

9. プラズマエッチング実機評価による導電性プラズマ耐性新材料開発

日本タングステン株式会社 基礎技術センター長 永野 光芳
産業技術総合研究所 生産計測技術研究センター プラズマ計測チーム 研究チーム長 上杉 文彦

1. 研究開発の概要

半導体製造の歩留低下の原因となる異常放電に起因するパーティクル発生を抑制可能な、導電性高プラズマ耐性セラミックス部材の開発を進め、 Y_2O_3 等のセラミックス部材で導電性の発現と高プラズマ耐性の両立を実現し、サンプル製造もφ300mmサイズまで対応可能になるまでに至りました。

2. 研究開発の発端

日本タングステンではポアレスの緻密で高品位なセラミックス素材製造や新材料開発を数多く進め、これまでさまざまなセラミックスの用途開発を実現してきました。例として HDD 用薄膜磁気ヘッドのセラミックス基板や半導体製造に使用される真空チャックなどの耐摩耗装置部材などを実用化してきました。セラミックスは絶縁性であるため、静電気対策などの電気特性を有する新しいセラミックス材料、プラズマエッチングに強い材料の開発を検討していましたが、産業技術総合研究所主催のプラズマ研究会に参加し、研究会の中で産官学連携をもって共同研究の可能性を見出しました。

3. 共同研究体制の始まり

日本タングステンの開発材料を産業技術総合研究所にてプラズマエッチング特性を評価し、そのデータをフィードバックしてプラズマエッチング特性に最適な材料開発を共同で進めることになりました。

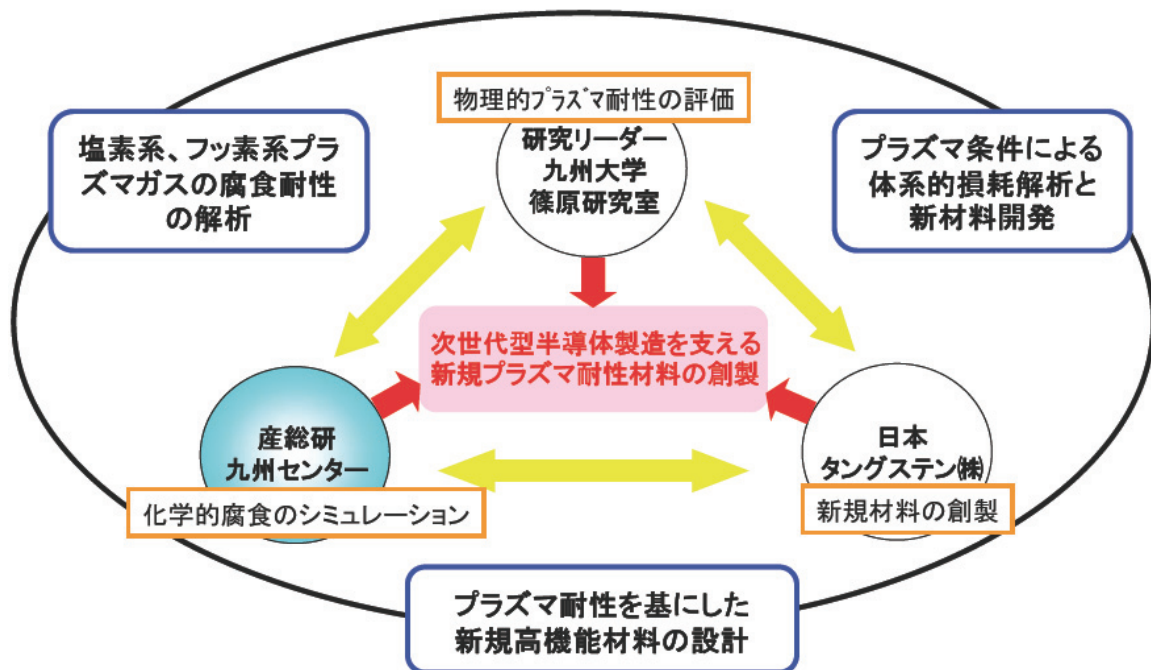


図1 第一次共同研究体制

平成20年度は、九州イノベーション創出促進協議会事業広域連携調査「LSIを高品質で安定に量産するための半導体製造装置の開発を目指した部材および構成機器に関する調査研究」として、第一次共同

