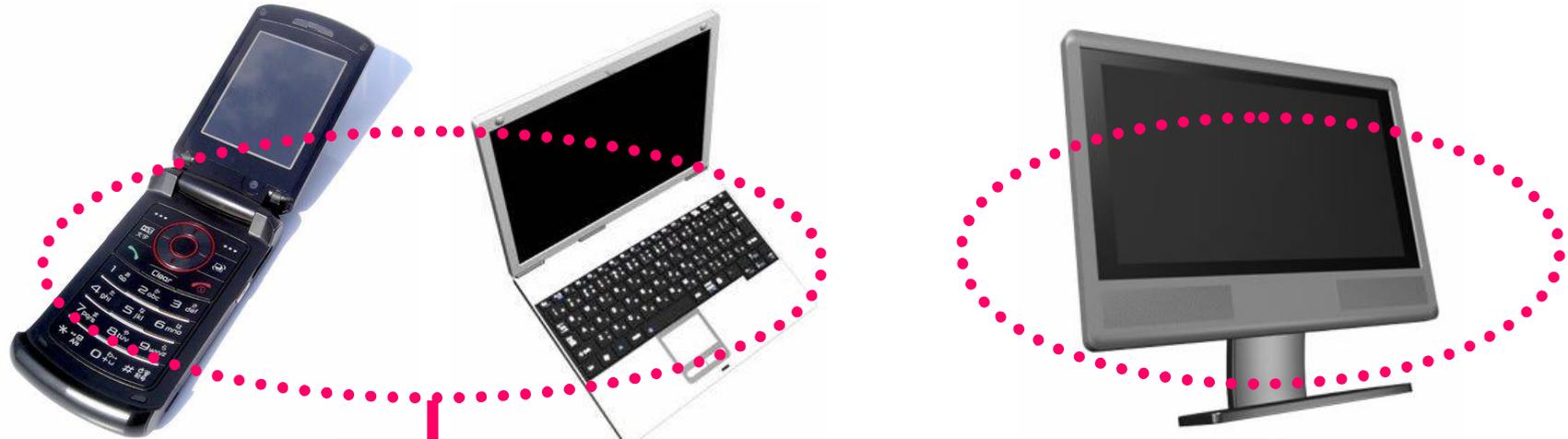


反射率0.1%以下の反射防止構造 (モス・アイ構造)の簡易な作製方法

東京理科大学大学院 基礎工学部
電子応用工学科 准教授 谷口 淳
特許流通アドバイザー 藤本 隆

. 技術内容

反射防止機能の現状



背景の映りこみによるコントラストの低下が問題

多くのディスプレイに反射防止フィルムが備えられている

屋外で使用する機会が増加

大画面化、高精細化

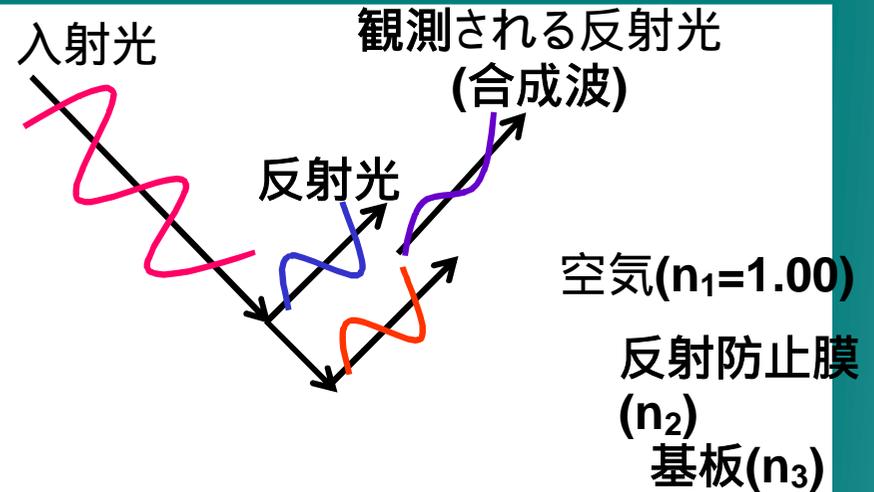
高機能な反射防止フィルムが求められる

従来技術とその問題点

反射防止フィルムの現状



一般的な反射防止フィルムの構造

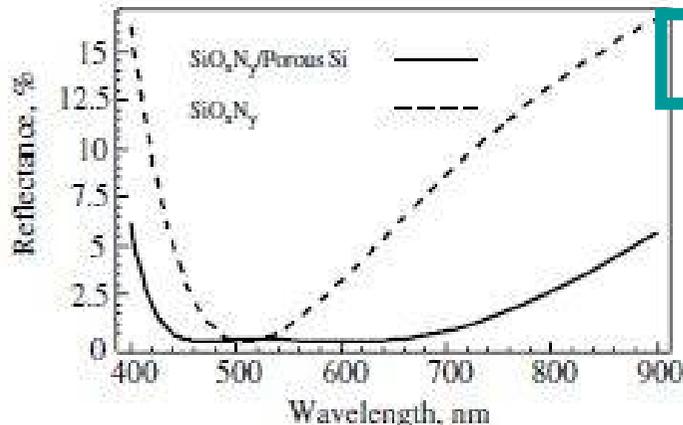


反射防止の原理

問題点

製造面 3層以上の多層膜が必要であり、工程数が多い

機能面 反射を抑えられる波長に制限がある、斜めからの入射光に対応できない



J.Phys.D:Appl.Phys.39(2006)1623-1625

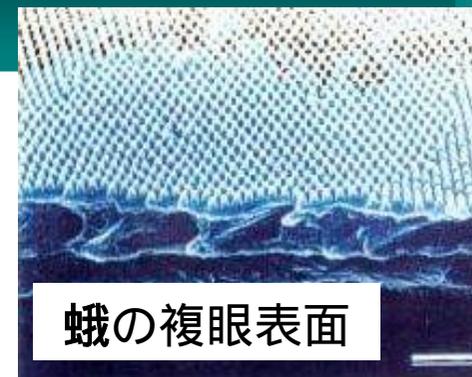
