

Ar/N₂ 混合ガス中スパッタリングで堆積した SnO_x 薄膜における N₂ 濃度の影響

Influence of N₂ concentration in sputtering deposition of SnO_x thin-film under Ar/N₂ mixed gas

工学院大 [○](M)川口拓真, 渡辺幸太郎, 山口智広, 尾沼猛儀, 本田徹, 永井裕己, 相川慎也

Kogakuin Univ., [○]Takuma Kawaguchi, Kotaro Watanabe, Tomohiro Yamaguchi, Takeyoshi Onuma,

Tohru Honda, Hiroki Nagai, and Shinya Aikawa

E-mail: aikawa@cc.kogakuin.ac.jp

SnO_x系酸化物半導体は, Sn の配位数により n 型および p 型伝導が可能である. しかし, 優れた n 型特性の一方, p 型は著しく特性が劣るとともに[1], p 型 SnO は作製ウィンドウが非常に狭い[2]. そこで我々は, 酸素空孔 (V_O) サイトへの窒素 (N) ドープによる n 型 SnO_x から p 型伝導への変換を試みている. N ドーピングは, V_O との不要な電荷補償を起こさず, 置換により効果的なアクセプタとして機能することが知られているためである[3]. これまでに, スパッタ成膜した n 型 SnO_x 薄膜に対し, N₂ 雰囲気中で 600°C アニールによる N ドーピングを試み p 型変換を報告している[4]. XRD, XPS の解析から, アニール中の窒素拡散は表面が支配的であるとともに, 電気特性の向上には限界があることがわかった. そこで今回, 成膜時点でのバルク内窒素置換を目的に, N₂ 濃度を変えた Ar/N₂ 中での SnO_x スパッタ薄膜の窒素濃度依存性を調べたので報告する.

Ar/N₂ 混合ガス雰囲気中で, RF マグネトロンスパッタリングを用い, N ドープ SnO_x 薄膜(膜厚:100nm)を成膜した. 薄膜の評価は Hall 測定, XRD, XPS, UV-vis を用いた.

Fig. 1 に異なる窒素濃度で作製した N ドープ SnO_x の透過スペクトルを示す. 窒素濃度の増加とともに長波長側にシフトしていることが分かった. これは, N が V_O のパッシベーションとして機能し, V_O が減少したためだと考えられる[5]. Fig. 2 に透過スペクトルから見積もった Tauc plot を示す. 窒素濃度の増加とともにバンドギャップが狭小化した. O と置換した N が O 2p 準位の直上に N 2p 準位を形成することによるものだと考えられる[6]. また, 透過率は薄膜内部の情報も含むことから, N がバルク内に達していることを示している. 電気特性や結晶構造, XPS による結合状態の解析結果については当日議論する.

[1] K. J. Saji, *et al.*, ECS J. Solid State Sci. Technol., 4 Q101 (2015).

[2] J. A. Caraveo-Frescas, *et al.*, ACS Nano, 7, 6, pp.5160-5167 (2013).

[3] A. Kobayashi, *et al.*, Phys. Rev. B 28, p.946 (1983).

[4] K. Watanabe, *et al.*, AIP Adv., Vol. 12, p.105102 (2022).

[5] T.T. Nguyen, *et al.*, Ceram. Int., 45, pp. 9147-915 (2019).

[6] D. Valentin, *et al.*, Chem. Phys., 339, pp.44-56 (2007).

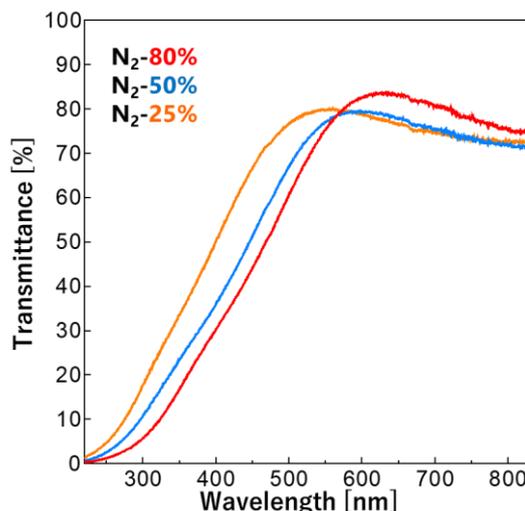


Fig. 1 UV-vis spectra of SnO_x thin-film deposited at 300 °C under various N₂ concentrations.

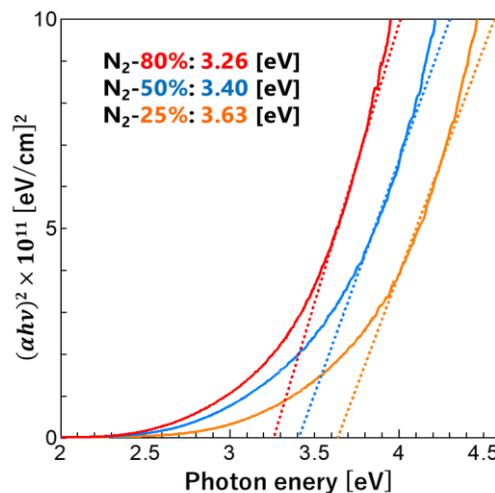


Fig. 2 Tauc plot of SnO_x thin-film deposited at 300 °C under various N₂ concentrations.