研究体制を組み、プラズマ耐性と材料特性の評価を進めました。

平成 21 年度では第二次共同研究体制として、図 1 に示すように、九州地域戦略産業イノベーション創出事業研究開発事業「導電性を有する半導体製造装置用高プラズマ耐性新規材料の開発」を進め、より具体的なテーマに絞りこみ、プラズマ耐性材料として適した材料の選定を進めました。

平成 22 年度にセラミックス導電化の基礎技術を開発した後、平成 23 年には、図 2 に示す体制で、平成 22 年度補正予算地域イノベーション創出研究開発事業「プラズマエッチング実機評価による導電性プラズマ耐性新材料開発」にて量産化、製品化に向けた開発を行なった。粉末冶金技術により作製するバルク製品の開発では、原料から焼結まで全工程での条件適正化を行うことで、品質向上を実現しました。

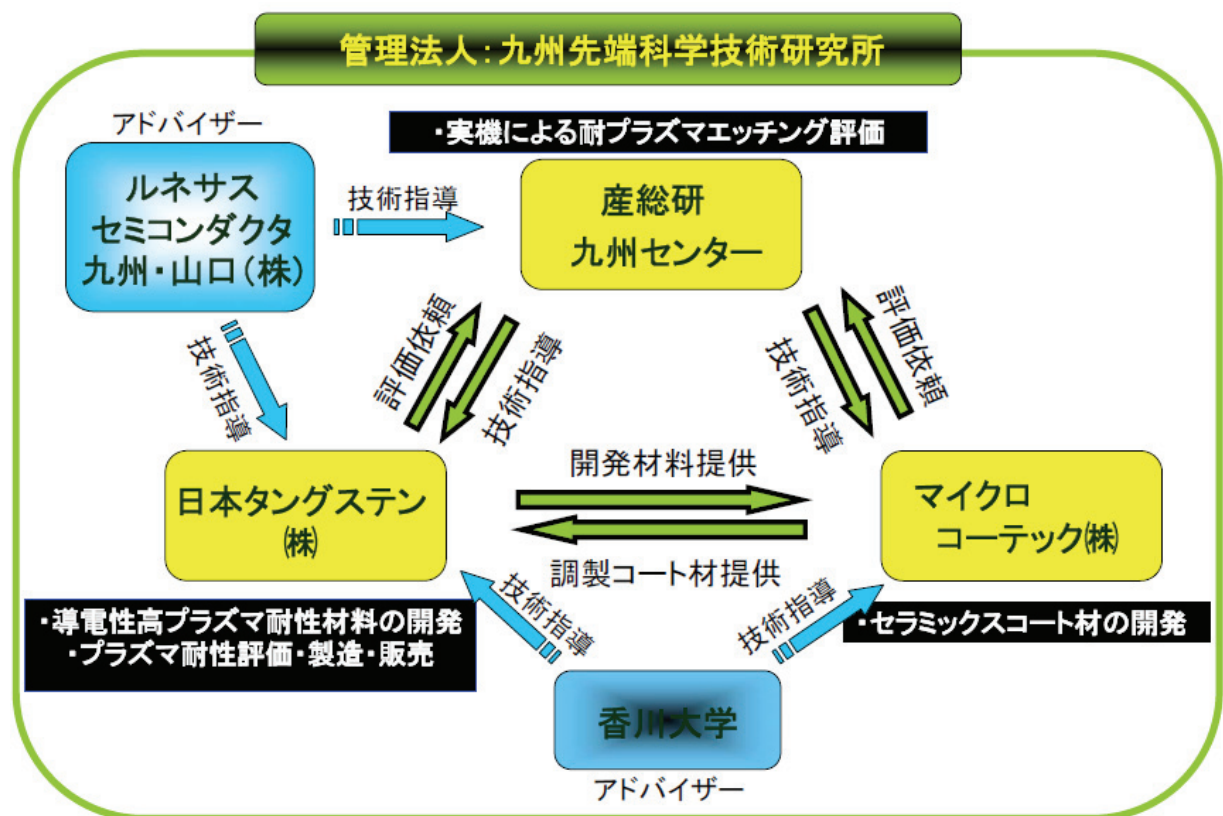


図 2 第二次共同研究体制

4. 研究開発の目標

本研究の目標は、近年の半導体製造工程で最も大きな課題となっているプラズマエッチング工程での歩留や品質向上を阻害するパーティクルの発生を抑制できる装置部材のプラズマエッチング耐性を向上させることです。図 3 に示すように、現行のアルマイト処理したアルミニウム合金やアルミナセラミックスなどよりも性能が良く、また最近注目されているイットリアセラミックスと同等以上の性能を示すこと、また、静電気によるパーティクルの付着を防止する電気的特性を有することを目標としました。

