覆不良防止	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開平10-139597 (みなし取下げ) 96.11.07 C30B29/40, 501	III-V族化合物半導体単結晶の成長容器
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／メルト、原料ガス対流による結晶欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平11-343193 98.03.31 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	W01997/010372 (みなし取下げ) 95.09.12 C30B7/08	単結晶の育成方法
			結晶成長装置の改良／成長炉内部材の材質変更	特開2000-109399 98.10.01 C30B29/40	化合物半導体単結晶の製造方法および製造装置
			結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開2000-086380 98.09.10 C30B11/04	単結晶製造方法
			原料、メルトの改良／封止剤の組成、形状、使用量を規定	特開平08-333196 (みなし取下げ) 95.06.05 C30B27/00	G a A s 単結晶の製造方法
	結晶品質向上／結晶組成の制御	不純物濃度の制御	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開平10-167874 96.12.12 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法
			原料、メルトの改良／封止剤の組成、形状、使用量を規定	特開平10-259100 (みなし取下げ) 97.03.18 C30B29/42	G a A s 単結晶の製造方法
	結晶品質向上／偏析防止	混晶の偏析防止	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開平06-345581 (却下) 93.06.04 C30B11/06	多元系化合物混晶単結晶の製造方法
				特開平06-239691 (拒絶査定確定) 93.02.12 C30B11/06 [被引用 4回]	単結晶の成長方法

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (4/16)

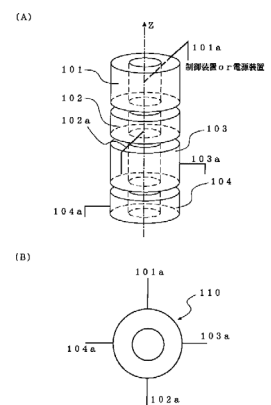
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／偏析防止	混晶の偏析防止	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平06-321675 (みなし取下げ) 93.05.13 C30B11/06	単結晶の製造方法
		化学量論組成の偏析防止	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開平08-109094 (みなし取下げ) 94.10.07 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法
		不純物の偏析防止	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整(成長中)	特開平10-218699 (みなし取下げ) 97.02.03 C30B29/40, 501	化合物半導体単結晶の成長方法
			原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平10-167898 96.12.12 C30B29/42 [被引用 1回]	半絶縁性GaAs単結晶の製造方法
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開2003-137700 01.10.29 C30B29/48	ZnTe系化合物半導体単結晶および半導体装置
			結晶成長条件の変更／結晶冷却条件の調整	特開平10-212200 (みなし取下げ) 97.01.27 C30B29/42	半絶縁性GaAs単結晶の製造方法
			原料、メルトの改良／不純物元素、濃度を規定	特開2004-018288 02.06.13 C30B29/48	ZnTe系化合物半導体単結晶の製造方法およびZnTe系化合物半導体単結晶
	基板品質向上	面内均一化	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特許3595977 99.10.15 C30B11/00 広築	結晶成長装置及び単結晶の製造方法 複数のヒーターが軸方向に多段に積層されてなる円筒型加熱炉を備えた結晶成長装置において、隣接するヒーターの端子部が該加熱炉の軸方向からみて同一位置に重ならず互いに離れた位置にあるように各ヒーターが配置されてなることを特徴とする結晶成長装置。 
	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特開平09-142982 (みなし取下げ) 95.11.20 C30B11/00	単結晶育成装置及び単結晶の育成方法
			結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平07-291781 (拒絶査定確定) 94.04.22 C30B11/00 [被引用 1回]	単結晶成長方法
			るつぼ、成長容器の改良／二重るつぼの使用	特開平05-306188 (みなし取下げ) 92.05.06 C30B11/00	単結晶成長方法

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (5/16)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	品質安定化	成長温度の制御性向上	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特開平11-322489 98.05.18 C30B27/00	半導体単結晶の製造方法
			結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開平08-319189 （みなし取下げ） 95.05.23 C30B11/00	単結晶の製造方法及び単結晶製造装置
	歩留まり向上	単結晶化率の向上	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特許3232461 94.02.21 C30B11/00 [被引用 3回]	単結晶の成長方法 石英アンプルのリアーハ部に易揮発性元素を入れ、石英アンプル内に化合物半導体原料を入れたpBN製のつぼを真空封入して蒸気圧制御を行いつつ、原料融液に対応する石英アンプル1の外壁近傍における垂直方向の第1の温度勾配(α °C/cm)が、つぼの上端よりも上方における垂直方向の第2の温度勾配(β °C/cm)よりも小さくなるように温度分布制御を行いながら徐々に冷却する。 α は $51/D^2 \sim 102/D^2$ 、好ましくは $58/D^2 \sim 83/D^2$ °C/cmである（単結晶の直径をDcm）。 β は $1.06X \sim 1.72X$ 、好ましくは $1.19X \sim 1.46X$ °C/cmである（炉内温度の冷却速度をR°C/hr、結晶の熱伝導率、比重、溶融潜熱及び式量を夫々 λ kcal/cm・hr・K、 ρ g/cm ³ 、Lkcal/mol、ng/molとする時、 $X = \sqrt{(R\rho/\lambda nL)}$ ）。
			結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開平07-291782 （却下） 94.04.22 C30B11/00	化合物半導体単結晶の成長方法
			結晶成長速度の向上	特開平11-021193 97.07.01 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法
	生産性の向上	熱処理・加工時間の短縮化	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開平08-188499 （みなし取下げ） 95.01.10 C30B29/42	GaAs単結晶の製造方法
			結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開平11-189499 97.12.25 C30B29/40, 501	化合物半導体単結晶の製造方法
	コストダウン	るつぼ、成長容器の破損防止	原料、メルトの改良／溶媒物質の使用	特開平08-290991 （みなし取下げ） 95.04.18 C30B11/00	化合物半導体単結晶の成長方法
			装置・設備費用の削減	特開平08-217589 （みなし取下げ） 95.02.10 C30B11/00	単結晶の製造方法
		デバイス特性の向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開平11-079899 97.09.04 C30B29/48	化合物半導体単結晶

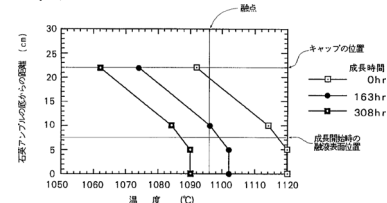


表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (6/16)

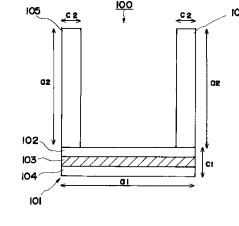
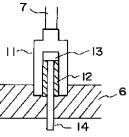
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法 (CZ法)	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	面欠陥発生防止／双晶発生防止	結晶成長条件の変更／結晶回転数・るつぽ回転数の調整	特開平08-151292 (みなし取下げ) 94.11.25 C30B15/22	単結晶の育成方法
			結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平07-291787 (却下) 94.04.22 C30B17/00	化合物半導体単結晶の製造方法
			結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平09-268097 (みなし取下げ) 96.04.04 C30B27/02	単結晶製造装置
			るつぽ、成長容器の改良／二重るつぽの使用	特開2004-099333 02.02.13 C30B15/12 [被引用 1回]	化合物半導体単結晶の製造方法
			るつぽ、成長容器の改良／るつぽ、成長容器の材質の変更	特許2879078 93.06.04 C30B15/10	化合物半導体結晶の製造方法及びそれに用いるルツポ 原料を入れ、当該原料を加熱して溶融させ、その原料融液に種結晶を接触させることにより化合物半導体結晶を育成する化合物半導体結晶の製造方法に用いられるるつぽであって、該るつぽは、底壁部と側壁部とによって器状に形成され、その底壁部は、るつぽの内側に面する第一層とその外側に位置する第二層とからなる少なくとも2層以上の積層構造を有し、前記第二層における結晶成長方向の熱伝導率は、前記第一層における結晶成長方向の熱伝導率よりも小さく、かつ前記第二層における結晶成長方向に垂直な方向の熱伝導率は前記第一層における結晶成長方向に垂直な方向の熱伝導率よりも大きい熱伝導特性を有し、前記側壁部は、その厚さ方向よりもそれに垂直な方向の熱伝導率の方が大きい熱伝導特性を有すること、を特徴とする化合物半導体結晶の製造方法に用いるるつぽ。 
	成長結晶の多結晶化防止 (成長中)／種結晶、下地基板の劣化防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特許3392245 94.12.27 C30B17/00 [被引用 1回]	化合物半導体単結晶の製造方法 種結晶表面を耐火性ガラスで覆いこれを液体封止剤で覆われたInPなどの原料融液中に浸漬、または種結晶全体が液体封止剤で覆われた原料融液の液体封止剤層中に浸漬するようにして、液体封止剤のロウ法 (LEK法) により単結晶の成長を行うことを特徴とする化合物半導体単結晶の製造方法。 
			結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特許3392245 94.12.27 C30B17/00 [被引用 1回]	化合物半導体単結晶の製造方法 種結晶表面を耐火性ガラスで覆いこれを液体封止剤で覆われたInPなどの原料融液中に浸漬、または種結晶全体が液体封止剤で覆われた原料融液の液体封止剤層中に浸漬するようにして、液体封止剤のロウ法 (LEK法) により単結晶の成長を行うことを特徴とする化合物半導体単結晶の製造方法。

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (7/16)

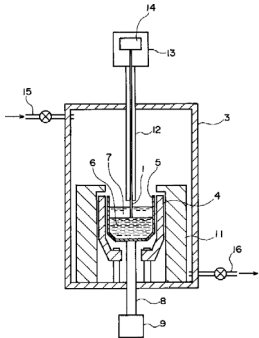
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／その他の多結晶化防止	結晶成長条件の変更／その他結晶成長条件の変更	特開平09-165292 （みなし取下げ） 95.12.19 C30B15/22	単結晶の育成方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／成長結晶表面からの元素の揮発防止	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平07-002594 （みなし取下げ） 93.06.15 C30B27/02 [被引用 1回]	半導体結晶製造装置
			るつぼ、成長容器の改良／二重るつぼの使用	特開2004-196591 02.12.18 C30B15/12	化合物半導体単結晶の製造方法および結晶成長装置
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開2003-112993 01.10.02 C30B17/00	化合物半導体単結晶の製造方法
	結晶品質向上／結晶組成の制御	混晶の組成制御	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開平07-010688 （みなし取下げ） 93.06.17 C30B17/00	単結晶の製造方法
	結晶品質向上／偏析防止	不純物の偏析防止	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開平09-221390 （みなし取下げ） 96.02.14 C30B27/02	化合物半導体単結晶の成長方法
	大口径化	種結晶、下地基板の大型化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開平09-157086 （みなし取下げ） 95.12.07 C30B15/36	単結晶の育成方法
	品質安定化	シーディングの再現性向上	結晶成長条件の変更／その他結晶成長条件の変更	特許3551270 94.07.13 C30B15/22	単結晶の製造方法 るつぼ内の融液表面に種結晶を接触させ、メニスカスが安定した後、結晶育成時よりも速い所定範囲内の引上げ速度で種結晶を上昇させ、種結晶が融液から離れた時の引上げ距離を検知し、その検知した引上げ距離が予め決定した長さに一致した時点で再び融液表面に種結晶を接触させて結晶育成のための引上げを開始させたことを特徴とする単結晶の製造方法。 

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許（8/16）

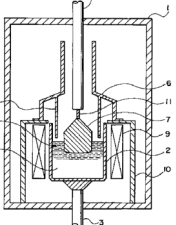
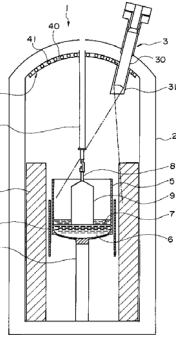
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特許2855408 (権利消滅) 94.09.29 C30B15/00	単結晶成長装置 るつぼ内に原料および封止剤を入れてヒーターにより加熱、融解し、その原料融液表面に種結晶を接触させて徐々に引き上げることにより化合物半導体単結晶の成長を行う単結晶成長装置において、前記るつぼの上方から、融解した前記封止剤の上面近傍まで垂下して育成結晶の側方を覆う筒状のスカート部を有する熱遮蔽体を備え、当該熱遮蔽体のスカート部の下端と結晶育成開始時の前記封止剤の上面との距離は、0mmより大きく2mm以下であり、前記熱遮蔽体のスカート部の熱容量は、室温において30J/K以上100J/K以下であることを特徴とする単結晶成長装置。 
			るつぼ、成長容器の改良／成長容器の肉厚の変更	特開平07-291788 (拒絶査定確定) 94.04.22 C30B17/00	化合物半導体単結晶の製造方法
	歩留まり向上	単結晶化率の向上	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平09-165293 (みなし取下げ) 95.12.15 C30B15/22	単結晶の育成方法
				特開平09-175892 (拒絶査定確定) 95.10.27 C30B15/22	単結晶の製造方法
			結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平10-245300 (みなし取下げ) 97.03.03 C30B29/42	化合物半導体単結晶の製造装置及び製造方法
			結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開平06-271390 (みなし取下げ) 93.03.18 C30B15/28 [被引用 1回]	単結晶の製造方法
	生産性の向上	メンテナンス時間の短縮化	結晶成長装置の改良／その他結晶成長装置の改良	特許2939715 (権利消滅) 95.08.01 C30B15/26	単結晶製造装置 加熱炉内を観察するための覗き窓を有する結晶成長装置において、前記覗き窓は、炉内に突出する透明な棒体と、該棒体の炉内突出部分の側面を囲みかつ同棒体の炉内側の端面よりも突出する筒体とを備え、該筒体は、前記加熱炉内の冷却による低温部分に接触していることを特徴とする単結晶製造装置。 

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (9/16)

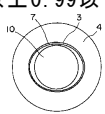
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	生産性の向上	結晶成長の長尺化	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特許2733898 (権利消滅) 94.01.12 C30B17/00 [被引用 1回]	化合物半導体単結晶の製造方法 高圧容器内、不活性雰囲気下に配置したるつぼ中で、原料と液体封止材を融解させ、次いで、前記原料融液に種結晶を浸漬してつぼと種結晶をそれぞれ回転しながら加熱温度を制御し、所定直径の単結晶の成長を行う化合物半導体単結晶の製造方法において、単結晶の回転中心からルツボの内壁までの同一水平面における最短距離を最長距離との比（最短距離／最長距離）が0.75以上0.99以下となるようにして単結晶の成長を行うことを特徴とする化合物半導体単結晶の製造方法。 
			結晶成長条件の変更／固液界面位置の調整	特開平08-198699 (みなし取下げ) 95.01.17 C30B27/02	単結晶成長方法及び単結晶製造装置
			結晶成長条件の変更／その他結晶成長条件の変更	特開平09-052794 95.08.10 C30B27/02	単結晶の育成方法
			結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開平08-040798 (みなし取下げ) 94.07.29 C30B27/02	単結晶の製造方法
				特開平07-133185 (みなし取下げ) 93.11.08 C30B15/20	単結晶の製造方法
			結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平09-052790 (みなし取下げ) 95.08.11 C30B15/00 [被引用 1回]	単結晶育成装置及び単結晶育成方法
				特開平07-206589 (みなし取下げ) 94.01.10 C30B27/02	化合物半導体単結晶の製造方法
			結晶成長装置の改良／成長炉内部材の材質変更	特開平08-073295 (みなし取下げ) 94.09.01 C30B27/02 [被引用 1回]	単結晶製造装置
			結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開平09-315887 (みなし取下げ) 96.05.31 C30B27/02	単結晶の製造方法及びそれに用いられる単結晶製造装置
			原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平10-279382 (みなし取下げ) 97.04.02 C30B15/14	単結晶の製造方法

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (10/16)

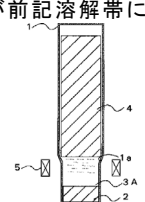
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ 溶液成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／メルト、原料ガス対流による結晶欠陥発生防止	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特開平09-087080 （みなし取下げ） 95.09.21 C30B9/02	単結晶の育成方法
	生産性の向上	原料合成時間短縮化	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開平11-012078 （みなし取下げ） 97.06.16 C30B11/04	化合物半導体単結晶の製造方法
結晶成長／液相成長／その他液相成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	面欠陥発生防止／双晶発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開平10-212192 （みなし取下げ） 97.01.27 C30B7/00	バルク結晶の成長方法
			結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開2000-327475 99.05.14 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造装置及びその製造方法
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、結晶容器の径を変化	特許2844430 95.02.16 C30B9/06 [被引用 1回]	単結晶の成長方法 柱状の原料と該原料を結晶成長時に溶解させる溶媒となる溶媒体とを、前記原料が前記溶媒体の上端に接触するように成長容器内に入れ、ヒーターによる局所的な加熱により前記溶媒体を融解するとともに前記原料の下端を溶解して溶解帯を形成し、前記ヒーターを前記成長容器に対して上方に相対移動させることにより前記溶解帯の下端から単結晶を連続的に析出させて成長させるにあたり、前記成長容器に設けた位置決め手段により前記原料の下端が前記溶解帯に接触した状態で所定高さになるように位置決めされた後、前記ヒーターの相対移動を開始するようにしたことを特徴とする単結晶の成長方法。 
	結晶品質向上／結晶組成の制御	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開平06-271386 （みなし取下げ） 93.03.19 C30B15/20	化合物半導体結晶の製造方法
		不純物濃度の制御	結晶成長条件の変更／その他結晶成長条件の変更	特開平11-228299 （拒絶査定確定） 98.02.12 C30B29/48	化合物半導体単結晶およびその製造方法
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	原料、メルトの改良／不純物元素、濃度を規定	特開2003-277197 02.03.19 C30B29/48	CdTe単結晶およびCdTe多結晶並びにその製造方法
				特開2002-241199 01.02.08 C30B29/46	ZnTe系化合物半導体単結晶の製造方法およびZnTe系化合物半導体単結晶
	生産性の向上	結晶成長速度の向上	原料、メルトの改良／溶媒物質の使用	特開平07-069798 （みなし取下げ） 93.09.07 C30B29/46	CdTe結晶の製造方法

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (11/16)

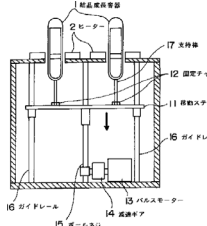
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／その他液相成長法	生産性の向上	大量処理化	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特開2001-089299 99.09.21 C30B29/40, 501 特許2933517 95.10.31 C30B13/32 [被引用 3回]	化合物半導体の製造方法 単結晶成長装置 結晶原料が入った容器を、ヒーターに対して相対的に移動することによって、単結晶を成長する装置において、当該容器とヒーターとの組が複数あり、かつ、当該容器とヒーターとを相対的に移動するための機構がひとつであることを特徴とする単結晶成長装置。 
	コストダウン	るつぼ、成長容器の破損防止	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特許2747463 92.10.19 C30B13/02 [被引用 2回]	単結晶の成長方法 トラベリングヒーター法において、前記成長用容器に装填する溶媒用材料としてあらかじめ結晶成長中の融解帯とほぼ同一組成すなわち飽和状態の合金を用い、かつその量を結晶成長に最適な融解帯の重量に成長容器と棒状多結晶体の側面との間隙を該合金で満たすだけの重量を加えた量とした上で、上記融解帯の移動による単結晶体の成長開始前に、成長用容器を加熱して上記合金を融解させ上記成長用容器と棒状多結晶体の側面との間隙を満たしておく、あるいは融解帯の移動による単結晶体の成長開始前に、成長用容器を成長温度以上に加熱して上記溶媒用材料を融解させ単結晶体の溶解により溶媒が飽和するまで保持させておくようにした。
			結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開平05-294790 (みなし取下げ) 92.04.17 C30B27/02	単結晶の製造方法
	その他	デバイス特性の向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開平11-147799 97.11.17 C30B29/48	化合物半導体の単結晶製造方法およびその製造方法により製造された化合物半導体単結晶
結晶成長／エピタキシャル成長／気相成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／ミスフィット転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開2001-294500 00.02.07 C30B29/38	窒化ガリウム系化合物半導体結晶の成長方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、下地基板の劣化防止	結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特開2003-257854 02.02.27 H01L21/20	結晶の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開2003-048800 01.08.06 C30B29/38	GaN系化合物半導体結晶の製造方法

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (12/16)

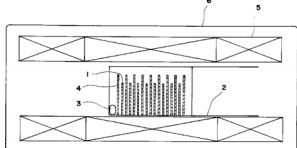
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止(成長後)／熱歪みによる転位発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開2002-274997 01.03.19 C30B29/38	GaN系化合物半導体結晶の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開2003-218043 02.01.28 H01L21/205	GaN系化合物半導体結晶の製造方法
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	不純物汚染の防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特開2002-313741 01.04.18 H01L21/205	GaN系化合物半導体結晶およびその製造方法
	コストダウン	装置部材の破損・劣化防止	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開2002-305155 01.04.09 H01L21/205	GaN系化合物半導体結晶の結晶成長装置
熱処理	その他	デバイス特性の向上	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開2000-203995 99.01.13 C30B29/38	化合物半導体結晶の成長方法および当該成長方法で成長させた化合物半導体結晶ならびに化合物半導体装置
	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	点欠陥発生防止	熱処理条件の変更／熱処理雰囲気を規定	特開2001-053079 99.08.10 H01L21/324	窒化物系化合物半導体結晶の製造方法
				特開平06-305899 (みなし取下げ) 93.04.23 C30B33/02	化合物半導体の熱処理方法
				特開平06-305900 (みなし取下げ) 93.04.23 C30B33/02	化合物半導体の熱処理方法
	結晶品質向上／結晶組成の制御	化学量論組成の制御	熱処理条件の変更／熱処理雰囲気を規定	特開2001-053080 99.08.05 H01L21/324	半導体単結晶の熱処理方法及び半導体装置の製造方法
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特開平06-140412 (みなし取下げ) 92.10.23 H01L21/324	高抵抗リン化ガリウム単結晶基板の製造方法
			熱処理条件の変更／熱処理雰囲気を規定	特許3106197 (権利消滅) 93.04.08 H01L21/324 [被引用 2回]	高抵抗化合物半導体の製造方法 アンフル内に化合物半導体の結晶と、前記化合物半導体を構成する複数の元素のうち最も高い飽和蒸気圧を有する元素の前記アンフル内における分圧を前記化合物半導体の解離圧より高い所定の圧力に保つ蒸気源材料とを、封入して熱処理を行うにいたり、前記蒸気源材料については、不純物元素の含有濃度が0.1ppmw以下である前記化合物半導体を構成する複数の元素のうち最も高い飽和蒸気圧を有する元素の同素体からなる群より選ばれる1種または2種以上の材料を用いることを特徴とする高抵抗化合物半導体の製造方法。 

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (13/16)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
熱処理	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	熱処理条件の変更／被覆材で被覆後に熱処理	特開平06-338454 (拒絶査定確定) 93.04.01 H01L21/20	化合物半導体基板の製造方法
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	不純物汚染の防止	熱処理装置の改良／結晶収納容器の構造改良	特開平06-295863 (みなし取下げ) 93.04.08 H01L21/205 [被引用 1回]	高抵抗化合物半導体の製造方法
			熱処理条件の変更／前処理の実施	特開平08-301697 (みなし取下げ) 95.05.09 C30B29/40	半絶縁性 InP 単結晶の製造方法
	基板品質向上	反りの低減化	熱処理装置の改良／結晶収納容器の構造改良	特開平09-199508 (みなし取下げ) 95.11.14 H01L21/324 [被引用 1回]	GaAs 基板の熱処理方法及び熱処理用基板ホルダ
		基板表面清浄化	熱処理条件の変更／その他熱処理条件の変更	特開平06-295865 (拒絶査定確定) 93.04.08 H01L21/205	高抵抗化合物半導体の製造方法
		EPDの低減化	熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特開2004-158731 02.11.08 H01L21/477	II-VI 族化合物半導体単結晶およびその製造方法
		面内均一化	熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特開平11-001397 (みなし取下げ) 97.06.10 C30B29/40	半絶縁性 InP 単結晶の製造方法及び半絶縁性 InP 単結晶基板
			熱処理条件の変更／複数回熱処理の実施	特開平10-291900 96.03.28 C30B29/40 [被引用 1回]	半絶縁性 InP 単結晶の製造方法及び半絶縁性 InP 単結晶基板
				特開平09-194300 (みなし取下げ) 95.11.14 C30B33/02	GaAs 基板の製造方法
				特許2906120 95.03.16 H01L21/324	GaAs 基板の製造方法 GaAsウェハを適量のヒ素とともに石英アンフル内に真空封入し、1000～1080℃の温度で第1段階アニールを行う。その後、石英アンフルを一旦室温付近まで冷却した後、そのままの状態800℃から1000℃未満の一定温度で第2段階アニールを行う。なお、石英アンフル内に封入するヒ素量は、アンフル内のヒ素圧PASが第1段階アニール時に化学量論平衡蒸気圧の2倍以上になるようにする。化学量論平衡蒸気圧 $P_{GaAs, opt}$ は、 $2.6 \times 10^6 \exp[-1.05(eV)/(kT)] Torr$ で表される。
				特開平08-259396 (みなし取下げ) 95.03.16 C30B29/42	GaAs 基板及びその製造方法

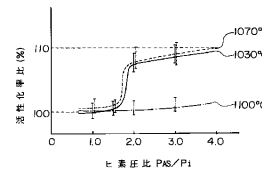


表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (14/16)

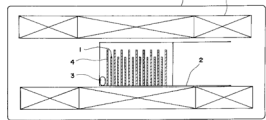
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
熱処理	歩留まり 向上	熱処理の均一 化	熱処理装置の改良 ／結晶収納容器の 構造改良	特開平06-345597 (みなし取下げ) 93.06.10 C30B29/40	半絶縁性 I n P 結晶の製造方法
			熱処理条件の変更 ／熱処理雰囲気を 規定	特開平08-175899 (却下) 94.12.21 C30B29/40	半絶縁性 I n P 単結晶の製造方法
				特開平08-213336 (拒絶査定確定) 94.10.19 H01L21/223 [被引用 1回]	I n P 単結晶の製造方法
				特開平08-208396 (みなし取下げ) 94.10.19 C30B29/40 [被引用 1回]	半絶縁性 I n P 単結晶の製造方法
			熱処理条件の変更 ／複数回熱処理の 実施	特許2819244 (権利消滅) 94.10.07 C30B29/40 [被引用 1回]	半絶縁性 I n P 単結晶の製造方法 故意に不純物を添加することなく、かつ残留不純物として存在する Fe、CoまたはCrのいずれか 1 種以上の含有濃度の合計が 0.05ppmw 以下である InP単結晶を、 $6\text{kg}/\text{cm}^2$ を超えるリン蒸気圧雰囲気中で $900\sim 1020^\circ\text{C}$ の範囲の温度でもって熱処理する第1の熱処理工程の後、該 InP単結晶の解離圧以上のリン蒸気圧雰囲気中で $400\sim 640^\circ\text{C}$ の範囲の温度でもって熱処理する第2の熱処理工程を行う。
					
	熱処理条件の変更 ／前処理の実施			特開平06-032699 (みなし取下げ) 92.07.14 C30B29/40	半絶縁性 I n P 単結晶の製造方法
加工	コストダ ウン	装置・設備費 用の削減	熱処理条件の変更 ／その他熱処理条 件の変更	特開2000-313699 99.04.27 C30B29/40	半絶縁性 I n P 単結晶の製造方法
	その他	デバイス作製 時の歩留まり 向上	熱処理条件の変更 ／熱処理温度を規 定	特開平06-069240 (みなし取下げ) 92.08.21 H01L21/338	半導体装置の製造方法
		デバイス特性 の向上	熱処理条件の変更 ／熱処理温度を規 定	特開平06-345598 (みなし取下げ) 93.06.04 C30B29/48	放射線検出素子用 C d T e 結晶およ びその製造方法
	結晶品質 向上／結 晶欠陥発 生防止	成長結晶の多 結晶化防止 (成長後)／ 熱歪みによる 転位発生防止	加工方法の改良／ 種結晶、下地基板 からの分離方法の 変更	特開2003-007621 01.06.21 H01L21/205	G a N 系化合物半導体結晶の製造方 法

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (15/16)

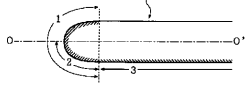
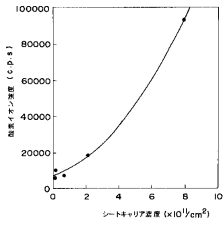
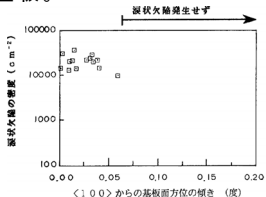
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
加工	基板品質向上	基板表面清浄化	加工方法の改良／エッチング方法の変更	特開2002-329706 01.04.27 H01L21/306 特開平07-211688 (拒絶査定確定) 93.05.17 H01L21/304, 351	ZnTe系化合物半導体結晶の表面処理方法およびZnTe系化合物半導体結晶 化合物半導体基板の製造方法
		その他基板品質の向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板形状を規定	特開2003-100575 01.09.26 H01L21/02 特許3516203 99.11.08 H01L21/02	半導体ウエハの劈開方法および半導体ウエハ 化合物半導体ウエハ 半導体ウエハの外周縁部の面取部分に関し、ウエハ裏面(3)とウエハ面取部分表面(1)がともに非鏡面で、かつ、(面取部分(1)の平均表面粗さ)-(ウエハ裏面(3)の平均表面粗さ) $\leq 5\mu\text{m}$ となるようにそれぞれ加工するようにした。 
	歩留まり向上	割れ、欠けの防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特開平06-128095 (みなし取下げ) 92.10.23 C30B29/40	単結晶および単結晶切断方法
	基板品質向上	基板表面清浄化	加工方法の改良／結晶評価結果の利用	特許3218374 92.04.13 H01L21/66	InP半導体表面および界面の評価方法 実質的に絶縁体であるInP半導体の表面に、実質的に不純物を含有せず、InPに格子整合するInGaAs I^{b} タキシャル層を、該 I^{b} タキシャル層の表面準位により形成される空乏層の厚さ以下の厚さに成長し、前記InP半導体との界面を含んだ該 I^{b} タキシャル層におけるキャリアの移動度および単位面積あたりのキャリア濃度の少なくとも一方を測定する。 
基板		面方位、表裏の識別性向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板形状を規定	特許2873285 98.02.05 H01L21/02	半導体ウエハー 両面鏡面研磨仕上げした半導体ウエハ、特に矩形のウエハであって、ウエハの裏面のみの外周部の一部または全部に面取り加工を施し、該ウエハの表面には面取り加工部を設けないようにした半導体ウエハ。
	その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	基板の表面処理／基板の表面処理	特開平10-284512 (みなし取下げ) 97.04.02 H01L21/473	III-V族化合物半導体単結晶ウエハの製造方法およびIII-V族化合物半導体単結晶ウエハ

表 2.3.4 新日鉱ホールディングスの技術要素別課題対応特許 (16/16)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
基板	その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板方位を規定	特許2750331 92.04.23 C30B25/18 [被引用 2回]	エピタキシャル成長用基板およびエピタキシャル成長方法 化合物半導体単結晶ウエハの表面の方向からの傾きを θ 、またエピタキシャル成長させるときの成長速度を V 、成長温度を T としたときに、ウエハ表面の有効利用領域全域にわたって、 $0.011\sqrt{V^3} + 6.21 \times 10^{20} / \sqrt{T^{15}} \leq \theta \leq 0.20$ ただし、 $0.1 \leq V \leq 10 (\mu\text{m}/\text{Hr})$, $853 \leq T \leq 1023 (\text{K})$ なる条件を満たすことを特徴とするエピタキシャル成長用基板。 
			基板の形状、性質、方位を規定／基板特性を規定	特開2002-173399 00.12.06 C30B29/46	ZnTe基板および光電変換機能素子
		デバイス作製時の歩留まり向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板形状を規定	特開2001-297957 00.04.17 H01L21/02	化合物半導体ウエハ

2.4 デンソー

2.4.1 企業の概要

商号	株式会社 デンソー
本社所在地	〒448-8661 愛知県刈谷市昭和町 1-1
設立年	1949 年（昭和 24 年）
資本金	1,874 億 57 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	33,362 名（2004 年 3 月末）（連結：95,461 名）
事業内容	各種自動車部品（空調・エンジン関係等）、ITS 関連機器・システム、住宅・工業用空調機器、FA 関連製品等の製造・販売

自動車部品メーカーとして、自動車に係る半導体の研究開発を行っており、その中に化合物半導体が含まれる。1998～02 年に行われた「超低損失電力素子技術開発」プロジェクト（1.1.6(3)参照）では、基板作成技術の研究開発メンバーとして加わった。04 年 8 月、豊田中央研究所と共同で従来より高品質の炭化ケイ素（SiC）単結晶の開発に成功したと発表しており、さらに量産技術の確立を検討している。

（出典：デンソーのホームページ <http://www.denso.co.jp>

豊田中央研究所のホームページ <http://www.tytlabs.co.jp>

新機能素子研究開発協会 http://www.fed.or.jp/project/sic/pro_sic02.htm）

2.4.2 製品例

これまでのところ、化合物半導体基板を、製品としては提供していない。

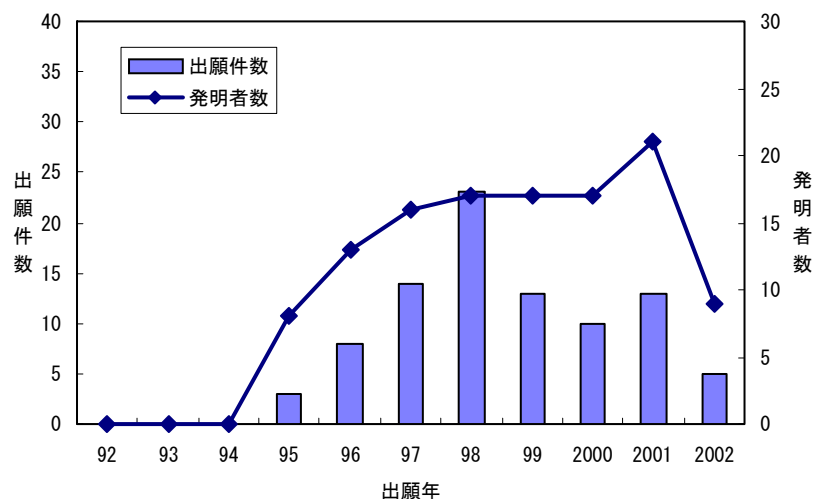
2.4.3 技術開発拠点と研究者

図 2.4.3 に、デンソーの化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

デンソーの場合、1995 年に出願を開始、出願件数、発明者数とも増加し、98 年には出願件数が 23 件と最大となった。その後は、02 年に出願件数、発明者数が半減したものの、安定して開発活動が行われている。

開発拠点：愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

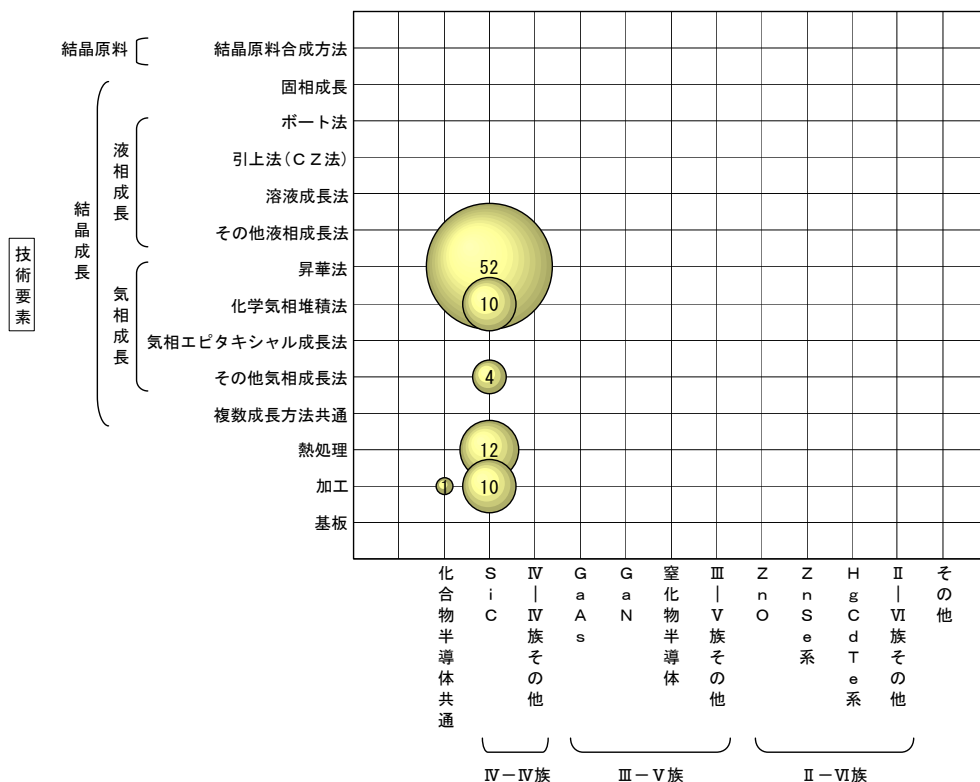
図 2.4.3 デンソーの化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2.4.4 技術開発課題対応特許の概要

図 2.4.4-1 に、デンソーの化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。物質別にみると、1 件を除いて「炭化ケイ素 (SiC)」に関する出願であり、残りの「化合物半導体共通」1 件の明細書中の実施例も炭化ケイ素 (SiC) に関するものである。これよりデンソーは、炭化ケイ素 (SiC) に関する開発が中心であることが分かる。技術要素別にみると、「昇華法」に関する出願が最も多い。次いで、「熱処理」、「加工」、「化学気相堆積法」となっている。

図2.4.4-1 デンソーの化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



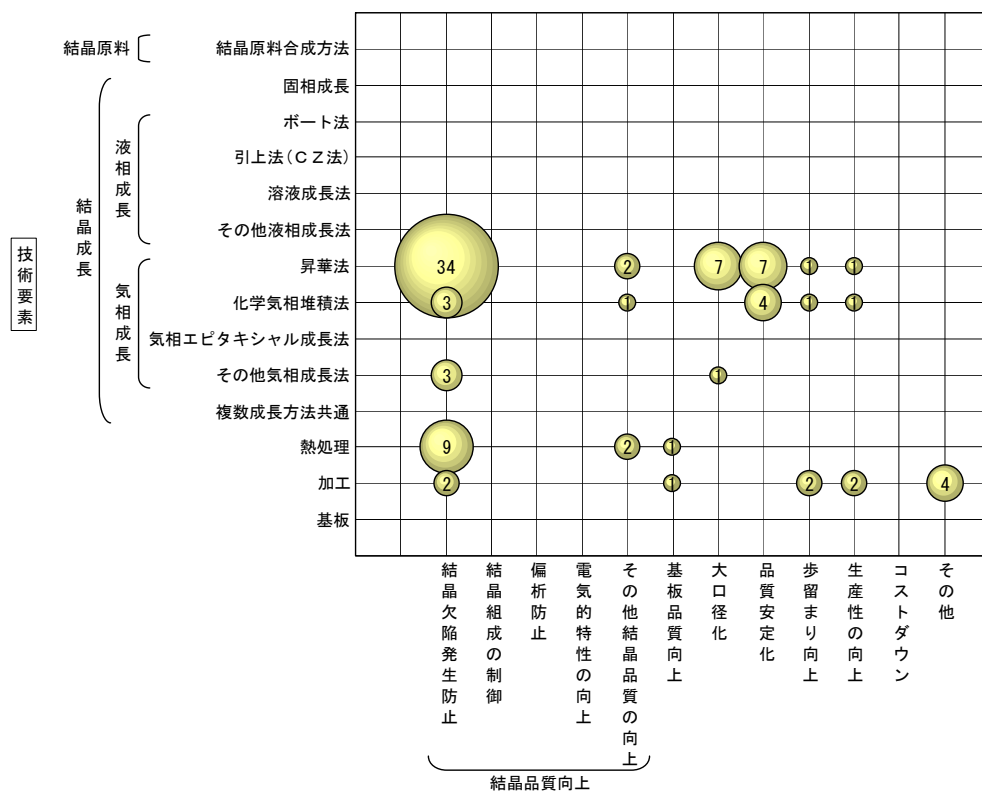
物質 (1992年1月～2002年12月の出願)

図 2.4.4-2 に、デンソーの化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。技術要素別にみると、「昇華法」に関する出願が最も多く、次いで「熱処理」となっている。

「昇華法」に関する課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」が最も多く、次いで「大口径化」、「品質安定化」が多い。

「熱処理」に関する課題についても、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多い。

図2.4.4-2 デンソーの化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

図2.4.4-3に、デンソーの化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多い。

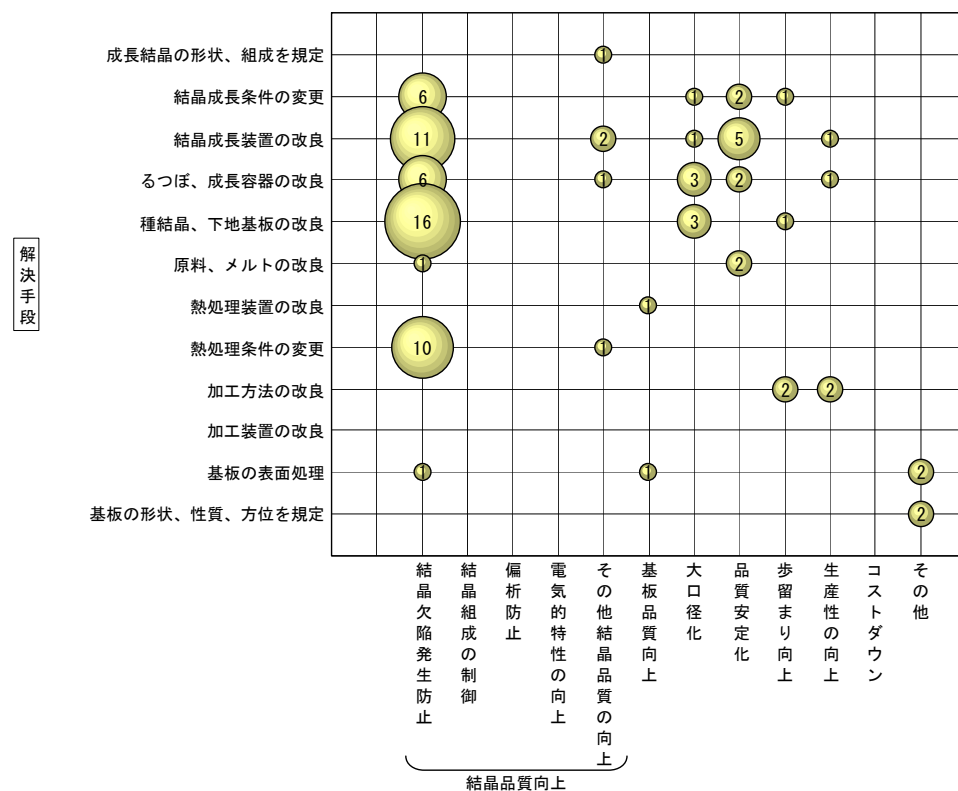
「結晶欠陥発生防止」に対する解決手段をみると、「種結晶、下地基板の改良」に関する出願が最も多く、次いで「結晶成長装置の改良」、「熱処理条件の変更」となっている。

「種結晶、下地基板の改良」は、成長結晶中に結晶欠陥を発生させないように表面処理、裏面処理を施したり、成長中の種結晶、下地基板の劣化を防ぐために取り付け方法を改良するものなどである。

「結晶成長装置の改良」は、種結晶、下地基板の取り付け位置を変更するなど種結晶支持部材の改良に関するものが多くなっており、デンソーは、種結晶、下地基板周辺についての解決手段を多く出願している。

「熱処理条件の変更」は、マイクロパイプ欠陥を有する成長結晶を被覆剤で覆った後に熱処理をすることにより、マイクロパイプ欠陥を消失させる解決手段を中心に出願している。

図2.4.4-3 デンソーの化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表2.4.4に、デンソーの化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許89件を示す。そのうち、登録になった7件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.4.4 デンソーの技術要素別課題対応特許 (1/9)

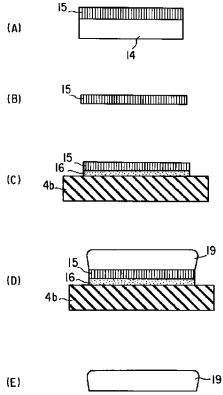
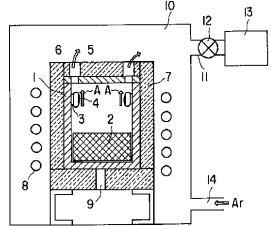
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特許3491429 96.02.14 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法 ケイ素単結晶基板の上に種である立方晶炭化ケイ素単結晶層を成長させる第1の成長工程と、前記ケイ素単結晶基板を除去する除去工程と、黒鉛製るつぼ内において炭化ケイ素原料粉末を不活性ガスの雰囲気中で加熱昇華させ、この炭化ケイ素原料粉末よりやや低温状態にある前記立方晶炭化ケイ素単結晶層上にα型炭化ケイ素単結晶を成長させる第2の成長工程と、を具備する炭化ケイ素単結晶の製造方法において、前述第1の成長工程における前記ケイ素単結晶基板の面方位が略(111)面と垂直な面であり、前記立方晶炭化ケイ素単結晶層の面方位が略(111)面と垂直な面であることを特徴とする炭化ケイ素単結晶の製造方法。 
			結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特開2002-308698 01.04.06 C30B29/36	SiC単結晶の製造方法
			結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特許3491402 95.08.07 C30B23/00 豊田中央研究所 [被引用 5回]	単結晶製造方法及びその単結晶製造装置 製造すべき単結晶の原料を不活性ガス雰囲気中で加熱昇華させ、単結晶を成長させる単結晶製造装置において、前記原料を充填し、加熱により該原料から昇華ガスを生成するるつぼと、前記るつぼの上部に載設され、前記原料と対向する開孔が形成された蓋と、前記るつぼの内側面に着脱可能で配置され、種結晶を含有する単結晶基板と、前記るつぼから昇華ガスを外部へ排気する排気手段と、を具備し、前記単結晶基板が前記原料と前記開孔とを結ぶ直線上位置で、かつ、前記昇華ガスを該開孔を介して、前記るつぼの外部に排気した際に、該昇華ガスが流れる方向が該単結晶基板中の種結晶の表面に沿って略平行となるように配置されていることを特徴とする単結晶製造装置。 

表 2.4.4 デンソーの技術要素別課題対応特許 (2/9)

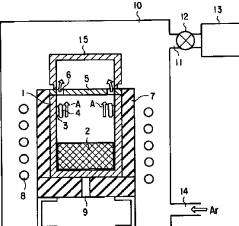
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特許3491430 96.02.15 C30B23/00 [被引用 1回]	単結晶製造装置 製造すべき単結晶の原料を不活性ガス雰囲気中で加熱昇華させ、単結晶を成長させる単結晶製造装置において、前記原料を充填し、加熱により該原料から昇華ガスを生成するるつぼと、前記るつぼの上部に載設され、前記原料と対向する開孔が形成された仕切板と、前記るつぼの内側面に配置され、種結晶を含有する単結晶基板と、前記仕切板の上部に載設され、前記るつぼおよび仕切板よりも低温を維持し、前記るつぼからの昇華ガスを再結晶化させて昇華ガスをトラップする上蓋とを具備し、前記単結晶基板が、前記開孔とを結ぶ直線上位置で、かつ、前記昇華ガスを該開孔を介して、前記上蓋内に排気し、前記上蓋に昇華ガスを再結晶化させる際に、該昇華ガスを流れる方向が該単結晶基板中の種結晶の表面に沿って略平行となるように配置されていることを特徴とする単結晶製造装置。 
				特開2000-044394 98.07.29 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開2000-044396 98.07.29 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開平11-349400 98.06.05 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
			るつぼ、成長容器の改良／二重るつぼの使用	特開2000-264793 99.03.23 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法及び単結晶製造装置
				特開2000-044395 98.07.29 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器のその他の構造改良	特開平11-278985 98.03.26 C30B23/00 豊田中央研究所	単結晶の製造方法
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開平11-116399 97.10.16 C30B29/36 [被引用 1回]	炭化タンタルのコーティング方法及びこの方法を用いて製造した単結晶製造装置

表 2.4.4 デンソーの技術要素別課題対応特許 (3/9)

技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 （経過情報） 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要		
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロバンプ欠陥の防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開2003-137696 01.11.05 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法および製造装置		
				特開2003-063890 01.08.28 C30B23/02 産業技術総合研究所, 昭和電工	低欠陥の単結晶の成長方法及び成長装置		
				特開2001-158697 99.11.29 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶及びその製造方法		
				特開2000-053498 98.07.31 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法		
		種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特開2003-119098 01.10.16 C30B29/36 産業技術総合研究所	種結晶の固定方法および固定状態の評価方法			
			面欠陥発生防止／積層欠陥発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開2003-321298 02.04.30 C30B29/36 豊田中央研究所	S i C単結晶及びその製造方法，エピタキシャル膜付きS i Cウエハ及びその製造方法，並びにS i C電子デバイス	
					特開2003-119097 01.10.12 C30B29/36 豊田中央研究所	S i C単結晶及びその製造方法並びにS i C種結晶及びその製造方法	
					体積欠陥発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長条件の変更	特開2001-114598 99.10.15 C30B29/36 豊田中央研究所
	成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の結晶性を規定					特開平11-060391 （みなし取下げ） 97.08.08 C30B29/36
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の取り付け方法の改良	特開平11-268994 98.03.20 C30B29/36 豊田中央研究所			炭化珪素単結晶の製造方法
				特開平11-171691 97.12.11 C30B23/00 豊田中央研究所 [被引用 2回]			種結晶固定剤及びそれを用いた単結晶の製造方法
				特開平11-171698 97.12.11 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素バルク単結晶の製造方法		
	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／結晶多形（ポリタイプ）の生成防止	るつぼ、成長容器の改良／補助部材の使用		特開平09-221396 96.02.13 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造装置及び炭化珪素単結晶の製造方法		

表 2.4.4 デンソーの技術要素別課題対応特許 (4/9)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、下地基板の劣化防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開2002-201097 00.12.28 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法、製造装置および炭化珪素単結晶成長用基板と単結晶の加熱処理方法
				特開平11-278999 98.03.26 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の成長方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の取り付け方法の改良	特開2001-139394 99.11.10 C30B23/00 豊田中央研究所	種結晶固定剤、種結晶固定方法およびそれらを用いた単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、基板からの転位の伝播防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開平11-079896 （みなし取下げ） 97.08.27 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開2001-002499 99.06.17 C30B29/36	種結晶とそれを用いた炭化珪素単結晶の製造方法、炭化珪素単結晶体および単結晶製造装置
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の結晶性を規定	特開平10-324599 97.05.20 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開2001-226199 00.02.18 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法及び製造装置
			結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平11-079885 97.09.09 C30B23/00	単結晶の製造方法及び単結晶製造装置
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器のその他の構造改良	特開2001-072491 99.08.31 C30B23/06 産業技術総合研究所、昭和電工	単結晶の製造方法およびその装置
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	成長膜厚の厚膜化・均一化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特開平11-060389 （みなし取下げ） 97.08.07 C30B29/36 [被引用 1回]	炭化珪素単結晶の製造方法
			結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開2000-053493 98.07.31 C30B23/00 豊田中央研究所	単結晶の製造方法および単結晶製造装置
	大口径化	種結晶、下地基板の大型化	るつぼ、成長容器の改良／補助部材の使用	特開2000-264795 99.03.23 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造装置及び炭化珪素単結晶の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開平11-268989 98.03.19 C30B23/00 豊田中央研究所	単結晶の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開平09-263498 （みなし取下げ） 96.03.29 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開平09-077595 （みなし取下げ） 95.09.12 C30B29/36 [被引用 6回]	炭化珪素単結晶の製造方法

表 2.4.4 デンソーの技術要素別課題対応特許 (5/9)

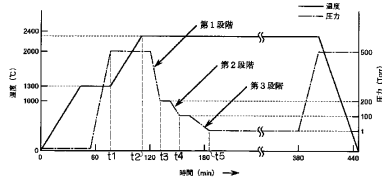
技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	大口径化	口径拡大化	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開2001-072490 99.08.30 C30B23/00 産業技術総合研究所, 昭和電工	単結晶の成長装置および製造方法
			るつぼ、成長容器の改良／結晶形状制御用のガイド部材の設置	特開2002-060297 00.08.21 C30B23/02 産業技術総合研究所	単結晶の成長装置および成長方法
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器のその他の構造改良	特開2000-044383 98.07.30 C30B23/00 豊田中央研究所 [被引用 2回]	単結晶成長装置
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器のその他の構造改良	特開平11-268990 98.03.20 C30B23/00 豊田中央研究所	単結晶の製造方法および製造装置
	品質安定化	メルトの安定化	結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開2001-226198 00.02.15 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法及び製造装置
		結晶径の制御性向上	るつぼ、成長容器の改良／結晶形状制御用のガイド部材の設置	特開2001-226197 00.02.18 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法及び製造装置
				特開2000-336000 99.03.23 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法及び単結晶製造装置
		成長温度の制御性向上	結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開平11-071199 (みなし取下げ) 97.08.27 C30B29/36	単結晶製造装置及びそれを用いた単結晶の製造方法
		成長速度の安定化	結晶成長条件の変更／結晶成長雰囲気気の調整	特許3500921 97.08.07 C30B29/36 [被引用 1回]	炭化珪素単結晶の製造方法 炭化ケイ素原料粉末を不活性ガス雰囲気中で加熱昇華させ、前記炭化ケイ素原料粉末より低温になっている炭化ケイ素単結晶基板の表面に炭化ケイ素単結晶を結晶成長させる炭化ケイ素単結晶の製造方法において、前記炭化ケイ素原料粉末の温度および、前記炭化ケイ素単結晶基板の温度が結晶成長温度に到達したのち、前記不活性ガス雰囲気の圧力を複数段階に減圧して、前記炭化ケイ素単結晶の結晶成長の初期における成長速度を制御することを特徴とする炭化ケイ素単結晶の製造方法。 
		原料、メルトの改良／原料チャージの改良	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開2001-192299 00.01.07 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法及び製造装置
				特開2000-007492 98.06.25 C30B23/00 豊田中央研究所	単結晶の製造方法

表 2.4.4 デンソーの技術要素別課題対応特許 (6/9)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／昇華法	歩留まり向上	その他歩留まり向上	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開平10-297997 (みなし取下げ) 97.04.24 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法
	生産性の向上	結晶成長の長尺化	るつぼ、成長容器の改良／補助部材の使用	特開平11-255597 98.03.12 C30B23/00	単結晶製造装置
結晶成長／気相成長／化学気相堆積法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止(成長中)／結晶多形(ポリタイプ)の生成防止	結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特開2004-043211 02.07.09 C30B29/36	S i C単結晶の製造方法及び製造装置
		成長結晶の多結晶化防止(成長中)／不純物混入による結晶欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開2003-234296 02.02.07 H01L21/205 特開2003-137695 01.10.29 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造装置 炭化珪素単結晶の製造方法および製造装置
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	成長膜厚の厚膜化・均一化	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開2003-183098 01.12.18 C30B29/36	S i C単結晶の製造方法及びS i C単結晶の製造装置
	品質安定化	原料供給口、排気口の閉塞防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開2002-154899 00.11.10 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法及び製造装置
			結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開2003-306398 02.04.09 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法および製造装置
				特開2003-002795 01.06.22 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法及び製造装置
				特開2002-362998 01.06.06 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法及び製造装置
	歩留まり向上	単結晶化率の向上	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開2002-154898 00.11.10 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法及び製造装置
	生産性の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開2003-137697 01.10.29 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法および製造装置
結晶成長／気相成長／その他	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止(成長前)／種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特開2000-264794 99.03.23 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止(成長中)／結晶多形(ポリタイプ)の生成防止	原料、メルトの改良／不純物元素、濃度を規定	特開2002-234800 01.02.07 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法および炭化珪素単結晶

表 2.4.4 デンソーの技術要素別課題対応特許 (7/9)

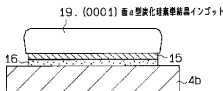
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／その他気相成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特開平09-268096 96.03.29 C30B23/00 豊田中央研究所 [被引用 1回]	単結晶の製造方法及び種結晶
	大口径化	種結晶、下地基板の大型化	結晶成長条件の変更／結晶成長速度の規定	特許3491436 96.03.29 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法 (111)面が成長面方位であるケイ素単結晶基板の上に(111)面方位をもつ立方晶炭化ケイ素単結晶層を成長させる第1工程と、前記(111)面方位をもつ立方晶炭化ケイ素単結晶層を種結晶として炭化ケイ素原料を不活性ガス雰囲気中で加熱昇華させ、炭化ケイ素原料よりやや低温になっている当該(111)面方位をもつ立方晶炭化ケイ素単結晶層上にα型炭化ケイ素単結晶を成長させる第2工程とを備え、前記α型炭化ケイ素単結晶の初期での成長速度を、0.2mm/hr以下とした請求項1または2に記載の炭化ケイ素単結晶の製造方法。 
熱処理	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	熱処理条件の変更／熱処理雰囲気の規定	特開2001-158695 99.11.29 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開2000-034199 98.07.17 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
			熱処理条件の変更／被覆材で被覆後に熱処理	特開2001-247397 00.03.01 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶
				特開2001-158694 99.11.29 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開2001-158696 99.11.29 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開2000-044393 98.07.21 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開2000-034200 98.07.17 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開2000-026199 98.07.09 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法および炭化珪素単結晶

表 2.4.4 デンソーの技術要素別課題対応特許 (8/9)

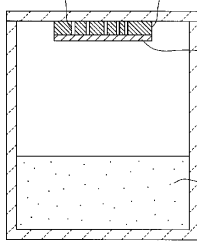
技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
熱処理	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	熱処理条件の変更／被覆材で被覆後に熱処理	特許3414321 98.05.29 C30B29/36 [被引用 2回]	炭化珪素単結晶の製造方法 基板結晶（炭化珪素単結晶）の表面において開口するマイクロパイプ欠陥の少なくとも一方を被覆材料で被覆する。そして、熱処理を施し、マイクロパイプ欠陥中が炭化珪素蒸気種で飽和状態になるようにする。これにより、基板結晶上に新たに成長する成長層においてではなく、基板結晶中に存在するマイクロパイプ欠陥を基板結晶の内部で閉塞させることができる。 
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	ポリタイプ変換の可能化	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開平11-268995 98.03.20 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
			熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特開平11-278998 98.03.26 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
基板品質向上	表面粗さの低減化	熱処理装置の改良／その他熱処理装置の改良	特開2003-092267 01.09.17 H01L21/26	炭化珪素半導体製造装置及びそれを用いた炭化珪素半導体製造方法	
加工	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	熱処理条件の変更／被覆材で被覆後に熱処理	特開2000-044397 98.07.31 C30B29/36 豊田中央研究所	炭化珪素単結晶の製造方法
			基板の表面処理／基板表面に同一物質を成膜	特開2002-179498 00.12.12 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法
	基板品質向上	E P D の低減化	基板の表面処理／基板表面に同一物質を成膜	特開平11-176709 97.12.10 H01L21/02	半導体装置作成用炭化珪素基板の製造方法
	歩留まり向上	割れ、欠けの防止	加工方法の改良／切断方法の変更	特開2004-186589 02.12.05 H01L21/304, 601	半導体基板の製造方法および製造装置
			加工方法の改良／種結晶、下地基板からの分離方法の変更	特開2000-053499 98.07.31 C30B29/36 豊田中央研究所	単結晶炭化珪素の製造方法
	生産性の向上	熱処理・加工時間の短縮化	加工方法の改良／種結晶、下地基板からの分離方法の変更	特開平11-147796 97.11.14 C30B29/36 豊田中央研究所	珪素基板上の炭化珪素膜からの珪素の除去方法
特開平11-012096 97.06.19 C30B29/36				炭化珪素単結晶の製造方法	
その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	基板の表面処理／基板表面に同一物質を成膜	特開2003-124126 01.10.12 H01L21/205	炭化珪素半導体基板の製造方法	

