

## フルオロカーボンプラズマを用いた エッチングプロセスにおける Si 基板上の微結晶形成

### Syntheses of nano-crystals on Si substrates in etch process 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

近年のプラズマプロセスの発展により、半導体デバイスの集積度、消費電力、遅延時間が改善され、半導体デバイスの高性能化、小型化、コストダウンへとつながっている。その生産における重要な工程が、エッチングによる微細加工である。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。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

本研究で用いた実験装置の概略図を図 1 に示す。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 2 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。さらに、自己バイアス電圧 ( $V_{dc}$ ) が -150 V と -200 V の場合において、Si の表面に数 nm の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、この結晶がダイヤモンドであることがわかった。このダイヤモンドが、Si 表面の粗さに影響を与えていると考えられる。

図 3 に、エッチング処理した試料の SEM による観察画像を示す。観察画像から、微結晶が Si 基板表面全体に

堆積していることが確認できた。さらに、エッチング時間が長くなるに従い、微結晶が増え、基板表面の粗さも大きくなることがわかった。

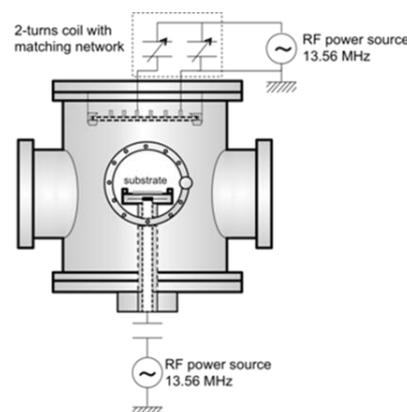


Fig. 1. Schematic of experimental set up.

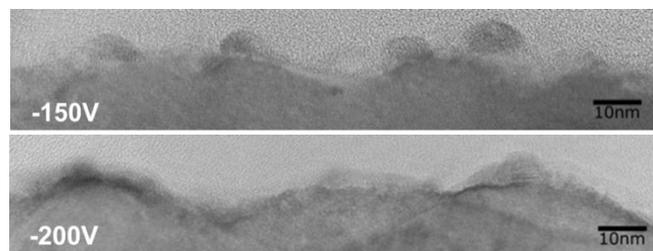


Fig. 2. TEM images of Si etched in  $\text{CF}_4/\text{Ar}$  plasmas (Etch time = 5 min,  $[\text{CF}_4] : [\text{Ar}] = 8 : 32$ ).

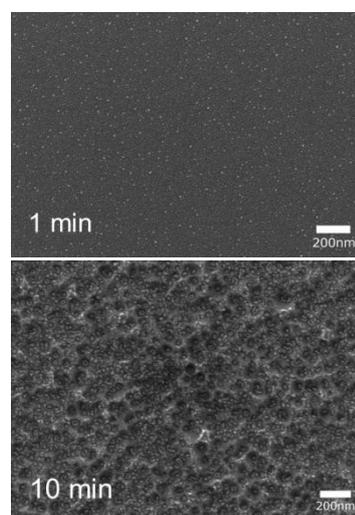


Fig. 3. SEM images of Si etched in  $\text{CF}_4/\text{Ar}$  plasmas ( $V_{dc} = -200$ ,  $[\text{CF}_4] : [\text{Ar}] = 8 : 32$ ).