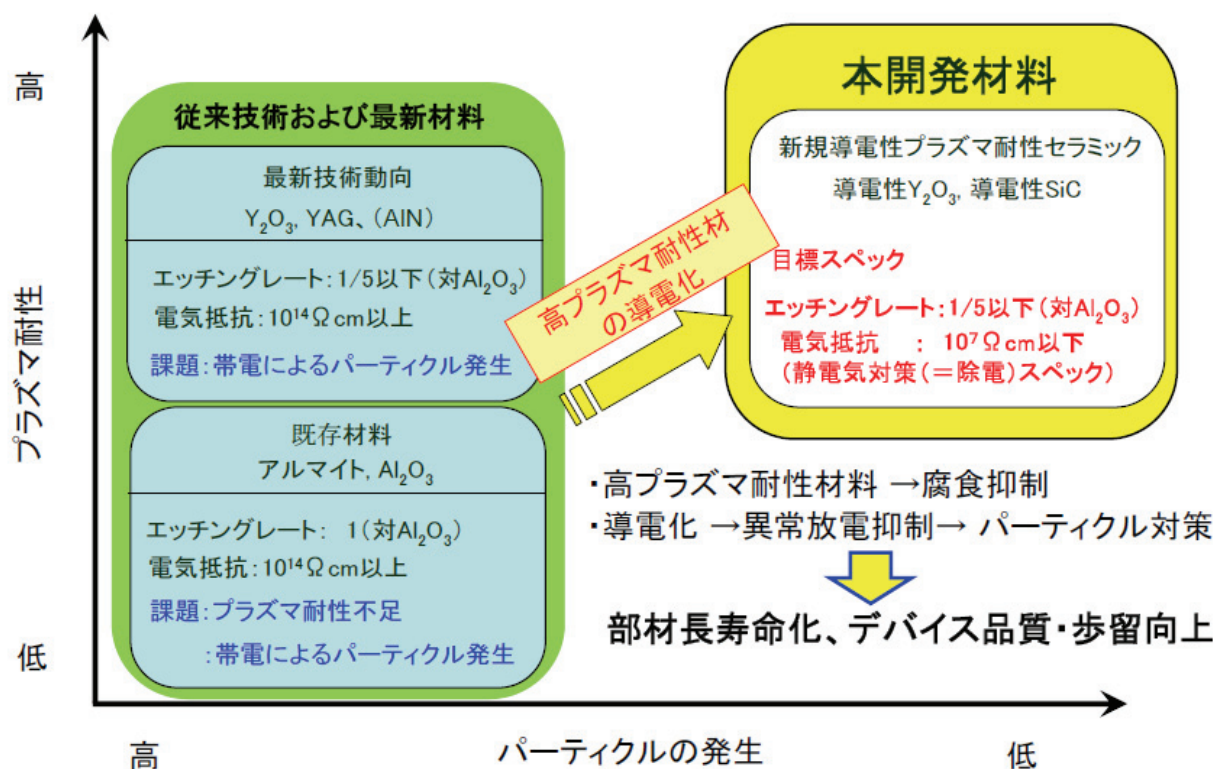


図3 共同開発研究の目標

5. 社会や業界への貢献

LSIの生産では品質の高さが求められますが、中でも車載用LSIは不良個数ゼロという高品質が求められます。不良発生の大きな要因は、装置内壁部材の化学的腐食によるパーティクル発生と内壁の帯電に起因する異常放電であり、プラズマエッチング工程において多く発生します。現状生産されている半導体の品質や歩留の改善の観点からパーティクルが発生しにくい製造環境が必要となり、また、これからの半導体製造では、高スループット化に伴うプラズマのハイパワー化やより一層の腐食性ガスの活性化により、装置内部はより過酷な環境下に晒されると予測されます。高プラズマ耐性材料、特に異常放電を低減可能な導電性高プラズマ耐性材料への期待は大きく、本開発材は半導体製造の歩留向上に寄与できるものであると期待しています。また、幅広い製品への応用を考え、高プラズマ耐性のコート材開発も進めています。

