

MgO 薄膜の絶縁破壊特性の製膜圧力依存性

薄膜・表面物性研究室 新井 裕人

S111008 Yuto ARAI

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、本研究室でも測定が行なわれ、先行研究では、製膜圧力が低いほど絶縁破壊電圧が高いことがわかっている。これまで絶縁破壊測定は主に低電圧モードで行なわれてきたが、定電流モード（電圧リミット）で計測すると、特に高い圧力で製膜した試料において、特徴的な I-V 特性が見られた。また昨年より PC 制御下での測定が可能となり、電流・電圧の上昇速度を一定にできるようになった。本研究では、PC 制御下で定電流モードの測定を繰り返し行い、絶縁破壊現象の圧力依存性について、信頼性の高いデータを得ることを目的とした。

実験方法

MgO 薄膜は高周波(RF)スパッタ装置で作製した。ターゲット - 基板間距離は 40 mm とし、放電ガスは Ar (8.0 sccm)、ないし Ar (6.0 sccm)+O₂ (1.5 sccm) とした。製膜圧力は 0.25, 0.60, 1.4, 3.0 Pa とした。電力は 100 W、製膜時間は放電ガスが Ar のみの場合は 20 分、Ar+O₂ の場合は 27.5 分とした。基板には HF 処理をした n-Si(111) 基板を使用した。絶縁破壊測定はスパッタを行なった Si 基板の、MgO が付着している部分に金ワイヤープローブを接触させ、PC 制御で電源を動作させて行なった。電圧リミット値を 1 V/s で上昇させ、設定電流が流れた場合に、電流を増加させる動作設定で行なった。

結果および考察

図 1,2 に放電ガス Ar のみの試料で得られた、絶縁破壊特性の製膜圧力依存性を示す。図 1 は絶縁破壊が生じたときの電圧を、累積相対度数分布で表した結果である。先行研究と同様、製膜圧力が低くなるほど絶縁破壊電圧が高くなることが確認できた。図 2 は破壊時電流の累積相対度数分布である。絶縁破壊電圧とは逆に、製膜圧力が低くなるほど絶縁破壊電流は小さくなっていった。また、製膜圧力が低くなるほど分布が、本実験の最小電流である 1 nA 付近に分布が多くなることわかった。

低圧力下で製膜するほど、高エネルギーで粒子が付着するため、膜が緻密になる。そのため低圧力ほど、絶縁破壊電圧が上がり、絶縁破壊電流が下がったと考えられる。

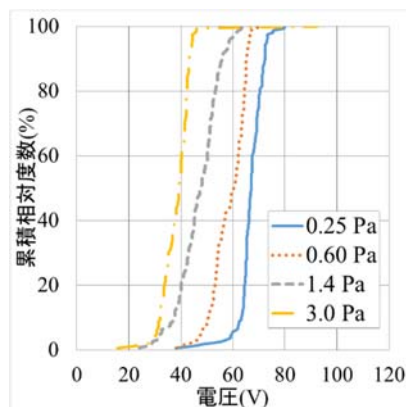


図 1. 絶縁破壊電圧と製膜圧力

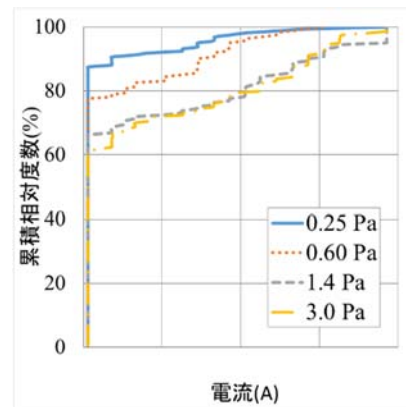


図 2. 絶縁破壊電流と製膜圧力