

## 研究事業評価調書(平成19年度)

作成年月日	平成19年11月6日
主管の機関・科名	工業技術センター・応用技術部

研究区分	特別研究(事後評価)
研究テーマ名	薄膜型電子デバイスおよび半導体製造用治具の開発研究

## 研究の県長期構想等研究との位置づけ

ながさき夢・元気づくりプラン (長崎県長期総合計画 後期5か 年計画)	重点目標： 競争力のあるたくましい産業の育成 重点プロジェクト： 5 明日を拓く産業育成プロジェクト 主要事業： 産業の多様化・高度化の推進
長崎県科学技術振興ビジョン	(2) 活力ある産業社会の実現のための科学技術振興
長崎県新産業創造構想	4. 地域特性を活かし世界をめざす『ナガサキ型新産業』の創造と集積 (4) 情報・電子産業(電子デバイス製造技術等を活用した産業の裾野の拡大)

## 研究の概要

## 1. 研究開発の概要

これまでドライプロセスを中心とした技術開発研究を行っており、平成8年度からはプラズマソースイオン注入(PSII)法を含めた複合表層改質法に関する研究に取りかかった。

これにより大面積、立体物基材へのイオン注入技術およびダイヤモンドライクカーボン(DLC)厚膜作製技術開発を行い、配管内壁へのイオン注入技術、薄膜作製技術などに関し特許を7件出願し、学術論文31編を発表した。(【特許3437772】他、論文; Surface and Coatings Technology, Vol. 169-170, 287-290 (2003)他)

またマグネトロンスパッタによる化合物薄膜作製技術に関しても薄膜の電子的特性に関し開発研究を行っている。

プラズマとイオンを複合した表層改質法を中心とした技術開発をこれまで行っており、新しい表層処理法を提案してきた。

これにより、密着性に優れた厚さ20・m以上のDLC厚膜コーティングが可能となり、また、長さ1mの配管内壁、内径0.5mmの細管内壁に対してイオン注入を併用したDLC膜形成が可能となった。

このような表層改質法に関連して特許を7件出願し、多くの学術論文発表を行った。

また、企業との共同研究により技術の効果を検証した。

今後は、ナノレベルで構造を制御することによりさらに優れた表層を創製し、産業への応用を図る。

本研究で用いるPSII技術は我が国の先導的位置付けにある。

本研究では、これらの研究蓄積を基にマグネトロンスパッタによる電極膜合成および電極形成法の開発、さらに、PSII技術によるDLC膜との複合デバイスを開発する。

電極膜は、チップ素子、加熱素子、温度計測素子として用いるものであり、DLC膜多層コーティングにより、半導体製造用の治具に対し耐摩耗性としゅう動性を与え、また摩耗粉による粉塵の発生を押さえることができる。

## 研究の必要性

### 1 背景・目的

電気機器の小型化に伴い、器機に使っている電子デバイスの小型化が要求されている。特に抵抗器あるいはコンデンサが数多く用いられており、また電子機器を外部からの高電圧サージによる破壊から守るためにサージアブソーバが用いられている。

これらの電子部品はチップ部品と呼ばれ、小型化、高性能化が求められている。

また、半導体産業では、半導体の元となるシリコンウエハの研磨、搬送、露光などに駆動系があり、駆動系からの粉塵の防止など使用機械部品の高機能化が求められている。

また、シリコンウエハの加熱用フラットヒーター、および温度計測用ダミーウエハが必要とされている。

そこで、本研究では、これらの産業ニーズに対し表面技術で答をあたえるものである。

本研究開発成果は電子デバイス製造業、機械金属関連企業において利用する。

本研究は、本県において重要な産業分野である半導体電子デバイス産業の活動を支援するものである。

電子デバイスは、携帯電話など小型通信機器で使用され、半導体製造用治具は、シリコンウエハ製造企業および半導体デバイス製造企業で使用される。

電子デバイスは電子部品として用いられ、半導体製造用治具はシリコンウエハを固定するために使用される。

電子デバイスおよび半導体製造用機械部品は、今後のこの分野の産業振興を支える重要なものであり、緊急に技術開発研究を行う必要がある。

### 2 ニーズについて

小型電子デバイスにおいては、電気機器全体を小さくするために使用されている部品も小さくする必要がある。

これを行うためには、従来からの印刷技術に代えてスパッタ成膜など、ドライプロセスが必要である。

### 3 県の研究機関で実施する理由

工業技術センターには上述した産業ニーズに応えることができる技術シーズを保有しており、また、本研究分野は先端技術であり、開発研究を行うための設備を企業は保有していない。