6. 具体的な開発施策

(1) 材料開発

本研究の開発材料で第一候補となるのは、耐食性に優れるセラミックス材料とし、プラズマエッチング評価を産総研九州センターの実際の製造設備を使用して評価結果をフィードバックし、さらに性能向上を目指して新材料を開発しました。

材料開発では、図4に示すとおり、目標とする材料の性能発現の方法として、結晶間の層を導電化する結晶粒界改質法と結晶そのものを導電化する結晶改質法の2通りで開発を進めました。

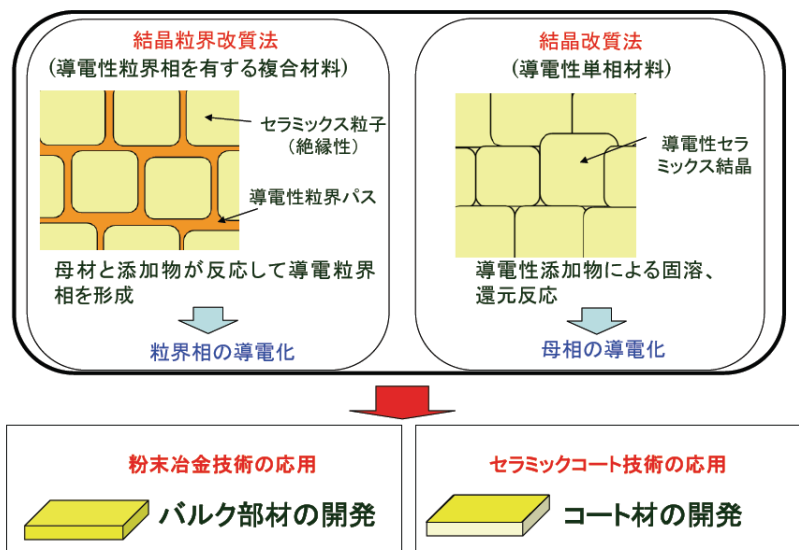


図4 導電性セラミックス材料開発の方策

(2) 材料性能評価

開発したセラミックス材料のプラズマエッチング評価は産総研九州センターの実際の製造設備を使用し、実際の半導体製造工程と同じフッ化物ガスとプラズマを用いた条件下で評価し、結果をフィードバックしながら目標とする材料開発を進めました。実験内容を図5に示します。

