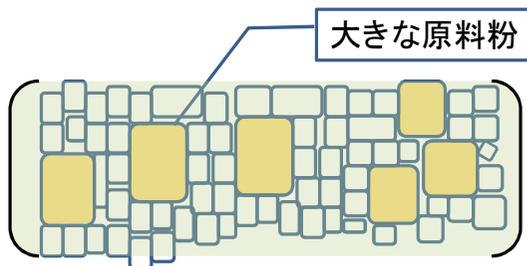
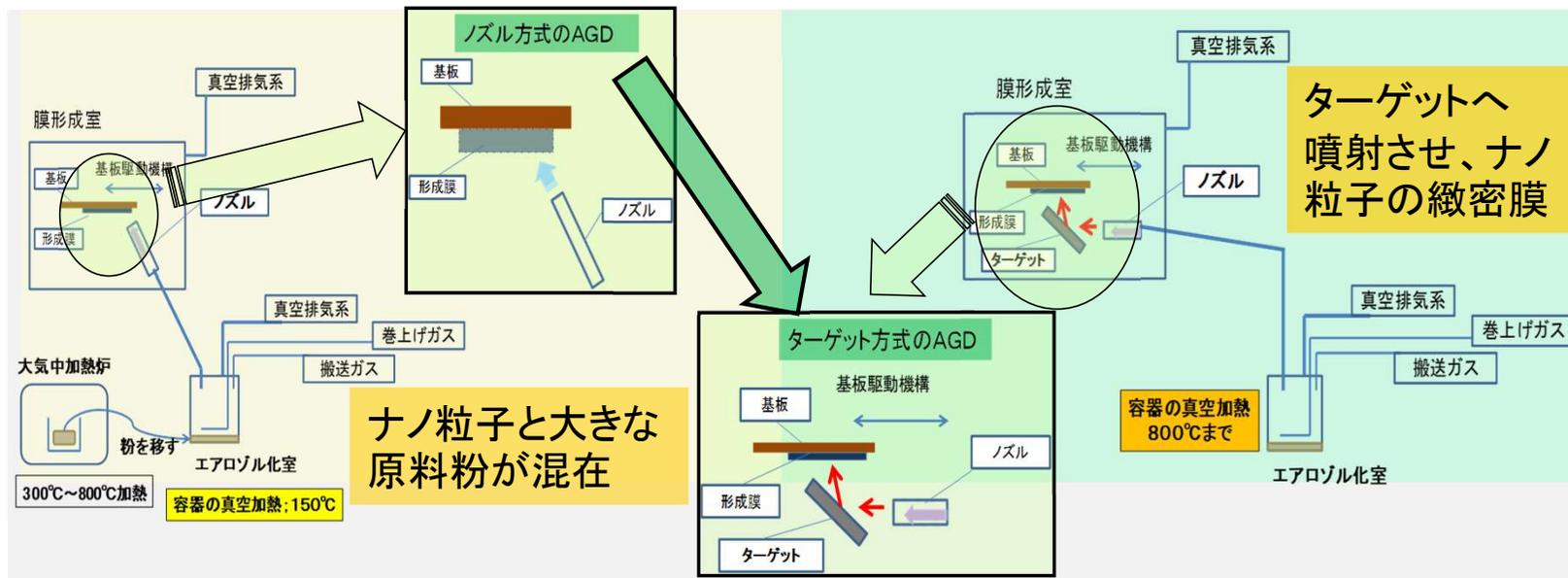


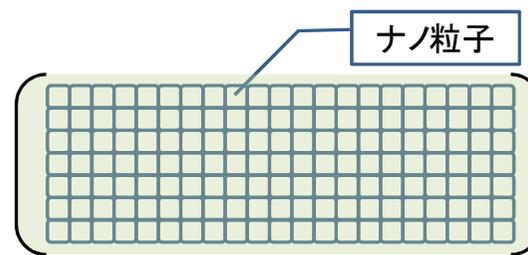
摩擦帯電されたセラミックス粒子を利用した常温成膜方法で、微細ナノ粒子が緻密に結合した構造の膜ができる

〔従来技術〕 ノズル方式のAGD

〔新技術〕 ターゲット方式のAGD

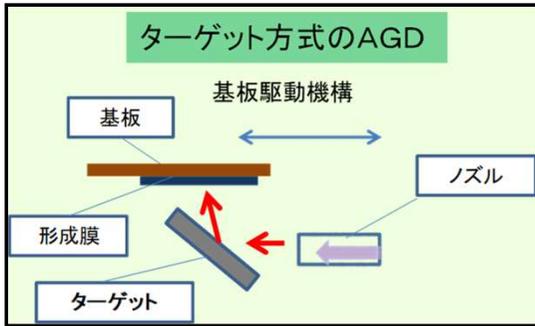


ノズル方式AGDの膜模式図

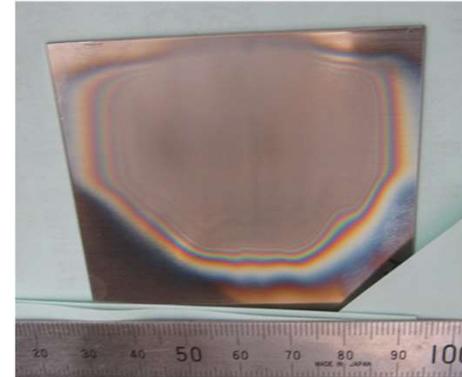


ターゲット方式AGDの膜模式図

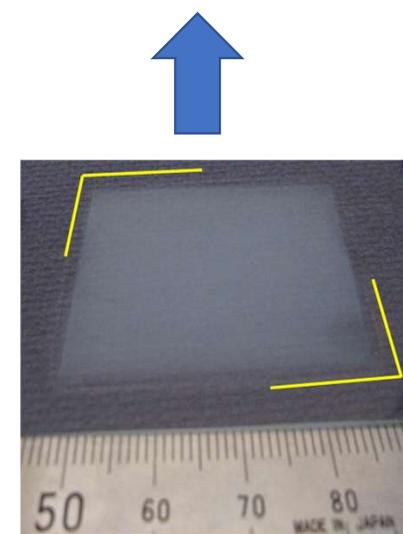
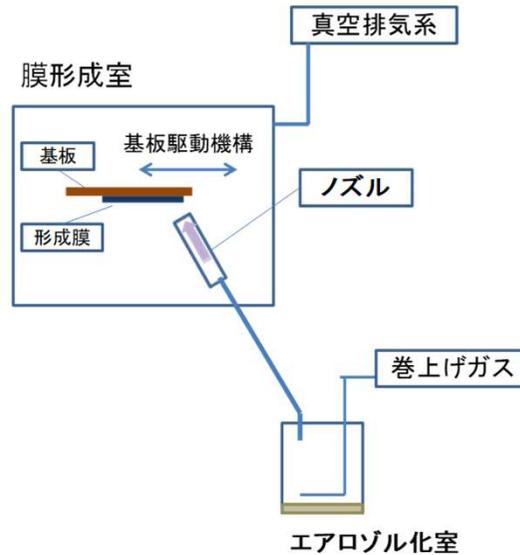
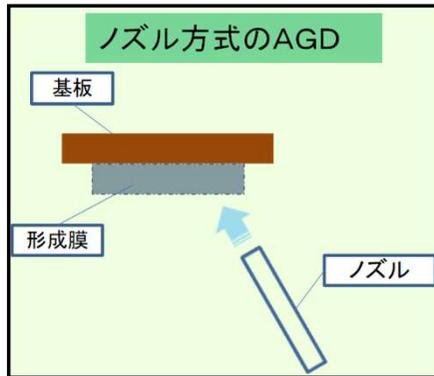
# 新規エアロゾル化ガスデポジション (AGD)の説明