## 効率性

### 1 研究手法の合理性・妥当性について

主要な研究段階と期間、各段階での目標値（定性的、定量的目標値）とその意義

研究項目	活動指標名	期間(年度 ～年度)	目標値	実績値	目標値の意義
電子デバイス用薄膜合成	合成する薄膜の種類	H16	25	30	透明導電膜ZnOおよびTa <sub>2</sub> N <sub>5</sub> 系低硬膜、炭素系放電電極の作製。
高分解能電子顕微鏡解析	解析する薄膜の個数	H16～17	10	10	高分解能電子顕微鏡観察と解析による薄膜のナノ構造解析。
		(16)	(5)	(5)	
		(17)	(5)	(5)	
治具用DLC膜作製に関する条件確立	合成するDLCの種類	H17	10	15	各種前処理条件を変えたDLC膜、および膜質を変えたDLC膜作製。
エンジニアリングサンプル作製	実装評価用サンプル作製	H17～18	8	20	プラスチック治具、金属治具へのDLC膜作製。メッシュへのDLC膜作製。
		(17)	(4)	(6)	
		(18)	(4)	(14)	

## 2. 従来技術・競合技術との比較について

本研究で用いるDLC膜作製法は、独自に開発した直流電圧とパルス電圧を重畳した電圧を被処理材に印加することにより、プラズマ発生とイオン注入を行うものであり、大面積化、多数個処理が可能である。

これにより従来問題となっていた処理対象物のサイズの限界、形状の限界、あるいは成膜中の浮遊パーティクルによる汚染をなくすることができる。

従来技術より優位にある。

この分野で特許を8件出願し、2件特許化されている。

また、電子デバイスは企業から直接出たニーズであり、新商品開発により競合技術と対抗可能である。

小型電子デバイスおよび半導体用治具開発において、発生した諸問題は段階的に解決可能であり、大きなリスクはない。

## 3. 研究実施体制について

本研究は以下の計画のもと3年間で行うものであるが、各年度において、エンジニアリングサンプルができしだい評価を行う。

本研究では、基礎・応用化・商品化を推進するために以下の機関が連携する。

[長崎県工業技術センター]

薄膜型電子デバイスおよび半導体製造用治具開発に関し、必要な要素技術の開発と応用化研究を行い、外部機関との連携、調整、全体推進を行う。

[長崎大学、九州大学]

作製した薄膜の高分解能電子顕微鏡観察を行い、薄膜の構造と機能に関し知見を得る。この結果を材料設計に反映する。

[産総研中部センター]

高エネルギー加速器を用いた水素濃度分析および薄膜組成分析を担当する。また、研究推進に関し助言を行う。

[インド Durgapur Regional Engineering College]

X線回折および低温電子物性評価による薄膜の構造解析および電気的特性の解析を担当する。

[宇野電子(株)]

薄膜型電子デバイスとしての本研究成果の商品化研究を行う。

構成機関と主たる役割

## 4. 予算

研究予算 (千円)	計	人件費	研究費	財源			
				国庫	県債	その他	一財
				全体予算	31,737	19,737	12,000
16年度	10,579	6,579	4,000				4,000
17年度	10,579	6,579	4,000				4,000
18年度	10,579	6,579	4,000				4,000

## 有効性

### 1 期待される成果の得られる見通しについて

本研究のシーズ技術であるプラズマ技術は産業に近く、チップ素子などの電子デバイスの小型化が可能になり、半導体製造用加熱素子、温度計測素子、治具、金型、機械部品などが開発される。

本研究を応用することによる産業への寄与は大きい。

このように、産業から必要とされる電気的特性、機械的特性を得るためには薄膜材料の開発とともに製造プロセスの開発が必要で、電子機器の小型化、高性能化、あるいは半導体製造を進めることに利用できる。

