

イオンビームリソグラフィーを用いた YSZ の微細加工

量子ビーム研究室 柏原 正樹

1. 緒言

本研究は、イオンビームリソグラフィーを用いた超伝導体デバイスの基板として有望な YSZ の微細加工を目的とした研究である。従来の半導体デバイスは情報処理速度の性能に限界があり、解決策として超伝導体を使用したデバイスを作成する方法がある。超伝導デバイスは半導体集積回路に比べ高速かつ低消費電力の情報処理をすることが可能である。今回の研究は、YSZ がイオンビームリソグラフィーで微細加工できるかの検証実験と、Si との段差構造深さの比較実験である。

2. 実験装置および方法

2.1 実験装置

ECRイオン源で生成したArのイオンをビーム化した。このビームを分析磁石によって、 $Ar^{1+,4+,9+}$ を選択し試料にイオン注入した。コリメーターによって照射するビームの径を決めたArビームをCuマスクに通して照射した。照射した試料はYSZとSiである。照射後の試料を0.46mol/LのHF水溶液でエッチング処理をした。その後、原子間力顕微鏡(AFM)を用いて照射部と非照射部のエッチング速度の違いによって形成される段差構造とその表面粗さの測定を行った。

2.2 実験条件

表 1、2 はイオンビーム照射の際の条件と、エッチングする際の実験条件を示す。

表 1 照射条件

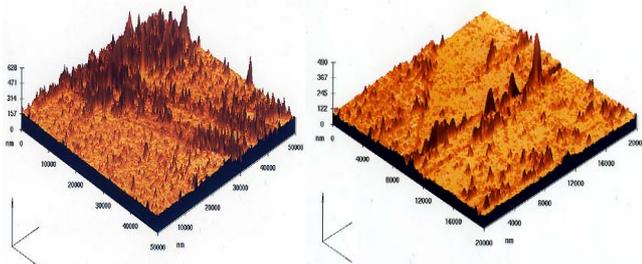
被照射試料	YSZ、Si
照射イオン	$Ar^{1+,4+,9+}$
照射エネルギー	100keV
照射量	200,400,600 $\mu C/cm^2$

表 2 エッチング条件

エッチング試料	YSZ、Si
3分エッチング処理	全ての試料
10分エッチング処理	400 $\mu C/cm^2$

3. 実験結果

図 1 の(a)、(b)は YSZ を照射後にエッチングした観測画像である。



(a)エッチング 3分 (b)エッチング 10分
図 1 AFM による YSZ の表面の観測結果

図 1 より以下のことがわかった。

- 1) YSZ は 3 分エッチングでは段差構造はほとんど形成されていなかったが、10 分エッチングでは段差構造が形成されていた。

図 2 は 10 分エッチングによる価数別による YSZ、Si の段差構造深さを示す

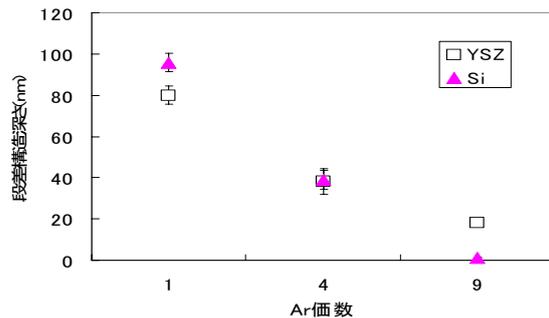


図 2 段差構造深さの価数依存性

図 2 より以下のことがわかった。

- 1) YSZ と Si は Ar^{1+} の方が段差構造深さは深い。
- 2) Ar^{1+} では YSZ より Si の方が深いのに対し、 Ar^{9+} では YSZ の方が深い。

図 3 は YSZ の 10 分エッチングによる Ar^{1+} と Ar^{9+} の照射部と非照射部の表面粗さを示す。

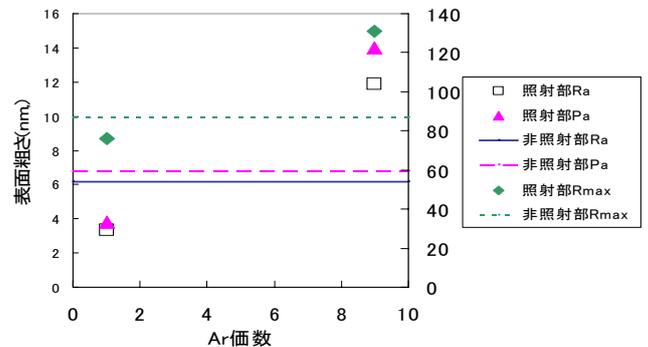


図 3 表面粗さの価数による依存性

図 3 より以下のことがわかった。

- 1) Ar^{1+} では非照射部より照射部の方が表面粗さは良い。
- 2) Ar^{9+} では照射部より非照射部の方が表面粗さは良い。

4. 結論

- 1) YSZ が 10 分エッチングによるイオンビームリソグラフィーで Si と同じように微細加工が行えることが分かった。
- 2) YSZ で微細加工を行うなら、 Ar^{1+} の 10 分エッチング処理が適している。

文献

- (1) 岩満 慎吾. 低イオン照射量でのナノ加工の多価イオン効果. 卒業論文. 2004.