

MgO基板のイオンビームエッチング

菅原智明 田谷嘉浩 下野 功

Ion Beam Etching of MgO Substrates

Tomoaki Sugawara, Yoshihiro Taya and Isao Shimono

要 旨

近年、薄膜デバイスの開発が活発に行われ、それにともない基板の微細加工が必要不可欠な技術となってきた。MgOは、医療分野での応用が期待されている超伝導量子干渉デバイスの基板材料として特に注目されている。このMgO基板を微細加工するために、当センターと地元真空関連企業が共同で開発した微細加工装置を用いて、イオンビームエッチングを試みた。その結果、難加工性のMgOが80~90Å/minの速度でエッチングされ、エッチングされた表面状態も大変なめらかであることが知られた。

近年、エレクトロニクス分野では薄膜を応用したデバイスの開発がさかんである¹⁾。薄膜材料は基板上に作製されるため、格子定数や熱膨張率が基板材料とマッチする必要がある。これら基板材料としては、MgO、SrTiO₃、サファイアなどが一般に用いられている²⁾。薄膜デバイスをより高機能化するためには、基板を微細加工する技術が必要不可欠となる³⁾。微細加工技術には、大きく分けて、ドライエッチング法とウェットエッチング法がある。ドライエッチング法はウェットエッチング法と比較して、以下の点で優れている。

- ①酸化物などの難加工材の加工が可能である。
- ②真空中で加工を行うので、汚染による劣化が少ない。
- ③廃液による環境汚染の心配がない。

当函館地域においては、地元真空関連企業と当センターにより、ドライエッチング装置の一種であるマイクロ波励起のReactive Ion Beam Etching (RIBE)法を用いた微細加工装置を開発した⁴⁾。超伝導量子干渉デバイス作製のためには基板の微細加工が不可

欠である。本研究では、基板の微細加工条件を見いだすことを目的とし、開発した加工装置を用い、MgO基板のエッチング速度および表面状態などについて調べた。エッチングガスには、Si、SiO₂などのエッチングに使用されるCF₄ガスおよびArガスを用いた。

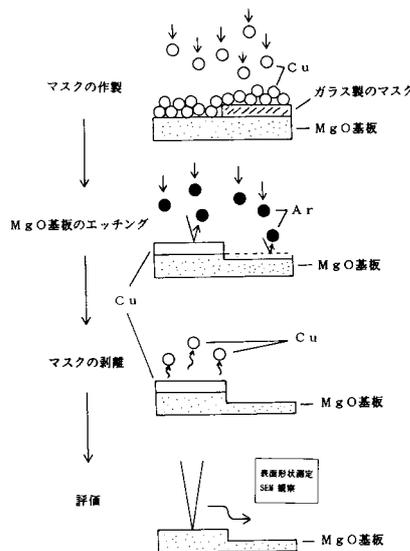


図1. 実験手順の概略

図1に実験手順を示す。エッチングに先立ち、MgO基板上にガラス製のマスクを置き、Cuをスパッタ蒸着した。このCuはドライエッチングするときのマスク材となる。なお、Cuの膜厚は約7500Åである。エッチング後、MgO基板を塩酸溶液中に浸漬、Cuを剥離させた。エッチングの評価は、表面の形状測定およびSEM観察により行った。表面の形状測定には触針式膜厚計を用いた。

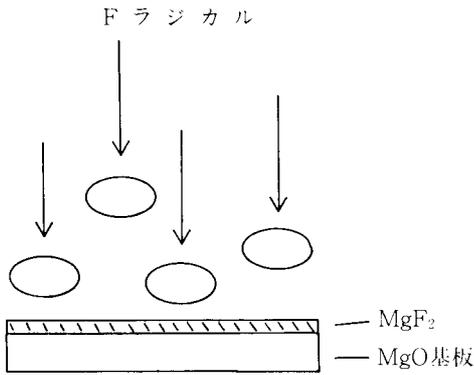


図2. CF₄ガスによるMgO基板のエッチングモデル

エッチングガスにCF₄ガスを用いた場合、MgO基板はエッチングされなかった。この理由として、CF₄がプラズマ中で解離し、反応性の高い励起状態にあるFラジカルが発生する⁵⁾。図2に示すように、このFラジカルはMgOと反応し、基板表面にMgF₂を生成する。MgF₂は揮発しにくく、基板から離脱しないために、MgO基板はエッチングされないと考えられる。

