Osaka University Knowledge Archive

Title	反応性プラズマの超LSI微細加工への応用に関する研究
Author(s)	西岡, 久作
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40338
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

氏　　名　西岡久作（にしおかきゅうさく）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　13272　号

学位授与年月日　平成9年3月25日

学位授与の要件　学位規則第4条第2項該当

学位論文名　**反応性プラズマの超LSI微細加工への応用に関する研究**

論文審査委員　（主査）

教　授　白藤　純嗣

教　授　中島　尚男　　教　授　佐々木孝友

論文内容の要旨

本論文は，超LSI作製のための基幹技術である微細加工の精度，信頼性を向上するために不可欠な反応性プラズマプロセスの反応機構の解明，プラズマプロセス特有の新現象の応用および微細加工のドライプロセス化に関する研究の成果をまとめたもので，序論，本論3章，および結論の全5章からなっている。

第1章では，LSIの高集積化にとって不可欠な微細加工技術の発展の沿革を述べ，微細加工のドライプロセス化の重要性を明らかにすることによって，本研究の目的，意義および有用性を明確にしている。

第2章では，フォトマスク作製プロセスに反応性プラズマ・エッチングを適用する可能性について検討し，反応機構とプラズマ物理との関係を明らかにしている。また，フォトマスク作製プロセスで使用されるクロム系薄膜のエッチング特性が膜組成およびガス組成に依存する現象について，オージェ分析結果をもとに反応機構を解明している。

第3章では，超LSI製造プロセスの各種の工程に反応性プラズマ・エッチングを適用する可能性を検討し，次のことを明らかにしている。(1)多層レジスト・プロセスの中間層に光CVDプロセスで堆積したスピン・オン・グラス（SOG）を用いるとエッチング特性が良好であること。(2)高融点シリサイドと多結晶シリコンの二層膜構造から成るゲート電極の異方性プラズマ・エッチングには塩素系ガスが適していること。(3)ゲート電極の微細加工に際して，等方性エッチングと異方性エッチングとを組み合わせることによりエッチング工程の信頼性を向上できること。

第4章では，バレル型および平行平板型反応槽を用いた反応性プラズマ・エッチングの限界について考察し，ECRプラズマ・エッチング技術の超微細加工プロセスへの適用の有効性を実験的に明らかにしている。また，収束イオンビーム等のマスクレスプロセスについても予備的な検討を行い，可能性を指摘している。

第5章では，本研究で得られた結果を総括し，本論文の結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

シリコン集積回路の高集積化はリソグラフィー，エッチング，酸化，拡散，メタライゼーション，イオン注入などの微細加工技術を極限にまで高度化することによって実現されてきた。中でもリソグラフィーとエッチングは微細加工の基盤となる技術で，特に反応性プラズマ・エッチングはギガビットDRAM対応の微細加工にも不可欠の技術で

ある。

本論文は，反応性プラズマ・エッチングによるドライ・プロセスの重要性に早くから着目し，エッチングの素過程，反応性プラズマに特有なエッチング特性などに関して実施した実験的研究の成果をまとめたもので，その成果を要約すると，次のとおりである。

(1) フォトマスクに多用されるクロムおよびクロム酸化物薄膜の反応性プラズマ・エッチング速度がガス中あるいは膜中の酸素濃度に大きく依存することを見い出している。また，クロム中に微量の鉄，銅などの不純物が含まれていると，エッチング残渣の原因になることを明らかにしている。

(2) 塩素系ガスプラズマによるクロム系薄膜のエッチング特性が，パターン寸法精度，パターン欠陥の発生数において，従来のウェット・エッチングに比べ格段に優れていることを示し，実用化への可能性を実証している。

(3) タングステンを含有するクロム酸化物膜では，ガス組成によって，反転エッチングや輪郭エッチングのような特異なエッチング特性が現れることを初めて観測し，その機構を明らかにしている。また，これらの特異なエッチング効果をフォトマスクの製造に応用できることを検証している。

(4) 超LSI製造プロセスの一つにスピン・オン・グラス（SOG）を平坦化のための中間膜そして用いる多層レジスト・プロセスがある。このSOG中間膜を光CVD法で堆積するとプラズマ・エッチングが効果的に使用できることを見い出している。

(5) シリサイド／ポリシリコン二層膜ゲート電極のプラズマ・エッチングには塩素系ガスによる異方性エッチングが良好な結果を生むことを明らかにしている。

(6) ゲート電極のプラズマ・エッチングの時に異方性エッチングだけでは段差部にエッチング残渣が発生することがある。この欠点の改良には等方性エッチングと異方性エッチングとを組み合わせると下地段差部にもエッチング残渣のない信頼性の高いプラズマ・エッチングができることを示している。

(7) 電子のサイクロトロン共鳴（ECR）を利用してプラズマ密度を高めたECRプラズマ装置による反応性プラズマ・エッチングを微細加工工程に導入することを目標に予備的な実験を行い，基板ホルダーに直流電圧を印加し，磁場分布をカスプ形にすることにより良好なエッチング特性が得られることを明らかにしている。

(8) マスクレス・エッチングの試みとして，収束イオンビームの適用の可能性をシリコン結晶について検討し，サブミクロン加工の可能性を示している。

以上のように，本論文はシリコン集積回路の高集積化に必要な微細加工技術である反応性プラズマ・エッチングの有用性を，フォトマスクの製造プロセスおよび超LSIのゲート電極のパターニングの場合について明確にしており，集積回路工学・半導体工学並びに精密加工工学の分野の発展に寄与するところが大きい。よって，本論文は博士論文として価値あるものと認める。