

研究事業評価調書(平成20年度)

作成年月日	平成20年12月17日
主管の機関・科名	工業技術センター

研究区分	経常研究(応用)
研究テーマ名	ハイブリッドDLC膜合成およびエッチング技術開発と応用化研究

研究の県長期構想等での位置づけ

構 想 等 名	構 想 の 中 の 番 号 ・ 該 当 項 目 等
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：Ⅱ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：③産学官連携による共同研究と事業化の推進

研究の概要

1 研究の目的

(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、特に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を進めている。これまでに、直径450mmの大面積、立体物基材に対し密着性に優れた厚さ20 μ m以上の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、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。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9件出願し、学术论文39編を公表した。(【特許3437772】他、論文;Thin Solid Films, Vol. 506-507, 55-58(2006)他)これらの成果を企業へ技術移転することによる表層処理技術の事業化を進めている。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。

本研究においては、ダイヤモンド-DLC、ナノ炭化物-DLC膜あるいは多層膜ハイブリッド構造を有するDLC膜作製技術を開発することにより、高硬度炭素系薄膜の開発と、金型、アルミニウム合金切削工具など過酷な使用環境に耐える薄膜の製造を可能にし、さらに、メートルサイズ大型基材への適用、低コスト化を可能にすることにより産業への応用化を行う。またこれと併行して、PSII法を基本原理とし、10枚以上のシリコンウエハのスパッタ再生処理が可能な技術開発を行う。

ハイブリッドDLC膜作製法として、マイクロ波、高周波などの外部プラズマ励起と、基材に対し高電圧パルス印加するPSII法を用いる。そのために、先ず装置の改造を行い、成膜条件が膜構造および特性に及ぼす効果を明らかにし、ナノスケールのハイブリッド構造を有するDLC膜の作製条件確立を目指す。また、スパッタ技術開発では、PSII法を基本原理とし、半導体製造プロセスで生成したシリコンウエハ表面の生成物を反応性スパッタにより高速で除去する技術開発を行い、これを多段化することによる量産化プロセスを開発する。

- 2 事業実施期間 平成19年度から平成21年度まで3年間
- 3 事業規模 総事業費（総人件費、総研究費）
総事業費：23,268千円（総人件費：16,833千円、総研究費：6,435千円）
- 4 研究の目的を達成するために必要な研究項目
- ①ハイブリッドDLC膜開発
 - ②スパッタによるシリコンウエハ再生技術開発
 - ③実用化のための実証試験および製品化技術開発
- 5 この研究成果による社会・経済への波及効果の見込み
DLC膜コーティング産業分野は年約20%の市場拡大があり、産業ニーズも高いために今後もさらに加速することが予測されている。本研究成果は産業ニーズに応えるものであり、波及効果は大きい。
- 6 参加研究機関等
- ① 長崎県工業技術センター 役割：ハイブリッドDLC膜開発およびスパッタ技術開発
 - ② 長崎大学 役割：薄膜の高分解能電子顕微鏡観察
 - ③ 産総研中部センター 役割：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
 - ④ ファインコーティング(株) 役割：DLC膜コーティングサービスとしての本研究成果の商品化研究
 - ⑤ ダムシュタット工科大学（ドイツ） 役割：表層分析

① 研究の必要性

1 社会的・経済的背景

半導体シリコンウエハサイズ 300mm 時代を迎え、研磨、搬送治具が大型化し、また研磨工程においては高い精度が要求されている。さらに治具が大型化するのに伴い消耗部品のコストも上がることから、部品の長寿命化が要求されている。

また、半導体製造において、工程管理のために商品とはならない多数のダミーウエハが用いられており、効率の良い製造を可能にするために、再利用プロセス開発が望まれている。

そこで、保有しているプラズマとイオン注入に関するドライプロセス技術を要素技術として、このような産業ニーズに応える技術開発を行うものである。

本研究成果の利用業種は、主として一般機械器具製造業および電子部品・デバイス製造業であり、特に本研究の要素技術であるDLC膜製造技術は、半導体製造機械関連企業への今後の大きい展開が期待できる。また、シリコンウエハ再生は半導体産業から求められているプロセスであり、半導体産業での活用が期待できる。