- [新規AGDの特徴]**
1. 形成膜への原料粉などの混入を避ける
  2. ナノ粒子が隙間なく緻密につまった構成膜ができる



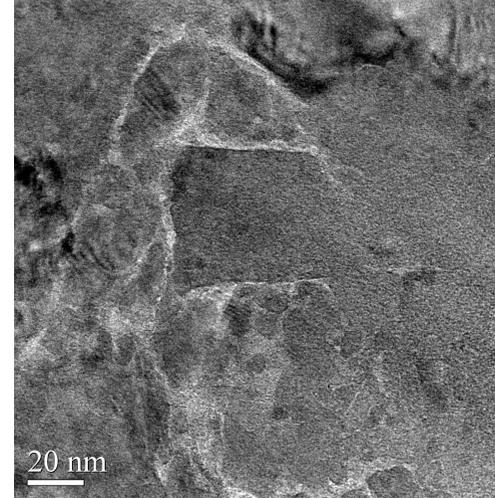
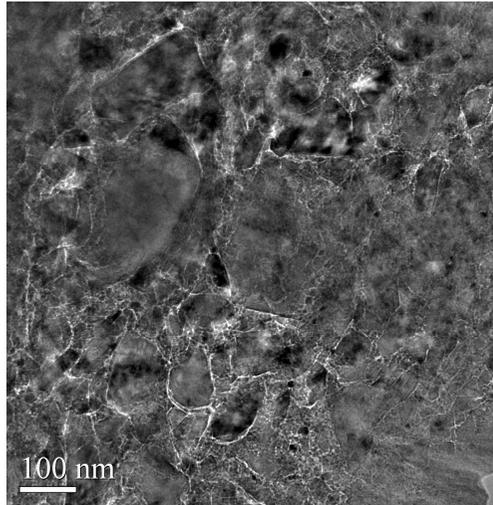
新規AGD成膜法によるアルミナ膜の写真  
(ステンレス鋼基板使用)



従来AGD成膜法によるアルミナ膜の写真  
(厚み5μm、ガラス基板使用)

# アルミナAGD成膜のTEM（ターゲット方式とノズル方式の比較）

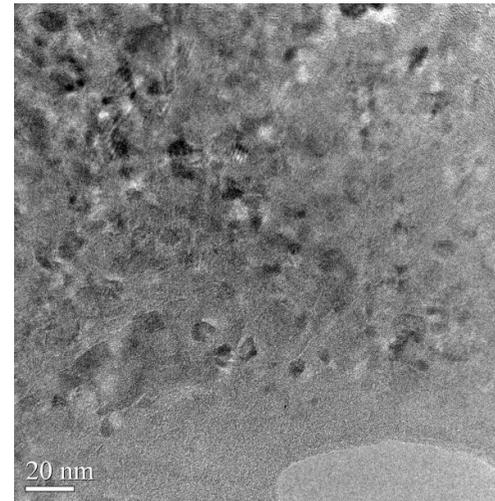
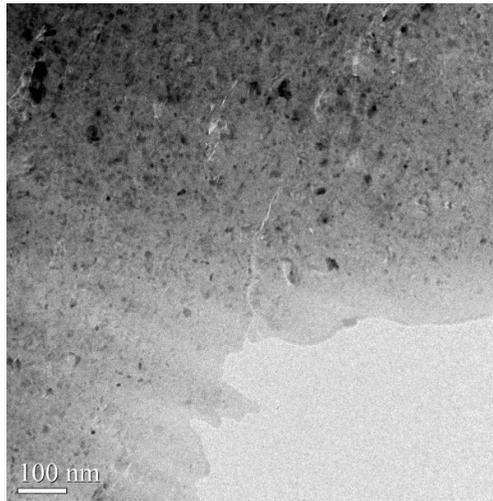
ノズル方式



