

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13305 号
------	---------------

氏 名 佐々木 俊行

論文題目

先端LSI製造プロセスにおける塩素含有プラズマ及びフルオロカーボンプラズマを用いた難エッチング材料のドライエッチングに関する研究

(Study on dry etching of difficult etching materials using chlorine-containing plasma and fluorocarbon plasma for advanced LSI fabrication process)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	堀 勝
委員	名古屋大学	教授	豊田 浩孝
委員	名古屋大学	教授	大野 哲靖
委員	名古屋大学	特任教授	石川 健治
委員	名古屋大学	特任教授	関根 誠
委員	名古屋大学	教授	中塚 理

論文審査の結果の要旨

佐々木俊行氏提出の論文「先端LSI製造プロセスにおける塩素含有プラズマ及びフルオロカーボンプラズマを用いた難エッチング材料のドライエッチングに関する研究」は、大規模集積回路製造において、代表的に使われている、塩素とフロン系ガスによるプラズマエッチング技術を体系的に整理し、これらのプラズマ化学を使い分けることで、従来エッチングが不可能であった難エッチング材料のプラズマエッチングに成功し、そのプロセス開発のための指針を提示したものであり、全7章から構成されている。

第1章は、序論で、先端LSI製造を構成する種々の薄膜に対するプラズマエッチングで使用される塩素系ガスプロセスとフルオロカーボンガスプロセスにおけるプラズマ化学の歴史とその代表的な事例を示すことで、これまで用いられてきたプラズマガス化学を体系的にまとめている。さらに、未だにエッチング技術が確立されていない、難エッチング材料の物性やその微細加工の重要性について概観することで、本論文の目的と意義、および構成について述べている。

第2章では、本研究で使用したプラズマエッチング装置やそのプラズマの生成原理について述べるとともに、エッチングプロセスの評価装置についても詳述している。

第3章では、塩素ガスを含んだガスとして三塩化ボロンガスを用いた高誘電率ゲート絶縁膜のLaAlSiO_x膜のエッチング特性の評価を行った結果、該ガスを用いて良好なエッチングを実現することが困難であることを結論付けている。

第4章では、第3章で得られた結果を基に、フルオロカーボンガスとして、オクタフルオロシクロブタンを選択して、LaAlSiO_x膜のエッチングを試み、その反応機構を洞察することで、オクタフルオロシクロブタンに水素とアルゴンとの混合ガスを用いるプラズマ化学によって、LaAlSiO_x膜のエッチングに成功した。エッチングにおける表面反応を解析することで、そのエッチング反応機構を解明した。

第5章では、塩素ガスを用いた銀薄膜のエッチングに取り組んでいる。塩素ガスでエッチングした後の銀の表面が大きく荒れることに着目し、その表面荒れが、エッチング中に生じるのか、エッチングの後に生じるかについて検討した結果、エッチング中に生じていることを突き止めた。種々のプラズマ条件を変化させて、エッチング特性を解析した結果、塩素系のガスではなく、フロン系のガスでエッチングできるとの着想を得た。

第6章では、第5章での洞察を基にして、四フッ化炭素ガスによるエッチングを行った結果、表面荒れがなく、平滑な表面で銀のエッチングを実現できることを見出すことに成功した。エッチング中のイオンエネルギーやウエハの温度に対するエッチング特性を評価し、イオンエネルギーが高く、ウエハ温度を上昇させることで、銀のエッチングができる最適条件を見出すとともに、その反応機構を解明した。この成果は、難エッチング材料プロセスに対する重要な反応モデルを示唆しており、学術的のみならず今後のLSI製造について重要な知見を提示している。

第7章では、本研究の結果を総括し、今後の課題および展望について述べている。

以上のように、本研究では、先端LSI製造において、塩素系ガスおよびフロンガスを用いたプラズマエッチング化学を体系的に整理するとともに、難エッチング材料である、LaAlSiO_x膜と銀薄膜に注目して、これらの難エッチング材料の微細加工に成功した。さらに、そのエッチングプロセス制御技術に対する指針原理をまとめている。また、これらの技術が量産技術として使用されていることは、注目すべき点である。これらの成果は、学術上、又工業上寄与するところが極めて大きいと判断できる。よって、本論文提出者である佐々木俊行氏は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。