

エリングムの原理を利用した MgO-Ti 複合薄膜の作製

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

東海大工[○]相原沙文, 半田隆祥, 伴野哲也, 源馬龍太, 内田ヘルムート貴大, 佐藤正志

Tokai Univ.[○]Saaya Aihara, Takayoshi Handa, Tetuya Banno, Ryota Gemma,

Takahiro Helmut Uchida, Masashi Sato

E-mail: masashis@tokai-u.jp

透明導電体の薄膜をガラスに付けた「電気を通すガラス」は、その特徴を生かして多種多様な分野で使われている。透明導電膜に広く利用されている ITO は、主原料に希少金属である In を使用していることから、資源枯渇や価格高騰が示唆されており、代替材料の早急な開発が望まれている。

これまで固相 - 気相反応を利用して、金属間化合物や合金(MM')が水素と反応し、単体金属水素(MH)と単体金属(M')へ分離し、混合物を形成するところを見出している。これを酸素との反応系に応用できれば、エリングムの原理から優先的に Mg が酸化されて MgO を形成し、Ti が MgO 結晶粒界に析出するのではないかと考えられる。全体の平均物性として、MgO の可視光に対する透明性と Ti 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、上記アイデアを検証するために、Mg と Ti 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)、Ti (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(Coming EAGLE XG、25.0×25.0×0.70mm)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 とし、Mg-Ti 系薄膜 (比率 9 : 1、投入電力 Mg=153 W、投入電力 Ti=69 W) 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-Ti 系薄膜は、大気雰囲気中で焼成(400°C : 5 min, 10 min, 20 min, 450°C : 5 min, 10 min, 20 min, 500°C : 5 min, 10 min, 20 min)を行った。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、Mg のピークが確認でき、酸化後では MgO を示すピークが見られ酸化されていることが確認できた。また、基板移動速度を変化させた薄膜については、同様に Mg のピークを確認することができ、酸化後では MgO のピークと結晶性の違いが確認できた。焼成後の試料について、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、400 °C では平均透過率 85 %、450 °C では 87 %、500 °C では 86 %となった。最も高い透過率を示した 450 °C を焼成条件とした場合、成膜時の基板移動速度によらず、平均透過率が約 90 % の高い値を有していることが確認できた。また、移動速度を早くする事により、透明化に費やされる時間が短縮されることが確認できた。