

低コスト REBCO 線材に用いる導電性 Nb-TiO₂ 薄膜の作製と評価

Fabrication and Evaluation of Conductive Nb-TiO₂ Thin Films

for Low-cost REBCO CCs

島根大総理工¹, 京大院エネ科² °松木 修平¹, 山田 容士¹, 長瀬 侑弥¹, 土井 俊哉²

Shimane Univ.¹, Kyoto Univ.², °Shuhei Funaki¹, Yasuji Yamada¹, Yuya Nagase¹, Toshiya Doi²

E-mail: s-funaki@riko.shimane-u.ac.jp

【はじめに】 現在市販されている REBa₂Cu₃O_y (REBCO)線材は, REBCO 結晶を 2 軸配向させるための IBAD テンプレート層や, REBCO 層の超伝導状態が破れた際に大電流を迂回させるための Ag 安定化層が必須であり, 製造コスト, 材料コストの低減が困難となっている. そこで, これまで我々は, Ni めっき配向 Cu テープ上に Nb ドープした SrTiO₃ (Nb-STO), TiO₂ (Nb-TiO₂)導電性中間層を成膜し, これらを安定化層と 2 軸配向テンプレート層の役割を兼ね備えさせた基材として, REBCO 線材を開発してきた[1-3]. しかしながら, Nb-STO, Nb-TiO₂ はともに n 型の導電材料であるため, REBCO 層の成膜, 酸素アニール環境において導電性が劣化することが懸念される. そこで本研究では, 導電性の高い Nb-TiO₂ 薄膜を作製し, 様々な酸素分圧, 温度の熱処理による電気特性の変化について調査した.

【実験方法】 TiO₂ に Nb₂O₅ を混合し焼結させたターゲットを用い, RF マグネトロンスパッタリング法で STO 基板上にアモルファス層を室温成膜した. そして, $p_{O_2} < 6 \times 10^{-2}$ Pa の酸素分圧下において, $T_a = 500^\circ\text{C}$ のアニール温度で 1 h の結晶化アニールを施し, Nb-TiO₂ 薄膜を得た. その後, $p_{O_2} = 3 \sim 50$ Pa, $T_a = 500 \sim 800^\circ\text{C}$ の環境下で 1 h のアニールを施した. 結晶相および配向性を XRD 法により, 電気特性を Van der Pauw 法を用いた Hall 効果測定および ρ - T

測定により評価した.

【結果及び考察】 Nb 5at% ドープ TiO₂ ターゲットを用いて成膜した 70 nm 厚のアモルファス試料に結晶化アニールを施すことで, 低抵抗率 ($\rho^{//ab} \sim 1 \text{ m}\Omega \text{ cm}$ @ R. T.)を有するアナターゼ相の 2 軸配向 Nb-TiO₂ 薄膜が得られた. この Nb-TiO₂ 薄膜に, $p_{O_2} = 3, 10$ Pa において異なる T_a で 1 h アニールした後の抵抗率を図に示す. 図より, T_a の上昇とともに $\rho^{//ab}$ が増加したものの, $p_{O_2} = 3$ Pa において $T_a = 700^\circ\text{C}$ まで比較的低い $\rho^{//ab} < 500 \text{ m}\Omega \text{ cm}$ を維持した. 今後, Nb ドープ量を増加させ, さらなる低抵抗化を図る.

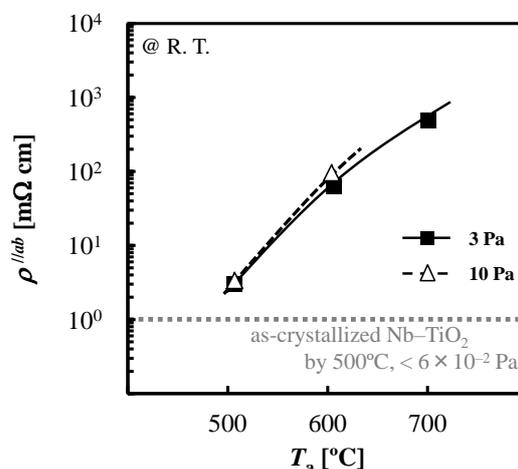


Fig. $\rho^{//ab}$ of annealed Nb-TiO₂ thin films in $p_{O_2} = 3, 10$ Pa

【謝辞】 本研究の一部は, JST-ALCA, JPMJAL1109 の支援を受けたものである.

【参考文献】

- [1] 土井 俊哉 他, 応用物理 **84** (2015) 419-422
- [2] 土井 俊哉 他, 日本金属学会誌 第 **80** 巻 第 **7** 号 (2016) 428-433
- [3] 廣瀬 勝敏 他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会 16p-318-2