

REBCO-CC に用いる LaNiO_3 導電性中間層の作製と抵抗率評価Fabrication and resistivity evaluation of LaNiO_3 conductive buffer layer

for REBCO-CC

島根大自然¹, 京大院エネ科², ○松木 修平¹, 長瀬 侑弥¹, 山田 容士¹, 土井 俊哉²Shimane Univ.¹, Kyoto Univ.², °Shuhei Funaki¹, Yuya Nagase¹, Yasuji Yamada¹, Toshiya Doi²

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

【はじめに】

現在市販されている $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ coated conductor (REBCO-CC)は、REBCO 層の超伝導が破れた際の大きな電流を迂回させるための高価な Ag 安定化保護層が必須であり、材料コストの低減が困難である。そこで、導電性を有する中間層を介して金属基材に電流を迂回させることで Ag 層が不要となる、新規な低コスト REBCO-CC が提案された^[1]。これまで導電性を有する中間層として Nb-SrTiO₃, Nb-TiO₂ などが提案されてきたが、いずれも n 型の電導機構であるため、REBCO の成膜及び酸素導入過程において抵抗率が著しく上昇することが課題となっていた^[2,3]。一方、p 型酸化物である LaNiO_3 (LNO)は、気相法などの薄膜プロセスで配向した薄膜が得られており、PLD 法で成膜した LNO 層と REBCO 層は高いエピタキシー性と REBCO-LNO 間の金属的な電気伝導性が確認されている^[4]。これまで我々は、産業応用に特化したスパッタリング法を用いて LNO 薄膜の形成を試み、基板加熱により配向した LNO 薄膜が得られることを報告してきた^[5]。しかしながら、REBCO 層形成過程における LNO 薄膜の抵抗率の変化については明らかになっていない。そこで本研究では、酸化性雰囲気中でアニールした LNO 薄膜及び、実際に REBCO 層を形成した下層の LNO の抵抗率の変化を調査した。

【実験方法】

DC マグネトロンスパッタ法により LaAlO_3 単結晶基板(LAO)上に LNO 薄膜を作製した。雰囲気は Ar, 1.0 Pa, 基板加熱は 450°C 設定、出力は 150 W とし、膜厚が 200 nm となるように成膜時間を調整した。その後、PLD-YBCO の成膜環境として $p\text{O}_2=35$ Pa, 760°C, 30 min, 酸素アニール環境として $p\text{O}_2=10^5$ Pa, 450°C, 1, 5, 10 h の熱処理を行った。また実際に、LNO 薄膜上に PLD-YBCO 薄膜を形成した。配向性及び結晶性を XRD で、電気特性を直流 4 端子法で評価した。

【結果及び考察】

図に As-grown の LNO 薄膜及び、PLD 成膜環境、酸素アニール環境で熱処理した LNO 薄膜の ρ - T 測定結果を示す。全ての試料が温度とともに抵抗率が低下する金属的な振る舞いを示した。また、10 h の酸素アニールによって抵抗率が多少増加したものの、PLD 成膜環境、酸素アニール環境で As-grown に比べ抵抗率が低下し、 $5 \times 10^{-3} \Omega \text{ cm}$ 程度の低い抵抗率となることが分かった。実際に PLD-YBCO 層直下の LNO 層の抵抗率を合成抵抗から算出すると、同程度の $6 \times 10^{-3} \Omega \text{ cm}$ であったことから、LNO は上層に REBCO 層を形成しても低い抵抗率を示す、有望な導電性中間層であると期待される。

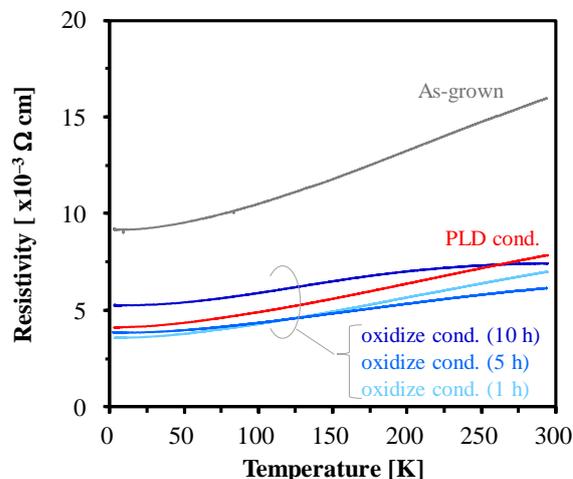


Fig. ρ - T curves of as-grown, PLD-YBCO condition annealed and oxidize condition annealed LaNiO_3 films

【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 他, 応用物理 **84** (2015) 419
- [2] T. Doi et al., APEX **12**, 2 (2019) 023010
- [3] 長瀬 他, 第 66 回 応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 (2019) 10a-PA5-28
- [4] M. S. Hegde et al., J. Mater. Res. **9**, 4 (1994) 898
- [5] 長瀬 他, 第 67 回 応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 (2020) 12p-PA3-3