

MgO と C ターゲットを用いたスパッタ成膜温度変化に対する 透明導電膜の抵抗率と結晶性

Resistivity and crystallinity of transparent conductive films sputtering used MgO and C targets with varying deposition temperature

神奈川県工大工 〇宮澤 拓陽、落合 勇太、鈴木 尋之、星野 渉、後藤 みき

Kanagawa Inst. Tech., Takuya Miyazawa, Yuta Ochiai, Hiroyuki Suzuki, Wataru Hoshino, Miki Goto

E-mail: s1612019@cco.kanagawa-it.ac.jp

1. はじめに

透明導電膜は可視光透過性と電気導電性を兼ね備えた膜であり、液晶ディスプレイを中心とした FPD や太陽電池の透明電極として幅広く用いられている。しかし、現在主に使用されている酸化インジウムスズ(ITO)のインジウム(In)は有害かつ希少金属のため、代替材料の研究が盛んに行われている。

代替材料の1つに、安価で安全なマグネシウム(Mg)と炭素(C)を用いることで、透明導電膜 $Mg(OH)_2-C$ を作製できることが報告されている^[1]。しかし、時間経過によって著しく抵抗率が增加することが確認されている。本研究では、高周波(RF)マグネトロンスパッタ装置を用いて基板温度を変えて、酸化マグネシウム(MgO)と炭素(C)を成膜し、プラズマ化学気相成長(PCVD)装置を用いて作製した透明導電膜の抵抗率と結晶性について検討した。

2. 実験方法

図1に成膜に用いた RF マグネトロンスパッタ装置の概要を示す。成膜条件として、使用した基板は白ガラス ($10 \times 10 \times 1.0\text{mm}$)とシリコン(Si)[111]($10 \times 10 \times 0.5\text{mm}$)、ターゲット MgO(純度 99.99% $\Phi 50.8 \times 3\text{mm}$)・C(純度 99.99% $\Phi 50.8 \times 3\text{mm}$)、使用ガス Ar100%、ガス流量 15sccm、ガス圧力 2Pa、RF 電力 100W、電極間距離 50mm 一定とし、基板温度 $300^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C}$ に設定し、MgO を 60min 成膜後、C を 5min 成膜した。その後 PCVD 装置で全ガス圧力 1333Pa、RF 電力 50W、電極間距離 20mm、基板温度 650°C に設定し、ガス流量比を水素(H_2):メタン(CH_4)=10:7sccm で 30min 放電し、炭素の透明化を試みた。

透明導電膜の膜厚は触針式膜厚段差計、抵抗率は低抵抗率計、透過率は重水素タングステンハロゲン光源とマルチ分光器、結晶性は XRD 装置(UltraX 18VB2)を用いて測定した。測定する際、膜厚においてはガラス基板だと触針により成膜部分が剥離するため Si 基板を用いた。

3. 結果と考察

図2にスパッタ成膜温度変化による膜厚と抵抗率を示す。膜厚は温度を上げていくにつれて、薄くなる傾向を示した。つまり、成膜スピードが落ちていることが示された。抵抗率は 300°C から 400°C までは高くなり、 400°C 時にピークを迎え、温度上昇とともに、低くなっていく傾向を示した。 300°C 付近では、膜厚が厚く、抵抗率が低い。これは、O が欠損した MgO が柱状構造になり、欠損部に C が入り込んでいることが予想される。それに対し、 400°C は膜厚も厚く抵抗率も高いため、透明導電膜との二重構造となっていることが予想され、 400°C 以上に温度上昇するにつれて、抵抗率が低くなるのは、絶縁層の MgO が薄くなっていることが予想される。

図3にスパッタ成膜温度ごとの XRD パターンを示す。 43° 付近の MgO(200)ピークは、 $300^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C}$ で温度が上がるにつれ半値幅、ピーク値共に大きくなっていった。

なお、透過率は可視光領域で約 90%を得ている。各温度で膜厚を一定にして XRD で評価するためには、今後は 500°C 以上での成膜時間を制御する必要があると考えられる。

4. まとめ

MgO と C ターゲットを用いた透明導電膜を製作し、スパッタ成膜温度変化に対する抵抗率を明らかにした。

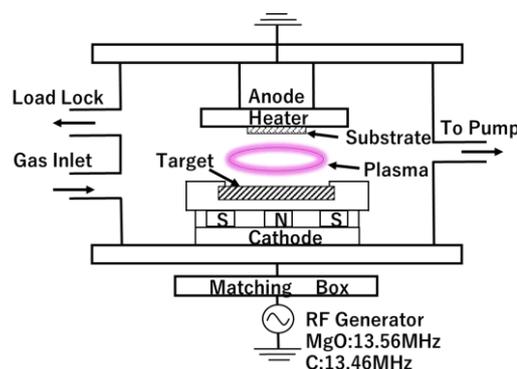


Fig. 1 RF magnetron sputtering equipment

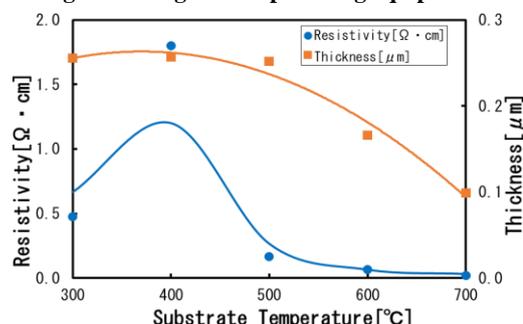


Fig. 2 Substrate temperature dependence of the Resistivity and film thickness

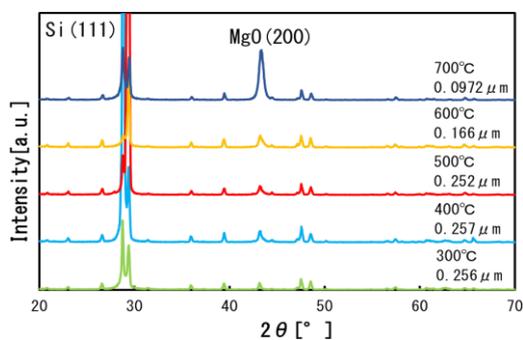


Fig. 3 XRD pattern

参考文献 [1]本城貴充・千葉雅史・信木関・久慈俊郎, 表面科学, Vol. 29, No. 9, pp. 532-536, (2008).