

課題番号 : F-16-NU-0086  
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) : 東芝セミコンダクター&ストレージ社半導体研究開発センター  
Affiliation(English) : Toshiba semiconductor.

### 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  $\text{CF}_4$  や  $\text{C}_4\text{F}_8$ 、 $\text{CHF}_3$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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、 $\text{O}_2$ 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】

表面解析プラズマビーム装置

#### 【実験方法】

代替ガス(20 sccm)、Ar (10 sccm) を導入し、 $\text{O}_2$  流量を変化させ、ICP パワーを印加することでプラズマを発生させた。 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiN}$ 、poly-Si の平坦膜に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  $\text{O}_2$  流量依存特性を調べた。 $\text{O}_2$  流量が 0sccm から順に流量を上げていくと、表面に堆積膜が形成されエッチングが進行しない流量域から、流量に伴

いエッチング速度が増加する領域を経て、 $\text{SiO}_2$  はエッチング速度が飽和する領域に達した。一方、 $\text{SiN}$  では、飽和せずに増加し続け、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

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 武田 直己、張 彦、林 俊雄、関根 誠、竹田 圭吾、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"、第 64 回応用物理学会春季学術講演会(パシフィコ横浜、2017)、17a-313-4.
- (2) 林 俊雄、石川 健治、関根 誠、堀 勝、"計算化学を用いたプロセスプラズマ中における気相・表面反応解析"、第 64 回応用物理学会春季学術講演会(パシフィコ横浜、2017)、15a-301-8.
- (3) 林 俊雄、関 根誠、石川 健治、堀 勝、"HFC-1234yf の電子物性と解離"、第 77 回応用物理学会秋季学術講演会(新潟朱鷺メッセ、2016)、13a-B9-1.
- (4) T. Hayashi, M. Sekine, K. Ishikawa, and M. Hori, "Unveiling aspects of alternative refrigerants involving HFO-1234ze from computational chemistry", International Symposium on Dry Process (November 21-22, 2016, Sapporo, Japan), P-8.

### 6. 関連特許(Patent)

なし。