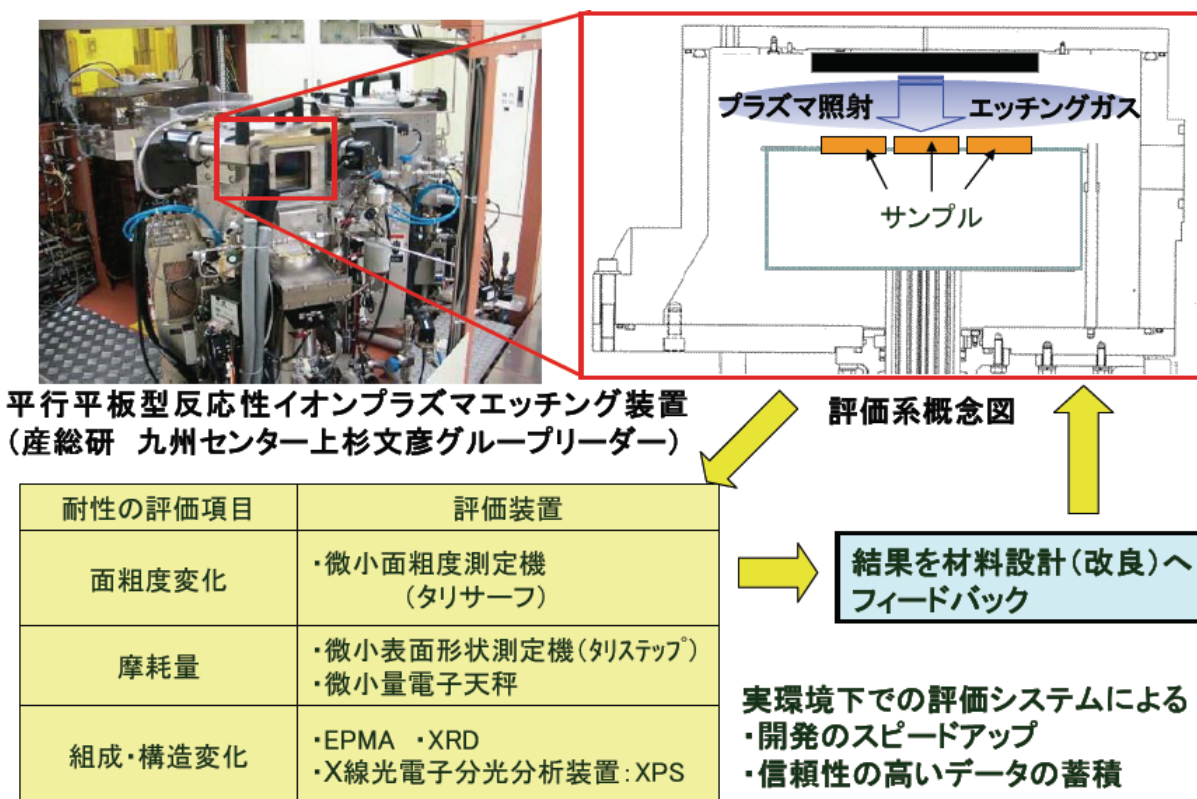


図5 プラズマエッチングテスト内容

7. 研究成果

図6に示すように開発したセラミックスのプラズマエッチング評価を進めた結果、導電性のイットリウムやマグネシアで目標とする性能を持つ新材料を得ることができました。

開発した新材料のプラズマエッチング性能を現行の材料と比較した結果を図7に示します。

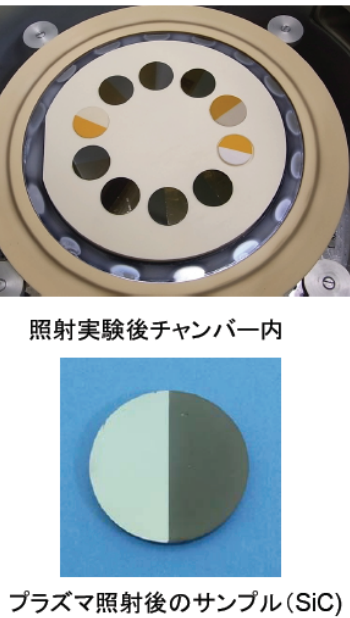
