

インピーダンス制御を用いた反応性スパッタ法による n 型及び p 型 SnO_x の高速成膜

High rate deposition of n-type and p-type SnO_x films deposited by reactive sputtering
with impedance control systems

○数金拓巳¹, 賈 軍軍¹, 中村 新一¹, Daniel Glöß², 重里有三¹

(1. 青学大理工, 2. フラウンホーファ研究所)

○Takumi Sugane¹, Junjun Jia¹, Shinichi Nakamura¹, Daniel Gloess², Yuzo Shigesato¹

(1. Graduate School of Science and Engineering, Aoyama Gakuin Univ, 2. Fraunhofer-Institut für
Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP))

E-mail: yuzo@chem.aoyama.jp

現在に至るまで、F, Sb, Ta 等ドーピングした SnO₂ 系の n 型縮退半導体の研究は活発に行われ、また、低比抵抗、高い可視光透過性を有することから透明電極として太陽電池などに幅広く使用されている[1]。一方、近年では 2 価のスズからなる SnO 薄膜が良質な p 型導電性を実現できる酸化物として注目を集めており、薄膜トランジスタ等に向けた応用が期待されている[2]。これらの異なる性質を持つ 2 つの材料を作り分け、高度な物性を引き出すためには化学量論組成の精密な制御が重要となる。

そこで、本研究ではインピーダンス制御法とユニポーラーパルス電源(50KHz)を併用した反応性 dc マグネトロンスパッタ法(RM400, FEP)により高速かつ酸素組成比が精密に制御された n 型 SnO₂ 薄膜ならびに p 型 SnO 薄膜を作製し、物性解析を行った。また、反応性スパッタプロセスで生じる遷移領域を制御するため高速の PID 制御器を用いたインピーダンス制御法を採用し、成膜は石英ガラス基板上行った。図 1 にカソード電圧の酸素流量比依存性を示す。マスフローコントローラーのみで酸素流量を制御した際、酸素流量を増加させた場合と減少させた場合で軌跡が異なるヒステリシス現象が確認された。インピーダンス制御法を行った場合、カソード電圧と酸素流量比が一对一の対応していることから遷移領域で安定した成膜が可能であると確認できた。インピーダンス制御法を用いて、基板温度 200℃に加熱したガラス基板上に価数の制御された p 型 SnO 薄膜の作製に成功した(図 2)。最少比抵抗値を示した SnO 薄膜は比抵抗 2.17Ωcm、ホール移動度 3.38cm²/Vs、キャリア密度は 1.12×10¹⁸ cm⁻³であった。

[1] Y.Muto, et.al., Thin Solid Films 520(2011)1178 [2] Y.Ogo, et al., Appl.Phys.Lett.93,032113 (2008)

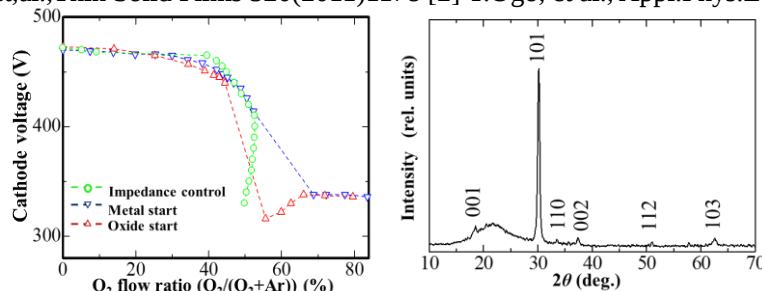


図 1. カソード電圧の酸素流量比依存性 図 2. 最小比抵抗を示した SnO 膜の XRD