

固相成長法で作製した NbO₂ 多結晶薄膜の電気・光学特性

Electrical and optical properties of NbO₂ films grown by solid phase crystallization

KAST¹, 東大理² ○中尾祥一郎¹, 神坂英幸², 廣瀬靖^{1,2}, 長谷川哲也^{1,2}

KAST¹, Univ. of Tokyo² ○S. Nakao¹, H. Kamisaka², Y. Hirose^{1,2}, T. Hasegawa^{1,2}

E-mail: tg-s-nakao@newkast.or.jp

【背景】NbO₂は歪んだルチル構造を持ち、バルクでは 10⁴ Ωcm (室温)程度の抵抗率(ρ)を示す。近年、NbO₂ 薄膜の電子デバイスへの応用[1]が報告されているが、NbO₂ 薄膜自体の電気特性は殆ど注目されていない。更に光学ギャップの値[2]についても議論が分かれている。以前、我々は非晶質前駆体薄膜の酸素量が NbO₂ 多結晶薄膜の結晶性や配向制御に重要である事を報告[3]した。今回、得られた NbO₂ 薄膜の電気・光学特性を報告する。

【薄膜作製】非晶質前駆体 NbO_x 薄膜(膜厚 ~50 nm)をパルスレーザー堆積法によって非加熱の無アルカリガラス基板上に成長させた。ターゲットは NbO₂ 焼結体を用い、酸素分圧 P_{O_2} は 0~3×10⁻⁵ Torr の範囲で変化させた。得られた非晶質薄膜を真空中、600 度でアニールする事で NbO₂ 多結晶薄膜を作製[3]した。

【結果】図 1 に非晶質前駆体およびアニール後の多結晶 NbO₂ 薄膜の ρ の P_{O_2} 依存性を示す。非晶質薄膜の単調な ρ の増加は膜中の酸素量が P_{O_2} によって系統的に制御されている事を示唆している。XRD のピーク強度が最も強い NbO₂ 薄膜($P_{O_2} = 5 \times 10^{-7}$ Torr)は比較的低い $\rho = 2 \text{ } \Omega\text{cm}$ を示した。この P_{O_2} より高酸素分圧側において ρ は最高値 $2 \times 10^2 \text{ } \Omega\text{cm}$ を示した後、再び減少した。このような ρ の凸型の振舞はバルク単結晶で報告[4]されており、化学量論からの逸脱によって説明されている。そこで本研究でも ρ が最も高い薄膜(高 ρ 膜)が化学量論に近いと推測した。この高 ρ 膜において明瞭なバンドギャップが観察された。図 2 は透過および反射スペクトルから決定した吸収係数の Tauc プロットである。間接および直接のバンドギャップはそれぞれ 0.74 eV および 1.24 eV と求められた。これらの値はエリプソメトリによって決定された NbO₂ エピタキシャル薄膜の値[2]と良く一致した。

[1] Pickett *et al.*, Nature Mater. **12**, 114 (2013).

[2] O'Hara *et al.*, J. Appl. Phys. **116**, 213705 (2014).

[3] 中尾ら, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 27a-PB2-16 (2013 年)

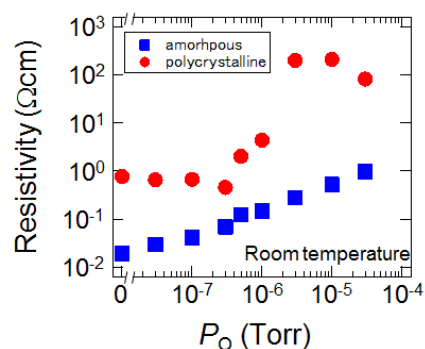


Fig. 1. Room temperature ρ of amorphous and polycrystalline NbO₂ films as a function of P_{O_2} .

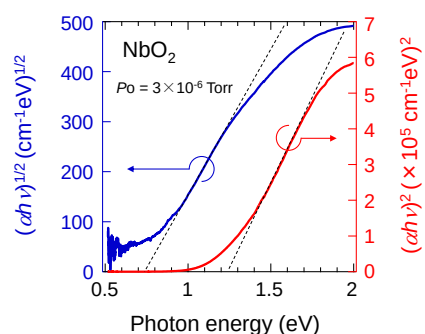


Fig. 2. Root and square Tauc plots for a NbO₂ film with high ρ .

[4] Shin *et al.*, Mater. Res. Bull. **10**, 1061 (1975).