

# MVP法 と その 細穴内面プラズマ加工への応用

MVP法 (Microwave sheath-Voltage combination Plasma)

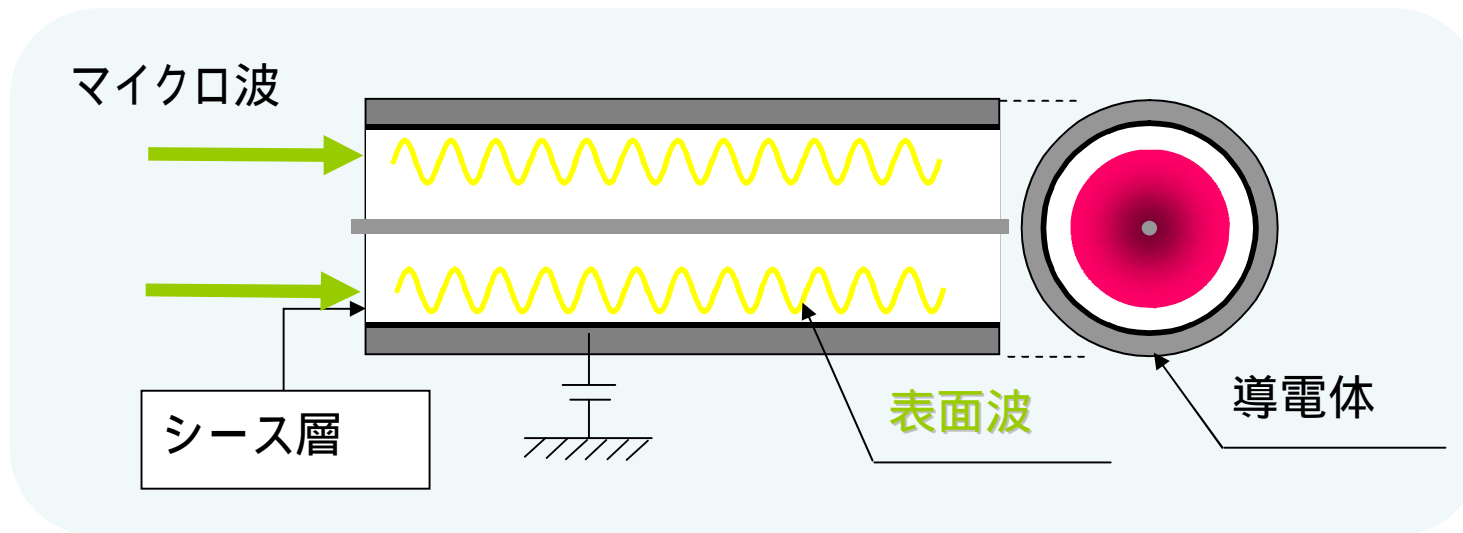
名古屋大学 大学院工学研究科

上坂(こうさか)准教授

(有)コンタミネーションコントロールサービス

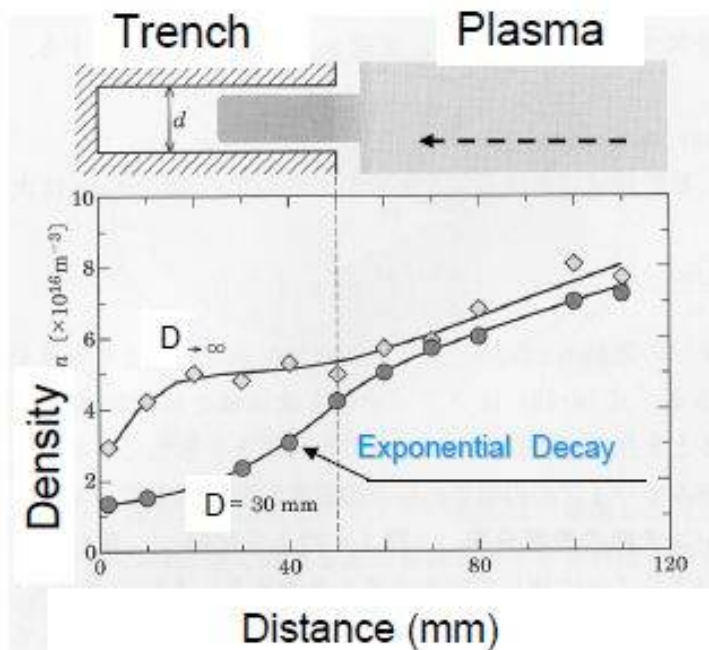