### 2 成果の普及、又は実用化の見通しについて

本研究成果を事業化し、DLC膜コーティングサービスを業務として行う会社であるファインコーティング㈱が平成18年11月に大村市に設立された。

同社とは特許使用許諾契約を結んでいる。

本要素技術はさらに応用化が可能であり、地域の製造業と連携し、オリジナル商品開発および技術の展開が期待できる。

今後、さらなる関連特許調査を行い、知的財産を強化することにより、本研究成果の展開を図る。

### 【研究開発の進捗・結果についての補足等】

本研究成果を以下に要約する。

- (1) スパッタ法によるTa<sub>2</sub>N<sub>5</sub>薄膜型抵抗膜およびZnO透明導電膜の作製と透過電子顕微鏡を用いた構造解析および特性解析を行い、作製条件と膜質の関係を明らかにした。
- (2) 開発したスパッタソースイオン注入法を用い、種々の主として遷移金属を添加したDLC膜を作製した。  
構造・特性解析を行い、成膜条件が膜構造および電気的および機械的特性に及ぼす影響を明らかにした。  
特に高分解能電子顕微鏡解析を行い、ナノスケール炭化物の存在とこれがしゅう動特性に及ぼす効果を明らかにした。  
炭素と水素から成るDLC膜より優れたトライボロジー特性を有することを明らかにした。
- (3) 開発した自己放電電極型PSII法の複雑形状物への適用に関する基礎的特性解析と大面積高分子基材への高密着性DLC膜作製技術を開発し、半導体製造用治具への適用が可能であることを明らかにした。
- (4) 管内壁用スパッタソースイオン注入法を開発し、管内壁への金属添加DLC膜作製と特性について明らかにした。
- (5) 応用化エンジニアリングサンプル： ウエハ固定治具、温度計測用ダミーウエハ、サーミアブソーバ、高水圧ノズル、セラミックシール、機械部品他
- (6) PSII法による表層改質が整形外科、歯科用生体材料の表面特性改善のために効果的であることを明らかにした。
- (7) DLC膜でコーティングする基材の大面積化を目指した技術開発を実施し、DLC膜の原料ガス種、処理圧力等と膜質との関係について明らかにした。
- (8) PSII法による表層改質技術に関する開発成果の事業化を行うために、大村市内に本社工場を置くコーティングサービス会社（ファインコーティング㈱）が設立された。同社に対し特許権等実施許諾を行うとともに、最大サイズ1.8mの世界最大レベルの大型基材の処理を実現するための製造装置設計をなど、技術供与を行った。
- (9) 本研究における学術的外部発表および特許出願  
研究発表：論文 9編（印刷中を含む）、口頭 16件、特許出願 3件

成果項目	成果指標名	期間(年度～年度)	目標値	実績値	目標値の意義
電子デバイス開発	種類	H16	5種類	5種類	抵抗器、サージアブソーバ、透明電極開発
半導体用治具開発	種類	H17～18	8種類	20種類	ウエハ固定治具、研磨装置軸受、キャリア、メッシュ他

### 【研究開発の途中で見直した内容】

なし

### 研究評価の概要

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	(15年度) 評価結果 (評価段階： 数値で) ・必要性  ・効率性  ・有効性  ・総合評価 対応	(15年度) 評価結果 (評価段階： 数値で) ・必要性  ・効率性  ・有効性  ・総合評価 対応
途中	(16年度) 評価結果 (評価段階： 数値で) ・必要性  ・効率性  ・有効性  ・総合評価 対応	(16年度) 評価結果 (評価段階： 数値で) ・必要性  ・効率性  ・有効性  ・総合評価 対応
事後	(19年度) 評価結果 (評価段階： S ) ・必要性： 研究開発したDLC膜コーティング技術および小型電子デバイスは産業から求められて	(19年度) 評価結果 (評価段階： A ) ・必要性： PSII法という独自技術を開発し、その技術を用いて、表面改質技術を行う企業が、県内に設立されたことは評価