幅広い波長域と入射光に対して反射を抑えることが必要

反射防止構造

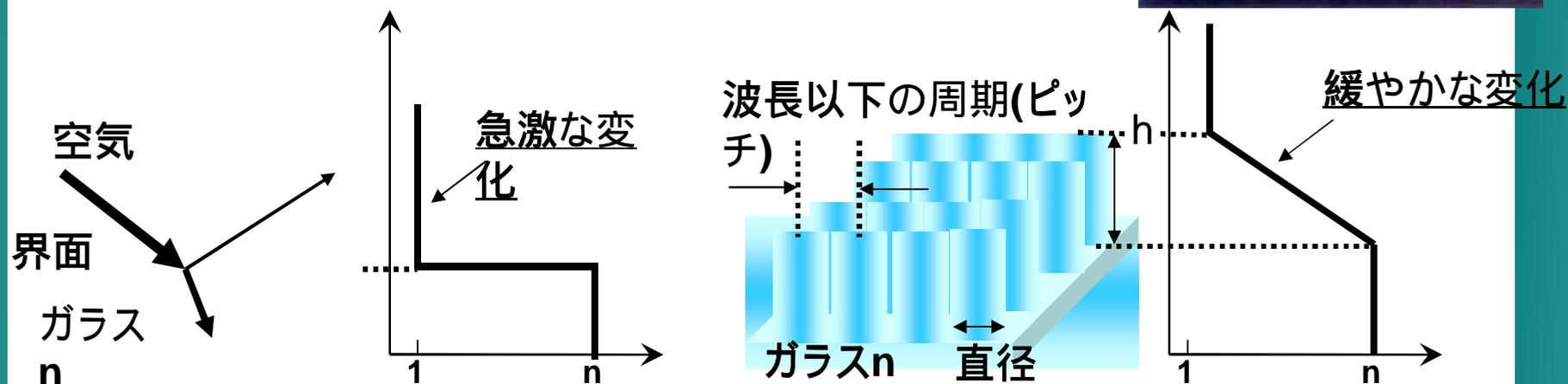
従来技術とその問題点

反射防止構造(antireflection structure, ARS)とは

数百nm周期の凹凸構造 モスアイ構造



蛾の複眼表面



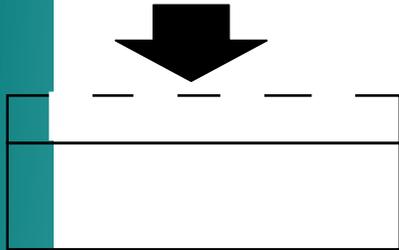
滑らかな屈折率分布の形成により、反射防止が可能

周期(ピッチ): 150nm未満、高さ: 数百nm
高密度で高アスペクト比構造が必要

反射防止構造の現状

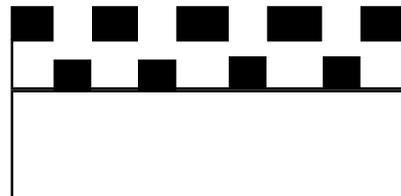
トップダウン方式の例

電子ビーム露光によってドットパターンを作製

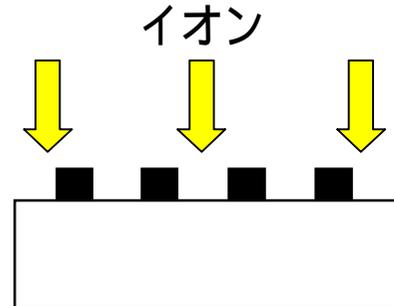


Cr蒸着

大面積への応用が難しい

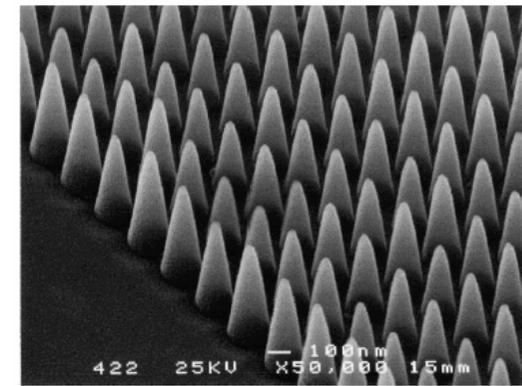


リフトオフ



ドライエッチング

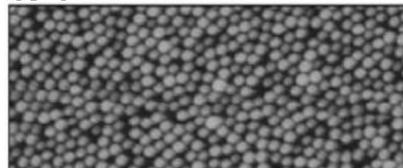