# 1 . 技術内容

# 摺動部材内面への硬質皮膜形成 (プラズマCVD薄膜堆積)

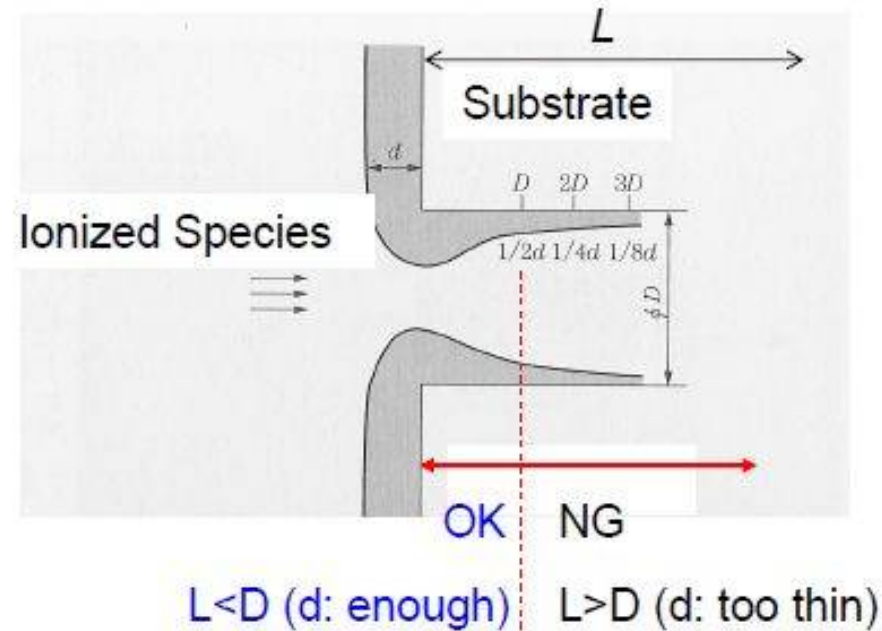


例：作動ガス： $\text{CH}_4$   
DLC(ダイヤモンドライクカーボン)膜

# 従来技術と問題点

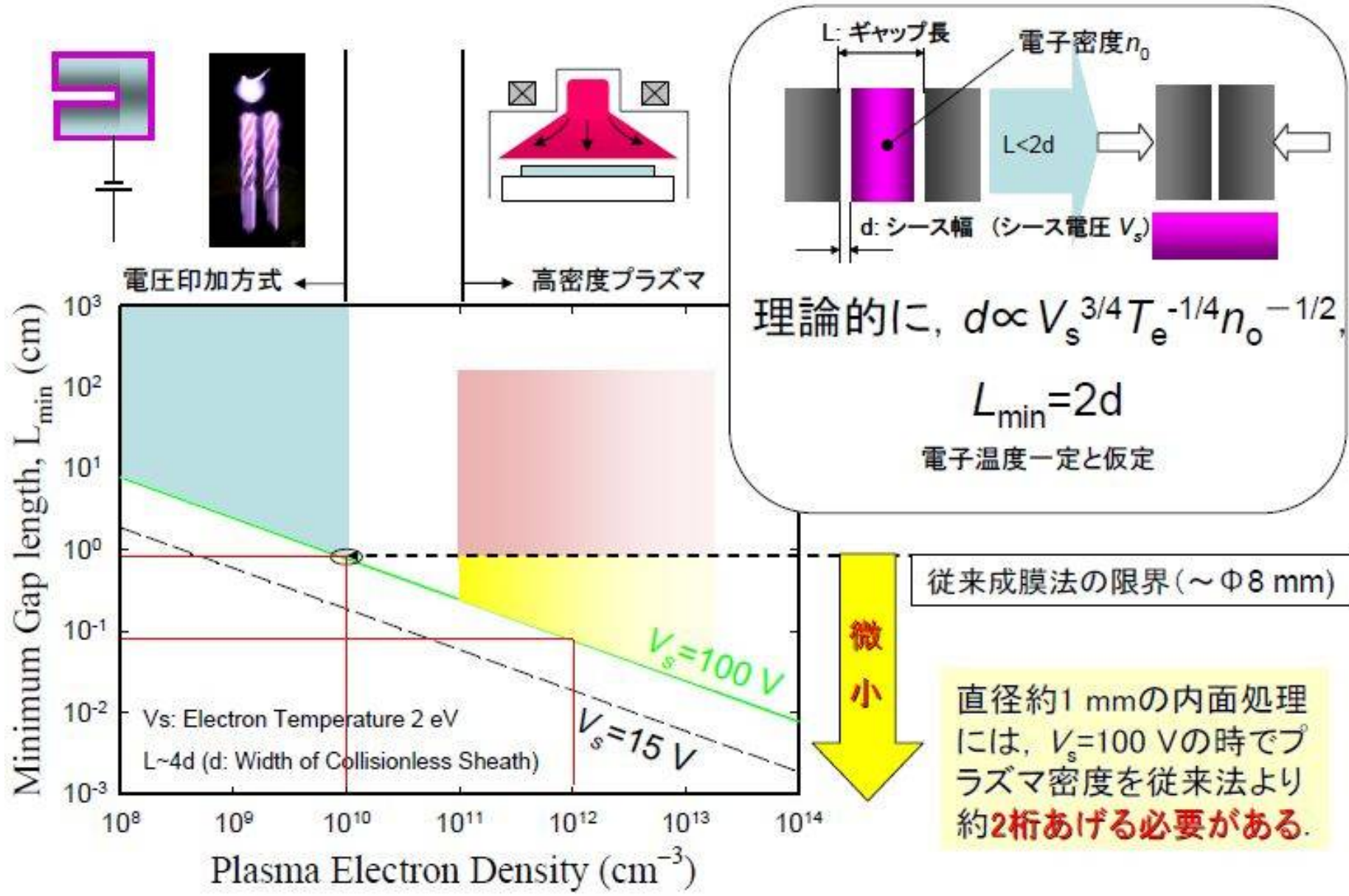


電気学会・プラズマイオン高度利用プロセス調査専門委員会編：プラズマイオンプロセスとその応用，オーム社，2005，p. 72.