表 2.4.4 デンソーの技術要素別課題対応特許 (9/9)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
加工	その他	デバイス作製時の歩留まり向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板形状を規定	特開平10-120497 (みなし取下げ) 96.10.17 C30B29/36	炭化珪素基板およびその製造方法
				特許3584637 96.10.17 H01L21/304, 301	炭化珪素半導体装置の製造方法 SiC基板に対し、図に示すようにSiC基板の上下両面端部を約30度の角度で幅500 μ m以上の研磨を行う。この研磨により、MOSFETの形成工程において、SiC基板の端部で酸化膜の異常堆積が生じて酸化膜の異常な盛り上がりもなくすることができ、酸化膜のパターニング精度を良好にすることができる。 
		デバイス特性の向上	基板の表面処理／基板の表面処理	特開平09-027489 (みなし取下げ) 95.07.11 H01L21/316	半導体基板及びその製造方法

2.5 豊田中央研究所

2.5.1 企業の概要

商号	株式会社 豊田中央研究所
本社所在地	〒480-1192 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 41-1
設立年	1960 年（昭和 35 年）
資本金	30 億円（2004 年 10 月）
従業員数	923 名（2004 年 10 月）
事業内容	自動車関連その他の各種技術の開発およびその利用に関する研究、試験、調査

自動車周辺の情報処理技術やエレクトロニクス技術に関する研究活動として、通信用デバイスやディスプレイデバイスなどの研究も行っている。

2004 年 8 月、デンソーと共同で、従来より高品質の炭化ケイ素（SiC）単結晶の開発に成功したと発表しており、さらに量産技術の確立を検討している。

（出典：豊田中央研究所のホームページ <http://www.tytlabs.co.jp>）

2.5.2 製品例

豊田中央研究所は、研究調査会社であり、製品は提供していない。

2.5.3 技術開発拠点と研究者

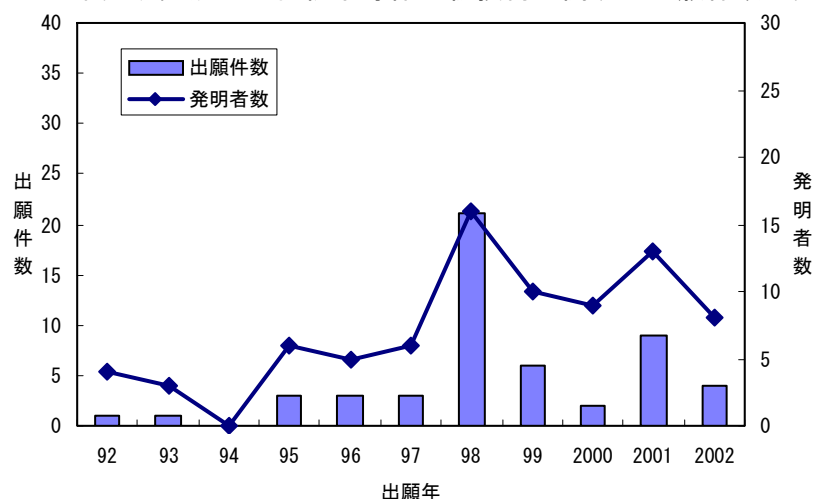
図 2.5.3 に、豊田中央研究所の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

豊田中央研究所の場合、1992年の出願件数 1 件、発明者数 4 人から増加しており、98年には出願件数が21件、発明者数16人と最大となった。02年には、出願件数 4 件、発明者数 8 人となっている。

開発拠点：

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

図2.5.3 豊田中央研究所の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2.5.4 技術開発課題対応特許の概要

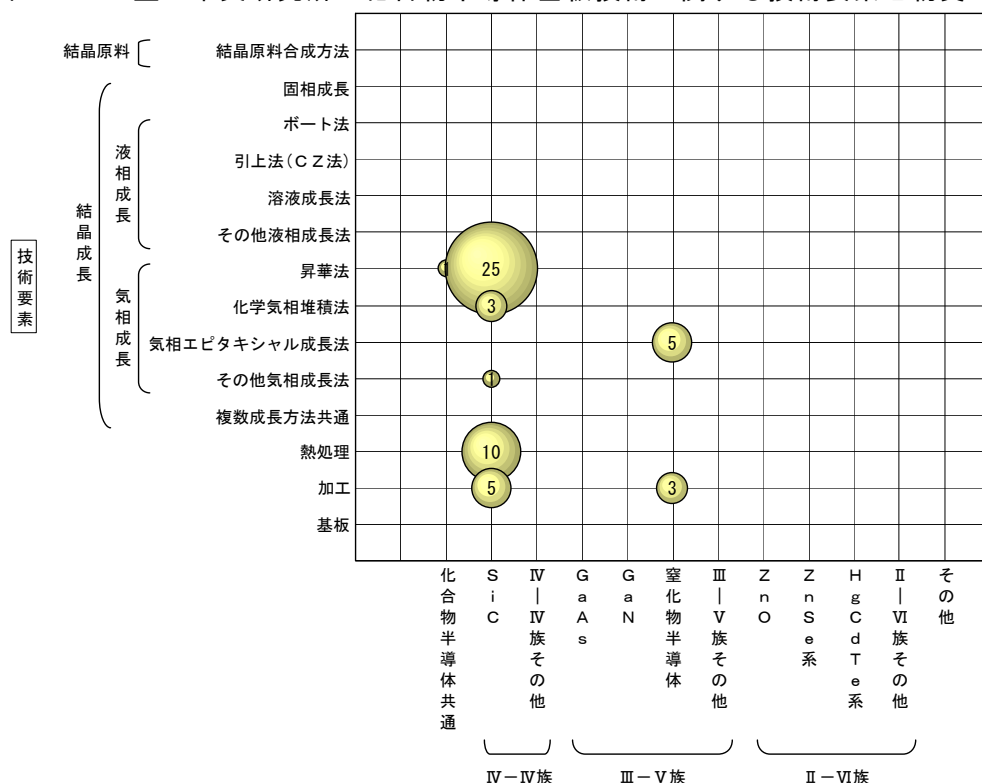
図 2.5.4-1 に、豊田中央研究所の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

物質別にみると、「炭化ケイ素 (SiC)」に関する出願が最も多く、次いで「窒化物半導体」となっている。

「炭化ケイ素 (SiC)」に関する出願について技術要素別にみると、「昇華法」に関する出願が最も多く、次いで「熱処理」となっている。

「窒化物半導体」に関する出願について技術要素別にみると、「気相エピタキシャル成長法」に関する出願と「加工」に関する出願がある。

図2.5.4-1 豊田中央研究所の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

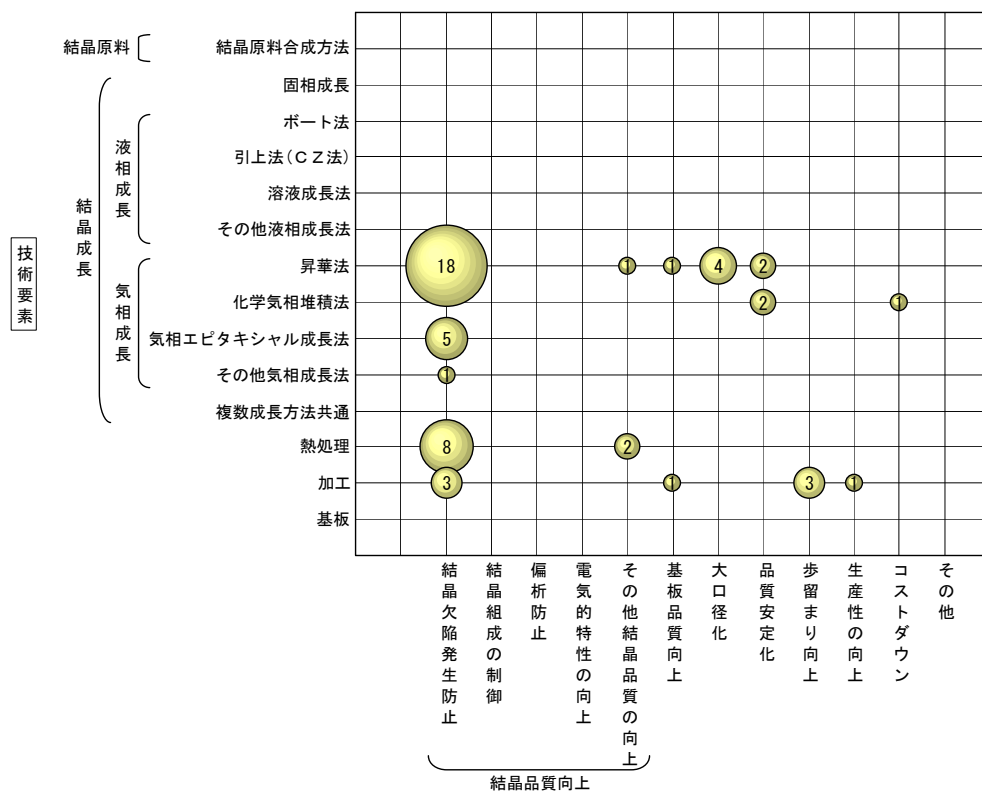
図 2.5.4-2 に、豊田中央研究所の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

技術要素別にみると、「昇華法」に関する出願が最も多く、次いで「熱処理」となっている。

「昇華法」に関する課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」が最も多く、次いで「大口径化」となっている。

「熱処理」に関する課題についても、「結晶欠陥発生防止」が最も多い。

図2.5.4-2 豊田中央研究所の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

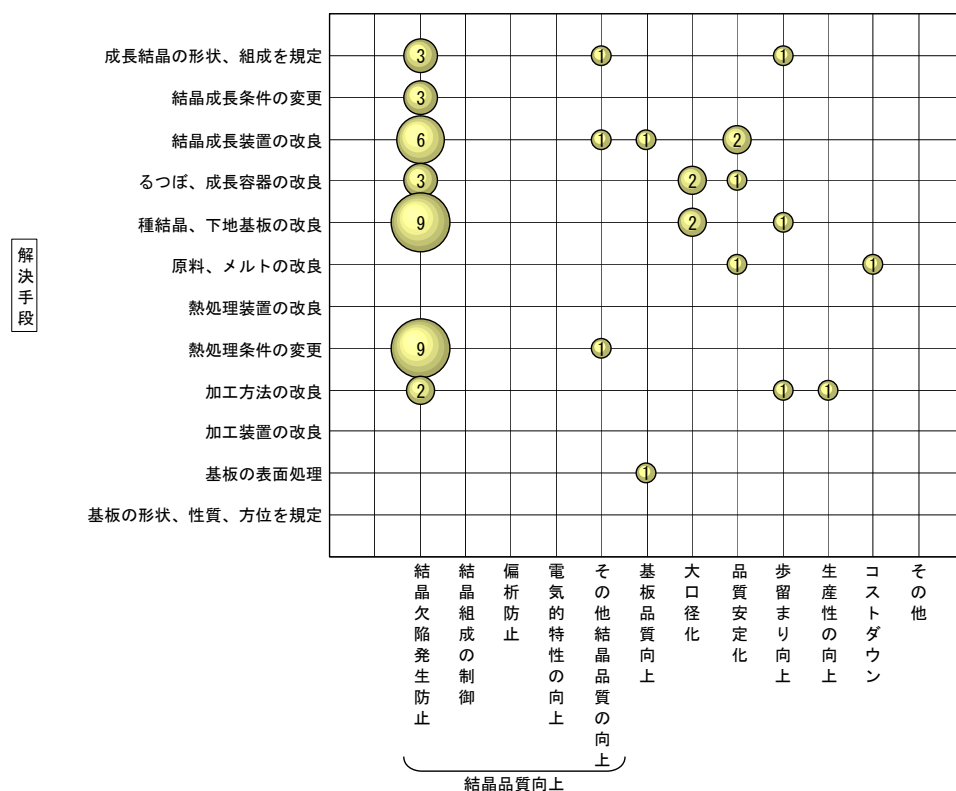
図2.5.4-3に、豊田中央研究所の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多い。

「結晶欠陥発生防止」に対する解決手段をみると、「種結晶、下地基板の改良」、「熱処理条件の変更」に関する出願が最も多く、次いで「結晶成長装置の改良」となっている。

豊田中央研究所は、炭化ケイ素（SiC）に関する出願についてはデンソーとの共同出願が多く、図2.4.4-3のデンソーの化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布と同様の分布を示している。

図2.5.4-3 豊田中央研究所の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



(1992年1月～2002年12月の出願)

表2.5.4に、豊田中央研究所の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許53件を示す。そのうち、登録になった3件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.5.4 豊田中央研究所の技術要素別課題対応特許 (1/5)

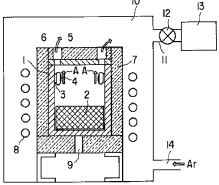
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開2000-044394 98.07.29 C30B29/36 テソー	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開2000-044396 98.07.29 C30B29/36 テソー	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開平11-349400 98.06.05 C30B29/36 テソー	炭化珪素単結晶の製造方法
				特許3491402 95.08.07 C30B23/00 テソー [被引用 5回]	単結晶製造方法及びその単結晶製造装置 製造すべき単結晶の原料を不活性ガス雰囲気中で加熱昇華させ、単結晶を成長させる単結晶製造装置において、前記原料を充填し、加熱により該原料から昇華ガスを生成するつぼと、前記つぼの上部に載設され、前記原料と対向する開孔が形成された蓋と、前記つぼの内側面に着脱可能で配置され、種結晶を含有する単結晶基板と、前記つぼから昇華ガスを外部へ排気する排気手段と、を具備し、前記単結晶基板が前記原料と前記開孔とを結ぶ直線上位置で、かつ、前記昇華ガスを該開孔を介して、前記つぼの外部に排気した際に、該昇華ガスが流れる方向が該単結晶基板中の種結晶の表面に沿って略平行となるように配置されていることを特徴とする単結晶製造装置。 
				特開2000-044395 98.07.29 C30B29/36 テソー	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開平11-278985 98.03.26 C30B23/00 テソー	単結晶の製造方法
				特開2001-158697 99.11.29 C30B29/36 テソー	炭化珪素単結晶及びその製造方法
				特開2000-053498 98.07.31 C30B29/36 テソー	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開2003-321298 02.04.30 C30B29/36 テソー	S i C単結晶及びその製造方法，エピタキシャル膜付きS i Cウエハ及びその製造方法，並びにS i C電子デバイス

表 2.5.4 豊田中央研究所の技術要素別課題対応特許 (2/5)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	面欠陥発生防止／積層欠陥発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開2003-119097 01.10.12 C30B29/36 デッソー	S i C単結晶及びその製造方法並びにS i C種結晶及びその製造方法
		体積欠陥発生防止	結晶成長条件の変更／その他結晶成長条件の変更	特開2001-114598 99.10.15 C30B29/36 デッソー	炭化珪素単結晶製造方法及び炭化珪素単結晶製造装置
	成長結晶の多結晶化防止(成長前)／種結晶、下地基板の劣化防止	成長結晶の多結晶化防止(成長中)／種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の取り付け方法の改良	特開平11-268994 98.03.20 C30B29/36 デッソー	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開平11-171691 97.12.11 C30B23/00 デッソー [被引用 2回]	種結晶固定剤及びそれを用いた単結晶の製造方法
				特開平11-171698 97.12.11 C30B29/36 デッソー	炭化珪素パルク単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止(成長中)／種結晶、下地基板の劣化防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開2002-201097 00.12.28 C30B29/36 デッソー	炭化珪素単結晶の製造方法、製造装置および炭化珪素単結晶成長用基板と単結晶の加熱処理方法
				特開平11-278999 98.03.26 C30B29/36 デッソー	炭化珪素単結晶の成長方法
				特開平06-333830 (拒絶査定確定) 93.05.19 H01L21/203 [被引用 3回]	炭化珪素単結晶の製造方法
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	成長膜厚の厚膜化・均一化	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開2001-139394 99.11.10 C30B23/00 デッソー	種結晶固定剤、種結晶固定方法およびそれらを用いた単結晶の製造方法
				特開2000-053493 98.07.31 C30B23/00 デッソー	単結晶の製造方法および単結晶製造装置
	基板品質向上	面内均一化	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平09-059085 95.08.22 C30B23/00 [被引用 1回]	単結晶成長方法および単結晶成長装置
	大口径化	種結晶、下地基板の大型化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開平11-268989 98.03.19 C30B23/00 デッソー	単結晶の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開平09-263498 (みなし取下げ) 96.03.29 C30B29/36 デッソー	炭化珪素単結晶の製造方法
		口径拡大化	るつぼ、成長容器の改良／結晶形状制御用のガイド部材の設置	特開2000-044383 98.07.30 C30B23/00 デッソー [被引用 2回]	単結晶成長装置

表 2.5.4 豊田中央研究所の技術要素別課題対応特許 (3/5)

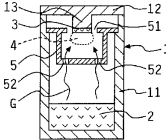
技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	大口径化	口径拡大化	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器のその他の構造改良	特開平11-268990 98.03.20 C30B23/00 デッソー	単結晶の製造方法および製造装置
	品質安定化	成長速度の安定化	るつぼ、成長容器の改良／補助部材の使用	特許3419144 95.04.21 C30B23/06 [被引用 5回]	単結晶成長装置 容器内に、成長させる単結晶の原料と、種結晶を含有する単結晶成長基板を配置し、上記原料を加熱昇華させて上記単結晶成長基板上に単結晶を成長させる装置であって、上記単結晶成長基板と上記原料の間に、上記単結晶成長基板の周囲を取り囲んで上記原料の輻射熱から上記単結晶成長基板を遮蔽し、かつ内部に単結晶が十分成長できる空間を形成する熱遮蔽部材を、上記容器との間に空隙を有するように配し、上記熱遮蔽部材に、上記原料の昇華物が上記単結晶成長基板に到達可能な空孔を設けたことを特徴とする単結晶成長装置。 
			原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開2000-007492 98.06.25 C30B23/00 デッソー	単結晶の製造方法
結晶成長／気相成長／化学気相堆積法	品質安定化	原料供給口、排気口の閉塞防止	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開2003-002795 01.06.22 C30B29/36 デッソー 特開2002-362998 01.06.06 C30B29/36 デッソー	炭化珪素単結晶の製造方法及び製造装置 炭化珪素単結晶の製造方法及び製造装置
			コストダウン	原料費の削減	原料、メルトの改良／使用原料の変更

表 2.5.4 豊田中央研究所の技術要素別課題対応特許 (4/5)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／貫通転位発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2002-299253 01.03.30 H01L21/205 豊田合成	半導体基板の製造方法及び半導体素子
		低転位化（線状欠陥発生防止）／ミスフィット転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸形成	特開2004-051415 02.07.19 C30B29/40, 502 豊田合成	半導体結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、下地基板の劣化防止	成長結晶の形状、組成を規定／その他機能層を形成	特開2002-293698 01.03.30 C30B29/38 豊田合成	半導体基板の製造方法及び半導体素子
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2002-241192 01.02.14 C30B25/18 豊田合成	半導体結晶の製造方法及び半導体発光素子
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開2002-241191 01.02.14 C30B25/18 豊田合成 [被引用 1回]	半導体の結晶成長方法
／結晶その他成長／気相成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特開平09-268096 96.03.29 C30B23/00 デッソー [被引用 1回]	単結晶の製造方法及び種結晶
熱処理	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	熱処理条件の変更／熱処理雰囲気を規定	特開2001-158695 99.11.29 C30B29/36 デッソー	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開2000-034199 98.07.17 C30B29/36 デッソー	炭化珪素単結晶の製造方法
			熱処理条件の変更／被覆材で被覆後に熱処理	特開2001-247397 00.03.01 C30B29/36 デッソー	炭化珪素単結晶
				特開2001-158694 99.11.29 C30B29/36 デッソー	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開2001-158696 99.11.29 C30B29/36 デッソー	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開2000-044393 98.07.21 C30B29/36 デッソー	炭化珪素単結晶の製造方法
				特開2000-034200 98.07.17 C30B29/36 デッソー	炭化珪素単結晶の製造方法

表 2.5.4 豊田中央研究所の技術要素別課題対応特許 (5/5)

技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
熱処理	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	熱処理条件の変更／被覆材で被覆後に熱処理	特開2000-026199 98.07.09 C30B29/36 テッソー	炭化珪素単結晶の製造方法および炭化珪素単結晶
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	ポリタイプ変換の可能化	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開平11-268995 98.03.20 C30B29/36 テッソー	炭化珪素単結晶の製造方法
			熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特開平11-278998 98.03.26 C30B29/36 テッソー	炭化珪素単結晶の製造方法
加工	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	熱処理条件の変更／被覆材で被覆後に熱処理	特開2000-044397 98.07.31 C30B29/36 テッソー	炭化珪素単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	加工方法の改良／種結晶、下地基板からの分離方法の変更	特開2004-091278 02.09.02 C30B33/00 豊田合成	半導体結晶の製造方法
	特開2004-055799 02.07.19 H01L33/00 豊田合成			半導体結晶の製造方法	
	基板品質向上	加工損傷防止	基板の表面処理／基板表面に同一物質を成膜	特開平06-188163 （みなし取下げ） 92.12.21 H01L21/02 [被引用 3回]	半導体装置作製用S i C単結晶基板とその製造方法
	歩留まり向上	割れ、欠けの防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特開2002-211999 01.01.10 C30B29/38 豊田合成	I I I族窒化物系化合物半導体の結晶成長基板の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開2002-299254 01.03.30 H01L21/205 豊田合成	半導体基板の製造方法及び半導体素子
			加工方法の改良／種結晶、下地基板からの分離方法の変更	特開2000-053499 98.07.31 C30B29/36 テッソー	単結晶炭化珪素の製造方法
	生産性の向上	熱処理・加工時間の短縮化	加工方法の改良／種結晶、下地基板からの分離方法の変更	特開平11-147796 97.11.14 C30B29/36 テッソー	珪素基板上の炭化珪素膜からの珪素の除去方法

2.6 松下電器産業

2.6.1 企業の概要

商号	松下電器産業 株式会社
本社所在地	〒571-8501 大阪府門真市大字門真 1006
設立年	1935 年（昭和 10 年）
資本金	2,587 億 40 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	51,340 名（2004 年 3 月末）（連結：290,493 名）
事業内容	電気機械器具の製造・販売・サービス（映像・音響機器、情報通信機器、家庭電化・住宅設備機器、産業機器、電子部品）

各種デバイスの製造・販売が、主な事業の 1 つである。半導体デバイスについては、会社内分社の「半導体社（本社：京都府長岡市）」で幅広く扱っている。化合物半導体製品としては、ヒ化ガリウム（GaAs）関連ディスプレイ、可視光 LED、LED パネルなどを製造・販売している。

（出典：松下電器産業半導体社のホームページ <http://panasonic.co.jp/semicon/>）

2.6.2 製品例

松下電器産業では化合物半導体基板は製造しておらず、上記のような化合物半導体デバイスの製造にあたっては、外部より調達している。

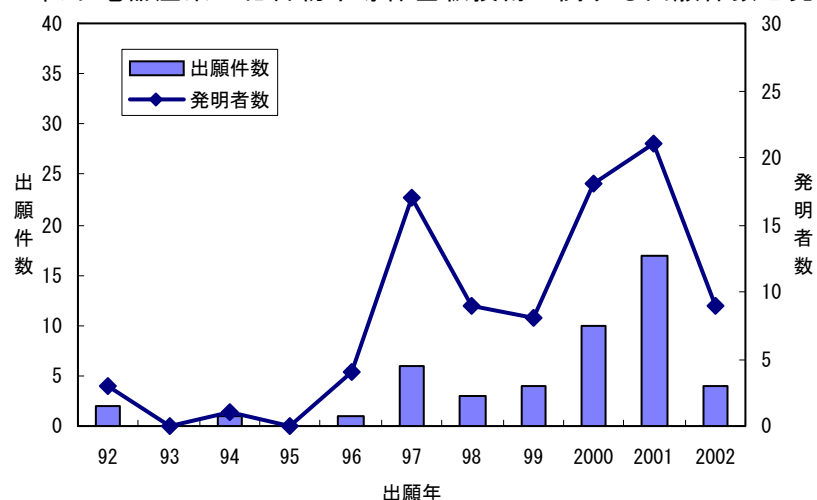
2.6.3 技術開発拠点と研究者

図 2.6.3 に、松下電器産業の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

松下電器産業の場合、1992～96年には出願件数 1 件、発明者数 5 人と少なかったが、97年から出願件数、発明者数が増加しており、01年には出願件数17件、発明者数21人と最大となった。

開発拠点：大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

図2.6.3 松下電器産業の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



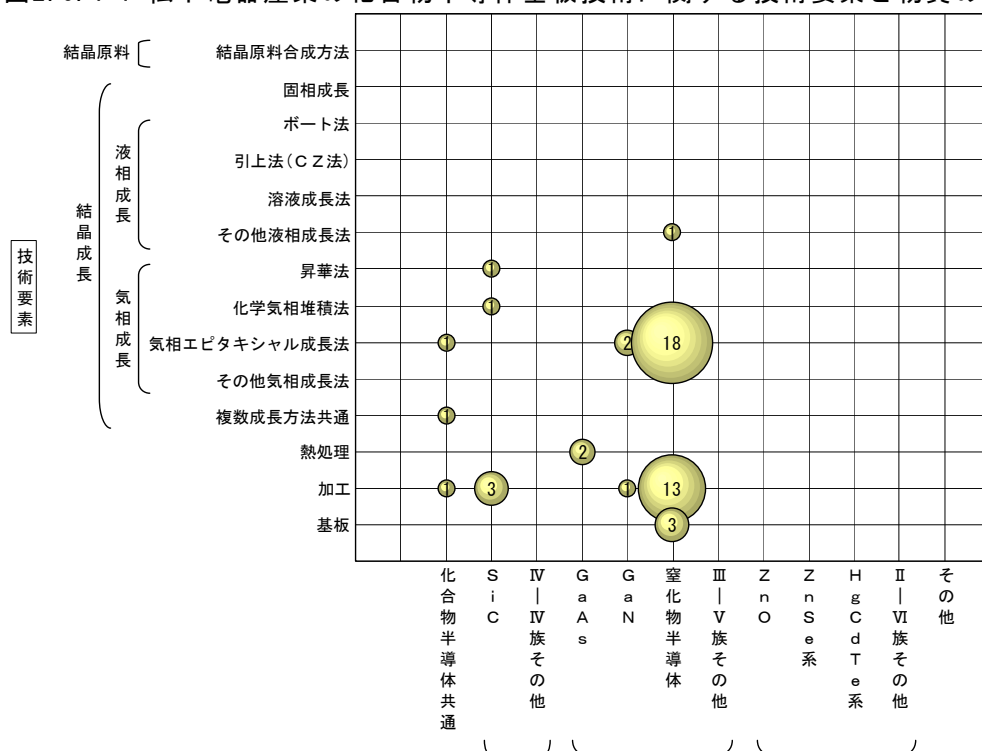
2.6.4 技術開発課題対応特許の概要

図 2.6.4-1 に、松下電器産業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

物質別にみると、「窒化物半導体」に関する出願が最も多い。その他、炭化ケイ素（SiC）やヒ化ガリウム（GaAs）の出願が見られるが、出願件数は少なく、松下電器産業は、窒化物半導体に関する開発を中心に行っている。

「窒化物半導体」に関する出願について技術要素別にみると、「気相エピタキシャル成長法」に関する出願が最も多く、次いで「加工」となっている。

図2.6.4-1 松下電器産業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

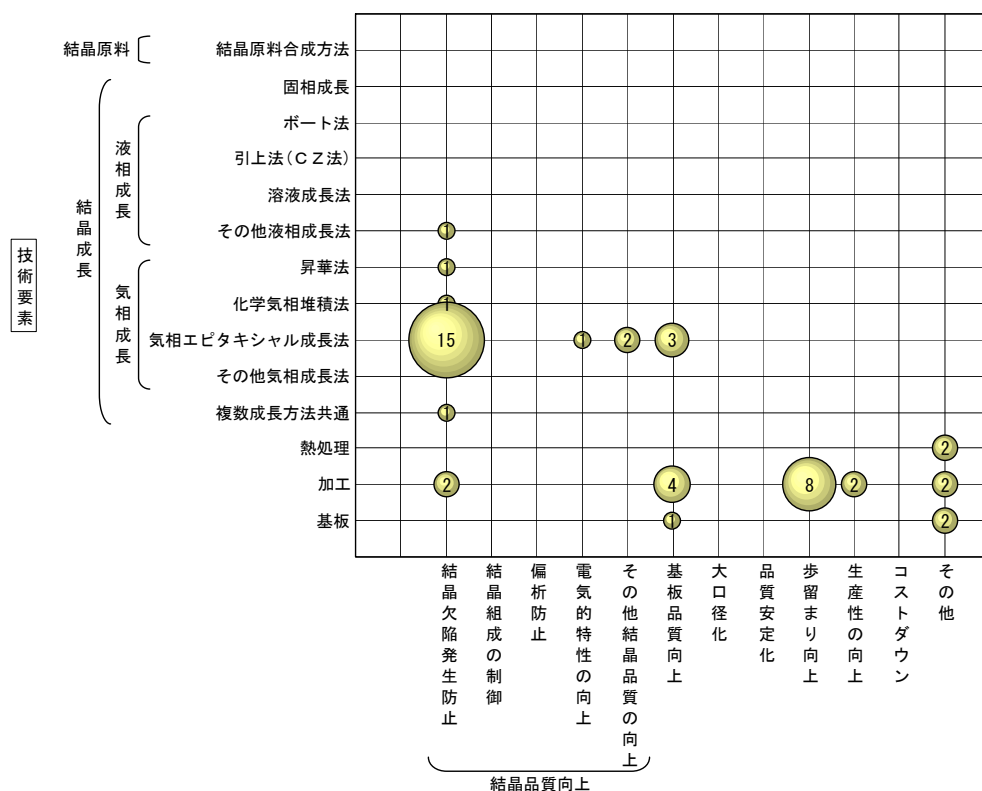
図 2.6.4-2 に、松下電器産業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

技術要素別にみると、「気相エピタキシャル成長法」に関する出願が最も多く、次いで「加工」となっている。

「気相エピタキシャル成長法」に関する課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に出願が集中している。具体的には、異種の下地基板上に結晶欠陥のない窒化ガリウム（GaN）基板のような窒化物半導体を結晶成長させるため、ミスフィット転位防止や熱歪みによる転位発生防止を課題とするものである。

「加工」に関する課題についてみると、「歩留まり向上」が最も多く、次いで「基板品質向上」となっている。この「歩留まり向上」については、窒化ガリウム（GaN）基板を気相エピタキシャル成長法により成長させ、下地基板より分離する際の割れ、欠けの防止を課題とするものである。

図2.6.4-2 松下電器産業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

図2.6.4-3に、松下電器産業の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。

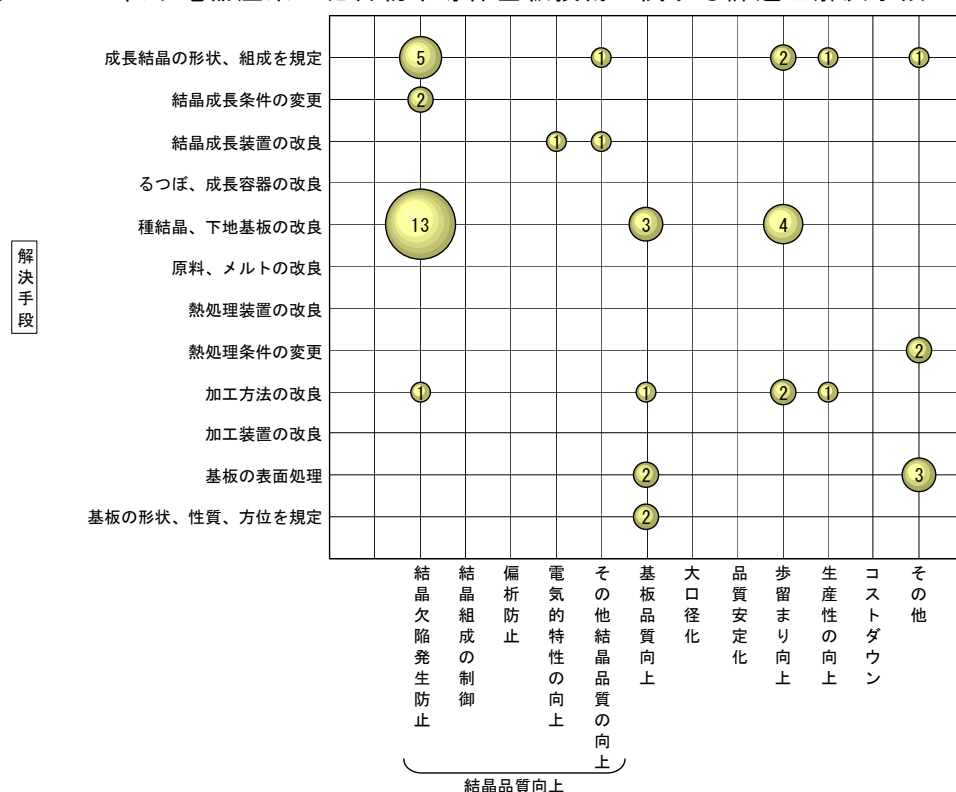
課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多い。

「結晶欠陥発生防止」に対する解決手段をみると、「種結晶、下地基板の改良」に関する出願が最も多く、次いで「成長結晶の形状、組成を規定」となっている。

「種結晶、下地基板の改良」は、種結晶、下地基板の表面を凹凸に加工したり、マスク部を形成するものである。

「成長結晶の形状、組成を規定」は、応力緩和層を種結晶、下地基板表面に形成後に窒化物半導体を結晶成長するものである。

図2.6.4-3 松下電器産業の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



(1992年1月～2002年12月の出願)

表2.6.4に、松下電器産業の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許48件を示す。そのうち、登録になった5件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.6.4 松下電器産業の技術要素別課題対応特許（1/5）

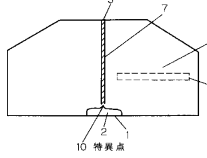
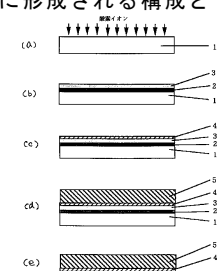
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
／結晶成長／ その他液相成長法	結晶品質 向上／結晶欠陥 発生防止	成長結晶の多 結晶化防止 (成長後)／ 熱歪みによる 転位発生防止	種結晶、下地基板 の改良／種結晶、 下地基板の組成を 規定	特開2002-124473 00.10.13 H01L21/205	半導体装置の製造方法および半導体 基板の製造方法
結晶成長／ 気相成長／昇華法	結晶品質 向上／結晶欠陥 発生防止	低転位化（線 状欠陥発生防 止）／マイクロ パイプ欠陥 の防止	種結晶、下地基板 の改良／種結晶、 下地基板表面に凹 凸形成	特許3520571 94.08.24 C30B29/36 [被引用 2回]	単結晶の成長方法 種結晶の成長表面に、特異点を少 なくとも1つ導入し、前記表面上に 単結晶を成長させることを特徴とす る単結晶の成長方法。種結晶の成長 表面の特異 点、突起 またはへこ みまたは不 純物よりな ることを特 徴とする。 
／結晶成長／ 化学気相堆積法	結晶品質 向上／結晶欠陥 発生防止	成長結晶の多 結晶化防止 (成長後)／ 熱歪みによる 転位発生防止	種結晶、下地基板 の改良／種結晶、 下地基板表面に凹 凸形成	特開平10-081599 96.09.04 C30B29/36	炭化珪素の成長法
結晶成長／ 気相成長／ 気相エピタキシャル成長法	結晶品質 向上／結晶欠陥 発生防止	低転位化（線 状欠陥発生防 止）／貫通転 位発生防止	種結晶、下地基板 の改良／種結晶、 下地基板表面にマ スク部形成	特開平11-074563 97.06.16 H01L33/00	半導体の製造方法、半導体装置の製 造方法及び半導体基板の製造方法
			種結晶、下地基板 の改良／種結晶、 下地基板表面に凹 凸とマスク部形成	特開2001-345266 00.02.24 H01L21/20	半導体装置、その製造方法及び半導 体基板の製造方法
		低転位化（線 状欠陥発生防 止）／ミス フィット転位 発生防止	成長結晶の形状、 組成を規定／応力 緩和層を形成	特開2000-106348 98.07.28 H01L21/205 特開平11-074199 97.06.16 H01L21/203	化合物半導体層含有基板およびその 製造方法ならびにこれを用いた半導 体装置 半導体の製造方法及びその製造装置
			種結晶、下地基板 の改良／種結晶、 下地基板の組成を 規定	特許3257442 97.04.09 C30B29/38	窒化ガリウム結晶の製造方法 シリコン基板上に非晶質二酸化ケイ素薄 膜および前記二酸化ケイ素薄膜上に単 結晶シリコン薄膜を形成した後に、前記 シリコン薄膜を炭化水素雰囲気中で加熱 し前記シリコン薄膜を炭化ケイ素薄膜に変 換し、シリコン基板上に二酸化ケイ素、炭 化ケイ素がこの順に形成される構成と し、続いて前記 炭化ケイ素上に窒 化ガリウムを形成 した後に前記シリ コン基板および二 酸化ケイ素を除去 することを特徴 とする窒化ガリウ ム結晶の製造方 法。 

表 2.6.4 松下電器産業の技術要素別課題対応特許 (2/5)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／ミスフィット転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸形成	特開2000-353669 98.09.14 H01L21/205 [被引用 3回]	半導体基板およびその製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2003-229372 97.06.16 H01L21/205	半導体の製造方法、半導体装置の製造方法及び半導体基板の製造方法
	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特表2003-517416 99.05.07 C30B29/38 シー・ビー・エル・テクノロジー・インク(米国)	連続したハイドライド気相エピタキシャル法
			成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2003-224071 02.01.29 H01L21/20	窒化物系半導体の製造方法及びそれを用いた窒化物半導体素子
				特開2002-217113 01.01.16 H01L21/205	窒化物半導体層の製造方法および窒化物半導体基板の製造方法ならびに窒化物半導体基板製造用基体
				特開2001-332502 00.05.24 H01L21/205	半導体装置およびその製造方法ならびに半導体基板の製造方法
			結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特表2004-508268 00.09.06 C30B29/38 シー・ビー・エル・テクノロジー・インク(米国)	欠陥の少ない、亀裂のないエピタキシャル膜を不整合基板上に形成する方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開2002-075871 00.08.24 H01L21/205 [被引用 1回]	半導体基板の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸とマスク部形成	特開2002-110569 00.10.04 H01L21/205	半導体装置の製造方法および半導体装置ならびに半導体基板の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特開2003-119100 01.07.11 C30B29/38	エピタキシャル処理用基板、エピタキシャルウエハ、半導体装置およびエピタキシャル成長方法
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特表2003-517721 99.05.07 H01L21/205 シー・ビー・エル・テクノロジー・インク(米国)	マグネシウムをドーブしたⅢⅤ族窒化物及び方法
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	成長膜厚の厚膜化・均一化	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2003-332237 02.03.08 H01L21/20	半導体薄膜の製造方法
			結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開2002-316892 01.04.12 C30B25/14	気相成長装置

表 2.6.4 松下電器産業の技術要素別課題対応特許 (3/5)

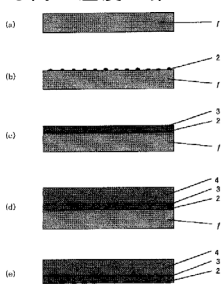
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	基板品質向上	表面粗さの低減化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特許3491492 97.04.09 C30B29/38	窒化ガリウム結晶の製造方法 ガリウムを含むガス雰囲気中で基板を加熱する第一の工程と、前記基板の上に、金属ガリウムを含む生成物の成長核を形成した後、前記生成物の成長核の成長温度よりも低い温度で第一の窒化ガリウムを形成する第二の工程と、前記第一の窒化ガリウム上に前記成長核および前記第一の窒化ガリウムの形成温度よりも高い温度で第二の窒化ガリウムを形成する第三の工程とを有し、前記第三の工程の終了後、前記基板を除去することを特徴とする窒化ガリウム結晶の製造方法。 
		反りの低減化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開2002-134422 00.10.25 H01L21/205	窒化物半導体膜の製造方法および窒化物半導体基板の製造方法
		E P D の低減化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸形成	特開2001-176809 99.10.06 H01L21/205	半導体装置および半導体基板ならびにそれらの製造方法
結晶成長／複数成長方法共通	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／貫通転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特開平10-341036 97.04.09 H01L33/00	半導体基板、半導体素子及びそれらの製造方法
熱処理	その他	環境、安全対策	熱処理条件の変更／被覆材で被覆後に熱処理	特開平06-188248 (みなし取下げ) 92.12.16 H01L21/324	アニール方法
				特開平05-243279 (みなし取下げ) 92.03.02 H01L21/338	G a A s 基板のアニール方法および G a A s 半導体装置の製造方法
加工	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2002-353152 01.03.23 H01L21/205	窒化物半導体基板の製造方法
			加工方法の改良／種結晶、下地基板からの分離方法の変更	特開2003-303743 02.04.08 H01L21/02	窒化物半導体装置の製造方法及び窒化物半導体基板の製造方法
	基板品質向上	表面粗さの低減化	基板の表面処理／基板表面に同一物質を成膜	特開2003-234301 01.10.25 H01L21/205	半導体基板、半導体素子及びその製造方法
		加工損傷防止	加工方法の改良／研磨方法の改良	特開2001-322899 00.05.11 C30B29/38	窒化ガリウム系化合物半導体基板及びその製造方法

表 2.6.4 松下電器産業の技術要素別課題対応特許 (4/5)

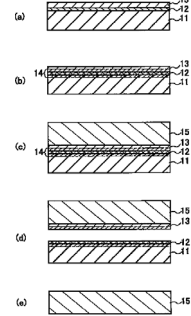
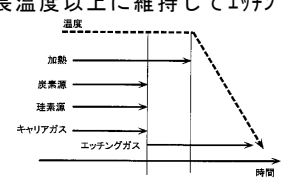
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
加工	基板品質 向上	E P D の低減 化	基板の表面処理／ 基板表面に同一物 質を成膜	特開2004-146605 02.10.24 H01L21/20	窒化物半導体ウエハの製造方法およ び発光デバイスの製造方法
		面方位、表裏 の識別性向上	基板の形状、性 質、方位を規定／ 基板形状を規定	特開2002-222746 01.01.23 H01L21/02	窒化物半導体ウエーハ及びその製造 方法
	歩留まり 向上	割れ、欠けの 防止	成長結晶の形状、 組成を規定／応力 緩和層を形成	特開2000-357663 99.04.14 H01L21/205	I I I 族窒化物系化合物半導体基板 の製造方法
			成長結晶の形状、 組成を規定／その 他機能層を形成	特開2003-007616 01.03.23 H01L21/20	半導体膜の製造方法
			種結晶、下地基板 の改良／種結晶、 下地基板の組成を 規定	特許3598075 01.05.11 H01L21/205	窒化物半導体基板の製造方法 母材基板上に窒化物半導体厚膜 を形成することにより窒化物半導体 基板を製造する方法であって、前記 母材基板の所定領域にイオン注入する 第1の工程と、 前記母材基板上 に窒化物半導体 厚膜を形成する 第2の工程と、 前記窒化物半導 体厚膜を前記母 材基板から剥離 させて窒化物半 導体基板とする 第3の工程とを 含むことを特徴 とする窒化物半 導体基板の製造 方法。 
				特開2002-222772 01.01.29 H01L21/268	窒化物半導体基板の製造方法
			種結晶、下地基板 の改良／種結晶、 下地基板表面に凹 凸形成	特開2002-293699 01.01.29 C30B29/38	窒化物半導体基板の製造方法
			種結晶、下地基板 の改良／種結晶、 下地基板表面にマ スク部形成	特開2002-316893 01.01.29 C30B25/18	化合物半導体ウエハの製造方法
			加工方法の改良／ 種結晶、下地基板 からの分離方法の 変更	特開2002-338398 01.05.18 C30B29/38	窒化物半導体基板の製造方法および 窒化物半導体装置の製造方法
				特開2002-222773 01.01.29 H01L21/268	窒化物半導体ウエハの製造方法
	生産性の 向上	熱処理・加工 時間の短縮化	成長結晶の形状、 組成を規定／その 他機能層を形成	特開2003-034599 01.04.13 C30B29/38	I I I 族窒化物半導体基板の製造方 法
			加工方法の改良／ 種結晶、下地基板 からの分離方法の 変更	特開2003-002797 01.06.18 C30B29/38	半導体基板の製造方法及び装置
	その他	デバイス特性 の向上	基板の表面処理／ 基板表面に同一物 質を成膜	特開2003-086816 01.09.07 H01L29/872	S i C 基板、S i C 半導体素子及び その製造方法

表 2.6.4 松下電器産業の技術要素別課題対応特許 (5/5)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
加工	その他	デバイス特性の向上	基板の表面処理／ 基板表面に同一物質を成膜	特許3405687 98.11.12 H01L21/205 [被引用 1回]	炭化珪素膜の製造方法 基板上に炭化ケイ素を結晶成長させる工程において、炭素源およびケイ素源の供給を停止した後に、基板温度を結晶成長温度以上に維持してエッチングガスを供給することを特徴とする炭化ケイ素膜の製造方法。 
基板	基板品質向上	表面粗さの低減化	基板の形状、性質、方位を規定／ 基板方位を規定	特開2003-112999 01.10.03 C30B29/38	半導体基板、半導体装置及びそれらの製造方法並びに結晶成長方法
	その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開2002-261033 (拒絶査定確定) 00.12.20 H01L21/205	半導体の製造方法、半導体基板の製造方法及び半導体発光素子
		デバイス作製時の歩留まり向上	基板の表面処理／ 基板の裏面処理	特開2002-141283 00.08.08 H01L21/20	半導体基板、その製造方法、半導体装置及びパターン形成方法

2.7 日亜化学工業

2.7.1 企業の概要

商号	日亜化学工業 株式会社
本社所在地	〒774-8601 徳島県阿南市上中町岡 491 番地
設立年	1956 年（昭和 31 年）
資本金	122 億 86 百万円
従業員数	約 3,300 名
事業内容	蛍光体、発光ダイオード（LED）、半導体レーザー（LD）、光半導体材料等の製造・販売

蛍光体を中心とした精密化学品の製造・販売を主体に事業を行っていたが、1993 年に青色 LED を発表して以来、紫外～黄色までの窒化物 LED や白色 LED といった各種の LED を商品化している。

（出典：日亜化学工業のホームページ <http://www.nichia.co.jp>）

2.7.2 製品例

化合物半導体デバイスの発光ダイオード（LED）や半導体レーザー（LD）を製造・販売している。また、化合物半導体材料のガリウムおよびインジウムも提供している。しかし、化合物半導体基板は提供していない。

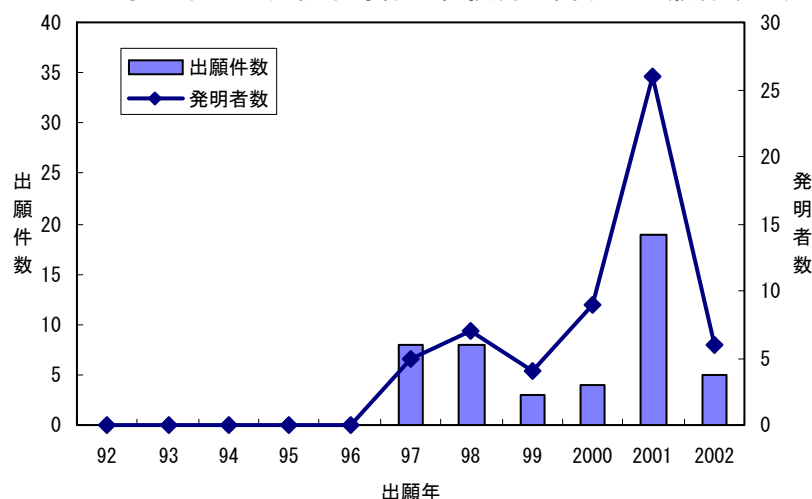
2.7.3 技術開発拠点と研究者

図 2.7.3 に、日亜化学工業の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

日亜化学工業の場合、1997年以降に出願を開始後、出願件数、発明者数が増加しており、01年には出願件数19件、発明者数26人と最大となった。

開発拠点：徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

図2.7.3 日亜化学工業の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2.7.4 技術開発課題対応特許の概要

図 2.7.4-1 に、日亜化学工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

物質別にみると、「窒化物半導体」に関する出願が最も多い。このことから、日亜化学工業は、窒化ガリウム (GaN) などの窒化物半導体に特化していることが分かる。

「窒化物半導体」に関する出願について技術要素別にみると、「気相エピタキシャル成長法」に関する出願が最も多く、次いで「加工」となっている。

日亜化学工業の化合物半導体デバイス作製における気相エピタキシャル成長技術を生かした化合物半導体基板の開発を進めていることが分かる。

図2.7.4-1 日亜化学工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布

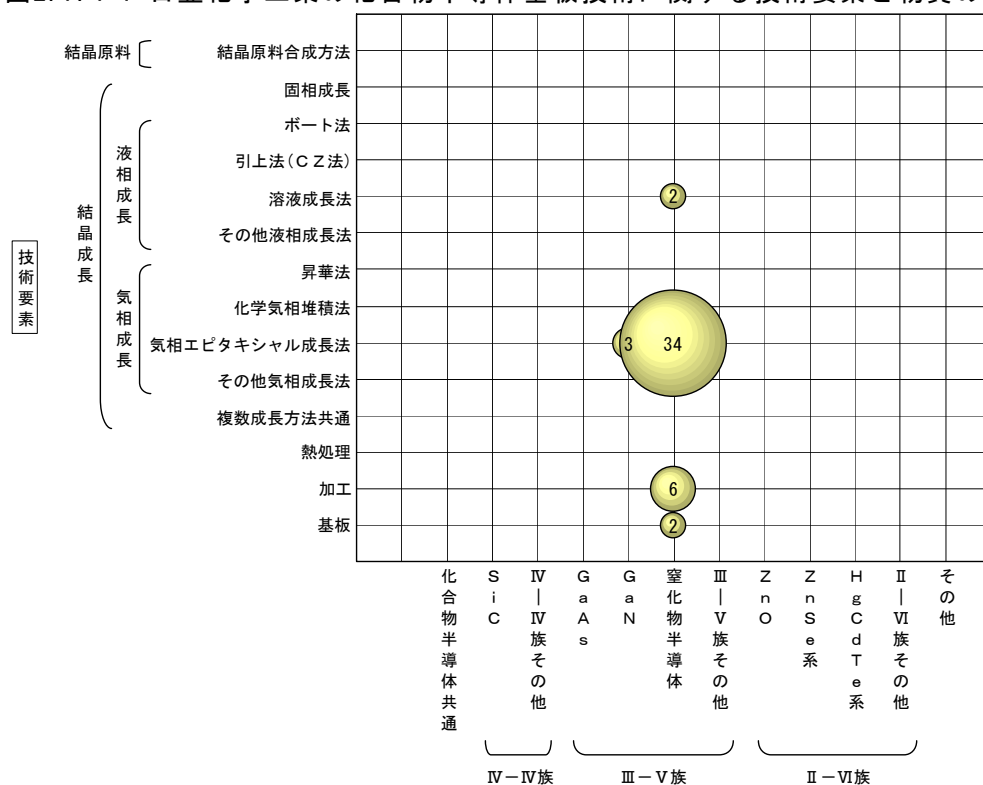


図 2.7.4-2 に、日亜化学工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

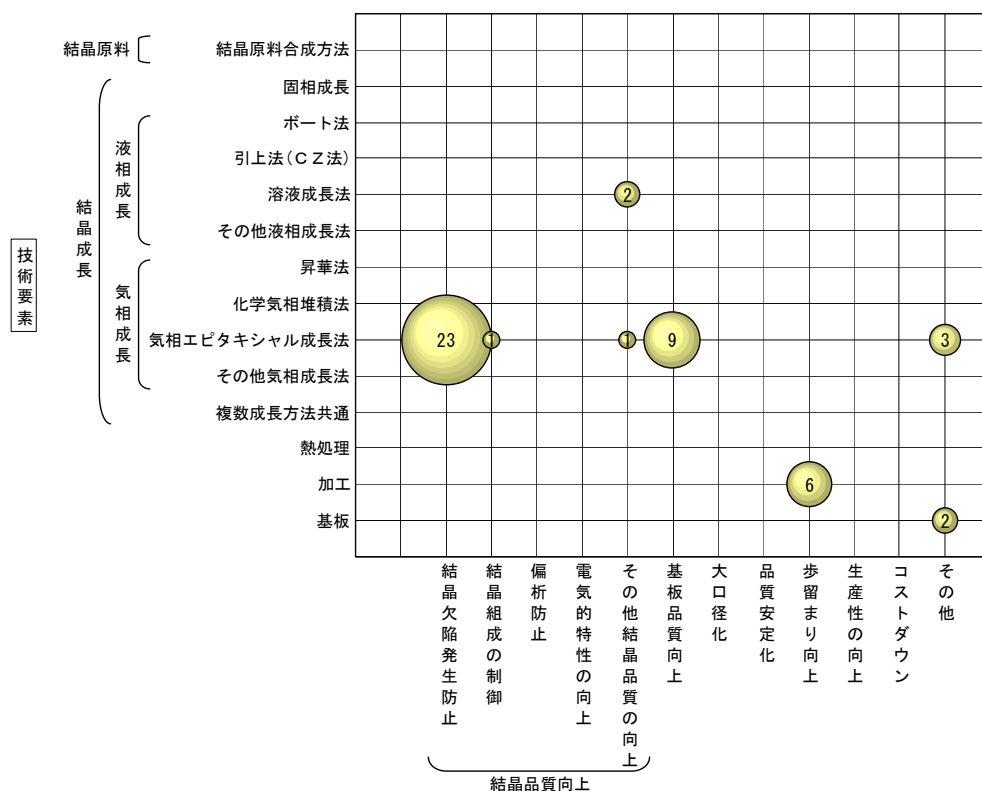
技術要素別にみると、「気相エピタキシャル成長法」に関する出願が最も多く、次いで「加工」となっている。

「気相エピタキシャル成長法」に関する課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「基板品質向上」となっている。

「加工」に関する課題についてみると、「歩留まり向上」に出願が集中している。

この「歩留まり向上」は、窒化ガリウム（GaN）基板を気相エピタキシャル成長法により成長させ、下地基板より剥離する際の割れ、欠けの防止を課題とするものである。

図2.7.4-2 日亜化学工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

図2.7.4-3に、日亜化学工業の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「基板品質向上」となっている。

「結晶欠陥発生防止」に対する解決手段をみると、「種結晶、下地基板の改良」に関する出願が最も多く、次いで「結晶成長条件の変更」となっている。

「種結晶、下地基板の改良」は、種結晶、下地基板の表面を凹凸に加工したり、マスク部を形成したりするものである。

「結晶成長条件の変更」は、成長温度などの条件を変更して複数回成長を行うものなどがある。

図2.7.4-3 日亜化学工業の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布

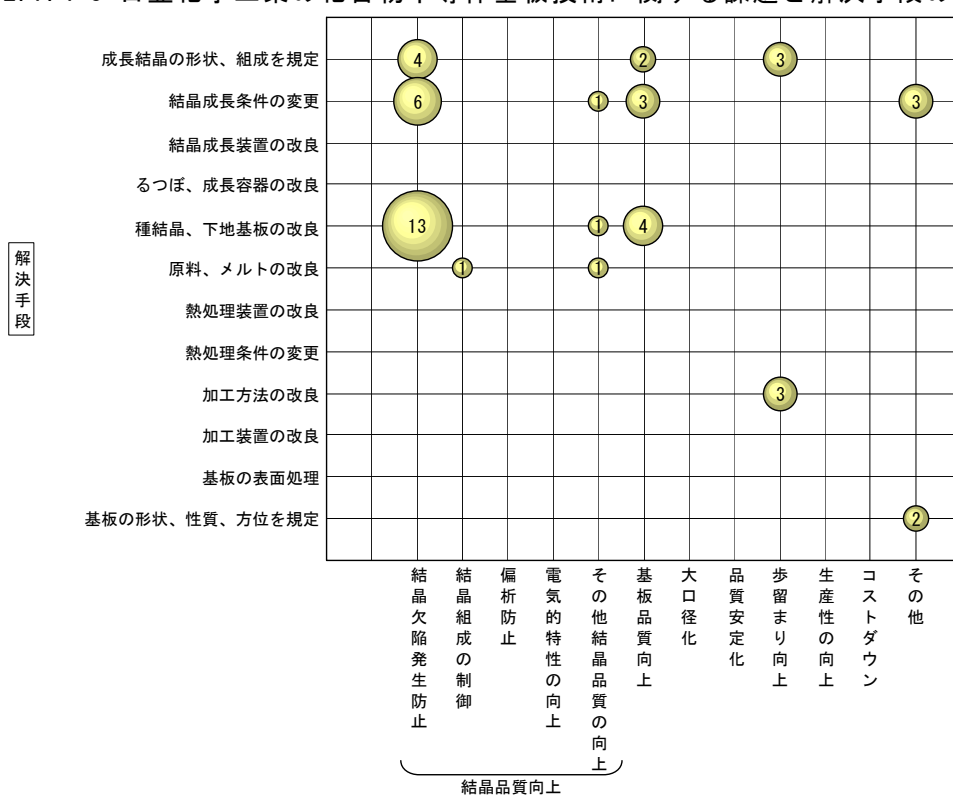


表2.7.4に、日亜化学工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許47件を示す。そのうち、登録になった11件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.7.4 日亜化学工業の技術要素別課題対応特許（1/6）

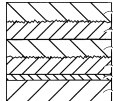
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／ 溶液成長／液相成長	結晶品質 向上／その他結晶 品質の向上	実用サイズの 結晶化	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開2004-168656 01.06.06 C30B29/38 アンモ / スフゝカ シゝ オ グゝラニヲノン オトゝホゝウ イェトゝニア(ホゝーラントゝ)	ガリウム含有窒化物のバルク単結晶 の製造法
			原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開2003-040699 01.06.06 C30B29/38 アンモ / スフゝカ シゝ オ グゝラニヲノン オトゝホゝウ イェトゝニア(ホゝーラントゝ)	ガリウム含有窒化物のバルク単結晶 の製造法
結晶成長／気相成長／ 気相エピタキシャル成長法	結晶品質 向上／結晶欠陥発 生防止	低転位化（線 状欠陥発生防 止）／貫通転 位発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特許3456413 97.11.26 H01L21/205 [被引用 1回]	窒化物半導体の成長方法及び窒化物 半導体素子 窒化物半導体と異なる材料よりなる異種基板の上に成長された第1の窒化物半導体層と、その第1の窒化物半導体層の表面に部分的に形成され、表面に窒化物半導体が成長しにくい性質を有する保護膜とからなる下地層を加熱し、その下地層の表面に窒素源のガスと、3族源のガスとを同時に供給して、前記保護膜および下地層の上に、連続した第2の窒化物半導体層を成長させる窒化物半導体の成長方法において、前記3族源のガスに対する窒素源のガスのモル比（窒素源／3族源）を2000以下に調整することとを特徴とする窒化物半導体の成長方法。 
			結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特開2003-017420 01.07.04 H01L21/205 特許3613197 01.04.17 H01L21/205	窒化ガリウム系化合物半導体基板、 及びその製造方法 窒化物半導体基板、及びその成長方法 基板上に気相エピタキシャル成長法を用いて窒化物半導体を成長させる窒化物半導体基板の成長方法であって、基板上に、第1の窒化物半導体層と、その上に第2の窒化物半導体層とを成長させ、前記第1の窒化物半導体層と前記第2の窒化物半導体層との界面にクレータ、または凸型の斜面を有する成長界面を形成する工程を備える窒化物半導体基板の成長方法。 
				特開2002-223041 01.01.23 H01S5/343, 610	窒化ガリウム系化合物半導体の成長 方法及び成長基板
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸形成	特開2004-056051 02.07.24 H01L21/205 特開2003-332244 02.05.13 H01L21/205	窒化物半導体基板の製造方法 窒化物半導体基板の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2002-033282 00.07.13 H01L21/205 特開2004-253817 97.04.11 H01L21/205	窒化物半導体基板及びその製造方法 窒化物半導体レーザ素子
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸とマスク部形成	特開2003-142414 01.11.02 H01L21/205	窒化物半導体の成長方法