イオン



Jpn.J.Appl.Phys.Vol.40(2001)pp747-749

ボトムアップ方式の例

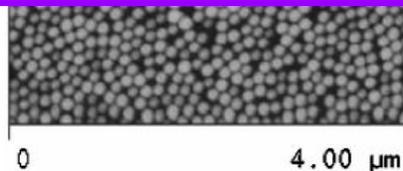
単分散ポリスチレン懸濁液



⊗単純な手法

ドライエッチングによる反射防止構造の作製を検討

ガラス基板



⊗短い周期

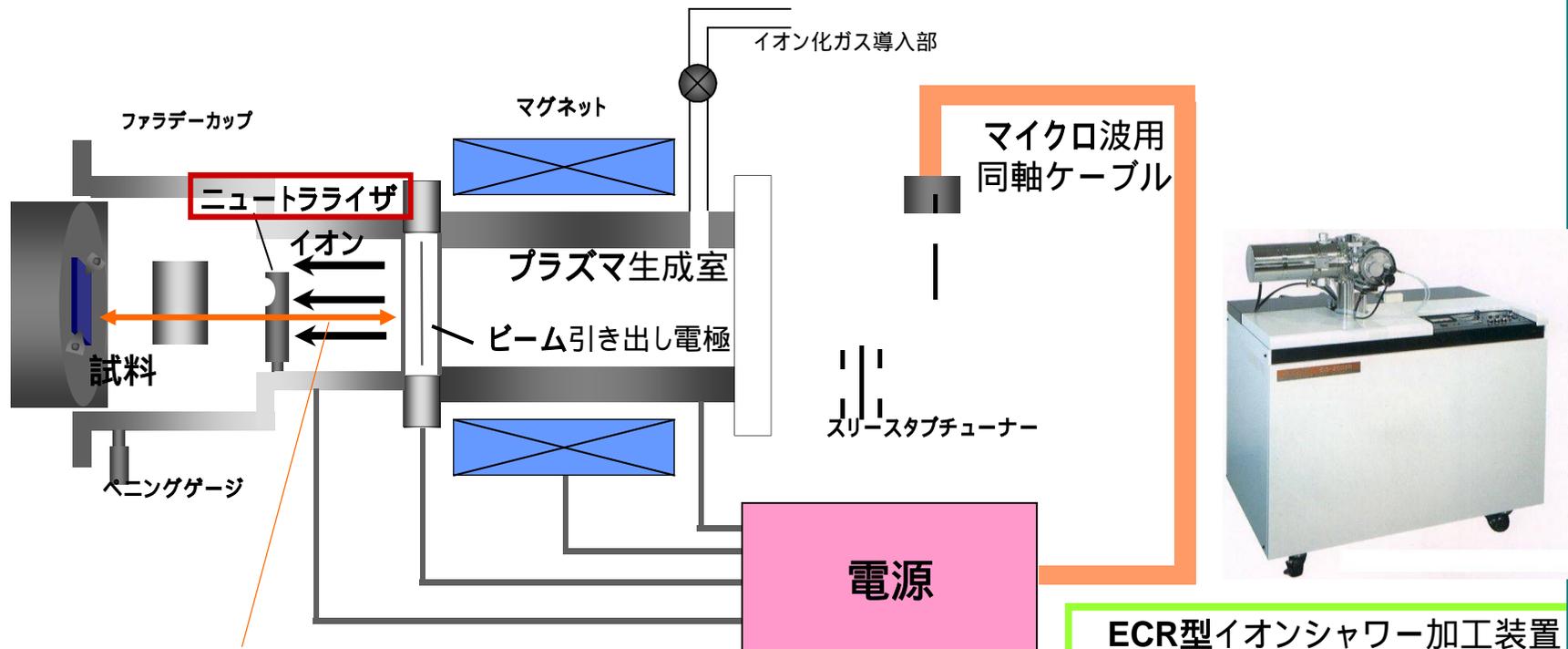
高いアスペクト比の確保

Opt.Lett.30(2005)1885

反射率の低減が不十分

従来技術とその問題点

反射防止構造の作製方法



ビーム引き出し電極から試料までの距離：
170mm

ECR型イオンシャワー加工装置
(EIS - 200ER エリオニクス社製)

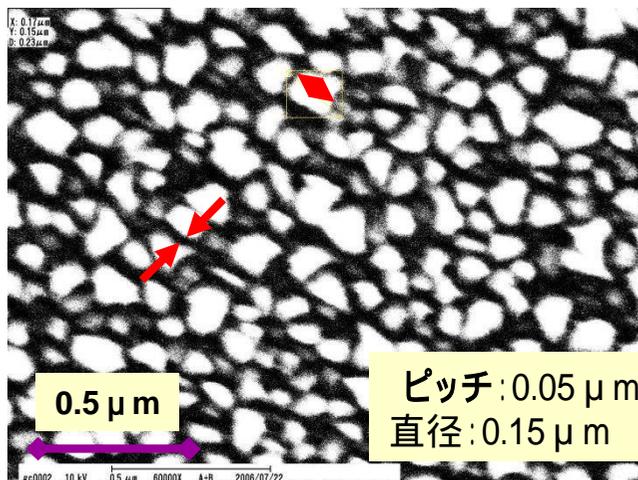
グラッシーカーボンに酸素イオンビームを照射するだけ!!

加速電圧特性

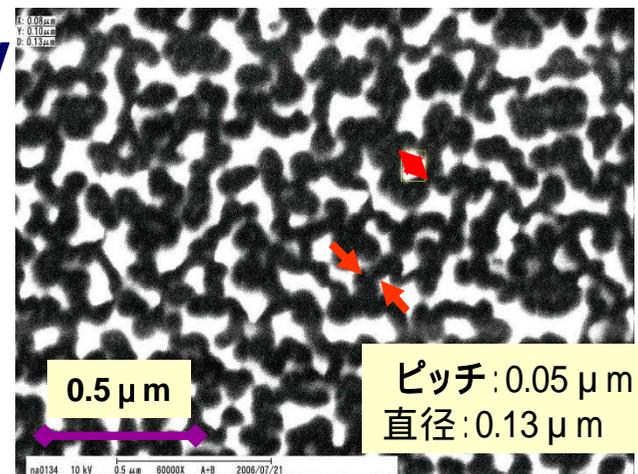
加工条件

加速電圧: 300、500、750、1000 [V] ガス流量: 2.0 [SCCM] 加工時間: 60 [min]

