

(5) スパッタ法による薄膜作製技術の研究

(平成30年度～令和2年度)

1. 研究のねらい

薄膜作製においてスパッタ法は、金属、酸化物、窒化物といった薄膜の形成が可能で、例えば、機械金属の耐摩耗性や防食性を高めるための表面処理に使用されている。スパッタ法の原理は、装置内でアルゴンガスをイオン化し、原料のターゲットにアルゴンイオンを衝突させ、スパッタ現象を利用して薄膜製造・表面処理を行う。スパッタ法は、基板と密着性のよい薄膜が作製できるという特徴をもつ。函館地域には、このようなスパッタ装置を設計・販売する真空メーカーがあり、当センターでは平成28年度 JKA 補助事業により、地元メーカーの卓上型スパッタ装置を導入した。本研究では、地元企業が開発した卓上スパッタ装置を用い、薄膜作製条件について調査・検討を行う。本研究で得られた研究成果を広く PR すると同時に、地元企業の装置を用いた電子部品、光学部品、機械部品への応用を図る。こうした取り組みは、地域の電子部品及び光学部品を製造する企業をはじめとし、広くものづくり系企業への技術的支援に繋がり、当地域のものづくり産業にとって重要な研究テーマと考えている。

2. 研究の方法

(1) スパッタ法を用いて酸化物の薄膜作製を行い、薄膜の特性向上、応用について検討した。

3. 研究成果の概要

本研究では、ターゲットに純度 99.99 % の亜鉛 (Zn) 金属を用いて、成膜実験を行った。スパッタガスには、アルゴンガスに酸素ガスを 10 % 混合したものを用い、酸化亜鉛薄膜をガラス基板に作製した。スパッタ装置内を 7×10^{-4} Pa まで真空引きした後、スパッタガスを装置内に導入し、0.5~4.0 Pa に圧力を一定にして、高周波 (RF) 電力 50 W を加えてプラズマを発生させ、プリスパッタを 10 min 行った後、100 min スパッタ成膜した。これまでの実験によって、スパッタガス圧力を 2.0 Pa 以上とすると、透明な薄膜が形成することから、今回は、2.0Pa、2.5Pa、3.0Pa、3.5Pa、4.0Pa の圧力で酸化亜鉛薄膜を作製し評価した。最初に、触針式表面形状測定器を用いて膜厚測定した。その結果、基板上での膜厚は、スパッタガス圧力が低くなるとともに、増加する傾向が見られ、2.0Pa のとき成膜速度は平均で約 4.9 nm/min と測定された。また、膜厚分布についてはスパッタガス圧力が低いほど小さくなり、2.0Pa では、平均膜厚に対して約 ± 4 % を示し、昨年度よりも膜の平坦性が向上した。スパッタガス圧力を減少させることで、成膜速度が大きく、膜厚分布も改善されることが分かった。次に、成膜した試料が酸化亜鉛 (ZnO) であることを確認するため、走査電子顕微鏡 (SEM) を用い、エネルギー分散 X 線分光 (EDS) 分析を行って、膜の組成を分析した。なお、分析時の電子線加速電圧は 5 kV とし、基板に由来する元素は検出されないようにした。EDS 分析の結果、亜鉛と酸素が強く検出された。EDS スペクトルから、亜鉛と酸素の原子濃度を求めた結果、スパッタガス圧力が高いほど、試料の亜鉛と酸素の組成は 1:1 に近づき、ZnO の化学量論組成とほぼ一致した。ZnO 膜の構造を評価するため、X 線回折測定を行った。その結果、スパッタガス圧力に依存せず、試料は全てウルツ鉱構造で (002) 配向した ZnO 薄膜あることが分かった。さらに (002) 回折線の半値幅は 0.17~0.21 度と狭いことから、膜の結晶性は高いものと考えられる。光学的特性については、紫外・可視分光分析装置を用いて透過率を測定した結果、スパッタガス

圧力に関係なく全ての試料において、波長 380～780 nm の可視光透過率は 80%以上となり、良好な透明性を示した。今年度のまとめとして、スパッタガス圧力を最適にすることで、膜厚分布の改善が見られた。また、スパッタガス圧力は結晶性や光学特性などへの悪影響はなく、光学材料への応用に関する基礎的成膜技術が開発できた。今後、研究成果を基にして、さらに薄膜応用に関する技術の向上を目指す予定である。

担当者：菅原智明、高橋志郎、田谷嘉浩