表 2.7.4 日亜化学工業の技術要素別課題対応特許 (2/6)

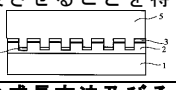
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／貫通転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸とマスク部形成	特許3491538 97.10.09 H01S5/323, 610 [被引用 2回]	窒化物半導体の成長方法及び窒化物半導体素子 窒化物半導体と異なる材料よりなる異種基板の上に、窒化物半導体を成長させた後、該窒化物半導体の縦方向の成長を抑え、窒化物半導体を横方向のみに成長させ、続いて、縦および横方向に成長させることを特徴とする窒化物半導体の成長方法。 
		低転位化（線状欠陥発生防止）／ミスフィット転位発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2004-119807 02.09.27 H01L21/02	窒化物半導体結晶の成長方法及びそれを用いた素子
			結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特開平11-251253 98.03.05 H01L21/205 [被引用 3回]	窒化物半導体基板の製造方法および窒化物半導体基板
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開平11-219909 97.11.26 H01L21/205	窒化物半導体基板上に活性層を備えた窒化物半導体層を有する窒化物半導体素子及びその成長方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、下地基板の劣化防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2003-045807 01.07.27 H01L21/205	窒化物半導体基板、及びその製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、基板からの転位の伝播防止	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2000-012979 98.06.26 H01S3/18	窒化物半導体基板の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸とマスク部形成	特許3436128 98.04.28 H01L33/00 [被引用 2回]	窒化物半導体の成長方法及び窒化物半導体素子 窒化物半導体と異なる材料よりなる異種基板の上に、第1の窒化物半導体層を成長させる第1の工程と、第1の工程後、第1の窒化物半導体層の上に保護膜を形成する第2の工程と、第2の工程後、第1の窒化物半導体層の端面を露出させるために、第1の窒化物半導体層の一部を除去して凹凸を形成する第3の工程と、第3の工程後、第2の窒化物半導体層を成長させる第4の工程とを含み、さらに前記凹凸を形成する際に、凹部の底面に対して露出された第1の窒化物半導体層の端面への窒化物半導体の成長が優先されるように、露出された第1の窒化物半導体層の端面の長さ、凹部の開口部の幅とを調整することを特徴とする窒化物半導体の成長方法。 
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸形成	特開2001-039800 99.05.21 C30B29/38	窒化物半導体の成長方法及び窒化物半導体素子
				特開2000-244061 98.12.21 H01S3/18, 664 [被引用 1回]	窒化物半導体の成長方法及び窒化物半導体素子
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2003-077841 01.08.31 H01L21/205	窒化物半導体基板、及びその成長方法

表 2.7.4 日亜化学工業の技術要素別課題対応特許 (3/6)

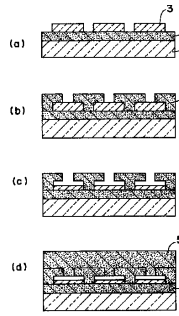
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止(成長後)／熱歪みによる転位発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2003-063895 01.06.13 C30B29/38	窒化物半導体基板、及びその製造方法
				特開2003-037066 01.05.17 H01L21/205	窒化物半導体基板、及びその成長方法
			結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開2003-212697 02.01.24 C30B29/38	窒化ガリウム単結晶の成長方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開2002-280311 01.03.21 H01L21/205	III族窒化物半導体基板、並びにその製造方法
	結晶品質向上／結晶組成の制御	不純物濃度の制御	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開2003-037076 01.07.26 H01L21/205	窒化ガリウム系化合物半導体の製造方法
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	成長膜厚の厚膜化・均一化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開平11-191657 97.04.11 H01S3/18 [被引用 2回]	窒化物半導体の成長方法及び窒化物半導体素子
	基板品質向上	表面粗さの低減化	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開2003-238297 98.09.16 C30B29/38	窒化物半導体基板及びそれを用いた窒化物半導体素子
			結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特開2003-055099 01.08.22 C30B29/38	窒化ガリウム系化合物半導体基板の製造方法及び窒化ガリウム系化合物半導体基板
		反りの低減化	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2003-073196 01.08.31 C30B29/38	窒化物半導体基板およびその製造方法
				特許3589200 00.06.19 H01L21/205	窒化物半導体基板及びその製造方法、並びにその窒化物半導体基板を用いた窒化物半導体素子 支持基板上に、部分的にストライプ状または格子状の保護膜を形成し、前記支持基板露出部より保護膜上に第1の窒化物半導体を横方向成長させて前記保護膜を覆わない状態で止め、保護膜を除去することにより横方向成長した第1の窒化物半導体の下部に空間を形成し、その後、第1の窒化物半導体の上面、または上面および横方向成長部分である側面より第2の窒化物半導体を成長させる。 
				特許3292083 97.03.11 H01S5/323 [被引用16回]	窒化物半導体基板の製造方法及び窒化物半導体素子の製造方法 窒化物半導体と異なる材料よりなる厚さ1mm以上の基板の上に、後工程で成長させる窒化物半導体の成長温度より低温で $0.3\mu\text{m}$ 以下の膜厚を有する $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 < x \leq 0.3$) よりなるバッファ層を成長させた後、窒化物半導体を $100\mu\text{m}$ 以上の膜厚で成長させた後、その基板を除去することを特徴とする窒化物半導体基板の製造方法。前記窒化物半導体基板の成長法がハイドライト気相成長法であることを特徴とする。

表 2.7.4 日亜化学工業の技術要素別課題対応特許 (4/6)

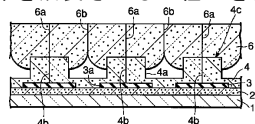
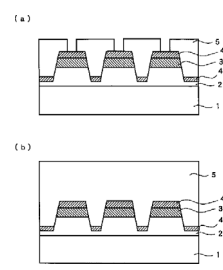
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	基板品質向上	反りの低減化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開2000-252219 99.03.02 H01L21/205	窒化物半導体及びGaN基板の製造方法
		E P D の低減化	結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特許3589185 00.08.24 H01L21/20	窒化物半導体の成長方法と窒化物半導体基板 基板上に、第1の窒化物半導体層を成長させその窒化物半導体層を周期的に露出させる第1の保護膜を形成する工程と、露出された第1の窒化物半導体を核として第2の窒化物半導体を第1の保護膜上を横方向に成長させて第1の保護膜上で接合させることにより、第1の保護膜を覆う第2の窒化物半導体層を形成する工程と、第2の窒化物半導体の接合部とその両側に横方向に成長された第2の窒化物半導体層を覆いかつ第1の窓部上の第2の窒化物半導体層を開口させる第2の保護膜を形成する工程と、開口させた第2の窒化物半導体層をエッチングして凸部と凹部を形成する工程と、第2の窒化物半導体層の凸部を核として第3の窒化物半導体を成長させる工程とを含む。 
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2004-158500 02.11.01 H01L21/205	窒化物半導体、窒化物半導体基板、窒化物半導体素子及びそれらの製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸とマスク部形成	特許3460581 98.05.28 H01L33/00 [被引用 1回]	窒化物半導体の成長方法及び窒化物半導体素子 窒化物半導体と異なる材料よりなる異種基板の上に、第1の窒化物半導体を成長させる第1の工程と、第1の工程後、前記第1の窒化物半導体の表面に部分的に第1の保護膜を形成する第2の工程と、第2の工程後、前記第1の保護膜の形成されていない部分の第1の窒化物半導体をエッチングにより除去し保護膜下部に順列形状の凸部を形成する第3の工程と、第3の工程後、第1の窒化物半導体の上から全面に第2の保護膜を形成し、その後、エッチングにより、第1の窒化物半導体の凸部側面に形成された第2の保護膜を除去することにより、第1の窒化物半導体の平面部のみに第2の保護膜を形成する第4の工程と、第4の工程後、前記第1の窒化物半導体の側面から第2の窒化物半導体を成長させる第5の工程とを含むことを特徴とする窒化物半導体の成長方法。 

表 2.7.4 日亜化学工業の技術要素別課題対応特許 (5/6)

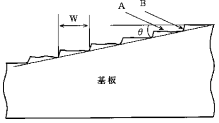
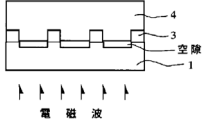
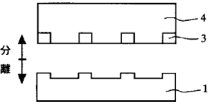
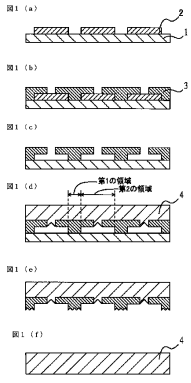
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／ 気相成長／ 気相エピタキシャル成長法	その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特許3525773 98.12.02 H01S5/02	窒化物半導体基板およびそれを用いた窒化物半導体素子 ステップ状にオフアングルされたサファイア基板上に、第1の窒化物半導体、その上にストライプ状に形成された窒化物半導体と異なる保護膜、さらにその上に第2の窒化物半導体が形成されてなり、さらに前記オフアングルされたサファイア基板のステップに沿う方向(段差方向)は、サファイア基板のA面に対して垂直に形成されてなり、さらに前記ストライプ状の保護膜は、前記オフアングルされたサファイア基板のステップに沿う方向(段差方向)に対して平行に形成することを特徴とする窒化物半導体基板。 
		デバイス特性の向上	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開2004-006886 97.11.26 H01L21/205	窒化物半導体の成長方法及び窒化物半導体素子
			結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特開2002-100579 00.07.17 H01L21/205	窒化物半導体基板及びその製造方法
加工	歩留まり向上	割れ、欠けの防止	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特許3518455 99.12.15 H01L21/268	窒化物半導体基板の作製方法 第1の面と第2の面とを有し窒化物半導体と異なる材料からなる透明な異種基板の第1の面上に、窒化物半導体からなる下地層を成長させる第1の工程と、前記第1の工程後に、前記下地層を部分的に異種基板までエッチングして凹凸を形成し、凹部側面に窒化物半導体の横方向の成長が可能な面を露出させる第2の工程と、第2の工程後に、前記凹凸を有する下地層上に、第1の窒化物半導体を成長させ、転位の低減された第1の窒化物半導体を形成するとともに、凹部底部の異種基板と第1の窒化物半導体との間に空隙を形成させる第3の工程と、前記第3の工程後に、前記異種基板の第2の面に電磁波を照射し、下地層と異種基板との界面で分離して異種基板を取り除く第4の工程と、を有することを特徴とする窒化物半導体基板の作製方法。 [電磁波を照射]  [異種基板を分離] 

表 2.7.4 日亜化学工業の技術要素別課題対応特許 (6/6)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
加工	歩留まり 向上	割れ、欠けの 防止	成長結晶の形状、 組成を規定／応力 緩和層を形成	特許3528814 01.05.02 H01L21/205	窒化物半導体から成る単体基板の製 造方法 支持基板上に T字形状を有す る第1の窒化物 半導体層を成長 させ、その後、 第1の窒化物半 導体層の上面、 およびT字両翼 側面より第2の 窒化物半導体層 を成長させた 後、ラッパング により支持基板を 除去し、単体基 板の窒化物半導 体を得る。 
			成長結晶の形状、 組成を規定／その 他機能層を形成	特開2003-055097 01.08.07 C30B29/38	窒化物半導体から成る単体基板及び その製造方法
			加工方法の改良／ 種結晶、下地基板 からの分離方法の 変更	特開2002-329665 01.04.27 H01L21/20	窒化物半導体から成る単体基板の製 造方法
				特開2002-289491 01.03.26 H01L21/02	窒化物半導体基板、それも用いた窒 化物半導体素子の製造方法
				特開2002-237458 01.02.08 H01L21/205	窒化物半導体基板の製造方法
基板	その他	エピタキシャ ル成長膜の品 質向上	基板の形状、性 質、方位を規定／ 基板方位を規定	特開2000-156348 98.09.16 H01L21/205	窒化物半導体基板及びそれを用いた 窒化物半導体レーザ素子
			基板の形状、性 質、方位を規定／ 基板形状を規定	特開2002-261014 97.03.11 H01L21/20	窒化物半導体素子の製造方法

2.8 昭和電工

2.8.1 企業の概要

商号	昭和電工 株式会社
本社所在地	〒105-8518 東京都港区芝大門 1-13-9
設立年	1939 年（昭和 14 年）
資本金	1,104 億 51 百万円（2003 年 12 月末）
従業員数	4,248 名（2003 年 12 月末）（連結：10,623 名）
事業内容	石油化学品、化学品、無機材料（セラミックス、炭素等）、アルミニウム地金・製品、電子・情報部品・材料等の製造・販売

化合物半導体に関しては、電子材料事業部で、単結晶基板、エピタキシャルウエハ、LED チップと多種多様な材料を製造・販売している。

単結晶基板としては、インジウムリン（InP）基板を製造・販売しており、世界でもトップクラスのシェアを持っている。リン化ガリウム（GaP）基板については、主に自社用に製造している。ヒ化ガリウム（GaAs）基板も製造していたが、2004 年末時点では製造を中止しており、グループ会社が製造・販売をしている（米国 Crystal Specialties Inc. が製造し、昭光通商㈱が販売）。

（出典：昭和電工のホームページ <http://www.sdk.co.jp> およびヒアリング）

2.8.2 製品例

表 2.8.2 に、昭和電工の製品例を示す。

表 2.8.2 昭和電工の製品例 (1/2)

製品名		標準仕様			
導電性 インジウムリン (InP) 基板 (LEC 法)	サイズ	2 インチ			
	直径 (mm)	50.0/50.8±0.3			
	厚さ (μm)	350/450±20			
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤500		≤5,000	≤50,000
	方位 (Orientation)	(100) ±0.1°, (100) 2° off toward <110>			
	導電型 (Dopant)	p-Type (Zn)	n-Type (S)	n-Type (Sn)	n-Type (-)
	キャリア濃度 (cm ⁻³)	4.0~6.0×10 ¹⁸	3.0~8.0×10 ¹⁸	1.0~4.0×10 ¹⁸	≤1.0×10 ¹⁶
導電性 インジウムリン (InP) 基板 (LEC 法)	サイズ	3 インチ			
	直径 (mm)	76.0/76.2±0.3			
	厚さ (μm)	600/625±20			
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤500		≤5,000	≤50,000
	方位 (Orientation)	(100) ±0.1°, (100) 2° off toward <110>			
	導電型 (Dopant)	p-Type (Zn)	n-Type (S)	n-Type (Sn)	n-Type (-)
	キャリア濃度 (cm ⁻³)	4.0~6.0×10 ¹⁸	3.0~8.0×10 ¹⁸	1.0~4.0×10 ¹⁸	≤1.0×10 ¹⁶

表2.8.2 昭和電工の製品例 (2/2)

製品名		標準仕様			
導電性 インジウムリン (InP) 基板 (VGF 法)	サイズ	2インチ			
	直径(mm)	50.0/50.8±0.3			
	厚さ(μm)	350/450±20			
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤500		≤1,000	
	方位 (Orientation)	(100) ±0.1° , (100) 2° off toward <110>			
	導電型(Dopant)	n-Type (S)		n-Type (Sn)	
	キャリア濃度 (cm ⁻³)	2.0~8.0×10 ¹⁸		1.0~4.0×10 ¹⁸	
半絶縁性 インジウムリン (InP) 基板 (LEC 法)	サイズ	2インチ	3インチ	4インチ	6インチ
	直径(mm)	50.0/50.8±0.3	76.0/76.2±0.3	100.0±0.3	150.0±0.3
	厚さ(μm)	350/450±20	600/625±20	625±25	675±25
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤5,000	≤30,000	≤50,000	≤150,000
	方位 (Orientation)	(100) ±0.1° , (100) 2° off toward <110>			
	ドーパント (Dopant)	Fe			
	抵抗率 (Ω・cm)	≥1×10 ⁷			
半絶縁性 インジウムリン (InP) 基板 (VGF 法)	サイズ	2インチ	3インチ	4インチ	
	直径(mm)	50.0/50.8±0.3	76.0/76.2±0.3	100.0±0.3	
	厚さ(μm)	350/450±20	600/625±20	625±25	
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤1,000	≤3,000	≤5,000	
	方位 (Orientation)	(100) ±0.1° , (100) 2° off toward <110>			
	ドーパント (Dopant)	Fe			
	抵抗率(Ω・cm)	≥1×10 ⁷			

2.8.3 技術開発拠点と研究者

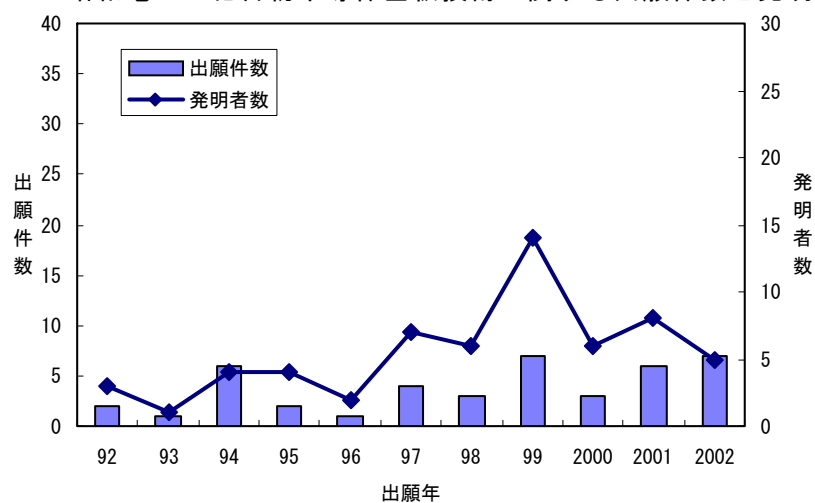
図 2.8.3 に、昭和電工の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

昭和電工の場合、1992年以降、出願件数、発明者数ともに微増しながら継続して出願がされている。

開発拠点：

千葉県千葉市緑区大野台一丁目 1 番 1 号	昭和電工株式会社研究開発センター内
埼玉県秩父市大字下影森1505番地	昭和電工株式会社研究開発センター内
埼玉県秩父市大字下影森1505番地	昭和電工株式会社電子材料事業部内

図2.8.3 昭和電工の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2.8.4 技術開発課題対応特許の概要

図 2.8.4-1 に、昭和電工の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

物質別にみると、「炭化ケイ素 (SiC)」に関する出願が最も多く、次いで「Ⅲ－Ⅴ族その他」、「Ⅱ－Ⅵ族その他」となっている。

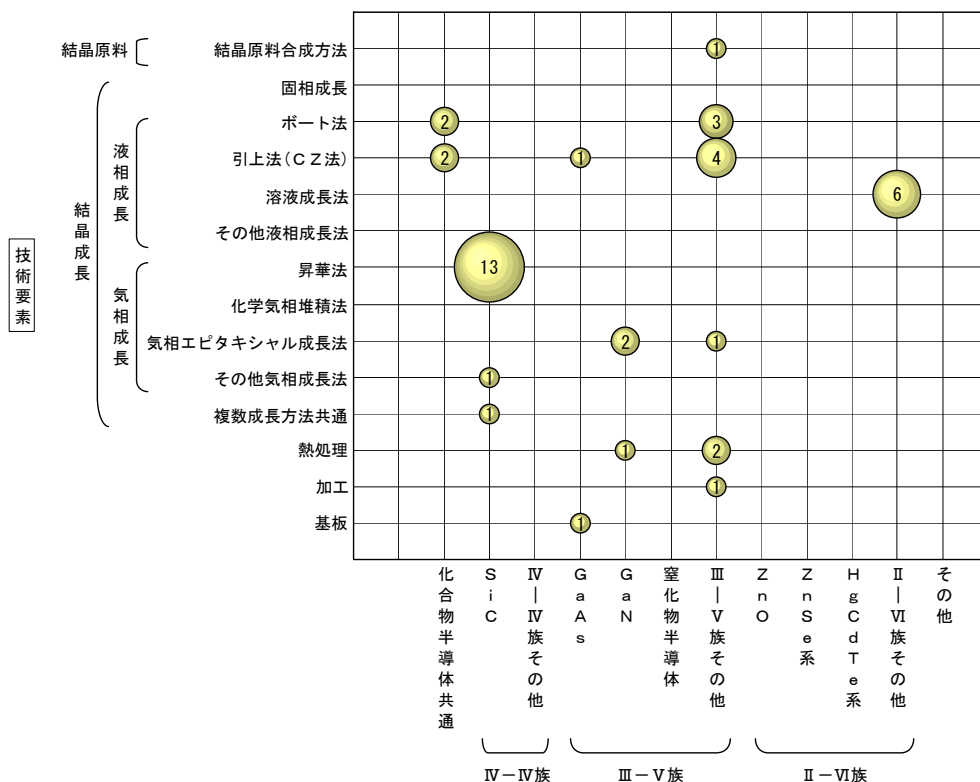
「Ⅲ－Ⅴ族その他」の出願 12 件の明細書中の実施例のうち 6 件が、また「化合物半導体共通」の出願 4 件の明細書中の実施例のうち 3 件がインジウムリン (InP) の出願となっており、昭和電工の主力製品であるインジウムリン (InP) 基板の出願が多い。

「Ⅱ－Ⅵ族その他」の出願 6 件の明細書中の実施例すべてがセレン化亜鉛 (ZnSe) に関するものである。

「炭化ケイ素 (SiC)」の技術要素についてみると、「昇華法」に関する出願に集中し、「Ⅲ－Ⅴ族その他」の技術要素についてみると、「引上法 (CZ 法)」、「ボート法」に関する出願が多く、「Ⅱ－Ⅵ族その他」の技術要素についてみると「溶液成長法」に出願が集中している。

これらより、昭和電工は「結晶成長」に関する出願が多いことが分かる。

図 2.8.4-1 昭和電工の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



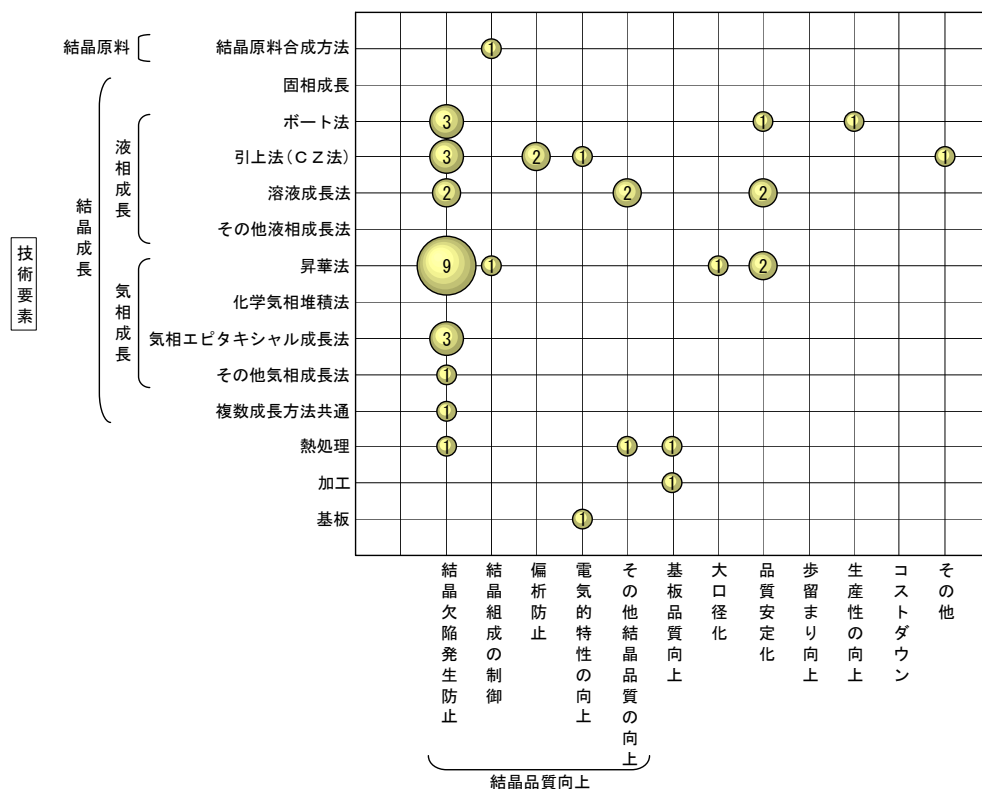
物質 (1992年1月～2002年12月の出願)

図 2.8.4-2 に、昭和電工の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。技術要素別にみると、「昇華法」に関する出願が最も多く、次いで「引上法（CZ 法）」となっている。

「昇華法」に関する課題は、「結晶欠陥発生防止」に出願が集中しており、「引上法（CZ 法）」に関しては、「結晶欠陥発生防止」、次いで「偏析防止」が多い。

昭和電工は「結晶成長」を技術要素とし、「結晶欠陥発生防止」の課題を解決しようとする出願が多いことが分かる。

図2.8.4-2 昭和電工の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

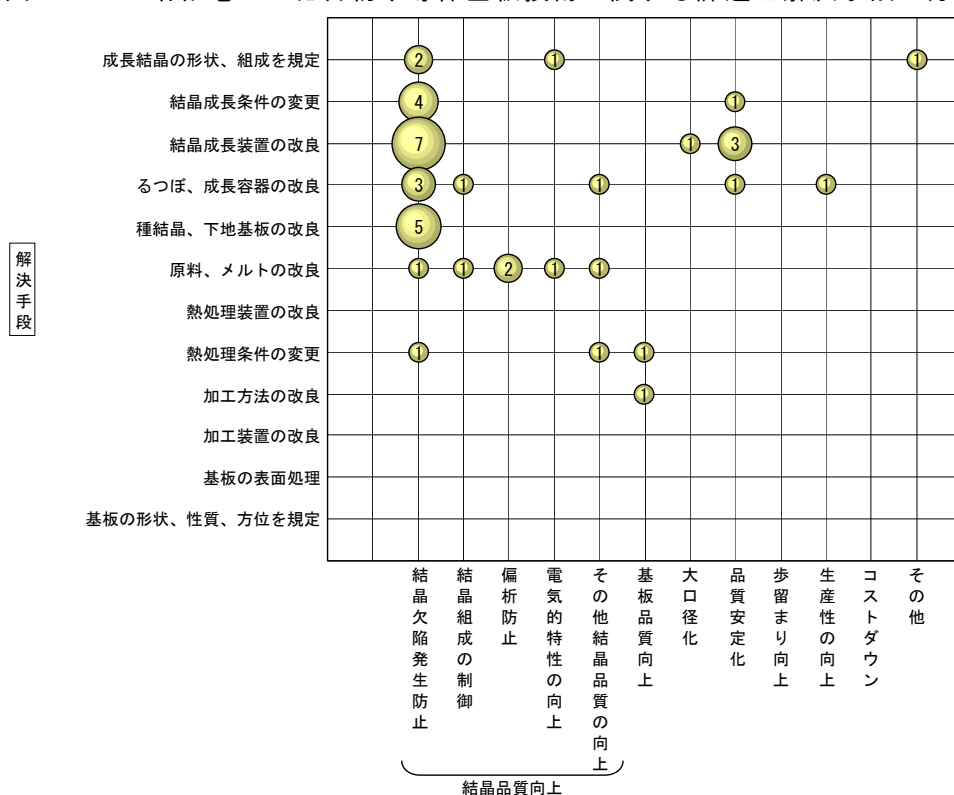
図2.8.4-3に、昭和電工の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「品質安定化」となっている。

「結晶欠陥発生防止」に関する解決手段をみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多く、次いで「種結晶、下地基板の改良」となっている。

「品質安定化」に関する解決手段をみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が多い。

解決手段についてみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多く、「るつぼ、成長容器の改良」、「原料、メルトの改良」、「結晶成長条件の変更」に関する出願も多くなっている。

図2.8.4-3 昭和電工の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表2.8.4に、昭和電工の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許42件を示す。そのうち、登録になった2件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.8.4 昭和電工の技術要素別課題対応特許 (1/4)

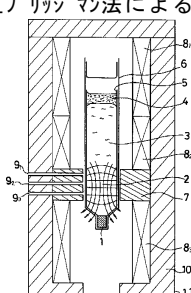
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶原料／結晶 原料合成方法	結晶品質 向上／結 晶組成の 制御	不純物濃度の 制御	原料、メルトの改 良／原料作製条件 の変更	特開2002-160911 00.11.20 C01B25/08	I n P 多結晶の製造方法
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質 向上／結 晶欠陥発 生防止	点欠陥発生防 止	結晶成長条件の変 更／メルト、原料 の調整（成長中）	特開2003-137699 01.10.26 C30B29/40, 501	I n P 単結晶およびその製造方法
		面欠陥発生防 止／双晶発生 防止	るつぼ、成長容器 の改良／増径部の 形状の規定	特開平09-110575 95.10.19 C30B11/00	単結晶製造用ルツボ及び単結晶の製 造方法
			種結晶、下地基板 の改良／種結晶、 下地基板の形状を 規定	特開2004-131330 02.10.10 C30B11/14	化合物半導体単結晶、その製造方 法、および化合物半導体単結晶製造 用ルツボ
	品質安定 化	固液界面形状 の制御性向上	結晶成長装置の改 良／ヒーターの改 良	特許2985040 94.04.15 C30B11/00 [被引用 3回]	単結晶製造装置及び製造方法 単結晶成長用のるつぼ内の底部に 種結晶を收容し、さらにその上部に 原料を收容し、上記するるつぼの外側か ら加熱機構により、前記種結晶收容 部分の温度が低く、前記原料收容部 分の温度が高くなるような温度勾配 に加熱し、かつ前記原料が融液とな るように昇温し、前記温度勾配をそ のまま上方へ移動するように前記る つぼ、または、前記加熱機構を相対 的に移動させることにより単結晶成 長操作を行う垂直ブリッジマン法による 単結晶製造装置 
	生産性の 向上	結晶成長時間 の短縮	るつぼ、成長容器 の改良／るつぼ、 成長容器のその他 の構造改良	特開2004-142992 02.10.24 C30B15/10	ルツボキャップ及び単結晶成長方法
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	結晶品質 向上／結 晶欠陥発 生防止	面欠陥発生防 止／双晶発生 防止	結晶成長条件の変 更／結晶回転数・ るつぼ回転数の調 整	特開2001-106592 99.10.07 C30B15/22	化合物半導体単結晶の製造方法およ び作製した化合物半導体単結晶
		成長結晶の多 結晶化防止 （成長中）／ メルト、原料 ガス対流によ る結晶欠陥発 生防止	結晶成長装置の改 良／成長炉内部材 の構造改良	特開2002-234792 01.02.07 C30B15/00	単結晶製造方法
		成長結晶の多 結晶化防止 （成長後）／ 成長結晶表面 からの元素の 揮発防止	結晶成長装置の改 良／成長炉内部材 の構造改良	特開平09-278582 （みなし取下げ） 96.04.18 C30B15/00	単結晶の製造方法およびその装置

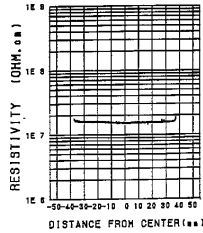
表 2.8.4 昭和電工の技術要素別課題対応特許 (2/4)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法	結晶品質向上／偏析防止	不純物の偏析防止	原料、メルトの改良／不純物元素、濃度を規定	特開2002-280605 01.03.15 H01L33/00	n型GaP単結晶基板、その製造方法、GaP緑色系発光ダイオード用エピタキシャル基板およびGaP緑色系発光ダイオード
			原料、メルトの改良／封止剤の組成、形状、使用量を規定	特開2001-151600 99.11.24 C30B29/44	III-V族化合物半導体単結晶の製造方法
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開平11-012086 (みなし取下げ) 97.06.18 C30B27/02	化合物半導体単結晶の製造方法およびGaAs単結晶
	その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開2002-114600 00.09.29 C30B29/40	InP単結晶基板
結晶成長／液相成長／溶液成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止(成長前)／種結晶、下地基板の劣化防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平08-208366 (みなし取下げ) 93.05.26 C30B7/08 神奈川県科学技術アカデミー、池主 透	溶液結晶成長方法及び溶液結晶成長装置
		成長結晶の多結晶化防止(成長中)／種結晶、下地基板の劣化防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平07-291779 (みなし取下げ) 94.04.20 C30B11/00 神奈川県科学技術アカデミー、池主 透	溶液結晶成長方法及び溶液結晶成長装置
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	実用サイズの結晶化	るつぼ、成長容器の改良／種結晶収容部の形状変更	特開平07-291775 (みなし取下げ) 94.04.20 C30B9/10 神奈川県科学技術アカデミー	溶液結晶成長装置と溶液結晶成長方法
			原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平07-291780 (みなし取下げ) 94.04.20 C30B11/00 神奈川県科学技術アカデミー	溶液結晶成長装置
	品質安定化	シーディングの再現性向上	結晶成長条件の変更／その他結晶成長条件の変更	特開平07-291778 (みなし取下げ) 94.04.20 C30B11/00 神奈川県科学技術アカデミー、池主 透	溶液結晶成長方法及び装置
		固液界面形状の制御性向上	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開平07-291774 (みなし取下げ) 94.04.20 C30B9/10 神奈川県科学技術アカデミー	溶液結晶成長方法及び成長装置
結晶成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化(線状欠陥発生防止)／マイクロパイプ欠陥の防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開2002-284599 01.03.27 C30B29/36 産業技術総合研究所	炭化珪素単結晶の成長方法
			結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開2002-012500 00.06.21 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法、製造装置および炭化珪素単結晶

表 2.8.4 昭和電工の技術要素別課題対応特許 (3/4)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開2003-063890 01.08.28 C30B23/02 産業技術総合研究所, デンソー	低欠陥の単結晶の成長方法及び成長装置
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／結晶多形（ポリタイプ）の生成防止	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平11-199395 98.01.13 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	W02001/048277 99.12.27 C30B29/36	炭化珪素単結晶を製造する方法および装置
				特開2000-319098 99.04.28 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法及び製造装置
			るつぼ、成長容器の改良／補助部材の使用	特開平10-291899 97.04.21 C30B29/36 [被引用 1回]	炭化ケイ素単結晶の製造方法及びその製造装置
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器のその他の構造改良	特開2001-072491 99.08.31 C30B23/06 産業技術総合研究所, デンソー	単結晶の製造方法およびその装置
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／その他の多結晶化防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	W02000/039372 98.12.25 C30B29/36	炭化珪素単結晶の成長方法及び装置
	結晶品質向上／結晶組成の制御	不純物濃度の制御	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開平11-116398 97.10.15 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法
	大口径化	口径拡大化	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開2001-072490 99.08.30 C30B23/00 産業技術総合研究所, デンソー	単結晶の成長装置および製造方法
	品質安定化	成長圧力の制御性向上	るつぼ、成長容器の改良／補助部材の使用	W01999/014405 97.09.12 C30B29/36 [被引用 1回]	炭化珪素単結晶を製造する方法および装置
		成長速度の安定化	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開2004-131376 02.09.19 C30B29/36	炭化珪素単結晶、その製造方法および製造装置
相結エビタキ／気相成長／法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／ミスフィット転位発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2004-115305 02.09.26 C30B29/38 特開2004-119423 02.09.24 H01L21/205	窒化ガリウム単結晶基板、その製造方法、窒化ガリウム系半導体素子および発光ダイオード
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特開2004-119423 02.09.24 H01L21/205	窒化ガリウム結晶基板、その製造方法、窒化ガリウム系半導体素子および発光ダイオード
				特開2004-128332 02.10.04 H01L21/205	リン化硼素単結晶基板、その製造方法、及びそれを用いたリン化硼素系半導体素子

表 2.8.4 昭和電工の技術要素別課題対応特許 (4/4)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
／結晶成長／その他気相成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開2000-191399 98.12.25 C30B29/36	炭化珪素単結晶およびその製造方法
結晶成長／複数成長方法共通	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開2003-128497 01.10.22 C30B29/36 産業技術総合研究所	炭化珪素単結晶およびその製造方法
熱処理	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特開平06-196430 （拒絶査定確定） 92.12.22 H01L21/265	I n P単結晶のアニール方法
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	不純物汚染の防止	熱処理条件の変更／熱処理雰囲気を規定	特許3617128 95.06.29 C30B29/42	化合物半導体単結晶の熱処理方法 化合物半導体単結晶を、当該化合物半導体を構成する元素のうち蒸気圧の高い方の元素を含む雰囲気下で熱処理をするのに際し、雰囲気を形成する閉空間内に、当該化合物半導体を構成する元素の酸化物を少なくとも1種類添加することを特徴とする化合物半導体単結晶の熱処理方法。 
	基板品質向上	反りの低減化	熱処理条件の変更／熱処理雰囲気を規定	特開2004-165564 02.11.15 H01L21/205	窒化ガリウム結晶基板の製造方法と窒化ガリウム結晶基板及びそれを備えた窒化ガリウム系半導体素子
加工	基板品質向上	反りの低減化	加工方法の改良／切断方法の変更	特開平06-190824 （拒絶査定確定） 92.12.25 B28D5/00	化合物半導体単結晶ウェーハのスライス方法
基板	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開2001-089300 99.09.28 C30B29/42	半絶縁性G a A s単結晶基板

2.9 新日本製鐵

2.9.1 企業の概要

商号	新日本製鐵 株式会社
本社所在地	〒100-8071 東京都千代田区大手町 2-6-3
設立年	1950 年（昭和 25 年）
資本金	4,195 億 24 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	15,138 名（2004 年 3 月末）（連結：46,233 名）
事業内容	製鉄、エンジニアリング、都市開発、各種化学・非鉄素材製品の製造・販売、他

新素材事業部で、従来の金属やプラスチックなどの材料にない優れた特性をもつ素材を幅広く開発・提供している。その 1 つとして化合物半導体基板の炭化ケイ素（SiC）基板を製造・販売している。

（出典：新日本製鐵のホームページ <http://www.nsc.co.jp>）

2.9.2 製品例

化合物半導体基板としては、現在、下表のような炭化ケイ素（SiC）基板を提供している。新日本製鐵の炭化ケイ素（SiC）基板は、改良レーリー法により作成されている。ポリタイプが 4H であるもののうち、低抵抗のものはパワーデバイス向け、高抵抗のものは高周波デバイス向けを、ポリタイプが 6H であるものは、青色発光ダイオードなどの窒化ガリウム（GaN）系デバイス向けの炭化ケイ素（SiC）基板を提供している。

表 2.9.2 新日本製鐵の製品例

製品名	標準仕様					
導電性炭化ケイ素 (SiC) 基板 (改良レーリー法)	ポリタイプ	6H	4H			
	サイズ	2 インチ		3 インチ	2 インチ	
	直径 (mm)	50		75	50	
	厚さ (mm)	0.36				
	マイクロパイプ密度 (cm ⁻²)	15~50, 50~100			≤5	≤15
	方位 (Orientation)	(0001) , (112-1)			(0001) , (112-1) on-axis, 4° off, 8° off	
	導電型 (Dopant)	n-Type (N)	p-Type (B)	n-Type (N)		
	抵抗率 (Ω・cm)	0.035~0.045	500~2500	0.02~0.03		0.01~0.03
半絶縁性炭化ケイ素 (SiC) 基板 (改良レーリー法)	ポリタイプ	4H				
	サイズ	2 インチ				
	直径 (mm)	50				
	厚さ (mm)	0.36				
	マイクロパイプ密度 (cm ⁻²)	≤5		15~50		
	方位 (Orientation)	(0001) , (112-1)				
	抵抗率 (Ω・cm)	≥ 1 × 10 ⁷				

（出典：新日本製鐵のカタログ）

2.9.3 技術開発拠点と研究者

図 2.9.3 に、新日本製鐵の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

新日本製鐵の場合、1992年、98年、99年と出願のない年もあるが、平均して出願件数 5 件程度、発明者数 5 人程度で開発活動が行われている。

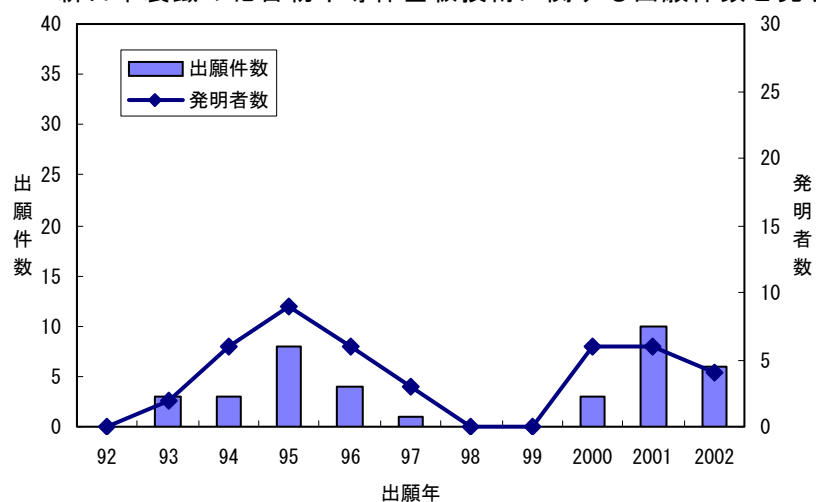
開発拠点：千葉県富津市新富 20－1

新日本製鐵株式会社技術開発本部内

神奈川県川崎市中原区井田 3－35－1

新日本製鐵株式会社技術開発本部内

図2.9.3 新日本製鐵の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



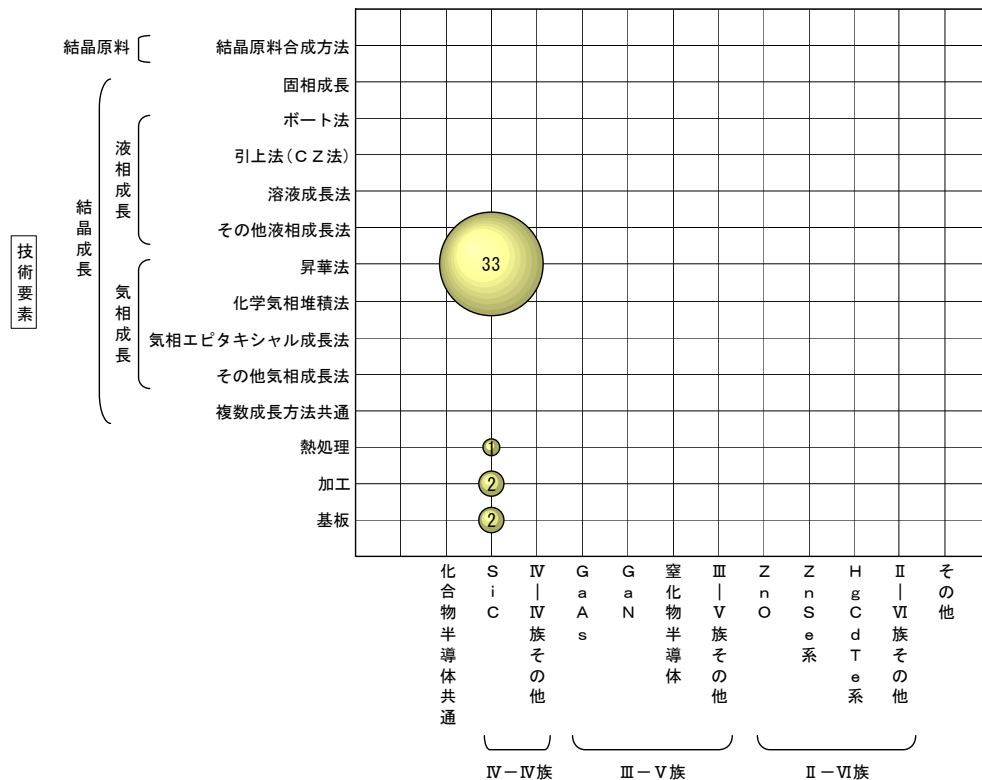
2.9.4 技術開発課題対応特許の概要

図 2.9.4-1 に、新日本製鐵の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

物質別にみると、すべて「炭化ケイ素（SiC）」に関する出願となっている。新日本製鐵の化合物半導体基板製品は、昇華法の1つである改良レーリー法により成長した炭化ケイ素（SiC）基板であることによく対応している。

技術要素別にみると、「昇華法」に出願が集中している。

図2.9.4-1 新日本製鐵の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

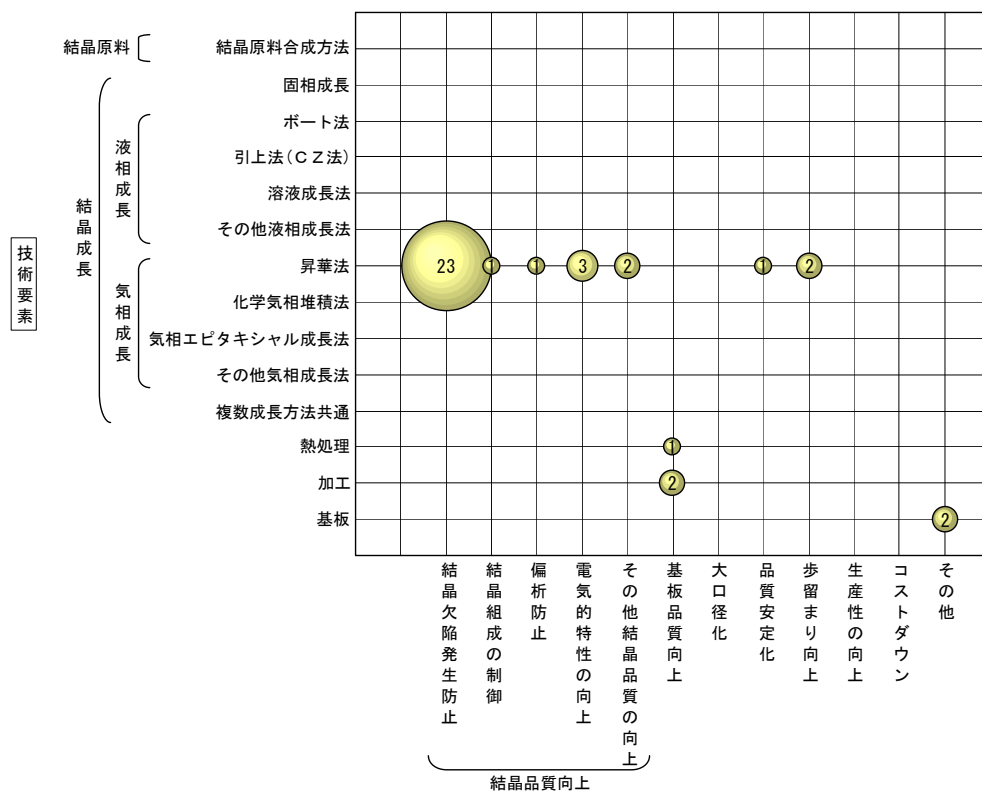
(1992年1月～2002年12月の出願)

図 2.9.4-2 に、新日本製鐵の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

技術要素別にみると、「昇華法」に関する出願が最も多い。

「昇華法」に関する課題は、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多い。出願件数は少ないが、新日本製鐵は、他の出願人とは異なり「電気的特性の向上」や「その他結晶品質の向上」、「歩留まり向上」などに関する出願が見られる。炭化ケイ素（SiC）基板の製品化に必要な解決すべき課題に対しても取り組んでいることが分かる。

図2.9.4-2 新日本製鐵の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

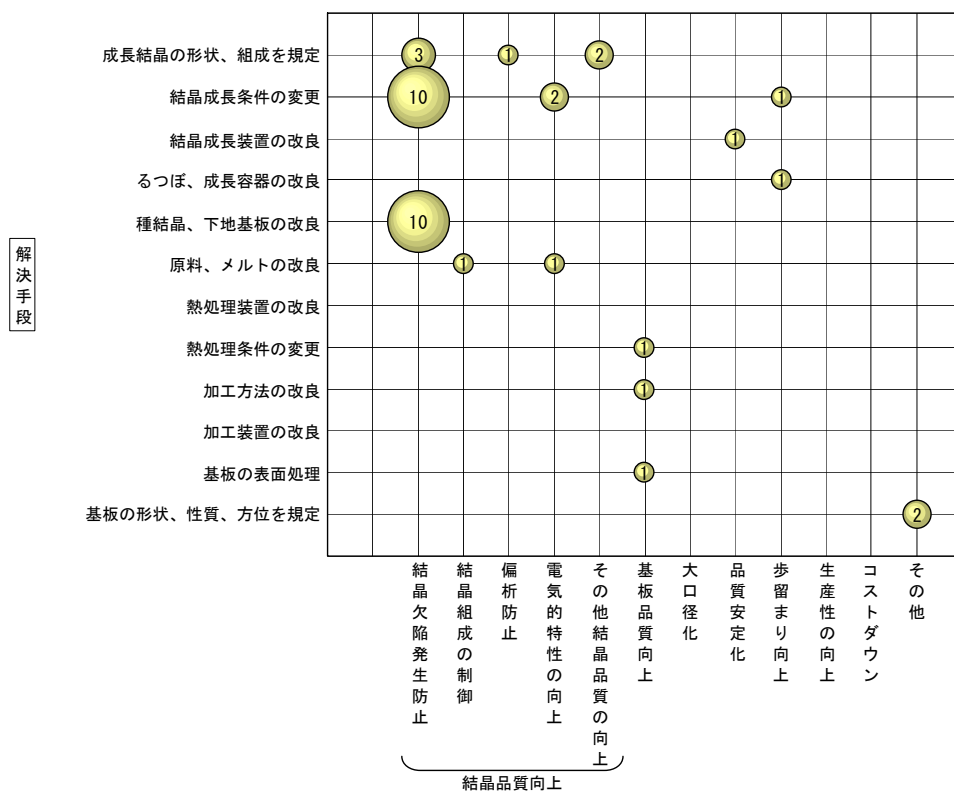
図2.9.4-3に、新日本製鐵の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多い。

「結晶欠陥発生防止」に関する解決手段をみると、「結晶成長条件の変更」と「種結晶、下地基板の改良」に関する出願が多い。

「結晶成長条件の変更」には、成長方位にオフ角度を導入したり、結晶成長雰囲気を変更する出願があり、「種結晶、下地基板の改良」には種結晶、下地基板の表面を凹凸形状に加工したり、マスク部を形成する出願がある。

図2.9.4-3 新日本製鐵の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表2.9.4に、新日本製鐵の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許38件を示す。そのうち、登録になった5件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.9.4 新日本製鐵の技術要素別課題対応特許 (1/3)

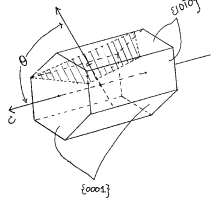
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開平09-157092 (みなし取下げ) 95.12.13 C30B29/36 [被引用 1回]	単結晶炭化珪素の製造方法
			成長結晶の形状、組成を規定／その他機能層を形成	特開平10-182296 96.12.19 C30B29/36	単結晶炭化珪素インゴット及びその製造方法
			結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開平10-017399 96.07.04 C30B29/36	6H-SiC単結晶の成長方法
				特許3532978 94.11.21 C30B29/36	S i C単結晶の成長方法 昇華再結晶法において、{0001}面から約60°～約120°傾いた結晶面を第1の種結晶として使用して成長した第1のSiC単結晶から、新たに{0001}ウエハを取り出し、これを第2の種結晶として成長を行う。 
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開2003-137694 01.10.26 C30B29/36	炭化珪素単結晶育成用種結晶と炭化珪素単結晶インゴット及びその製造方法
				特開平10-045499 96.07.31 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法およびそれに用いる種結晶
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開平08-208398 (みなし取下げ) 95.02.02 C30B29/62	単結晶炭化珪素の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸形成	特開2002-121099 00.10.06 C30B29/36	炭化珪素単結晶育成用種結晶、炭化珪素単結晶インゴット、および炭化珪素単結晶ウエハ、並びに炭化珪素単結晶の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2003-183097 01.12.17 C30B29/36	炭化珪素単結晶インゴット及びその製造方法
				特開2003-176200 01.12.12 C30B29/36	炭化珪素単結晶育成用種結晶、炭化珪素単結晶インゴット、及びこれらの製造方法
				特開2001-294498 00.04.06 C30B29/36	炭化珪素単結晶インゴットおよびその製造方法ならびに炭化珪素単結晶育成用マスク
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特開2003-226600 02.02.05 C30B29/36	炭化珪素単結晶育成用種結晶と炭化珪素単結晶インゴット及びこれらの製造方法
		低転位化（線状欠陥発生防止）／スリップ転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開平07-097299 (みなし取下げ) 93.09.28 C30B29/36	S i C単結晶の成長方法
		面欠陥発生防止／積層欠陥発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開2003-342099 02.05.27 C30B29/36	4H型炭化珪素単結晶育成用種結晶と4H型炭化珪素単結晶インゴット及びその製造方法
				特開2003-300796 02.04.04 C30B29/36	炭化珪素単結晶育成用種結晶と炭化珪素単結晶インゴット及びその製造方法

表 2.9.4 新日本製鐵の技術要素別課題対応特許 (2/3)

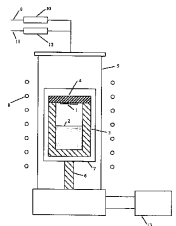
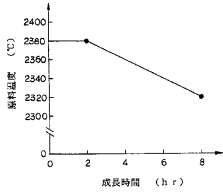
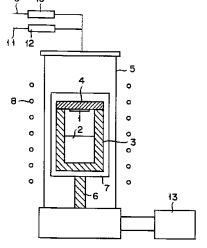
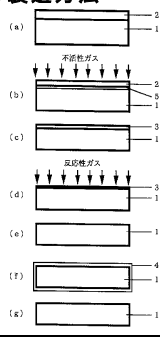
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／結晶多形（ポリタイプ）の生成防止	成長結晶の形状、組成を規定／その他機能層を形成	特許3590485 96.08.26 C30B29/36	単結晶炭化珪素インゴット及びその製造方法 炭化珪素単結晶インゴットの成長初期に結晶多形を決定するためのハッファ-結晶を成長した後に、本体となる所望の不純物濃度の結晶を成長して炭化珪素単結晶インゴットを作製する。6H型の結晶を作製する場合には、ハッファ-層として $1 \times 10^{17} \sim 8 \times 10^{17}$ atoms/cm ³ の窒素原子を添加した結晶の成長を行い、4H型の結晶を作製する場合には、ハッファ-層として $3 \times 10^{18} \sim 6 \times 10^{20}$ atoms/cm ³ の窒素原子を添加し結晶多形を決定し、しかる後に所望不純物濃度の結晶の成長を行う。 
			結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開平07-267795 (みなし取下げ) 94.03.25 C30B29/36	SiC単結晶の成長方法
			結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特許2944410 93.03.16 C30B29/36	SiC単結晶の成長方法 粉末状SiC原料を加熱昇華させて原料温度より低い温度に保ったSiC単結晶よりなる種結晶上にSiC単結晶を成長させる昇華再結晶法において、該粉末状SiC原料の温度を成長時間の経過とともに徐々に下げることにより成長を行うSiC単結晶の成長方法により達成される。 
			結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開2002-274995 01.03.23 C30B29/36	炭化珪素単結晶インゴットの製造方法
			結晶成長条件の変更／結晶成長雰囲気調整	特開2002-293694 01.04.03 C30B29/36	炭化珪素単結晶インゴット及びその製造方法
			成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、下地基板の劣化防止	特開2002-308697 01.04.05 C30B29/36	炭化珪素単結晶インゴット及びその製造方法並びに炭化珪素単結晶育成用種結晶の装着方法
			成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	特開平08-208394 (みなし取下げ) 95.02.02 C30B29/36 特開平08-208380 (みなし取下げ) 95.01.25 C30B23/00	単結晶炭化珪素の製造方法 単結晶炭化珪素の製造方法
	結晶品質向上／結晶組成の制御	不純物濃度の制御	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開2002-274994 01.03.23 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法及びその装置並びに炭化珪素単結晶インゴット
	結晶品質向上／偏析防止	不純物の偏析防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開2003-104798 01.09.28 C30B29/36	炭化珪素単結晶及びその製造方法並びに炭化珪素単結晶育成用炭化珪素結晶原料

表 2.9.4 新日本製鐵の技術要素別課題対応特許 (3/3)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／電気的特性の向上	導電型の制御	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開平09-142995 (みなし取下げ) 95.11.22 C30B29/36	P型単結晶炭化珪素の製造方法
		抵抗率の制御	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開平11-106297 97.09.30 C30B29/36 [被引用 1回]	低抵抗SiC単結晶の育成方法
			結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開平09-077594 (みなし取下げ) 95.09.11 C30B29/36	低抵抗単結晶炭化珪素の製造方法
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	ポリタイプ変換の可能化	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特許3590464 95.12.08 C30B29/36 [被引用 1回]	4H型単結晶炭化珪素の製造方法 種結晶を用いた昇華再結晶法により単結晶炭化珪素を成長させる際に、炭素原子位置に不純物を $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上導入する。 
			成長結晶の形状、組成を規定／その他機能層を形成	特開2003-104799 01.09.28 C30B29/36	炭化珪素単結晶インゴットおよびその製造方法
	品質安定化	成長速度の安定化	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開平06-298600 (みなし取下げ) 93.04.15 C30B29/36 [被引用 2回]	SiC単結晶の成長方法
	歩留まり向上	ウエハ切出し枚数の増加	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開2004-099340 02.09.05 C30B29/36	炭化珪素単結晶育成用種結晶と炭化珪素単結晶インゴット及びその製造方法
			るつぼ、成長容器の改良／断面形状を円形以外の形状に変更	特開平08-143397 (みなし取下げ) 94.11.22 C30B29/36	炭化珪素単結晶ウエハの製造方法および装置
熱処理	基板品質向上	反りの低減化	熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特開2004-131328 02.10.10 C30B29/36	炭化珪素単結晶ウエハの製造方法、および炭化珪素単結晶ウエハ
加工	基板品質向上	表面粗さの低減化	基板の表面処理／基板表面に同一物質を成膜	特開2002-255692 01.03.02 C30B29/36	炭化珪素エピタキシャル基板およびその製造方法
		基板表面清浄化	加工方法の改良／エッチング方法の変更	特許3593195 95.12.28 C30B33/12	SiC単結晶基板の製造方法 インゴットから加工したSiC単結晶基板にイオン化した不活性ガスを利用して基板の表面加工変質部と非加工変質部の一部とをエッチングし、これにより導入されるイオン照射損傷層を反応性ガスを利用したエッチングにより除去する。 
基板	その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板方位を規定	特開2003-300797 02.04.04 C30B29/36	炭化珪素単結晶基板と炭化珪素単結晶エピタキシャル基板及びその製造方法
			基板の形状、性質、方位を規定／基板特性を規定	特開2001-294499 00.04.06 C30B29/36	モザイク性の小さな炭化珪素単結晶ウエハ

2.10 神戸製鋼所

2.10.1 企業の概要

商号	株式会社 神戸製鋼所
本社所在地	〒651-8585 兵庫県神戸市中央区脇浜町 2-10-26 神鋼ビル
設立年	1911 年（明治 44 年）
資本金	2,181 億 63 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	8,586 名（2004 年 3 月末）（連結：26,179 名）
事業内容	鉄鋼、アルミ・銅圧延、機械（各種プラント、化学機械、原子力関連機器等）の製造・販売、不動産事業、他