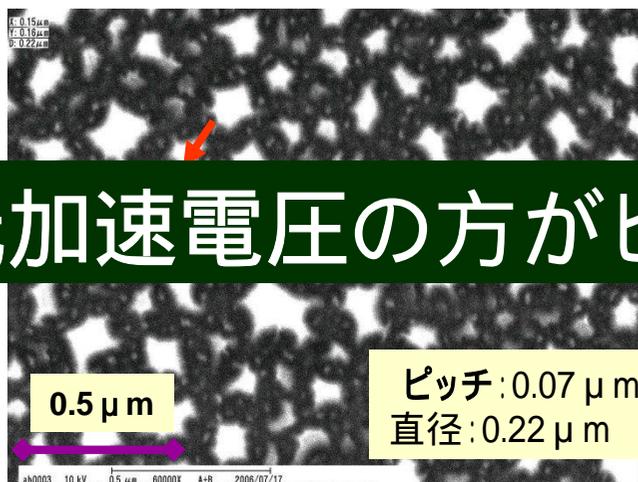
300V



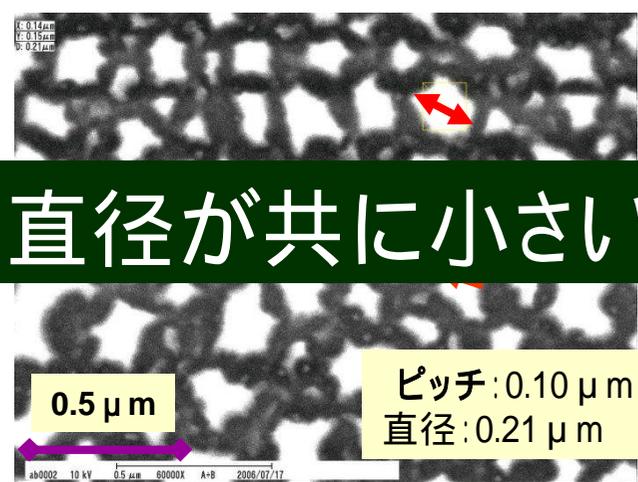
500V



750V

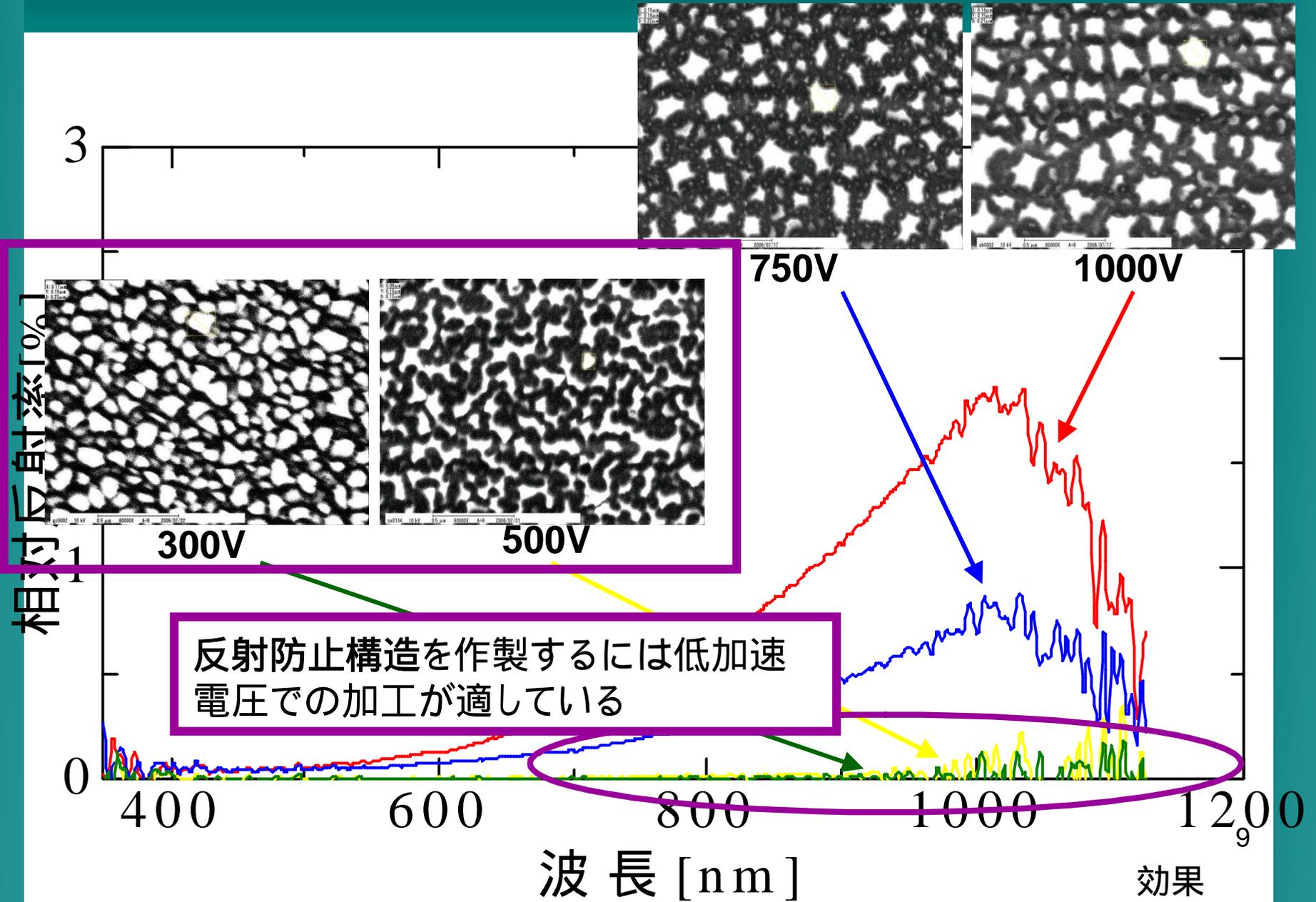


1000V



