

大気開放下による SnO 薄膜の作製とその物性評価

Fabrication of SnO thin films under the atmosphere
and evaluations of physical properties of the thin films京大院工¹, 高知工大システム工学²°内田 貴之¹, 川原村 敏幸², 藤田 静雄¹Dept. Electron. Sci. and Eng., Kyoto Univ.¹, Sys. Eng., Kochi Univ. of Tech.²Takayuki Uchida¹, Toshiyuki Kawaharamura², and Shizuo Fujita¹

E-mail: uchida.takayuki.56m@st.kyoto-u.ac.jp

今日、酸化物半導体は多くの電子エレクトロニクス分野で実用化されている。これら酸化物半導体の多くは n 型伝導を示す。これまでに n 型酸化物半導体に対してドーピングにより n 型、p 型のキャリアタイプ制御に関する研究が行われてきたが制御を行うことは非常に困難である。キャリアタイプ制御が可能な酸化物半導体の実現は、透明 CMOS 回路等の実現に不可欠である。これまでに p 型伝導を示す酸化物半導体はいくつか報告されているが、そのなかで我々は一酸化スズ(SnO)に注目して研究を行っている。SnO は他の p 型を示す酸化物半導体と比較して移動度が $2 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 以上と比較的大きく、デバイス応用に向けた研究も進められている[1][2]。

酸化スズ(SnO_x)は、スズが 4 価のカチオン状態をとりやすいために二酸化スズ(SnO₂)になりやすい。そのため SnO の作製は、酸素イオンとの結合を抑制するために還元雰囲気下で行う必要がある。還元雰囲気が必要であることから SnO は PLD やスパッタリングなどの真空装置を用いた閉じた系において酸素分圧を制御する事で作製される。一方で、大気開放下での SnO の成膜は非常に困難であり、報告例はない。

我々はこれまで、大気開放下の成膜手法であるミスト化学気相成長(CVD)法の研究及び装置開発を行っており、この手法を用いて SnO の作製を試みてきた[3]。本講演では、SnO 薄膜の作製条件の最適化を行い、その結果を報告する。薄膜作製手順として、石英基板上に基板温度 300°C で成膜し、その後に 350-450°C でアニール処理を行った。

図 1 に X 線回折測定(XRD)による構造解析結果を示す。アニール処理によって SnO 由来の弱い回折ピークが観測され、多結晶 SnO 薄膜の作製に成功した。光学バンドギャップ値は 2.8 eV であり、この値は直接遷移型半導体として報告されている文献値と同程度である[1]。さらに、X 線光電子分光(XPS)法によって電子状態の解析を行ったところ、Sn 3d、O 1s の強度比からスズと酸素の結合比は Sn: O \approx 46: 54 であった。価電子帯近傍の結合エネルギースペクトル形状は、SnO₂ のスペクトルとは異なっており、5s 軌道が混在した SnO のスペクトルを観測することができた(図 2)。また、ゼーベック効果測定より p 型伝導を確認した。本結果より、これまで酸素分圧の制御が可能な閉じた系のみで作製されていた SnO 薄膜を、大気開放下で作製することに成功した。講演では、物性評価を含め、本実験の詳細について詳しく報告する。

[1] Y. Ogo, *et al.*, Applied Physics Letters, Vol.93, Iss. 3, (2008) pp.032113-1-032113-3.

[2] E. Fortunato, *et al.*, Applied Physics Letters, Vol. 97, Iss. 5, (2010) pp.052105-1-052105-3.

[3] 内田 貴之 他, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 18a-E12-5

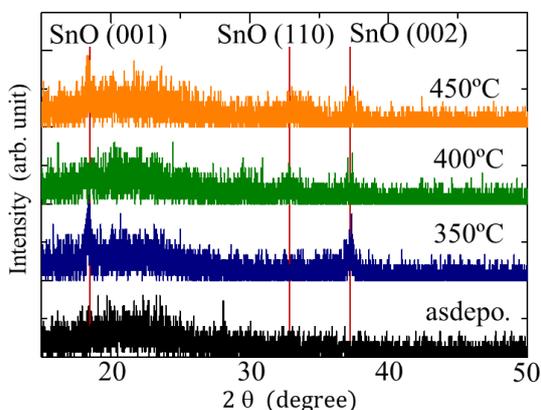


Fig. 1 XRD $2\theta/\omega$ – scanning spectra of SnO thin films grown under different temperatures

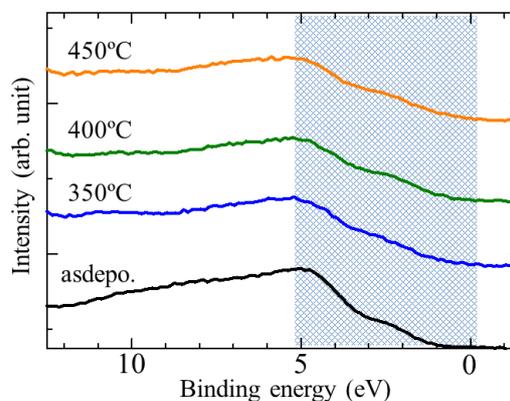


Fig. 2 Valence Band XPS spectra of SnO thin films near the valence band edge (X-ray Al K α $h\nu = 1486 \text{ eV}$)