

MgO 薄膜の絶縁破壊特性の製膜時圧力依存性

薄膜・表面物性研究室 吉野 真登

S111155 Masato YOSHINO

背景と目的

酸化マグネシウム (MgO) 薄膜は絶縁破壊に対する耐性が高いことが知られ、本研究室でも測定を行ってきた。絶縁破壊測定にあたっては、電源を定電圧モード（電流リミット）ないし定電流モード（電圧リミット）で動作させる。測定が簡便な定電圧モードでの測定では、製膜時圧力が高いほど絶縁破壊電場が小さくなることが分かっている。また微小電流領域の計測が可能な定電流モードでの測定では、破壊に至るまでの I-V 曲線が製膜時圧力によって異なる挙動を示した。過去の実験では、定電流モードでの電流および電圧の調整を手動で行っていたが、電流を一定に保持した場合にも電圧は徐々に変化し、電圧維持時間の違いが結果に影響する可能性が懸念されていた。そこで本実験では PC 制御によって電流-電圧の上昇速度を一定にして測定を行い、絶縁破壊特性と製膜圧力の関係を調べることを目的とした。

実験方法

MgO 薄膜は高周波 (RF) スパッタリング装置で作製した。ターゲット-基板間距離は 60 mm とし、放電ガスには Ar を用いた。圧力は放電維持が可能な最低圧力である 0.25 Pa から等比になるよう、0.25, 0.6, 1.4, 3.0 Pa とした。RF 電力は 100 W、製膜時間は 20 分とした。膜厚評価用に石英基板を用いたほか、絶縁破壊測定用には n 型低抵抗 Si を使用した。絶縁破壊測定は Si 基板上の MgO 試料に金線のプローブを接触させて行った。定電圧モードでは、印加電圧を 1 V/s で上昇させ、電流閾値 0.3 μ A を越えた直前の電圧を絶縁破壊電圧とした。定電流モードでは、電圧リミット値を同じく 1 V/s で上昇させていき、設定電流が流れた場合に、電流を増加させる動作を繰返し行った。

結果および考察

図 1 は定電圧モードで測定した絶縁破壊電場の製膜圧力依存性である。本実験では 120 点で測定を行い、平均値、最大・最小値および上下の四分位値を箱ひげ図で示した。これまでの結果と同様、圧力が低いほど絶縁破壊電場が高くなった。製膜製膜圧力が低いとスパッタ原子がエネルギーを失わないため、膜が緻密になって絶縁破壊強度が向上したと考えられる。図 2 は 0.25 Pa で作製した試料の定電流モードでの測定例である。このような I-V 曲線は 160 点中 26 点で確認できた（他の測定点では最小電流である 1 nA で破壊が起きた）。今回の測定の自動化によって、破壊特性をより多く、安定して計測できるようになった。

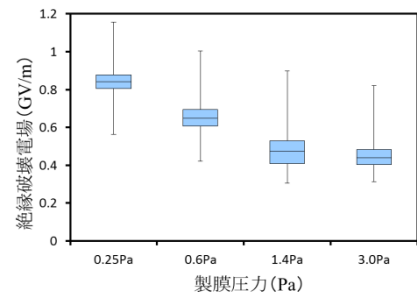


図 1. 絶縁破壊電圧と製膜圧力

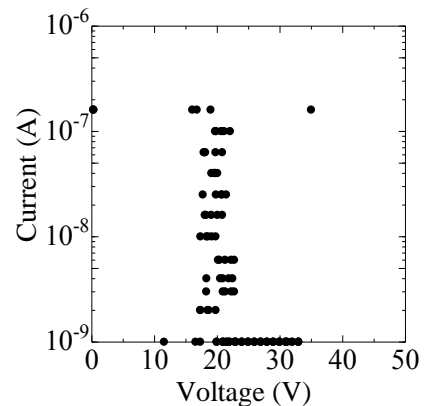


図 2. 定電流測定例