

「次世代半導体デバイスを支える『製造装置用低発塵性部材』の開発」で

## 第6回 ものづくり日本大賞 「内閣総理大臣賞」を初受賞

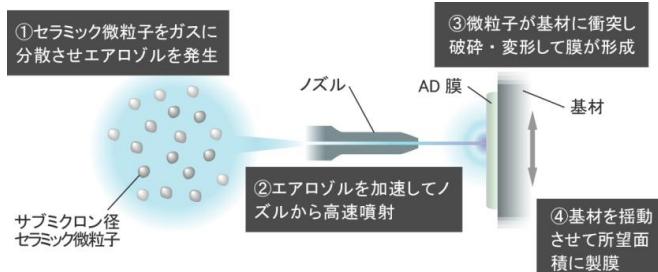
～エアロゾルデポジション法による製膜技術で、品質・歩留まり向上に貢献～

TOTO 株式会社(本社:福岡県北九州市、社長:喜多村 円)は、「次世代半導体デバイスを支える『製造装置用低発塵性部材』の開発」で、第6回ものづくり日本大賞「内閣総理大臣賞」(製品・技術開発部門)を受賞しました。TOTO が「内閣総理大臣賞」を受賞するのは、今回が初めてとなります。表彰式は2015年11月9日(月)に首相官邸で行われる予定です。

「ものづくり日本大賞」は、日本の産業・文化の発展を支え、豊かな国民生活の形成に大きく貢献してきたものづくりを着実に継承し、さらに発展させていくため、ものづくりの第一線で活躍する各世代のうち、特に優秀と認められる人材を顕彰する制度です。2005年より隔年で実施され、今回で6回目となります。

今回、「製造装置用低発塵性部材」の開発に携わった TOTO および TOTO グループ会社の計7名が受賞しました。同部材は、TOTO が世界で初めて実用化・量産化に成功した日本発祥の独自技術「エアロゾルデポジション(AD)法」により部材表面に超緻密なセラミック膜を形成することで、半導体の製造プロセスにおける課題であった粉塵(パーティクル)発生数を約1/10~1/20に抑制、部材寿命を約10倍にするものです。同部材により、微細化が進む半導体の製造プロセスにおいて、品質や歩留まりの向上に貢献しています。

TOTO は技術の独創性を大切にするだけではなく、本当の意味での難しさであるその実用化・事業化を具現化することで真の意味での社会貢献を体現しています。今回の受賞においては、本件が日本の産業競争力の維持・発展のモデルケースになりうる点が、あわせて高く評価されています。



AD 法とは、国立研究開発法人産業技術総合研究所が独自に発見した常温固化現象を利用した革新的なコーティング技術で、セラミックの微粒子をガスに混ぜてタバコの煙のようなエアロゾル状態にし、ノズルを通して高速噴射して基材に衝突させることで、基材の表面に高緻密・高密着なセラミック膜を常温で形成する技術です。「セラミックは焼いてつくるもの」という常識を覆す技術として、さまざまな分野への応用が期待されています。

TOTO では、1999 年より産業技術総合研究所の前身機関の一つである工業技術院機械技術研究所と共同研究を開始し、2005 年より半導体製造装置向けの AD 法によるセラミック膜の技術開発とマーケティングを開始しました。また、AD 法の実用化・事業化においては、产学連携にて標準化・知財化戦略を構築していました。

半導体製造にはプラズマが欠かせませんが、装置内部がプラズマで傷ついて粉塵(パーティクル)が発生すると、品質や歩留まりが悪くなります。日本発祥の独自技術として育成された AD 法によるイットリア(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)コーティングは、プラズマに対して非常に高い耐食性があることが高く評価され、2012年度後半より半導体製造装置向けの需要が急増しています。

上記写真・イラストの高解像度データは、右記 URL よりダウンロードいただけます。 <http://www.toto.co.jp/company/press/2015/10/28.htm>

## エアロゾルデポジション(AD)法

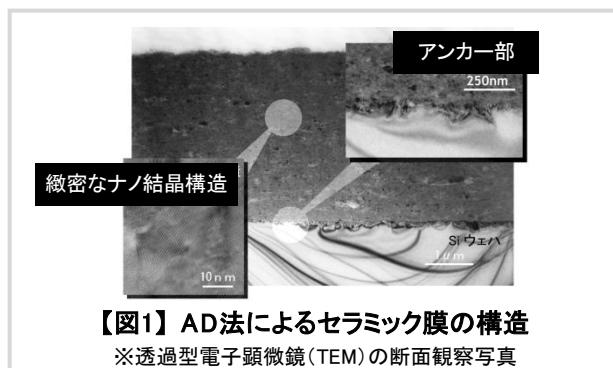
### 1 AD法の原点

エアロゾルデポジション(AD)法の発想の原点は、NASAのスペースシャトルでした。帰還後のスペースシャトル表面には固い付着物がこびりつき、NASAでは付着物の除去に苦慮していました。産業技術総合研究所とTOTOでは、逆に付着物がこびりつくプロセスに注目し、「スペースシャトルの飛行中に起きている現象を再現できれば、焼かずにセラミック膜をつくれるはずだ」と考え、2001年よりNEDO<sup>\*</sup>のテーマとして共同研究を開始し、実用化したものです。