本研究で開発するハイブリッドDLC膜は、従来のDLC膜より硬度を高くしたもので、半導体製造用治工具、切削工具あるいは金型にコーティングすることにより、しゅう動性、摩擦摩耗特性をDLC膜よりさらに良くすることができるため、製造装置部品に用いることにより製品の製造効率を上げることができる。また、ダミーシリコンウエハは半導体製造ラインで使用する。

2 県民又は産業界等のニーズ

機械部品、金型等は表面特性が重要であり、特に半導体製造機械では、機械部品に精度、駆動系の高速化、汚染の原因とならないことが要求されているが、機械部品の表面特性が十分でなく、技術開発が望まれている。また現在、シリコンウエハの再生は化学エッチングで行われており、エッチング液として毒物、劇薬が用いられているため、廃液処理、環境への負荷が問題で、環境に負担をかけず、短い処理速度による再生技術開発が望まれている。

3 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性

本研究提案者は機械部品の表層改質技術として、プラズマとイオン注入を複合したPSII法に関する要素技術を保有しており、またエッチングに関しても、プラズマエッチング技術を保有している。本県内産業の新事業展開を進めるために、先導的な本研究を実施し、技術移転により事業化を進める必要がある。

② 効率性

1 研究目標

必要な研究項目と期間、年度ごとの活動目標値（定量的目標値）とその意義

研究項目	活動指標	19年度		20年度		21年度		目標値の意義
		目標値	実績値	目標値	実績値	目標値	実績値	
①ハイブリッドDLC膜開発 (1)マイクロ波プラズマソース付加によるPSII装置改造 (2)ハイブリッドDLC膜作製 (3)薄膜の高分解能電子顕微鏡解析・薄膜分析	プラズマ励起源の数	2	2					複合プロセス化
	DLC膜の種類	50	70	50				成膜条件の把握
	試料の種類	10	12					ナノ構造解析
②スパッタによるシリコンウエハ再生技術開発 (1)PSIIチャンバーのスパッタ装置への改造 (2)スパッタ条件に関する最適化実験		1	1					300mmウエハ対応へ改造 最適スパッタ条件確立
		25	30	25				
③実用化のための実証試験および製品化技術開発 (1)実証試験と解析 (2)製品化技術開発	サンプル数			20		20		実装評価試験 インジニアルサンプル完成
				1		1		

2 活動指標を設定した理由

(他の活動指標と比較して、効率よく研究成果を得られると見込んだ理由)

①を設定した理由

ハイブリッドDLC膜創成の要素技術開発項目である。

②を設定した理由

スパッタ再生の要素技術開発項目である。

③を設定した理由

開発成果の産業化を行うための技術開発項目である。

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れば評価を行う。

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]

ハイブリッド DLC 膜開発およびスパッタ技術開発に関し、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]

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。

[ファインコーティング株式会社]

要素技術開発成果を同社に随時技術移転し、DLC膜コーティングサービスとしての本研究成果の商品化研究を行う。基材サイズ2m程度の大型化、量産化、低コスト化を目指す。

[ダムシュタット工科大学(ドイツ)]

二次イオン質量分析装置を保有しており、表層深さ方向の成分分析、水素濃度分析を担当する。

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	23,268	16,833	6,435
19年度	7,986	5,611	2,375			2,375	
20年度	7,141	5,611	1,530			1,530	
21年度	8,141	5,611	2,530			2,530	

※ : 過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案

③ 有効性

1 成果目標

研究項目ごとの期間、年度ごとの成果目標値（定量的目標値）とその意義

研究項目	成果指標	19年度		20年度		21年度		目標値の意義
		目標値	実績値	目標値	実績値	目標値	実績値	
①ハイブリッドDLC膜開発	硬度	25GPa以上	30GPa					硬質膜
	摩擦係数	0.05以下	0.03					低摩擦係数
②スパッタによるシリコンウエハ再生技術開発	同時処理枚数	2枚	4枚			10枚		多数個同時処理
③実用化のための実証試験および製品化技術開発	DLC膜応用			5種類		5種類		製品化
	スパッタプロセス確立					3種類		被処理膜の種類