粒子サイズ：  
5nmから20nm、  
200nmから300nm

JEM-2100F  
200kV

ターゲット方式

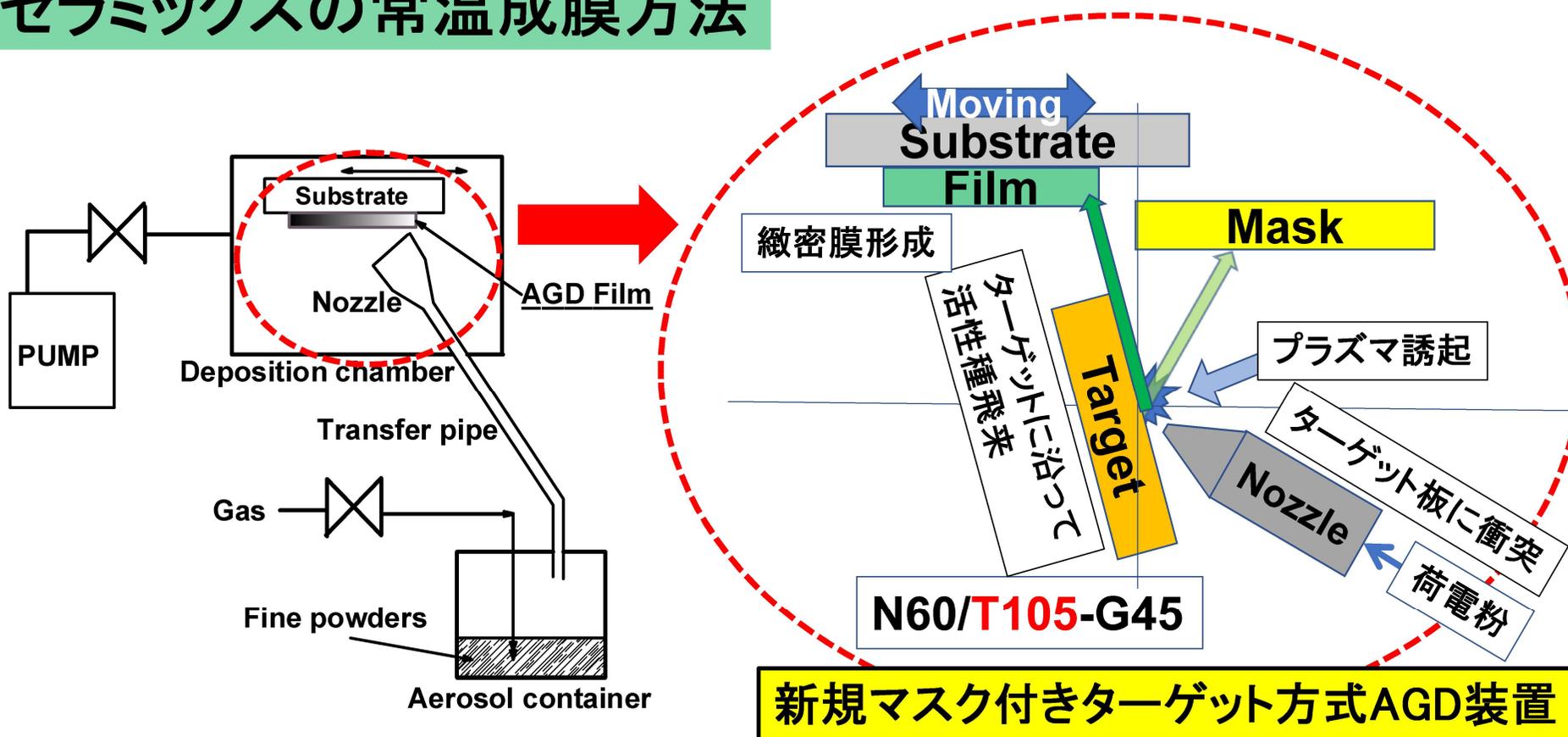


粒子サイズ：  
5nmから15nm

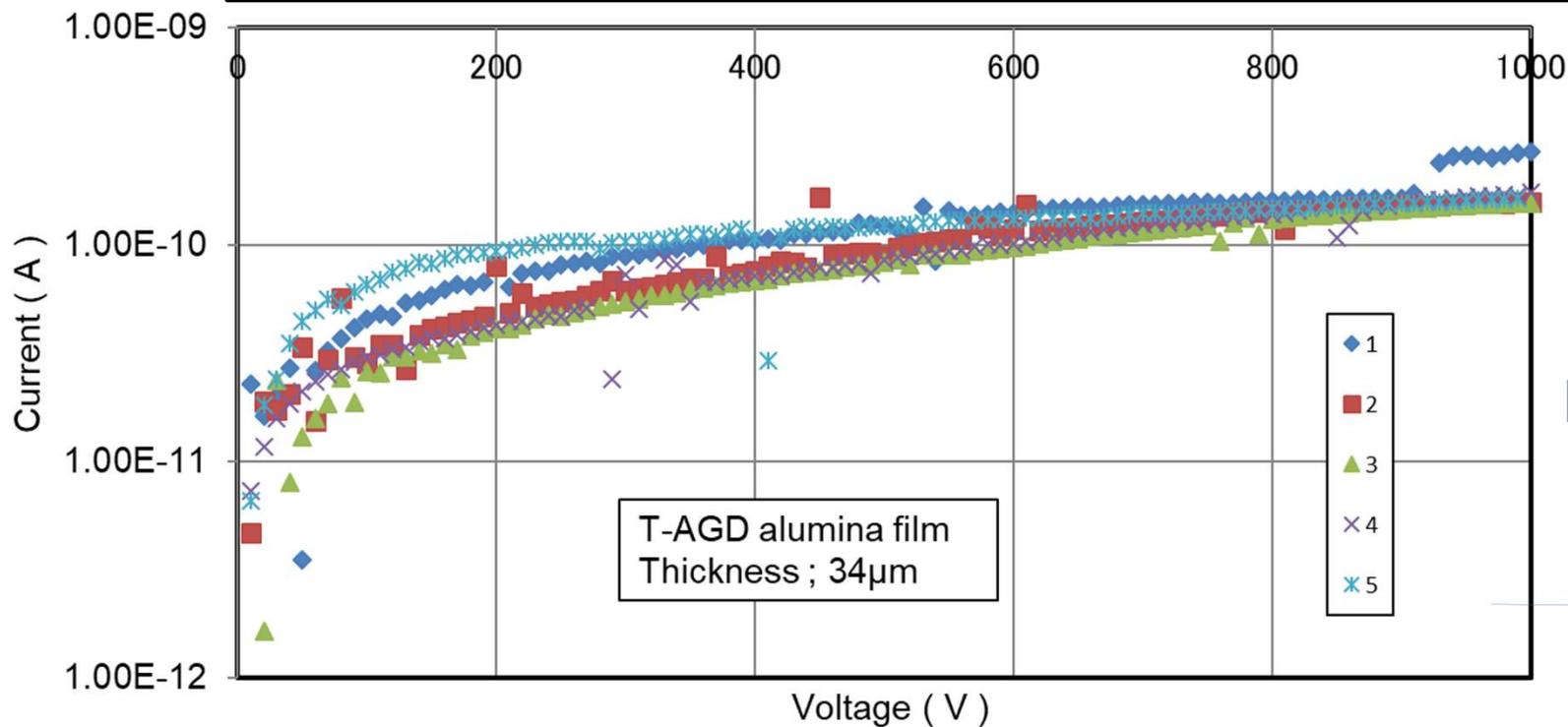
アルミナ膜断面のTEM像（膜中心部近傍）

# 概要 数kVの耐電圧を持つアルミナ膜作製装置およびその成膜処理

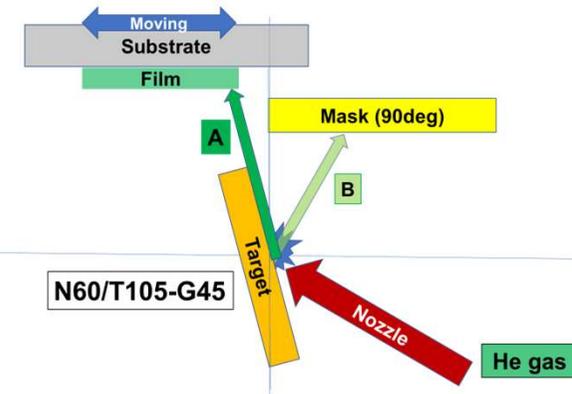