\* 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

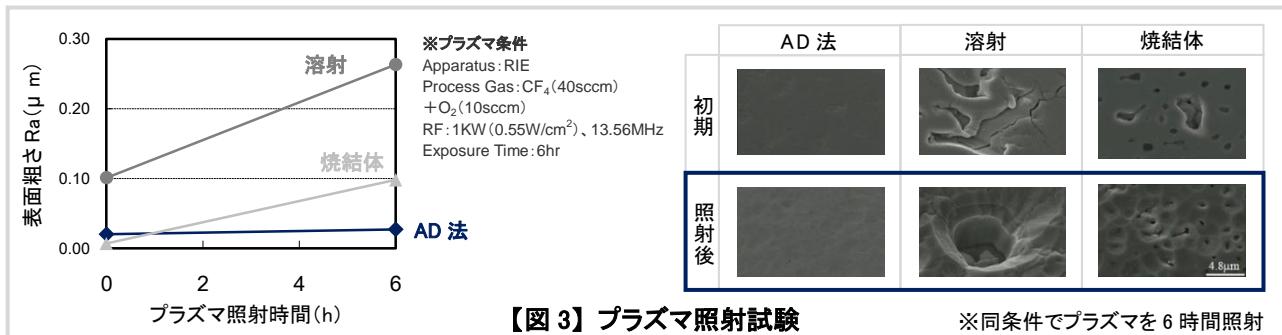
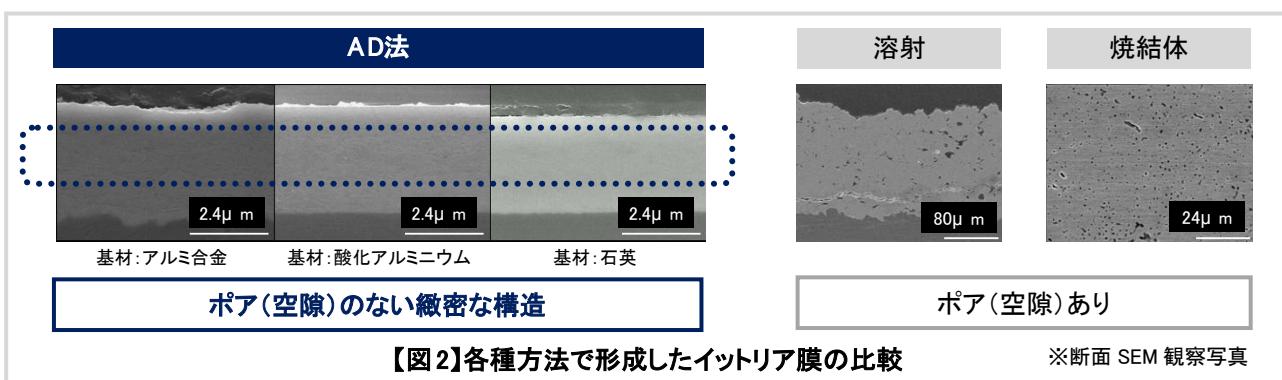
### 2 AD法によるセラミック膜の構造

AD法では、0.1～5ミクロンのセラミック微粒子をガスに混ぜ、音速に近い秒速150～400メートルのスピードで基材に衝突させることで、セラミック膜を常温で形成します。緻密なナノ結晶構造を形成する上、基材に食い込むアンカ一部があるため、高い密着力もあります【図1】。



