エリンガムの原理を利用した MgO-Al 複合薄膜の作製

Synthesis of MgO - Al composite thin films based on Ellingham diagram

東海大工　○相原沙文，鯰江香菜子，木村洋貴，源馬龍太，内田ヘルムート貴大，佐藤正志

Tokai Univ. ○Saaya Aihara, Kanako Namazue, Hiroki Kimura, Ryota Gemma,

Takahiro Helmut Uchida, Masashi Sato

E-mail: masashis@tokai-u.jp

近年、太陽電池やタッチパネルなどの分野において、平面ディスプレイ市場が急速に拡大しつつある。ディスプレイには、配線用の金属薄膜と透明導電膜がスパッタリング法で形成されている。透明導電膜に広く利用されている ITO の主原料は In であり、地殻埋蔵量が非常に少なく、資源枯渇の危機が指摘されており、代替材料の早急な開発が望まれている。

Mg-Al 系合金は、水素雰囲気に曝すと優先的に Mg が水素化合物を形成し、Al と分離する不均化反応が生じる[1]。酸素との反応系に応用できれば、優先的な酸化によって MgO を形成し、Al が析出することになり、これはエリンガムの原理からも妥当であると考えられる。全体の平均物性として、MgO の可視光に対する透明性と Al の電気伝導性を確保する複合材料が得られるのではないかと考えた。

本研究では、上記アイディアを検証するために、Mg と Al の共スパッタリングを行って薄膜を合成し、Mg を優先酸化させることで生じる、膜質の変化を検証することを目的とした。

薄膜の形成には、DC マグネトロンスパッタリング装置（株式会社昭和真空製：SPH-5207T）を用いた。ターゲットには、Mg（純度 99.9%以上、177.8×127.0×6.00 mm)、Al（純度 99.9%以上、177.8×127.0×6.00 mm)を使用した。ターゲットに対して無アルカリガラス基板(Corning EAGLE XG、25.0×25.0×0.70(mm))を通過させる移動成膜にて成膜を行い、移動速度は、3 mm/s または 30 mm/s とした。Mg-Al 系薄膜（比率 9 : 1、投入電力 Mg=307W,615W、投入電力 Al=111W,222W）、β-Mg_2Al_3 薄膜（投入電力 Mg=68.3w、投入電力 Al=333w）、γ-$Mg_{17}Al_{12}$ 薄膜（投入電力 Mg=117W、投入電力 Al=139W）を合成した。無アルカリガラス基板は、成膜前にアセトン、蒸留水、エタノールの順に各 10 分間超音波洗浄を行った。得られた Mg-Al 系薄膜を大気雰囲気中で焼成(500℃：5 min, 10 min, 20 min,)を行い、紫外可視分光光度計にて光学特性評価、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いた表面分析、X 線回折装置(XRD)を用いた構造解析を行った。

成膜後薄膜の X 線回折を行った結果、移動速度 3 mm/s の薄膜では結晶性が高い結果となり、移動速度 30 mm/s の薄膜では非品質または結晶性が低くなるという結果が確認できた。成膜後に焼成を行った試料について、紫外可視分光光度計による可視光領域の光透過率測定を行った結果、Mg-Al 系薄膜の比率 9:1 で移動速度 3 mm/s の薄膜では 70%程度の透過率を有し、移動速度 30 mm/s の薄膜では 50%程度の透過率であった。また、β-Mg_2Al_3 薄膜では 17%程度、γ-$Mg_{17}Al_{12}$ 薄膜では 28%程度の透過率を確認できた。SEM による膜表面の観察結果は当日報告する。

[1] M. Sato and T. Kuji, Mater Trans (2011) 1773.

© 2017年 応用物理学会