## セラミックスの常温成膜方法



## 新規マスク付きターゲット方式AGD装置 アルミナ膜の絶縁特性



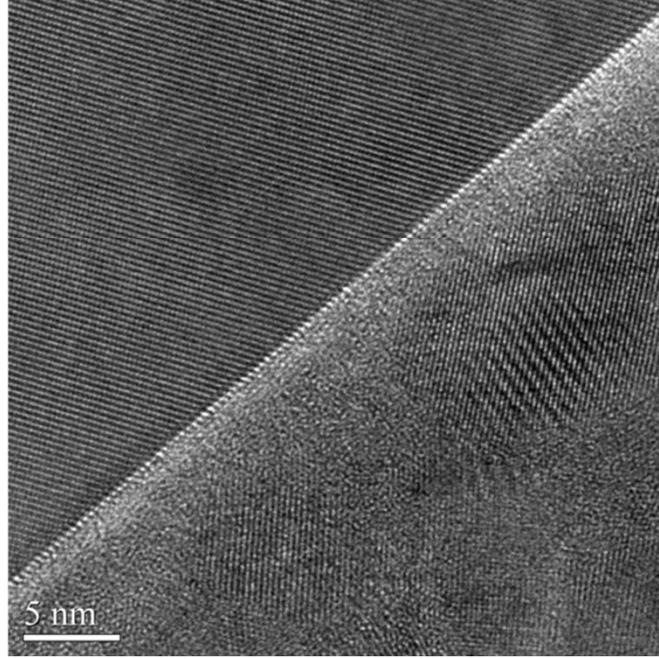
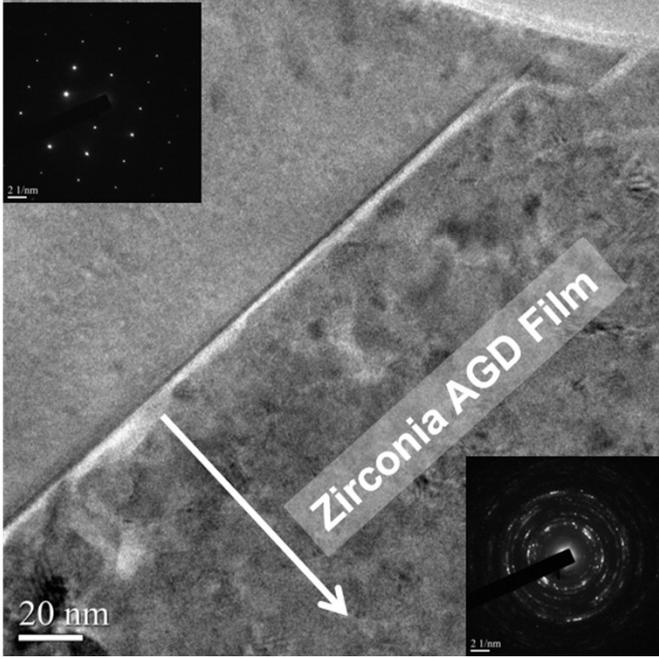
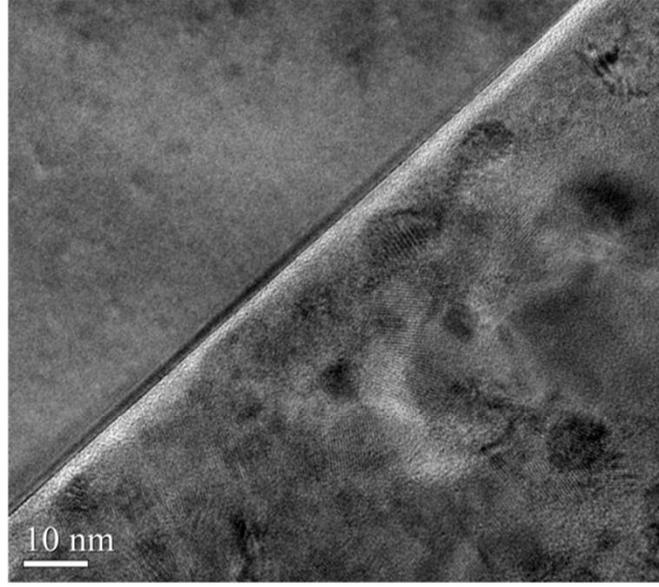
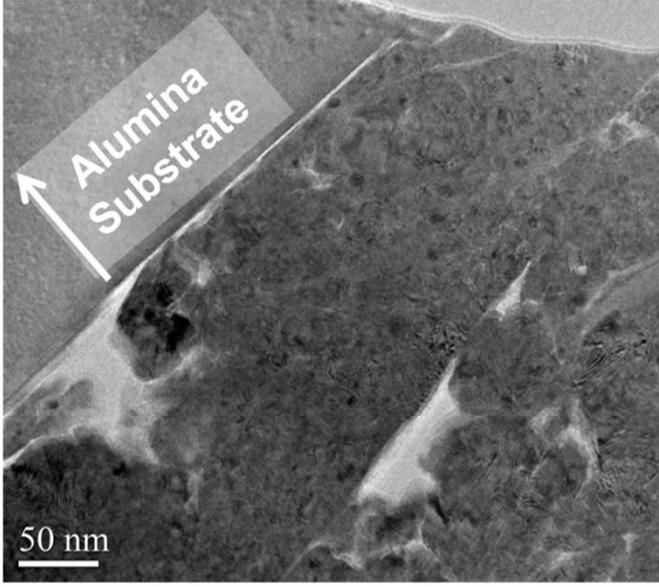
$1.83 \times 10^{-10} \text{ A}$



Volt-ampere characteristics of T-AGD alumina films by using helium gas.