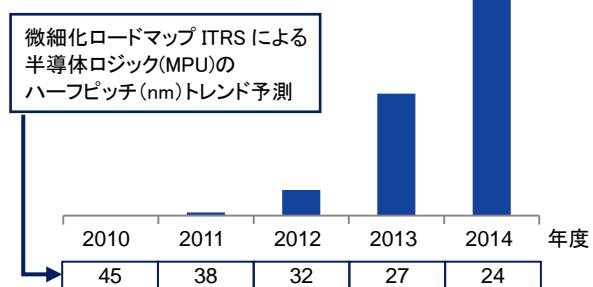
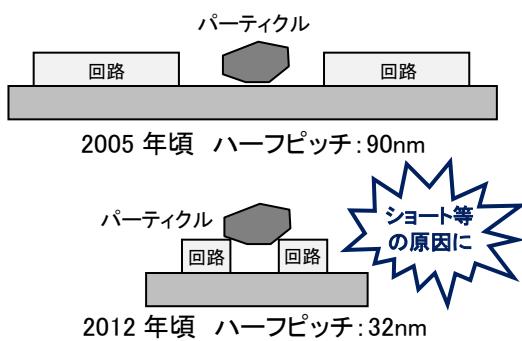
### 3 AD法によるイットリア膜の特長

AD法によるイットリア( $\text{Y}_2\text{O}_3$ )膜は、その高い耐プラズマ性により、半導体製造装置の内部部材へのコーティングとして利用されています。従来製法は、溶かしたセラミックを吹き付ける「溶射」や、セラミックを焼き固める「焼結」によるものでしたが、AD法はそれらに比べて、空隙(ポア)のない非常に緻密なイットリア膜を形成できます【図2】。また、プラズマ照射後の表面粗さの変化を見ても、AD法が最も少ないことがわかります【図3】。これは、半導体製造装置内の粉塵(パーティクル)の発生が、AD法によるイットリア膜が最も少ないことを意味し、半導体製造時の歩留まり向上に貢献できます。



## 半導体のトレンドとAD法の需要

半導体は、電気回路の線幅と間隔(ハーフピッチ)を狭めることで、高性能化・高集積化が進んできました。2005年にはハーフピッチが90ナノメートルほどでしたが、2012年頃には30ナノメートル以下になってきました【図4】。そのため、微細なパーティクルであっても回路ショートなどの製品不良の原因となりやすくなってきたため、パーティクル発生を抑えるAD法によるイットリア膜の需要が2012年より急激に伸びてきています【図5】。2014年度は、対前年度に対し約2倍の成長を実現。2015年度以降も、引き続き半導体分野での適用部位を広げると共に、半導体以外の分野への応用検討も始めています。



## 受賞者

清原 正勝(TOTO株式会社)、鳩野 広典(TOTO株式会社)、伊藤 朋和(TOTO株式会社)、  
佐伯 義光(TOTO株式会社)、岩澤 順一(TOTO株式会社)、新田 安隆(TOTO株式会社)  
宮川 裕希(TOTOファインセラミックス株式会社)

## 「ものづくり日本大賞」 TOTOの受賞歴

回	賞名	部門名	案件名
第1回 (2005年)	経済産業大臣賞	—	光触媒技術の開発、多機能タイル・塗料・建材への応用、ライセンス事業
第1回 (2005年)	優秀賞	—	環境配慮とユニバーサルデザインを兼ね備えた最先端トイレ「ネオレスト」の開発
第5回 (2013年)	特別賞	海外展開部門	エコウォッシュヤーモデルチェンジ品開発によるウォシュレット市場の基盤構築
第5回 (2013年)	優秀賞	製造・生産プロセス部門	プラットフォーム化によって実現された、ウォシュレットの生産プロセス改革
第6回 (2015年)	内閣総理大臣賞	製造・生産プロセス部門	次世代半導体デバイスを支える「製造装置用低発塵性部材」の開発

## TOTO のセラミック事業について

TOTO では、1984 年にセラミック事業部を発足して以来、30 年にわたり工業セラミック商品を提供してきています。半導体産業、光通信産業などの先進産業分野で培ってきた、素材開発、設計、生産技術、評価解析技術などの実績をもとに、半導体／液晶製造装置メーカー／通信デバイスメーカーなどのお客様に最適なソリューションを提案し、広く社会に貢献できる商品を提供しています。

TOTO セラミック事業部での主な生産商品	
精密構造部品分野	○大型ガイド軸 ○エアスライド ○測定工具 ○高比剛性セラミックス(SiSiC) ○低熱膨張セラミックス(コーディエライト)
半導体プロセス分野	○静電チャック ●AD 法によるセラミック膜 ○ボンディングキャピラリー
光伝送分野	○レセプタクル
照明分野	○発光管

TOTO セラミック事業部概要	
国内販売拠点	TOTO 東京汐留事業所(東京都港区)
海外販売拠点	TOTO AMERICAS HOLDINGS, INC.(カリフォルニア州サンノゼ)
開発・製造拠点	TOTO フайнセラミックス株式会社 本社・中津工場(大分県中津市)、茨城工場(茨城県桜川市)
研究拠点	総合研究所(神奈川県茅ヶ崎市)