

研究事業評価調書(平成18年度)

作成年月日	平成18年11月 2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	経常研究
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研究との位置づけ

長期構想名 1	構想の中の番号・該当項目等
長崎県長期総合計画	基本方針 3 : 創造的な産業活動を育む、活力ある長崎県づくり 政策 2 : 産業の高度化・高付加価値化の促進 施策 2 : 活力ある商工業の振興 事業計画 : 新企業創出及び新分野進出、産業構造の高度化・多様化の促進

1 : 県全体の構想・分野関連の構想の順に書く。

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、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 8 件出願し、学術論文 32 編を発表した。(【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 膜作製技術を開発し、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、産業への応用化を行う。またこれと併行して、自己放電極型 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を印加する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。

・研究の必要性

1．背景・目的

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。

現在、DLC膜市場は年間20%の成長を続けており、今後もこの成長が継続することが予測されている。本研究提案者はPSII法を用いたDLC膜製造に関し要素技術を保有しており、本県内において企業が新規産業分野に参入する好機である。また、シリコンウエハ再生は、県内半導体製造メーカ、シリコンウエハ製造メーカおよびウエハ再生メーカから必要とされている技術である。

2．ニーズについて

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．県の研究機関で実施する理由

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。

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
ハイブリッドDLC膜 開発					
マイクロ波プラズ マソース付加による PSII装置改造	プラズマ励起源 の数	19	2		既存のPSII真空チャンバーへマ イクロ波、高周波、高電圧パルス が同時に導入できるように改造 する。
ハイブリッドDLC 膜作製	DLC膜の種類	19~20 (19) (20)	100 (50) (50)		プラズマ励起およびパルス電圧 印加によるハイブリッドDLC膜 創成と特性解析を行い、作製条件 と特性の関係を明らかにする。
薄膜の高分解能電 子顕微鏡解析・薄膜 分析	試料の種類	19~20 (19) (20)	20 (10) (10)		高分解能電子顕微鏡解析など により膜のナノ構造を明らかにす る。
スパッタによるシリ コンウエハ再生技術 開発					
PSIIチャンバーの スパッタ装置への改 造		19			直径300mmシリコンウエハがプ ラズマエッチングできるように 真空チャンバーおよび電源の改 造を行う。
スパッタ条件に関 する最適化実験	条件数	19~20 (19) (20)	50 (25) (25)		シリコンウエハの高速スパッタ 条件を確立する。
実用化のための実証 試験および製品化技 術開発					
実証試験と解析	サンプル数	20~21 (20) (21)	40 (20) (20)		ハイブリッドDLC膜のエンジニ アリングサンプルを作製し、実装 評価による特性解析と実証を行 う。
製品化技術開発		20~21			ハイブリッドDLC膜コーティ ング製品開発およびシリコンウ エハ多数個同時処理技術を開発 する。

2．従来技術・競合技術との比較について

本研究で用いる表層改質法は、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。この分野で特許を8件出願し、2件特許化されている。本研究はこのような独自の技術をハイブリッドDLC膜創成およびシリコンウエハ再生エッチングに応用したものであり、従来技術より優位にある。

ハイブリッドDLC膜創成およびシリコンウエハエッチングおよび応用化に関する研究推進に関し、発生した諸問題は段階的に解決可能で大きいリスクはない。

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]

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。

[(有)ディー・エス・アイ]

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。

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	県債権	その他	一財
				全体予算	24,837	19,737	5,100
19年度	8,279	6,579	1,700				1,700
20年度	8,279	6,579	1,700				1,700
21年度	8,279	6,579	1,700				1,700
年度							
年度							
年度							
年度							

: 過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案

有効性

1. 期待される成果の得られる見通しについて

本研究において、従来のDLC膜より硬度、摩擦係数、密着性に優れたハイブリッドDLC膜が創成可能である。また、シリコンウエハの再生エッチングに関しては、同時に10枚以上の処理能力をもつエッチングプロセスが確立される。

2. 成果の普及、又は実用化の見通しについて

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。

成果項目	成果指標名	期間(年度～年度)	目標数値	実績値	目標値の意義
ハイブリッドDLC膜創成	硬度	19～21	25GPa以上		硬質膜
ハイブリッドDLC膜創成	摩擦係数	19～21	0.05以下		超低摩擦係数
シリコンウエハエッチング再生	同時処理枚数	19～21	10枚		多数同時処理

【研究開発の途中で見直した内容】

年度と研究環境上の変化、途中評価等々からの計画の見直し等の内容

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 5 ・ 必要性 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> <p>・ 効率性 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> <p>・ 有効性 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> <p>・ 総合評価 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 5 (総合評価段階： 数値で)</p> <p>・ 必要性 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> <p>・ 効率性 経験・特許、および連携機関も問題ない。</p> <p>・ 有効性 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> <p>・ 総合評価 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
途中	<p>(年度) 評価結果 (総合評価段階： 数値で)</p> <p>・ 必要性</p> <p>・ 効率性</p> <p>・ 有効性</p> <p>・ 総合評価</p>	<p>(年度) 評価結果 (総合評価段階： 数値で)</p> <p>・ 必要性</p> <p>・ 効率性</p> <p>・ 有効性</p> <p>・ 総合評価</p>

	対応	
事後	(年度) 評価結果 (総合評価段階： 数値で) ・ 必要性 ・ 効率性 ・ 有効性 ・ 総合評価 ----- 対応	(年度) 評価結果 (総合評価段階： 数値で) ・ 必要性 ・ 効率性 ・ 有効性 ・ 総合評価 ----- 対応

総合評価の段階

(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: 概ね相当であり採択してよい。
- 5: 相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な課題の検討も可。
- 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。