T-AGD alumina film (30x40mm)  
 30mm width nozzle  
 Thickness ; 34 $\mu\text{m}$  (16min)  
 N60/T105-G45, 90deg Mask, He gas  
 Carrier Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> powder ; 47g  
 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> film weight ; 72mg  
 Target weight ; +12.5mg

- ◎Tm-AGDの成膜速度は1  $\mu\text{m}/\text{min}$ 以上と桁違いに速い。  
 (スパッタ法; 10nm/min)
- ◎スパッタに必須のプラズマを発生させる高圧電源が不要。
- ◎成膜圧力が200Pa程度で、高価な排気系が不要。  
 (装置コスト、有利)



ターゲット方式AGD  
ジルコニア膜 on アルミナ基板



競合優位性、  
新規性、独自性

バルク体の抵抗性能を超える高い絶縁破壊電界強度を持ったアルミナ薄膜の製造技術として重要な視点は、性能の高信頼性と高スループットおよび低コストである。

本成膜技術である常温成膜のマスク付きターゲット方式エアロゾル化ガスデポジション(Tm-AGD)法に対抗しうる成膜技術としては、スパッタ法(常温成膜)やCVD法(低温成膜)が想起されるが、T-AGD法は、成膜速度が桁違いに早く、特殊な電源や雰囲気が必要とせず、成膜工程が単純であるなど、既存の成膜法と比べ、生産コスト的に最も有利な製法である。

その他のセラミックス成膜法として、プラズマプレー法、レーザーCVD法および電子ビーム物理蒸着法などがあるが、800°Cを超える高温成膜雰囲気が必要であることより、ナノ粒子性を残存した絶縁膜の製法には不向きである。

電気絶縁および遮蔽コーティング膜として優位性のある、T-AGD法の主要世界特許(日米韓中英独仏)は取得済みで10年以上存続する。

## AGD成膜メカニズムと発光現象

AGDによる常温成膜にとって重要な因子

摩擦帯電でプラスに荷電された粒子

⇒ノズルから噴射

⇒基板に衝突、摩擦あるいは破壊

⇒発生する破壊電子と荷電粒子との相互作用

⇒誘発されたプラズマ発光現象

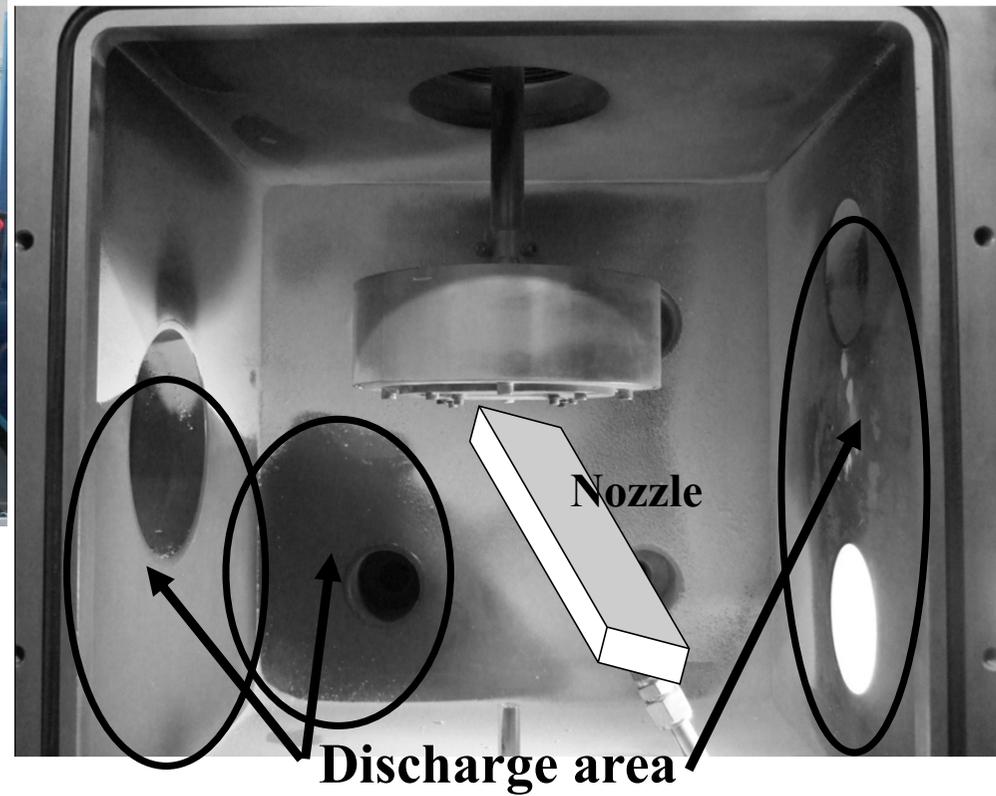
★プラズマ中、飛行粒子をスパッタし、活性種・  
微細ナノ粒子を生成、それが成膜に寄与する