Arガスを用いたMgO基板のエッチング条件を表1に、表面形状を図3に示す。MgO基板は前述したエッチング条件で、1600~1800Åエッチングされていることが確認された。このときのエッチング速度を算出すると、80~90Å/minとなる。これは発光素子の

表1. イオンビームエッチング条件

加速電圧	2 kV
イオン電流	3 ~ 4 mA
エッチングガス	Ar
ガス圧	1.7 × 10 ⁻² Pa (1 ccm)
エッチング時間	20 min

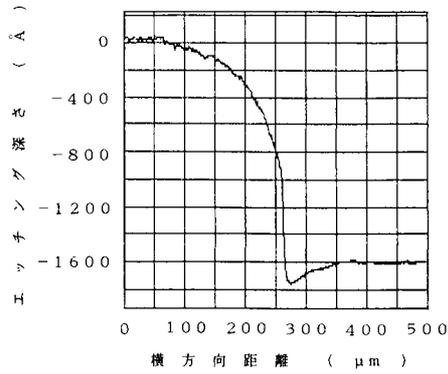


図3. エッチング後のMgO基板の表面形状

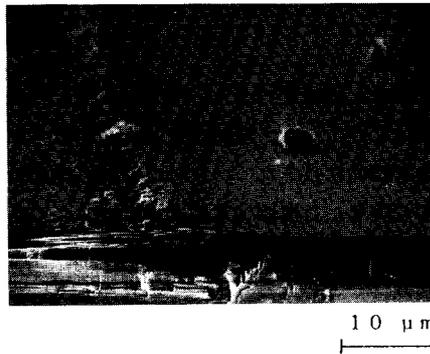


写真1. エッチング後のMgO基板のSEM観察結果

基板として用いられるAl₂O₃のエッチング速度50~150Å/min⁶⁾と同程度である。エッチング後のMgO基板のSEM観察結果を写真1に示す。MgO基板のエッチング表面は大変なめらかであることがわかる。

本実験から次のことが知られた。MgO基板はArイオンのスパッタ作用によってエッチングが可能である。エッチング速度は若干小さいが、エッチング後の表面状態は荒れも少なく、良好である。今後、先に開発したMgOの加工技術にマスクの微細加工技術を付加し、医療分野での応用が期待されている超伝導量子干渉デバイスなどの薄膜デバイス開発へと発展させてゆく所存である。

本研究の実施にあたり、御指導・御助言下さった北海道大学 栗城貞也教授に心より感謝します。

参 考 文 献

- 1) T. Yotsuya, H. Imokawa and Q. S. Yang: Jpn. J. Appl. Phys.. 30(12B), L2091(1991).
- 2) 和佐清孝, 早川 茂: スパッタ技術, 共立出版, 東京, 93(1988).
- 3) M. Yoshii, J. Kita, O. Nakatsu and Y. Tamada: Jpn. J. Appl. Phys.. 30(4A), L587(1991).
- 4) 財テクノポリス函館技術振興協会: ラジカル・ビームを用いた微細加工装置の開発研究, 平成元年度「函館」地域加速的技術開発支援事業, (1990).
- 5) 日本学術振興協会: 電子・イオンビームハンドブック (第2版), 日刊工業新聞社, 東京, 463 (1986).
- 6) 真空ハンドブック編集委員会: 真空ハンドブック改訂版, 日本真空技術株式会社, 茅ヶ崎, 243(1985).