1998 年に、化合物半導体単結晶成長装置（VB 法）を開発し、販売を開始している。また、同成長装置によりリン化ガリウム（GaP）単結晶の完全無転移化にも世界で初めて成功した。高機能産業機械の 1 つである HIP 装置（熱間等方圧加圧装置）のトップメーカーとして培った加熱技術・高圧技術および材料技術を基に、同成長装置を開発している。

（出典：神戸製鋼所のホームページ <http://www.kobelco.co.jp>）

2.10.2 製品例

現在、産業機械事業部で、化合物半導体関連として、上述の単結晶成長装置のほかに、原料合成装置、雰囲気アニール装置、高圧ガス装置を提供しているが、化合物半導体および基板は提供していない。

2.10.3 技術開発拠点と研究者

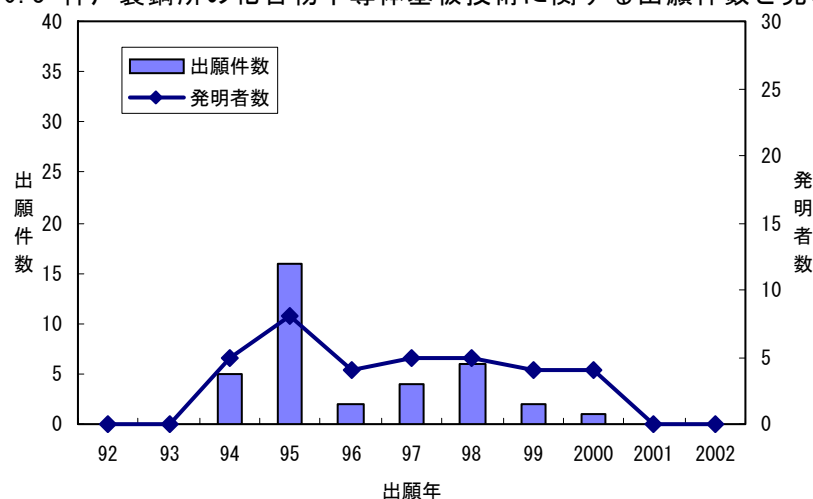
図 2.10.3 に、神戸製鋼所の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。神戸製鋼所の場合、1994～00年まで平均的に出願件数が 5 件程度、発明者数 5 人程度で推移しており開発活動が行われていたが、01年、02年は出願がない。

開発拠点：

兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 3 番 1 号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内

兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

図2.10.3 神戸製鋼所の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2.10.4 技術開発課題対応特許の概要

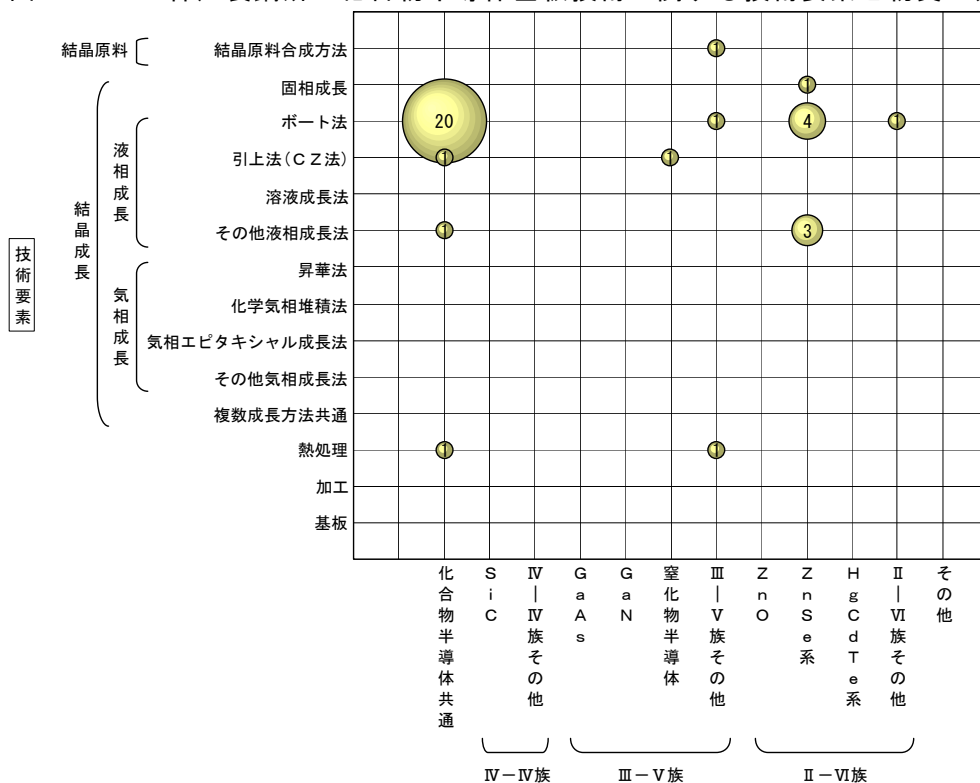
図 2.10.4-1 に、神戸製鋼所の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

物質別にみると、「化合物半導体共通」に関する出願が最も多く、次いで「セレン化亜鉛（ZnSe）系」となっている。

「化合物半導体共通」の出願 23 件の明細書中の実施例がヒ化ガリウム（GaAs）である出願が 8 件、セレン化亜鉛（ZnSe）である出願が 7 件、残る 8 件については複数の実施例や、Ⅲ－Ⅴ族、Ⅱ－Ⅵ族問わず広く化合物半導体に関する出願となっている。

技術要素についてみると、「ボート法」に関する化合物半導体基板が多く、神戸製鋼所は、ヒ化ガリウム（GaAs）やセレン化亜鉛（ZnSe）を中心に幅広く化合物半導体に適用可能な「ボート法」に関する出願をしていることが分かる。

図2.10.4-1 神戸製鋼所の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

図 2.10.4-2 に、神戸製鋼所の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

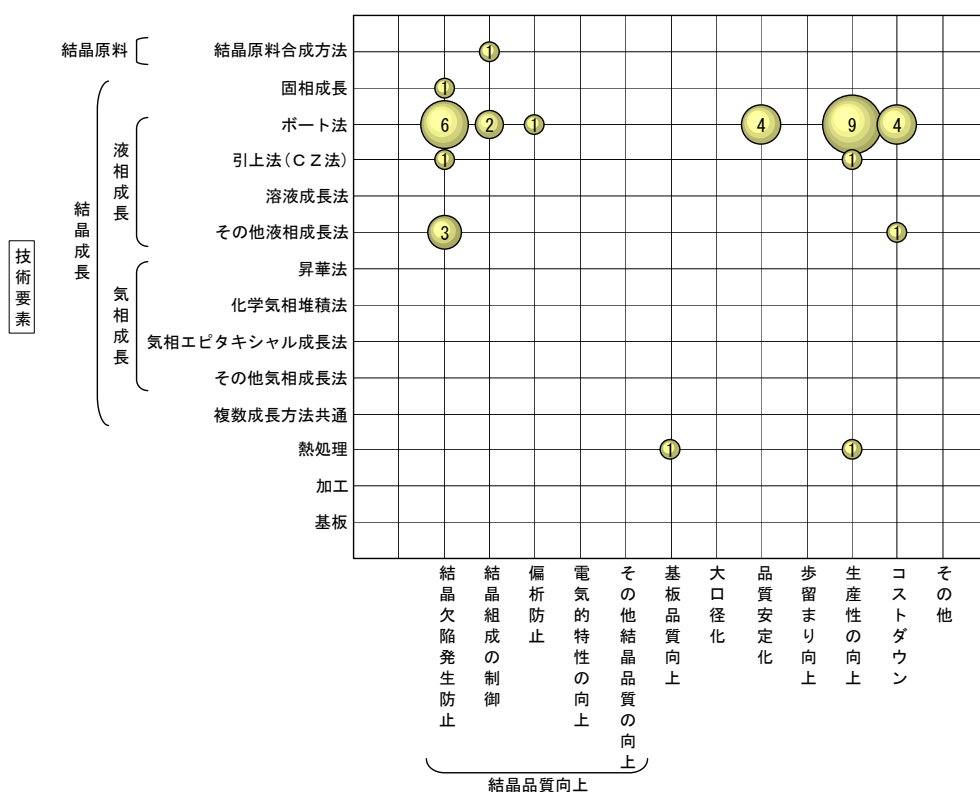
技術要素別にみると、「ボート法」に関する出願が最も多い。

「ボート法」に関する課題についてみると、「生産性の向上」が最も多く、次いで「結晶欠陥発生防止」となっている。

「生産性の向上」には、結晶成長ごとの結晶成長装置のメンテナンス時間の短縮や結晶成長時間の短縮などの出願がある。

神戸製鋼所は、「結晶欠陥発生防止」などの本質的な課題以外に、「品質安定化」、「生産性の向上」、「コストダウン」といった製品化を意識した課題についての出願が多いのが特徴といえる。

図2.10.4-2 神戸製鋼所の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

図2.10.4-3に、神戸製鋼所の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「生産性の向上」に関する出願が最も多く、次いで「結晶欠陥発生防止」となっている。

「生産性の向上」に関する解決手段をみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多い。これらには、結晶成長装置を気密化できる構造とする出願が多く含まれていた。化合物半導体にはヒ化ガリウム（GaAs）のヒ素（As）のように高い蒸気圧を有するものが多く、安定した結晶成長を行うことが求められるためである。

「結晶欠陥発生防止」に関する解決手段をみると、「結晶成長装置の改良」、「結晶成長条件の変更」に関する出願が多い。

図2.10.4-3 神戸製鋼所の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布

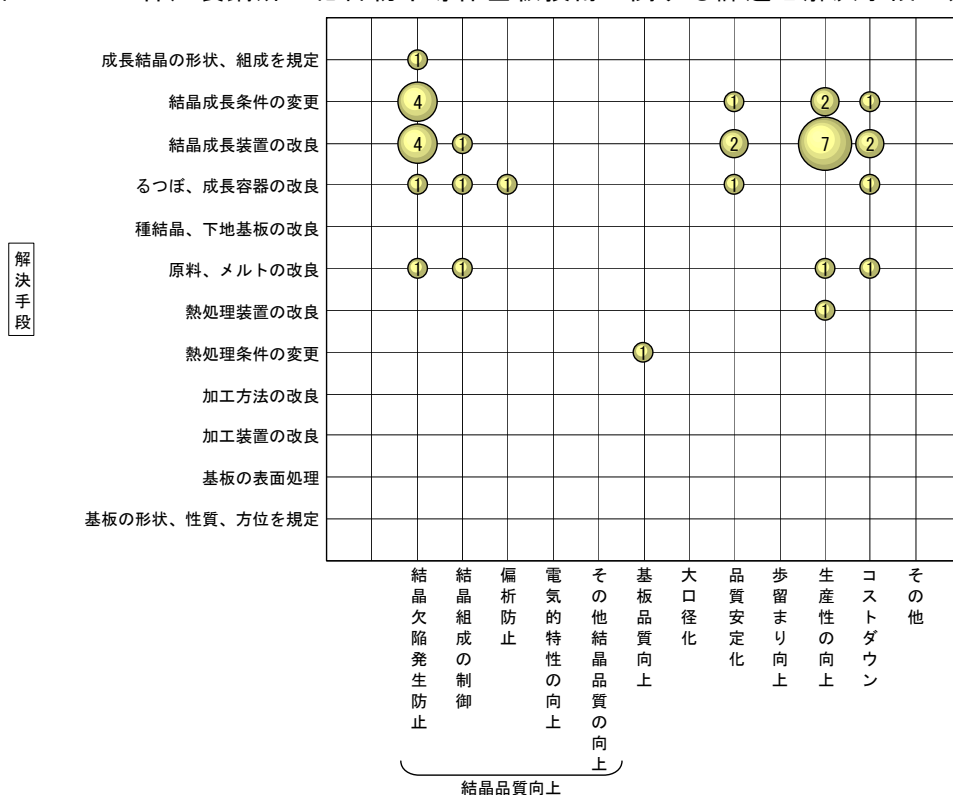


表2.10.4に、神戸製鋼所の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許36件を示す。そのうち、登録になった7件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2. 10. 4 神戸製鋼所の技術要素別課題対応特許 (1/6)

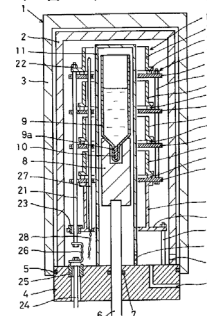
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
原料合成方法 結晶原料／結晶	結晶品質向上／結晶組成の制御	化学量論組成の制御	原料、メルトの改良／原料作製条件の変更	特開2000-119011 98.10.15 C01B25/08	高純度金属リン化合物多結晶体及びその合成方法
固相成長／結晶成長	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	面欠陥発生防止／双晶発生防止	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特開平07-330494 （みなし取下げ） 94.06.10 C30B29/48	ZnSe単結晶の製造方法
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	面欠陥発生防止／双晶発生防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平09-286700 （みなし取下げ） 95.03.16 C30B33/00	単結晶の製造方法および単結晶製造装置並びにそれに用いる原料収納容器
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／メルト、原料ガス対流による結晶欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特許2818552 95.06.06 C30B11/00 [被引用 1回]	縦形の単結晶製造装置 外部に接続されるガス供給排出路を有する密閉状の炉体と、結晶成長用の原料を収容する原料収納容器を炉体内で支持する支持部材と、原料収納容器を周囲から加熱すべく炉体内で上下に並設される複数の略円筒状のヒーターエレメントとを備える縦形の単結晶製造装置であって、各ヒーターエレメントの全体を上方から囲う略逆コップ状の断熱筒が炉体内に設けられる一方、複数のリング状のヒーター取付板が、断熱筒内におけるヒーターエレメントの配設空間を所定の間隔で上下に区画するように並設され、各ヒーター取付板上に上記のヒーターエレメントがおのおの取付けられるとともに、各ヒーターエレメントの外周端から断熱筒内を垂下するリード電極が炉体の底壁に取付けられた電力供給用端子にそれぞれ接続されていることを特徴とする縦形の単結晶製造装置。 
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	結晶成長条件の変更／結晶冷却条件の調整	特開平11-106280 97.10.01 C30B11/00	単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／相転移温度通過による多結晶化防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平08-119784 （みなし取下げ） 94.10.21 C30B11/00	化合物単結晶の製造方法及び製造装置
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器のその他の構造改良	特開平09-052789 （みなし取下げ） 95.08.17 C30B11/00	単結晶の製造方法
			原料、メルトの改良／使用原料の加工	特開平09-077587 （みなし取下げ） 95.09.18 C30B11/14	単結晶の成長方法

表 2. 10. 4 神戸製鋼所の技術要素別課題対応特許 (2/6)

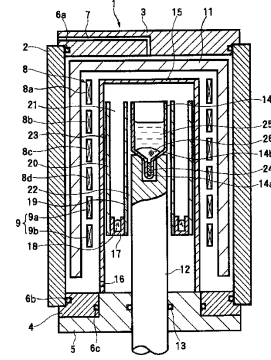
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ポート法	結晶品質向上／結晶組成の制御	化学量論組成の制御	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開平09-059090 (みなし取下げ) 95.08.21 C30B27/00	化合物単結晶の製造方法及びその装置
			るつぼ、成長容器の改良／二重るつぼの使用	特開平09-002890 (みなし取下げ) 95.06.16 C30B11/00	化合物半導体の単結晶成長方法及びその製造装置
	結晶品質向上／偏析防止	化学量論組成の偏析防止	るつぼ、成長容器の改良／二重るつぼの使用	特開平09-052788 (みなし取下げ) 95.08.17 C30B11/00 [被引用 1回]	単結晶の製造方法及び製造装置
	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平11-116373 97.10.21 C30B11/00 [被引用 1回]	低転位密度の化合物半導体単結晶及びその製造方法並びに製造装置
		メルトの安定化	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特許3492820 95.08.21 C30B11/00	化合物半導体の単結晶製造装置 不活性ガスが充填される炉体と、炉体内に配置された主加熱手段と、単結晶成長用の原料を収容するとともに主加熱手段による加熱領域に配置される原料収納容器と、高解離圧成分を収容するとともに原料収納容器よりも下方に配置されるリザーバと、リザーバを加熱する副加熱手段と、原料収納容器とリザーバとを主加熱手段よりも内側で囲う気密チャンバーとを備える化合物半導体の単結晶製造装置であって、上記気密チャンバーが断面略逆U字状の筒体からなるとともに、気密チャンバーの内外を相互に連通する連通路が気密チャンバーの下端側における高解離圧成分の融点より低い温度状態で保持される部位に形成される一方、気密チャンバー内に、リザーバで発生する高解離圧成分の蒸気を原料収納容器周囲へと上方に導くための案内路を有する蒸気案内手段が設けられていることを特徴とする化合物半導体の単結晶製造装置。 
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器のその他の構造改良	特開2000-203980 99.01.13 C30B11/00	単結晶成長用ルツボ及び単結晶の製造方法
		成長圧力の制御性向上	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開平11-157980 97.11.19 C30B11/00	化合物単結晶製造装置および／または熱処理装置

表 2.10.4 神戸製鋼所の技術要素別課題対応特許 (3/6)

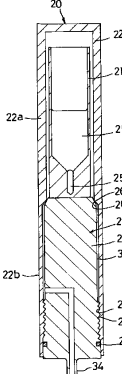
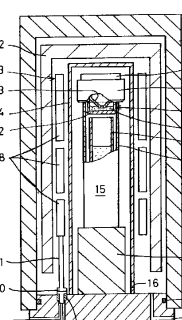
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ポット法	生産性の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開平08-259397 (みなし取下げ) 95.03.20 C30B29/48	ZnSe単結晶の製造方法およびその製造装置
				特開平08-259398 (みなし取下げ) 95.03.20 C30B29/48	ZnSe単結晶の製造方法およびその製造装置
	熱処理・加工時間の短縮化	原料、メルトの改良／不純物元素、濃度を規定	特開平08-283099 (みなし取下げ) 95.04.10 C30B29/48	ZnSe単結晶の製造方法及び導電性ZnSe単結晶並びに単結晶基板	
	工程簡略化	結晶成長装置の改良／成長炉の気密構造化	特許2839456 95.01.18 C30B11/00	化合物単結晶製造装置 化合物原料を加熱して融液とした後、該融液を冷却固化することにより該融液から前記化合物原料の単結晶を成長させる化合物単結晶製造装置において、前記収納容器は、前記化合物原料が充填されるつぼと、該つぼを出し入れするための開口部を有するケーシングと、該ケーシングの開口部を閉塞する脱着可能なプラグと、前記ケーシングの開口部を前記プラグで閉塞することにより前記ケーシングを密閉できる容器密閉手段とを備えている。 	
	メンテナンス時間の短縮化	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特許3391598 95.03.29 C30B11/00	化合物半導体の単結晶製造装置及びその装置を用いた製造方法 化合物半導体の原料を収納する原料収納容器と、原料収納容器を收容する気密性容器と、気密性容器の周囲から原料収納容器を加熱する加熱手段を内蔵するとともに外部に接続されるガス供給排出路を有する密閉状態の炉体とを備え、上記気密性容器に、この気密性容器の内外の圧力差に応じてガスの流通路を形成すべく開閉する開閉弁手段が設けられる一方、気密性容器を加熱手段よりも内側に囲う気密性材料からなるチャンパーがさらに設けられ、このチャンパーで囲われた内部空間をこのチャンパー外に連通する通気開口が上記加熱手段から離れた部位に設けられていることを特徴とする化合物半導体の単結晶製造装置。 	

表 2.10.4 神戸製鋼所の技術要素別課題対応特許 (4/6)

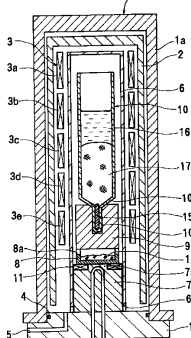
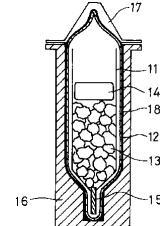
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	生産性の向上	メンテナンス時間の短縮化	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特許3445046 96.01.10 C30B11/00	化合物の結晶製造方法及びその装置 密閉状の炉体内に、原料を収容した原料収納容器と、原料構成元素中の高解離圧成分を収容したリザーバを設置し、原料収納容器周囲の高解離圧成分の蒸気圧を調整すべくリザーバを所定の温度に加熱しつつ、原料収納容器中の原料を一旦溶解させた後に固化させて結晶化させる化合物の結晶製造方法であって、結晶化後に、リザーバ付近を局部的に強制冷却することを特徴とする化合物の結晶製造方法。 
			結晶成長装置の改良／成長炉の気密構造化	特開2000-026190 98.07.09 C30B11/00	化合物単結晶の成長装置及び成長方法
				特開2000-016892 98.07.03 C30B11/00	化合物単結晶製造装置
		大量処理化	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特開2000-203981 99.01.13 C30B11/00	多連型単結晶製造装置
	コストダウン	るつぼ、成長容器の破損防止	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特許2800713 95.04.04 C30B27/00	化合物半導体単結晶の製造方法 垂直ブリッジマン法または垂直温度勾配法によって化合物半導体単結晶を製造する為の装置であって、原料および種結晶が充填されたるつぼを封管する石英製封管容器、または原料および種結晶が充填されて封管される石英製のるつぼの外側が、1300℃の温度においても融解・軟化しない材料で形成された強化材によって取り囲まれた構成とした製造装置を用い、前記石英製封管容器または石英製のるつぼの封管前にあらかじめ不活性ガスを充填するとともに、結晶成長時に原料融液の液面を液体封止材で被覆した状態とし、かつ結晶成長時の温度で前記液体封止材上部に圧力を印加しつつ前記原料融液から化合物半導体単結晶を成長させることを特徴とする化合物半導体単結晶の製造方法。 
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開平11-199362 98.01.20 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法

表 2. 10. 4 神戸製鋼所の技術要素別課題対応特許 (5/6)

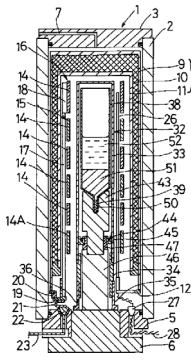
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ポート法	コストダウン	装置部材の破損・劣化防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特許3254329 94.06.02 C30B11/00 [被引用 3回]	化合物単結晶の製造方法及び製造装置 高压容器内にヒーターエレメントが上下方向に複数段列設された集合ヒーターを設け、該集合ヒーター内にチャンパ [°] の内外に連通する均圧通路を有する気密チャンパ [°] を設け、該気密チャンパ [°] 内に化合物原料を収容するつぼを配置し、前記ヒーターエレメントにより上方から下方に渡り化合物の融点を挟んで高温から低温に推移する温度分布を形成し、気密チャンパ [°] 内に設けた原料の高解離圧成分を蒸発用ヒーターエレメントにより加熱してつぼ内の原料融液の高解離圧成分の解離圧と平衡する蒸気圧を気密チャンパ [°] 内に発生させ、高解離圧成分の蒸気を含んだ高压ガス雰囲気下で前記温度分布の融点温度域をつぼの下方から上方へ相対移動させることによりつぼ内の原料融液を下方から冷却固化して単結晶を成長させる化合物単結晶の製造方法において、前記均圧通路を前記蒸発用ヒーターエレメントの下方に形成し、前記蒸発用ヒーターエレメントの加熱温度を他のヒーターエレメントの加熱温度の内の最低温度以下として高解離圧成分を加熱蒸発する化合物単結晶の製造方法。 
			結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開平09-059100 (拒絶査定確定) 95.08.21 C30B35/00	結晶成長装置
結晶成長／液相成長／CZ法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止(成長前)／種結晶以外の結晶核の発生防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開2002-068896 00.08.30 C30B29/38 吉村 政志, 佐々木 孝友, 森 勇介	窒化物単結晶製造方法及び製造装置
	生産性の向上	メンテナンス時間の短縮化	結晶成長装置の改良／成長炉の気密構造化	特開平11-100292 97.09.26 C30B27/02	結晶成長装置
結晶成長／液相成長／その他	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	面欠陥発生防止／双晶発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開平07-232999 (みなし取下げ) 94.02.21 C30B29/46	ZnSe系単結晶及びその製造方法
		成長結晶の多結晶化防止(成長後)／相転移温度通過による多結晶化防止	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開平08-133897 (みなし取下げ) 94.11.01 C30B29/48	ZnSe単結晶の製造方法

表 2.10.4 神戸製鋼所の技術要素別課題対応特許（6/6）

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／ その他液相成長法／	結晶品質 向上／結 晶欠陥発 生防止	成長結晶の多 結晶化防止 (成長後)／ 相転移温度通 過による多結 晶化防止	結晶成長装置の改 良／成長炉内に付 加装置の設置	特開平08-188500 (みなし取下げ) 95.01.11 C30B29/48	Z n S e単結晶の成長方法
	コストダ ウン	るつぼ、成長 容器の破損防 止	原料、メルトの改 良／封止剤の組 成、形状、使用量 を規定	特開平10-025192 (みなし取下げ) 96.07.05 C30B27/00	結晶成長方法
熱処 理	基板品質 向上	E P Dの低減 化	熱処理条件の変更 ／熱処理雰囲気 を規定	特開2000-143398 98.09.09 C30B29/44	G a P単結晶基板及びその製造方法 並びにG a P発光ダイオードの製造 方法
	生産性の 向上	工程簡略化	熱処理装置の改良 ／結晶収納容器の 構造改良	特開平11-310499 98.04.30 C30B29/40 [被引用 1回]	化合物半導体単結晶の熱処理方法お よびその装置

2.11 同和鉱業

2.11.1 企業の概要

商号	同和鉱業 株式会社
本社所在地	〒100-8282 東京都千代田区丸の内 1-8-2 鉄鋼ビル
設立年	1937 年（昭和 12 年）
資本金	364 億 36 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	935 名（2004 年 3 月末）（連結：3,289 名）
事業内容	精錬（銅・亜鉛・鉛・金・銀等）、環境・リサイクル（廃棄物処理、金属リサイクル等）、電子材料の製造・販売、金属加工、他

半導体事業部で、高純度金属（ガリウム、インジウム等）およびヒ化ガリウム（GaAs）基板、ヒ化アルミニウムガリウム（AlGaAs）LED チップ・ランプなどを提供している。高純度ガリウム（Ga）と高純度銅（Cu）は世界でもトップクラスのシェアを持つ。ヒ化ガリウム（GaAs）基板の製造は、100%子会社の㈱同和半導体（本社：秋田県秋田市）で行っている。

（出典：同和鉱業のホームページ <http://www.dowa.co.jp> および有価証券報告書）

2.11.2 製品例

ボート法（VB法）によるものとLEC法によるヒ化ガリウム（GaAs）基板を製造・販売している。下表に標準仕様を示す。

表2.11.2 同和鉱業の製品例

製品名	標準仕様				
導電性 ヒ化ガリウム （GaAs） 基板 （VB 法による）	サイズ	2 インチ	3 インチ	4 インチ	
	直径 (mm)	50.0±0.1 50.8±0.1	76.0±0.1 76.2±0.1	100.0±0.1	
	厚さ (μm)	350±15	450±15 600±15	450±15 600±15	
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	グレード I ≤100 グレード II ≤500			
	方位 (Orientation)	(100) ±0.1°, (100) off a° ±0.2° towards (111)A, (100) off 2±0.1° towards (110)			
	導電型 (Dopant)	n-Type (Si), p-Type (Zn)			
半絶縁性 ヒ化ガリウム （GaAs） 基板 （LEC 法による）	キャリア濃度 (cm ⁻³)	n-Type : 0.5~4×10 ¹⁸ , p-Type : 0.5~4×10 ¹⁹			
	サイズ	2 インチ	3 インチ	4 インチ	6 インチ
	直径 (mm)	50.0±0.1 50.8±0.1	76.0±0.1 76.2±0.1	100.0±0.1	150±0.1
	厚さ (μm)	400±15	600±15 625±15	625±15	625±15 675±15
	転位欠陥密度 (EPD)	≤100,000 cm ⁻²			
	方位 (Orientation)	(100) ±0.1°, (100) off 2±0.1° towards (110)			
	ドーパント (Dopant)	C-Controlled			
	抵抗率 (Ω・cm)	≥1~5×10 ⁷			

（出典：同和鉱業のホームページ http://www.dowa.co.jp/semicon/comp_pr/comp_pr1b.htm）

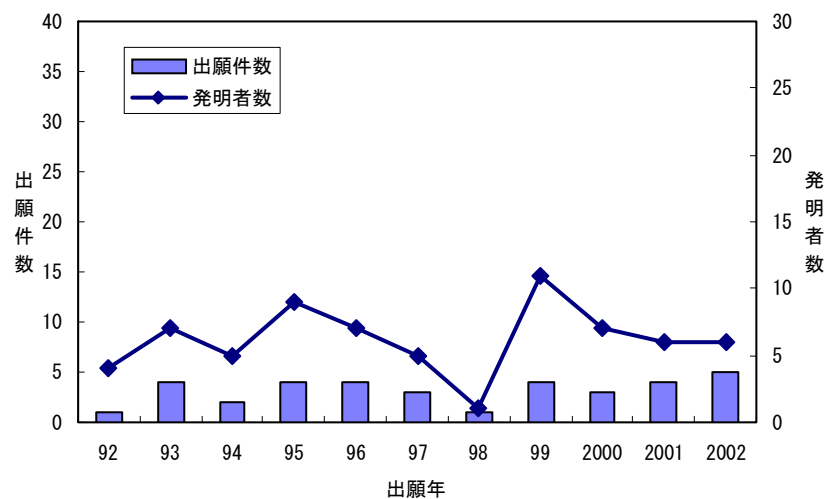
2.11.3 技術開発拠点と研究者

2.11.3 に、同和鉱業の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

同和鉱業の場合、平均して出願件数が 4 件程度、発明者数が 6 人程度と1992年以降安定して出願がされている。

開発拠点：東京都千代田区丸の内一丁目 8 番 2 号 同和鉱業株式会社内

図2.11.3 同和鉱業の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2.11.4 技術開発課題対応特許の概要

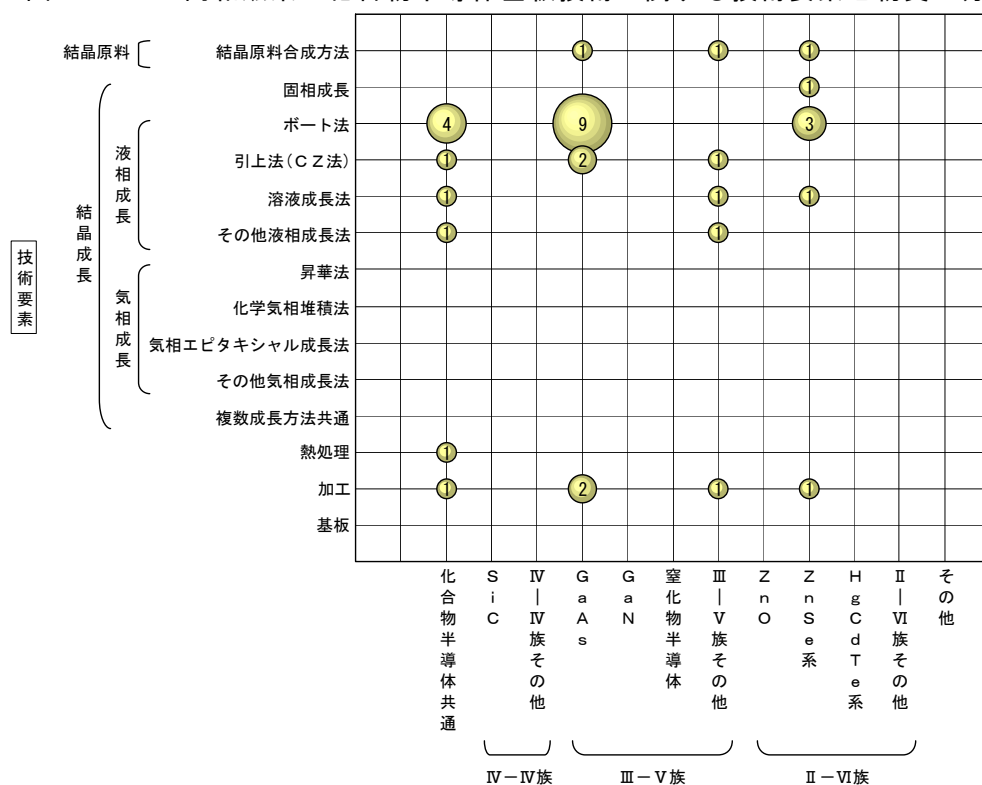
図 2.11.4-1 に、同和鉱業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

物質別にみると、「ヒ化ガリウム（GaAs）」に関する出願が最も多く、次いで「化合物半導体共通」、「セレン化亜鉛（ZnSe）系」となっている。

2 番目に出願の多い「化合物半導体共通」の出願 9 件の明細書中の実施例のうち 7 件が、また、「Ⅲ－Ⅴ族その他」の出願 5 件の明細書中の実施例のうち 3 件がヒ化ガリウム（GaAs）の出願となっており、同和鉱業の製品であるヒ化ガリウム（GaAs）基板に関する出願が多い。

技術要素についてみると、「ボート法」に関する出願が多く、次いで「加工」となっている。同和鉱業は、結晶成長法では「ボート法」を中心に開発をしていることが分かる。

図2.11.4-1 同和鉱業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

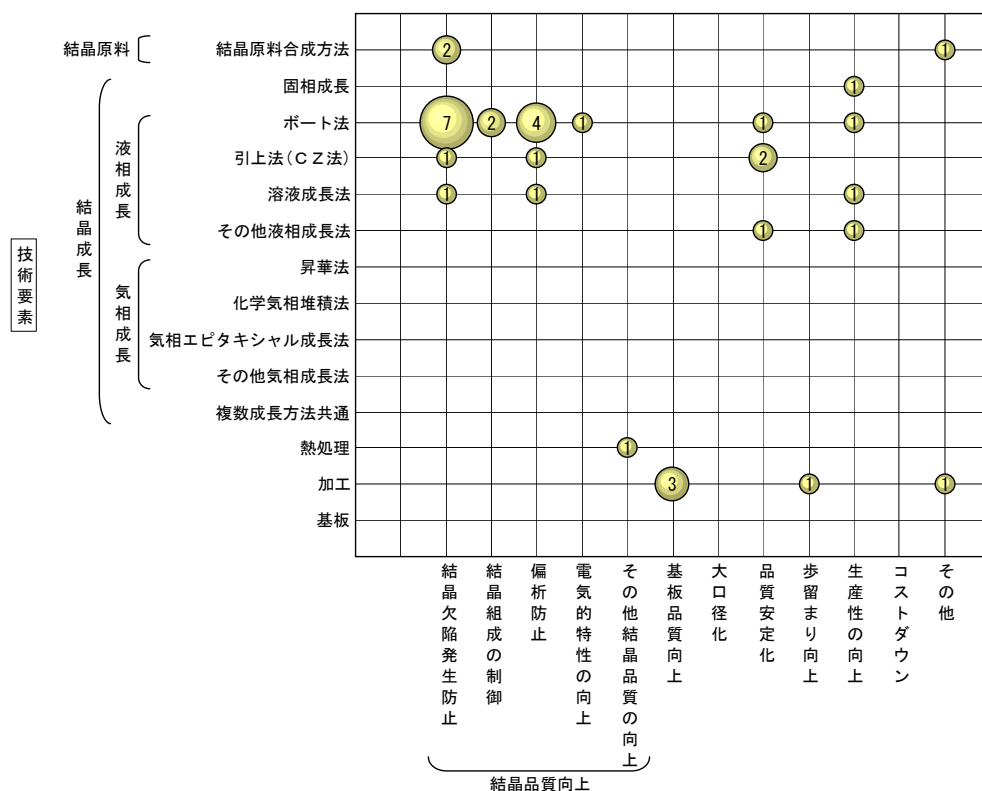
図 2.11.4-2 に、同和鉱業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

技術要素別にみると、「ボート法」に関する出願が最も多く、次いで「加工」となっている。

「ボート法」に関する課題は、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「偏析防止」となっている。

「加工」に関する課題は、「基板品質向上」に関する出願が多い。

図2.11.4-2 同和鉱業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

図2.11.4-3に、同和鉱業の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「偏析防止」となっている。

「結晶欠陥発生防止」に関する解決手段をみると、「原料、メルトの改良」に関する出願が多い。

「偏析防止」に関する解決手段をみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願に集中している。例えば、成長結晶中の不純物の偏析を防止するために、結晶成長装置にメルトを攪拌する装置を付加して解決する出願が多く含まれている。

解決手段についてみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多く、次いで「原料、メルトの改良」となっており、同和鉱業は、結晶成長装置の改良や原料、メルトの改良をする解決手段を中心に開発していることが分かる。

図2.11.4-3 同和鉱業の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布

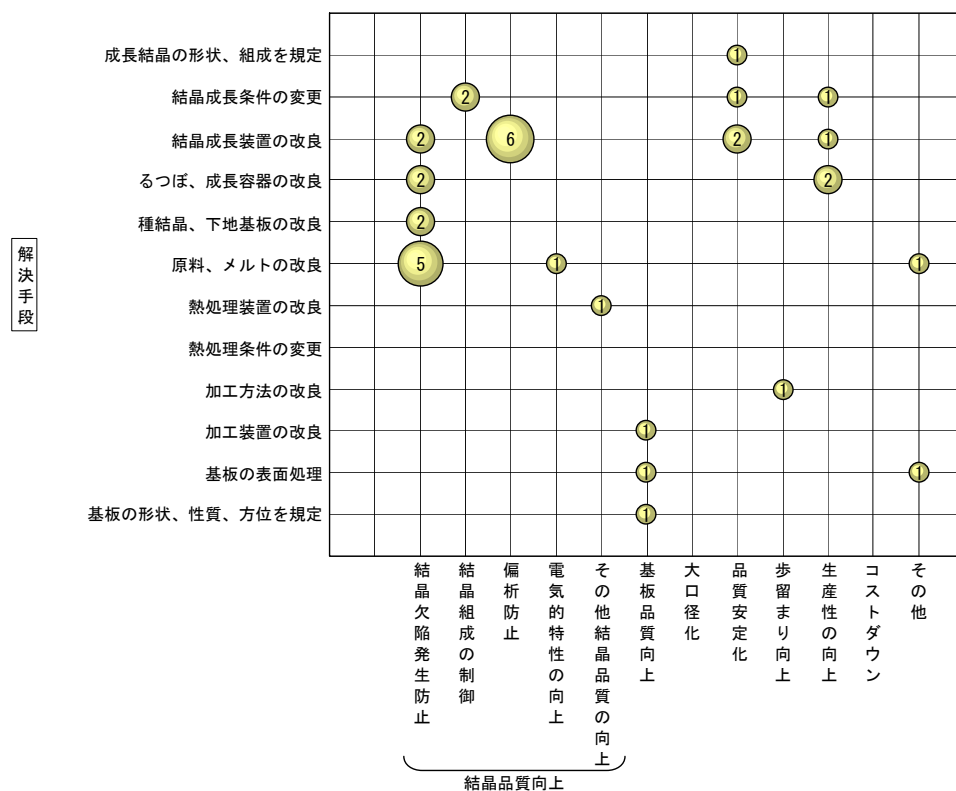


表2.11.4に、同和鉱業の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許35件を示す。そのうち、登録になった5件については図（あるものののみ）と概要入りで示す。

表 2.11.4 同和鉱業の技術要素別課題対応特許 (1/4)

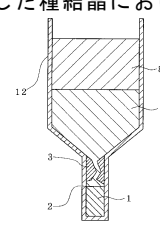
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶原料／結晶原料 合成方法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	原料、メルトの改良／使用原料の加工	特開2001-220298 00.02.07 C30B29/42	G a A s 結晶の製造用原料
			原料、メルトの改良／原料作製条件の変更	特開2001-122623 99.10.27 C01G15/00	ガリウムの精製法および装置並びに化合物半導体作成用のガリウム原料
	その他	環境、安全対策	原料、メルトの改良／原料作製条件の変更	特開平06-064905 (みなし取下げ) 92.08.18 C01B19/04	超高純度セレン化亜鉛の製造方法および装置
結晶成長／固相成長	生産性の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平09-221400 96.02.15 C30B29/48	Z n S e 単結晶の製造方法およびその製造装置
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／スリッ転位発生防止	るつぼ、成長容器の改良／断面形状を円形以外の形状に変更	特開平10-298000 97.04.28 C30B29/64	板状単結晶およびその製造方法
			原料、メルトの改良／封止剤の組成、形状、使用量を規定	特開2004-115339 02.09.27 C30B29/42	縦型ボート法による G a A s 単結晶の製造方法及び縦型ボート法による G a A s 単結晶の製造装置
	点欠陥発生防止	点欠陥発生防止	原料、メルトの改良／使用原料の加工	特開2004-137096 02.10.16 C30B11/00	化合物原料及び化合物単結晶とその製造方法
	面欠陥発生防止／双晶発生防止	面欠陥発生防止／双晶発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開2002-121100 00.10.10 C30B29/40, 501	半導体単結晶の製造方法
				特許3465853 94.01.25 C30B29/48	Z n S e バルク単結晶の製造方法 垂直ブリッジマン炉 (VB炉) または垂直徐冷炉 (VGF炉) を用いて、高圧溶融法により、融液から ZnSe [*] ル結晶を製造する方法において、多結晶の口径が育成される単結晶の口径と同一である ZnSe 多結晶を種結晶として使用し、該種結晶の上に単結晶を育成することを特徴とする ZnSe [*] ル単結晶の製造方法。
	面欠陥発生防止／積層欠陥発生防止	面欠陥発生防止／積層欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開平09-255498 96.03.18 C30B29/48	Z n S e 単結晶の製法及びその製造装置
	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、基板からの転位の伝播防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／種結晶、基板からの転位の伝播防止	るつぼ、成長容器の改良／補助部材の使用	特許3391503 93.04.13 C30B11/00 [被引用 2回]	縦型ボート法による化合物半導体単結晶の製造方法 縦型ボート内における下部に種結晶、およびその上部に化合物半導体単結晶の原料融液を配置し、ボート下方より上方に向けて結晶を成長させる縦型ボート法による化合物半導体単結晶の製造方法であって、前記縦型ボートの下部に配置した種結晶における原料融液との種付界面上に、連通細管を有する挿入部品を載置しておくことを特徴とする縦型ボート法による化合物半導体単結晶の製造方法。 

表 2.11.4 同和鉱業の技術要素別課題対応特許 (2/4)

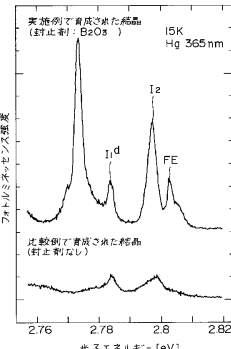
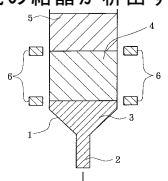
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／結晶組成の制御	化学量論組成の制御	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特許3617703 95.08.01 C30B29/40, 501	ZnSeバルク単結晶の製造方法 垂直ブリッジマン炉または垂直徐冷炉を用いて、高圧溶融法により融液からZnSeバルク単結晶を製造する方法において、種結晶上に、ZnSe原料、封止剤を順次充填したルツボを高圧炉内で加熱処理することによって、該種結晶の上に単結晶を育成することを特徴とするZnSeバルク単結晶の製造方法。 
		不純物濃度の制御	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特開平06-219900 （拒絶査定確定） 93.01.28 C30B29/42 [被引用 3回]	Siドープn型ガリウム砒素単結晶の製造方法
	結晶品質向上／偏析防止	混晶の偏析防止	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特許3416186 93.03.02 C30B11/04	多成分系単結晶の製造方法 縦型ボートを用いてシード上に結晶を析出・成長させる結晶の製造方法であって、先端部にシードを配置した縦型ボートにおける上方部に多成分系単結晶原料、およびその下方部に該原料を構成する成分のうち少なくとも一種の成分の融液を配置し、上記原料層における融液層との固液界面近傍部分を原料が融液に融解する温度に保持することにより、この部分の原料を融液化して下方の融液層に溶かし込むとともに、上記融液層におけるシードまたはシード上に析出した単結晶との固液界面近傍部分を、融液から原料と同一組成の結晶が析出する温度に保持することにより、シード上に単結晶を析出・成長させていくことを特徴とする多成分系単結晶の製造方法。 
		不純物の偏析防止	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開2004-217508 02.12.26 C30B29/42	SiドープGaAs単結晶インゴットおよびその製造方法、並びに化合物半導体単結晶インゴットの製造装置
				特開2000-143397 97.03.31 C30B29/42	ガリウム砒素単結晶

表 2.11.4 同和鉱業の技術要素別課題対応特許 (3/4)

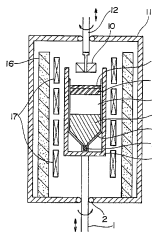
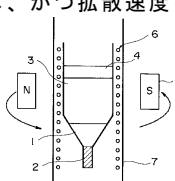
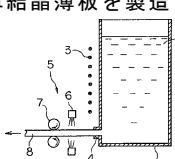
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／偏析防止	不純物の偏析防止	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特許3023077 97.03.31 C30B29/42 [被引用 1回]	ガリウム砒素単結晶およびその製造方法 VB法やVGF法などの縦型ボート法を用いてSiドープ型GaAs単結晶を製造する際に、るつぼ収納容器内に設けたるつぼに種結晶とGaAs原料を装入し、その上にSi酸化物をあらかじめドープした封止材(B ₂ O ₃)を置き、ヒーターで加熱して原料を熔融し、温度制御により原料融液からGaAs結晶を晶出育成させる際、上記封止剤よりもSi濃度が低い第2の封止剤を結晶成長時の適正な時期にるつぼ内に流入させ、上部ロッドを攪拌板で攪拌することにより、結晶中のキャリア濃度を制御し、歩留りが高いGaAs結晶の製法が提供される。 
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平08-337489 95.06.13 C30B13/16	半絶縁性GaAs単結晶の製造方法および装置
	品質安定化	結晶品質の安定化	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開2000-109400 98.10.01 C30B29/42 [被引用 2回]	SiドープGaAs単結晶並びにその製造方法及び装置
	生産性の向上	工程簡略化	るつぼ、成長容器の改良／断面形状を円形以外の形状に変更	特開平09-227270 96.02.16 C30B13/14	単結晶基板の製造方法および装置
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	原料、メルトの改良／原料作製条件の変更	特開2000-290098 99.04.06 C30B29/42	GaAs単結晶、及びその製造方法
	結晶品質向上／偏析防止	不純物の偏析防止	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開2000-281500 99.03.31 C30B29/42	GaAs単結晶及びその製造方法並びにその製造装置
	品質安定化	シーディングの再現性向上	結晶成長条件の変更／結晶回転数・るつぼ回転数の調整	特開2003-176198 01.12.07 C30B15/20	単結晶製造方法および化合物半導体の単結晶インゴット
		固液界面形状の制御性向上	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開2003-081688 01.06.25 C30B15/00	結晶成長炉及び結晶成長方法
結晶成長／溶液成長／液相成長	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／その他の多結晶化防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平10-114596 96.10.09 C30B19/12	フラックス結晶成長法およびその装置
	結晶品質向上／偏析防止	混晶の偏析防止	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開平09-110577 95.10.17 C30B11/08	フラックス法によるAlGaAs単結晶の製造方法およびそれに用いる製造装置

表 2.11.4 同和鉱業の技術要素別課題対応特許 (4/4)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／溶液成長法	生産性の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特許3485120 93.11.04 C30B11/04	ZnSe単結晶の製造方法 立設されたるつぼ内においてZnおよびSe、またはZnSe多結晶体から成る成長原料を溶質として、溶媒中で結晶成長させる単結晶の製造方法において、磁石が取り付けられた回転体を外部から該るつぼを取り囲んで略水平面で回転させ電磁誘導により溶媒中の溶質を攪拌することによって濃度を均一にし、かつ拡散速度を速くすることにより高純度な単結晶を短時間に生成せしめることを特徴とするZnSe単結晶の製造方法。 
結晶成長／液相成長／その他	品質安定化	成長温度の制御性向上	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開2003-292393 02.03.29 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造装置及び製造方法、化合物半導体単結晶
	生産性の向上	工程簡略化	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特許3624295 94.12.07 C30B15/34	単結晶の製造方法及びその製造装置 GaAs原料を入れた縦型ルツボの側面もしくは底面に形成した縦横2mm以下×10mm以上の開口部からルツボ内の融液を引き出し単結晶薄板を製造する方法および装置。開口部から引き出した単結晶は冷却によって固体化し、結晶化される。 
熱処理	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	その他結晶品質の向上	熱処理装置の改良／その他熱処理装置の改良	特開2000-327500 99.05.12 C30B33/02	アニール炉
加工	基板品質向上	加工損傷防止	加工装置の改良	特開2002-222785 01.01.24 H01L21/304, 622	半導体ウエハおよびその研磨方法
		面方位、表裏の識別性向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板方位を規定	特開2003-086474 01.09.14 H01L21/02	ノッチ付き化合物半導体ウエハ
		その他基板品質の向上	基板の表面処理／基板の裏面処理	特開2004-043257 02.07.12 C30B33/10	化合物半導体ウエハ及びその加工方法
	歩留まり向上	その他歩留まり向上	加工方法の改良／結晶評価結果の利用	特開2002-148191 00.11.08 G01N21/64	半導体の特性評価方法およびその装置
	その他	エビタキシャル成長膜の品質向上	基板の表面処理／基板表面に同一物質を成膜	特許3560180 95.02.14 C30B29/48	ZnSeホモエピタキシャル単結晶膜の製造法 LPE法、MOCVD法またはMBE法によりZnSeの単結晶基板上にZnSe単結晶膜をホモエピタキシャル成長させる方法において、上記ZnSeの単結晶基板としてZnSeの融点前後で育成したZnSe単結晶体をエピタキシャル基板と成したものをを用い、該基板上にZnSe単結晶膜をホモエピタキシャル成長させることを特徴とするZnSeホモエピタキシャル単結晶膜の製造法。

2.12 リコー

2.12.1 企業の概要

商号	株式会社 リコー
本社所在地	〒107-8544 東京都港区南青山 1-15-5 リコービル
設立年	1936 年（昭和 11 年）
資本金	1,353 億 64 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	11,536 名（2004 年 3 月末）（連結：73,137 名）
事業内容	事務機器（複写機、ファクシミリ、プリンタ等）、光学機器（カメラ、光学レンズ等）、光ディスク応用製品、半導体等の製造・販売、他

事務機器の製造・販売および保守サービスが主な事業であるが、半導体製品も提供している。2000 年に社内カンパニー制を導入しており、「電子デバイスカンパニー」が半導体デバイスの開発・製造・販売を行っている。

（出典：リコーのホームページ <http://www.ricoh.co.jp>）

2.12.2 製品例

リコーでは、化合物半導体基板は提供していない。

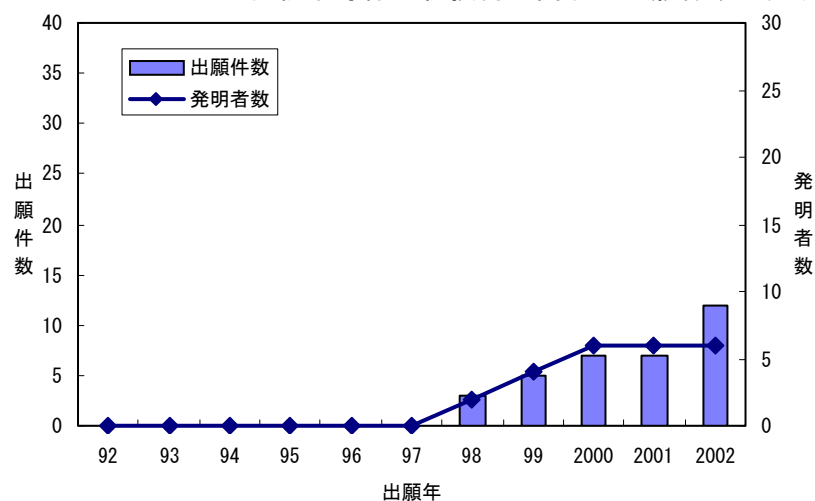
2.12.3 技術開発拠点と研究者

図 2.12.3 に、リコーの化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

リコーの場合、1998 年以降に出願を開始し、出願件数、発明者数とも増加し、02 年には出願件数 12 件、発明者数 6 人と最大となった。

開発拠点：東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

図 2.12.3 リコーの化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数

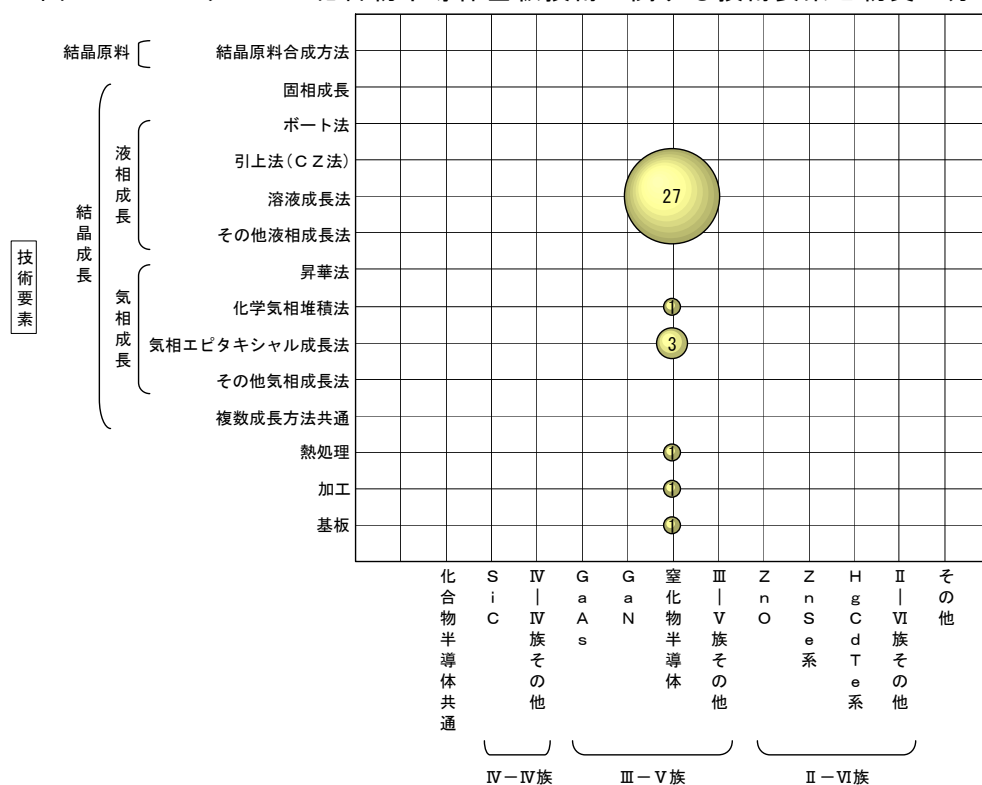


2.12.4 技術開発課題対応特許の概要

図 2.12.4-1 に、リコーの化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。物質別にみると、「窒化物半導体」に関する出願のみとなっており、リコーは、窒化ガリウム（GaN）をはじめとしてさまざまな「窒化物半導体」の開発をしていることが分かる。

技術要素別にみると、「溶液成長法」に関する出願が最も多い。多くの出願人が「窒化物半導体」の結晶成長として「気相エピタキシャル成長法」の開発に取り組んでおり、リコーが「溶液成長法」の開発を行っていることは特徴的でニッチである。

図2.12.4-1 リコーの化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

図 2.12.4-2 に、リコーの化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。技術要素別にみると、「溶液成長法」に関する出願が最も多い。

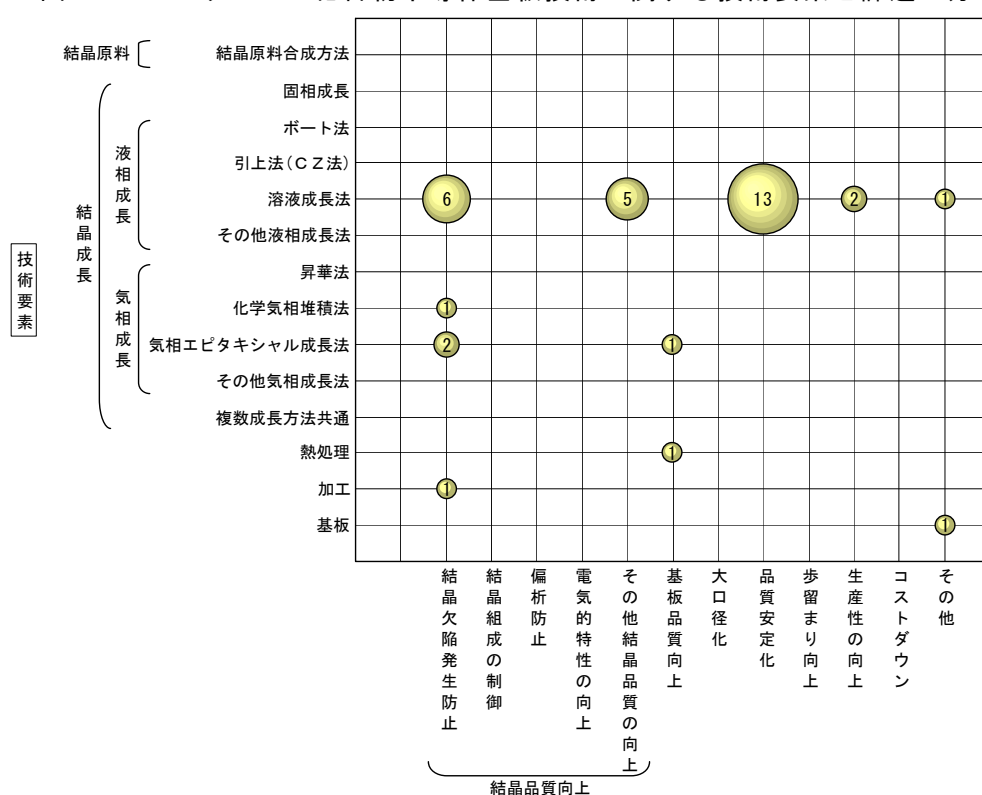
「溶液成長法」に関する課題についてみると、「品質安定化」に関する出願が最も多く、次いで「結晶欠陥発生防止」、「その他結晶品質の向上」となっている。

「品質安定化」は、結晶成長圧力、結晶成長温度などの安定化やメルト組成のずれを防止して安定した結晶成長を行うことを課題とするものである。

「結晶欠陥発生防止」は、種結晶、下地基板以外に結晶核が発生することによる結晶欠陥発生を防止するものである。

「その他結晶品質の向上」は、まだバルク結晶成長が困難である「窒化物半導体」を実用的なサイズに結晶化するものである。

図2.12.4-2 リコーの化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

図2.12.4-3に、リコーの化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。
課題についてみると、「品質安定化」に関する出願が最も多く、次いで「結晶欠陥発生防止」となっている。

「品質安定化」に対する解決手段をみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多く、次いで「結晶成長条件の変更」となっている。

「結晶成長装置の改良」には、メルト組成を安定化させるため、原料供給機構を設けてメルトを安定化する出願が多く、「結晶成長条件の変更」には、メルトの位置を一定に調整する出願が多く、メルトを安定化するための解決手段を出願している。

2番目に多い課題である「結晶欠陥発生防止」に対する解決手段は、「結晶成長条件の変更」が最も多く、次いで「種結晶、下地基板の改良」となっている。

「結晶成長条件の変更」は成長温度や成長圧力などさまざまな成長条件について出願されており、「種結晶、下地基板の改良」は、成長結晶との熱歪みなどを防ぐために種結晶などの組成を規定したり、表面にマスク部を形成する出願がされている。