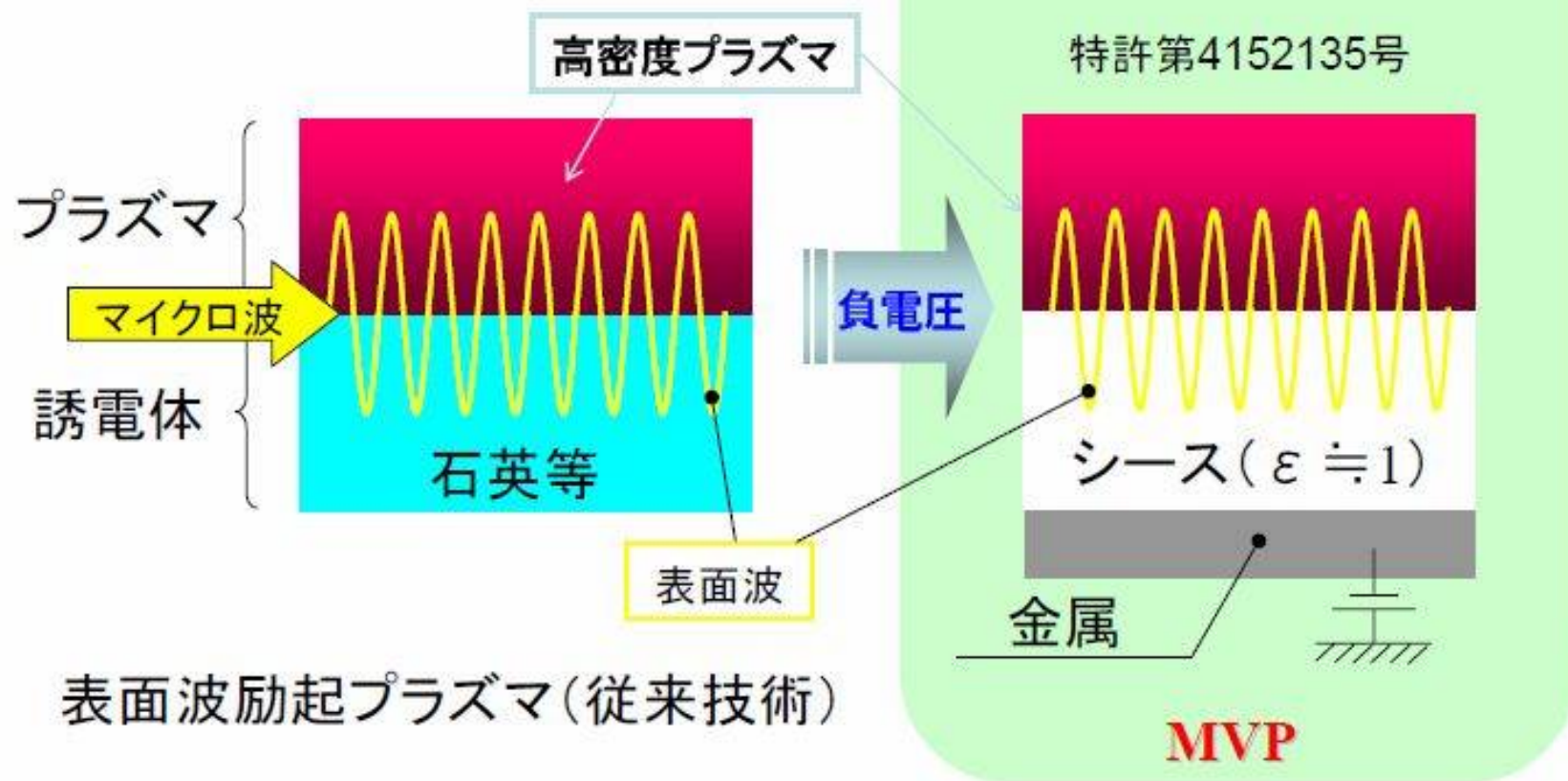
池永 勝, 鈴木 秀人著：ドライプロセスによる超硬質皮膜の原理と工業的応用，日刊工業新聞社，2000，p. 20.

# 従来技術と問題点



# 技術の主要部説明

## MVP (Microwave-sheath Voltage combination Plasma) 技術

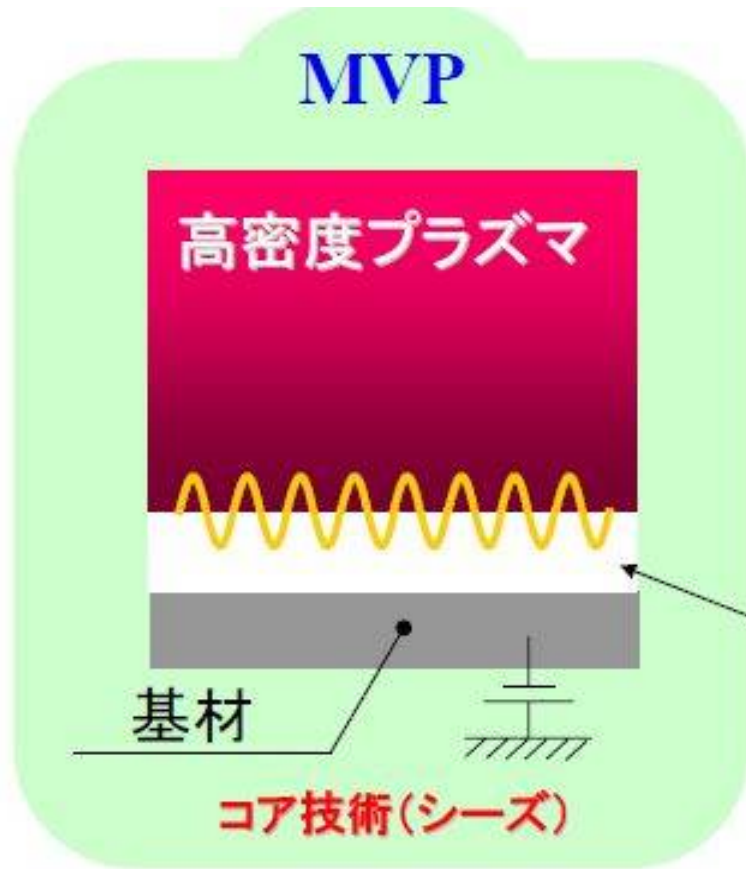


表面波励起プラズマ(従来技術)

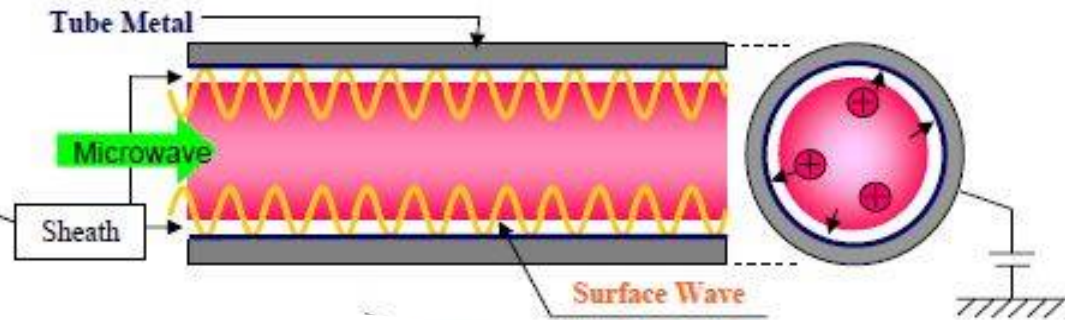
[1] *JJAP Part2*, 2005, 44, L1154—L1157

[2] *Vacuum*, 2006, 80, No. 7, 806—809.

# 効果



$D < \sim 5 \text{ mm}$ , 高アスペクト比 ( $L/D > 1$ ) のためには, 高密度プラズマ ( $> 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ ) + 内面での直接生成が必須!