低加速電圧の方がピッチ、直径が共に小さい

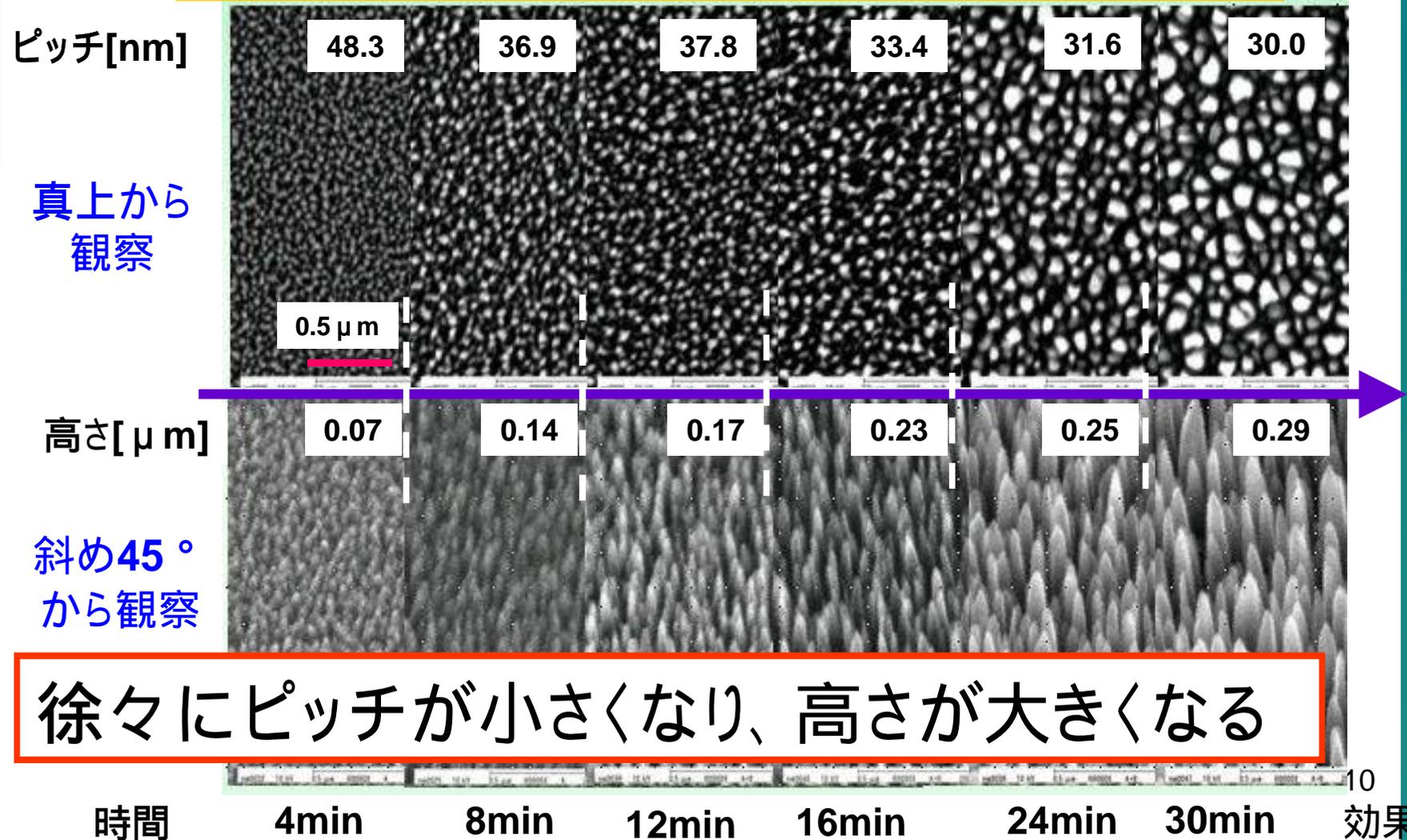
加速電圧特性



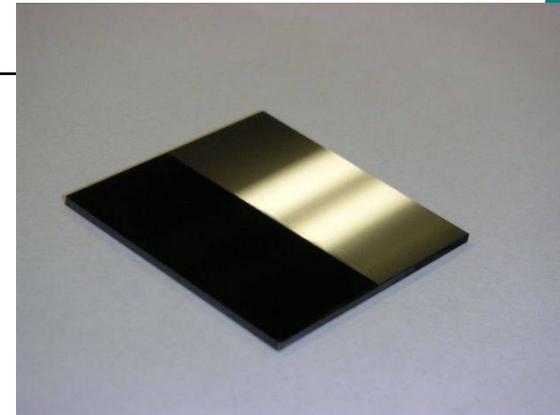
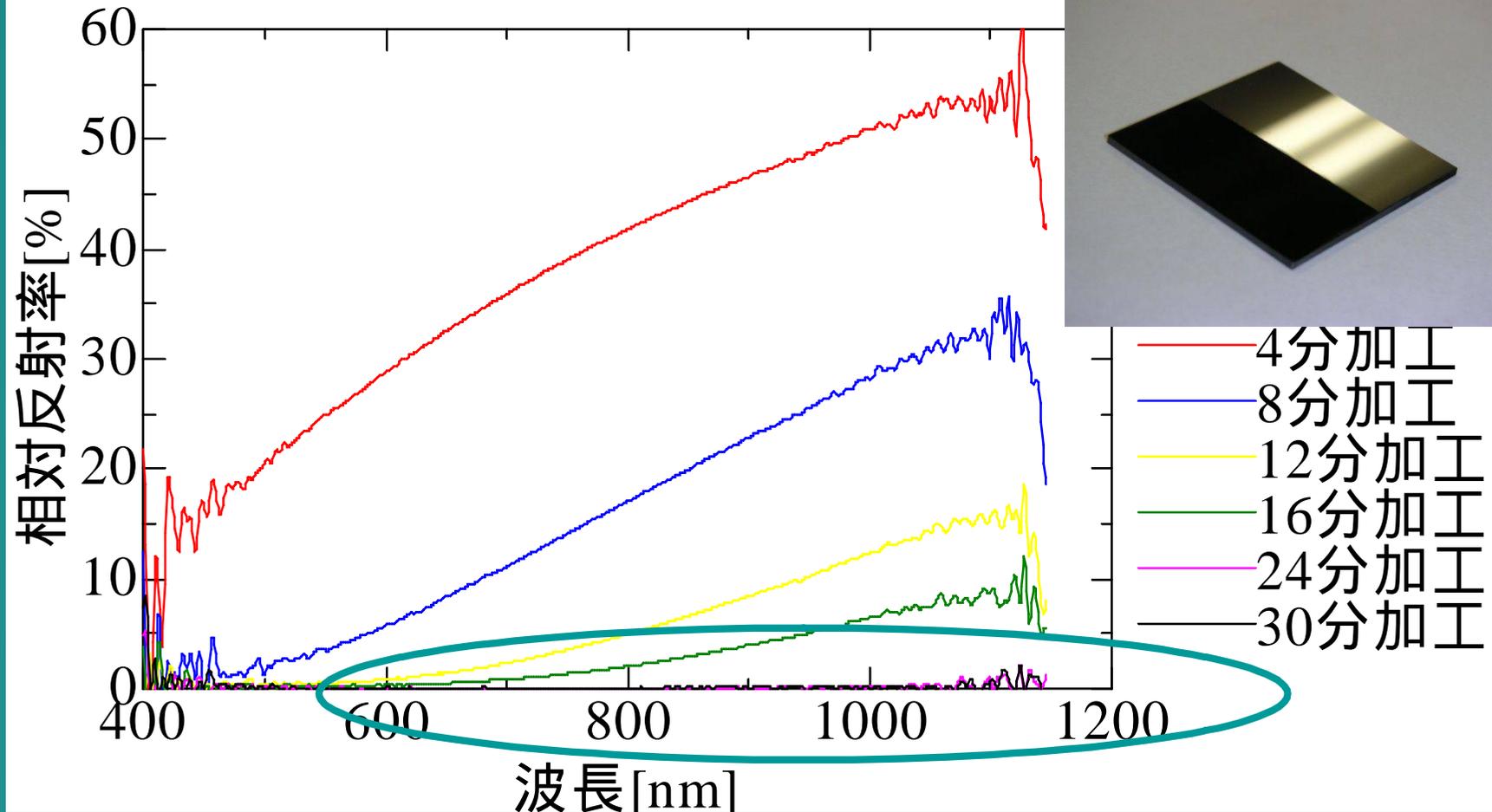
エッチング時間特性

