

(5) 「真空を応用した光機能材料の薄膜プロセスに関する研究」

(平成 21 年度～平成 23 年度)

1. 研究のねらい

真空技術はエレクトロニクス分野の製造プロセスにおいて重要な技術として知られ、例えば半導体材料の微細加工や電極の形成には、真空を利用したプラズマプロセスが応用されている。また、光機能材料は応用範囲が広く、青色発光ダイオードなどにも使用されており、将来的にも重要な材料として位置づけられている。

函館地域においては、真空技術を用いて製品を製造している電子部品メーカーや真空応用機器を製造・販売する装置関連企業があることから、真空技術に関する研究は重要と考えられる。

本研究では、酸化物を研究対象として光学的特性を詳細に調査し、新たな光機能を見出すことにより、さらなる応用の可能性を検討する。次に、真空技術を利用し、光機能材料の薄膜プロセスに関する研究開発を行う。薄膜の結晶構造、組成、光学的特性を評価することで、薄膜プロセスの最適化を図る。将来は地元企業との共同研究や技術支援へ展開してゆく。

2. 研究の方法

本年度は、次のことについて実験・検討を実施した。

- 1) スパッタリング法により作製した複合酸化物薄膜の組成
- 2) 複合酸化物薄膜の発光特性に及ぼす熱処理の効果

3. 研究成果の概要

- 1) スパッタリング法により作製した複合酸化物薄膜の組成

本研究では光機能材料として、亜鉛、アルミニウム、酸素を成分とした複合酸化物（アルミン酸亜鉛）薄膜を作製するため、ZnO (80 wt%) -Al₂O₃ (20 wt%) を原料として焼結したスパッタ用ターゲットを入手した。基板には石英ガラス、スパッタガスにはアルゴン (Ar) ガスを使用し、高周波電力を 100 W として室温で 100 min スパッタした。成膜速度は 2.6～5.0 nm/min 程度で、Ar ガス圧力が高くなると低下する傾向が見られた。成膜速度の低下については、Ar ガス圧力が 1.07 Pa を超えると、ターゲットから飛び出したスパッタ粒子が、基板に到達する前に Ar 原子と衝突・散乱する確率が増えて、基板に到達するスパッタ粒子が減少したためと考えられる。

次に、成膜した試料の組成をエネルギー分散 X 線分光 (EDS) 分析により分析した。その結果、成膜時の Ar ガス圧力が高くなるほど、Zn 濃度は高くなり、一方、Al 濃度と酸素濃度は減少する傾向が認められた。Ar ガス圧力が高いほど Zn 濃度が高くなる理由としては、Ar ガス圧力が高くなると基板上における表面マイグレーションエネルギーが低下し、基板表面から再離脱する Zn 原子の割合が低下したことが考えられる。Ar ガス圧力を変化させることで、薄膜の Zn、Al、酸素の組成比を制御できることが分かった。

- 2) 複合酸化物薄膜の発光特性に及ぼす熱処理の効果

種々の Ar ガス圧力で非加熱の基板にスパッタリング法で作製した複合酸化物薄膜は、全て良好な透明性を示した。非加熱で成膜した複合酸化物薄膜を、1000 °C で 1 時間、大気中にて熱処理を行なった。熱処理後の試料の透明性についても、熱処理前と違いがほとんど見られなかった。Ar ガス圧力 0.13 Pa で成膜し、熱処理した試料について、EDS 分析を行なった結果、膜組成は Zn が 24.2 at%、Al が 27.6 at%、酸素が 48.2 at% を示した。

次に、成膜したままの薄膜と熱処理後の試料についてカソードルミネッセンス (CL) 測定を行なった。熱処理前の試料は、波長 430 nm 付近にピークを持つ幅の広い CL スペクトルが観測された。この試料を 1000 °C で熱処理を行なうと、CL 強度は 900 倍程度にまで増

大し、波長 700 nm に非常に強いピークが見られた。波長 700 nm のピークは、アルミン酸亜鉛粉末のピーク波長と一致しており、アルミン酸亜鉛に起因する CL ピークと考えられる。CL 強度が増加した理由は、熱処理によって結晶化が促進され、薄膜構造が熱処理前の非晶質から多結晶へと変化するとともに、熱処理により薄膜の結晶性が向上したことが考えられる。今後の展開として本研究の蛍光体薄膜を用いることで、赤色 EL デバイスへの応用が期待できる。

担当者 菅原智明、高村 巧、田谷嘉浩、小西靖之