特許第4152135号

同特許(コアシーズ)によるその他の効果:  
金属面に沿って高密度近接プラズマ生成  
三次元超高速プラズマ加工・処理

# MVP法による細穴内面プラズマ生成

Injection mold (Inner diameter 2mm)

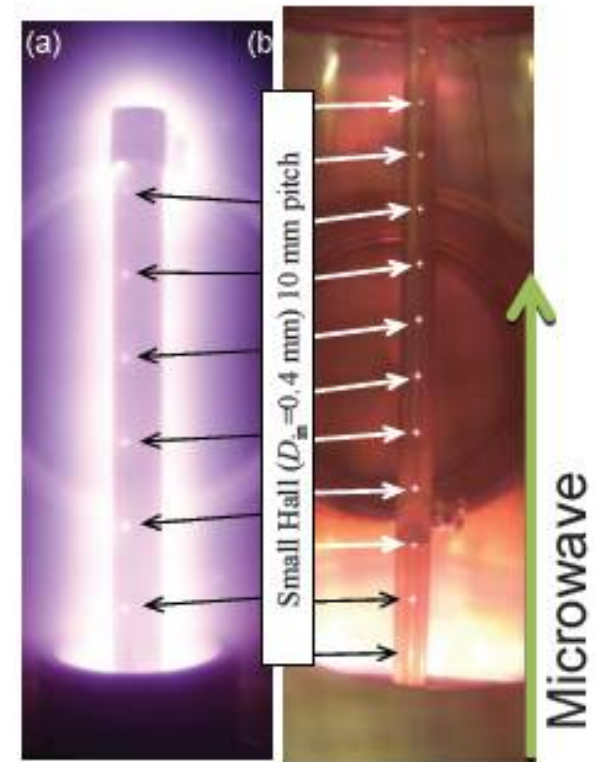
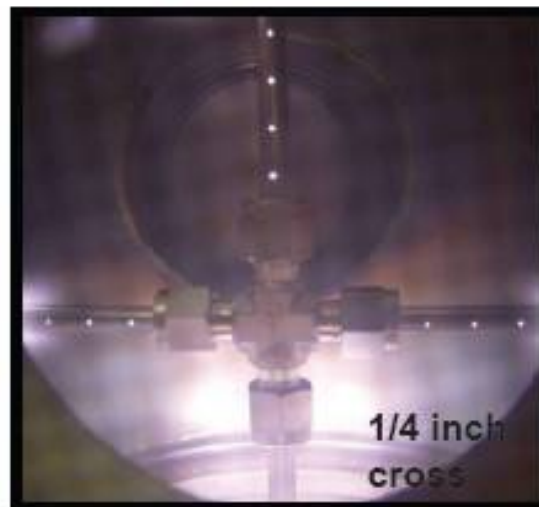


Ti pipe

(Inner diameter 4 mm, length 100 mm)



Estimated electron density  
 $n_e \cong 1.5 \times 10^{11} [cm^{-3}]$



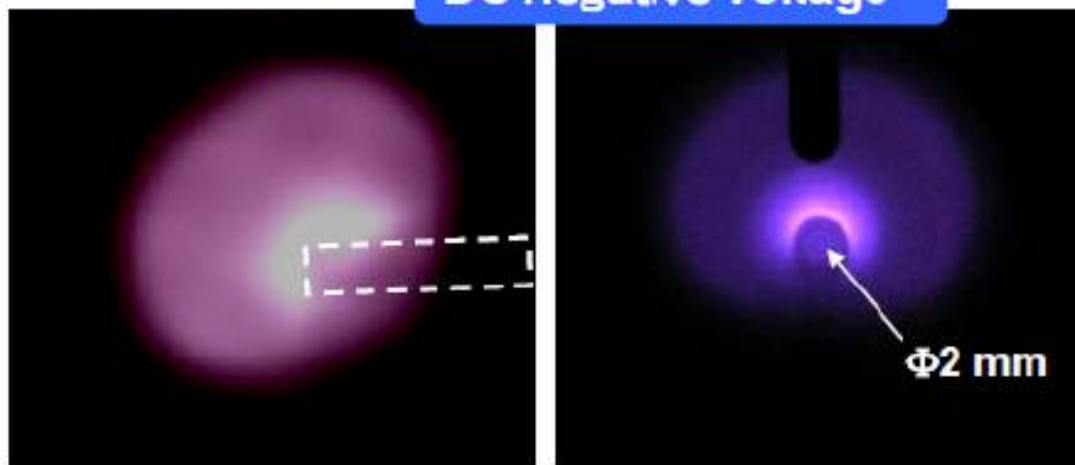
1/4 inch straight



## 従来法との比較

Conventional

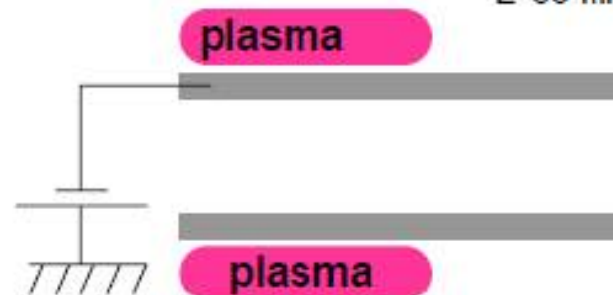
DC negative voltage



Ar 50Pa  
DC voltage -300V

$\phi=2$  mm

L=50 mm



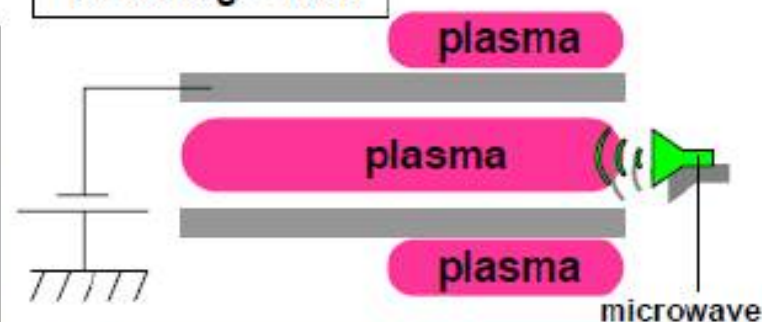
Plasma was generated  
outside the tube

New Method

Microwave and DC negative voltage

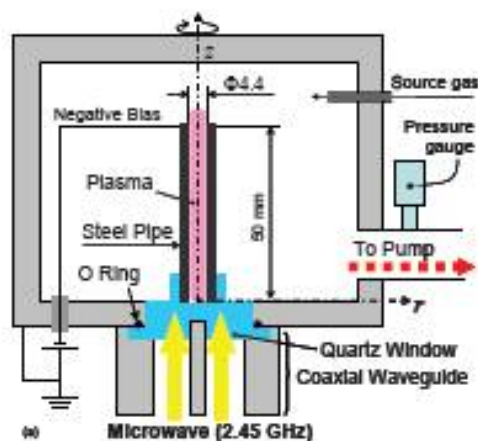


Ar 50Pa  
Microwave 60W  
DC voltage -100V



Plasma was generated  
inside the tube

# MVP法による細穴内面へのDLC成膜



## 成膜条件

流量比:  
 $\text{CH}_4:\text{TMS}=10:1$   
 圧力: 27 Pa  
 2.45 GHzマイクロ波パ  
 ワー: 120 W  
 配管バイアス: -180 V

