

課題番号 : F-18-NU-0055  
利用形態 : 共同研究  
利用課題名(日本語) : 反応性プラズマによるエッチングプロセスの反応過程の解析  
Program Title (English) : Analysis in reaction mechanism of etching process in reactive plasma  
利用者名(日本語) : 大矢欣伸  
Username (English) : Y. Ohya  
所属名(日本語) : 株式会社 東京エレクトロン宮城  
Affiliation (English) : Tokyo Electron Miyagi Limited  
キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング、プラズマエッチング、パルス放電

### 1. 概要(Summary)

大規模集積回路製造における絶縁膜のプラズマエッチング工程では、被加工材料と下地材料との選択比の向上が重要な課題の一つである。弊社では、これを解決する一つの手法として、ウェハに対向する上部電極への DC 重畳機構を開発した。DC 重畳とは、2つの RF 電力を Duty 比 60%でパルス印加し、これに同期させる形で DC 電圧を High-Low と印加する動作である。今回、DC 重畳がプラズマ、あるいはプラズマ表界面反応に及ぼす影響を調べるために、ラジカル計測多目的プラズマプロセス装置で各種計測と表面解析を実施した。また、それと並行して、プラズマ中の電子やイオン、ラジカルの密度計測も実施した。

### 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

#### 【実験方法】

ウェハが載置される下部電極にプラズマ発生用に VHF (40.3 MHz)を、ウェハに入射するイオンエネルギーを制御用に RF (3.2 MHz)の高周波電圧をそれぞれ印加した。また同時に、上部電極に DC 電圧を-300 V から-1000 V まで印加した。電極間距離は 30 mm に固定し、下部電極を 20°C に設定した。また、 $c\text{-C}_4\text{F}_8$ と、 $\text{O}_2$ 、 $\text{Ar}$  の流量をそれぞれ 60、300、30 sccm とし、プロセス圧力を 2.0 Pa にして放電させた。プラズマの気相計測を、プラズマ吸収プローブ (PAP)と発光分光分析 (OES)により行った。さらに、プラズマエッチング後の  $\text{SiO}_2$  表面の膜厚や膜特性を分光エリプソメトリーを用いて評価した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

VHF パワーおよび RF パワーをそれぞれ 1000 W と

2000 W に固定し、DC 電圧を-300 V で一定にした場合と RF オフに同期して-1000 V に変化させた場合 (DC 重畳) の RF オフ時の電子密度の時間変化を計測した。電極間の中心であるウェハから 15 mm の位置で電子密度の測定では、DC 重畳により電子密度の減衰が遅くなっていることがわかった。特に 3  $\mu\text{s}$  以降は顕著であり、 $\gamma$  効果による二次電子の放出とイオン-中性粒子衝突の活性化によるものであると考えられる。多くの電子が生成もしくは維持され、さらに DC 電圧により加速されて下部電極上にあるウェハに入射することで、表面のチャージアップを大きく解消する効果が得られると考えられる。これにより高アスペクト比エッチング時の形状異常の改善が期待される。

### 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 近藤 博基 准教授

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

- (1) 応用物理学会シリコンテクノロジー分科会 第 215 回研究集会 (2019/2、口頭発表、招待講演)
- (2) The 40th International Symposium on Dry Process (2018/11、口頭発表)
- (3) 11<sup>th</sup> International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (2019/3、ポスター発表予定)

### 6. 関連特許(Patent)

なし。