2 各研究項目における解決すべき課題及び想定される解決方法

研究項目①：炭素のみからなるDLC膜の特性限界を喝破するための、機械、熱特性に優れたハイブリッドDLC膜作製技術の確立。

研究項目②：プラズマによる多数個同時エッチング技術の確立。

研究項目③：コーティング技術の実用化のために、実証試験により特性を解析し、技術移転レベルを達成する。

3 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

研究項目①：用いる要素技術であるPSII法は独自技術である。

研究項目②：PSII法を基にスパッタに応用したもので新規性がある。

研究項目③：研究項目①、②で得られた成果を実用化するものであり、独自性、新規性がある。

4 成果の概要（事後・途中評価のみ）

(1)平成19年度

- ・ハイブリッド薄膜作製装置の製作と特性解析
- ・Si添加DLC膜による摩擦係数0.03の低摩擦係数化達成
- ・耐熱性に優れたDLC膜作製技術確立
- ・高周波-PSII複合法により硬度約30GPa、低摩擦係数DLC膜作製法確立
- ・300mmシリコンウエハ4枚同時エッチング装置試作完成

5 成果の社会・経済への還元シナリオ

※ 他の研究への応用の可能性、成果の移転方法、実用化の見通しを含む

技術移転可能な企業と連携を組んでおり、本研究遂行段階で、随時企業への技術移転を図る。

本要素技術はさらに展開が可能であり、地域の要素技術としての成長が期待できる。

【研究開発の途中で見直した内容】

研究評価の概要		
種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(18年度) 評価結果 (総合評価段階：)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 5 <p>これまで蓄積した表層改質に関する高い研究ポテンシャルの半導体関連産業ニーズへの展開を図るものであり、県内産業の振興のために必要な研究である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性 5 <p>保有している知財および長崎大学、産総研および企業と連携を取りながら進めることで、効率的な研究推進ができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性 5 <p>先端技術の研究開発であるとともに、研究成果を逐次事業化に移す研究計画となっており、有効性は高い。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・総合評価 5 <p>本研究は、表面処理に関する高い技術ポテンシャルを深め、さらなる技術開発により新しい事業の創出が期待できことから、本県産業の活性化のために取り組むべき研究課題である。</p>	<p>(18年度) 評価結果 (総合評価段階：)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 4.7 <p>推進すべき研究であるが、コスト面や大型化も検討してほしい。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性 5.0 <p>経験・特許、および連携機関も問題ない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性 5.0 <p>新分野進出・活性化に貢献する可能性があり、世界市場の期待も大きく、企業化も検討してほしい。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・総合評価 5.0 <p>大いに期待しているので、頑張ってもらいたい。</p>
	対応	対応

<p>途中</p>	<p>(20年度) 評価結果 (総合評価段階：) ・必要性 S DLC膜コーティング技術の高度化およびシリコンウエハエッチング再生技術は県内半導体電子デバイス産業を振興する上で必要。 ・効率性 S マイクロ波プラズマ励起源等を新たに付加し、従来より高硬度のDLC成膜を可能とするP S I I装置を改造し、ハイブリッドDLC膜を作製。またスパッタ装置の改造でシリコンウエハ再生の見通しをつけた。外部機関、メーカーとの連携により、技術開発を効率よく遂行できている。 ・有効性 S ハイブリッドDLC膜では目標値を超える硬度30GPa、摩擦係数0.03を達成。スパッタによるシリコンウエハ再生では中間目標値を上回る同時処理4枚を達成。産業ニーズに応え、先導的な製品を提供出来る技術。 ・総合評価 S 県内中小電子デバイス企業に対して、新製品創出や活性化に貢献できる、高度な材料の表面処理技術の開発に見通しが出来た。</p> <hr/> <p>対応</p>	<p>(20年度) 評価結果 (総合評価段階： S) ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価</p> <hr/> <p>対応</p>
<p>事後</p>	<p>(年度) 評価結果 (総合評価段階：) ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価</p> <hr/> <p>対応</p>	<p>(年度) 評価結果 (総合評価段階：) ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価</p> <hr/> <p>対応</p>

■ 総合評価の段階

平成20年度以降

(事前評価)

- S＝積極的に推進すべきである
- A＝概ね妥当である
- B＝計画の再検討が必要である
- C＝不適當であり採択すべきでない

(途中評価)

- S＝計画以上の成果をあげており、継続すべきである
- A＝計画どおり進捗しており、継続することは妥当である
- B＝研究費の減額も含め、研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C＝研究を中止すべきである

(事後評価)

- S＝計画以上の成果をあげた
- A＝概ね計画を達成した
- B＝一部に成果があった
- C＝成果が認められなかった

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求められる研究
- C＝不適當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當である
- 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當である

(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：不適當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：概ね適當であり採択してよい。
- 5：適當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