1/4inch



図1 MVP法を用いた細穴内面DLC成膜用プラズマCVD装置。

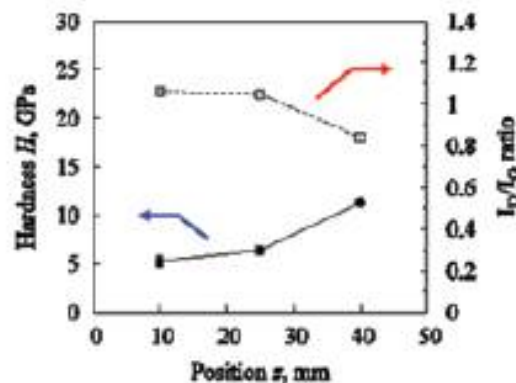
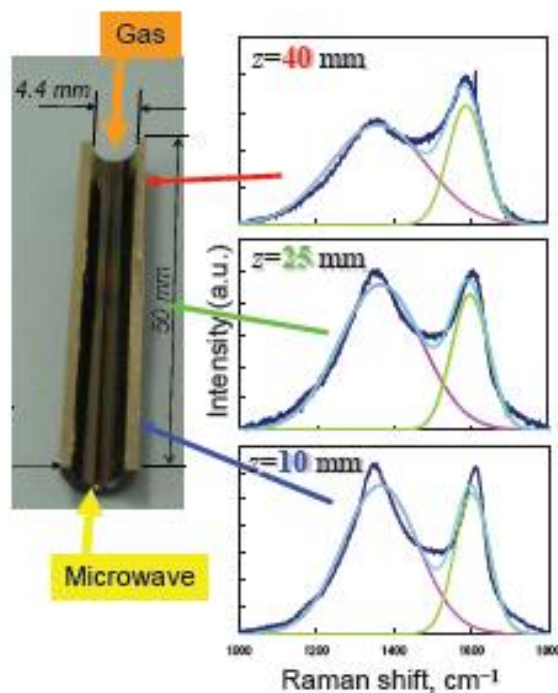
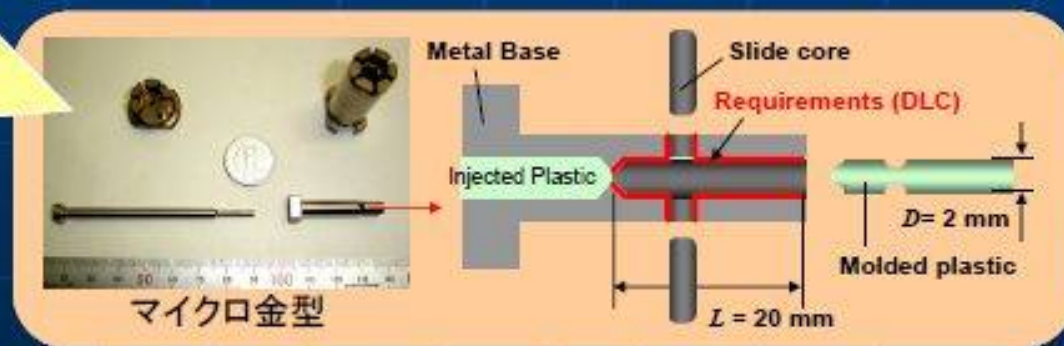
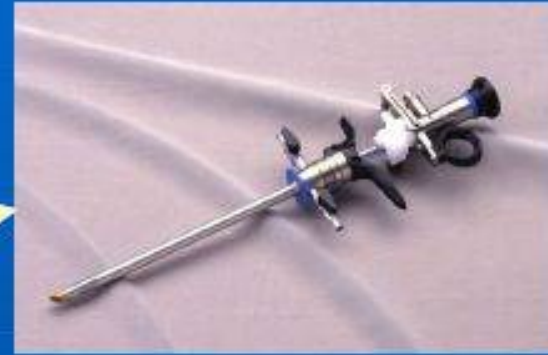


図3 配管内面(1/4インチ, SUS304)に成膜されたDLC膜の硬度およびラマンスペクトルより得られた $I_D/I_G$ 比の軸方向分布。

図2 MVP技術を用いて1/4インチの配管内面(SUS304)に成膜されたDLC膜の写真およびラマンスペクトル。

図4 各種部材内面へのDLC成膜(写真)。

# 利用分野、適用分野



## 2. 特許

# 特許情報

1. 発明の名称 : 「誘電体近接領域で表面波励起プラズマを発生する方法と装置」
2. 特許番号 : 特許第4152135号(平成20.7.11登録)
3. 出願日 : 平成14年7月10日
4. 特許権者 : 上坂 裕之、斧 高一
5. 発明者 : 上坂 裕之、斧 高一

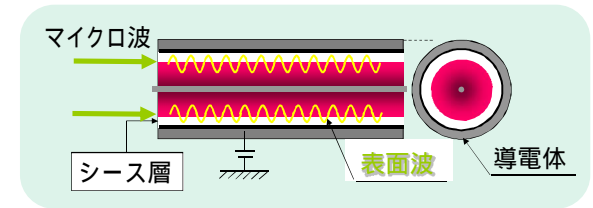
## 関連特許(整理番号2,3)

整理番号	発明の名称	出願番号 (出願年月日)	出願人	発明者	登録番号
1	導電体近接領域で表面波励起プラズマを発生する方法と装置	特願2002-201025(平成14年7月10日)	上坂裕之 斧高一	上坂裕之 斧高一	特許第 4152135号
2	プラズマ処理装置,プラズマ処理方法およびプラズマ表面処理方法	PCT/WO2008/010537(平成19年7月19日)	名古屋大学	上坂裕之 飯田斉 梅原徳次	
3	電磁波プラズマ発生装置,その発生方法,その表面処理装置,およびその表面処理方法	特開2009-239533(平成19年9月14日)	名古屋大学 (有)CCS	上坂裕之 近藤明弘 進藤豊彦	

