

MgO スパッタ薄膜の二次電子放出および

絶縁破壊特性の酸素流量依存性

薄膜・表面物性研究室 仲田大輔

M063514 Daisuke Nakada

1. 背景

酸化マグネシウム (MgO) 薄膜は二次電子放出率 γ や絶縁性、透過率が高く、イオン衝撃に強いといった特徴からプラズマディスプレイパネル (PDP) の保護層に使用されている。高い γ は PDP の消費電力を低減するために必要である。またアドレス放電による壁電荷を保つために高い絶縁性が求められる。本研究室における過去の研究で、イオンビーム照射による γ を測定した際、二次電子電流の立ち上がるコレクタ電圧が MgO 薄膜の膜厚に比例して増加した[1]。この結果から γ 測定時に一定の電場で膜の絶縁破壊が起こっていると考えた。本研究では、それを検証するため、実際に MgO 薄膜の絶縁破壊特性を知ることが目的とした。また酸素の欠陥を含む膜で高い γ が得られた[2]という報告があるため、スパッタ時の酸素流量が膜の特性に与える影響を調べた。

2. 実験

RF スパッタリング装置にて MgO 薄膜を作製した。ターゲットには MgO の焼結体を、基板には n 型 Si 基板を用いた。酸素流量は 0,2sccm とした。透過率測定用サンプルには石英基板を、絶縁破壊測定用サンプルには n 型 Si 基板の裏面に DC スパッタリング装置にて Al を蒸着したものをを用いた。

二次電子放出の測定は XPS 装置内 ($\sim 3 \times 10^{-6}$ Pa) で行った。測定前に表面のスパッタを行い C などの汚染物を除去した。

Fig.1 は測定装置の構造である。膜の表面に Ar^+ イオンビーム (1kV) を照射し、二次電子をコレクタで集めた。コレクタ電圧 V_c を 0V から 355V まで 20V ずつ増加させ、ターゲット電流 I_t と二次電子電流 I_s を記録した。

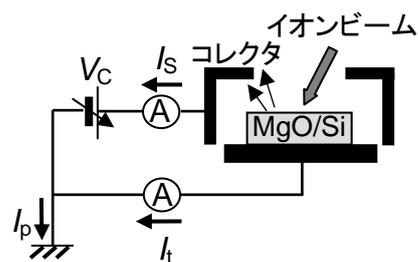


Fig.1 二次電子放出測定

Fig.2 は絶縁破壊測定装置の構造である。サンプルの Al 面をサンプルホルダに固定し、MgO 薄膜の表面にタングステンカーバイドのプローブ（曲率 $50 \mu\text{m}$ ）を接触させた。直流電圧を加え 1V/s で増加させ、電流が閾値 (1mA) を超えた電圧を記録した。各サンプルで 20 点ずつ測定を行った。

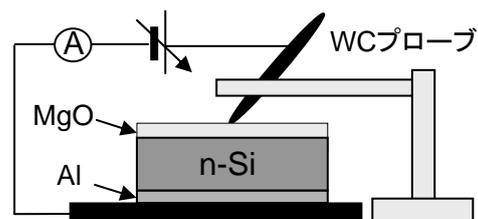


Fig. 2 絶縁破壊測定

3. 結果および考察

Fig.3は酸素流量0sccmと2sccmで60分間の製膜をしたサンプルの透過率である。どちらの膜も可視光領域で0.85以上の透過率を示した。MgOの膜厚は透過率曲線のうねりから決定し[3]、0,2sccmのサンプルの膜厚はそれぞれ262,234nmであった。

Fig.4は二次電子放出の結果である。横軸を膜厚で規格化することで I_s の立ち上がりが全てのサンプルでほぼ等しくなった。このグラフから大まかに見積もられる絶縁破壊電場は $5.0 \times 10^8 \text{V/m}$ である。 γ は V_c の大きな領域で飽和した $|I_s/I_p|$ により与えられるが、その値は2.0~2.5となった。

Fig.5は絶縁破壊の測定結果である。膜厚200nmまでは絶縁破壊電圧は直線的に増加し、絶縁破壊電場(強度)は約 $4.5 \times 10^8 \text{V/m}$ となった。これは γ の測定で I_s の立ち上がる V_c /膜厚と近い値であり、イオンビーム照射によるMgO薄膜の絶縁破壊を支持する結果となった。

二次電子放出と絶縁性のどちらにおいても、酸素導入の有無による変化は見られなかった。膜中に酸素欠陥が生じればバンドギャップの間に欠陥準位ができ、 γ と絶縁性が変化すると予想されるため、本研究で酸素導入なしで作製した膜には酸素欠陥が生じていなかったと考えられる。

4. まとめ

RFスパッタリング装置にて異なる酸素流量(0,2sccm)でMgO薄膜を堆積し、製膜時の酸素流量が膜の二次電子放出特性と絶縁破壊特性へ与える影響を調べた。プローブ測定から得られた絶縁破壊電場 $4.5 \times 10^8 \text{V/m}$ は γ 測定で I_s の立ち上がる $5.0 \times 10^8 \text{V/m}$ と近い値となった。また酸素導入の有無で膜の特性に変化は見られなかった。

5. 参考文献

- [1]藤本崇：2004年度 成蹊大学大学院修士論文
- [2] Motoyama, Hirano, Ishii, Murakami, Sato, J. Appl. Phys. **95** (2004) 8419
- [3]Baba, Mori, Nakano, Vacuum **59** (2000) 531

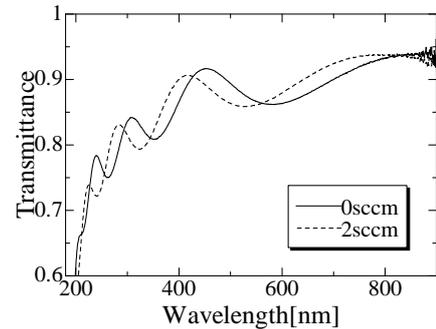


Fig.3 透過率の波長依存性

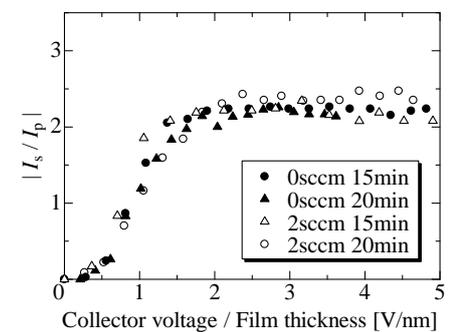


Fig.4 二次電子放出特性

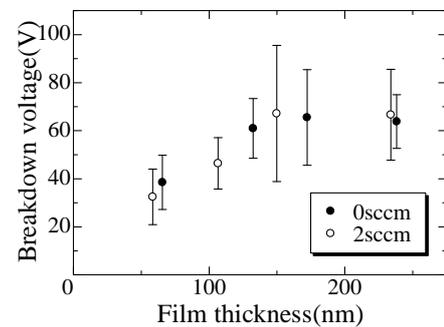


Fig.5 絶縁破壊特性