## 発光現象について

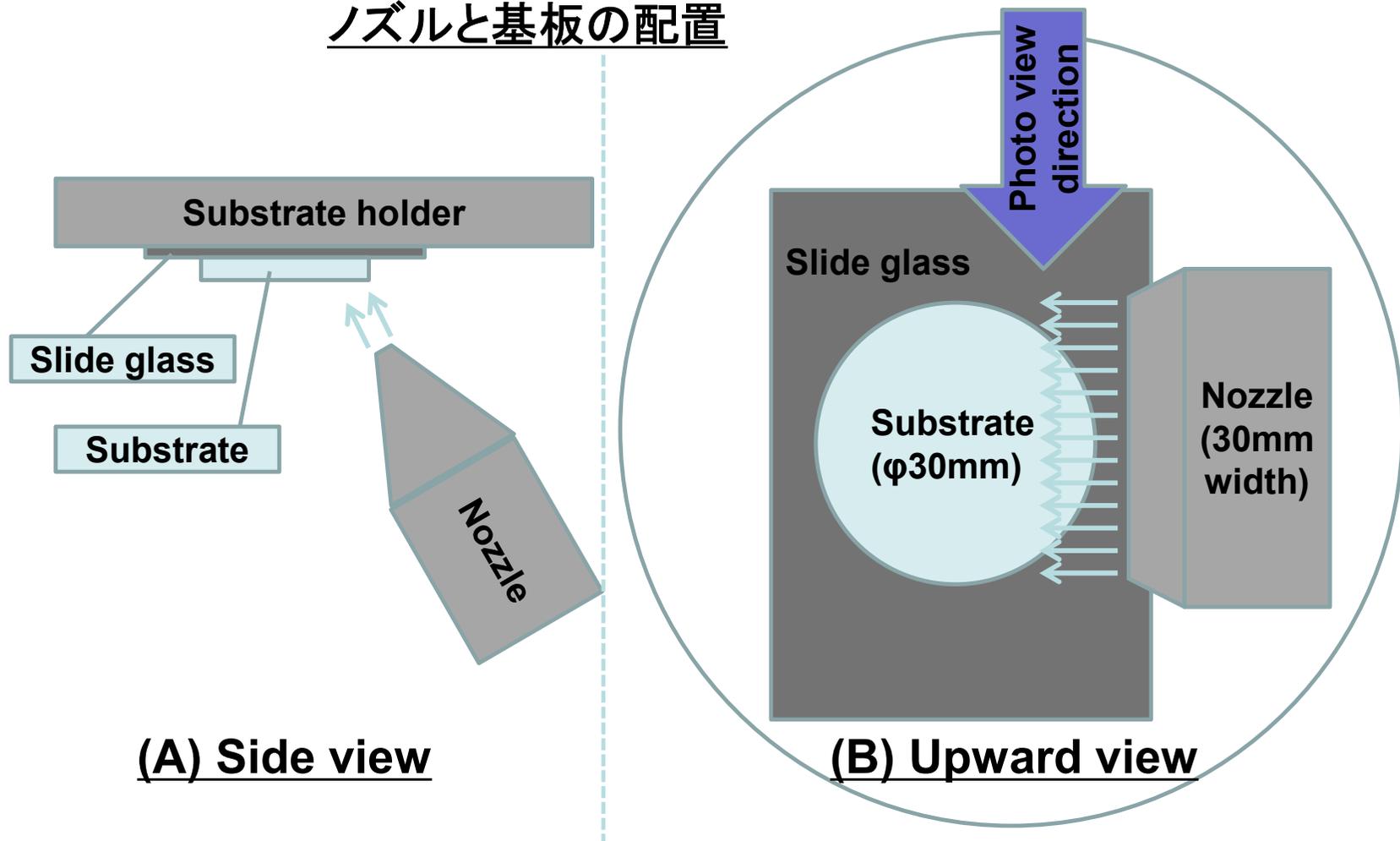


AGD装置の写真

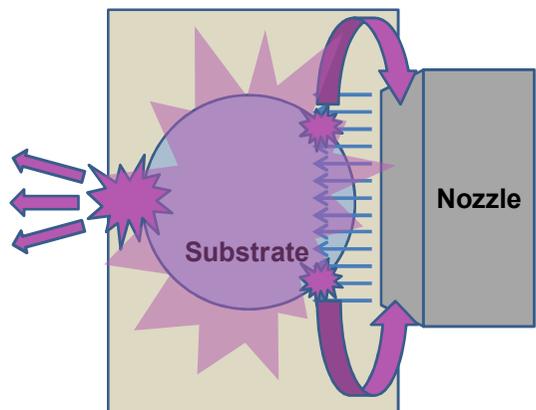
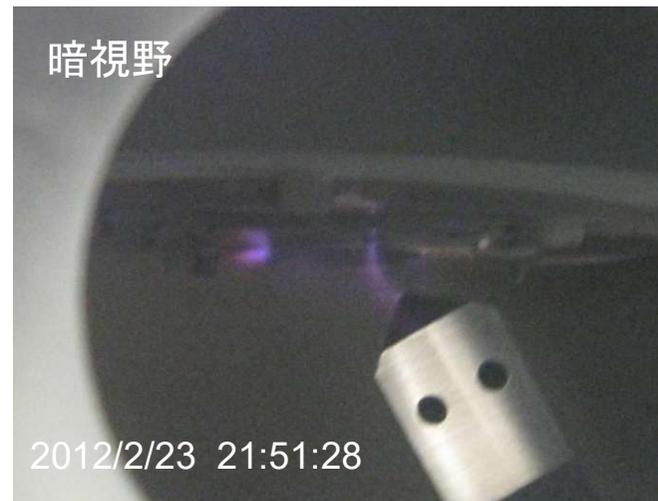
膜形成室内壁の放電痕の写真



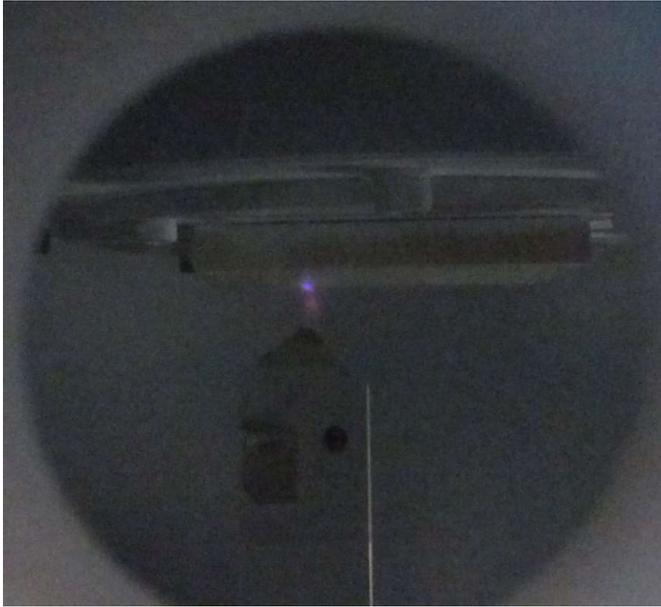
## ノズルと基板の配置



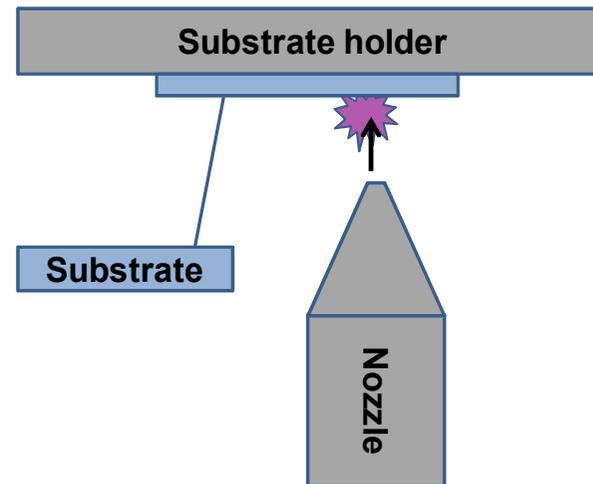
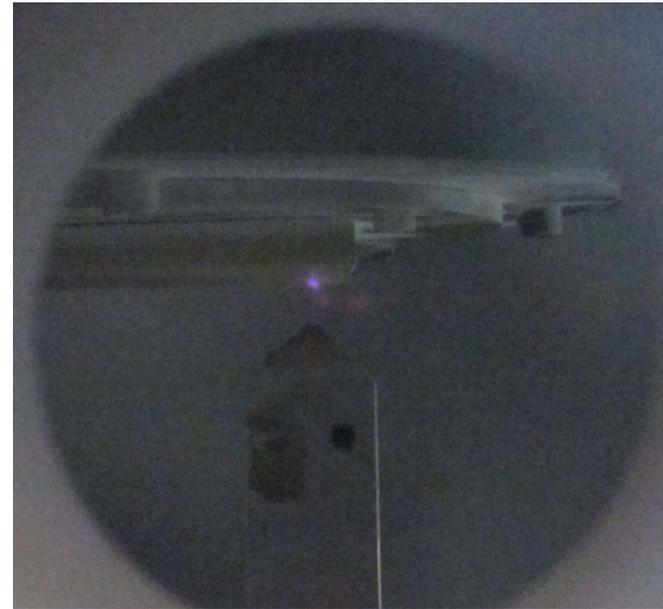
## AGD成膜時の発光現象の写真



