

## フルオロカーボンプラズマによりエッチング処理した Si 基板表面における微結晶形成プロセス

### Synthesis process of nano-crystals on Si substrates in etching of $\text{CF}_4/\text{Ar}$ plasmas

○黒田 源斗, 高橋 和生, 西尾 弘司 (京都工芸繊維大学 電子システム工学)

°Gento Kuroda, Kazuo Takahashi, Koji Nishio (Dept. of Electronics, Kyoto Institute of Technology)

E-mail: m6621016@edu.kit.ac.jp

#### 1. 研究背景・目的

近年の半導体の微細加工技術の進歩が半導体デバイスの性能を向上させ、電子機器の小型化・低消費電力化が電子産業の発展を支えている。現在、その微細加工技術は数 nm のプロセスにまで進歩しており、プラズマによるエッチングにおいても同様の精度が求められているが、エッチング後に基板表面にダメージが残ることが問題となっている。以前の研究において、プラズマによりエッチングされた Si 基板最表面を観察した結果、基板表面に微結晶が形成されることがわかった<sup>[1,2]</sup>。そこで本研究では、プラズマ処理後の Si 基板最表面の構造解析を行うことで、基板表面における微結晶の形成に関する表面反応機構を明らかにすることを目的とする。

#### 2. 実験方法

反応容器内に  $\text{CF}_4$  ガスと Ar ガスを導入し、圧力を 3 Pa に保った。13.56 MHz の RF 電力を装置上部の平面コイルに印加し、誘導結合プラズマを発生させエッチングを行った。基板ステージに印加する自己バイアス電圧は、ステージに接続された RF 電源を用いて制御を行った。そして、ガス流量比、エッチング時間、自己バイアス電圧をそれぞれ変化させて実験を行った。エッチング後の試料について、透過型電子顕微鏡 (TEM) および、走査型電子顕微鏡 (SEM) による表面観察、X 線光電子分光法 (XPS) による化学組成分析を行った。

#### 3. 実験結果・考察

図 1 に、エッチング処理した試料の TEM による観察画像を示す。観察画像から、エッチング処理によって Si 表面に粗さが生じていることが確認できた。ガス流量比の変化とともに表面の粗さも変化し、Ar ガスを少なくすることで粗さが小さくなることがわかった。また、ガス流量比が  $[\text{CF}_4] : [\text{Ar}] = 8 : 32$  の場合において、Si 基板表面に数 nm の微結晶が堆積していることが確認できたため、

ガス流量比を変化させてエッチングを行った結果、 $[\text{CF}_4] : [\text{Ar}] = 20 : 20$ ,  $[\text{CF}_4] : [\text{Ar}] = 32 : 8$  の場合においても同様に、Si 基板表面に微結晶が堆積していることが確認できた。堆積している微結晶の格子縞と電子回折像から、この微結晶がダイヤモンドであることがわかった。この Si 基板表面におけるダイヤモンドを含む微結晶は、ガス流量比に依らず、自己バイアス電圧の高い条件において形成されていることがわかった。

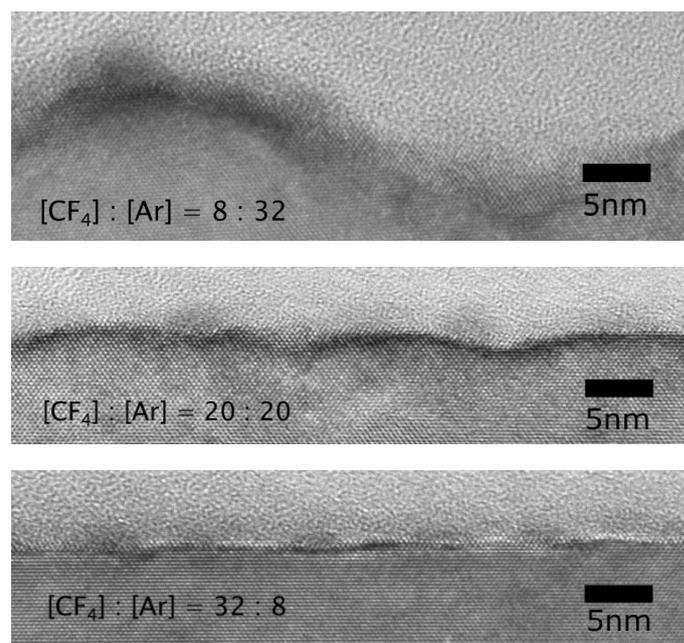


Fig. 1. TEM images of Si etched in  $\text{CF}_4/\text{Ar}$  plasmas (Etch time = 5 min,  $V_{dc} = -200$  V).

#### 引用

- [1] 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会,  
黒田源斗, 高橋和生, 西尾弘司, 13a-B9-5, 2016
- [2] 38th International Symposium on Dry Process,  
G. Kuroda, K. Takahashi, K. Nishio, P-17, 2016