

スプレーCVD 法による Ta ドープ SnO₂ 透明導電膜の作製と評価Ta-doped SnO₂ transparent conducting films fabricated by spray CVD

中部大院工 ○白井寛之, 服部祐樹, 二宮善彦, 佐藤厚, 山田直臣

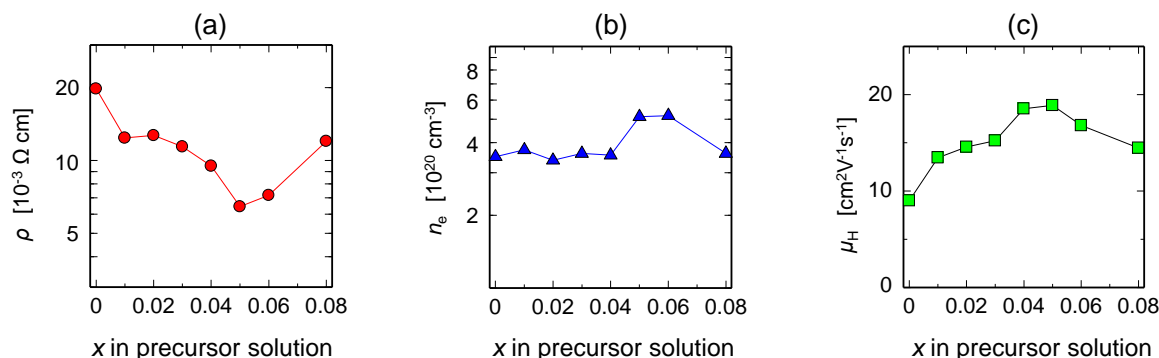
Chubu Univ., °H. Shirai, Y. Hattori, Y. Ninomiya, A. Sato, N. Yamada

E-mail: n-yamada@isc.chubu.ac.jp

【背景】近年, Taドープ SnO₂ (Sn_{1-x}Ta_xO₂:TTO)が優良な透明導電体であることが示された[1]。我々は高性能な TTO 薄膜を作製するために専ら物理的気相 (PVD) 法を用いてきた。その一方, 化学的手法で作製された TTO 薄膜の電気特性についての報告はほとんどない。化学的手法の一つであるスプレーCVD 法は, 優れた性能の透明導電膜を作る方法である [2]。現在, 我々はスプレーCVD 法によって TTO 薄膜を作製することに取組んでいる。この手法は前駆体の組成を変えるだけで, 容易に薄膜の組成を変化させることができる特徴がある。つまり, 薄膜の最適組成を迅速に決定するために有用なツールとなり得る。そこで本研究では, スプレーCVD 法を用いて TTO 薄膜の最適ドーピング量を探ることを目的とした。

【実験】SnCl₂ と TaCl₅ のエタノール溶液を 400°C に加熱したガラス基板の上にコスメティックスプレーを用いて噴霧して TTO 薄膜を作製した。溶液中の Ta 濃度 $x = \text{Ta}/(\text{Sn} + \text{Ta})$ は, $x = 0 \sim 0.08$ の範囲に設定した。TTO 薄膜の電子輸送特性を Hall 効果測定によって評価した。

【結果】TTO 薄膜の抵抗率 (ρ), キャリア濃度 (n_e), Hall 移動度 (μ_H) と, 前駆体溶液中の Ta 濃度 x との関係を図 1(a)~(c)に示す。これを見ると, $x = 0.05$ で最も低い抵抗率 $\rho_{\min} = 6.5 \times 10^{-3} \Omega \text{ cm}$ が得られていることがわかる。このとき, n_e は $5.1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, μ_H は $19 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ であった。前駆体溶液と TTO 薄膜で x が等しいと仮定すれば, TTO の最適ドーピング量は $x = 0.05$ であるということになる。ここで得られた ρ_{\min} は, ドープされた SnO₂ 系透明導電膜のものとしては, 約 1 桁大きい。図 1(b)から, n_e の x 依存性が非常に小さい, すなわち, Ta のドーピング効率が小さいことがわかる。つまり, ドーピング効率が低いために, ρ が低くならないと結論できる。当日は, 低いドーピング効率の原因について議論し, さらに低抵抗化の取組みについて報告する予定である。

図 1 TTO 薄膜の(a)抵抗率 ρ , (b)キャリア濃度 n_e , (c)Hall 移動度 μ_H の x 依存性

【参考文献】

[1] Nakao et al., Appl. Phys. Express **3**, 31102 (2010).[2] Sawada et al., Thin Solid Films **409**, 46 (2002).