# 特許の構成

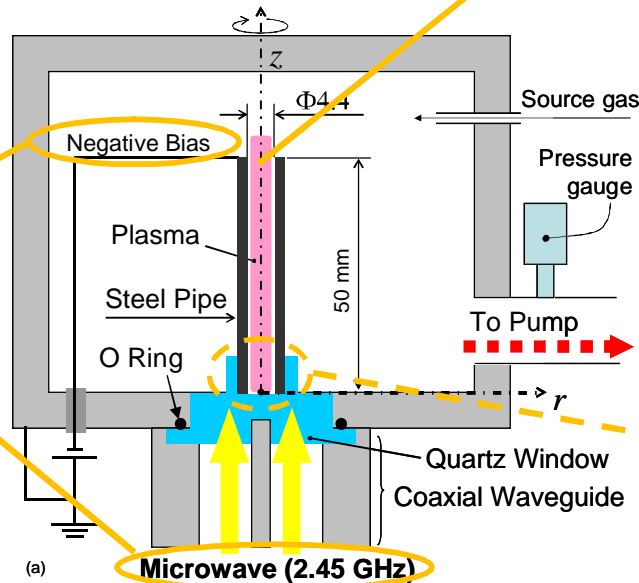
## 特許 3

細穴内へ内部導体挿入 マイクロ波の伝播補助 点火性向上, プラズマの軸方向長さの増加



## 特許 1

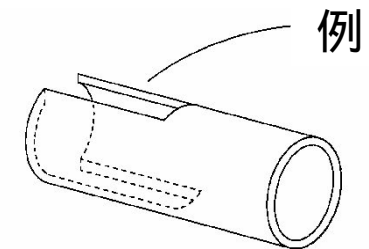
マイクロ波 + バイアスの併用  
マイクロ波の金属沿面伝搬  
高密度近接プラズマの生成  
(図では内面)



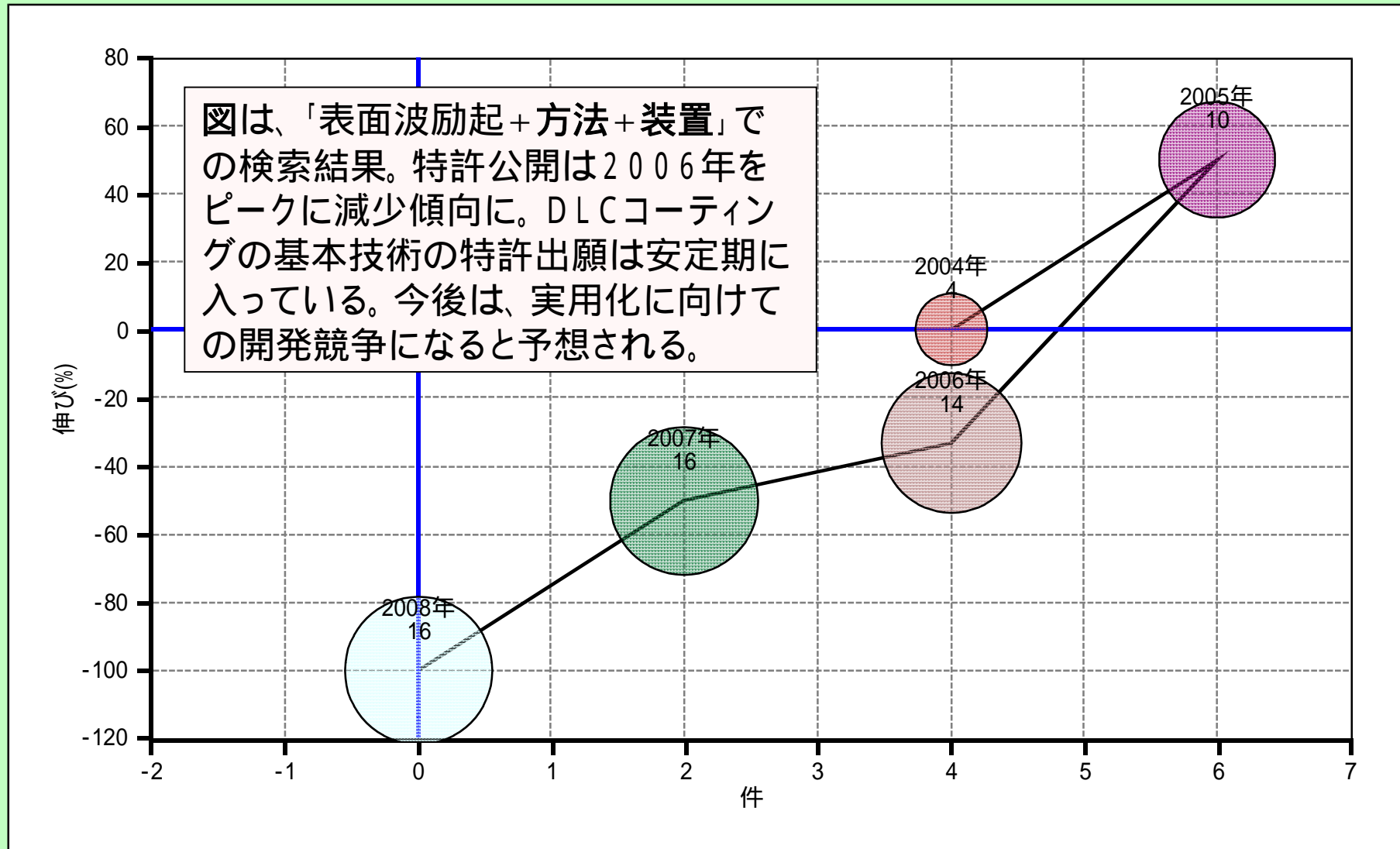
## 特許 2

別体ジグ マイクロ波を出来るだけ内面にのみ伝搬するように誘導する

図 細穴内面DLC成膜用プラズマCVD装置  
(標準構成:特許2, 3不使用).