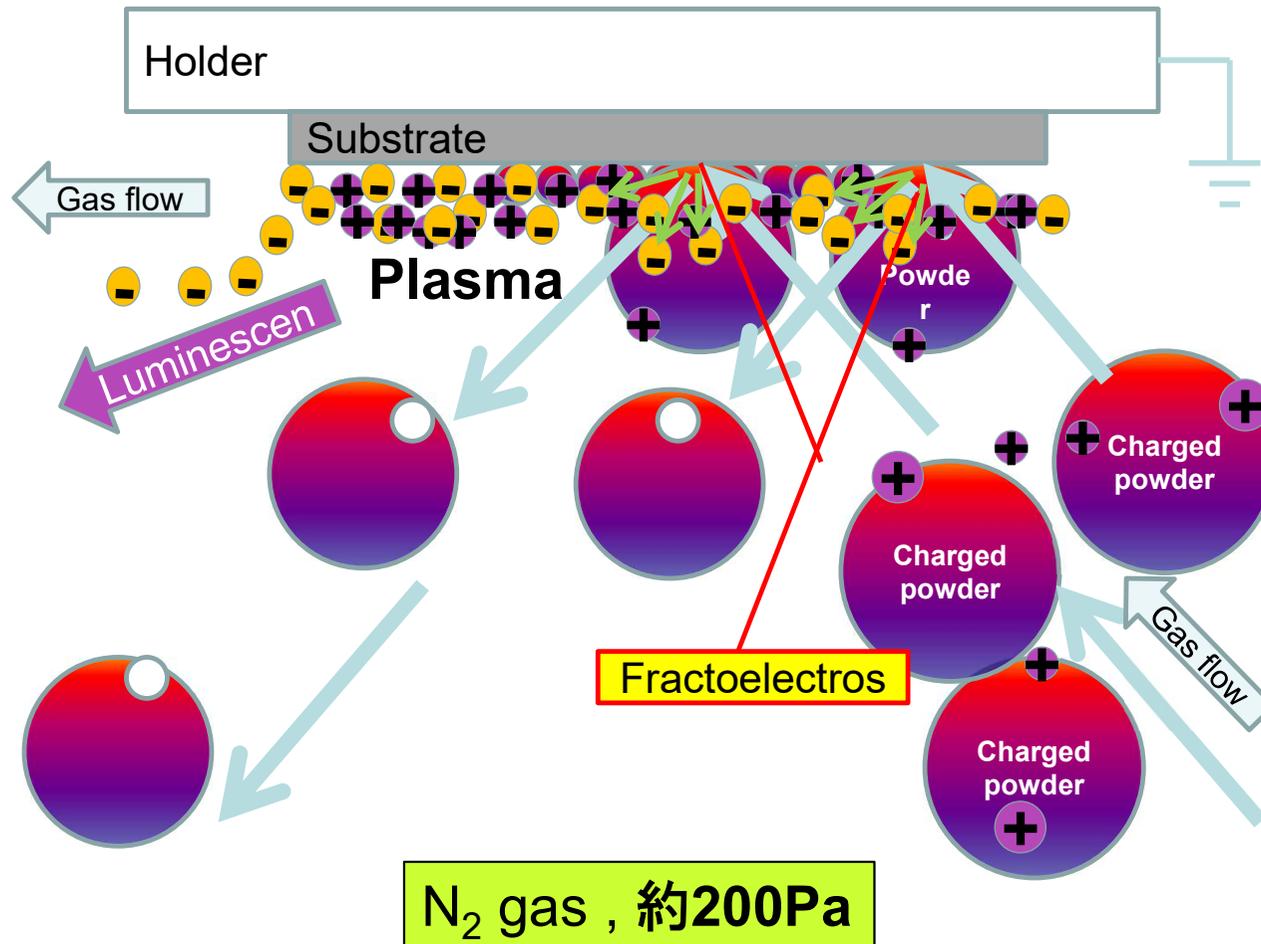
明視野写真でもテール部分の発光が見てとれる。  
暗視野写真では、基板面上の電荷が、近くにある  
ノズルへ流れ込んでいる発光の様子が伺える。