加工条件

ガス流量: 2.0[SCCM] 加速電圧: 500[V] 加工時間: 2 ~ 30[min]



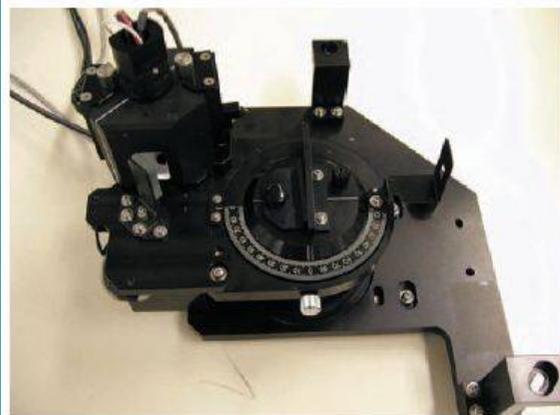
エッチング時間特性



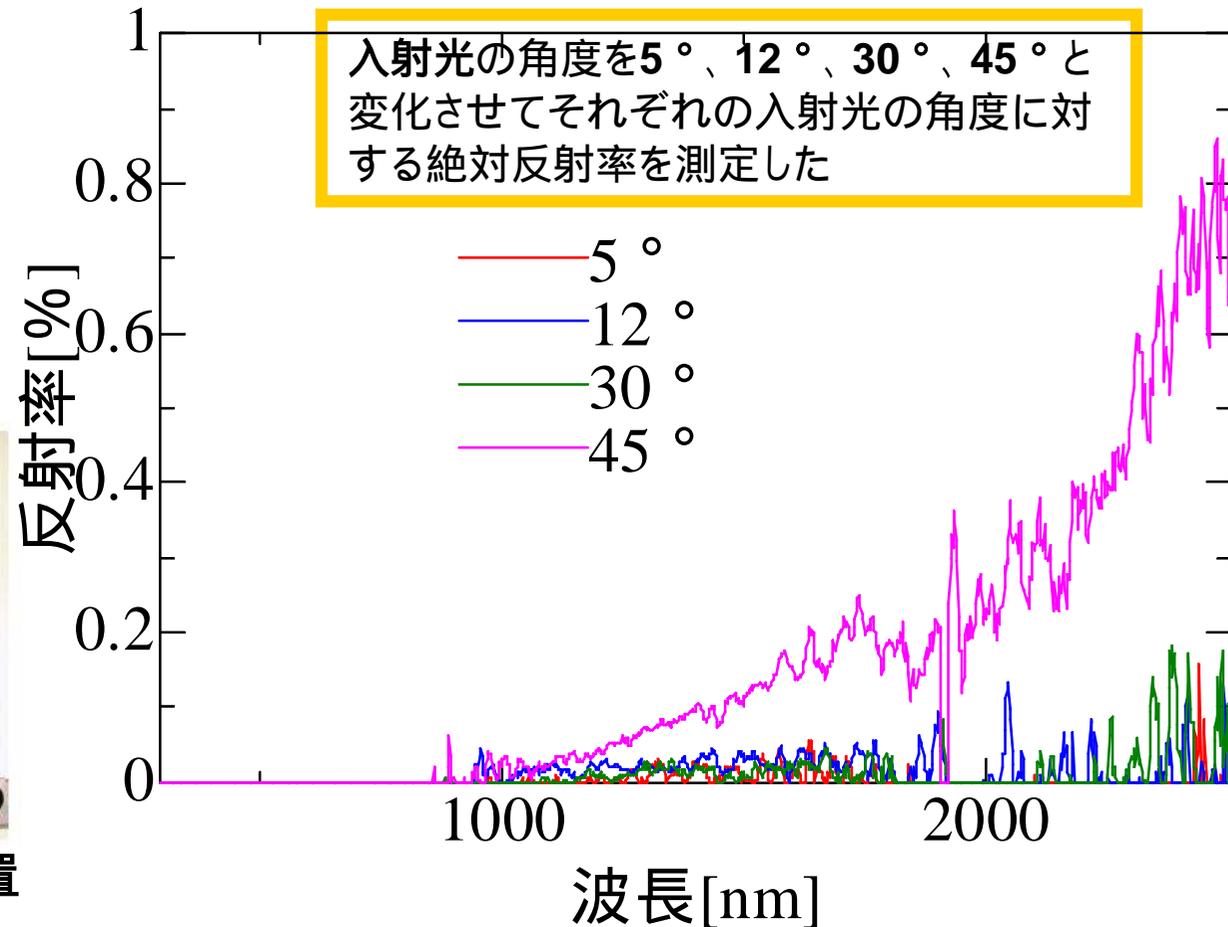
24分以上のエッチングで相対反射率0.1%を下回る

絶対反射率測定

GCの加工条件
ガス流量: 2.0[SCCM]
加速電圧: 500[V]
加工時間: 45[min]