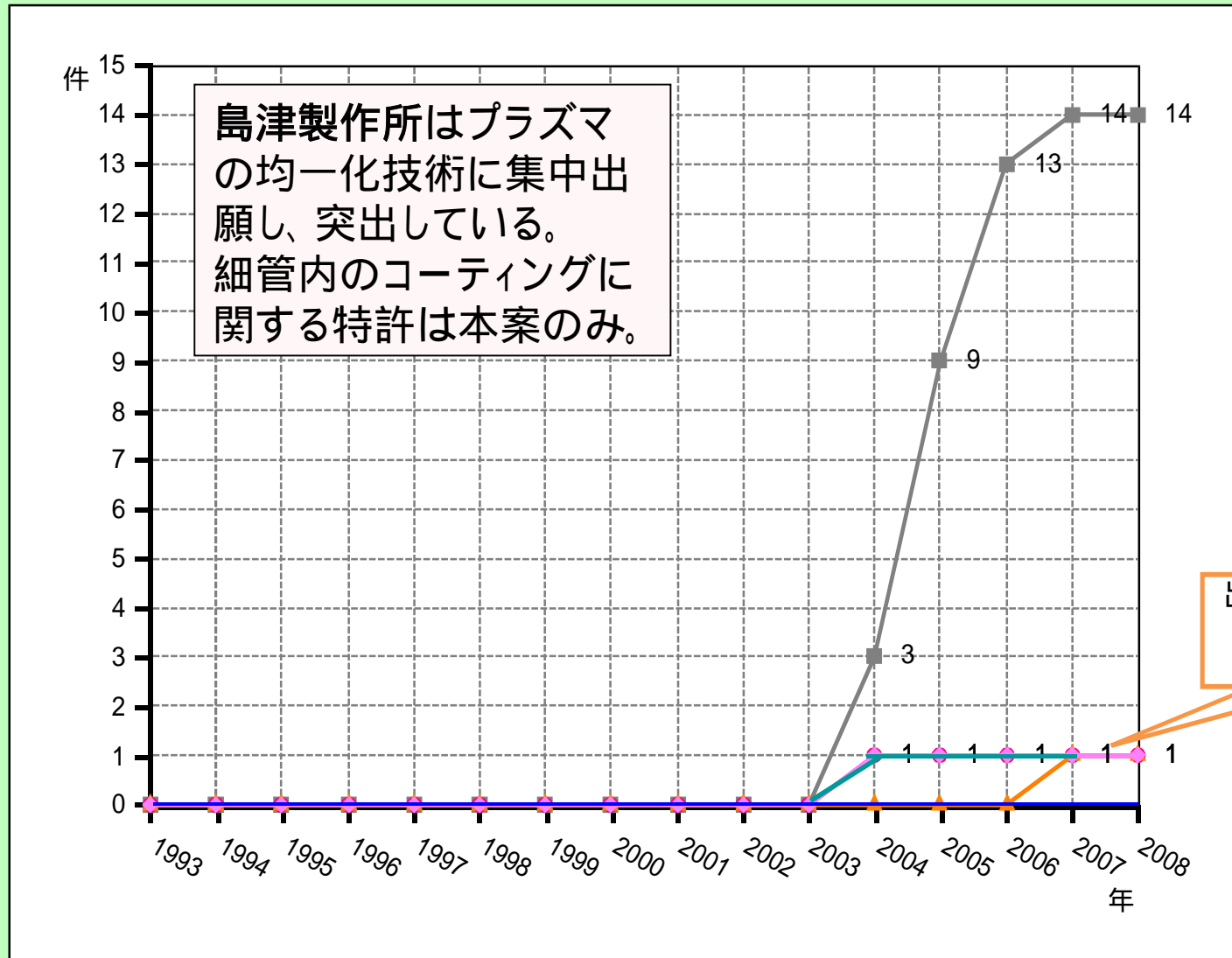


## 対象特許全ての合計のポートフォリオマップ





# 出願人別件数推移時系列マップ



## ライセンス条件等

ライセンス条件： 相談(特許1～3)