アルミナ膜形成時の写真



## AGD成膜プロセス (考察)

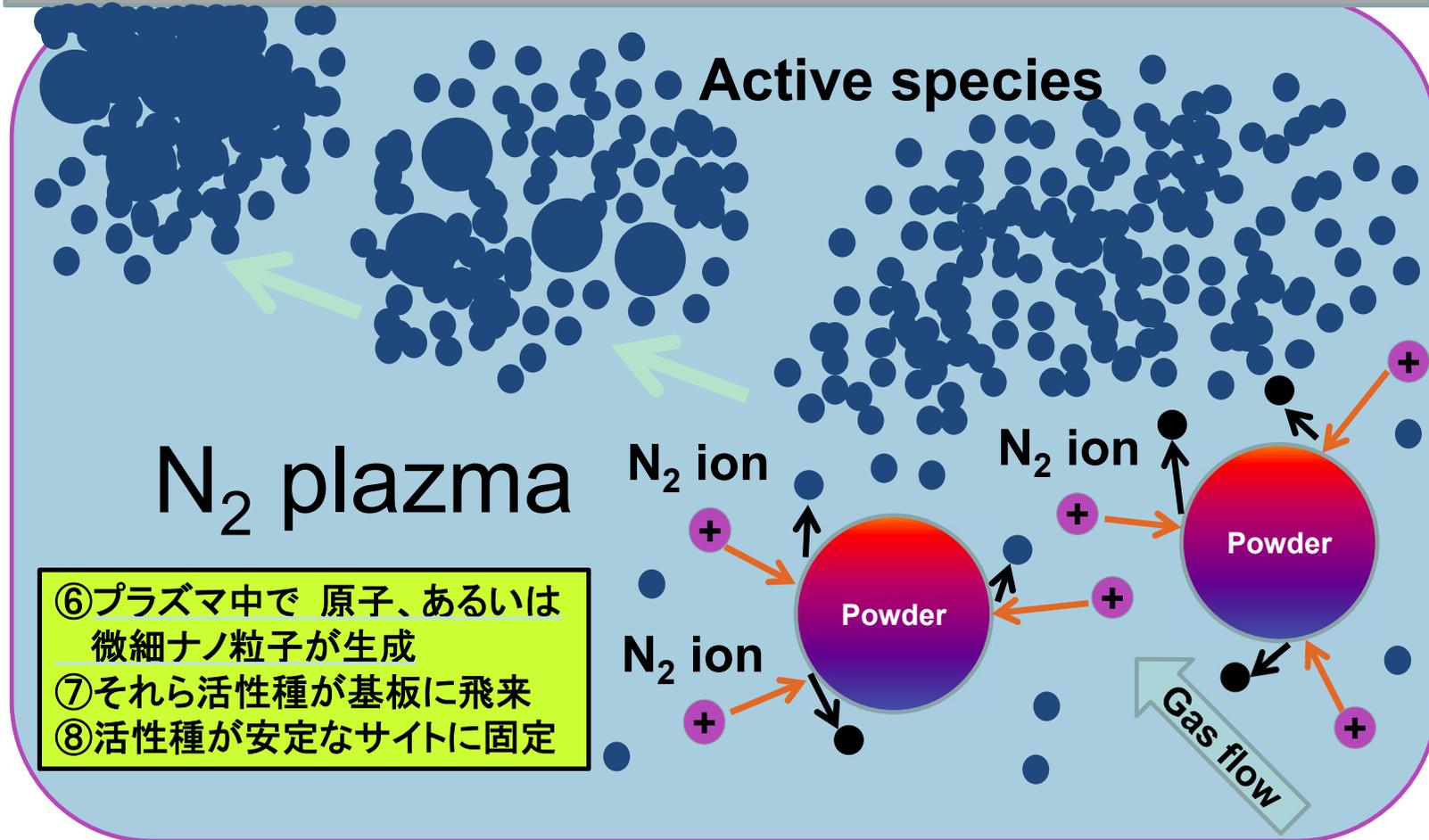


- ① プラス電荷の粒子
- ② その荷電粒子に基板近傍で、電子放出(放電)
- ③ 粒子が衝突破壊
- ④ 破壊電子がでる
- ⑤ それらの電子が窒素ガスを電離し、プラズマ発生
- ⑥ そのプラズマの陽イオンが飛来粒子の表面を叩く
- ⑦ プラズマ由来のナノ粒子が生成(スパッタ現象)
- ⑧ そのナノ粒子が基板へ堆積する

## 提案するAGD成膜原理の説明図②

Holder

Substrate



# エアロゾル化ガスデポジション装置

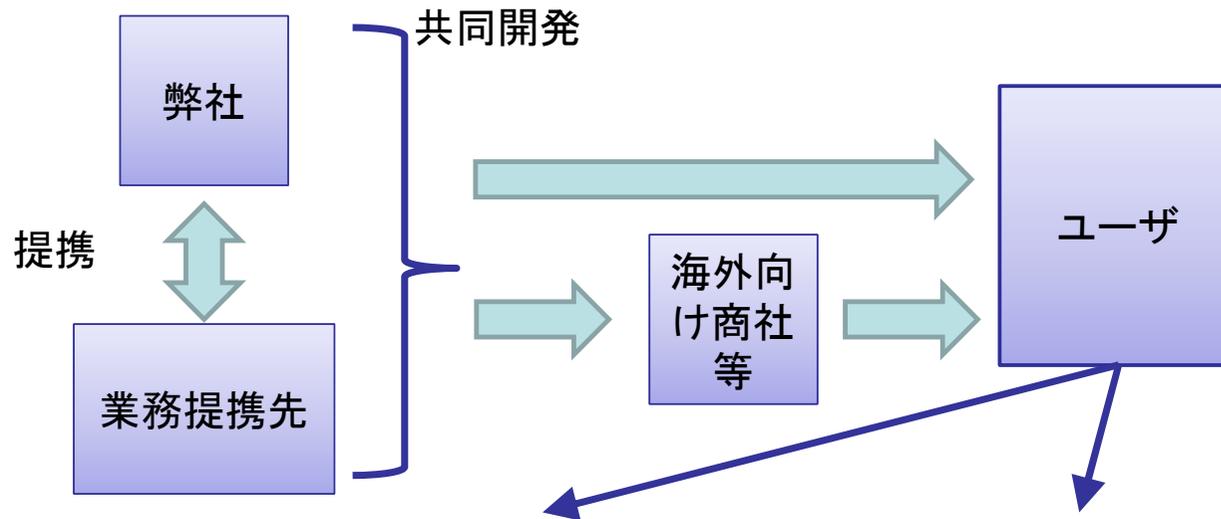
## 適用分野

要求仕様 ターゲット方式AGDおよびノズル方式AGD装置

	分野	目的	粉材料	基材
1	電気部品	電気絶縁膜	アルミナなど	メタル、有機
2	半導体製造装置 内壁	耐プラズマ膜	イットリア系	メタル、セラミックス
3	化学プラント、 掘削パイプ内	硫黄系への耐食・ 耐熱膜	ジルコニア	メタル
4	固体電池など	正極材料膜など	LCO、Si系、S系、 YSZなど	メタル、セラミックス、 ガラス、有機
5	鋳型材、建材	耐熱、耐食などの 膜	アルミナ、ジルコ ニア	メタル、セラミッ クス、有機
6	その他持ち込み 検討材料	多目的	多数材料 例えば、Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> 、 Pb(Zr <sub>0.52</sub> Ti <sub>0.48</sub> )O <sub>3</sub>	多数材料

# エアロゾル化ガスデポジション装置

## 事業モデルのアウトライン



	業界
1	電気機器メーカー
2	自動車メーカー
3	携帯端末メーカー
4	半導体製造メーカー
5	半導体関連装置メーカー

	業界
6	自動車部品メーカー
7	鉄鋼メーカー
8	粉原料メーカー
9	重工業メーカー
10	建材メーカーなど

# エアロゾル化ガスデポジション装置

## ビジネスマッチングについて

マッチング先として希望する業種／業界	弊社と連携することによるメリット
AGDの量産化に向けて、共同で事業化に取り組む意向がある企業	
A. 真空装置の取り扱いがある企業 B. 機械装置メーカー C. AGDの用途分野となる、デバイスメーカーの生産子会社 など	◎AGDの量産化に成功した場合、同装置を活用した事業化が可能になる。 ◎競合技術であるスパッタリングで、成膜速度が遅く、実用化できなかった分野などは、成膜速度が桁違いに速いAGDの用途分野となりうる。 装置コスト、電気代等のランニングコストでも優位性あり。