室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

イオンミリング法を用いたMgOステップ基板の作製に関する研究

メタデータ	言語: Japanese
	出版者: 応用物理学会北海道支部
	公開日: 2016-05-24
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 船柳, 謙太, 松田, 瑞史
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008895

イオンミリング法を用いた MgO ステップ基板の作製に関する研究

室蘭工業大学　○船柳 謙太、松田 瑞史

1. はじめに

現在、Nb 系薄膜を用いた三層トンネル型接合素子は X 線検出器などへの実用化が図られている。一方、弱接合型素子は単層超伝導膜から作製可能であるが、超伝導ブリッジの一部の超伝導性を弱める工夫が必要となる。そのため基板表面にあらかじめ段差ステップを作製し、その上に薄膜ブリッジを作製することが考えられる。本研究ではイオンミリング法を用い、MgO 基板表面上に NbN 薄膜型弱結合型素子作製に適用可能なステップを作製する方法の確立を目的とした。

2. 実験方法

フォトリソグラフィにより単結晶 MgO(100)面基板の半分をレジストで覆い、Ar イオンミリングで露出部分の MgO 表面をエッチングし、基板中央部にステップを形成した。実験にはカウフマン型イオン銃を用い、イオンビーム電圧 350[V]、Ar ガス圧力 4.0×10^{-2}[Pa]としている。実験では、基板法線方向に対するビーム入射角を－75°～75° の範囲とし、エッチング時間 25 分、又はステップ高低差が約 100nm になるまでエッチングした。得られた MgO(100)面基板上ステップは、原子間力顕微鏡(AFM)を用いたステップの高低差とエッジ面での幅（急峻性）の評価を行った。

3. 実験結果

エッチング時間 25 分にて各入射角で得られた MgO 基板上ステップの幅、エッチングレート（ステップ高低差／25 分）の結果を図 1 に示す。エッチングレートには明確な入射角度依存性があり、0° の場合は小さく、±(45～60)° の場合に大きい。MgO 表面原子のスパッタリング率自体の角度依存性を反映していると考えられるが、更に入射角を大きくすると再びエッチングレートは低下する傾向にあった。これが本質的な角度依存性なのか、浅いエッチング角に起因するイオンビーム不均一性によるものなのかはまだ明らかでない。一方、ステップ幅についての入射角依存性は弱く、レジスト端面シャドウ効果に起因する非対称性も明確には観測されていない。そこでステップ高低差約 100nm となるように種々のエッチング時間にてステップを作製し、ステップ幅との関係を調べた。前述のエッチング時間を 25 分とした場合（ステップ高≠100nm）の結果も含めて図 2 に示す。ステップ幅値はエッチング時間への依存性が大きいことから、エッチング時のレジスト厚の減少（レジストパターン端面の後退）がステップ幅を大きくしていると推察される。

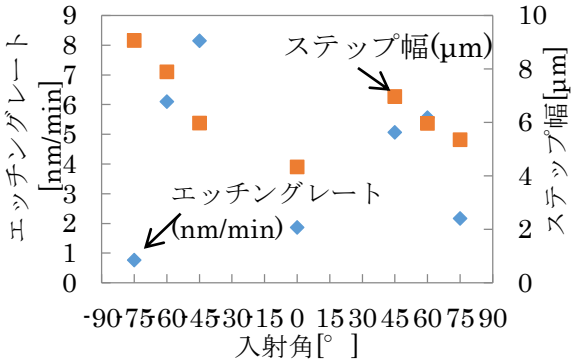

図 1　エッチング時間 25 分で得られた MgO 基板上ステップのプロファイル

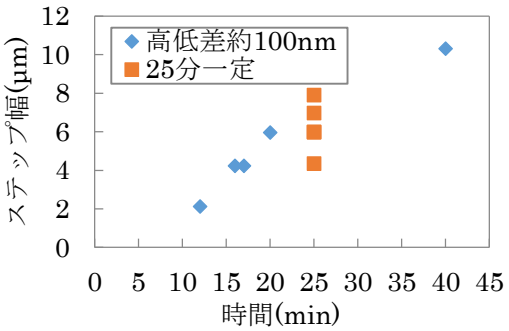

図 2　ステップ幅のエッチング時間依存性

4. まとめ

イオンミリング法を用いて MgO(100)基板表面上ステップを作製する際に、エッチングレートがイオンビーム入射角に、ステップ幅がエッチング時間に依存することを明らかにした。現在、基板ステップ上に作製した NbN 膜ブリッジの特性評価について検討している。