

課題番号 : F-17-NU-0126  
利用形態 : 共同研究、技術代行、技術相談  
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 of the process in etching using reactive plasma  
利用者名(日本語) : 大矢欣伸  
Username (English) : Y. Ohya  
所属名(日本語) : 東京エレクトロン宮城株式会社  
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では、被加工材料と下地材料との選択比向上やマスク材料の表面ラフネス抑制が重要な課題となる。弊社ではこれらを解決する手法として、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 電力をパルス印加し、これに同期させる形で DC 電圧を High-Low とパルス印加する動作である。DC 重畳が気相及び表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を実施した。

## 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】

下部電極に 40 MHz と 3 MHz の高周波電圧を印加し、上部電極に DC 電圧を印加した。それぞれの電圧を 10 kHz にパルス化し、高周波電圧 off 中の DC 電圧を可変した。DC 重畳のプラズマ特性への効果を四重極質量分析、レーザ誘起蛍光法、表面反応への効果を分光エリプソメトリー、光電子分光装置により解析した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

40 MHz と 3 MHz の RF パワーをそれぞれ 1000 W と 2000 W に固定し、CW プラズマおよびパルス化時の RF パワー off 中に DC 電圧を変化させた。パルス化および高周波電圧 off 中の DC 電圧の増加は  $C_xF_y$  の  $x \geq 2$  のイオン種の密度増加を導き、DC 重畳により生成量を制御できることがわかっている。一方で、CF および  $CF_2$  ラジカル密度の挙動はパルスプラズマ下において高周波電圧 off 中の DC 電圧に大きな影響を受けないことがわかった。これ

はパルス周波数と比較しラジカルの寿命が長いことに起因していると考えられる。これらラジカル種の寿命は 100  $\mu s$  以上と報告されており、今回のプラズマ条件(周波数: 10 kHz、Duty: 60%)では、高周波電圧 OFF 中(40  $\mu s$ )のラジカルの損失はラジカル密度の時間変化に大きく影響を与えないことがわかった。つまり、DC 重畳が高質量のイオン密度とラジカル密度の独立制御の一つの手段であることがわかった。

## 4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 国立大学法人名古屋大学低温プラズマ科学研究センター・近藤博 准教授

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

- (1) K. Nakane, *et al.*, The 40th International Symposium on Dry Process (DPS2018), Japan, Nov. 13, 2018.
- (2) T. Tsutsumi, *et al.*, AVS 65th International Symposium & Exhibition 2018, US, Oct. 21, 2018.
- (3) K. Nakane, *et al.*, 41st International Symposium on Dry Process (DPS 2019), Japan, Nov. 21, 2019.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。