可変角絶対反射率測定装置
(島津製作所製)



幅広い入射光の角度において反射を抑えている

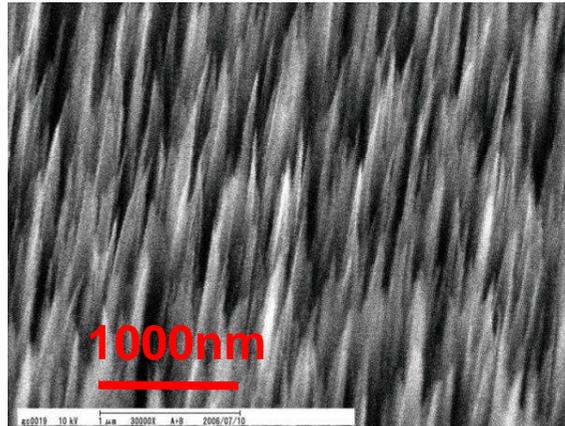
利用分野・適用分野

FPD, 携帯電話 → 視認性向上

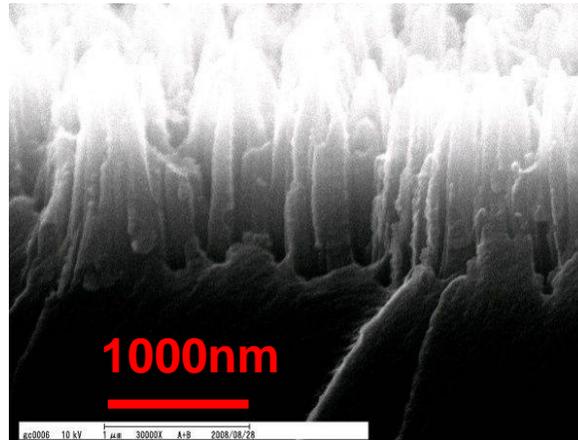
太陽電池 → 光取り込み効率向上



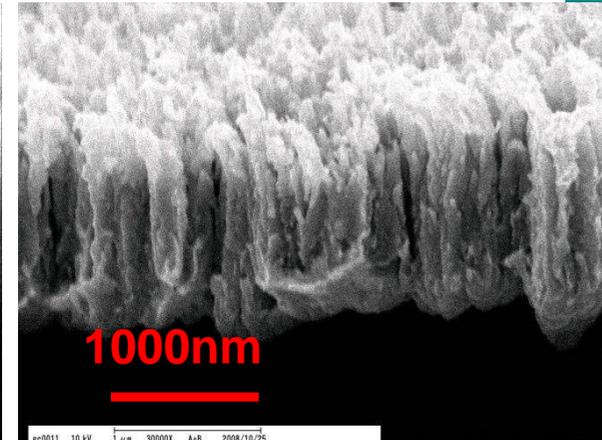
ナノインプリントで複製



金型表面



光硬化樹脂への転写例



金への転写例

樹脂だけでなく金属へも転写可能 → 触媒面、プラズモン素子

. 特許の説明

基本情報

発明の名称 : 反射防止構造体及びその製造方法並びに光学部材の製造方法
日本出願/公開番号 : 2008-233850 (状況 : 審査請求中)
PCT出願/公開番号 : WO2008/018570 A1 (状況 : 米欧に移行済み)
出願人 : 東京理科大学

請求範囲

【請求項1】

ガラス状炭素の基材からなり、該基材の表面に、先端に向けて縮径する針状又は錐状の形状を有する微細な突起群により反射防止構造が形成されていることを特徴とする反射防止構造体。

【請求項8】

前記請求項1～請求項7のいずれか一項に記載の反射防止構造体を製造する方法であって、ガラス状炭素からなる基材を用い、該基材をECR型のイオンビーム加工装置に設置し、前記基材に対して酸素を含むガスを用いてイオンビーム加工を施すことにより該基材の表面に微細な突起群からなる反射防止構造を形成する工程を含むことを特徴とする反射防止構造体の製造方法。

【請求項13】

表面に反射防止構造を有する光学部材を製造する方法であって、前記請求項1～請求項7のいずれか一項に記載の反射防止構造体を用い、該反射防止構造体に形成されている反射防止構造を前記光学部材の表面に転写させる工程を含むことを特徴とする光学部材の製造方法。

先行特許調査結果……………先行特許なし

- ◆ 調査対象：日本国内
- ◆ 検索DB：SRPARTNER
- ◆ 論理検索式：(微細+無反射+反射防止) * (ガラス状炭素+グラッシーカーボン+ガラス状カーボン+ダイヤモンド+ダイヤモンド+シリコン+石英ガラス) * (G02B1/11+C01B31/02+C03B11/00)

検索結果(ヒット件数)：255件

(その中で最も高い類似性を示した次の特許7件の類似性も高くなかった)

特開2004 - 137105号広報
特開2006 - 130841号広報
特開2005 - 205642号広報
特開2003 - 43203号広報
特開2005 - 132679号広報
特開2005 - 275372号広報
特開2005 - 99707号広報

. ビジネスプラン

1 - 事業の内容

反射防止構造体に対する要求内容

- ・外光の映りこみをおさえること。
- ・ギラツキのない、眼にやさしいこと。
- ・高精細で高コントラスト。

1 - 事業の内容

反射防止構造の用途と具備すべき条件

用途分野	用途先	使用条件
電子分野	テレビ、パソコン、 携帯電話	鮮明、クリアーであること
自動車分野	メータパネル、カーナビ	表示が見やすい
建築、美術分野	ショーケース、額縁用	質感の向上
その他分野	デジカメ、メガネ	見易さ、快適さ
撥水性の活用	車のフロントガラス 太陽光発電パネル	耐磨耗性、耐候性 ほこり防止