<p>いる技術であり、特にDLC膜コーティング分野は年間約30%の市場拡大が続き、今後さらに成長することが予測されている。県内で半導体電子デバイス産業を振興する上で必要な研究である。</p> <p>・効率性： 研究実施者は当該技術分野における高い技術ポテンシャルを有しており、本研究内容はその技術シーズを産業ニーズに展開したものであり、研究は効率よく遂行できた。研究成果として、論文9編（印刷中を含む）、口頭発表16件、特許出願3件、特許使用許諾契約1件を行った。また、各種エンジニアリングサンプルを作製し、実装評価により開発技術が製品化に繋がることを確認した。</p> <p>・有効性： 本研究において開発したDLC膜コーティング技術および電子デバイスが製品レベルに達していることを示し、本研究成果を基にした事業化を進めるために県内に本社を置くコーティングサービス会社が設立された。</p> <p>・総合評価： 要素技術開発、応用化技術開発の研究成果を事業化に結びつけ、高い実績が上がったと評価できる。</p>	<p>できるが、具体的な電子デバイス素子としての適用可能性のレベルを明確にする必要がある。</p> <p>・効率性： 電子デバイスの開発に関しては、開発したDLC膜の基礎物性が明確にされており、同時に学会発表等も国内外で行われているので、効率的に進められたと判断できる。</p> <p>・有効性： 企業への技術移転は評価されるが、今後の事業発展のためJSTの「委託開発事業」などの利用を検討する必要がある。 産業ニーズに適った研究テーマであり、量産化が可能な表面改質技術を開発し、これらの研究結果は、論文発表、口頭発表されるだけでなく、特許出願が行われている。</p> <p>・総合評価： 技術シーズを応用することにより社会のニーズに対応した技術開発を行い、既に事業化のためのベンチャー企業が創立され、実用化に向けて走り始めており評価できる。 今後、DLCに関する先願特許を調査し、本技術の強さを確立する必要がある。</p>
<p>対応</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ DLC膜コーティング技術は産業界において注目されている技術であり、今後の技術開発によりさらに広く利用される可能性が高い。本県の産業振興を図るために、本技術の発展的研究開発が必要である。</li> <li>・ 産業界との連携による産業ニーズの把握、さらに、ニーズに応え新製品を開発するための研究開発を進める必要がある。</li> <li>・ 設立された企業に対する継続的技術支援はもとより、DLC膜技術を中核とし、県内企業との連携による事業拡大を図るための製品開発を実施する。</li> </ul>	<p>対応</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本研究成果を基にした電子デバイス素子の製品化を進める。</li> <li>・ 技術移転企業はもとより、産学官が連携することにより委託開発事業等への応募を進める。</li> <li>・ 今後、さらなる関連特許調査を行い、知的財産を強化し、同時に関連研究を進め、本研究成果の展開を図る。</li> </ul>

## 総合評価の段階

### 平成19年度以降

#### (事前評価)

- S = 着実に実施すべき研究
- A = 問題点を解決し、効果的、効率的な実施が求められる研究
- B = 研究内容、計画、推進体制等の見直しが求められる研究
- C = 不相当であり採択すべきでない

#### (途中評価)

- S = 計画を上回る実績を上げており、今後も着実な推進が適当である
- A = 計画達成に向け積極的な推進が必要である
- B = 研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C = 研究費の減額又は停止が適当である

#### (事後評価)

- S = 計画以上の研究の進展があった
- A = 計画どおり研究が進展した
- B = 計画どおりではなかったが一応の進展があった
- C = 十分な進展があったとは言い難い

### 平成18年度

#### (事前評価)

- 1 : 不相当であり採択すべきでない。
- 2 : 大幅な見直しが必要である。
- 3 : 一部見直しが必要である。
- 4 : 概ね適当であり採択してよい。
- 5 : 適当であり是非採択すべきである。

#### (途中評価)

- 1 : 全体的な進捗の遅れ、または今後の成果の可能性も無く、中止すべき。
- 2 : 一部を除き、進捗遅れや問題点が多く、大幅な見直しが必要である。
- 3 : 一部の進捗遅れ、または問題点があり、一部見直しが必要である。
- 4 : 概ね計画どおりであり、このまま推進。
- 5 : 計画以上の進捗状況であり、このまま推進。

#### (事後評価)

- 1 : 計画時の成果が達成できておらず、今後の発展性も見込めない。
- 2 : 計画時の成果が一部を除き達成できておらず、発展的な課題の検討にあたっては熟慮が必要である。
- 3 : 計画時の成果が一部達成できておらず、発展的な課題の検討については注意が必要である。
- 4 : 概ね計画時の成果が得られており、必要であれば発展的課題の検討も可。
- 5 : 計画時以上の成果が得られており、必要により発展的な課題の推進も可。