

透明導電性アナターゼ型 Nb ドープ TiO₂ 単結晶メンブレンの作製 Single-crystalline anatase Nb-doped TiO₂ membrane exhibiting high electrical conduction and transparency

東北大理¹, カリフォルニア大デービス校², 東北大 WPI-AIMR³, 東北大 CSIS・CSRN⁴

○内田 悠月¹, Jiyang Huang¹, 根岸 真通¹, Seung Sae Hong², 福村 知昭^{1,3,4}

Tohoku Univ.¹, UC Davis²

○Yuzuki Uchida¹, Jiyang Huang¹, Masamichi Negishi¹, Seung Sae Hong², Tomoteru Fukumura¹

E-mail: uchida.yuzuki.t8@dc.tohoku.ac.jp

【序】透明導電性酸化物はディスプレイや太陽電池など様々な電子デバイスに応用されている。アナターゼ型 Nb ドープ TiO₂ (TNO) 薄膜は、透明導電性酸化物の代表格である Sn ドープ In₂O₃ に比肩する高い透明性と電気伝導性を示し、大気中で安定な希少元素フリーの透明導電性酸化物として有望である[1]。近年、犠牲層を用いた酸化物単結晶メンブレンの作製がさかんであるが[2]、透明導電性酸化物の単結晶メンブレンが実現すれば、フレキシブルデバイスなどへの応用が可能である。最近、水溶性の Sr₃Al₂O₆ 犠牲層を用いた TNO メンブレンの作製が報告されたが、剥離により生じたひび割れにより、TNO メンブレンの電気伝導性が著しく低下している[3]。本研究では、酸溶解性の La_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃ (LSMO) を犠牲層とすることでひび割れを軽減し、電気伝導性の高い TNO 単結晶メンブレンを作製したので報告する。

【実験と結果】パルスレーザー堆積法を用いて、TNO (膜厚 21–110 nm)/LSMO ヘテロエピタキシャル構造を SrTiO₃ (100) 基板上に成長した。その上に、炭酸ポリプロピレン (PPC) 支持層を大気中で堆積した。その PPC/TNO/LSMO/SrTiO₃ 多層膜を、ヨウ化カリウムを溶かした塩酸に約 36 時間浸漬して LSMO を溶解し、PPC/TNO 二層膜を剥離した。最後に、PPC/TNO 二層膜をサファイア基板上へ転写し、アセトンで PPC 支持層を除去した。得られた TNO メンブレンの電気抵抗率を van der Pauw 法により測定した (Fig. 1)。膜厚 32 nm と 50 nm の TNO メンブレンはエピタキシャル薄膜と同程度の電気抵抗率を示したが、21 nm と 110 nm のメンブレンはより高い抵抗率を示した。この抵抗率の増加は、剥離の際に発生したひび割れ等の微細構造に起因すると考えられる。講演では、電気伝導特性と微細構造の関係に加え、X線結晶構造解析の結果や光学特性について報告する。

[1] Y. Furubayashi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **86**, 252101 (2005).

[2] D. Lu *et al.*, Nat. Mater. **15**, 1255–1260 (2016).

[3] H. Nishikawa *et al.*, Thin Solid Films **807**, 140531 (2024).

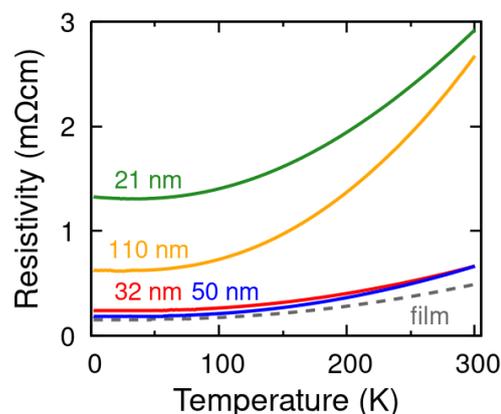


Fig. 1. Temperature dependence of resistivity for TNO membranes with different thickness and 33 nm-thick TNO epitaxial thin film for reference.