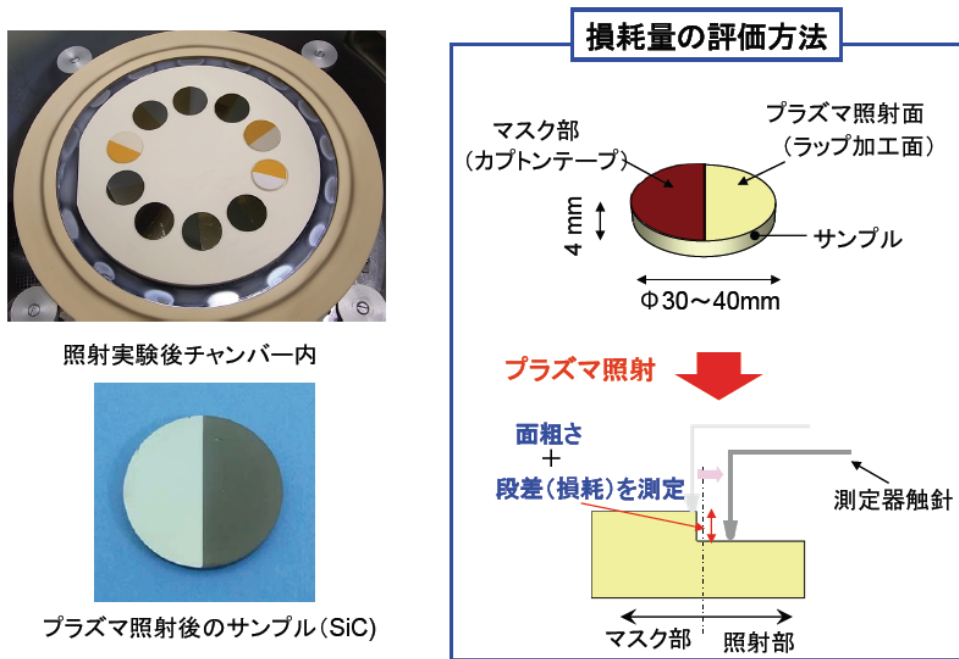


図6 プラズマエッチング評価方法

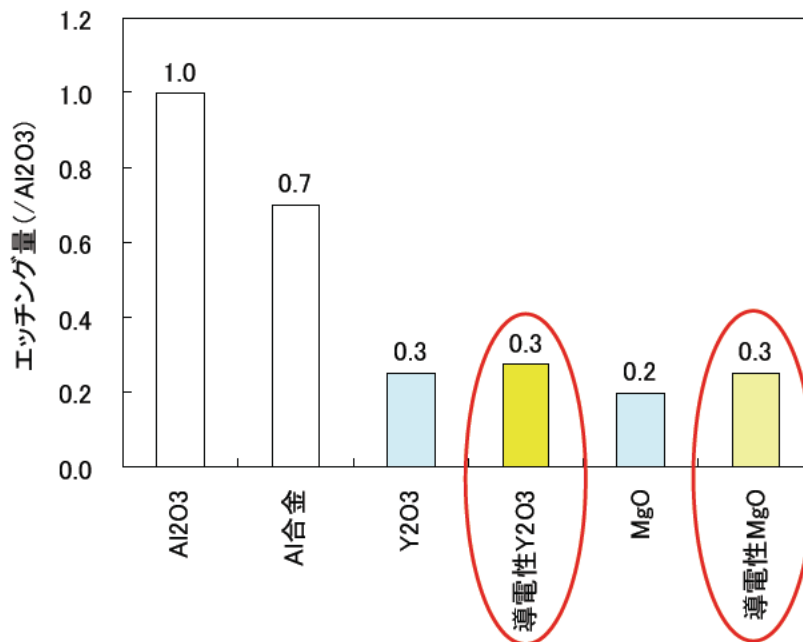


図7 プラズマエッチングテスト結果

8. 具体的な研究成果

現在、開発した新材料を用いてデバイスメーカー向けにユーザーテストを進めており、並行して大型化の量産製造テストを進めております。写真1に示すようにΦ300mmを超える大型素材の製造も可能になりました。