図2.12.4-3 リコーの化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布

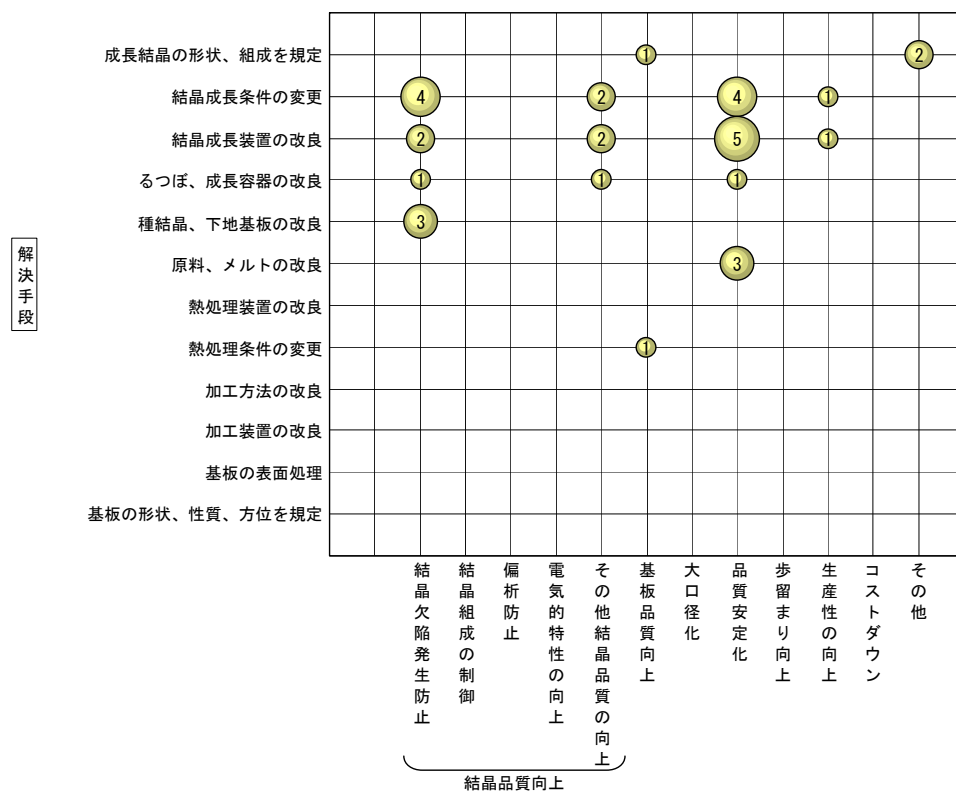


表2.12.4に、リコーの化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許34件を示す。

表 2.12.4 リコーの技術要素別課題対応特許 (1/2)

技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／溶液成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶以外の結晶核の発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開2002-201100 00.10.24 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶、その成長方法、成長装置および半導体デバイス
			結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開2004-189590 02.11.26 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶およびⅠⅠⅠ族窒化物の結晶成長方法および半導体デバイスおよびシステム
			結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特開2004-168650 02.11.08 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶およびⅠⅠⅠ族窒化物の結晶成長方法および結晶成長装置および半導体デバイスおよびシステム
			結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開2003-313099 02.04.22 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長装置
			結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特開2003-300798 02.04.04 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長方法およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長装置
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開2003-286098 02.03.28 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長方法およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長装置
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	実用サイズの結晶化	結晶成長条件の変更／結晶成長圧力の調整	特開2003-292400 02.01.29 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長方法およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長装置およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶および半導体デバイス
			結晶成長条件の変更／結晶成長雰囲気調整	特開2002-128586 00.10.19 C30B9/12	結晶成長方法および結晶成長装置およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶およびⅠⅠⅠ族窒化物半導体デバイス
			結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開2001-064098 99.08.24 C30B29/38 [被引用 5回]	結晶成長方法および結晶成長装置およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶
			結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開2003-012400 01.06.28 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長装置およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長方法およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶および半導体デバイス
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、結晶容器の径を変化	特開2002-128587 00.10.19 C30B9/12	結晶成長方法および結晶成長装置およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶および半導体デバイス
	品質安定化	メルトの安定化	結晶成長条件の変更／結晶成長雰囲気調整	特開2003-238296 01.12.05 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長方法およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長装置
			結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開2003-313098 02.04.22 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長方法およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長装置
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開2003-212696 02.01.18 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物の結晶成長方法および結晶成長装置
		結晶径の制御性向上	結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開2003-081696 01.05.22 C30B29/38	観察機能付ⅠⅠⅠ族窒化物結晶、成長装置、方法、およびデバイス
		成長圧力の制御性向上	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特開2001-064097 99.08.24 C30B29/38 [被引用 4回]	結晶成長方法および結晶成長装置およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶
			結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開2001-058900 99.06.09 C30B29/38 [被引用 3回]	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶および結晶成長方法および結晶成長装置およびⅠⅠⅠ族窒化物半導体デバイス

表 2.12.4 リコーの技術要素別課題対応特許 (2/2)

技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／溶液成長法	品質安定化	成長速度の安定化	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特開2003-300799 02.04.08 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長方法およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長装置
				特開2003-206198 02.01.10 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長方法およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長装置
			結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開2003-160398 01.11.21 C30B29/38 [被引用 1回]	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長方法およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長装置
			原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開2002-326898 01.05.01 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長方法およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長装置
			原料、メルトの改良／その他原料・メルトの改良	特開2003-313097 02.04.22 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長方法
		原料供給口、排気口の閉塞防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開2003-286099 02.03.28 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長装置およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長方法
			原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開2003-160399 01.11.26 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶の結晶成長方法および結晶成長装置
	生産性の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特開2002-068897 00.08.31 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶の結晶成長方法および結晶成長装置およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶および半導体素子
		結晶成長時間の短縮	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開2002-338397 01.05.17 C30B29/38	ⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長装置およびⅠⅠⅠ族窒化物結晶成長方法
／結晶成長／気相成長／化学気相堆積法	その他	デバイス作製時の歩留まり向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特開2001-119103 99.10.18 H01S5/323 [被引用 4回]	結晶成長方法および結晶成長装置および立方晶系ⅠⅠⅠ族窒化物結晶および半導体デバイス
	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	点欠陥発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開2000-012469 98.06.17 H01L21/205	結晶成長装置及び結晶成長方法
	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開2001-007394 99.06.18 H01L33/00 [被引用 1回]	半導体基板およびその作製方法および半導体発光素子
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開平11-238687 98.02.20 H01L21/205	半導体基板および半導体発光素子
／結晶成長／気相成長／法／気相	基板品質向上	反りの低減化	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開平11-260737 98.03.09 H01L21/205	半導体基板の製造方法および半導体発光素子
	熱処理	反りの低減化	熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特開2002-009003 00.06.23 H01L21/205	半導体基板およびその作製方法および発光素子
加工	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開2001-257432 00.03.10 H01S5/343	半導体基板の作製方法および半導体基板および半導体発光素子
基板	その他	デバイス特性の向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開2002-141552 00.10.31 H01L33/00	Ⅲ族窒化物半導体、半導体基板、該半導体を用いたレーザおよび半導体装置

2.13 富士通

2.13.1 企業の概要

商号	富士通 株式会社
本社所在地	〒105-7123 東京都港区東新橋 1-5-2 汐留シティセンター
設立年	1935 年（昭和 10 年）
資本金	3,246 億 24 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	34,836 名（2004 年 3 月末）（連結：156,169 名）
事業内容	通信システム、情報処理システム、電子デバイス等の製造・販売およびこれらに関するサービスの提供

化合物半導体製品に関しては、1973 年に世界初の GaAs-FET を開発、79 年に高電子移動度トランジスタ（HEMT）を世界で初めて発明するといった歴史を持っている。

対応組織としては、84 年に化合物半導体の製造会社「富士通カンタムデバイス㈱」を設立、04 年 4 月には富士通カンタムデバイス㈱と住友電工の化合物半導体関連事業の中の電子デバイス事業を統合して、「ユーディナデバイス㈱」（本社：神奈川県横浜市栄区）を設立している。

（出典：富士通のホームページ <http://jp.fujitsu.com>

ユーディナデバイスのホームページ <http://www.eudyna.com>）

2.13.2 製品例

ユーディナデバイスが、化合物半導体製品として、各種の電子・光デバイスを製造・販売している。また、同社はヒ化ガリウム（GaAs）ウエハのファウンドリサービスも行っており、カスタムメイドの化合物半導体デバイスも提供している。しかし、化合物半導体基板のみの提供は行っていない。

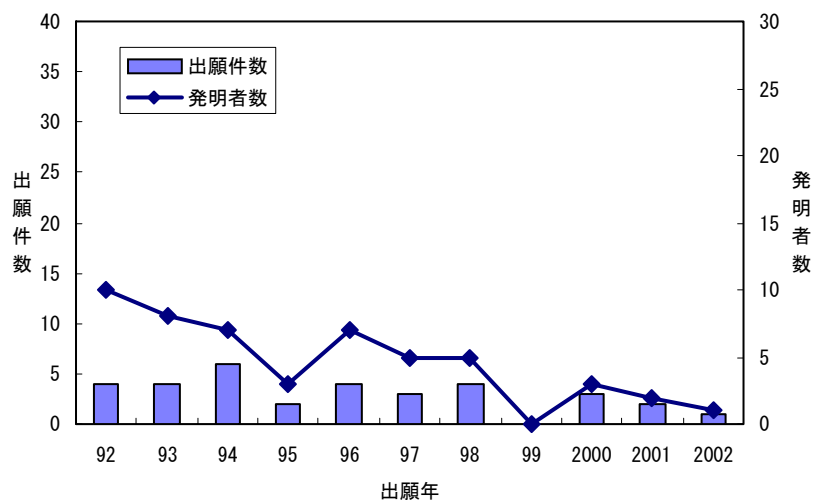
2.13.3 技術開発拠点と研究者

図 2.13.3 に、富士通の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

富士通の場合、出願件数、発明者数ともに多少の減少がみられるものの、1999年を除き、92～02年まで出願がされている。

開発拠点：神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

図2.13.3 富士通の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2.13.4 技術開発課題対応特許の概要

図 2.13.4-1 に、富士通の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。物質別にみると、「化合物半導体共通」に関するものが最も多く、次いで「Ⅲ－Ⅴ族その他」、「テルル化水銀カドミウム（HgCdTe）系」となっている。

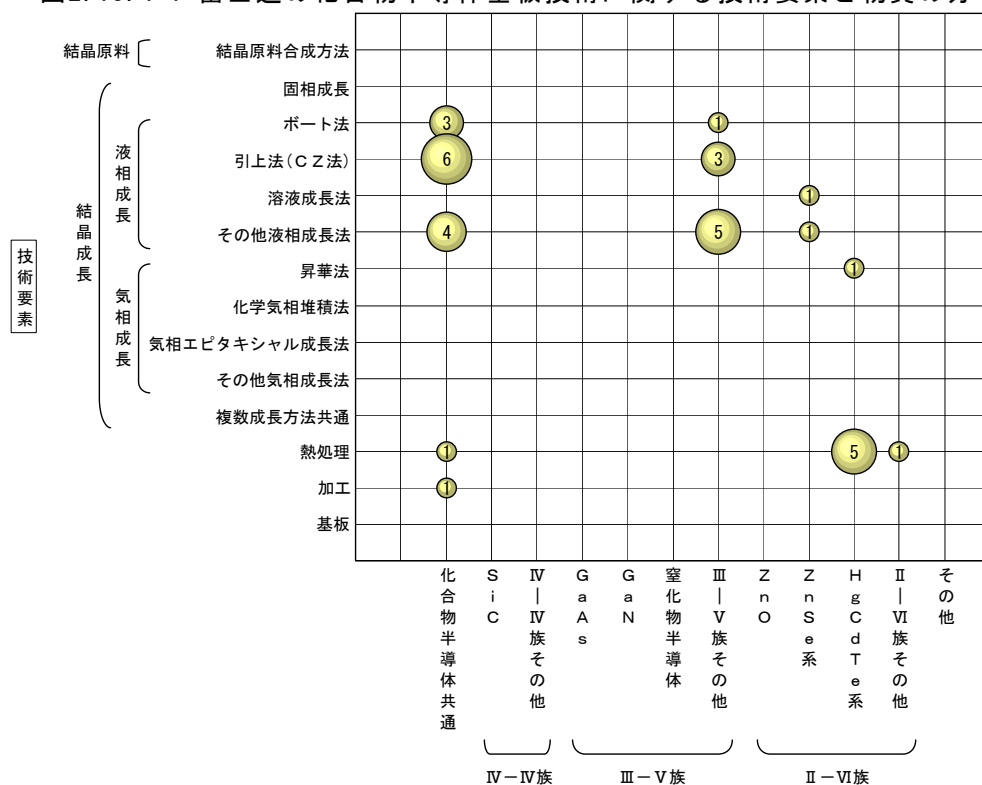
「化合物半導体共通」の出願 15 件の明細書中の実施例のうち 11 件が、また、「Ⅲ－Ⅴ族その他」の出願 9 件の明細書中の実施例がヒ化インジウムガリウム（InGaAs）であった。

富士通は、ヒ化インジウムガリウム（InGaAs）やテルル化水銀カドミウム（HgCdTe）など 3 元系の化合物半導体の開発を進めていることに特徴がある。

技術要素についてみると、「その他液相成長法」による出願が最も多く、次いで「引上法（CZ 法）」、「熱処理」となっている。

「その他液相成長法」には、ゾーンメルティング法や異なる成長法により 2 回成長を行う（ボート法による成長後にゾーンメルティング成長法を行う）ものなどが含まれる。

図2.13.4-1 富士通の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

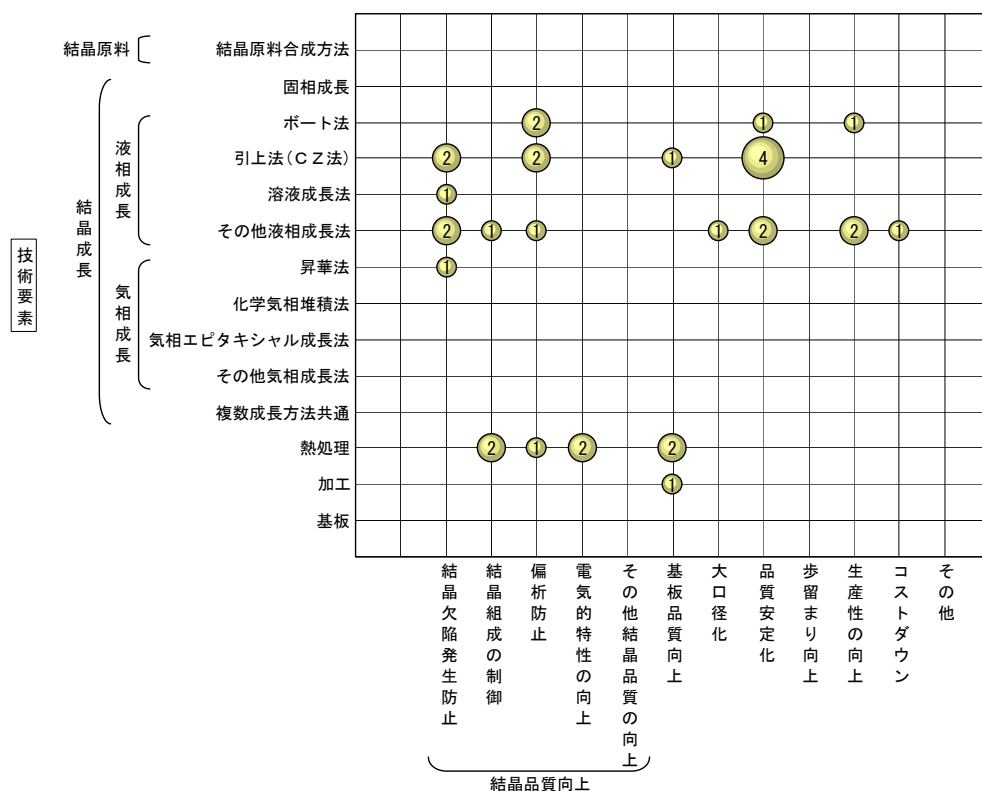
図 2.13.4-2 に、富士通の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。技術要素別にみると、「その他液相成長法」による出願が最も多く、次いで「引上法（CZ 法）」、「熱処理」となっている。

「その他液相成長法」については、特に集中する課題もなくさまざまな課題に関して出願されている。

「引上法（CZ 法）」に関する課題についてみると、「品質安定化」に関する出願が多く、次いで「結晶欠陥発生防止」、「偏析防止」となっている。

「熱処理」に関する課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」とする出願がなく、「結晶組成の制御」、「電気的特性の向上」、「基板品質向上」などに出願がある。

図2.13.4-2 富士通の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

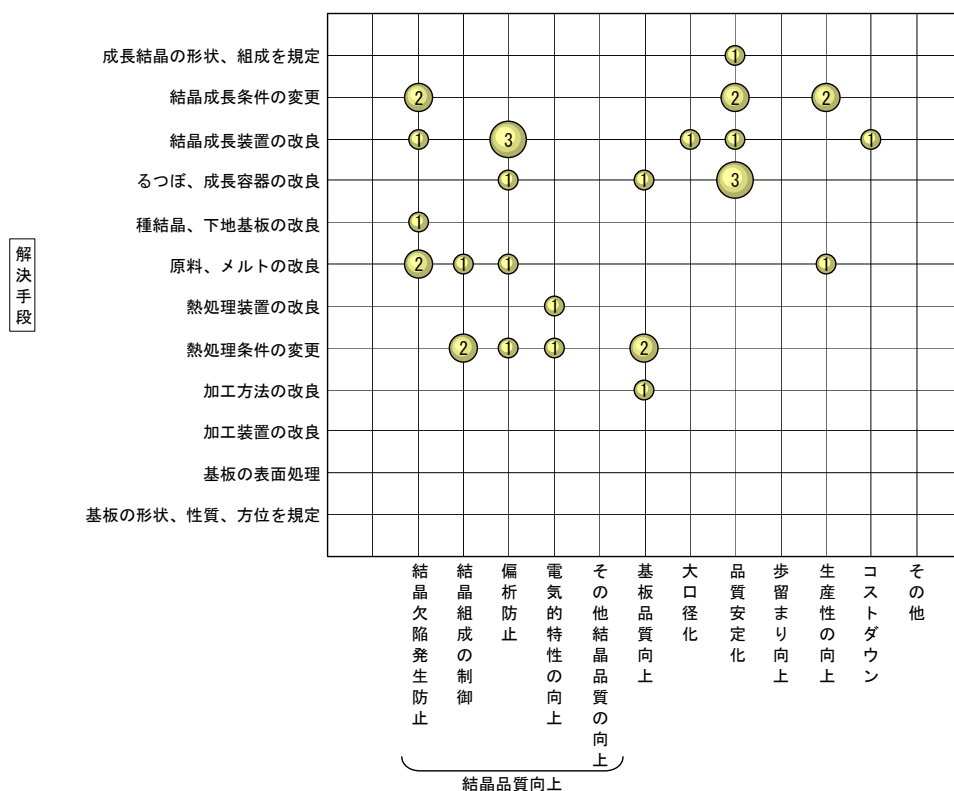
図2.13.4-3に、富士通の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「品質安定化」に関する出願が最も多く、次いで「結晶欠陥発生防止」、「偏析防止」となっている。他の出願人に比べて「偏析防止」の出願の割合が多い理由として、3元系の化合物半導体は均一組成の結晶を作製することが非常に困難であることによる。

「品質安定化」に関する解決手段をみると、「るつぼ、成長容器の改良」に関する出願が多い。これは、二重るつぼを使用して結晶成長中のメルト組成の変動を抑える出願である。

「偏析防止」に関する解決手段をみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多い。これは、原料供給装置を設けて結晶成長中のメルト組成の変動を抑える出願である。富士通は、メルト組成の変動を抑える解決手段を多く出願していることが分かる。

図2.13.4-3 富士通の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表2.13.4に、富士通の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許33件を示す。そのうち、登録になった4件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.13.4 富士通の技術要素別課題対応特許 (1/4)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ポート法	結晶品質向上／偏析防止	混晶の偏析防止	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開平10-067592 (みなし取下げ) 96.08.23 C30B11/08	水平ブリッジマン結晶成長炉及び半導体の製造方法
			るつぼ、成長容器の改良／補助部材の使用	特開平11-049593 (みなし取下げ) 97.07.31 C30B11/00 [被引用 1回]	化合物結晶の製造装置および化合物結晶の製造方法
	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長条件の変更／固液界面位置の調整	特許3551406 98.01.14 C30B29/48 [被引用 2回]	混晶半導体単結晶の成長方法 結晶成長容器を用いる縦型の液相成長装置を用いた混晶半導体単結晶の成長方法において、結晶成長の途中で結晶成長容器を成長炉内で移動することによって、固液界面の位置を成長炉内の結晶成長開始位置の温度勾配にほぼ等しい位置に保つことを特徴とする混晶半導体単結晶の成長方法。 本発明の原理的構成の説明図 1: 結晶成長容器 2: 原料 3: 混晶半導体単結晶 4: メルト 5: 固液界面
	生産性の向上	結晶成長の長尺化	結晶成長条件の変更／結晶成長速度の規定	特許3419208 96.07.24 C30B29/40, 501	単結晶製造方法 種結晶に接触させた多元系溶液の温度を降下して、結晶組成が成長方向に変化した多元系単結晶を成長する単結晶製造方法において、結晶成長中に成長速度を低減する。例えば、GaAsを種結晶とし始めに $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($0 < x \leq 0.1$) 結晶を成長させ、成長方向にInが増加するInGaAs単結晶を成長する。 本発明の実施形態例結晶成長スケジュール
	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／ミスフィット転位発生防止	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開平07-257988 (みなし取下げ) 94.03.17 C30B15/02	3元化合物半導体の結晶成長方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開平07-172973 (みなし取下げ) 93.12.15 C30B15/02	混晶単結晶の製造方法
	結晶品質向上／偏析防止	混晶の偏析防止	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開平08-165190 (みなし取下げ) 94.12.07 C30B15/02 [被引用 1回]	引き上げ成長方法および引き上げ成長装置
				特開平08-034697 (みなし取下げ) 94.07.25 C30B15/02	引き上げ成長方法及び引き上げ成長装置
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）					

表 2.13.4 富士通の技術要素別課題対応特許 (2/4)

技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	基板品質向上	面内均一化	るつぼ、成長容器の改良／二重るつぼの使用	特開平07-157390 (みなし取下げ) 93.12.02 C30B15/12	単結晶製造方法
	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開平05-221775 (みなし取下げ) 92.02.07 C30B15/02 [被引用 1回]	引き上げ成長方法
		結晶径の制御性向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特開平08-133890 (みなし取下げ) 94.10.31 C30B27/02	半導体結晶の製造方法
			るつぼ、成長容器の改良／二重るつぼの使用	特許3013125 (権利消滅) 92.02.04 C30B15/02 [被引用 1回]	引き上げ成長方法及び装置 元素Aと元素Bと元素Cとよりなる3元融液中に、前記元素Aと元素Bと元素Cとのうちのいずれかの元素よりなる化合物半導体のソースを浸漬することにより該元素を補給しながら、前記融液中に浸漬した種結晶を引き上げて元素Aと元素Bと元素Cとよりなる3元化合物半導体結晶を引き上げ成長する引き上げ成長方法において、前記融液に浸漬した結晶及びソースとの間に少なくとも1つのスリットを有する隔壁を設け、該隔壁に設けられた前記
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開平07-165488 (みなし取下げ) 93.12.10 C30B15/10	結晶成長装置及び結晶成長方法
結晶成長／溶液成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	面欠陥発生防止／双晶発生防止	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特開2000-095599 98.09.18 C30B29/48	半導体結晶の作製方法
結晶成長／液相成長／その他	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶以外の結晶核の発生防止	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開2003-146792 01.11.07 C30B11/02	半導体混晶の成長方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶、下地基板の劣化防止	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開2000-169300 98.12.04 C30B29/40, 501	混晶半導体単結晶の成長方法

表 2.13.4 富士通の技術要素別課題対応特許 (3/4)

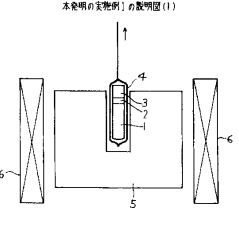
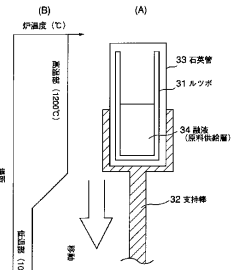
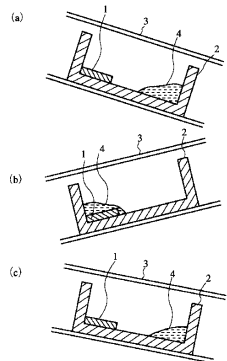
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／その他液相成長法	結晶品質向上／結晶組成の制御	混晶の組成制御	原料、メルトの改良／組成比の調整	特許3557690 94.09.22 C30B13/08 [被引用 2回]	結晶成長方法 多元系の第1の組成を有する第1の原料結晶と、該第1の組成の液相成長温度で相平衡にある融液組成と同一の組成を有する多元系の第2の原料結晶とを接続し、前記液相成長温度に維持して該第2の原料結晶のみを溶解するとともに、前記溶解部を該第1の原料結晶方向に移動させ、該第1の原料結晶を補給用原料とすることで該第1の組成を再結晶成長することを特徴とする結晶成長方法。 
	結晶品質向上／偏析防止	混晶の偏析防止	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特許3435118 00.03.16 H01L21/208	化合物半導体バルク結晶の成長方法、および化合物半導体装置の製造方法 多元系バルク結晶をゾーンメルト再成長法により形成する際に、形成したい多元系バルク結晶と実質的に同一の組成を有する多元系原料供給層を、多元系原料混合物を完全に溶解させた後急冷することにより形成し、かかる多元系原料供給層を前記多元系バルク結晶が析出する融液に接触させ、前記多元系バルク結晶の析出による前記融液の組成変動を補償する。 (A) (B)は、本発明の一実施例における原料供給層の形成方法およびそのための装置を示す図 
	大口径化	その他大口径化	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開2001-253790 00.03.10 C30B13/16 通信・放送機構	結晶成長装置及び結晶成長方法
	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長条件の変更／固液界面位置の調整	特開2002-274998 01.03.16 C30B29/40, 501 [被引用 1回]	混晶半導体結晶の成長方法及び結晶成長装置
		メルトの安定化	るつぼ、成長容器の改良／圧力調整部分の付加	特開2003-267794 02.03.15 C30B11/00	結晶成長方法及び結晶成長装置
	生産性の向上	原料合成時間短縮化	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整(成長中)	特開2000-178095 98.12.17 C30B11/00	結晶成長方法

表 2.13.4 富士通の技術要素別課題対応特許 (4/4)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
／結晶成長／液相成長法	生産性の向上	結晶成長の長尺化	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平11-035389 (みなし取下げ) 97.07.18 C30B11/06	結晶成長方法
	コストダウン	装置・設備費用の削減	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平08-245289 (みなし取下げ) 95.03.09 C30B13/32	結晶成長装置及び成長方法
結晶成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	点欠陥発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長雰囲気調整	特開平09-286699 96.04.23 C30B29/52	HgCdTe結晶の製造方法
熱処理	結晶品質向上／結晶組成の制御	混晶の組成制御	熱処理条件の変更／その他熱処理条件の変更	特開平09-326404 (みなし取下げ) 96.06.06 H01L21/368	HgCdTe結晶の製造方法
		不純物濃度の制御	熱処理条件の変更／複数回熱処理の実施	特許3379054 94.11.10 C30B29/48	半導体結晶の製造方法 HgCdTe結晶とHg源を真空状態にして封入した反応管内で熱処理を施して前記HgCdTe結晶をn型化し、引き続いて前記Hg源近傍の温度をHgが気化しない温度まで低下させて熱処理することにより前記HgCdTe結晶のp型キャリア濃度を制御することを特徴とする半導体結晶の製造方法。 本発明の実施例1の製造工程の説明図 
	結晶品質向上／偏析防止	不純物の偏析防止	熱処理条件の変更／融液中での熱処理	特開平10-321649 97.05.21 H01L21/388	不純物ドーピング方法
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	熱処理装置の改良／結晶収納容器の構造改良	特開平09-139392 (みなし取下げ) 95.11.16 H01L21/477	化合物半導体の熱処理方法及び熱処理装置
			熱処理条件の変更／熱処理雰囲気を規定	特開平07-118097 (みなし取下げ) 93.10.25 C30B29/46	HgCdTe結晶のp型キャリア濃度制御方法およびホトダイオードの製造方法
	基板品質向上	EPDの低減化	熱処理条件の変更／熱処理雰囲気を規定	特開2002-083825 00.09.08 H01L21/477	閉管式熱処理方法
		面内均一化	熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特開平06-097180 (拒絶査定確定) 92.09.14 H01L21/324	化合物半導体基板の熱処理方法
加工	基板品質向上	表面粗さの低減化	加工方法の改良／エッチング方法の変更	特開平05-206029 (みなし取下げ) 92.01.24 H01L21/205	半導体結晶基板の平坦化方法

2.14 住友金属鉱山

2.14.1 企業の概要

商号	住友金属鉱山 株式会社
本社所在地	〒105-8716 東京都港区新橋 5-11-3
設立年	1950 年（昭和 25 年）
資本金	883 億 55 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	2,172 名（2004 年 3 月末）（連結：8,187 名）
事業内容	各種金属の精錬・加工・販売、非鉄金属資源の探査・開発・生産、電子材料・機能材料の製造・販売、他

電子事業本部で、化合物半導体基板を製造・販売している。最近まで、ヒ化ガリウム（GaAs）、リン化ガリウム（GaP）、インジウムリン（InP）の3種類の基板を製造・販売していたが、2004 年時点では、ヒ化ガリウム（GaAs）の製造からは撤退している。リン化ガリウム（GaP）に関しては、世界トップシェアである。

（出典：住友金属鉱山のホームページ <http://www.smm.co.jp> およびヒアリング）

2.14.2 製品例

現在、製造・販売している、リン化ガリウム（GaP）基板の標準仕様を下表に示す。

表 2.14.2 住友金属鉱山の製品例

製品名	標準仕様				
リン化 ガリウム (GaP) 基板 (LEC 法)	サイズ	2 インチ	3 インチ	2 インチ	2.5 インチ
	直径 (mm)	50.0±3.0	76.0±3.0	50.0±3.0	63.0±3.0
	厚さ (μ m)	350±15		285±15	
	転位欠陥密度 (EPD) (cm ⁻²)	≤5×10 ⁵			≤2×10 ⁵
	方位 (Orientation)	(100) X° ±0.5° off		(111)	
	導電型 (Dopant)	n-Type (S), p-Type (Te, Zn)		n-Type (S, Si)	
	キャリア濃度 (cm ⁻³)	0.2~1.0×10 ¹⁸		0.2~0.7×10 ¹⁸	
インジウ ムリン (InP) 基板 (LEC法)	サイズ	2インチ			
	直径 (mm)	50.0±3.0			
	厚さ (μ m)	350±10			
	欠陥フリー領域 (%)	≥80	≥60	≥40	
	方位 (Orientation)	(100) ±0.05°			
	導電型 (Dopant)	n-Type (S)			
	キャリア濃度 (cm ⁻³)	1.0~10.0×10 ¹⁸			

（出典：住友金属鉱山のホームページ <http://www.smm.co.jp/denshi/crystal/gap.html>）

2.14.3 技術開発拠点と研究者

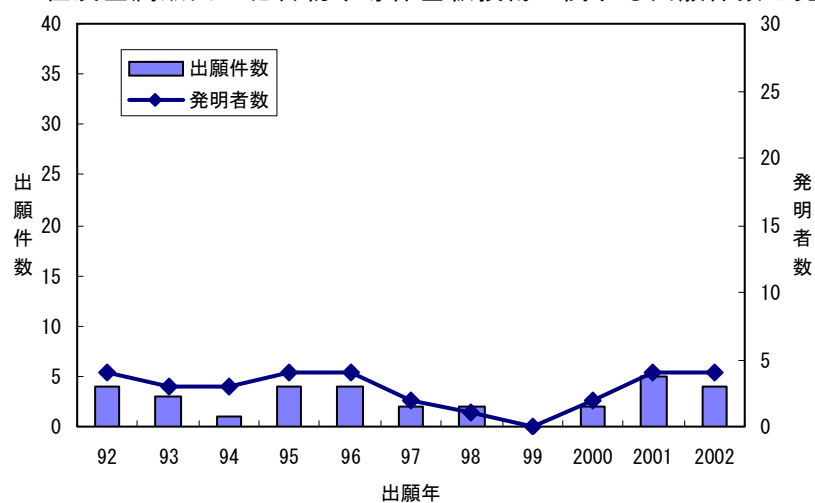
2.14.3 に、住友金属鉱山の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。
住友金属鉱山の場合、1999年には出願がないものの、平均して出願件数が4件程度、発明者数が4人程度の出願がされている。

開発拠点：

東京都青梅市末広町1丁目6番1号 住友金属鉱山株式会社電子事業本部内

北海道岩内郡共和町国富351-1 住友金属鉱山株式会社国富事業所電子工場内

図2.14.3 住友金属鉱山の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2.14.4 技術開発課題対応特許の概要

図 2.14.4-1 に、住友金属鉱山の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

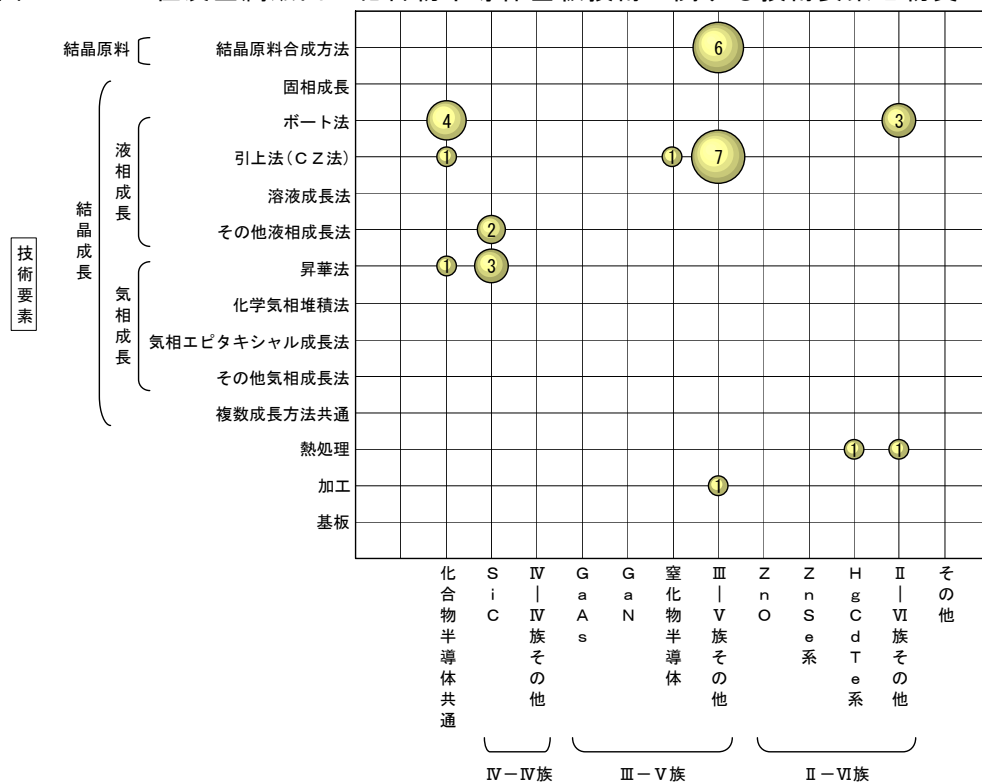
物質別にみると、「Ⅲ－Ⅴ族その他」に関する出願が最も多く、次いで「化合物半導体共通」となっている。

「Ⅲ－Ⅴ族その他」の出願 14 件のうち 11 件は、特許請求の範囲に他の化合物半導体とともにリン化ガリウム（GaP）も列挙されており、残りの 3 件については、明細書中の実施例がリン化ガリウム（GaP）に関する出願であった。

また「化合物半導体共通」の出願 6 件の明細書中の実施例のうち 3 件がリン化ガリウム（GaP）の出願となっており、住友金属鉱山の製品であるリン化ガリウム（GaP）基板に関する出願が多い。

技術要素についてみると、「引上法（CZ法）」に関する出願が多く、次いで「ボート法」、「結晶原料合成方法」となっている。

図2.14.4-1 住友金属鉱山の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

図 2.14.4-2 に、住友金属鉱山の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

技術要素別にみると、「引上法（CZ 法）」に関する出願が多く、次いで「ボート法」、「結晶原料合成方法」となっている。

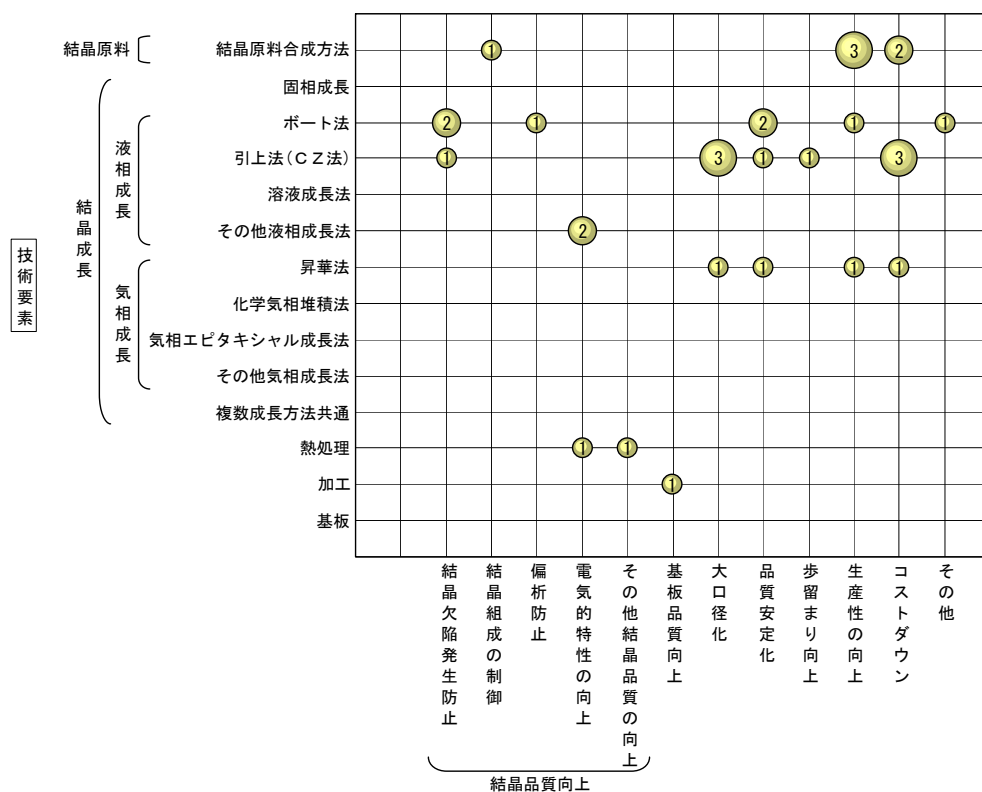
「引上法（CZ 法）」に関する課題は、「大口径化」と「コストダウン」に関する出願が多い。

「ボート法」に関する課題については、特に出願の集中する課題は見られない。

「結晶原料合成方法」に関する課題は、「生産性の向上」に関する出願が多い。

課題についてみると、「コストダウン」に関する出願が多く、次いで「生産性の向上」、「品質安定化」となっており、製品化を意識した課題が多い。

図2.14.4-2 住友金属鉱山の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



(1992年1月～2002年12月の出願)

図2. 14. 4-3に、住友金属鉱山の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「コストダウン」に関する出願が多く、次いで「生産性の向上」、となっている。

「コストダウン」、「生産性の向上」に関する解決手段をみると、「原料、メルトの改良」に関する出願が多い。

解決手段についてみると、「原料、メルトの改良」に関する出願が最も多く、次いで「結晶成長装置の改良」となっており、住友金属鉱山は、原料、メルトの改良や結晶成長装置の改良をする解決手段を中心に開発している。

図2. 14. 4-3 住友金属鉱山の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布

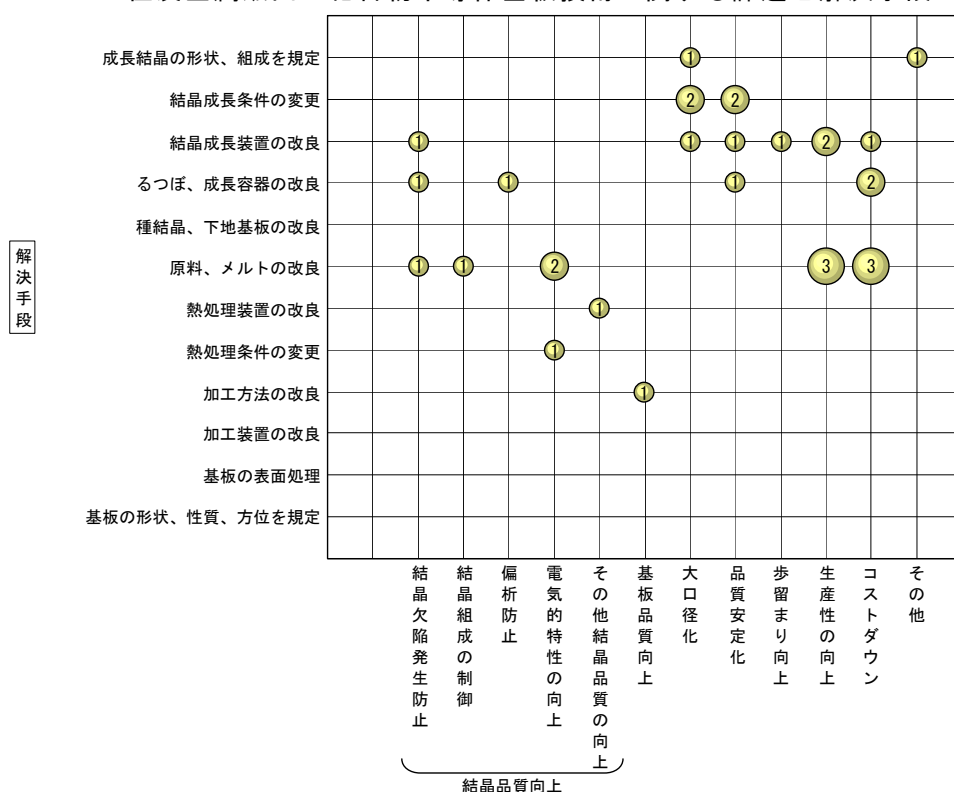


表2. 14. 4に、住友金属鉱山の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許31件を示す。そのうち、登録になった2件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.14.4 住友金属鉱山の技術要素別課題対応特許 (1/3)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶原料／結晶原料合成方法	結晶品質向上／結晶組成の制御	化学量論組成の制御	原料、メルトの改良／原料作製装置の変更	特開平09-040498 (みなし取下げ) 95.07.29 C30B29/44	リン化ガリウム多結晶の製造装置
	生産性の向上	原料合成時間短縮化	原料、メルトの改良／原料作製装置の変更	特開平07-257998 (みなし取下げ) 94.02.07 C30B29/44	リン化ガリウム多結晶の製造方法及びその装置
			原料、メルトの改良／原料作製装置の変更	特開平09-142815 (みなし取下げ) 95.11.28 C01B25/08	リン化ガリウム多結晶の製造装置における縦型封管回収装置
		メンテナンス時間の短縮化	原料、メルトの改良／原料作製装置の変更	特開平10-226596 (みなし取下げ) 97.02.12 C30B27/02	化合物の合成装置および方法
	コストダウン	るつぼ、成長容器の破損防止	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開2001-335307 00.05.25 C01B25/08	化合物半導体多結晶の合成方法
			原料、メルトの改良／原料作製装置の変更	特開2003-160315 01.11.21 C01B25/08	化合物半導体多結晶の合成方法
結晶成長／液相成長／ポート法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止(成長前)／種結晶以外の結晶核の発生防止	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特開2003-335598 02.05.17 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造装置
		成長結晶の多結晶化防止(成長中)／封止剤の被覆不良防止	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開2003-146791 01.11.19 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法
	結晶品質向上／偏析防止	不純物の偏析防止	るつぼ、成長容器の改良／成長用アンブル、密封容器の改良	特開平06-157184 (みなし取下げ) 92.11.13 C30B11/00	結晶成長用アンブル
	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平08-253397 (みなし取下げ) 95.03.13 C30B29/48	CdTe系半導体単結晶の製造方法
		成長温度の制御性向上	るつぼ、成長容器の改良／補助部材の使用	特開平10-130090 96.10.28 C30B15/10	結晶育成用ルツボとこれを用いた結晶育成装置
	生産性の向上	原料合成時間短縮化	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開平10-130098 (みなし取下げ) 96.10.23 C30B29/40 [被引用 1回]	二元系化合物半導体単結晶の成長法
	その他	デバイス特性の向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特許2555847 (権利消滅) 92.10.09 H01S3/18	低抵抗半導体結晶基板及びその製造方法 CdTe結晶あるいはCdZnTe結晶に対し、Inが $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ の濃度となるようにInを添加することを特徴とする。

表 2.14.4 住友金属鉱山の技術要素別課題対応特許 (2/3)

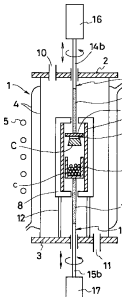
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	体積欠陥発生防止	原料、メルトの改良／封止剤の組成、形状、使用量を規定	特開2003-073198 01.08.30 C30B29/44	G a P単結晶の製造方法
	大口径化	結晶欠陥の発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特開2003-192498 01.12.19 C30B29/44	リン化ガリウム単結晶製造方法
			結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開2004-107120 02.09.17 C30B15/00	リン化ガリウム単結晶の製造方法およびその装置
			結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開2003-073199 01.09.03 C30B29/44	リン化ガリウム単結晶製造方法
	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開2003-212698 02.01.24 C30B29/44	リン化ガリウム単結晶製造方法
	歩留まり向上	その他歩留まり向上	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開平10-330186 97.05.30 C30B15/32	種結晶の保持具
	コストダウン	装置部材の破損・劣化防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開2001-335394 00.05.25 C30B15/30	単結晶育成装置
		原料費の削減	原料、メルトの改良／その他原料・メルトの改良	特開平10-139598 (みなし取下げ) 96.11.01 C30B29/44	リン化ガリウム単結晶製造方法
装置・設備費用の削減		るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開2004-189549 02.12.12 C30B29/38	窒化アルミニウム単結晶の製造方法	
／結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	原料、メルトの改良／組成比の調整	特開2000-154096 98.11.12 C30B29/36	S i C結晶の液相エピタキシャル成長方法
				特開2000-154097 98.11.12 C30B29/36	S i C結晶の液相エピタキシャル成長方法
結晶成長／気相成長／昇華法	大口径化	口径拡大化	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開平10-182297 96.12.24 C30B29/36	S i C単結晶の育成方法
	品質安定化	成長温度の制御性向上	結晶成長装置の改良／その他結晶成長装置の改良	特許3216322 93.04.12 C30B23/00 [被引用 3回]	単結晶育成装置 昇華法により単結晶を育成する単結晶育成装置において、種結晶を保持する支持部材とるつぼとを加熱炉内に上下に対向させて配置するとともに、その支持部材とるつぼとおのおの独立に上下動可能にかつ回転可能に構成したことを特徴とする単結晶育成装置。 

表 2.14.4 住友金属鉱山の技術要素別課題対応特許 (3/3)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／昇華法	生産性の向上	結晶成長時間の短縮	結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	実開平06-051275 (みなし取下げ) 92.12.18 C30B29/36	炭化ケイ素単結晶育成装置
	コストダウン	るつぼ、成長容器の破損防止	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器のその他の構造改良	実開平07-033979 (みなし取下げ) 93.11.26 C30B29/36	S i C単結晶製造用黒鉛ルツボ
熱処理	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	熱処理条件の変更／複数回熱処理の実施	特開平09-124310 (みなし取下げ) 95.10.27 C01B19/04	C d T e結晶の製造方法
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	不純物汚染の防止	熱処理装置の改良／結晶収納容器の構造改良	特開平07-187896 (みなし取下げ) 93.12.28 C30B29/48	水銀カドミウムテルル結晶の熱処理用アンブル
加工	基板品質向上	基板表面清浄化	加工方法の改良／エッチング方法の変更	特開平06-140376 (みなし取下げ) 92.10.23 H01L21/304, 341	G a P結晶の洗浄液

2.15 東芝

2.15.1 企業の概要

商号	株式会社 東芝
本社所在地	〒105-8001 東京都港区芝浦 1-1-1
設立年	1904 年（明治 37 年）
資本金	2,749 億 26 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	32,412 名（2004 年 3 月末）（連結：161,286 名）
事業内容	情報通信システム、社会システム、重電システム、デジタルメディア、家庭電器、電子デバイス等の製造・販売・エンジニアリング・サービス、他

社内カンパニー制をとっており、その中のセミコンダクター社で、各種半導体を開発・製造・販売している。そのうちの 1 つとして、化合物半導体デバイスも扱っている。

化合物半導体デバイスとしては、可視光 LED や半導体レーザーなどの光デバイス、および、高周波デバイスやマイクロ波半導体などの電子デバイスを製造・販売している。

（出典：東芝のホームページ <http://www.toshiba.co.jp> およびヒアリング）

2.15.2 製品例

東芝では、化合物半導体基板を製造しておらず、上記のような化合物半導体デバイスの製造にあたっては、外部より調達している。

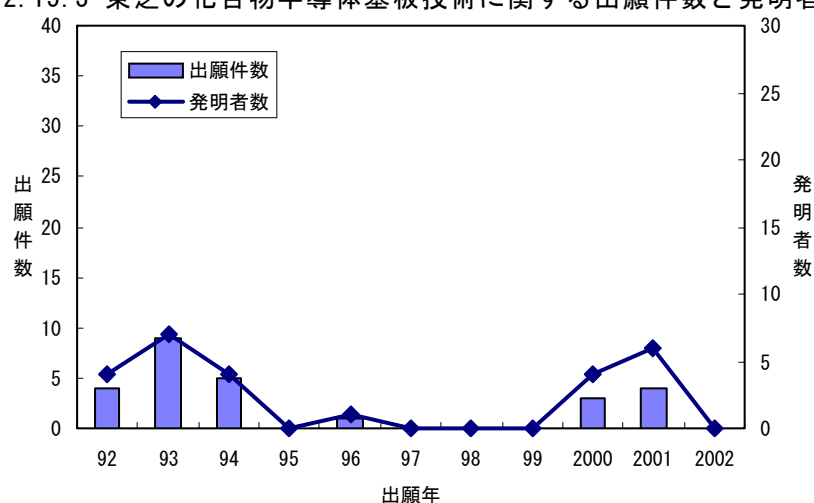
2.15.3 技術開発拠点と研究者

図 2.15.3 に、東芝の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

東芝の場合、1992～94年までは出願件数が 4～9 件、発明者数も 4～7 人と出願がされていた。その後、96年に出願があるものの、99年までは出願がされていない。00年、01年に出願件数 3～4 件、発明者数 4～6 人の出願があったものの02年には出願がされていない。

開発拠点：神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝小向工場内
 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会社東芝堀川町工場内

図2.15.3 東芝の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2. 15. 4 技術開発課題対応特許の概要

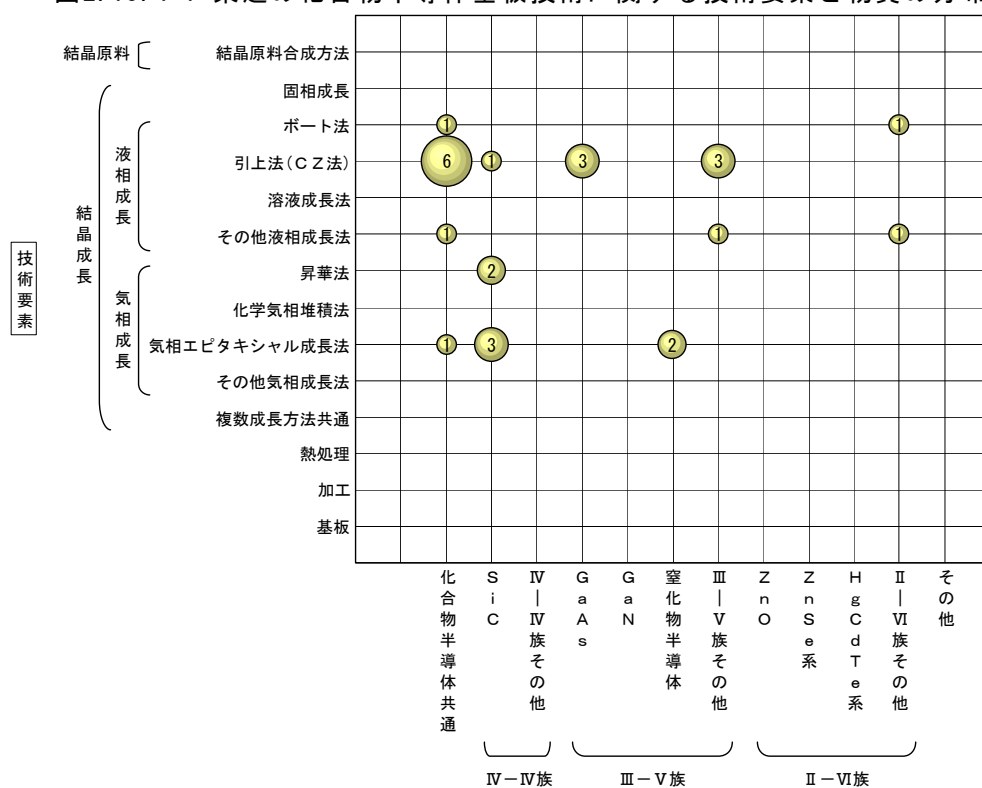
図 2. 15. 4-1 に、東芝の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。
物質別にみると、「化合物半導体共通」に関するものが最も多く、次いで「炭化ケイ素 (SiC)」となっている。

「化合物半導体共通」の出願 9 件の明細書中の実施例のうち 6 件が、ヒ化ガリウム (GaAs) であることから、ヒ化ガリウム (GaAs) に関する出願が多いことが分かる。

技術要素についてみると、「引上法 (CZ 法)」による出願が最も多く、次いで「気相エピタキシャル成長法」となっている。

また、「結晶原料合成方法」、「熱処理」、「加工」、「基板」に関する出願はなく、「結晶成長」に関する出願のみとなっている。

図2. 15. 4-1 東芝の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



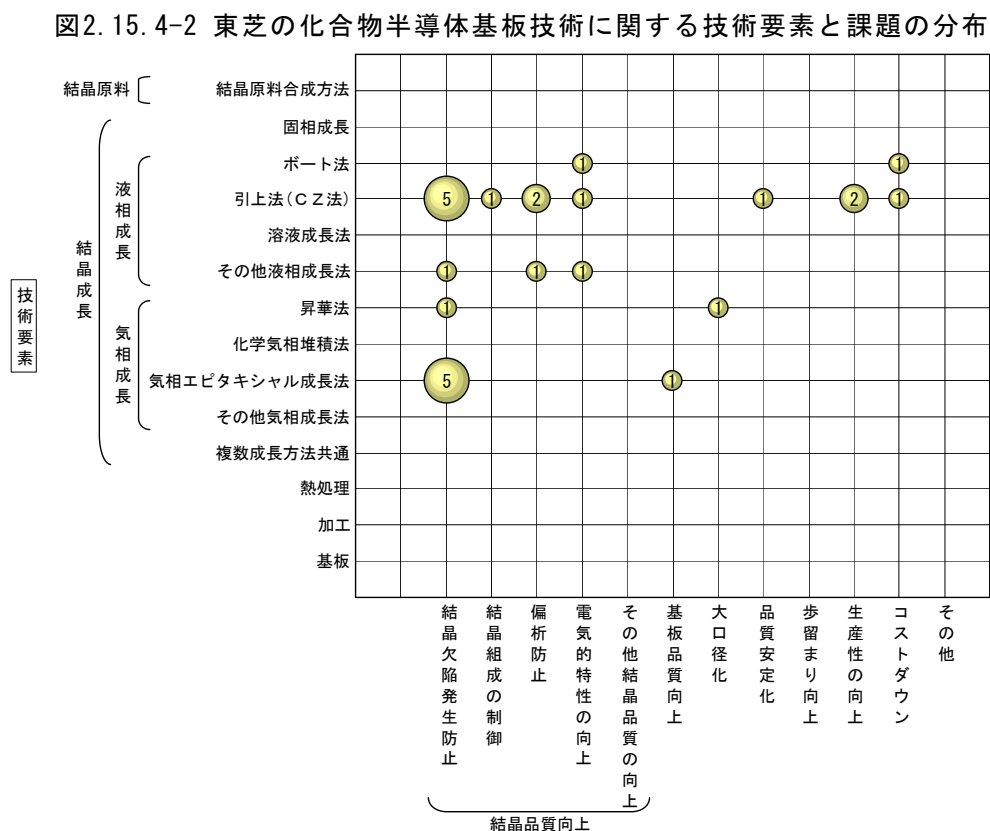
物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

図 2. 15. 4-2 に、東芝の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。
技術要素別にみると、「引上法（CZ 法）」による出願が最も多く、次いで「気相エピタキシャル成長法」となっている。

「引上法（CZ 法）」に関する課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が多い。

「気相エピタキシャル成長法」に関する課題についても、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が多い。



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

図2.15.4-3に、東芝の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。
課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多い。

