

課題番号 : F-21-NU-0036  
利用形態 : 共同研究  
利用課題名(日本語) : 次世代ドライエッチング技術の開発  
Program Title (English) : Development of next-generation dry etching technology  
利用者名(日本語) : 篠田和典、前田賢治  
Username (English) : K. Shinoda, K. Maeda  
所属名(日本語) : 株式会社日立ハイテク  
Affiliation (English) : Hitachi High-Tech Corporation  
キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング、熱処理、分析、形状・形態観察

## 1. 概要(Summary)

ロジックデバイスおよびメモリデバイスの微細化と三次元化が進んでいる。ロジックデバイスではトランジスタ構造が2次元プレーナ型から3次元フィン型に移行した。さらにその発展型として、GAA(Gate all around)型の開発が進められている。メモリデバイスでは、フラッシュメモリ構造が3次元NAND型に移行した。また、ポストスケールングに向けて新チャンネル材料が検討されている。このため今後のデバイス製造では、様々な膜種を原子層の精度で加工する技術の開発がキーとなる。

原子層プロセッシングを実現する次世代ドライエッチング技術として、原子層エッチングが注目されている。原子層エッチングは、高精度と高制御性に加え、複雑な3次元構造物の加工も可能である。

本研究では、低温でサンプル表面にエッチャントを吸着させた後に加熱することにより、被エッチング膜表面の改質層のみを除去することで、材料選択性の高い原子層エッチング技術を実現できた。

## 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、ラジカル計測付多目的プラズマプロセス装置

### **【実験方法】**

サンプルには半導体膜を成膜したシリコンウェハを用いた。表面解析プラズマビーム装置を用いてハイドロフルオロカーボン系のラジカル処理と加熱処理を行った。In-situ X線光電子分光法で表面組成の変化を評価した。また、エッチング速度の評価には分光エリプソメトリーを利用した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

ラジカル照射と加熱処理を繰り返す半導体膜の原子層エッチングプロセスについて、表面の原子層反応を評価できた。表面解析プラズマビーム装置などのIn-situ分析装置を用いることにより、半導体膜原子層エッチングの実現可能性について、大気暴露による表面酸化や汚染の影響を受けずに、表面反応を理解することができた。ラジカル照射では、主にハイドロフルオロカーボンガスをプラズマビーム装置に導入することでプラズマを生成させた。ラジカル照射時の表面反応は時間の経過と共にセルフリミテイング性を示した。また、加熱処理により表面反応生成物の脱離を確認した。このことから、ラジカル照射と加熱を繰り返すことで、膜表面をステップバイステップに原子層レベルの制御性でエッチングできる可能性を示した。今後は、本装置を利用して本プロセスでセルフリミテイング性が発現するメカニズムを解明するとともに、本原理を用いて窒化膜や金属膜を含む様々な膜種の原子層エッチングプロセスの可能性を検討する。

## 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中心・近藤博基准教授

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

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。