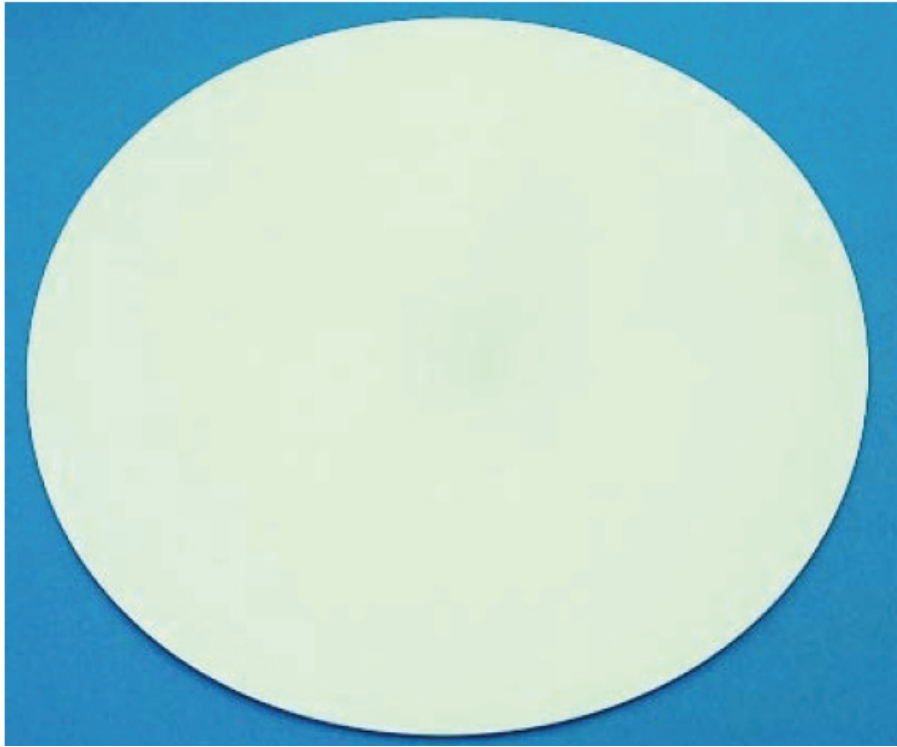


写真1 開発材料による大型化量産テスト

9. 共同研究者の思い

産業技術総合研究所 生産計測技術研究センター 研究チーム長 上杉 文彦

材料メーカーと装置部品メーカー、デバイスメーカーを繋ぐオープンイノベーションスペースの有効性を実現できたと考えています。今後も連携を通して産業への貢献をしていきたいと思っています。

日本タングステン株式会社 基礎技術センター 永野 光芳

(企業として開発に携わった感想)

近年の新商品や技術開発は資金面や技術解決の観点で一企業だけでは対応できないほど難易度が高くなっています。その解決法として産官学連携でお互いの長所を融合してまったく新しい研究開発で独自で競争力が高い新商品を創出することができました。

企業情報

- 名称：日本タングステン株式会社
- 代表者：取締役社長 馬場 信哉
- 創業：1931年4月1日
- 資本金：2,509,500,000円
- 従業者数：377人
- 所在地：〒812-8538 福岡市博多区美野島1丁目2番8号
- TEL：092-415-5500
- FAX：092-415-5511
- URL：<http://www.nittan.co.jp>
- 主力商品
 - ・タングステン・モリブデン製品
 - ・電気接点製品
 - ・超硬合金製品
 - ・エンジニアリングセラミック製品