「結晶欠陥発生防止」に関する解決手段をみると、「種結晶、下地基板の改良」に関する出願が多く、次いで「結晶成長条件の変更」となっている。

図2.15.4-3 東芝の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布

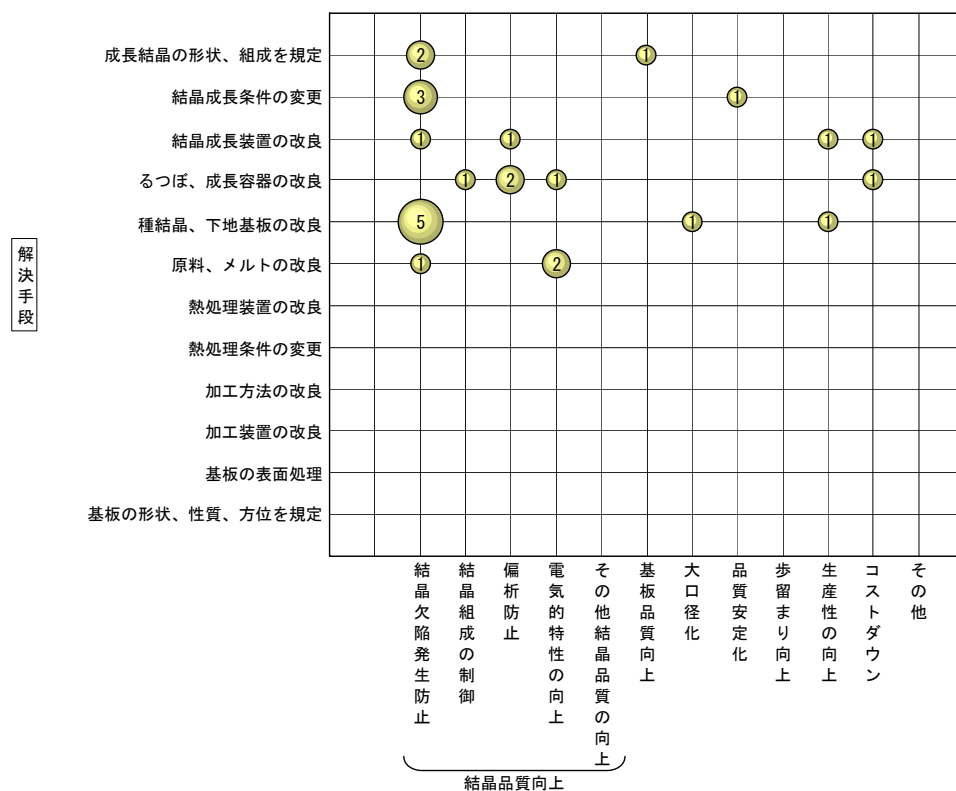


表2.15.4に、東芝の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許26件を示す。
そのうち、登録になった3件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2. 15. 4 東芝の技術要素別課題対応特許 (1/3)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／ポルト液相成長	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	原料、メルトの改良／不純物元素、濃度を規定	特開平07-242500 (みなし取下げ) 94.03.01 C30B29/48	I I - V I 族化合物半導体単結晶の製造方法
	コストダウン	原料費の削減	るつぼ、成長容器の改良／断面形状を円形以外の形状に変更	特開平07-291777 (拒絶査定確定) 94.04.21 C30B11/00	半導体単結晶製造装置及び製造方法
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／スリップ転位発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平06-263589 (みなし取下げ) 93.03.04 C30B27/02	単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶以外の結晶核の発生防止	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特開平08-165189 (みなし取下げ) 94.12.12 C30B15/00	半導体単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／結晶多形（ポリタイプ）の生成防止	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開平07-172998 (みなし取下げ) 93.12.21 C30B29/36 [被引用 3回]	炭化ケイ素単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長雰囲気調整	特開平09-255497 (みなし取下げ) 96.03.27 C30B29/40, 501	インジウムアンチモン単結晶の製造方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／成長結晶表面からの元素の揮発防止	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平07-165490 (みなし取下げ) 93.12.14 C30B15/24	単結晶製造装置
	結晶品質向上／結晶組成の制御	化学量論組成の制御	るつぼ、成長容器の改良／二重るつぼの使用	特開平06-040794 (みなし取下げ) 92.07.21 C30B15/02	G a A s 単結晶育成方法及びその装置
	結晶品質向上／偏析防止	不純物の偏析防止	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特開平07-010684 (みなし取下げ) 93.06.29 C30B15/10	単結晶製造装置

表 2.15.4 東芝の技術要素別課題対応特許 (2/3)

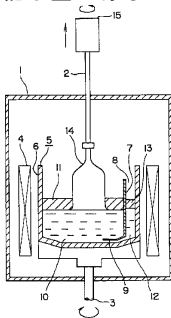
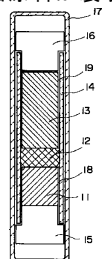
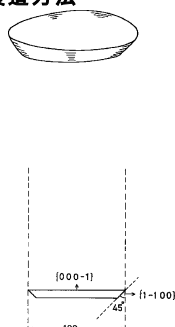
技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法 (CZ法)	結晶品質向上／偏析防止	不純物の偏析防止	るつぼ、成長容器の改良／二重るつぼの使用	特許3015656 94.03.23 C30B27/02	半絶縁性GaAs単結晶の製造方法および製造装置 密閉容器内に収納されたるるつぼ内にGaAs融液を下に液体封止剤を上にしてGaAs融液と液体封止剤B ₂ O ₃ とを收容し、前記密閉容器内に収納されたるヒーターで前記るつぼを加熱し、前記るつぼ内のGaAs融液を上方へ引き上げて液体封止引上法により半絶縁性GaAs単結晶を製造する方法において、前記ヒーターは表面が無処理のカーボンの表面をこの表面の開気孔率が少なくなるように表面処理されており、前記るつぼはるつぼ本体と、このるつぼ本体の下部で連通する小室とを備えており、前記小室にあるGaAs融液には、前記るつぼ本体にあるGaAs融液へ補給する炭素が含まれており、前記密閉容器内を高圧下にして前記るつぼ本体内のGaAs融液を上方へ引き上げることを特徴とする半絶縁性GaAs単結晶の製造方法。 
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	るつぼ、成長容器の改良／二重るつぼの使用	特開平07-187886 (みなし取下げ) 93.12.24 C30B27/02	半絶縁性GaAs単結晶の製造方法及び製造装置
	品質安定化	シーディングの再現性向上	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整(成長中)	特開平07-033582 (みなし取下げ) 93.07.27 C30B15/00	半導体単結晶の製造方法
	生産性の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特開平08-059392 (みなし取下げ) 94.08.16 C30B27/02	化合物半導体単結晶の育成方法
		結晶成長時間の短縮	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開平06-001700 (みなし取下げ) 92.06.19 C30B29/40, 501	インジウムアンチモン単結晶の製造方法
	コストダウン	装置部材の破損・劣化防止	結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特開平06-247790 (みなし取下げ) 93.02.26 C30B27/02	単結晶の製造方法及び製造装置
	／結晶成長／液相成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化(線状欠陥発生防止)／スリップ転位発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開平06-144998 (みなし取下げ) 92.11.02 C30B29/40, 501

表 2. 15. 4 東芝の技術要素別課題対応特許 (3/3)

技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／その他液相成長法	結晶品質向上／偏析防止	混晶の偏析防止	るつぼ、成長容器の改良／圧力調整部分の付加	特許番号 93.03.15 C30B9/00	半導体結晶の製造装置 種結晶、溶媒層、結晶原料が装填された容器内空間に、成長中、溶媒層の平衡蒸気圧より高いArなどの不活性ガス圧力が加わるようにし、溶媒層により分割された種結晶側空間のガス圧力と結晶原料側空間のガス圧力が等しくなるようにする。 
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	原料、メルトの改良／不純物元素、濃度を規定	特開平06-056597 (拒絶査定確定) 92.08.12 C30B29/46 [被引用 1回]	Ⅲ-Ⅴ族化合物半導体単結晶の製造方法
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開2003-095797 01.09.26 C30B29/36	単結晶材料の製造方法及び電子装置の製造方法
	大口径化	口径拡大化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特許3251687 93.02.05 C30B11/14 [被引用 2回]	半導体単結晶の製造方法 SiCを昇華法または溶液法により成長する場合、種結晶の成長主面に接する側面を(0001)面および(1-100)面のいずれの面からも傾いた面で形成する。 
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／貫通転位発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2001-342100 00.03.29 C30B29/38	エピタキシャル成長用基板の製造方法及びこのエピタキシャル成長用基板を用いた半導体装置の製造方法
		面欠陥発生防止／双晶発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸形成	特開2003-178983 01.12.10 H01L21/205	炭化珪素基板及びその製造方法、及び半導体装置及びその製造方法
		面欠陥発生防止／積層欠陥発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特開2002-201098 00.12.28 C30B29/36	炭化珪素単結晶基板の製造方法及び半導体装置の製造方法
				特開2002-201099 00.12.28 C30B29/36	炭化珪素単結晶基板の製造方法及び半導体装置の製造方法
	成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸形成	特開2002-289541 01.03.27 H01L21/205	GaN系半導体結晶の形成方法及びその結晶を用いたGaN系半導体素子の製造方法	
	基板品質向上	反りの低減化	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特開2002-299277 01.03.30 H01L21/265	薄膜構造体の製造方法

2.16 古河電気工業

2.16.1 企業の概要

商号	古河電気工業 株式会社
本社所在地	〒100-8322 東京都千代田区丸の内 2-6-1
設立年	1896 年（明治 29 年）
資本金	592 億 33 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	5,777 名（2004 年 3 月末）（連結：25,880 名）
事業内容	電線・ケーブル、伸銅品、電子部品材料等の製造・販売 送電線、ケーブル、通信基地等の布設工事、他

主な事業として、各種のケーブル、電子部品材料を製造・販売しており、その中で、光ファイバーケーブルや半導体製品も製造・販売している。

（出典：古河電気工業のホームページ <http://www.furukawa.co.jp>）

2.16.2 製品例

化合物半導体基板は、過去には製造・販売していたが、現在は、昭和電工や同和鉱業から調達して、レーザーダイオードモジュールなどの化合物半導体製品を作っている。

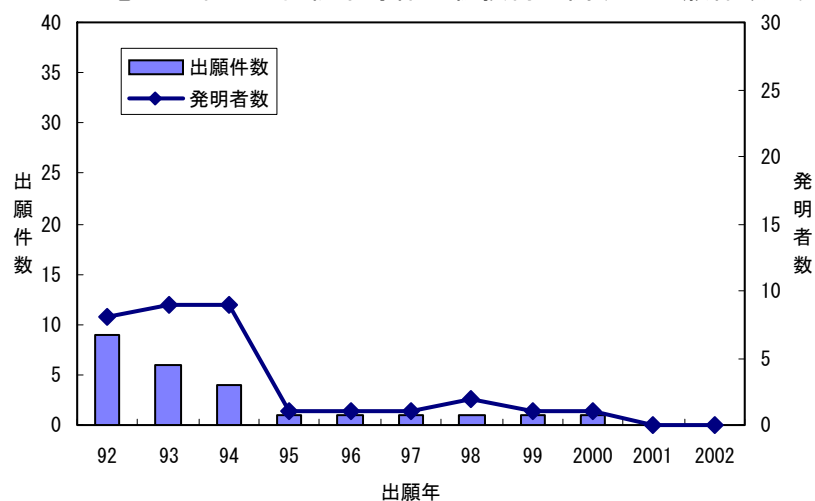
2.16.3 技術開発拠点と研究者

図 2.16.3 に、古河電気工業の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

古河電気工業の場合、1992～95年にかけて、出願件数が 9 件から 1 件に、発明者数も 9 人から 1 人に減少し、その後00年まで毎年 1 件ずつの出願がされていたが、01年、02年には出願がない。

開発拠点：東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

図2.16.3 古河電気工業の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2. 16. 4 技術開発課題対応特許の概要

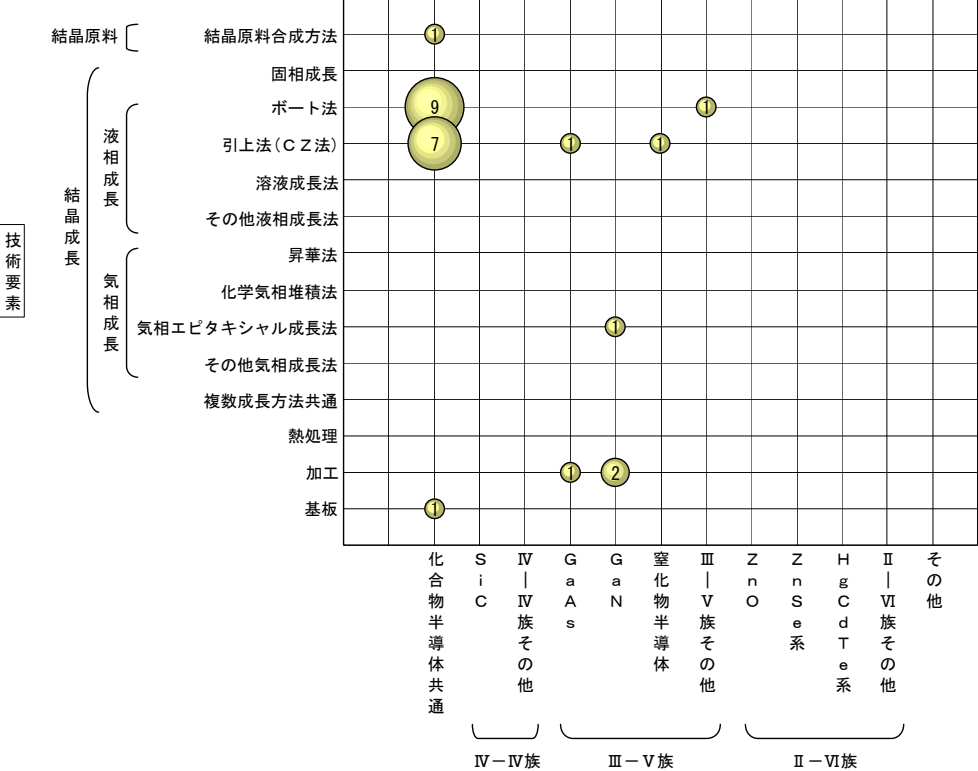
図 2. 16. 4-1 に、古河電気工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

物質別にみると、「化合物半導体共通」に関する出願が最も多い。

「化合物半導体共通」の出願 18 件の明細書中の実施例はすべてヒ化ガリウム（GaAs）であり、古河電気工業はヒ化ガリウム（GaAs）に関する出願が多いことが分かる。

技術要素についてみると、「ボート法」に関する出願が最も多く、次いで「引上法（CZ法）」となっている。

図2. 16. 4-1 古河電気工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質 (1992年1月～2002年12月の出願)

図 2.16.4-2 に、古河電気工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

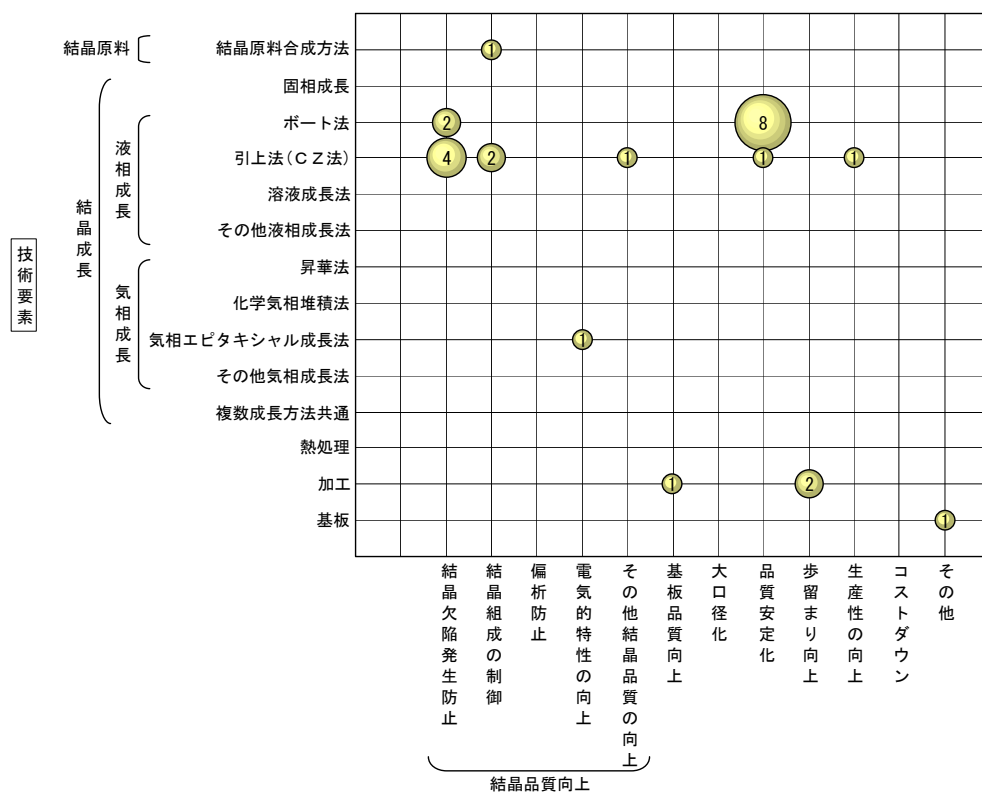
技術要素別にみると、「ボート法」に関する出願が最も多く、次いで「引上法（CZ法）」となっている。

「ボート法」に関する課題についてみると、「品質安定化」の出願が多い。具体的には、結晶成長中の固液界面形状の制御性の向上を課題としているものが多い。

「引上法（CZ法）」に関する課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が多い。具体的には、結晶成長後の多結晶化を防止するものが多い。

課題についてみると、「品質安定化」に関する出願が最も多く、次いで「結晶欠陥発生防止」となっている。

図2.16.4-2 古河電気工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

図2.16.4-3に、古河電気工業の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。

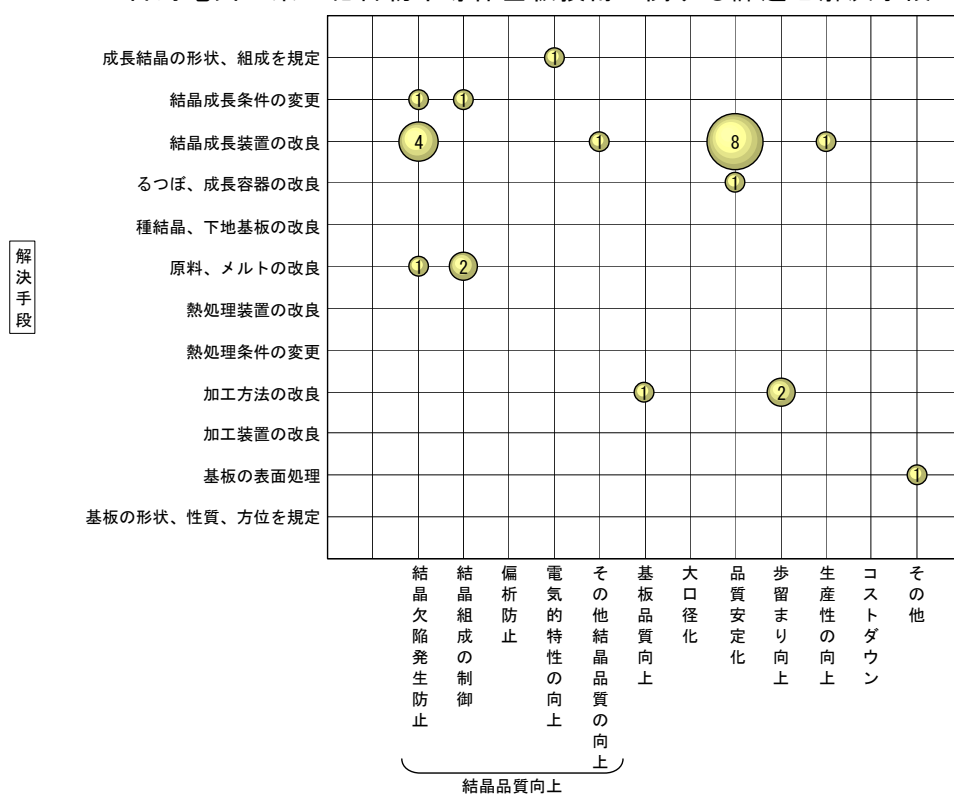
課題についてみると、「品質安定化」に関する出願が最も多く、次いで「結晶欠陥発生防止」となっている。

「品質安定化」の解決手段についてみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多い。具体的にはヒーターの改良やるつば保持材の材質の変更、観察装置の付加などがある。

「結晶欠陥発生防止」の解決手段についてみると、「結晶成長装置の改良」に関する出願が最も多い。具体的にはヒーターの改良、磁場発生装置や結晶冷却装置など付加装置の設置などがある。

解決手段をみると、「結晶成長装置の改良」の出願が多く、古河電気工業は結晶成長装置の改良により課題を解決している。

図2.16.4-3 古河電気工業の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



課題

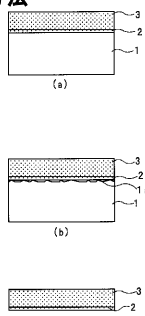
(1992年1月～2002年12月の出願)

表2.16.4に、古河電気工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許25件を示す。そのうち、登録になった1件については図（あるものののみ）と概要入りで示す。

表 2.16.4 古河電気工業の技術要素別課題対応特許 (1/2)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶原料／結晶 原料合成方法	結晶品質 向上／結 晶組成の 制御	不純物濃度の 制御	原料、メルトの改 良／原料作製装置 の変更	特開平06-128096 (みなし取下げ) 92.10.20 C30B29/40, 501	化合物半導体多結晶の製造方法
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質 向上／結 晶欠陥発 生防止	成長結晶の多 結晶化防止 (成長中)／ 封止剤の被覆 不良防止	結晶成長装置の改 良／成長炉内に付 加装置の設置	特開平06-234590 (みなし取下げ) 93.02.09 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法とそ の装置
			原料、メルトの改 良／封止剤の組 成、形状、使用量 を規定	特開平05-286798 (みなし取下げ) 92.04.07 C30B29/40, 501	III-V族化合物半導体単結晶ブ ロック材の製造方法
	品質安定 化	シーディング の再現性向上	結晶成長装置の改 良／るつぼ、成長 容器の保持材の改 良	特開平07-149592 (みなし取下げ) 93.11.30 C30B11/00 [被引用 2回]	単結晶育成方法及び装置
			結晶成長装置の改 良／観察・測定装 置の設置	特開平07-237990 (みなし取下げ) 94.02.23 C30B11/00	縦型容器内凝固法による単結晶成長 方法及びその装置
		固液界面形状 の制御性向上	結晶成長装置の改 良／ヒーターの改 良	特開平06-247787 (みなし取下げ) 93.02.25 C30B11/00	縦型容器による単結晶の製造方法及 びその製造装置
			結晶成長装置の改 良／成長炉内に付 加装置の設置	特開平06-157185 (みなし取下げ) 92.09.25 C30B11/00 [被引用 1回]	化合物半導体単結晶の成長方法
			結晶成長装置の改 良／るつぼ、成長 容器の保持材の改 良	特開平06-107416 (みなし取下げ) 92.09.24 C01G15/00	化合物半導体単結晶の成長方法
			結晶成長装置の改 良／種結晶支持部 材の改良	特開平05-238870 (みなし取下げ) 92.02.28 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法およ びその製造装置
			結晶成長装置の改 良／観察・測定装 置の設置	特開平06-305877 (みなし取下げ) 93.04.20 C30B11/00	単結晶成長方法および単結晶成長装 置
			るつぼ、成長容器 の改良／増径部の 形状の規定	特開平06-166588 (みなし取下げ) 92.11.30 C30B11/00 [被引用 1回]	単結晶製造用るつぼ
結晶成長／液相成長／引上法 (CZ法)	結晶品質 向上／結 晶欠陥発 生防止	成長結晶の多 結晶化防止 (成長中)／ その他の多結 晶化防止	結晶成長装置の改 良／ヒーターの改 良	特開平06-183884 (みなし取下げ) 92.12.22 C30B27/02	単結晶の製造方法
		成長結晶の多 結晶化防止 (成長後)／ 成長結晶表面 からの元素の 揮発防止	結晶成長条件の変 更／固液界面位置 の調整	特開平08-091991 (みなし取下げ) 94.09.26 C30B27/02 [被引用 1回]	単結晶の引き上げ方法
			結晶成長装置の改 良／成長炉内部材 の構造改良	特開平07-165489 (みなし取下げ) 93.12.10 C30B15/22	化合物半導体の製造方法及びその製 造装置

表 2.16.4 古河電気工業の技術要素別課題対応特許 (2/2)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法 (CZ法)	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止 (成長後)／成長結晶表面からの元素の揮発防止	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開平08-026879 (みなし取下げ) 94.07.11 C30B15/00	化合物半導体の単結晶引上装置及び化合物半導体単結晶の製造方法
	結晶品質向上／結晶組成の制御	不純物濃度の制御	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整 (成長中)	特開平06-128083 (みなし取下げ) 92.10.15 C30B27/02	化合物半導体単結晶の成長方法
			原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平07-172976 (みなし取下げ) 93.12.22 C30B15/02	G a A s 化合物半導体の製造方法
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	実用サイズの結晶化	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特開平11-171699 97.12.16 C30B29/40, 501	G a N P 単結晶成長方法
	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開平08-081298 (みなし取下げ) 94.09.16 C30B27/02 [被引用 1回]	単結晶製造方法および単結晶製造装置
	生産性の向上	結晶成長の長尺化	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特開平08-188496 (みなし取下げ) 95.01.06 C30B27/02	単結晶引上装置
相結晶成長／エピタキシャル成長／気相成長／法気	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開2001-247399 00.03.03 C30B29/38	高抵抗 G a N 結晶層の製造方法
加工	基板品質向上	反りの低減化	加工方法の改良／切断方法の変更	特開平06-000813 (みなし取下げ) 92.06.19 B28D5/00	ガリウム砒素単結晶の切断方法
	歩留まり向上	割れ、欠けの防止	加工方法の改良／種結晶、下地基板からの分離方法の変更	特許3615081 99.03.30 C30B29/38	G a N 単結晶の作製方法 GaNよりも低い融点を有する3-5族化合物半導体基板上に、GaNハット層、GaN単結晶層を順次成長し、次いで、真空中またはアンモニアガス雰囲気中で、前記基板が熱劣化する温度で前記基板を加熱し、その後、化学的エッチングにより前記基板を除去する。 
				特開平09-208396 (みなし取下げ) 96.02.05 C30B29/38 [被引用 1回]	G a N 基板の製造方法
基板	その他	デバイス特性の向上	基板の表面処理／基板の表面処理	特開平11-261166 (取下げ) 98.03.16 H01S3/18	半導体基板及びその作製方法

2.17 旭硝子

2.17.1 企業の概要

商号	旭硝子 株式会社
本社所在地	〒100-8405 東京都千代田区有楽町 1-12-1
設立年	1950 年（昭和 25 年）
資本金	904 億 72 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	6,100 名（2004 年 3 月）（連結：56,147 名）
事業内容	各種ガラス・建材、電子・オプトエレクトロニクス・ディスプレイ部材、化学品（ソーダ灰、苛性ソーダ等）の製造・販売

電子部材の製造・販売事業の一環で、光ピックアップや光通信モジュール関連の部品や、半導体製造過程で使われる SiC 治具などを提供している。

（出典：旭硝子のホームページ <http://www.agc.co.jp>）

2.17.2 製品例

化合物半導体基板の製造・販売は行っていない。

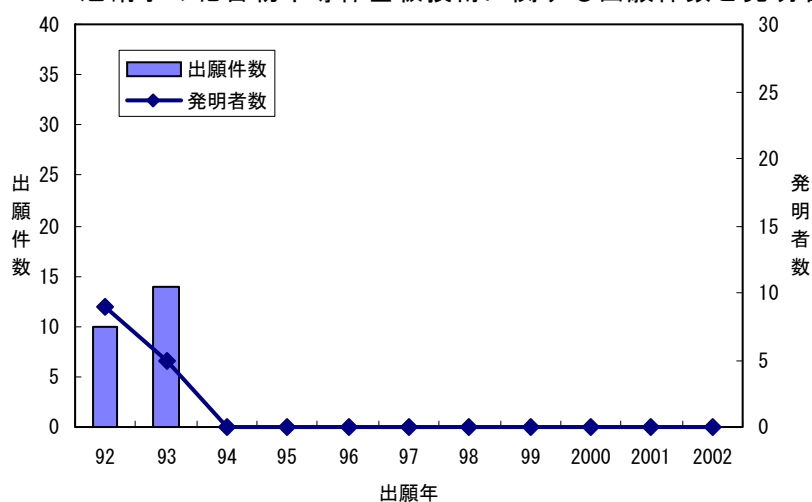
2.17.3 技術開発拠点と研究者

図 2.17.3 に、旭硝子の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

旭硝子の場合、1992年に10件出願、93年に14件出願と出願がされたが、93年以降出願がない。

開発拠点：神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地 旭硝子株式会社中央研究所内

図2.17.3 旭硝子の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



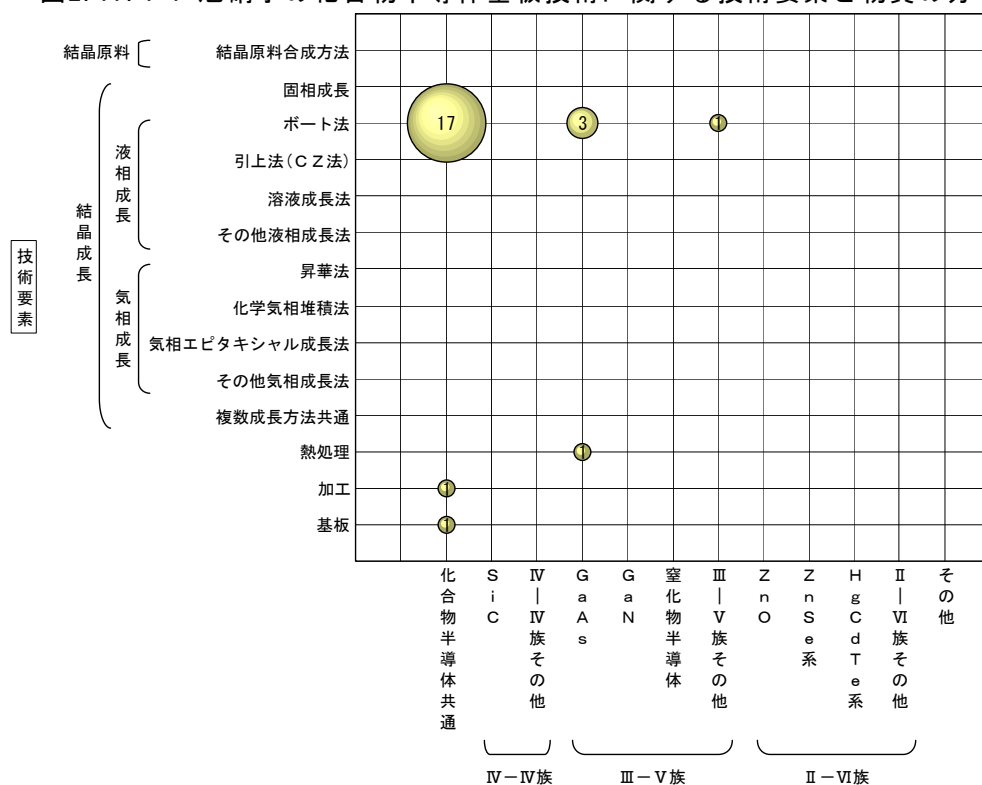
2.17.4 技術開発課題対応特許の概要

図 2.17.4-1 に、旭硝子の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。物質別にみると、「化合物半導体共通」に関する出願が最も多く、次いで「ヒ化ガリウム (GaAs)」となっている。

「化合物半導体共通」の出願 19 件、「Ⅲ－Ⅴ族その他」の出願 1 件の明細書中の実施例はすべてヒ化ガリウム (GaAs) である。

技術要素についてみると、「ボート法」に関する出願が最も多く、「結晶成長」については「ボート法」以外の出願はされていない。

図2.17.4-1 旭硝子の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

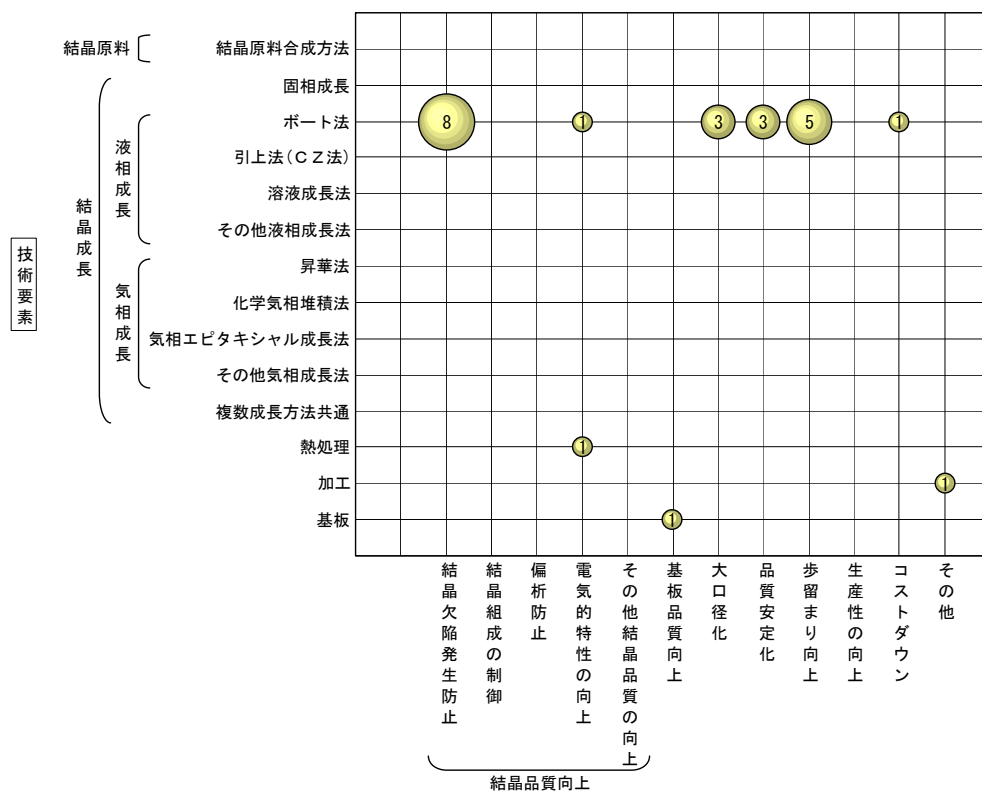
(1992年1月～2002年12月の出願)

図 2.17.4-2 に、旭硝子の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。技術要素別にみると、「ボート法」に関する出願が最も多い。

「ボート法」に関する課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」の出願が最も多く、次いで「歩留まり向上」となっている。

「結晶欠陥発生防止」には、例えば双晶の発生防止などに関する出願が、「歩留まり向上」には、例えばウエハの切り出し枚数の増加などに関する出願が含まれる。

図2.17.4-2 旭硝子の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題 (1992年1月～2002年12月の出願)

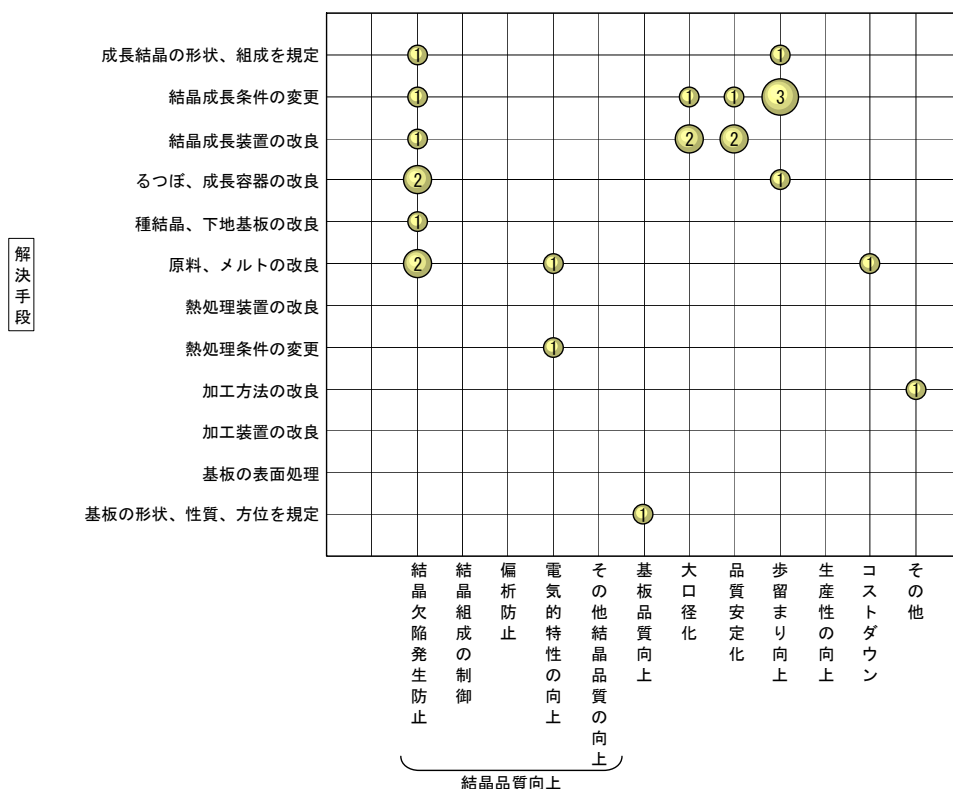
図2.17.4-3に、旭硝子の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。
課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「歩留まり向上」となっている。

「結晶欠陥発生防止」の解決手段についてみると、特に集中する課題もなく、「るつぼ、成長容器の改良」、「原料、メルトの改良」などさまざまな解決手段が採られている。

「歩留まり向上」の解決手段についてみると、「結晶成長条件の変更」に関する出願が多い。これは、結晶成長時の温度勾配を規定したり、成長方位を規定するものなどがある。

旭硝子は、「大口径化」、「品質安定化」、「歩留まり向上」の課題については、「結晶成長条件の変更」や「結晶成長装置の改良」を解決手段とする出願が多い。

図2.17.4-3 旭硝子の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表2.17.4に、旭硝子の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許24件を示す。そのうち、登録になった1件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.17.4 旭硝子の技術要素別課題対応特許 (1/2)

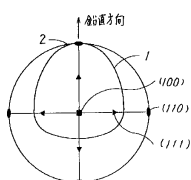
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	面欠陥発生防止／双晶発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特許3135355 92.03.27 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法及び製造装置 肩部のステレオ投影図において、対面する(110)等価面を結ぶ2本の直線の1本と曲線1との交点の示す結晶表面と(100)等価面のなす角が54.7度以下で、前記直線の他の1本と曲線1との交点の示す結晶表面と(100)等価面のなす角が54.7度以上である。 
			るつぼ、成長容器の改良／種結晶収容部の形状変更	特開平05-246791 (みなし取下げ) 92.03.04 C30B11/00 [被引用 4回]	化合物半導体単結晶の製造方法及び製造装置
			るつぼ、成長容器の改良／増径部の形状の規定	特開平05-254978 (みなし取下げ) 92.03.13 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造法および製造装置
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開平05-279165 (みなし取下げ) 92.03.27 C30B11/14	化合物半導体単結晶の製造装置
		成長結晶の多結晶化防止(成長前)／種結晶、下地基板の劣化防止	結晶成長条件の変更／その他結晶成長条件の変更	特開平05-279164 (みなし取下げ) 92.03.27 C30B11/00	3-5族化合物半導体単結晶の製造方法及び製造装置
			原料、メルトの改良／原料作製条件の変更	特開平05-339091 (みなし取下げ) 92.03.27 C30B11/00	GaAs単結晶の製造方法
			原料、メルトの改良／封止剤の組成、形状、使用量を規定	特開平06-340488 (みなし取下げ) 93.05.28 C30B11/00	GaAs化合物半導体結晶の製造装置及び製造方法
			成長結晶の多結晶化防止(成長中)／封止剤の被覆不良防止	特開平06-329491 (拒絶査定確定) 93.05.19 C30B11/00	化合物半導体結晶の製造装置及び化合物半導体結晶の製造方法
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	原料、メルトの改良／封止剤の組成、形状、使用量を規定	特開平06-329492 (みなし取下げ) 93.05.21 C30B11/00	GaAs化合物半導体結晶の製造方法
	大口径化	結晶欠陥の発生防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平05-254981 (みなし取下げ) 92.03.13 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法及び製造装置
			結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開平05-254980 (みなし取下げ) 92.03.13 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法および製造装置
				特開平05-254979 (みなし取下げ) 92.03.13 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造法及び製造装置

表 2.17.4 旭硝子の技術要素別課題対応特許 (2/2)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開平07-010680 (みなし取下げ) 93.06.23 C30B11/14 [被引用 1回]	化合物半導体単結晶の製造方法
			結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特開平06-256082 (みなし取下げ) 93.03.03 C30B11/00 [被引用 1回]	化合物半導体単結晶の製造装置
		成長温度の制御性向上	結晶成長装置の改良／その他結晶成長装置の改良	特開平05-319974 (みなし取下げ) 92.05.22 C30B11/00	結晶製造方法および結晶製造装置
	歩留まり向上	ウエハ切出し枚数の増加	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の形状を規定	特開平07-061886 (みなし取下げ) 93.08.20 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法および製造装置
			結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開平07-002592 (みなし取下げ) 93.06.16 C30B11/14	化合物半導体結晶ウエハの製造方法
			結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平07-061887 (みなし取下げ) 93.08.20 C30B11/00	化合物半導体結晶の製造方法
			るつぼ、成長容器の改良／成長用アンプル、密封容器の改良	特開平07-048199 (みなし取下げ) 93.08.06 C30B29/40, 501	化合物半導体単結晶の製造装置及び製造方法
		単結晶化率の向上	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開平07-048196 (みなし取下げ) 93.08.06 C30B11/00	化合物半導体単結晶の製造方法
	コストダウン	るつぼ、成長容器の破損防止	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平07-002593 (みなし取下げ) 93.06.16 C30B27/00	化合物半導体結晶の製造装置
熱処理	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特開平06-279198 (みなし取下げ) 93.03.24 C30B29/42	半絶縁性ガリウム砒素化合物半導体単結晶の製造方法
加工	その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	加工方法の改良／切断方法の変更	特開平07-010678 (みなし取下げ) 93.06.25 C30B11/00	化合物半導体単結晶ウエハ及びその製造方法並びにエピタキシャル成長方法
基板	基板品質向上	面方位、表裏の識別性向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板形状を規定	特開平07-037767 (みなし取下げ) 93.07.21 H01L21/02	化合物半導体結晶ウエハ

2.18 日本碍子

2.18.1 企業の概要

商号	日本碍子 株式会社
本社所在地	〒467-8530 名古屋市瑞穂区須田町 2-56
設立年	1919 年（大正 8 年）
資本金	698 億 49 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	3,608 名（2004 年 3 月末）（連結：8,693 名）
事業内容	ガイシ等の電力関連機器、産業用セラミックス製品、特殊金属製品の製造・販売および環境関連装置等のプラントエンジニアリング

半導体関連では、半導体製造装置用のセラミック部品を提供している。

（出典：日本碍子のホームページ <http://www.ngk.co.jp>）

2.18.2 製品例

日本碍子では、化合物半導体基板やデバイスは製造していない。

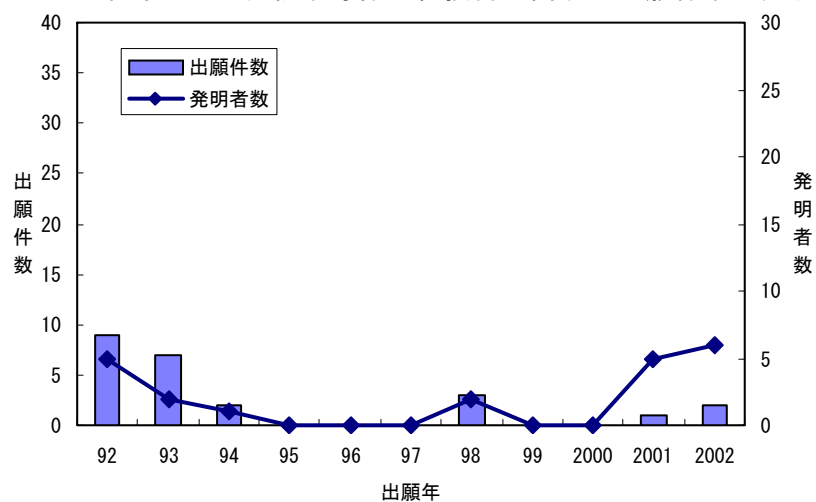
2.18.3 技術開発拠点と研究者

図 2.18.3 に、日本碍子の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

日本碍子の場合、1992～94年まで出願があった。その後98年を除いて出願がなかったが、再び01年、02年と出願がされている。

開発拠点：愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番56号 日本碍子株式会社内

図2.18.3 日本碍子の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2. 18. 4 技術開発課題対応特許の概要

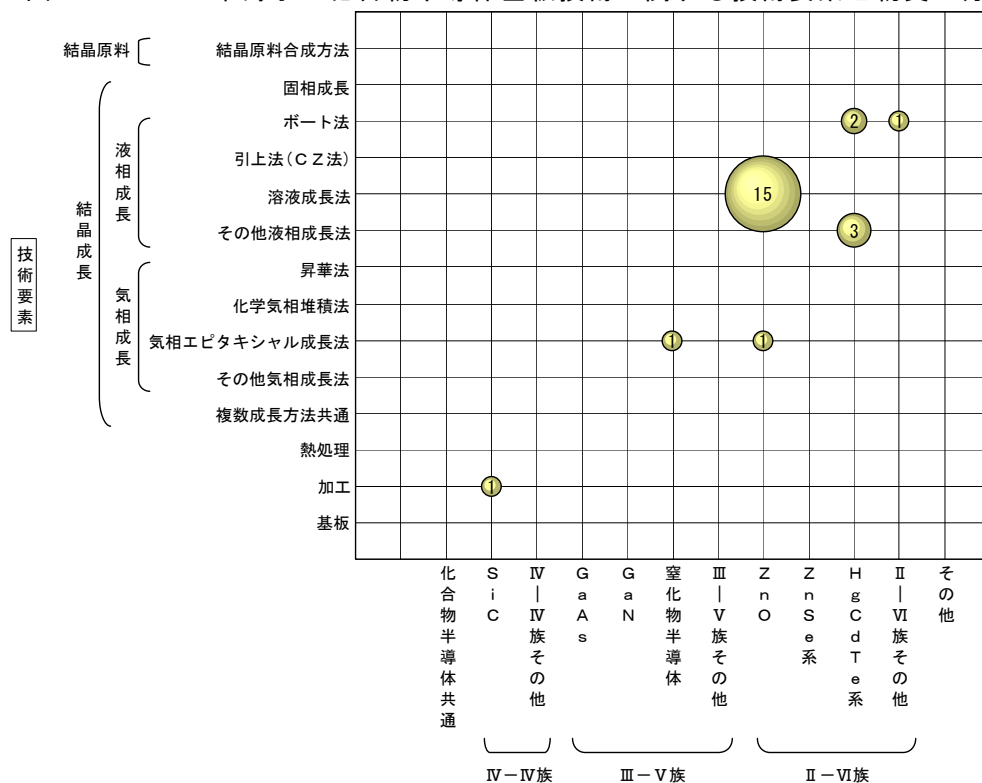
図 2. 18. 4-1 に、日本碍子の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

物質別にみると、「酸化亜鉛（ZnO）」に関する出願が最も多く、次いで「テルル化水銀カドミウム（HgCdTe）系」となっている。

「酸化亜鉛（ZnO）」についてみると、技術要素を「溶液成長法」とするものに出願が集中している。これは、溶液成長法の1つである水熱合成法を用いて酸化亜鉛（ZnO）を結晶成長するものである。

「テルル化水銀カドミウム（HgCdTe）系」についてみると、技術要素を「その他液相成長法」と「ボート法」とする出願がある。この「その他液相成長法」の出願はすべてゾーンメルティング法に関する出願となっている。

図2. 18. 4-1 日本碍子の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

図 2.18.4-2 に、日本碍子の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

技術要素別にみると、「溶液成長法」に関する出願が最も多い。

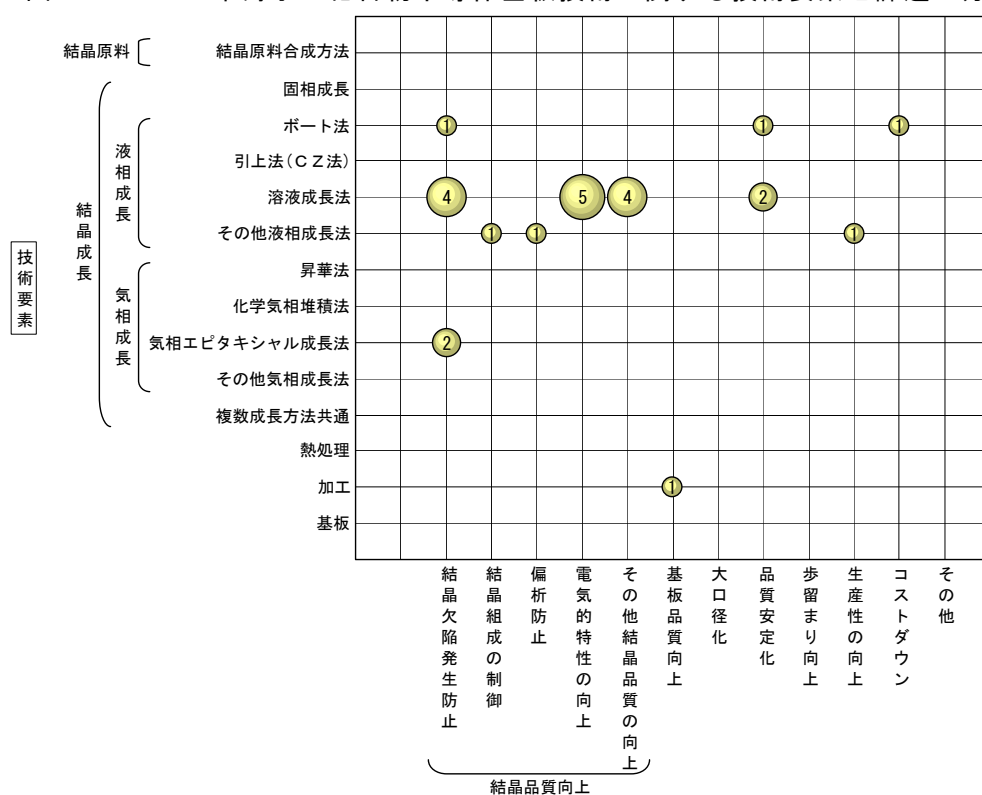
「溶液成長法」に関する課題についてみると、「電気的特性の向上」に関する出願が最も多く、次いで「結晶欠陥発生防止」、「その他結晶品質の向上」となっている。

「電気的特性の向上」は、成長結晶の抵抗率の制御が具体的な課題である。

「結晶欠陥発生防止」は、種結晶、下地基板以外に結晶核発生の防止や種結晶、下地基板の劣化防止が具体的な課題である。

「その他結晶品質の向上」は、バルク結晶成長が困難である「酸化亜鉛（ZnO）」の実用的サイズの結晶化を具体的な課題とするものである。

図2.18.4-2 日本碍子の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

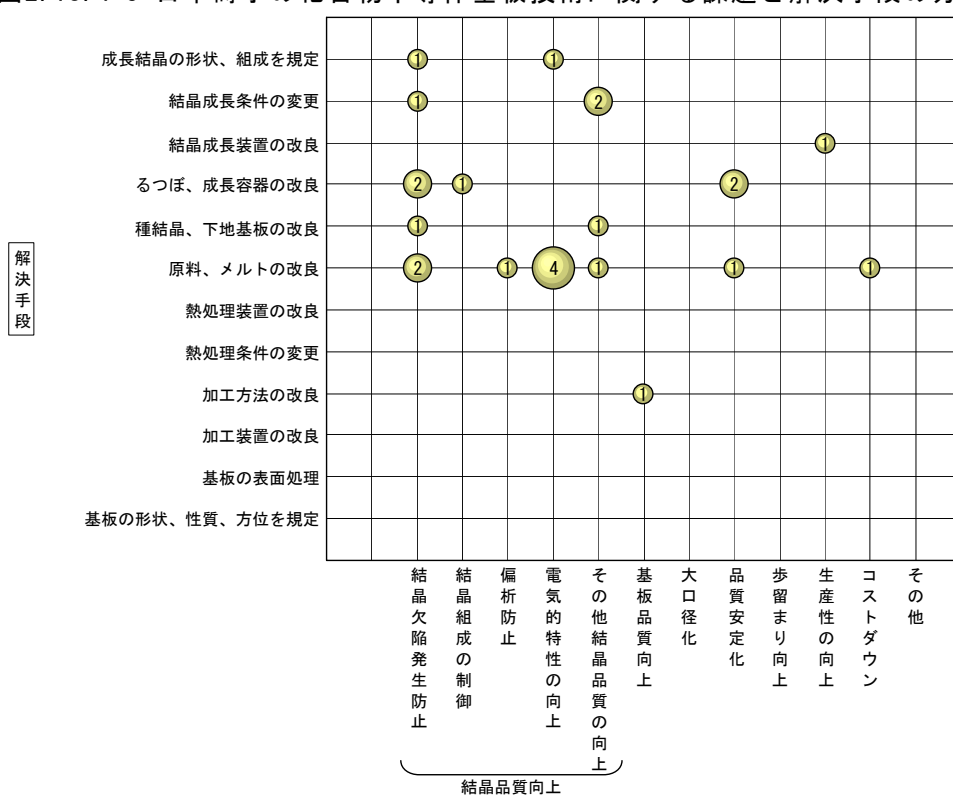
図2.18.4-3に、日本碍子の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「電気的特性の向上」となっている。

「結晶欠陥発生防止」については、特に出願の多い解決手段はなく、「るつぼ、成長容器の改良」、「原料、メルトの改良」などさまざまな解決手段に関して出願がされている。

一方、「電気的特性の向上」については、「原料、メルトの改良」を解決手段とする出願が多い。具体的には、触媒などの補助材の添加や原料、メルト中の不純物濃度を規定するものである。

解決手段についてみると、「原料、メルトの改良」による出願が最も多く、次いで「るつぼ、成長容器の改良」となっている。

図2.18.4-3 日本碍子の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表2.18.4に、日本碍子の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許24件を示す。そのうち、登録になった3件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2. 18. 4 日本碍子の技術要素別課題対応特許 (1/3)

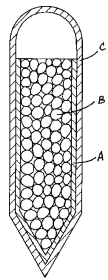
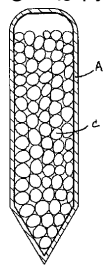
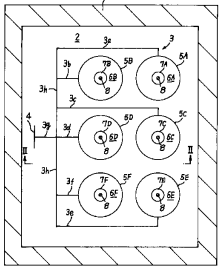
技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特許3021935 (権利消滅) 92. 03. 27 C30B29/48	カドミウムマンガントレル単結晶の製造方法 カドミウム、マンガンおよびテルルの3元素を原料としてこれらの各原料を育成るつぼ内に入れてフリッシュマン法により $Cd_{1-x}Mn_xTe$ の単結晶を育成するカドミウムマンガントレル単結晶の製造方法において、前記育成るつぼとして、パトリックホーロンナイトライド製のるつぼを採用したことを特徴とするカドミウムマンガントレル単結晶の製造方法。 
	品質安定化	結晶品質の安定化	るつぼ、成長容器の改良／増径部の形状の規定	特開平05-270994 (みなし取下げ) 92. 03. 26 C30B29/48	II-VI族単結晶の製造方法
	コストダウン	るつぼ、成長容器の破損防止	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特許3021937 (権利消滅) 92. 03. 30 C30B29/48	カドミウムマンガントレル単結晶の製造方法 $Cd_{1-x}Mn_xTe$ の原料を育成るつぼ内に密閉した状態でフリッシュマン法にて前記 $Cd_{1-x}Mn_xTe$ の単結晶を育成するカドミウムマンガントレル単結晶の製造方法において、前記原料としてあらかじめMnとTeとを反応させた原料を用いることを特徴とするカドミウムマンガントレル単結晶の製造方法。 
結晶成長／液相成長／溶液成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶以外の結晶核の発生防止	結晶成長条件の変更／メルト、原料の調整（成長中）	特開平06-279191 (みなし取下げ) 93. 03. 29 C30B29/16	酸化亜鉛単結晶の育成方法
			るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器のその他の構造改良	特開平07-133182 (みなし取下げ) 93. 11. 02 C30B7/10	水熱合成方法及び水熱合成用育成容器
		成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶、下地基板の劣化防止	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開平06-122595 (みなし取下げ) 92. 10. 14 C30B29/16	酸化亜鉛単結晶の育成方法
			原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特開平06-279189 (みなし取下げ) 93. 03. 29 C30B29/16	酸化亜鉛単結晶の育成方法
	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特開平06-090035 (拒絶査定確定) 92. 09. 08 H01L41/08	圧電性半導体及びその製造方法

表 2. 18. 4 日本碍子の技術要素別課題対応特許 (2/3)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／溶液成長法	結晶品質向上／電気的特性の向上	抵抗率の制御	原料、メルトの改良／不純物元素、濃度を規定	特開平06-090036 (拒絶査定確定) 92.09.08 H01L41/08	圧電性半導体及びその製造方法
			原料、メルトの改良／補助剤の添加	特開平07-242495 (みなし取下げ) 94.03.03 C30B29/16	酸化亜鉛単結晶の育成方法
				特開平06-279192 (みなし取下げ) 93.03.29 C30B29/16	圧電性半導体及びその製造方法
				特開平06-090034 (拒絶査定確定) 92.09.08 H01L41/08 [被引用 1回]	圧電性半導体とその製造方法
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	実用サイズの結晶化	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特開平06-279190 (みなし取下げ) 93.03.29 C30B29/16	酸化亜鉛単結晶の育成方法
			結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特開平07-242496 (みなし取下げ) 94.03.03 C30B29/16	酸化亜鉛単結晶の育成方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特開平06-128088 (みなし取下げ) 92.10.16 C30B29/16 [被引用 3回]	酸化亜鉛単結晶の育成方法
			原料、メルトの改良／使用原料の加工	特開平06-092794 (みなし取下げ) 92.09.08 C30B29/16	酸化亜鉛単結晶の育成方法
	品質安定化	シーディングの再現性向上	原料、メルトの改良／使用原料の加工	特開平07-138094 (みなし取下げ) 93.11.16 C30B29/16	酸化亜鉛単結晶の育成方法
		成長速度の安定化	るつぼ、成長容器の改良／成長用アンブル、密封容器の改良	特開平07-133181 (みなし取下げ) 93.11.02 C30B7/10	水熱合成方法及び水熱合成用装置
／結晶の成長／液相成長／液相成長法	結晶品質向上／結晶組成の制御	混晶の組成制御	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器の材質の変更	特開2000-001389 98.03.31 C30B13/14	単結晶の製造方法および単結晶の育成装置
	結晶品質向上／偏析防止	混晶の偏析防止	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開平11-343195 98.03.31 C30B13/16	アイソレータ素子用単結晶の製造方法

表 2. 18. 4 日本碍子の技術要素別課題対応特許 (3/3)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／その他液相成長法	生産性の向上	大量処理化	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特許3513046 98.03.31 C30B13/16	単結晶の製造装置 単結晶の原料が充填されている複数の容器を熱処理することによって前記各容器中に前記単結晶を生成させるための製造装置であって、前記の各容器に対してそれぞれ対応する各加熱処理装置、前記各容器を各加熱処理装置に対して上下方向に相対的に移動させるための昇降駆動装置、および複数の前記容器と複数の前記加熱処理装置との少なくとも一方に対して前記昇降駆動装置を機械的に結合するための結合部材を備えており、前記昇降駆動装置を駆動することによって前記各容器を前記各加熱処理装置に対して上下方向に相対的に移動させ、前記加熱処理装置によって生成する加熱処理領域内に前記容器を通過させて前記容器中の前記原料に連続的に融帯を生成させ、この融帯を固化させることによって前記容器中に前記単結晶を連続的に生成させることを特徴とする、単結晶の製造装置。 
相結晶成長／エピタキシャル成長／気相成長／気相成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／ミスフィット転位発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2003-282434 02.03.20 H01L21/20	ZnO系エピタキシャル成長基板、ZnO系エピタキシャル下地基板、及びZnO系膜の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2003-124124 01.10.12 H01L21/205	半導体素子、エピタキシャル基板、半導体素子の製造方法、及びエピタキシャル基板の製造方法
加工	基板品質向上	表面粗さの低減化	加工方法の改良／エッチング方法の変更	特開2004-002126 02.03.25 C04B35/565 ファインセラミックスセンター	炭化珪素基板、炭化珪素基板の製造方法、酸化膜被覆基板、酸化膜被覆基板の製造方法および電子素子

2.19 日本電気

2.19.1 企業の概要

商号	日本電気 株式会社
本社所在地	〒108-8001 東京都港区芝 5-7-1
設立年	1899 年（明治 32 年）
資本金	3,378 億 20 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	23,510 名（2004 年 3 月末）（連結：143,393 名）
事業内容	システムインテグレーションサービス・インターネットサービスの提供、 情報・通信システム・機器および電子デバイス等の設計・製造・販売、他

2002 年に、DRAM を除く半導体事業を分社化し、「NEC エレクトロニクス㈱」を設立した。NEC エレクトロニクスの 100% 子会社である「NEC 化合物デバイス㈱（本社：川崎市）」が、化合物半導体を開発・製造・販売している。