技術的完成度： 試作段階

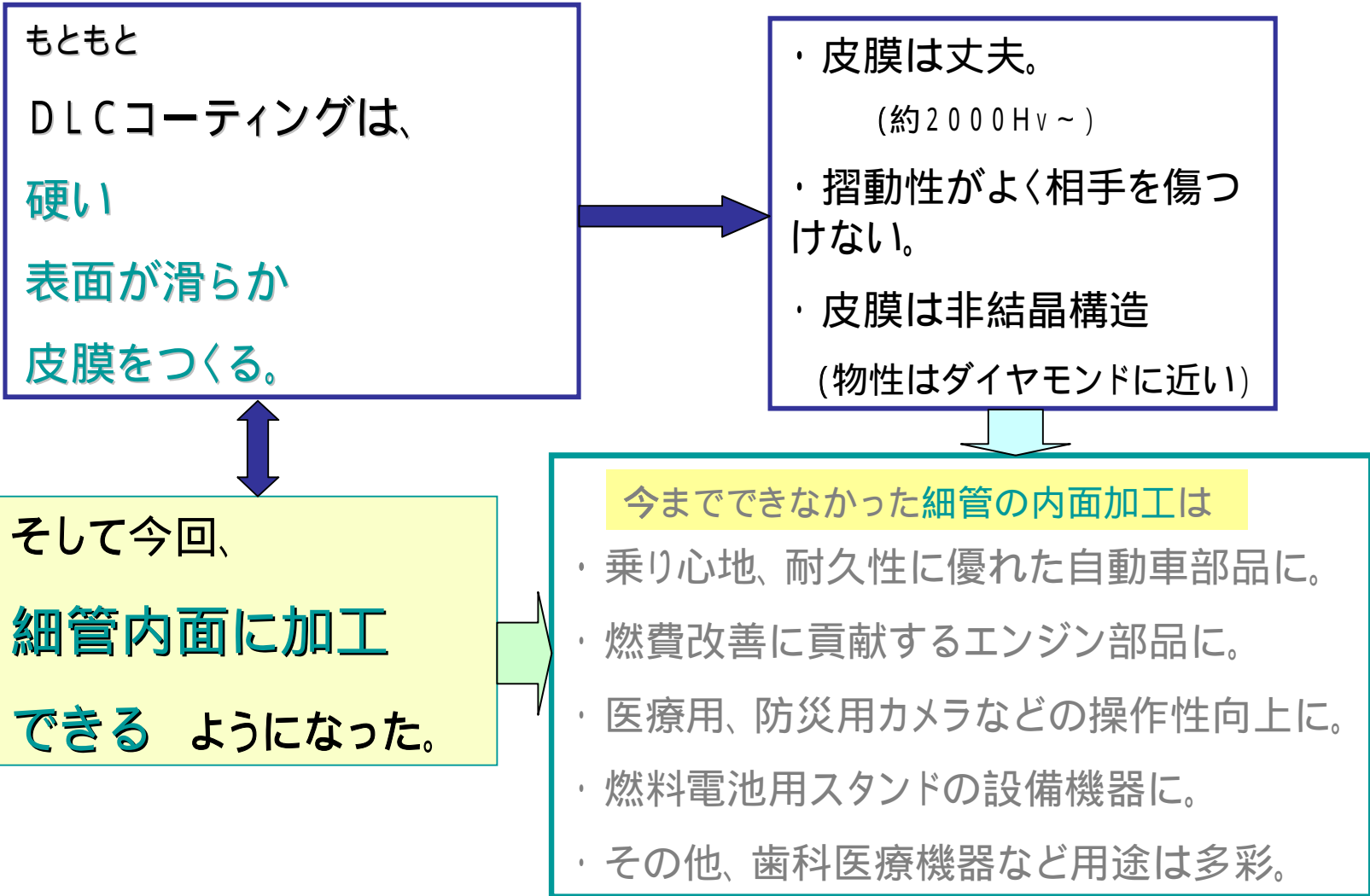
技術指導、ノウハウの提供： 可

希望する支援： 資金提供、販路紹介

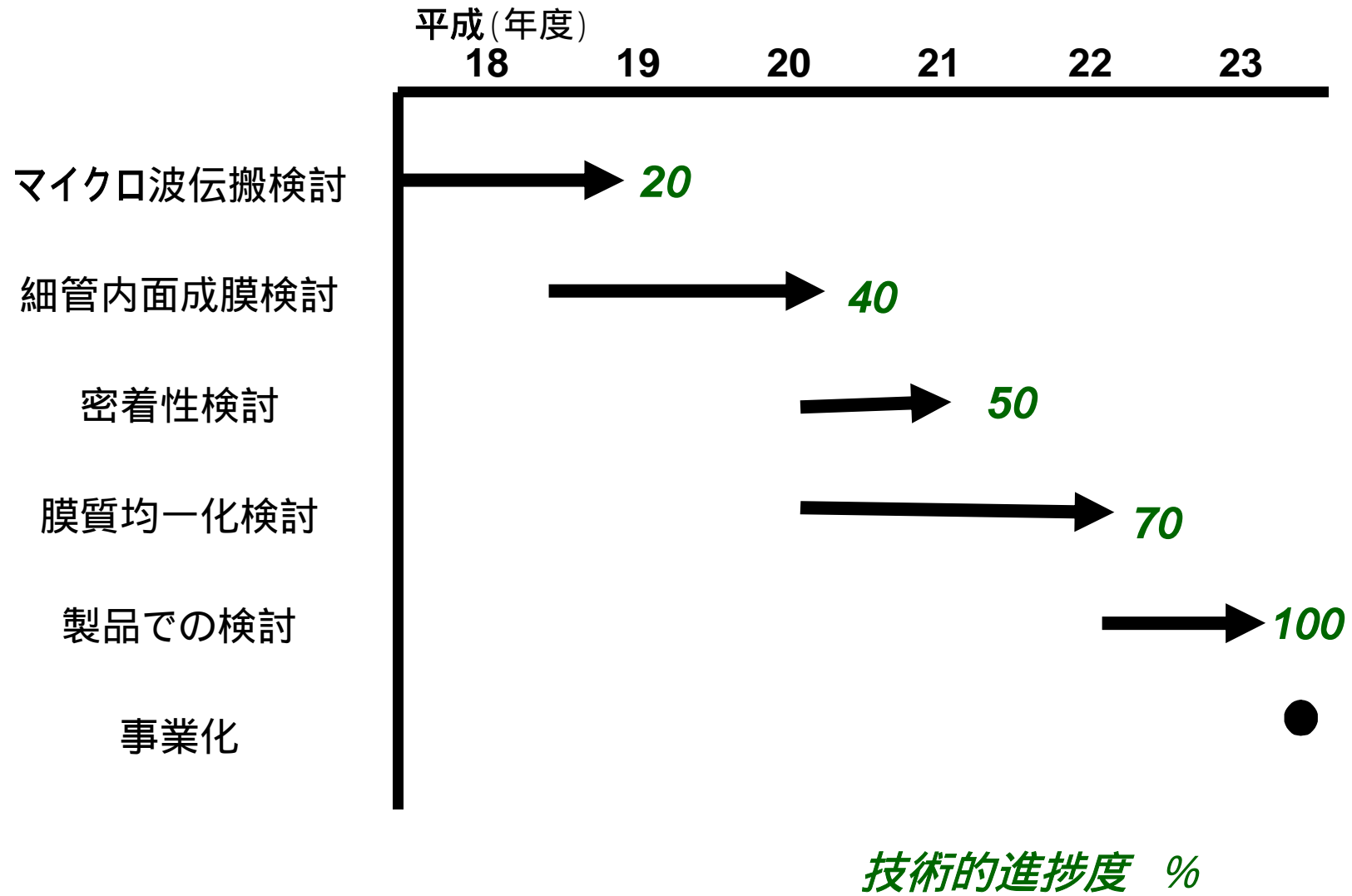
## 3 . ビジネスプラン

# 本技術の特長と用途

## 「細管内面へのDLCコーティング」



# スケジュール(プラズマCVDの例)



# 対象市場

1. 狭い閉空間(細管形状等)に高密度プラズマを発生するためのプラズマガン  
1億円 / 年
2. 低摩擦特性付所: ガソリン、ディーゼルエンジン部品の内面しゅう動部位  
数億円 / 年
3. 耐摩耗性付与: 精密金型内面  
数千万円 / 年
4. 耐腐食特性付与  
半導体製造工場の腐食性ガスの配管  
数億円 / 年  
化学プラント配管部材内面  
数千万円 / 年
5. その他:  
小型内視鏡部材の内面(カプセル内視鏡等), 注射針の内面  
数億円 / 年