

反応性スパッタ法による n 型、並びに p 型 SnO_x 薄膜の作製

n-type or p-type SnO_x films Deposited by Reactive Sputtering

青学大理工¹, フラウンホーファ電子ビームプラズマ研究所 (FEP)²

○米川 早紀¹、賈 軍軍¹、Daniel Gloess²、重里 有三¹

Aoyama Gakuin Univ.¹, Fraunhofer Institut for Elektronenstrahl und Plasmatechnik (FEP)²

○Saki Yonekawa¹, Jia JunJun¹, Daniel Gloess², Yuzo Shigesato¹

E-mail: yuzo@chem.aoyam.ac.jp

Sb や Ta をドーピングした SnO₂ 系の n 型縮退半導体に関して透明導電膜として反応性スパッタによる成膜の研究を行ってきた[1,2]。また、近年では 2 価のスズからなる SnO 薄膜が p 型伝導を実現できる酸化物として注目を集めており、この価数を 2 価に保つには化学量論組成の精密制御が重要である[3]。本研究では、反応性 dc スパッタ法で酸素流量比が精密に制御された Ta ドープ SnO₂ (TTO) 薄膜、Sb ドープ SnO₂ (ATO) 薄膜ならびに p 型 SnO_x 薄膜を作製することを目的とした。反応性スパッタ法は金属ターゲットを用いるため、酸化物ターゲットを用いた場合と比較して、大電力投入が可能である[1,2]。しかしながら、反応性ガス流量の変化に伴って急激に成膜速度が変化しヒステリシスを示す遷移領域が存在する。そこで、ターゲットの表面酸化状態を反映するフィードバックパラメータとしてカソード電圧を用いるインピーダンス制御法により、精密なプラズマの制御を行った。インピーダンス制御法とユニポーラパルス電源(50kHz)を併用した反応性 dc スパッタ法(RM400, FEP)で Sn-Ta (Ta: 4 at.%)の金属焼結体ターゲット、Sn-Sb (Sb: 4 at.%)の合金ターゲットおよび Sn (純度: 99.999%)金属ターゲットを用いて、合成石英ガラス(無加熱および 200°C 加熱)上に ATO・TTO・SnO_x 薄膜を作製した。全圧は 0.5 Pa、投入電力は 2000 W とした。

Fig.1 に本研究で用いたスパッタ装置の概略図を示す。Fig.2 はインピーダンス制御法でのカソード電圧の酸素流量比依存性である。緑線のインピーダンス制御の場合、全ての条件で遷移領域内での安定した成膜が可能であることが確認できた。遷移領域内で作製した ATO 薄膜および TTO 薄膜の最小比抵抗値は、基板温度 200°C でそれぞれ $4.6 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ 、 $8.1 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ であった。作製した ATO、TTO および p 型 SnO_x 薄膜の構造や諸物性に関する詳細は、当日報告する。

[1] Y. Muto, et al., Thin Solid Films 520 (2011) 1178.

[2] Y. Muto, et al., Thin Solid Films 520 (2012) 3746.

[3] H. Yabuta, et al., Appl. Phys. Lett. 97, 072111 (2010)

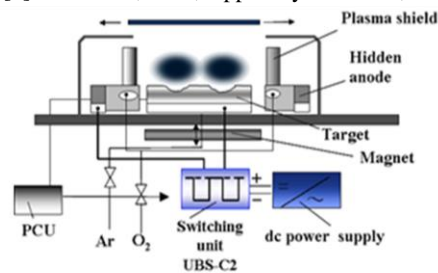


Fig.1 ユニポーラパルス反応性dcスパッタ装置の概略図

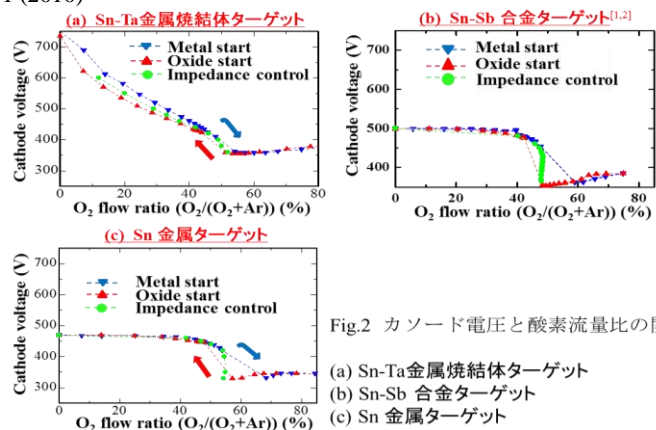


Fig.2 カソード電圧と酸素流量比の関係

(a) Sn-Ta金属焼結体ターゲット

(b) Sn-Sb合金ターゲット

(c) Sn金属ターゲット