（出典：日本電気のホームページ <http://www.nec.co.jp>

NEC 化合物デバイスのホームページ <http://www.csd-nec.com>）

2.19.2 製品例

NEC 化合物デバイスで、マイクロ波ヒ化ガリウム（GaAs）化合物半導体（GaAs ロウノイズ HJ-FET/HBT、GaAs パワー HJ-FET/HBT、GaAs MMIC、GaAs MCM）や光通信用レーザーなどの化合物半導体デバイスの開発・製造・販売を行っているが、化合物半導体基板は提供していない。

2.19.3 技術開発拠点と研究者

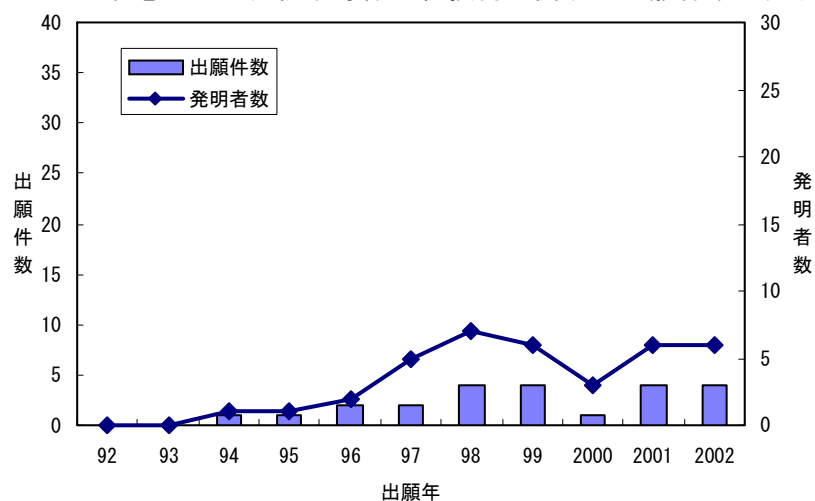
図 2.19.3 に、日本電気の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

日本電気の場合、1994年以降より出願を開始し、出願件数、発明者数ともにわずかに増加し、02年には出願件数 4 件、発明者数 6 人となった。

開発拠点：東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

茨城県つくば市御幸が丘34番地 日本電気株式会社光無線デバイス研究所内

図2.19.3 日本電気の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2. 19. 4 技術開発課題対応特許の概要

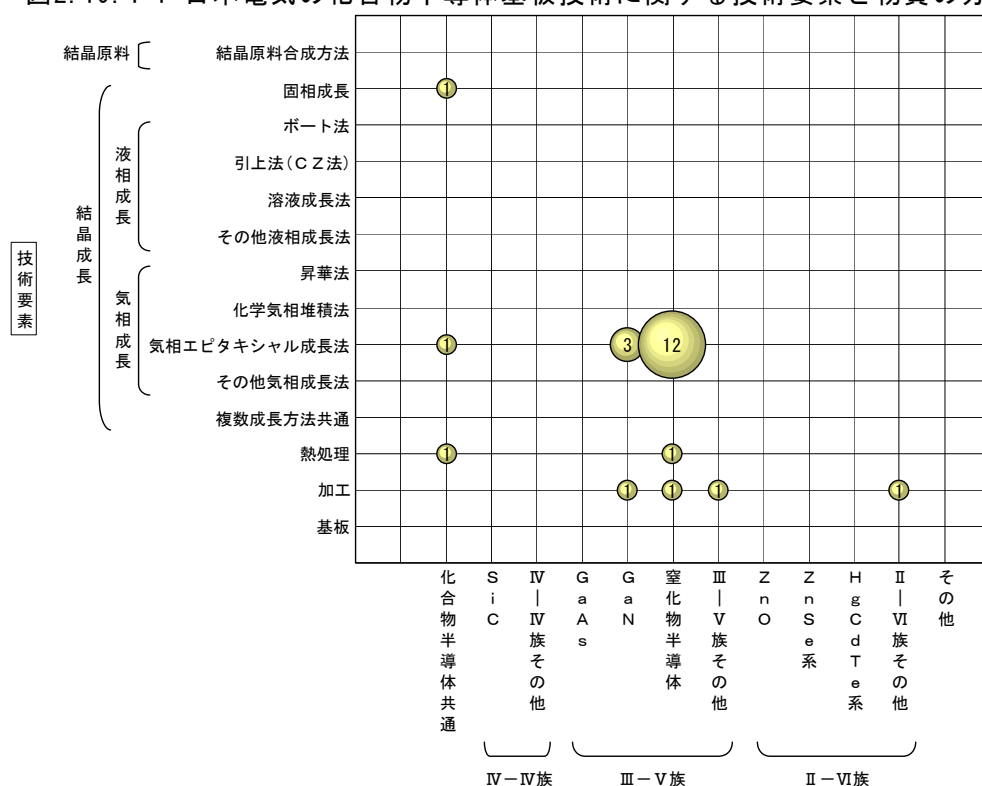
図 2. 19. 4-1 に、日本電気の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

物質別にみると、「窒化物半導体」に関する出願が最も多く、次いで「窒化ガリウム (GaN)」となっている。

「窒化物半導体」に関する出願14件の明細書中の実施例についてみると、窒化ガリウム (GaN) である出願が12件あることから、日本電気は窒化ガリウム (GaN) を中心に開発を行っている。

技術要素別にみると、「気相エピタキシャル成長法」に関する出願が最も多く、次いで「加工」となっている。

図2. 19. 4-1 日本電気の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

図 2.19.4-2 に、日本電気の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

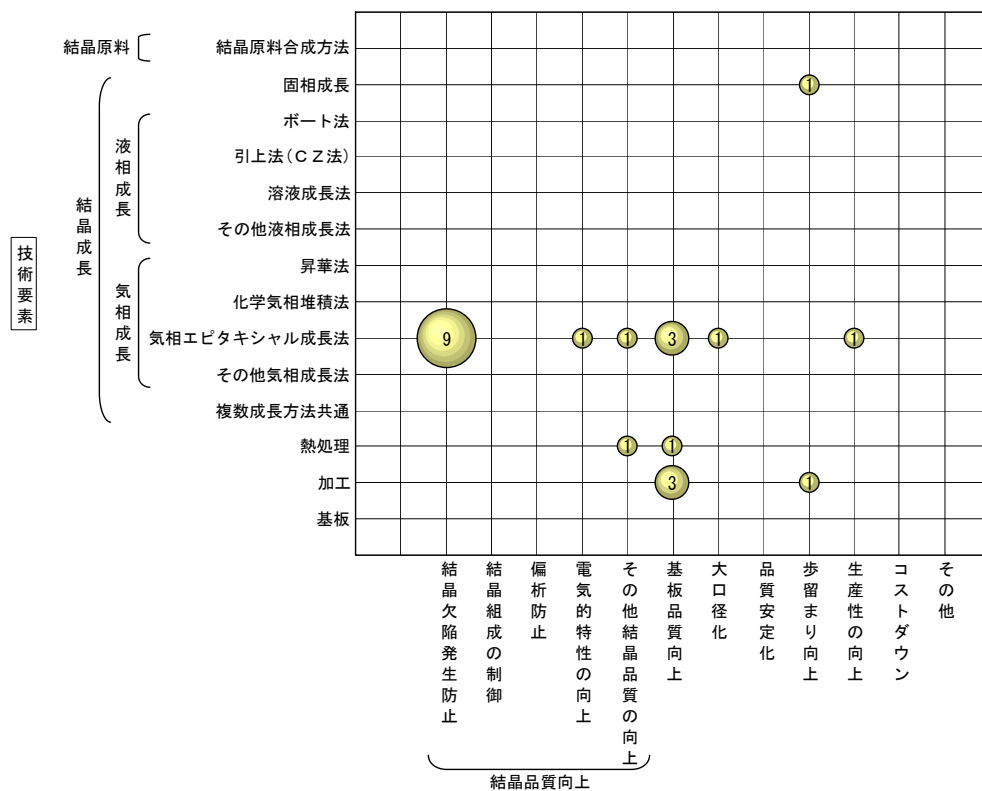
技術要素別にみると、「気相エピタキシャル成長法」に関する出願が最も多く、次いで「加工」となっている。

「気相エピタキシャル成長法」に関する課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「基板品質向上」となっている。

「結晶欠陥発生防止」については、具体的には異種の下地基板上に結晶欠陥のない窒化ガリウム（GaN）基板のような窒化物半導体を結晶成長させるため、ミスフィット転位防止や熱歪みによる転位発生防止を課題とするものである。

「加工」に関する課題についてみると、「基板品質向上」に関する出願が最も多く、具体的には基板表面清浄化などの課題が含まれる。

図2.19.4-2 日本電気の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

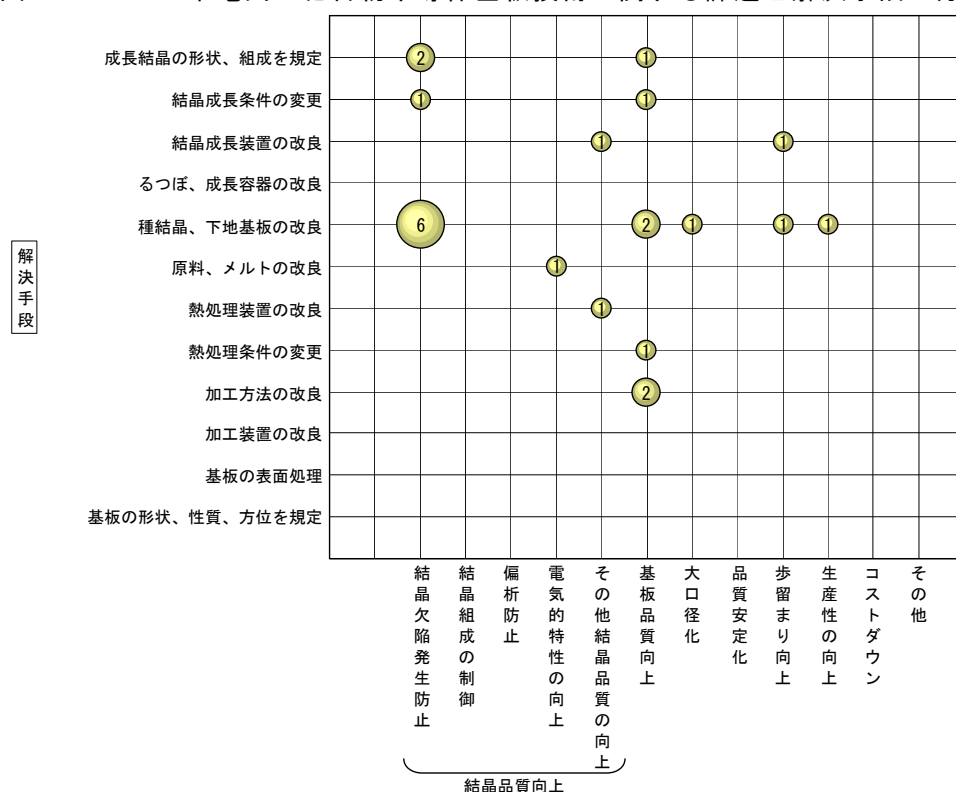
図2. 19. 4-3に、日本電気の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「基板品質向上」となっている。

「結晶欠陥発生防止」に対する解決手段をみると、「種結晶、下地基板の改良」に関する出願が最も多く、次いで「成長結晶の形状、組成を規定」となっている。

「種結晶、下地基板の改良」については、種結晶、下地基板の表面にマスク部を形成するものが多く、「成長結晶の形状、組成を規定」は、応力緩和層を形成するものである。

「基板品質向上」に対する解決手段についてみると、特に集中する出願はなく、「種結晶、下地基板の改良」、「加工方法の改良」などさまざまな解決手段が採られている。

図2. 19. 4-3 日本電気の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



(1992年1月～2002年12月の出願)

表2. 19. 4に、日本電気の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許23件を示す。そのうち、登録になった10件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.19.4 日本電気の技術要素別課題対応特許 (1/4)

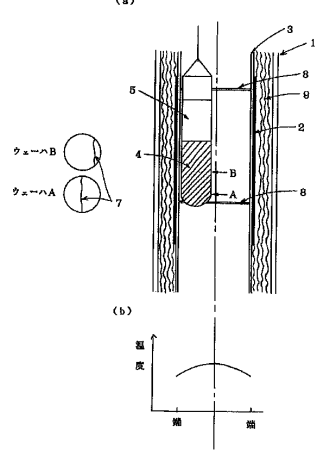
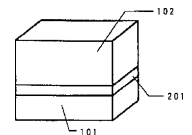
技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／固相成長	歩留まり向上	単結晶化率の向上	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特許2601204 (権利消滅) 94.07.27 C30B1/06	化合物半導体の固相再結晶法 多結晶インゴットの直径の2倍以上の内径を持つ炉心管の中に、前記インゴットを容れたアンフルを炉の中心と端の間に置いて単結晶化することを特徴とする固相再結晶成長法。 
	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／貫通転位発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特許3094965 97.09.02 C30B29/38	窒化ガリウム厚膜の結晶成長方法 有機金属化学気相成長法または分子線エピタキシー法により、表面に一層または複数層の $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$) が形成された水晶基板上に、ハイドライト気相成長法により、厚さ $10 \mu\text{m}$ 以上の窒化ガリウム膜を結晶成長する工程と、前記基板を除去する工程とを少なくとも含むことを特徴とする窒化ガリウム厚膜の結晶成長方法。 
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／ミスフィット転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開2002-343728 01.05.21 H01L21/205 日立電線	窒化ガリウム結晶基板の製造方法及び窒化ガリウム結晶基板
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面に凹凸形成	特開2001-122693 99.10.22 C30B25/18	結晶成長用下地基板およびこれを用いた基板の製造方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2001-308464 00.04.27 H01S5/323	窒化物半導体素子、窒化物半導体結晶の作製方法および窒化物半導体基板
				特開2003-300800 98.09.30 C30B29/38	III族元素窒化物半導体ウエハの製造方法

表 2. 19. 4 日本電気の技術要素別課題対応特許 (2/4)

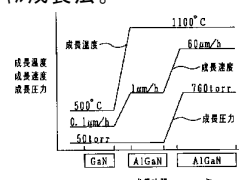
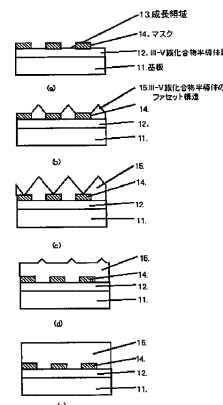
技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特許3171180 99.02.04 H01L21/205	気相エピタキシャル成長法、半導体基板の製造方法、半導体基板及びハイドライド気相エピタキシー装置 厚さd1の基板の上に、成長速度V2、成長圧力P2の成長条件で少なくとも1つの層からなる第1の半導体層を層厚d2成長させた後、前記基板を装置外に取り出すことなく、成長速度V3、成長圧力P3の成長条件で少なくとも1つの層からなる第2の半導体層を層厚d3成長させるプロセスを含む気相エピタキシャル成長法において、$V2 < V3$、かつ $P2 < P3$、かつ $d2 < d3$ なる条件を満たすことを特徴とする気相エピタキシャル成長法。 
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2002-305160 01.04.06 H01L21/268 ソニー	化合物半導体基板の製造方法
		種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2000-349338 98.09.30 H01L33/00	GaN結晶膜、III族元素窒化物半導体ウェーハ及びその製造方法
				特許3139445 97.03.13 H01L21/205 [被引用25回]	GaN系半導体の成長方法およびGaN系半導体膜 III-V族化合物半導体のエピタキシャル成長において、基板表面に「ターニング」されたマスク材料により成長領域を形成する工程と、前記成長領域に前記基板と格子定数や熱膨張係数が異なるIII-V族化合物半導体を成長する工程と、前記成長領域で前記III-V族化合物半導体をファセット構造を形成しながら成長させ、隣接する成長領域のIII-V族化合物半導体とともに前記マスク材料を覆い、さらに前記ファセット構造を埋め込んで表面を平坦化する工程を有することを特徴するIII-V族化合物半導体の成長方法。 

表 2.19.4 日本電気の技術要素別課題対応特許 (3/4)

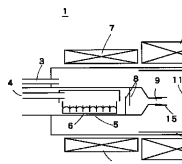
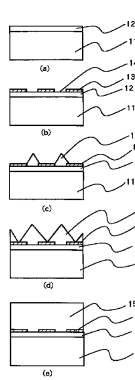
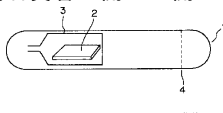
技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	結晶品質向上／電気的特性の向上	導電型の制御	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特許3279528 98.09.07 H01L21/205	窒化物系ⅢⅠⅠ－Ⅴ族化合物半導体の製造方法 ⅢⅠⅠ族元素のハロゲン化合物と窒素元素を含む化合物を反応させ、窒化物系ⅢⅠⅠ－Ⅴ族化合物半導体層を気相成長させる方法であって、この気相成長時に、 $\text{SiH}_3\text{Cl}_{4-x}$ ($x=1, 2, 3$) をドーピング原料ガスとしてSiドーピングを行うことを特徴とする窒化物系ⅢⅠⅠ－Ⅴ族化合物半導体の気相成長方法。
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	成長膜厚の厚膜化・均一化	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	特許3553583 99.12.22 G30B29/38	窒化物の気相成長装置 窒素の水素化合物とⅢⅠⅠ族元素のハロゲン化合物により窒化物結晶の成長を行う反応管と、前記窒素の水素化合物を反応管内に供給する水素化合物導入管と、前記反応管内に設けられ、前記ⅢⅠⅠ族元素の塩化物を生成し反応管内に供給するⅢⅠⅠ族元素のハロゲン化合物生成手段とを有する窒化物の気相成長装置において、前記水素化合物導入管の反応管内での開口端部を、前記ⅢⅠⅠ族元素のハロゲン化合物生成手段の吹き出し部より上流に配置し、かつ、基板ホルダーに保持された窒化物結晶成長用の基板を前記ⅢⅠⅠ族元素のハロゲン化合物生成手段の吹き出し部に対向するように配置したことを特徴とする窒化物の気相成長装置。 
	基板品質向上	表面粗さの低減化	結晶成長条件の変更／結晶成長方位の変更	特許3196833 98.06.23 H01S5/02 [被引用 1回]	ⅢⅠⅠ－Ⅴ族化合物半導体の成長方法及びこの方法を用いた半導体発光素子の製造方法 0.3μm以上のオフオリエンテーションを有する基板の上に、マスクを用いて選択成長領域を設け、この領域に前記基板と格子定数または熱膨張係数の異なるⅢⅠⅠ－Ⅴ族化合物半導体をファセット構造を形成しながら、さらにはマスクとともにこのファセット構造を埋め込みながら成長させることにより、非常に平坦性の良いⅢⅠⅠ－Ⅴ族化合物半導体膜が得られる。 
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特開2001-010898 99.06.24 G30B29/20	結晶基板およびその製造方法
		反りの低減化	成長結晶の形状、組成を規定／応力緩和層を形成	特開2003-178984 01.03.27 H01L21/205 日立電線	ⅢⅠⅠ族窒化物半導体基板およびその製造方法

表 2.19.4 日本電気の技術要素別課題対応特許 (4/4)

技術要素	課題Ⅰ/Ⅱ	課題Ⅲ/Ⅳ	解決手段Ⅰ/Ⅱ	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
相エピタキシャル成長／気相成長／気	大口径化	結晶欠陥の発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特開2004-193371 02.12.11 H01L21/205	ⅢⅢ族窒化物自立基板およびそれを用いた半導体素子ならびにそれらの製造方法
	生産性の向上	工程簡略化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開2004-035275 02.06.28 C30B29/38 日立電線	多孔質基板とその製造方法、GaN系半導体積層基板とその製造方法
熱処理	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	不純物汚染の防止	熱処理装置の改良／結晶収納容器の構造改良	特許2658991 (権利消滅) 95.06.15 H01L21/477	封管熱処理方法 (1)開口を有する内側石英管内に被処理体を配置する過程と、(2)被処理体を内部に有する内側石英管を外側石英管内に配置する過程と、(3)高真空中に排気した後、外側石英管を融接密閉する過程と、(4)所定の熱処理を加える過程と、(5)切断個所において外側石英管を破砕して被処理体を取り出す過程と、を有する封管熱処理方法において、前記第(5)の過程における外側石英管の切断は、前記内側石英管の開口の開口方向とは反対側の端部において行われることを特徴とする封管熱処理方法。  1…外側石英管 2…破砕箇所 3…内側石英管 4…切断箇所
	基板品質向上	EPDの低減化	熱処理条件の変更／熱処理温度を規定	特開2003-277195 02.03.26 C30B29/38 日立電線	ⅢⅢ-Ⅴ族窒化物系半導体基板およびその製造方法
加工	基板品質向上	反りの低減化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開2004-039810 02.07.02 H01L21/205 日立電線	ⅢⅢ族窒化物半導体基板およびその製造方法
		基板表面清浄化	加工方法の改良／エッチング方法の変更	特許2917900 96.03.29 H01L21/3065	ⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体基板の表面処理方法 ⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体の基板において、Ⅴ族原子雰囲気のない状態で化合物半導体の基板温度を450℃以上に加熱してⅢⅢ族原子面を基板表面に出す第1工程と、電子サイクロトロン共鳴(ECR)、もしくは高周波による水素プラズマを用いて前記表面に対し水素プラズマを照射する第2工程とを含み、半導体基板の表面を清浄化する。
	歩留まり向上	割れ、欠けの防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特許2865130 96.03.25 C30B33/12	半導体基板のエッチング方法及び半導体薄膜の製造方法 2-6族化合物半導体基板の構成要素である2族原料(Zn)又は6族原料(Se)、あるいはその両方を基板に照射しながら同時にハロゲンガス(Cl ₂ など)、ハロゲン水素(HClなど)、または基板の構成要素である2族元素のハロゲン化物(ZnCl ₂ など)を照射して、基板表面をエッチングする。
				特開2002-284600 01.03.26 C30B29/38 日立電線	窒化ガリウム結晶基板の製造方法及び窒化ガリウム結晶基板

2.20 日本ピラー工業

2.20.1 企業の概要

商号	日本ピラー工業 株式会社
本社所在地	〒532-0022 大阪市淀川区野中南 2-11-48
設立年	1948 年（昭和 23 年）
資本金	32 億 62 百万円（2004 年 3 月末）
従業員数	508 名（2004 年 3 月末）（連結：602 名）
事業内容	流体制御関連機器（産業機器用シール・パッキン、半導体・液晶製造装置用フッ素樹脂サーキュレーション製品等）の製造・販売

創業以来、「流体の流れを止める」技術をコアとしている流体制御関連機器メーカーである。最近は、半導体・液晶製造装置関連業界向けのフッ素樹脂製品（商品名「ピラフロン」）の売上が拡大している。

（出典：日本ピラー工業のホームページ <http://www.pillar.co.jp>）

2.20.2 製品例

半導体製造プロセスで使われる洗浄装置や薬液供給装置、関連部材などを製造・販売しているが、化合物半導体製品や基板は製造・販売していない。

2.20.3 技術開発拠点と研究者

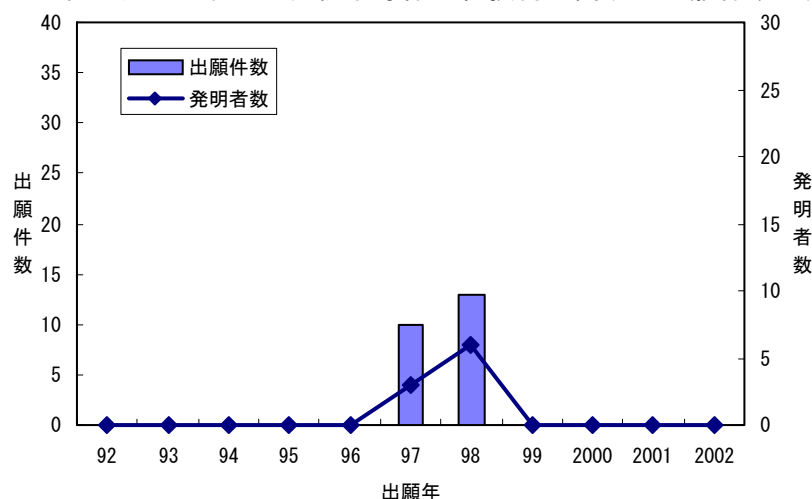
図 2.20.3 に、日本ピラー工業の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

日本ピラー工業の場合、1997年、98年に集中して出願しており、98年には出願件数が13件、発明者数が6人と最大であった。

開発拠点：

兵庫県三田市下内神字打場541番地の1 日本ピラー工業株式会社三田工場内
京都府福知山市長田野町2丁目66番地の3 日本ピラー工業株式会社福知山事業所内

図2.20.3 日本ピラー工業の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



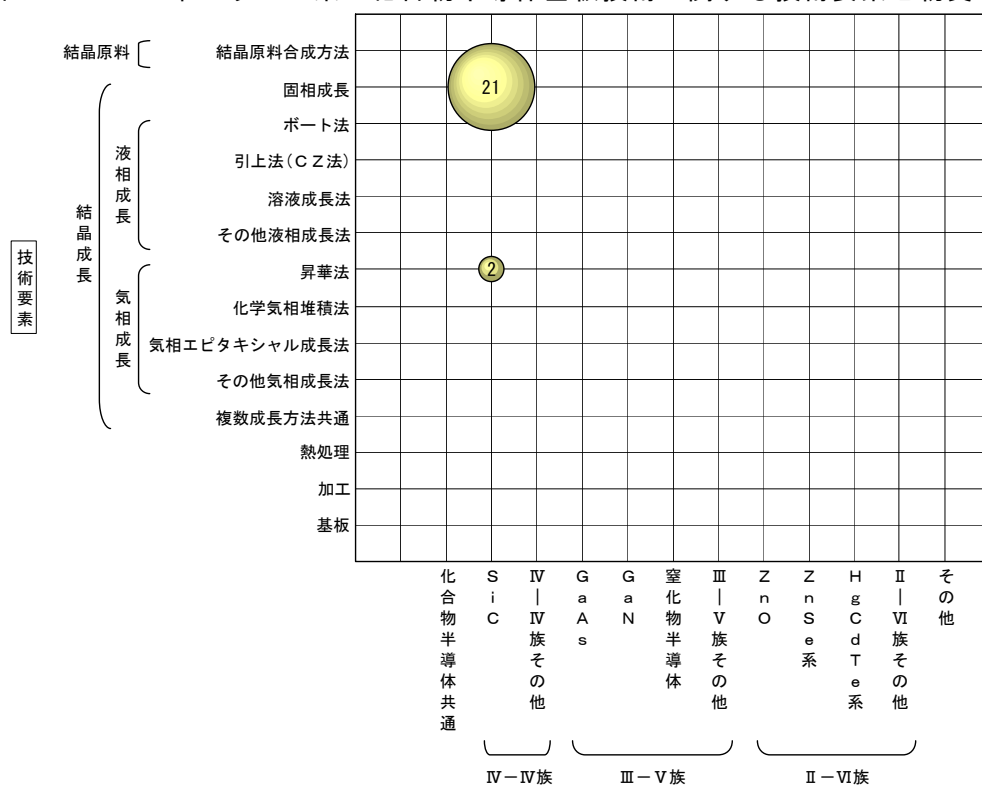
2. 20. 4 技術開発課題対応特許の概要

図 2. 20. 4-1 に、日本ピラー工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

物質別にみると、「炭化ケイ素（SiC）」に関する出願のみとなっている。

技術要素別にみると、「固相成長」に出願が集中している。多くの出願人が「炭化ケイ素（SiC）」の結晶成長として、改良レーリー法の「昇華法」やHTCVD法の「化学気相堆積法」の「気相成長」の開発に取り組んでいるのに対し、日本ピラー工業が「固相成長」の開発を行っていることは特徴的でニッチといえる。

図2. 20. 4-1 日本ピラー工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質

(1992年1月～2002年12月の出願)

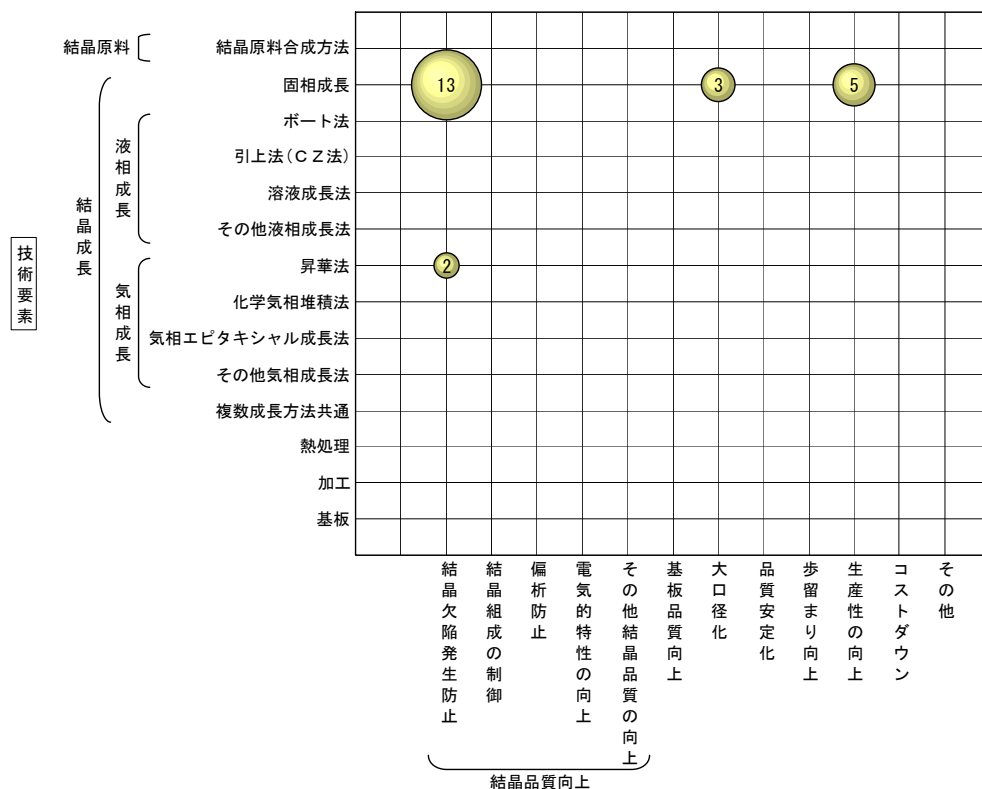
図 2.20.4-2 に、日本ピラー工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

技術要素別にみると、「固相成長」に関する出願が最も多い。

「固相成長」に関する課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「生産性の向上」となっている。

「結晶欠陥発生防止」は、炭化ケイ素（SiC）固有の結晶欠陥であるマイクロパイプ欠陥発生防止を課題とするものであり、「生産性の向上」は、成長速度の向上を課題とするものである。

図2.20.4-2 日本ピラー工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

図2. 20. 4-3に、日本ピラー工業の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。

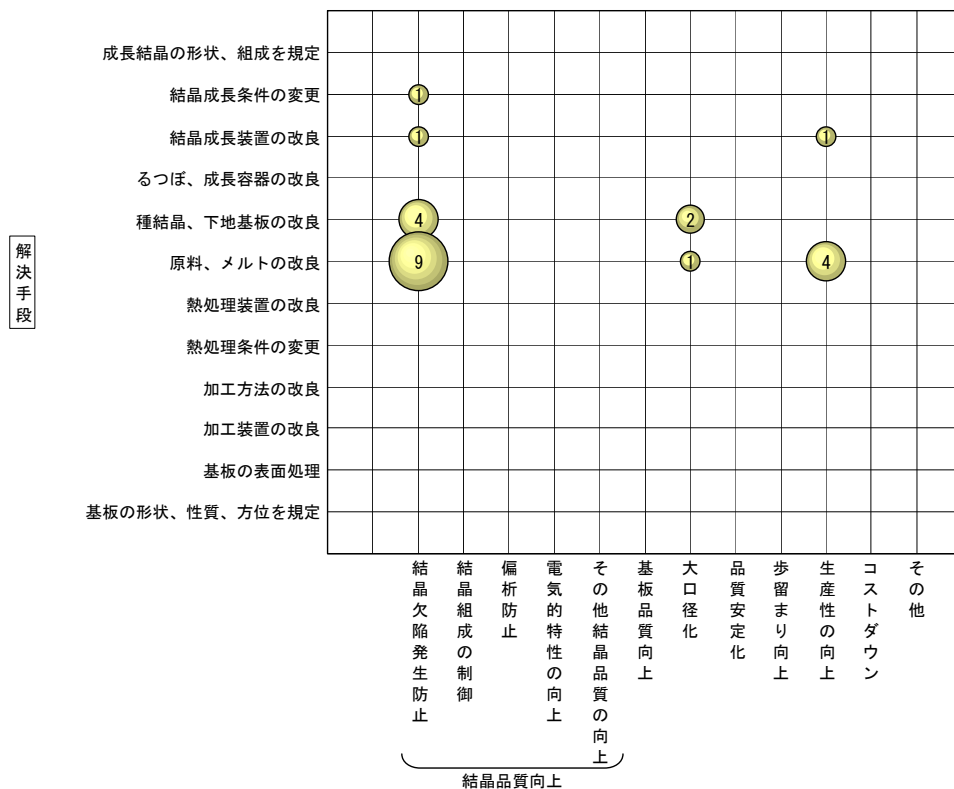
課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多く、次いで「生産性の向上」となっている。

「結晶欠陥発生防止」に対する解決手段をみると、「原料、メルトの改良」に関する出願が最も多く、次いで「種結晶、下地基板の改良」となっている。

「原料、メルトの改良」には、種結晶、下地基板上に他結晶原料を蒸着するなど原料、メルトを加工する出願が多く、「種結晶、下地基板の改良」には、種結晶の形状や組成を規定するものがある。

2 番目に多い課題である「生産性の向上」に対する解決手段についても、「原料、メルトの改良」に関する出願が多い。具体的には、原料のチャージ順序を変更する出願などがある。

図2. 20. 4-3 日本ピラー工業の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



課題

(1992年1月～2002年12月の出願)

表2. 20. 4に、日本ピラー工業の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許23件を示す。すべて登録されており、これらの出願23件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.20.4 日本ピラー工業の技術要素別課題対応特許 (1/7)

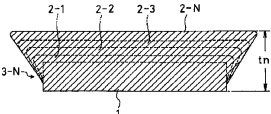
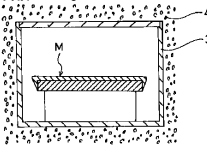
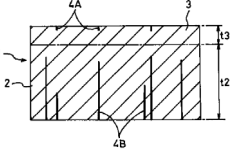
技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／固相成長	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特許2876122 98.02.25 C30B29/36 [被引用 5回]	単結晶SiCおよびその製造方法 α-SiC単結晶基板の表面に対する熱化学的蒸着法によるβ-SiCもしくはα-SiC多結晶膜の成膜と、その成膜された複合体の熱処理による上記β-SiCもしくはα-SiC多結晶膜のα-SiC単結晶への相変態とを繰り返すことにより、上記α-SiC単結晶基板の結晶軸と同方位に配向された単一の単結晶を一体成長させていることを特徴とする単結晶SiC。  3-N : 単結晶SiC
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特許3043689 (権利消滅) 97.11.17 C30B29/36	単結晶SiC及びその製造方法 表面粗さがRMS2000オングストローム以下に調整されたα-SiC単結晶基板の表面にα-SiC多結晶膜が成膜されてなる複合体を成膜温度以上の高温下で熱処理することにより、結晶の成長と上記α-SiC多結晶膜の再結晶化とによって上記α-SiC単結晶基板の結晶軸と同方位に配向されたα-SiC単結晶が形成されていることを特徴とする単結晶SiC。  3 : 多孔質カーボン製容器 4 : α-SiC粉体
			原料、メルトの改良／使用原料の加工	特許3248071 98.10.08 C30B29/36	単結晶SiC SiC単結晶基体上に、該SiC単結晶基体を種結晶として一体に育成された育成SiC単結晶を設けた構造の単結晶SiCであって、上記育成SiC単結晶が、Si原子およびC原子により構成された多結晶体を熱処理することによりSiC単結晶基体の結晶方位に倣った多結晶体の固相変態により育成されたものであり、該SiC単結晶基体と育成SiC単結晶とが界面の上下両側にマイクロパイプがほとんどない層を介在させて一体化されていることを特徴とする単結晶SiC。  1 : 単結晶 SiC 2 : α-SiC単結晶基体 3 : 育成 SiC単結晶 4A, 4B : マイクロパイプ

表 2. 20. 4 日本ピラー工業の技術要素別課題対応特許 (2/7)

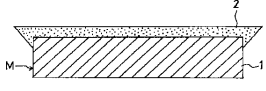
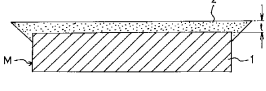
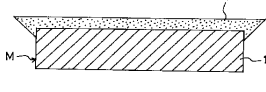
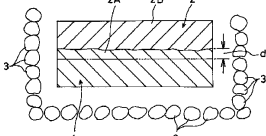
技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／固相成長	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	原料、メルトの改良／使用原料の加工	特許3043687 (権利消滅) 97.11.17 C30B29/36	単結晶SiC及びその製造方法 α -SiC単結晶基材の表面に熱化学的蒸着法で α -2H-SiC層を形成してなる複合体を熱処理することにより、上記 α -2H-SiC層を α -SiCに転化させ、かつ、上記 α -SiC単結晶基材の結晶軸と同方位に配向させて単結晶を一体に成長させていることを特徴とする単結晶SiC。  1: α -SiC単結晶基材 2: α -2H-SiC層 M: 複合体
				特許3003027 97.06.25 C30B29/36 [被引用 1回]	単結晶SiCおよびその製造方法 α -SiC単結晶基材の表面に物理的蒸着法もしくは熱化学的蒸着法で10 μ m以上の厚さの β -SiC層を形成してなる複合体を熱処理することによって、上記 β -SiC層の多結晶体を α -SiCに転化させて該 β -SiC層に上記 α -SiC単結晶基材の結晶軸と同方位に配向された単結晶を成長させていることを特徴とする単結晶SiC。  1: α -SiC単結晶基材 2: β -SiC層 t: β -SiC層の厚さ
				特許3296998 97.05.23 C30B29/36 [被引用 3回]	単結晶SiCおよびその製造方法 α -SiC単結晶基材の表面に熱化学的蒸着法で β -SiC層を形成してなる複合体を熱処理することにより、上記 β -SiC層の多結晶体を α -SiCに転化させるとともに上記 α -SiC単結晶基材の結晶軸と同方位に配向させて単結晶を一体に成長させていることを特徴とする単結晶SiC。  1: α -SiC単結晶基材 2: β -SiC層
			原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特許2884085 98.04.13 C30B29/36 [被引用 1回]	単結晶SiCおよびその製造方法 SiC単結晶基板とSiC多結晶板とを互いに積層固定させた状態で、大気圧以下の不活性ガス雰囲気、かつ、SiC飽和蒸気雰囲気下で熱処理することにより、上記SiC多結晶板を単結晶に固相変態させて上記SiC単結晶基板と一体に成長させていることを特徴とする単結晶SiC。 

表 2.20.4 日本ピラー工業の技術要素別課題対応特許 (3/7)

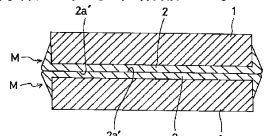
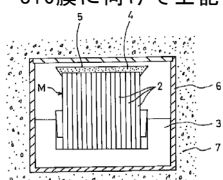
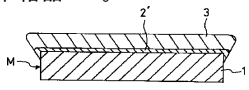
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／固相成長	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特許3043690 97.11.17 C30B29/36	単結晶SiCおよびその製造方法 α-SiC単結晶基板の表面に熱化学的蒸着法により成膜されたβ-SiCもしくはα-SiCの多結晶膜の表面を平滑に研磨してなる複合体の二つを、これら複合体それぞれにおける上記α-SiC単結晶基板の結晶軸方位が同一に配向されるように各複合体における上記多結晶膜の平滑な研磨表面同志を介して密着固定した状態で熱処理することにより、上記両多結晶膜を再結晶化させて上記α-SiC単結晶基板の結晶軸と同方位に配向された単結晶を一体に成長させていることを特徴とする単結晶SiC。 
		低転位化（線状欠陥発生防止）／ミスフィット転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特許3043675 (権利消滅) 97.09.10 C30B29/36	単結晶SiC及びその製造方法 板状のα-SiC単結晶片の複数枚を結晶方位が一方向に統一されるように積層密着するとともに、それら積層密着された複数枚のα-SiC単結晶片の結晶方位面にβ-SiC膜が形成されてなる複合体を熱処理することにより、上記α-SiC単結晶片の結晶方位面から上記β-SiC膜に向けて上記α-SiC単結晶片の結晶軸と同方位に配向されたα-SiC単結晶が形成されていることを特徴とする単結晶SiC。  5 : カーボン 6 : カーボン製容器 7 : α-SiC粉体 M : 複合体
		種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特許2896667 (権利消滅) 98.02.04 C30B29/36	単結晶SiC及びその製造方法 α-SiC単結晶基材の表面に水素イソンの含有層を介して熱化学的蒸着法でβ-SiC層を形成してなる複合体を熱処理することにより、上記β-SiC層の多結晶体をα-SiCに転化させるとともに上記α-SiC単結晶基材の結晶軸と同方位に配向させて単結晶を一体に成長させていることを特徴とする単結晶SiC。  3 : β-SiC 層 M : 複合体

表 2.20.4 日本ピラー工業の技術要素別課題対応特許 (4/7)

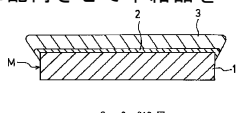
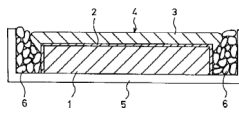
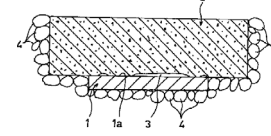
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／固相成長	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／ミスフィット転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特許2939615 98.02.04 C30B29/36 [被引用 1回]	単結晶SiC及びその製造方法 α -SiC単結晶基材の表面に杓素を含んだ層を介して熱化学的蒸着法で β -SiC層を形成してなる複合体を熱処理することにより、上記 β -SiC層の多結晶体を α -SiCに転化させるとともに上記 α -SiC単結晶基材の結晶軸と同方位に配向させて単結晶を一体に成長させていることを特徴とする単結晶SiC。 
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	原料、メルトの改良／溶媒物質の使用	特許2946418 98.08.19 C30B29/36	単結晶SiCおよびその製造方法 表面の全域もしくは一部に黒鉛層を有するSiC単結晶基板の上にSi原子及びC原子により構成された多結晶板材を積層させた状態で、大気圧以下の不活性ガス雰囲気、かつ、SiC飽和蒸気雰囲気下で熱処理することにより、上記多結晶板材を構成するSi原子及びC原子を上記黒鉛層を通して上記SiC単結晶基板側に拡散移動させるとともに該SiC単結晶基板の表面で再配列させてSiC単結晶基板の結晶方位に倣った単結晶が一体に成長されていることを特徴とする単結晶SiC。 
		成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	原料、メルトの改良／使用原料の加工	特許2917143 98.06.10 C30B29/36	単結晶SiCおよびその製造方法 種結晶となるSiC単結晶基板上に高純度SiCよりなる焼結体を配置した状態で、不活性ガス雰囲気およびSiC飽和蒸気雰囲気下で、かつ、上記SiC単結晶基板側が上記焼結体よりも低温に保たれるような温度差を持たせて熱処理することにより、上記焼結体のうち、SiC単結晶基板に接する部分を再結晶させて単結晶が一体に成長されていることを特徴とする単結晶SiC。 
	大口径化	種結晶、下地基板の大型化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特許3254559 97.07.04 C30B29/36	単結晶SiCおよびその製造方法 隣接する側面同士を接して配置した複数枚の α -SiC単結晶基材の表面に熱化学的蒸着法で β -SiC層を形成してなる複合体を熱処理することにより、上記 β -SiC層の多結晶体を α -SiCに転化させ、かつ上記 α -SiC単結晶基材の結晶軸と同方位に配向させて単結晶を一体に成長させていることを特徴とする単結晶SiC。 

表 2. 20. 4 日本ピラー工業の技術要素別課題対応特許 (5/7)

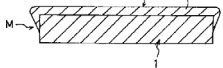
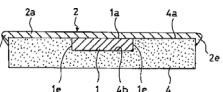
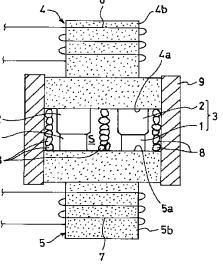
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／固相成長	大口径化	種結晶、下地基板の大型化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の結晶性を規定	特許2917149 98.07.13 C30B29/36	単結晶SiCおよびその製造方法 β-SiC単結晶基材の表面にβ-SiC多結晶層を形成してなる複合体を熱処理することにより、上記β-SiC多結晶層の多結晶体を再結晶化して単結晶に転化させるとともに、その単結晶部分および上記β-SiC単結晶基材を含めて結晶軸が同方位に配向されたα-SiC単結晶を一体に成長させていることを特徴とする単結晶SiC。  1: β-SiC単結晶基材 2: β-SiC多結晶層 M: 複合体
			原料、メルトの改良／使用原料の加工	特許2946410 98.01.12 C30B29/36	単結晶SiC及びその製造方法 α-SiC単結晶基板の表面に、該表面の外周縁よりも外方へ突出する状態で熱化学的蒸着法によりβ-SiCもしくはα-2H-SiC多結晶膜が形成されてなる複合体を熱処理することにより、上記α-SiC単結晶基板の結晶方位面から上記β-SiCもしくはα-2H-SiC多結晶膜に向けて上記α-SiC単結晶基板の結晶軸と同方位に配向されたα-SiC単結晶を一体成長させていることを特徴とする単結晶SiC。  1: α-SiC 単結晶基板 1a: 表面 2: β-SiC 多結晶膜 4: サブストラット
	生産性の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特許2936479 98.08.06 C30B29/36	単結晶SiCの育成方法及びその装置 SiC単結晶基板とSi原子およびC原子により構成された多結晶板とを積層してなる複合体を挟み込み保持可能な一対の熱盤と、これら一対の熱盤の加熱温度を各別に制御可能な高周波誘導加熱コイルとを備え、上記一対の熱盤間に複合体を挟み込み保持させるとともに、不活性ガス雰囲気中で、かつ、SiC飽和蒸気雰囲気中で、高周波誘導加熱コイルを介して一対の熱盤の加熱温度を多結晶板側が高温、SiC単結晶基板側が低温となるように制御することによって上記多結晶板のSi原子およびC原子を上記SiC単結晶基板の表面で再配列させてSiC単結晶基板の結晶方位に倣った単結晶を一体に育成可能に構成したことを特徴とする単結晶SiCの育成装置。  4, 5: 熱盤 6, 7: 高周波誘導加熱コイル

表 2. 20. 4 日本ピラー工業の技術要素別課題対応特許 (6/7)

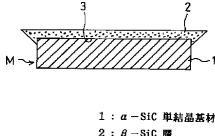
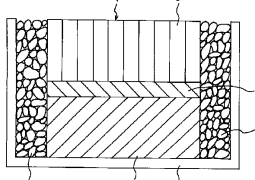
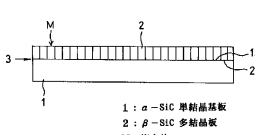
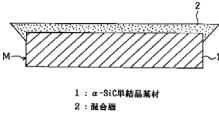
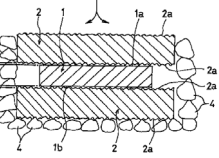
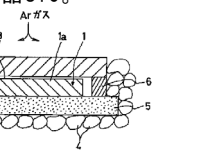
技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／固相成長	生産性の向上	結晶成長速度の向上	原料、メルトの改良／使用原料の加工	特許3087030 97.08.08 C30B29/36 [被引用 1回]	SiC複合体およびその製造方法ならびに単結晶SiC α-SiC単結晶基材の表面に減圧熱化学的蒸着法でβ-SiC層を形成して該β-SiC層の上記α-SiC単結晶基材との境界面をミラー指数(111)または(220)の高結晶配向膜に形成してなるSiC複合体を熱処理することにより、上記β-SiC層の多結晶体をα-SiCに転化させて上記α-SiC単結晶基材の結晶軸と同方位の単結晶を成長させていることを特徴とする単結晶SiC。  1 : α-SiC 単結晶基材 2 : β-SiC 層
			原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特許2936481 98.08.19 C30B29/36	単結晶SiCおよびその製造方法 SiC単結晶基板とSi原子およびC原子により構成された多結晶板との間に、Si原子、C原子およびSiCが混在する結晶性の悪いSiC層を挟み込んだ状態で、大気圧以下の不活性ガス雰囲気、かつ、SiC飽和蒸気雰囲気下で熱処理することにより、上記多結晶板を構成するSi原子およびC原子ならびに結晶性の悪いSiC層のSi原子およびC原子を拡散移動させ上記SiC単結晶基板の表面で再配列させてSiC単結晶基板の結晶方位に倣った単結晶が一体に成長されていることを特徴とする単結晶SiC。  1 : α-SiC 単結晶基板 2 : β-SiC 多結晶板 M : 複合体
				特許3254557 97.06.27 C30B29/36	単結晶SiCおよびその製造方法 α-SiC単結晶基板と非晶質もしくはβ-SiC多結晶板とが平滑に研磨された研磨面を介して密着されてなる複合体を熱処理して上記非晶質もしくはβ-SiC多結晶板を再結晶化することにより、上記α-SiC単結晶基板の結晶軸と同方位に配向された単結晶を一体に成長させている単結晶SiC。  1 : α-SiC 単結晶基板 2 : β-SiC 多結晶板 M : 複合体

表 2. 20. 4 日本ピラー工業の技術要素別課題対応特許 (7/7)

技術要素	課題 I/II	課題 III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／固相成長	生産性の向上	結晶成長速度の向上	原料、メルトの改良／その他原料・メルトの改良	特許3043688 (権利消滅) 97.11.17 C30B29/36	単結晶SiC及びその製造方法 α-SiC単結晶基材の表面に熱化学的蒸着法でα-2H-SiCおよびβ-3C-SiCの混合層を形成してなる複合体を熱処理することにより、上記混合層をα-SiCに転化させ、かつ、上記α-SiC単結晶基材の結晶軸と同方位に配向させて単結晶を一体に成長させていることを特徴とする単結晶SiC。  1 : α-SiC単結晶基材 2 : 混合層 M : 複合体
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	原料、メルトの改良／使用原料の加工	特許2981879 98.03.06 C30B29/36	単結晶SiCおよびその製造方法 SiC単結晶基板とSi原子およびC原子により構成された板材とを微小隙間を隔てて互いに平行に対峙させた状態で、大気圧以下の不活性ガス雰囲気、かつ、SiC飽和蒸気雰囲気下で、上記SiC単結晶基板側が上記板材よりも低温に保たれるように熱処理することにより、上記微小隙間内でSi原子およびC原子を昇華再結晶させて上記SiC単結晶基板上に単結晶を析出させるとともに、この析出単結晶を種結晶として上記板材を単結晶に変態させて上記SiC単結晶基板の結晶軸と同方位に配向された単結晶が一体に成長されていることを特徴とする単結晶SiC。  1 : α-SiC 単結晶基板 2 : 界面 1a, 1b : 平滑な結晶方位面 2a : 微小隙間 3 : 種結晶 4 : SiC 塊
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特許2964080 (権利消滅) 98.07.13 C30B29/36	単結晶SiCおよびその製造方法 種結晶となるSiC単結晶基板とSi原子およびC原子により構成された板材とを微小隙間を隔てて互いに平行に対峙させた状態で、大気圧以下の不活性ガス雰囲気、かつ、SiC飽和蒸気雰囲気下で、上記SiC単結晶基板側が上記板材よりも低温に保たれるような温度勾配を持たせて熱処理することにより、上記板材を構成するSi原子およびC原子を上記微小隙間に昇華拡散させるとともに、種結晶となる低温側の上記SiC単結晶基板上で再結晶させて該SiC単結晶基板の結晶軸と同方位に配向された単結晶が一体に成長されていることを特徴とする単結晶SiC。  1 : α-SiC単結晶基板 2 : β-SiC多結晶板 3 : 微小隙間

2.21 産業技術総合研究所

2.21.1 企業の概要

名称	独立行政法人 産業技術総合研究所
本部所在地	〒100－8921 東京都千代田区霞ヶ関1-3-1
設立年	2001年（平成13年）（旧工業技術院15研究所と計量教習所が統合され、独立行政法人化）
資本金	2,860億86百万円（2004年3月末）
職員数	3,114名（2004年4月）（内、研究職員2,395名）
事業内容	鉱工業の科学技術に関する研究・開発、地質の調査、計量の標準設定、およびこれらに係る技術指導・成果の普及

産業技術総合研究所の「パワーエレクトロニクス研究センター」で、「超低損失電力素子技術開発」プロジェクト（1998～02 年度）を主導するなど、炭化ケイ素（SiC）や窒化ガリウム（GaN）などの次世代化合物半導体の研究・開発を行っている。また「エレクトロニクス研究部門」で、強磁性半導体物質（Zn,Cr）Teの研究・開発などを行っている。

（出典：産業総合研究所のホームページ <http://www.aist.go.jp>）

2.21.2 製品例

産業技術総合研究所では、製品の製造・販売は行っていない。

2.21.3 技術開発拠点と研究者

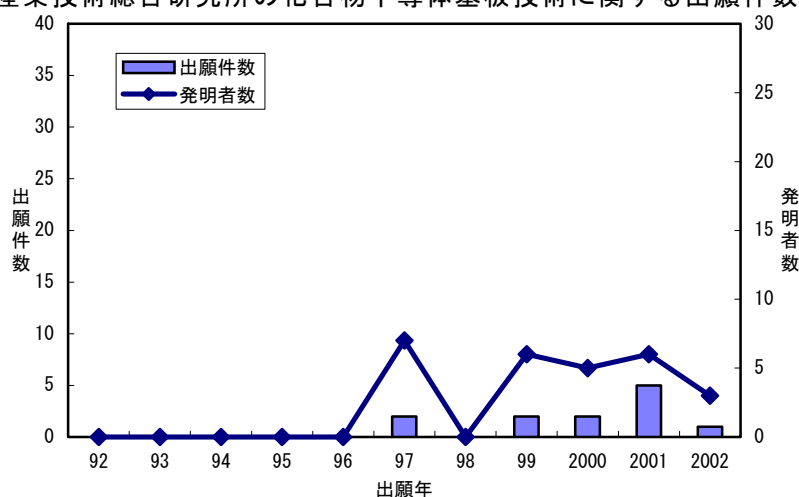
図 2.21.3 に、産業技術総合研究所の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数を示す。

産業技術総合研究所の場合、1997年に出願を開始し、01年には出願件数 5 件と最大となった。平均して出願件数 2 件程度、発明者数 5 人程度で開発活動が行われている。

開発拠点：

茨城県つくば市東 1－1－1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

図2.21.3 産業技術総合研究所の化合物半導体基板技術に関する出願件数と発明者数



2.21.4 技術開発課題対応特許の概要

図 2.21.4-1 に、産業技術総合研究所の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布を示す。

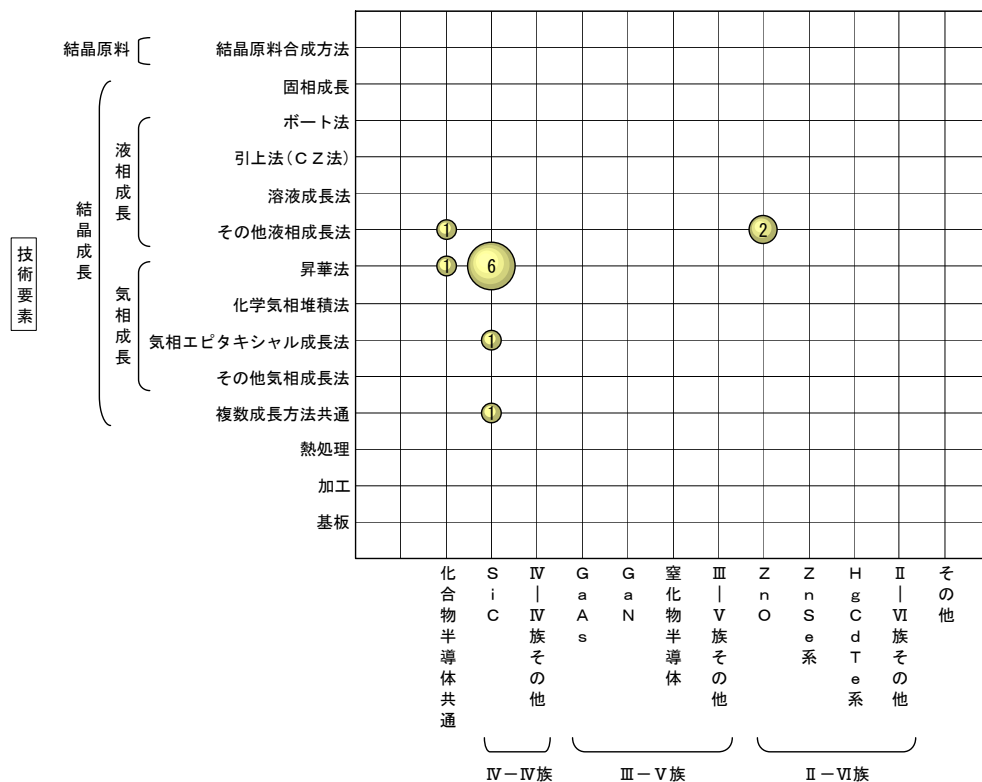
物質別にみると、「炭化ケイ素 (SiC)」に関する出願が最も多い。

「炭化ケイ素 (SiC)」に関する出願について技術要素別にみると、「昇華法」に関する出願が最も多い。

その他の物質では、「酸化亜鉛 (ZnO)」に関する出願もされており、炭化ケイ素 (SiC)、酸化亜鉛 (ZnO) といった次世代デバイスの基板として期待されている物質について開発が行われていることが分かる。

技術要素別にみると、「昇華法」に関する出願が多い。産業技術総合研究所では、「気相成長」を中心とした「結晶成長」を中心に技術開発を行っている。

図2.21.4-1 産業技術総合研究所の化合物半導体基板技術に関する技術要素と物質の分布



物質 (1992年1月～2002年12月の出願)

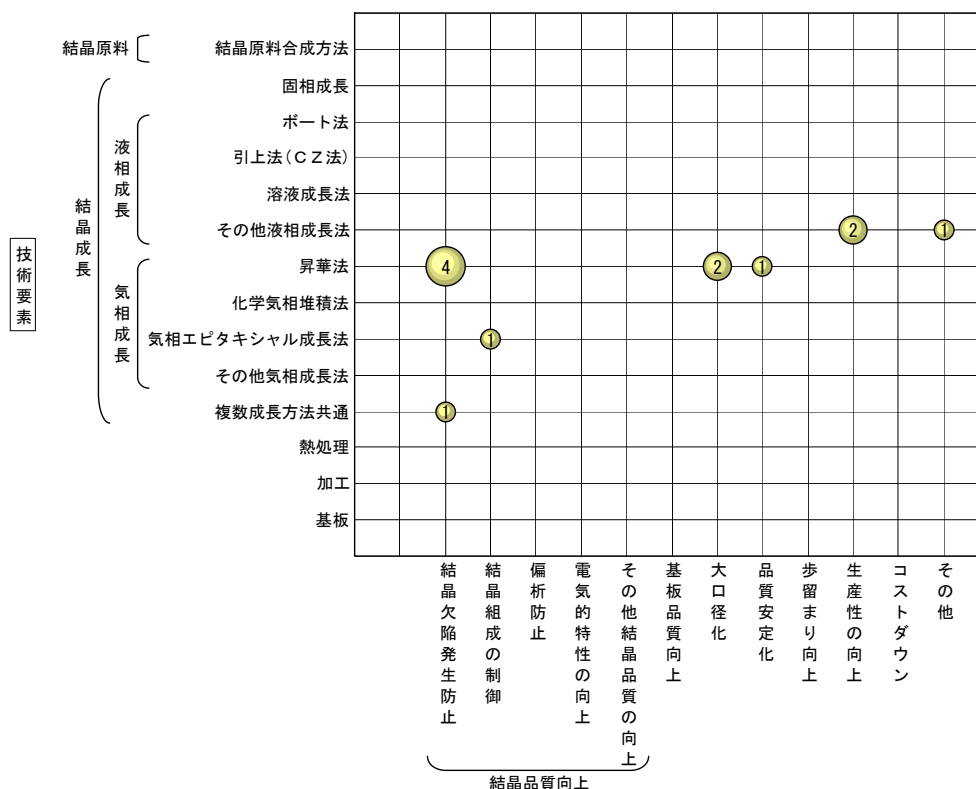
図 2.21.4-2 に、産業技術総合研究所の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布を示す。