1 - 事業の内容

本発明の狙い

- 1) 製造が容易で安定した歩留まりを実現すること。
- 2) 無反射に近い反射防止効果があること。
- 3) 石英ガラス等 融点の高い部材に対しても転写により、反射防止構造体を提供すること。

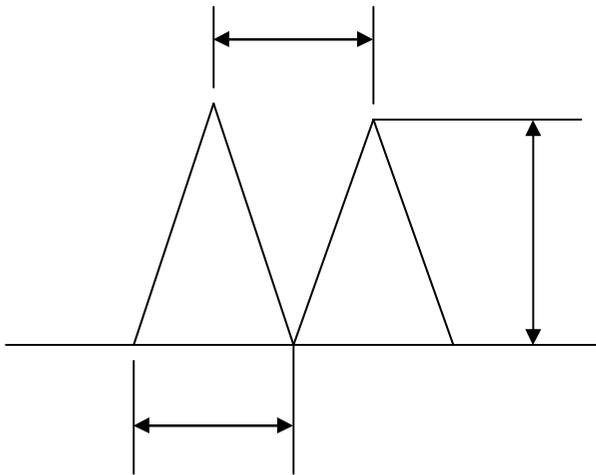
2. 商品・サービスの内容

2 - 従来の製造方法と課題

製造方法	課題
1. 真空蒸着成膜法	複数回のコーティングが必要 コーティングが剥離する。 安定した無反射状態が得られない。
2. パターニング法	作業が複雑 大面積の形成が難しい。
3. シリコンウェハ上に真空蒸着	工程が複雑である。 石英ガラス等の融点の高い部材に繰り返し使用不可
4. ICPプラズマによる柱状体形成	工程容易で強度もあるが柱状微細構造では反射防止効果が充分でない。

2 - 本発明の特徴(1)

・突起微細構造



高さ : 200 ~ 3000 nm
ピッチ : 50 ~ 300 nm
底部径 : 50 ~ 200 nm
頂角 : 37.8度より小さいこと

- ・ガラス状炭素基板の表面にイオンビーム加工を施す。
- ・基材表面に微細な突起群からなる反射防止構造を形成する。
- ・加速電圧、加工時間及びガス流量を制御することで、突起の形状、ピッチを制御できることを特徴とする。

2 - 本発明の特徴(2)

・従来品に対する優位性

特徴項目	優位性
1. グラス状炭素基板の表面にイオンビーム加工で微細反射防止構造を形成する。	・品質 ・低コスト
2. 広い角度にわたって反射防止の効果があり、反射率は1%未満である。	・品質
3. 反射防止構造の針状パターンが破損した後、再加工が可能である。	・低コスト
4. イオンビーム加工装置で大面積の加工ができる。	・低コスト ・拡販
5. 樹脂材料だけでなく石英ガラスや金属に繰り返し転写可能。	・品質 ・拡販
6. 反射防止機能と併せて撥水性がある。	・拡販

3. 市場規模と売り上げ計画(1)

・世界市場の商品生産台数と反射防止フィルム

エンジニアリング・プラスチック・ネットワーク 富士経済より

対象商品	2006年度	2010年見込み	伸び率
テレビ	54,500千台	190,000千台	350%
	22,500千m ²	77,000千m ²	
パソコン	245,000	345,000	140%
	17,400	27,000	
液晶モニター	124,000	182,000	150%
	30,000	43,000	
携帯電話	875,000	1,145,000	130%
	2,600	3,000	
その他、デジカメ、カーナビ等			180%
	2,460千m ²	4,500千m ²	
合計	76,960千m ²	154,500千m ²	200%

3 . 市場規模と売り上げ計画 (2)

・世界市場反射防止フィルムと価格

対象商品	2006年度	2010年見込み	伸び率
テレビ	22,500千m ²	77,000千m ²	350%
	970 億円	2,980 億円	
パソコン	12,900	27,000	140%
	500	1,317	
液晶モニター	30,000	43,000	150%
	1,160	1,665	
携帯電話	2,600	3,000	130%
	100	116	
その他デジカメ カーナビ	2,460	4,500	180%
	94	171	
合 計	76,960千m ²	154,500千m ²	200%
	2,980 億円	5,980 億円	

3. 市場規模と売り上げ計画(3)

・撥水性、粘着性を生かした市場

1) 自動車のフロントガラス用フィルム(面積)

自動車	2008年度	面積	価格
国内	10,000千台	10,400千m ²	400億円
世界	60,000千台	62,000千m ²	2,400億円

2) 太陽光発電の前面パネル用フィルム(面積)

太陽光発電	2008年度	面積	価格
国内	1,120KW	1,120千m ²	43億円
世界	6,225KW	6,225千m ²	240億円

3 . 市場規模と売り上げ計画 (4)

・反射防止フィルムの売り上げ計画

* 初年度、2年度は国内市場を対象にした。

* 3年度から世界市場を相手とする。

事業計画	初年度	2年度	3年度
市場規模(億円)	3,000億円	3,000億円	7,000億円
製品シェア(%)	0.5%	1.0%	3.0%
売上げ高(億円)	15億円	50億円	210億円

3 . 市場規模と売り上げ計画 (5)

・撥水性、粘着性を生かしたフィルムの売上げ計画

* 自動車、太陽光発電を対象とした。
初年度、2年度、3年度とも国内市場のみとした。

事業計画	初年度	2年度	3年度
市場規模(億円)	440億円	460億円	490億円
製品シェア(%)	1.0%	2.0%	3.0%
売上げ高(億円)	4.4億円	9.2億円	14.7億円

4. ライセンス条件等

- ◆ 通常実施権許諾 (条件等は別途相談)
- ◆ 共同研究・技術指導について対応可能
- ◆ 関連特許数件 出願中 併せてライセンス可

5. 事業化への課題

- ◆ スケールアップ及び量産化技術の確立
(数千万円以上の開発投資要)
- ◆ 部材に最適な離型剤の開発
(現在、東京理科大と某企業で開発中)