

課題番号 : F-17-NU-0074
利用形態 : 共同研究
利用課題名(日本語) : 次世代材料のプラズマエッチングの開発
Program Title(English) : Development of plasma etching technologies for advanced materials
利用者名(日本語) : 林久貴
Username(English) : H. Hayashi
所属名(日本語) : 東芝デバイス&ストレージ株式会社
Affiliation(English) : Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation
キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング、形状・形態観察、分析

1. 概要(Summary)

プロセスプラズマ中でガスがどのように解離し、表面でどのような反応が起っているかは未だ良く分かっていない。基本的なプロセスガスの解離過程について計算化学を用いて、電子衝突による解離(電子付着解離、イオン化解離、励起解離)と壁面との反応を考え、得られた結果を実際のプラズマエッチング技術として開発する必要がある。

また、従来から絶縁膜のエッチングプロセスにはCF₄やC₄F₈、CHF₃など、フルオロカーボンガスのプラズマが用いられている。これらのガスは地球温暖化係数(GWP)が一般的な温室効果ガスであるCO₂の千倍以上と非常に高く、地球温暖化進行の助長が懸念される。冷媒ガスとして新たに開発された代替ガスはGWPがCO₂の数倍程度と小さい。このような代替ガスの物性について計算化学に基づく解離予測を進めた。

実験的に代替ガスとAr、O₂の混合ガスを用いてpoly-Siや絶縁膜のエッチング特性を評価した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

ラジカル計測付多目的プラズマプロセス装置、表面解析プラズマビーム装置、in-situプラズマ照射表面分析装置

【実験方法】

O₂ (20 sccm)を導入し、代替ガスとAr流量比を変化させ、ICPパワーを印加することでプラズマを発生させた。SiO₂、SiN、poly-Siの平坦膜サンプルにプラズマを照射し、表面で生じるエッチング反応を詳細に解析した。プラズマのパラメータをプラズマ吸収プローブによって測定し、プラズマ中の活性種について質量分析装置による診断もおこなった。エッチング速度については、プラズマ照射前後の膜厚を分光エリプソメトリにより計測して求めた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

エッチング速度の代替ガス流量依存特性を調べた。代替ガス流量を増加させていくと、流量に伴い各サンプルのエッチング速度が増加する領域を経て、最終的には表面に堆積膜が形成されエッチングが進行しなくなる。各条件でプラズマ中のイオン種を計測すると、エッチングが進行する条件ではイオン種によらずSiO₂のエッチング速度が一定となることがわかった。一方で、SiNは存在するイオン種によってエッチング速度が大きく変化する。条件変更によって材料エッチング選択比を大きく制御できることがわかった。

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者:名古屋大学大学院工学研究科・堀 勝
・関連文献:

- (1) 武田 直己、張 彦、林 俊雄、関根 誠、近藤 博基、石川 健治、堀 勝 “ハイドロフルオロカーボンガスプラズマの物性と絶縁膜エッチング特性に関する研究(2)”、第78回応用物理学会秋季学術講演会(福岡国際会議場、2017)、17a-A402-7.
- (2) 林 俊雄、石川 健治、関根 誠、堀 勝 “C₂H_xF_y化合物の電子物性と解離”、第65回応用物理学会春季学術講演会(早稲田大学西早稲田キャンパス、2018)、19a-C204-8.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 主な関連特許(Patent)

なし。