技術要素別にみると、「昇華法」に関する出願が最も多く、次いで「その他液相成長法」となっている。

「昇華法」に関する課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」が最も多く、次いで「大口径化」となっている。

「その他液相成長法」に関する課題についてみると、「生産性の向上」が多い。

図2.21.4-2 産業技術総合研究所の化合物半導体基板技術に関する技術要素と課題の分布



課題 (1992年1月～2002年12月の出願)

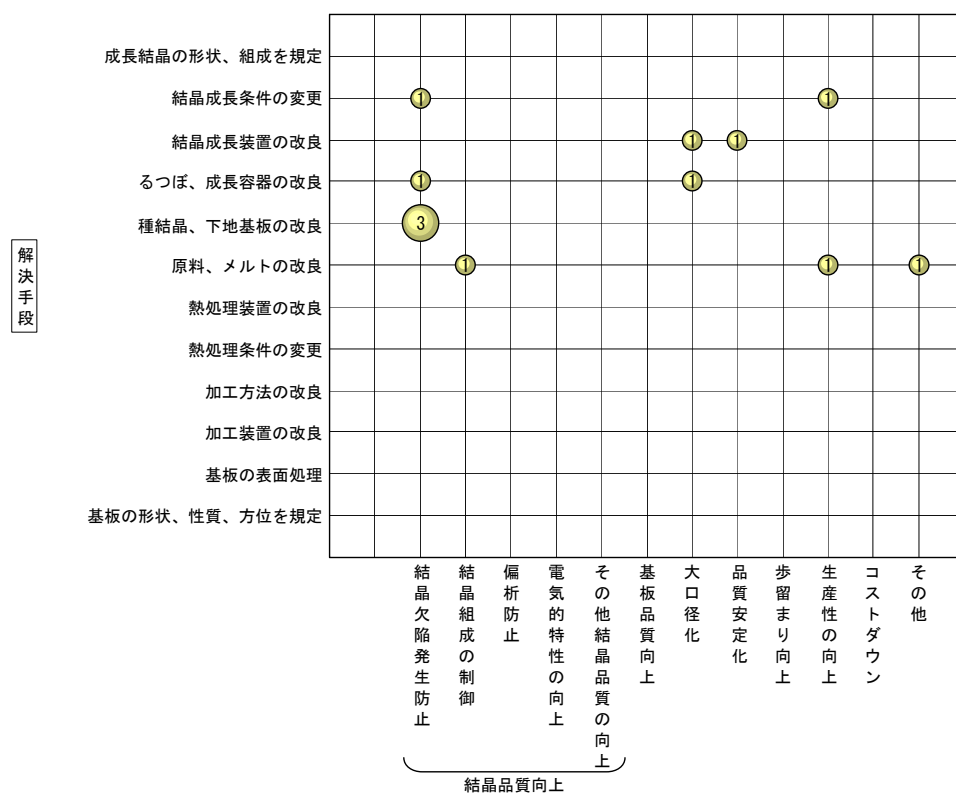
図2.21.4-3に、産業技術総合研究所の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布を示す。

課題についてみると、「結晶欠陥発生防止」に関する出願が最も多い。

「結晶欠陥発生防止」に対する解決手段をみると、「種結晶、下地基板の改良」に関する出願が最も多い。

解決手段についてみると、「種結晶、下地基板の改良」と「原料、メルトの改良」とするものが多くなっている。

図2.21.4-3 産業技術総合研究所の化合物半導体基板技術に関する課題と解決手段の分布



課題 (1992年1月～2002年12月の出願)

表2.21.4に、産業技術総合研究所の化合物半導体基板技術に関する技術要素別課題対応特許12件を示す。そのうち、登録になった3件については図（あるもののみ）と概要入りで示す。

表 2.21.4 産業技術総合研究所の技術要素別課題対応特許 (1/2)

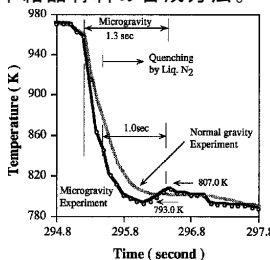
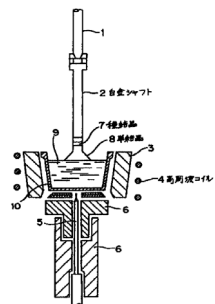
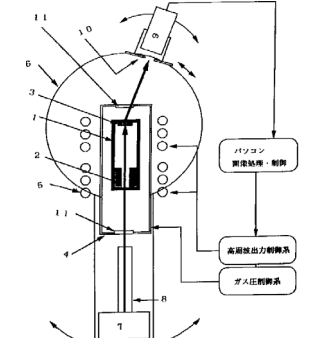
技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／その他液相成長法	生産性の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特許 3002708 97.07.18 C30B30/08 皆川 秀紀, 下川 勝義, 鈴木 良和	微小重力環境下での過冷却凝固を利用した単結晶材料の合成方法 短時間微小重力環境下において、金属、半金属または半導体の過冷却状態にある熔融液を少なくとも 100℃/秒の降温速度で急速冷却することで一方向凝固させることを特徴とする単結晶材料の合成方法。 
			原料、メルトの改良／溶媒物質の使用	特許 3548910 00.12.26 C30B29/16 岡 邦彦 [被引用 1 回]	ZnO 単結晶の製造方法 溶質である酸化亜鉛 ZnO と、溶媒である酸化ナトリウムおよび／または酸化カルシウムと混合して加熱融解したのち、融液を降温させ、酸化亜鉛 ZnO の微結晶を種結晶上あるいは基板上に析出、成長させることを特徴とする ZnO 単結晶の製造方法。 
	その他	環境、安全対策	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特開 2003-002790 01.06.12 C30B29/16	酸化亜鉛単結晶の製造方法
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特開 2002-284599 01.03.27 C30B29/36 昭和電工	炭化珪素単結晶の成長方法
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開 2003-063890 01.08.28 C30B23/02 デッソー, 昭和電工	低欠陥の単結晶の成長方法及び成長装置
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特開 2003-119098 01.10.16 C30B29/36 デッソー	種結晶の固定方法および固定状態の評価方法
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器のその他の構造改良	特開 2001-072491 99.08.31 C30B23/06 昭和電工, デッソー	単結晶の製造方法およびその装置
	大口径化	口径拡大化	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特開 2001-072490 99.08.30 C30B23/00 デッソー, 昭和電工	単結晶の成長装置および製造方法

表 2.21.4 産業技術総合研究所の技術要素別課題対応特許 (2/2)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 共同出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	大口径化	口径拡大化	るつぼ、成長容器の改良／結晶形状制御用のガイド部材の設置	特開 2002-060297 00.08.21 C30B23/02 デッソー	単結晶の成長装置および成長方法
	品質安定化	結晶品質の安定化	結晶成長装置の改良／観察・測定装置の設置	特許 3213720 97.07.18 C30B23/02	結晶成長装置及びこれを使用した結晶成長方法 気相原料を結晶成長させる基板を固定しX線透過材質で構成された密閉容器とX線源と2次元X線検出器とをコニオメータに設置し、X線源と2次元X線検出器を移動させることで、X線源からのX線が密閉容器内の基板面内をスキャンし、かつX線の照射により基板から発生するX線回折線が2次元X線検出器で検出されるようにしたことを特徴とする単結晶成長装置。 
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶組成の制御	化学量論組成の制御	原料、メルトの改良／使用原料の加工	特開 2004-099414 02.09.13 C30B29/36	炭化珪素単結晶の製造方法
結晶成長方法／複数	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特開 2003-128497 01.10.22 C30B29/36 昭和電工	炭化珪素単結晶およびその製造方法

2.22 主要企業以外の特許番号一覧

主要 20 社以外の技術要素別課題対応特許及び登録実用新案について下記に紹介する。
これらの特許・実用新案について、ライセンスできるかどうかは各企業の状況により異なる。

表 2.22 主要企業以外の特許要素別課題対応特許一覧 (1/10)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／固相成長	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイプ欠陥の防止	原料、メルトの改良／溶媒物質の使用	特許 3541784 00.07.14 C30B29/36 日新電機	半導体デバイス用単結晶SiCの製造方法 SiC 単結晶基材と Si 原子および C 原子により構成される多結晶板とを両者の対向面間に Si と O を基本成分とする有機または無機物を層状に介在させて密着状態に積層した後、その複合体を熱処理することにより上記多結晶板の多結晶体を上記 SiC 単結晶基材の単結晶と同方位に結晶変態させて単結晶を固相成長により育成する時、第 3 族または第 5 族の不純物元素もしくはその化合物を熱拡散により複合体の周辺に添加して固相成長する単結晶中に取り込ませることを特徴とする半導体デバイス用単結晶 SiC の製造方法。
	結晶品質向上／結晶組成の制御	不純物濃度の制御	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特許 3551106 99.11.04 C30B29/36 日新電機 [被引用 1 回]	単結晶SiCの製造方法 α -SiC 単結晶基板の表面上に Si 層を成膜した後、その成膜された Si 層の全部もしくは表面の一部を酸化させて SiO ₂ 層を形成し、次いで、SiO ₂ 層の表面に Si 原子および C 原子により構成された板状体を密着状態に積層した後、その複合体を不活性雰囲気下で熱処理することにより、板状体の多結晶層を α -SiC 単結晶基板の結晶方位に倣って単結晶化させて単結晶 SiC を一体に成長させることを特徴とする単結晶 SiC の製造方法。
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	面欠陥発生防止／双晶発生防止	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特許 2074594 (権利消滅) 93.12.17 C30B29/42 ゴールドスター ケーブル CO LTD (韓国)	ガリウムヒ素の単結晶成長用装置 上端部が閉塞された外套と；該外套に包囲される筒状ボート本体、該ボート本体の下端から下方に延出される円錐状シャフト、および該シャフトから下方に延出され、かつ内部に種結晶を収容する筒状シードウェルを備えたボートと；前記外套内の前記ボート下方に配設される栓と；該栓を支持するライナと；を備えた GaAs 単結晶の製造装置であって、前記ボートは、外套の上部に、GaAs 溶融物が達しない上端部にて直接接合される。
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、結晶容器の径を変化	特許 3207983 93.09.30 C30B29/46 電気磁気材料研究所	I-III-V 族化合物単結晶の製造方法 I 族が Ag、III 族が Al および Ga のいずれか一種または一種以上、および VI 族が S および Se のいずれか一種または一種以上の元素からなる I-III-VI ₂ 族化合物単結晶を製造する場合において、結晶成長管の中間に、内径が 2mm 以上 10mm 以下、単一核形成部側への開き角度が 30° 以上 120° 以下および単結晶成長部側への開き角度が 160° 以下の「くびれ」および長さが 2cm 以上 20cm 以下の単一核形成部を有した結晶成長管を使用し、成長速度を 0.1cm/日から 5cm/日とすることを特徴とする I-III-VI ₂ 族化合物単結晶の製造方法。

表 2.22 主要企業以外の技術要素別課題対応特許一覧 (2/10)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／ボート法	結晶品質向上／結晶組成の制御	化学量論組成の制御	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、結晶容器の径を変化	特許 3193440 92.04.02 C30B29/46 電気磁気材料研究所 [被引用 1 回]	I－II－V II 族半導体単結晶の製造方法 I 族元素が Ag、III 族元素が Al および Ga のいずれか 1 種または 1 種以上、および VI 族元素が S および Se のいずれか 1 種または 1 種以上の元素からなる I－III－VI ₂ 族半導体単結晶の製造する場合において、成長管の中間に、内径が 2 mm 以上 10 mm 以下、長さが 0 cm 以上 3 cm 以下、成長開始端側への開き角度が 30° 以上 120° 以下および成長終了端側への開き角度が 120° 以下の「くびれ」を設け、かつ成長速度が 0.1 cm/日から 5 cm/日であることを特徴とした I－III－VI ₂ 族半導体単結晶の製造方法。
	結晶品質向上／偏析防止	混晶の偏析防止	原料、メルトの改良／使用原料の加工	特許 3253005 96.02.20 C30B11/00 日本電信電話	固溶体単結晶の製造方法 その組成が全体として目的とする固溶体の組成と一致し、かつ、その構成混合物質の濃度分布が軸方向に沿って連続的に変化している結晶試料を出発原料とし、該結晶試料に対し、その構成混合物質のうち偏析係数が 1 より小さい物質がより高濃度となっている端面側から前記物質がより低濃度となっている他の一端に向けて、一方向凝固を行うことによって、目的とする固溶体単結晶を得ることを特徴とする固溶体単結晶の製造方法。
		不純物の偏析防止	原料、メルトの改良／原料チャージの改良	特許 3015887 98.11.19 C30B11/00 物質・材料研究機構	バルク単結晶育成方法 III－V 族半導体もしくは II－VI 族半導体に対する反応性のない内側のつぼ部と、高融点特性の外側のつぼ部とからなる二重構造のるつぼを使用し、V 族元素もしくは VI 族元素と、希土類元素を包むようにした III 族元素もしくは II 族元素とを内側のつぼ部内に入れた後、外側のつぼ部を密閉し、垂直温度勾配凝固法によりバルク単結晶育成を行うことを特徴とするバルク単結晶育成方法。
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	その他結晶品質の向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特許 2681869 93.11.11 G02F1/09, 501 NEC トキン	磁気光学素子 $Cd_{1-x-y}Mn_xHg_yTe$ 単結晶を有する磁気光学素子であって、この単結晶は、 $MnTe-HgTe-CdTe$ 擬三元系相図において、 $Cd_{0.5}Mn_{0.2}Hg_{0.3}Te$ 、 $Cd_{0.5}Mn_{0.3}Hg_{0.2}Te$ 、 $Cd_{0.65}Mn_{0.30}Hg_{0.05}Te$ 、 $Cd_{0.80}Mn_{0.15}Hg_{0.05}Te$ 、 $Cd_{0.85}Mn_{0.10}Hg_{0.05}Te$ 、 $Cd_{0.65}Mn_{0.10}Hg_{0.25}Te$ の 6 点に囲まれる範囲において、Se、S、もしくは Zn を、それぞれ $(Cd_{1-x}Mn_xHg_y)Se_zTe_{1-z}$ 、 $(Cd_{1-x-y}Mn_xHg_y)_2S_zTe_{1-z}$ 、および $(Cd_{1-x-y}Mn_xHg_y)_{1-z}Zn_zTe$ においてすべて $0.01 \leq z \leq 0.10$ とする。
	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特許 3566866 97.11.21 C30B27/02 シャープ	結晶成長炉 チャンバー内に設置されたるつぼと、該るつぼの外周を囲むように形成されたヒーターと、該ヒーター上方に設置され、該ヒーターの熱を遮断し保温するための熱遮断板とを有し、種結晶を該るつぼ内の半導体融液表面に接触させて成長させる結晶成長炉において、前記熱遮断板に雰囲気ガスを側方へ導くための流路が形成されてなることを特徴とする結晶成長炉。
				特許 3432379 96.12.27 C30B27/02 シャープ	結晶成長炉 回転軸の上部に取り付けられたるつぼと、該るつぼの外周に接するようにして前記るつぼを保持する保持体と、該保持体の外周を囲むよう配置されたヒーターと、該ヒーターの上方に配置され該ヒーターの熱を遮断し保温するための熱遮断板とを有する結晶成長炉において、前記るつぼ及び保持体と前記熱遮断板との隙間の上に、該隙間から噴出する気流を前記熱遮断板の表面に沿って前記るつぼから離間する方向へ導く治具が設けられてなることを特徴とする結晶成長炉。

表 2.22 主要企業以外の技術要素別課題対応特許一覧 (3/10)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／引上法（CZ法）	結晶品質向上／結晶組成の制御	不純物濃度の制御	結晶成長装置の改良／原料供給機構の設置	特許 2899692 98.03.20 C30B15/02 静岡大学	結晶成長方法および装置 結晶の溶液より結晶を成長させる方法であって、成長させる結晶の少なくとも1つの構成元素からなる成分溶液を超音波によって該結晶溶液へ供給しながら、該結晶溶液より結晶を成長させることを特徴とする方法。
	結晶品質向上／偏析防止	化学量論組成の偏析防止	るつぼ、成長容器の改良／るつぼ、成長容器のその他の構造改良	特許 3313412 92.07.07 C30B15/10 助川 徳三 [被引用 1 回]	半導体結晶の製造方法および装置 第一の半導体などの結晶を、当該結晶よりも低融点をもつ第二の半導体などの結晶あるいは溶媒に熔融溶解した溶液あるいは融液中に、一個ないし複数個の貫通した穴をもつ隔壁を設けて、当該溶液あるいは融液を結晶成長部と溶質供給部とに分離し、溶質供給部の溶液に第一の結晶、あるいは第一の結晶と第二の結晶とからなる原料結晶を接触させて、当該溶質供給部溶液に溶質供給するとともに、当該溶質供給部溶液から隔壁に設けた上記貫通した穴を通じて、溶質を成長部溶液に供給しながら、結晶成長部溶液から第一の結晶と第二の結晶を含む混晶を引上げることを特徴とする、半導体結晶の製造方法および装置。
	生産性の向上	結晶成長の長尺化	結晶成長装置の改良／成長炉内部材の構造改良	特許 3247829 95.09.18 C30B15/14 シャープ	結晶成長炉および結晶成長方法 るつぼ内の融液表面に種結晶を接触させ、種結晶を引上げながら結晶を成長させる際に、融解用の下部ヒーターと、結晶成長熟環境設定用の上部ヒーターとによって加熱する結晶成長炉において、るつぼの外周面と下部ヒーターの内周面との間に、るつぼを覆って保持するセラミックウォールが設けられ、セラミックウォールの上縁部は、下部ヒーターと上部ヒーターとの境界部を越えて上部ヒーター側に延びるように形成されていることを特徴とする結晶成長炉。
	コストダウン	るつぼ、成長容器の破損防止	結晶成長装置の改良／るつぼ、成長容器の保持材の改良	特許 3612187 97.10.01 C30B15/30 京セラ	ルツボ用セセプタ 99.9 重量%以上の高純度アルミセラミック、あるいは自由炭素を 1.1~10 重量%と酸素を 0.1~5 重量%含有した立方晶炭化ケイ素セラミックからるつぼ用セセプタを構成する。
結晶成長／液相成長／溶液成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長前）／種結晶、下地基板の劣化防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特許 2641387 (権利消滅) 93.12.24 C30B29/48 三菱、スタンレー電気	化合物半導体の結晶成長方法及び結晶成長装置 溶媒の上下に温度差を形成し、溶媒の高温部にナズ結晶を配置し、溶媒の低温部にシード結晶を配置し、シード結晶上に結晶成長を行う溶液結晶成長装置において、内径がシード結晶の径よりもやや大きく、深さがシード結晶の厚さとほぼ等しいかまたはシード結晶の厚さよりも深くその差が 20 μm 以下である凹部を上面のほぼ中央に有するヒートシンクと、内径がシード結晶の径よりもやや小さく、外径が前記ヒートシンクの外径とほぼ等しい、前記ヒートシンク上に前記凹部とほぼ同心円状に配置されたリング状部材と、シード結晶とほぼ同径の内径を有し、前記リング状部材を固定するための円筒状のシード止めとを含む溶液結晶成長装置。
		成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特許 2574122 (権利消滅) 93.12.24 C30B11/04 三菱、スタンレー電気 [被引用 1 回]	化合物半導体の結晶成長方法および結晶成長装置 少なくとも成長すべき結晶の一つの構成元素を含む溶媒の上下に温度差を形成し、溶媒の高温部にナズ結晶を配置し、溶媒の低温部で結晶成長を行う溶液結晶成長方法において、成長すべき結晶の前記一つの構成元素とは異なる他の構成元素を含む部材とシード結晶とをこの順序で、溶媒下部に配置したヒートシンク上面に載置するシード結晶載置工程と、円筒状のシード止めで前記シード結晶の外周部を押さえて、前記ヒートシンク上にシード結晶を固定するシード結晶固定工程と、前記シード結晶上に単結晶を成長させる成長工程とを含む。

表 2.22 主要企業以外の技術要素別課題対応特許一覧 (4/10)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／溶液成長法	結晶品質 向上／結 晶欠陥発 生防止	成長結晶の多 結晶化防止 (成長中)／ 不純物混入に よる結晶欠陥 発生防止	原料、メルト の改良／組成 比の調整	特許 3541789 00.07.31 C30B29/36 日新電機	単結晶SiCの育成方法 種結晶となる SiC 単結晶基板に SiC 多結晶板を 重ね合わせ、その重ね合わせ複合板をグラファイト製容 器に收容の Si 融液中に浸漬した状態で高温熱処理 することにより、SiC 多結晶板から流れ出す C 原子 を Si 融液層を通して SiC 単結晶基板に供給して、 この SiC 単結晶基板上に SiC 単結晶をエピタキシャル成 長させることを特徴とする単結晶 SiC の育成方 法。
		成長結晶の多 結晶化防止 (成長後)／ 熱歪みによる 転位発生防止	結晶成長条件 の変更／結晶 冷却条件の調 整	特許 2828868 (権利消滅) 93.04.14 C30B29/48 神奈川科学技術7 がミ、スタンレー電気	II-VI 族化合物半導体の液相結晶成長方法 溶媒の上下に温度差を形成し、溶媒の高温部に ソース結晶を配置し、溶媒の低温部で結晶成長を行う II-VI 族化合物半導体の液相結晶成長方法におい て、溶媒、溶質を容器中に收容する工程と、容器 外側に配置したヒーターからの輻射熱によって溶媒、 溶質を加熱する工程と、溶媒の上下に温度差を形 成し、溶媒の低温部で結晶成長を行う工程と、成 長結晶を成長温度より降温速度 300℃/時間以下で 徐冷する工程とを有する。
	結晶品質 向上／結 晶組成の 制御	化学量論組成 の制御	結晶成長条件 の変更／メルト 、原料の調 整 (成長中)	特許 2573722 (権利消滅) 92.03.30 C30B19/08 神奈川科学技術7 がミ、スタンレー電気	半導体結晶成長方法 石英アンクル内に少なくともシート結晶、ソース結晶、 第 VI 族元素からなる溶媒を真空封止し、最初にシ ート結晶をソース結晶および溶媒と空間的に分離した状 態で石英アンクルを所定のマルチポイント温度 T_A ℃に t_A 時間保 持し、次にソース結晶と溶媒とからなるマルチポイントを成長 温度 T_g ($T_g < T_A$) でシート結晶と接触させてシート結晶 上にソース結晶と同一の II-VI 族化合物半導体結晶を 堆積する溶液成長法において、マルチポイントの生成条件 を $T_A < (T_g + 50)$ ℃ 1 時間 $< t_A < 7$ 時間とする。
			原料、メルト の改良／使用 原料の加工	特許 2574123 93.12.24 C30B11/04 神奈川科学技術7 がミ、スタンレー電気 [被引用 1 回]	II-VI 族化合物半導体の結晶成長方法 VI 族元素を主成分とした溶媒を用いて II-VI 族 化合物半導体結晶を液相成長させる方法におい て、結晶成長させる II-VI 族化合物半導体結晶の II 族構成元素の蒸気圧下で II-VI 族化合物半導体 のソース結晶の熱処理をする工程と、前記処理したソ ース結晶を使用して VI 族元素を主成分とした溶媒を 用いて II-VI 族化合物半導体結晶を液相成長させ る工程とを有する。
	結晶品質 向上／そ の他結晶 品質の向 上	実用サイズの 結晶化	結晶成長条件 の変更／結晶 成長温度の調 整	特許 3520333 00.12.06 C30B29/52 静岡大学	液相からのバルク単結晶ベータ鉄シリサイド結晶 成長法 第 1 の加熱温度、および前記第 1 の加熱温度より 高温の第 2 の加熱温度の間で勾配を設けて温度 制御される抵抗加熱炉を準備する工程と、ソース充填 部および成長部を有する石英容器内に、溶媒とし ての Sb および溶質としての α -FeSi ₂ を收容する工 程と、前記石英容器の前記ソース充填部および前記成 長部が、前記第 2 の加熱温度および前記第 1 の加 熱温度でそれぞれ加熱されるよう、前記石英容器 を前記抵抗加熱炉内に設置する工程と、前記抵抗 加熱炉の前記第 2 の加熱温度を前記第 1 の加熱温 度より常に高く維持しつつ、前記 Sb および α - FeSi ₂ を加熱することにより、 β -FeSi ₂ バルク単結晶 を成長する工程とを具備する鉄シリサイド単結晶成長 法。

表 2.22 主要企業以外の技術要素別課題対応特許一覧 (5/10)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／溶液成長法	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	実用サイズの結晶化	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特許 2644424 (権利消滅) 93.03.29 C30B35/00 神奈川科学技術アカデミー, 奥野 保男, スタンレー電気	液相結晶成長方法および液相結晶成長装置 溶媒の上下に温度差を形成し、溶媒の高温部にナース結晶を配置し、溶媒の低温部で結晶成長を行う液相結晶成長方法において、溶媒下部に配置した上面に溝を有するヒートシンク上面にシード結晶を保持し、シード結晶とほぼ同径の内径を有し、シード結晶側端部に内側に向かって突起を有する円筒状シード止めでシード結晶を固定し、シード結晶上に単結晶を成長させることを特徴とする。
			原料、メルトの改良／溶媒物質の使用	特許 3079265 99.09.02 C30B29/52 静岡大学	金属間化合物融液を用いた高融点シリサイド結晶成長法 シリコン基板と高温に保持した金属間化合物融液とを反応させてシリサイド結晶を得る高融点シリサイド結晶成長法である。金属間化合物として鉄アモン化合物を用いて、大型で高品質の β -FeSi ₂ 結晶を生成することができる。
	品質安定化	固液界面形状の制御性向上	結晶成長条件の変更／結晶回転数・るつぽ回転数の調整	特許 2706218 (権利消滅) 94.04.20 C30B9/00 神奈川科学技術アカデミー, スタンレー電気	溶液結晶成長方法及び溶液結晶成長装置 溶液の上下に温度差を形成し、溶液の高温部にナース結晶を配置し、溶液の低温部で結晶を析出し結晶成長を行う溶液結晶成長方法において、溶液を容器中に収容し、前記容器外側に配置したヒーターからの輻射熱によって溶液を加熱し、結晶析出部表面にほぼ垂直な軸を中心として前記容器、回転数20～80rpmで回転することを特徴とする。
	生産性の向上	結晶成長速度の向上	結晶成長装置の改良／ヒーターの改良	特許 3038098 93.03.29 C30B9/00 神奈川科学技術アカデミー, スタンレー電気	液相結晶成長方法および液相結晶成長装置 溶媒の上下に温度差を形成し、溶媒の高温部にナース結晶を配置し、溶媒の低温部で結晶成長を行う液相結晶成長方法において、溶媒を容器中に収容し、容器外側に配置したヒーターからの輻射熱によって溶媒を加熱し、結晶析出部周囲においてヒーターからの輻射熱を遮蔽し、容器を徐々に降下させながら一定成長温度、一定温度分布を保って結晶成長を行う。
				特許 2706204 (権利消滅) 92.08.19 C30B9/00 神奈川科学技術アカデミー, スタンレー電気	液相結晶成長方法および液相結晶成長装置 溶媒の上下に温度差を形成し、溶媒の高温部にナース結晶を配置し、溶媒の低温部で結晶成長を行う液相結晶成長において、溶媒を容器中に収容し、容器外側に配置したヒーターからの輻射熱によって溶媒を加熱し、結晶析出部周囲においてヒーターからの輻射熱を遮断することを特徴とする。
	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／メルト、原料ガス対流による結晶欠陥発生防止	原料、メルトの改良／封止剤の組成、形状、使用量を規定	特許 3257150 93.06.16 C30B30/08 石川島播磨重工業	結晶成長方法 無重力条件下において物質をセルの内部で溶融させた後、該物質に対し温度調整を行ってセルの一端側のほうが他端側よりも温度が低くなるような温度勾配を具備させるとともに、前記の物質の温度をセルの一端側から徐々に低下させることにより物質の液相部分をセルの一端側より凝固させて結晶部分を他端側へ徐々に成長させる際に、前記の物質の液相部分の温度で溶融せずかつ溶融した前記の物質に濡れにくい物性を有する微細粉末体によって固液境界面付近における液相部分の液面を被覆することを特徴とする結晶成長方法。
結晶成長／液相成長／その他液相成長法	結晶品質向上／結晶組成の制御	混晶の組成制御	原料、メルトの改良／使用原料の加工	特許 3532245 94.06.29 C30B13/28 半導体研究振興会, 東北特殊鋼	混晶単結晶体の製造方法 蒸気圧制御による浮遊帯域結晶製造において、軸方向に一端部から勾配をもって混晶比が増加する勾配部とそれに続く定混晶比部とを有する混晶多結晶体原料棒により種組成近傍側より成長させることを特徴とする混晶単結晶体の製造方法。

表 2.22 主要企業以外の技術要素別課題対応特許一覧 (6/10)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／液相成長／その他液相成長法	結晶品質向上／結晶組成の制御	不純物濃度の制御	結晶成長条件の変更／結晶成長速度の規定	特許 3104218 95.03.27 H01L21/208 信越半導体	窒素ドーブGaPエピタキシャル層の成長方法 窒素の供給源としてアンモニア(NH ₃)ガスを用い、液相エピタキシャル成長法により、アンモニアガスを含むドーブ雰囲気ガスをGa溶液上に流しながら窒素ドーブGaPエピタキシャル層を成長させる成長方法において、前記ドーブ雰囲気ガス中のアンモニアガス濃度が0.07容量%を超える範囲で、該GaPエピタキシャル層中の窒素濃度[N]を下記数式(1)によって制御することを特徴とする窒素ドーブGaPエピタキシャル層の成長方法。 $[N]=[N_0] \cdot (V/V_0)^a \dots \dots \dots (1)$ ただし、Vは窒素ドーブGaPエピタキシャル層の成長速度、V ₀ は、窒素ドーブGaP層の基準成長速度、[N ₀]はV=V ₀ の時の窒素ドーブGaP層中の窒素濃度、aは定数である。
	結晶品質向上／偏析防止	化学量論組成の偏析防止	結晶成長装置の改良／ガス導入・排気部分の改良	実用登録 2601611 (権利消滅) 93.12.15 F27B17/00 三菱重工業	帯溶融合成炉 被加熱物を収容する横置の炉心管と、上記炉心管の長手方向中央部を囲んで設けられた電気抵抗式の帯溶融電気炉と、上記帯溶融電気炉の両側で上記炉心管を囲んで設けられた電気抵抗式の均熱帯電気炉と、上記帯溶融電気炉と上記均熱帯電気炉との間に設けられた冷却手段と、上記炉心管の長手方向に沿って上記被加熱物を超低速で移動させる手段とを備えたことを特徴とする帯溶融合成炉。
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	その他結晶品質の向上	原料、メルトの改良／組成比の調整	特許 3595358 94.07.28 C30B29/46 NECトキン [被引用 5 回]	単結晶の製造方法 Teをワックスとして用いる THM 法によって単結晶を作製する過程で、Cd、Mn、Zn、Se、Hg、Te、またはHgTeを原料として、Teを所定の1～10%高い配合モル比とし多結晶を作製する過程を含み、さらに、多結晶とTeとを収容した石英るつぼを真空に封じ、石英るつぼ内の充填空間全体を常にTeの融点以上の温度に保ちつつ、単結晶を育成する製造方法である。
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	低転位化（線状欠陥発生防止）／マイクロパイブ欠陥の防止	結晶成長条件の変更／結晶成長温度の調整	特許 3237069 96.09.30 C30B29/36 三菱マテリアル	SiC単結晶の製造方法 グラファイト製るつぼ12の底部にSiC原料粉末14を入れ、内面にSiC種結晶15が配置された蓋13によりるつぼ12の上部を閉止し、るつぼ12の底部をSiCの昇華温度(2200℃)以上2400℃以下の温度で加熱し、蓋13より下方であってるつぼ12の底部より上方のるつぼ中間部12bを2400℃以上2800℃以下の温度で加熱し、種結晶15の温度をSiCの昇華温度(2200℃)以下に維持することにより、種結晶15にSiC単結晶16を育成する。
	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／結晶多形（ポリタイプ）の生成防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／結晶多形（ポリタイプ）の生成防止	結晶成長条件の変更／結晶成長雰囲気調整	特許 2795574 92.02.04 C30B29/36 シャープ [被引用 1 回]	炭化珪素体の製造方法 昇華再結晶法を利用した炭化ケイ素体の製造方法であって、所定の割合でアルミニウムを含む炭化ケイ素粉末を、窒素を含む不活性ガス雰囲気下で昇華させ、再結晶する工程を包含する。昇華再結晶時の不活性ガスの圧力は200torr以下とし、かつ圧力の変化率を毎分5torr以下とする。

表 2.22 主要企業以外の技術要素別課題対応特許一覧 (7/10)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／昇華法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長中）／不純物混入による結晶欠陥発生防止	結晶成長装置の改良／成長炉内に付加装置の設置	特許 2941426 93.04.01 C30B29/36 ジーマス AG(ドイツ)	SiC単結晶を製造する装置及び方法 SiC から成る単結晶を製造するための方法および装置において、気相から SiC 単結晶を析出するために結晶核が配設されている反応室 2 と、少なくとも部分的に SiC 貯蔵物で満たされている貯蔵室とを気相の SiC を搬送するため所定の断面積を有するガスチャネルによって接続する。加熱装置で SiC 貯蔵物は昇華され、反応室内の温度勾配は調整される。それによりガス分子の搬送率を正確に調整することができるので、結晶の品質が高くかつ単結晶の歩留りのよい任意の断面を有する SiC 単結晶を製造することができる。
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	ポリタイプ変換の可能化	原料、メルトの改良／不純物元素、濃度を規定	特許 3128179 92.11.24 C30B29/36 シャープ	n型炭化珪素単結晶の製造方法 種結晶を用いた昇華再結晶法によって 6H 形の n 型炭化珪素単結晶を成長させる n 型炭化珪素単結晶の製造方法であって、炭化珪素粉末にこの炭化珪素粉末に対する割合が 20 重量 ppm ないし 100 重量 ppm のアルミニウムを添加したものを原料とし、この原料を窒素を含有する不活性ガス雰囲気下で昇華させることを特徴とする n 型炭化珪素単結晶の製造方法。
	大口径化	口径拡大化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の形状を規定	特許 3109659 97.09.05 C30B23/02 スタンレー電気 [被引用 1 回]	結晶成長方法および装置 ソース結晶を配置した蒸気発生室、シード結晶を配置した成長室、前記蒸気発生室と前記成長室を両室の断面積より狭い断面積で接続する連結部とを有する成長容器を準備する準備工程と、前記成長容器内に温度勾配を形成し、前記成長室のシード結晶を成長温度に、前記蒸気供給室のソース結晶を成長温度より高い蒸気供給温度に保ち、前記シード結晶上に単結晶を成長させる成長工程とを含む結晶成長方法。前記成長室のシード結晶を載置した底面が平坦な鏡面であり、シード結晶の底面より広い面積を有する。
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止（成長後）／熱歪みによる転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の組成を規定	特許 3602299 97.07.14 C30B29/38 三菱電線工業	GaN系結晶成長用基板およびその製造方法と用途 ①GaN 系結晶が成長可能なベース基板の一方の面に、GaN 系結晶の薄膜層を直接またはバッファ層を介して形成し、②GaN 系結晶に対して選択的にエッチング除去可能な材料からなり基板として利用可能な厚さの基板部材を、前記薄膜層上に接合することによって積層し、③前記 GaN 系結晶の薄膜層の両面のうちベース基板側の面を露出させ、④GaN 系結晶が実質的に成長し得ない材料をマスク層に用い、前記露出した GaN 系結晶の薄膜層の面を該マスク層で部分的に覆うことによって該面にマスク領域と非マスク領域とを設ける工程を有することを特徴とする GaN 系結晶成長用基板の製造方法。
				特許 3350855 95.10.16 H01L21/20 日本電信電話	III族窒化物半導体基板の製造方法 多結晶 III 族窒化物層とその上に形成された単結晶 III 族窒化物層とからなることを特徴とする III 族窒化物半導体基板および酸またはアルカリ溶液で溶解可能な単結晶基板上に単結晶 III 族窒化物を成長する工程と、引き続いて多結晶 III 族窒化物を成長する工程と、酸またはアルカリ溶液で溶解可能な単結晶基板を酸またはアルカリ溶液で III 族窒化物と選択的に除去する工程と、該窒化物基板の単結晶表面上に単結晶 III 族窒化物層を成長する工程を含む III 族窒化物半導体基板の製造方法。

表 2.22 主要企業以外の技術要素別課題対応特許一覧 (8/10)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	成長結晶の多結晶化防止(成長後)／熱歪みによる転位発生防止	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の表面処理	特許 3568112 99.12.27 H01L21/205 豊田合成	半導体基板の製造方法 サファイア上に融点 1064℃の Au 層を介して当該 Au 層の融点未満で厚膜の GaN 層を成長させ、その後試料の温度を Au 層の融点以上に昇温し Au 層を融解させておいてサファイアと GaN 層とを分離する。
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特許 3569111 97.07.14 C30B29/38 三菱電線工業 [被引用 2 回]	GaN系結晶基板の製造方法 GaN 系結晶が成長可能なペ-基板の一方の面に、GaN 系結晶に対して選択的にエッチング除去可能な材料からなるパ-ッパ層を介して GaN 系結晶の薄膜層を形成し、前記薄膜層上面に、GaN 系結晶が実質的に成長し得ない材料からなるマスク層を部分的に設けてマスク領域と非マスク領域とを形成し、非マスク領域を出発点としてマスク層上を覆うまで GaN 系結晶の厚膜層を成長させ、パ-ッパ層だけをエッチング除去することによってペ-基板を分離し、GaN 系結晶の厚膜層を有する GaN 系結晶基板を得ることを特徴とする GaN 系結晶基板の製造方法。
			種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板の裏面処理	特許 3462370 97.07.17 H01L33/00 三菱電線工業	GaN系結晶成長用基板およびその用途 GaN 系結晶が成長可能なペ-基板の一方の面に、部分的にマスク層が設けられてマスク領域と非マスク領域とが形成され、マスク層はそれ自身の表面から実質的に GaN 系結晶が成長し得ない材料からなり、ペ-基板の他方の面には、ペ-基板に反りが生じようとするときに割れを誘発する破壊誘導部が設けられ、該破壊誘導部は、割れ面の起点となりかつ割れ面がマスク領域に到達するように形成されている GaN 系結晶成長用基板。
	結晶品質向上／その他結晶品質の向上	成長膜厚の厚膜化・均一化	結晶成長装置の改良／種結晶支持部材の改良	特許 2666919 (権利消滅) 94.03.30 H01L21/205 宇宙環境利用研究所	化合物半導体結晶の形成方法 外部から結晶成長室内の高温領域に導入された原料ガスを、該高温領域にて熱分解し、この熱分解された原料ガスを上記結晶成長室内の低温領域に配置された化合物半導体基板の主面上に供給して、該主面上に化合物半導体結晶を結晶成長させる化合物半導体結晶の形成方法であって、上記結晶成長室における高温領域と低温領域の配置方向を重力加速度方向と同一にし、上記化合物半導体基板を、その主面が重力加速度方向と直交するよう配置し、上記原料ガスの上記結晶成長室への導入量を、該結晶成長室の内圧が 1 気圧以上になる量にしたことを特徴とする化合物半導体結晶の形成方法。
	基板品質向上	EPDの低減化	種結晶、下地基板の改良／種結晶、下地基板表面にマスク部形成	特許 3416042 97.03.25 H01L21/205 三菱電線工業 [被引用 2 回]	GaN基材及びその製造方法 ペ-基板と、該ペ-基板の表面を部分的に覆うマスク層と、その上に成長され、ペ-基板の非マスク部と直接接触する部位を有するとともに前記マスク層上を覆う GaN 層とからなることを特徴とする GaN 基材。

表 2.22 主要企業以外の技術要素別課題対応特許一覧 (9/10)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段 I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
結晶成長／気相成長／気相エピタキシャル成長法	生産性の向上	結晶成長時間の短縮	結晶成長条件の変更／複数回成長の実施	特許 3591710 99.12.08 H01L21/205 ソニー [被引用 2 回]	窒化物系ⅠⅢⅤ族化合物層の成長方法およびそれを用いた基板の製造方法 成長用基体上に、成長面に対して垂直な方向の成長速度が 10 μm/h より大きくなるように第 1 の成長層を成長させる。その後、成長面に対して垂直な方向の成長速度が 10 μm/h 以下となるように第 2 の成長層を成長させる。大きな成長速度で成長した第 1 の成長層の表面は荒れたものとなるが、それよりも小さな成長速度で第 2 の成長層を成長させることにより、第 1 の成長層の表面の窪みが埋められ、第 2 の成長層の表面を平坦にすることができる。また、第 1 の成長層の表面の窪みを埋めるように横方向に成長が起こるため、第 1 の成長層から引き継がれた転位が横方向に屈曲し、第 2 の成長層の表面まで伝搬される転位の密度が大きく低減する。
結晶成長／気相成長／その他気相成長法	結晶品質向上／電気的特性の向上	導電型の制御	原料、メルトの改良／使用原料の変更	特許 2846477 (権利消滅) 94.12.27 C30B29/36 ジーマス AG(ドイツ)	炭化シリコン単結晶の製造方法 CVD プロセスまたは昇華プロセスにおいて、SiC 単結晶のドープングにその分子中少なくとも 1 個の杓素原子が少なくとも 1 個の炭素原子に化学的に結合されている有機杓素化合物を使用する。有利な有機杓素化合物はトリアルキル杓素である。
		抵抗率の制御	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特許 3307647 93.07.31 C30B29/36 ダイムラー クライスラー AG(ドイツ)、フ라운ホーファー G(ドイツ)、ジーマス AG(ドイツ)	高低炭化ケイ素の製法 低抵抗出発材料からの高抵抗 SiC の製法において、有力な窒素－不純物の浅いドナー準位を浅いアクセプター準位を有する 3 価の元素の添加により過剰補償し、その際に、このドープングを、伝導タイプを n-伝導から p-伝導に変える濃度で SiC 中に組み込み、かつさらに、SiC 中のその禁制帯のほぼ中央にドナー準位を有する遷移金属元素を添加し、それによって、過剰のアクセプター準位が再び補償されるので、より高い比抵抗が得られることを特徴とする、高抵抗 SiC の製法。
熱処理	基板品質向上	EPD の低減化	熱処理条件の変更／被覆材で被覆後に熱処理	特許 3098951 96.03.05 H01L21/324 ヒール工業	GaAs 基板のアニール方法 GaAs 基板の表面に、保護膜として B ₂ O ₃ 膜を設け、その状態で所定の温度でアニールするようにしたことを特徴とする GaAs 基板のアニール方法。前記 B ₂ O ₃ 膜が、前記 GaAs 基板の表面に所定の杓酸を塗布し、次いでブリークを行い前記杓酸中に存在する水を消失させることにより成膜することを特徴とする。
		面内均一化	熱処理装置の改良／補助部材の使用	特許 2875726 93.10.28 H01L21/324 新日本無線	化合物半導体の熱処理方法 保持台を窒化アルミニウムなどの焼結体で構成し、この焼結体に酸素注入した化合物半導体基板表面を密着させて熱処理を行うことにより、化合物半導体基板表面からヒ素分子の蒸発を防止し、高い活性化率を得る。
	歩留まり向上	ウエハ切出し枚数の増加	結晶成長条件の変更／結晶冷却条件の調整	特許 2706210 (権利消滅) 93.03.29 C30B9/00 神奈川科学技術アカデミー、スタンレー電気	液相結晶成長方法および液相結晶成長装置 溶媒の上下に温度差を形成し、溶媒の高温部にソース結晶を配置し、溶媒の低温部で結晶成長を行う液相結晶成長方法において、ソース結晶から溶質を供給し、ほぼ一定成長速度で結晶成長を行う工程と、ソース結晶からの溶媒の供給を停止し、成長結晶を飽和溶液中で熱処理する工程とを有することを特徴とする。

表 2.22 主要企業以外の技術要素別課題対応特許一覧 (10/10)

技術要素	課題I/II	課題III/IV	解決手段I/II	特許番号 (経過情報) 出願日 主IPC 出願人 [被引用回数]	発明の名称 概要
熱処理	歩留まり向上	熱処理の均一化	熱処理条件の変更／熱処理雰囲気を規定	特許 3157911 92.03.17 H01L21/265, 601 シャープ	化合物半導体基板の熱処理方法及びその熱処理装置 イオン注入された化合物半導体基板を熱処理する方法において、前記化合物半導体基板を構成する元素のうち、蒸気圧の高い元素の化合物が γ を紫外光によって分解することにより得られる前記構成元素の圧下で、前記基板を熱処理する工程を包含することを特徴とする化合物半導体基板の熱処理方法。
加工	結晶品質向上／結晶欠陥発生防止	面欠陥発生防止／反位相領域境界面発生防止	基板の表面処理／基板表面に同一物質を成膜	特許 3576432 98.10.10 C23C16/32 HOYA アドバンスドテクノロジー [被引用 6 回]	炭化珪素膜及びその製造方法 単結晶基板表面上にその結晶方位を引き継いで炭化珪素をエピタキシャル成長させる炭化珪素膜の製造方法において、前記基板表面の全部または一部に1方向に平行に伸びる複数の起伏を具備させ、この基板表面上に炭化珪素を成長させる。
	基板品質向上	表面粗さの低減化	加工方法の改良／その他加工方法の改良	特許 3306894 92.02.04 H01L21/02 三菱化学	GaAs化合物半導体基板 最後研磨済みのGaAs化合物半導体基板の製造方法において、最終洗浄工程の直前に、該基板表面のガリウムとヒ素の原子数比(Ga/As)を計測し、該(Ga/As)の値が、GaAs単結晶(110)へき開面のガリウムとヒ素の原子数比(Ga/As) _c よりも大きい場合には最終洗浄にアルカリ液を用い、小さい場合には最終洗浄に極性有機溶媒を用いて該(Ga/As)と(Ga/As) _c の差を±0.2以下にすることを特徴とする最終研磨済みGaAs化合物半導体基板の製造方法。
		加工損傷防止	加工方法の改良／エッチング方法の変更	特許 3546023 01.03.23 H01L21/3065 三菱電線工業	結晶成長用基板の製造方法、およびGaN系結晶の製造方法 少なくとも表層がGaN結晶からなる結晶基板が、GaN結晶層が成長するための最初の結晶基板上にハイドライド気相エピタキシャル成長法によってGaN結晶層を成長させた後に前記最初の結晶基板を除去して得られた、GaN結晶だけからなる単独の結晶基板であって、上記化学的・機械的ポリッシングを施す面が、ハイドライド気相エピタキシャル成長法によって成長したGaN結晶層の成長表面、および／または、最初の結晶基板を除去した後の面である、請求項1記載の製造方法。
	その他	デバイス特性の向上	基板の表面処理／基板表面に同一物質を成膜	特許 3525150 97.10.20 H01L21/302, 201 富士電機ホールディングス	炭化けい素半導体基板の製造方法 半導体素子用の炭化珪素基板の製造方法において、エピタキシャル成長前の炭化珪素下地板の表面を、体積比で3～15%に希釈した塩酸ガス雰囲気中で1300～1500℃に加熱、気相エッチングし、エピタキシャル層を成長することを特徴とする炭化珪素半導体基板の製造方法。
基板	その他	エピタキシャル成長膜の品質向上	基板の形状、性質、方位を規定／基板特性を規定	特許 3184717 93.10.08 C30B29/38 三菱電線工業 [被引用 13 回]	GaN単結晶およびその製造方法 2結晶法×線ロッキングカーブの半値全幅が5～250secであり、かつ、厚みが80μm以上であって、GaN系半導体結晶層を成長させるための基板となるGaN単結晶。
		デバイス特性の向上	成長結晶の形状、組成を規定／成長結晶の組成を規定	特許 2701113 92.07.31 H01L33/00 信越半導体	GaP系発光素子基板及びその製造方法 n型GaP単結晶基板上にn型GaP層およびp型GaP層を順次形成してなるGaP系発光素子基板において、n型GaP単結晶基板の炭素濃度を 1.0×10^{17} 個/cc以下とする。n型GaP単結晶基板用GaP単結晶を、液体封止フコルスキー法(LEC法)により育成させる場合には、封止用液体として少なくとも200ppmの水分を含有する酸化ホ素(B ₂ O ₃)を用いる。

3．主要企業の技術開発拠点

3.1 化合物半導体基板技術の技術開発拠点

3. 主要企業の技術開発拠点

化合物半導体基板技術の技術開発拠点は、関東地方、関西地方等の大都市圏に技術開発拠点が集中し、特に関東地方への集中が顕著である。

3.1 化合物半導体基板技術の技術開発拠点

図3.1に、化合物半導体基板技術の主要企業の技術開発拠点を示す。また表3.1に、化合物半導体基板技術の主要企業の技術開発拠点住所一覧表を示す。この図や表は、主要企業が保有している特許公報から発明者の住所を集計したものである。

集計の結果は、神奈川県が5社7拠点、東京都が5社5拠点、茨城県が3社6拠点、兵庫県が3社4拠点、愛知県が3社3拠点、埼玉県が2社3拠点、大阪府、千葉県が各2社2拠点、北海道、京都府、徳島県が各1社1拠点である。

関東地方、関西地方などの大都市圏に技術開発拠点が集中しており、特に神奈川県、東京都、茨城県などの関東地方に技術開発拠点多い。

図3.1に、化合物半導体基板技術の主要企業の技術開発拠点、表3.1には化合物半導体技術の主要企業の技術開発拠点住所一覧を示す。

図3.1 化合物半導体基板技術の主要企業の技術開発拠点

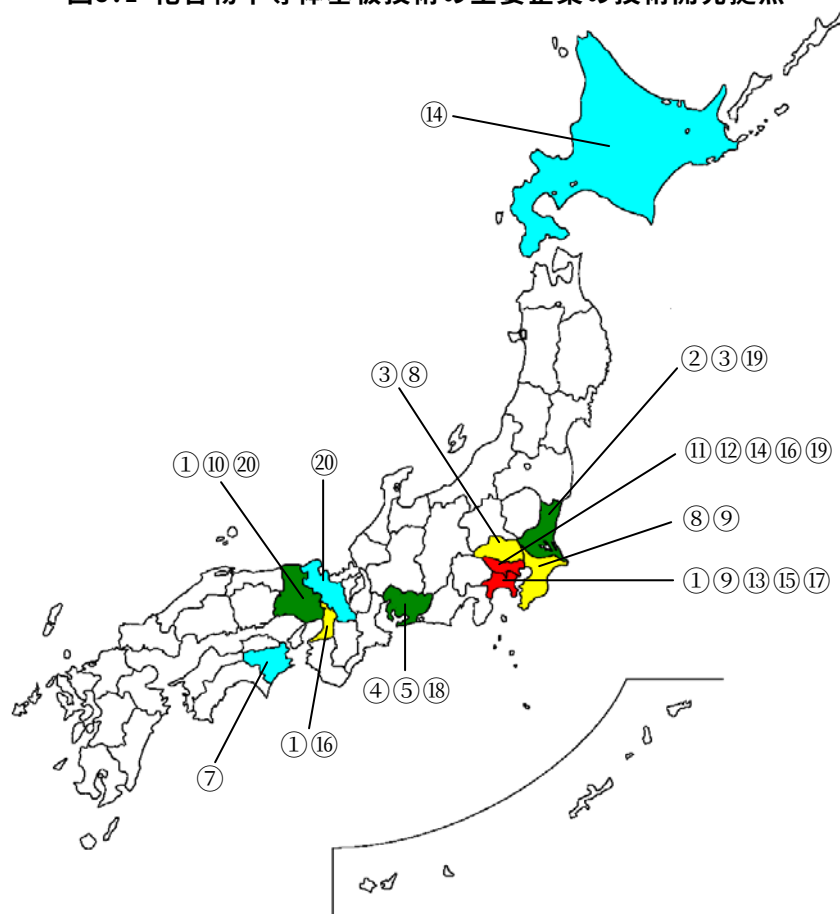


表 3.1 化合物半導体基板技術の主要企業の技術開発拠点住所一覧 (1/2)

No.	企業名	住 所	
		都道府県	所在地・事業署名
①	住友電気工業	兵庫県	伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内
		大阪府	大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
		神奈川県	横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
②	日立電線	茨城県	日立市日高町5丁目1番1号 日立電線メクテック株式会社内
			土浦市木田余町3550番地 日立電線株式会社アドバンスリサーチセンター内
			日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社日高工場内
			日立市砂沢町880番地 日立電線株式会社高砂工場内
③	新日鉱ホールディングス	茨城県	北茨城市華川町白場187番地4 株式会社日鉱マテリアルズ磯原工場内
		埼玉県	戸田市新曽南3丁目17番35号 株式会社日鉱マテリアルズ戸田工場内
④	デンソー	愛知県	刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
⑤	豊田中央研究所	愛知県	愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内
⑥	松下電器産業	大阪府	門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
⑦	日亜化学工業	徳島県	阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内
⑧	昭和電工	千葉県	千葉市緑区大野台一丁目1番1号 昭和電工株式会社研究開発センター内
		埼玉県	秩父市大字下影森1505番地 昭和電工株式会社研究開発センター内
			秩父市大字下影森1505番地 昭和電工株式会社電子材料事業部内
⑨	新日本製鐵	千葉県	富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
		神奈川県	川崎市中原区井田3-35-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

表 3.1 化合物半導体基板技術の主要企業の技術開発拠点住所一覧 (2/2)

No.	企業名	住 所	
		都道府県	所在地・事業署名
⑩	神戸製鋼所	兵庫県	高砂市荒井町新浜 2 丁目 3 番 1 号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
			神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
⑪	同和鉱業	東京都	千代田区丸の内一丁目 8 番 2 号 同和鉱業株式会社内
⑫	リコー	東京都	大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内
⑬	富士通	神奈川県	川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内
⑭	住友金属鉱山	東京都	青梅市末広町 1 丁目 6 番 1 号 住友金属鉱山株式会社電子事業本部内
		北海道	岩内郡共和町国富 3 5 1 - 1 住友金属鉱山株式会社国富事業所電子工場内
⑮	東芝	神奈川県	川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内
			川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝小向工場内
			川崎市幸区堀川町 7 2 番地 株式会社東芝堀川町工場内
⑯	古河電気工業	東京都	千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内
⑰	旭硝子	神奈川県	横浜市神奈川区羽沢町 1 1 5 0 番地 旭硝子株式会社中央研究所内
⑱	日本碍子	愛知県	名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内
⑲	日本電気	東京都	港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
		茨城県	つくば市御幸が丘 3 4 番地 日本電気株式会社光無線デバイス研究所内
⑳	日本ピラー工業	兵庫県	三田市下内神字打場 5 4 1 番地の 1 日本ピラー工業株式会社三田工場内
		京都府	福知山市長田野町 2 丁目 6 6 番地の 3 日本ピラー工業株式会社福知山事業所内

資料

1. ライセンス提供の用意のある特許

資料１．ライセンス提供の用意のある特許

化合物半導体基板技術に関連する技術で、ライセンス提供の用意のある特許を特許流通データベース（独立行政法人工業所有権情報・研修館のホームページにて無料で提供。URL <http://www.ncipi.go.jp>）による検索に基づき、以下に示す。

なお、検索キーワードは「結晶成長、基板、バルク、インゴット、ウエハ、研磨、エッチング、スライシング」などの半導体基板作製に関連するキーワードと、「化合物半導体、ヒ化ガリウム、インジウムリン、窒化ガリウム、セレン化亜鉛」などの物質に関するキーワードを掛け合わせて検索を行い、化合物半導体基板技術に関連する技術を選択した。

化合物半導体基板技術に関連するライセンス提供の用意のある特許リスト

No.	特許番号	発明の名称	出願人
1	特許1998059	磁性半導体材料および光アイソレータ	日立製作所
2	特許2579027	半導体単結晶およびその製造方法	昭和電工
3	特許2662452	化合物半導体ウエハの熱処理方法	住友電気工業
4	特許2662453	G a A s ウエハおよびその製造方法ならびに G a A s ウエハへのイオン注入方法	住友電気工業
5	特許2876122	単結晶 S i C およびその製造方法	日本ピラー工業
6	特許2884085	単結晶 S i C およびその製造方法	日本ピラー工業
7	特許2917143	単結晶 S i C およびその製造方法	日本ピラー工業
8	特許2917149	単結晶 S i C およびその製造方法	日本ピラー工業
9	特許2936479	単結晶 S i C の育成方法及びその装置	日本ピラー工業
10	特許2936481	単結晶 S i C およびその製造方法	日本ピラー工業
11	特許2946418	単結晶 S i C およびその製造方法	日本ピラー工業
12	特許2981879	単結晶 S i C およびその製造方法	日本ピラー工業
13	特許2985040	単結晶製造装置及び製造方法	昭和電工
14	特開2000-327495	窒化ガリウム単結晶の育成方法	科学技術振興機構
15	特開2002-293696	G a N 単結晶の製造方法	科学技術振興機構
16	特開2002-93720	半導体層の形成方法	理化学研究所
17	特開2004-224663	単結晶成長装置	産業技術総合研究所
18	特開2004-288716	I n P 結晶基板表面の平坦・清浄化方法及びそれを用いた半導体デバイスの分子線エピタキシャル成長方法	科学技術振興機構
19	特開2004-299018	S i C 単結晶基板等の研磨による超平滑結晶面形成方法	科学技術振興機構
20	特許3003027	単結晶 S i C およびその製造方法	日本ピラー工業
21	特許3043690	単結晶 S i C およびその製造方法	日本ピラー工業
22	特許3079256	結晶成長方法	産業技術総合研究所
23	特許3087030	S i C 複合体およびその製造方法ならびに単結晶 S i C	日本ピラー工業
24	特許3087065	単結晶 S i C の液相育成方法	日本ピラー工業
25	特許3087070	半導体デバイス製作用単結晶 S i C 複合素材及びその製造方法	日本ピラー工業
26	特許3213720	結晶成長装置及びこれを使用した結晶成長方法	産業技術総合研究所
27	特許3248071	単結晶 S i C	日本ピラー工業
28	特許3254557	単結晶 S i C およびその製造方法	日本ピラー工業
29	特許3254559	単結晶 S i C およびその製造方法	日本ピラー工業
30	特許3296998	単結晶 S i C およびその製造方法	日本ピラー工業

特許流通支援チャート 電気 23

化合物半導体基板技術

2005 年 3 月 31 日発行

企画・発行 独立行政法人 工業所有権情報・研修館©
〒100-0013 東京都千代田区霞が関 3-4-3
電話 03-3580-6949（直通）

編 集 社団法人 発明協会
〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2-9-14
電話 03-3502-5440（直通）

※本チャートの著作権は、独立行政法人工業所有権情報・研修館に帰属します。