

配向 Cu テープを基材とした YBCO 超伝導線材における 導電性中間層($\text{Sr}_{1-x}\text{Nd}_x$) TiO_3 の低抵抗化

Low resistance ($\text{Sr}_{1-x}\text{Nd}_x$) TiO_3 thin films as a conductive buffer layer for YBCO superconducting wires using a textured Cu tape

京大¹, 電中研² ◯壁谷将生¹, 井上靖也¹, 川山巖¹, 一瀬中², 土井俊哉¹

Kyoto Univ.¹, CRIEPI² ◯M. Kabeya¹, S. Inoue¹, I. Kawayama¹, A. Ichinose², T. Doi¹

E-mail: kabeya.masaki.36s@st.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

我々は REBCO 線材の構造として、 $\{100\}<001>$ 集合組織を有する Cu テープ上に導電性中間層、REBCO 層を順にエピタキシャル成長させる構造を検討している。この線材構造では、REBCO の超伝導が破れた際、電流は導電性中間層を通して Cu テープに回避するため、安価な Cu テープが基材としてだけでなく安定化層としても働く。さらに安定化層形成のための Ag が不要であることから REBCO 線材の低コスト化が見込まれる。

我々は、Ni メッキ Cu テープ上に導電性中間層として Nb ドープ SrTiO_3 (Nb-STO) を用いた YBCO/ $\text{SrTi}_{0.95}\text{Nb}_{0.05}\text{O}_3$ /Ni/Cu/SUS 試料を作製し、 2.6 MA/cm^2 (77 K、自己磁場中) の J_c が得られることを示した[1]。さらに、通電電流が I_c を超えた領域で、電流の一部は Cu テープに回避し、Cu テープが安定化層として機能することを確認した[2]。しかし、YBCO 成膜や成膜後の酸素アニールによって Nb-STO 層の電気抵抗率が数 $\Omega \cdot \text{cm}$ まで増加したため、Cu テープに回避したのは電流の一部のみであり、YBCO 層から Cu 層への電流回避は不十分であった。そこで新たな導電性中間層として Sr^{2+} とイオン半径が近く、高価数の Nd^{3+} で Sr^{2+} サイトの一部を置換した ($\text{Sr}_{1-x}\text{Nd}_x$) TiO_3 (Nd-STO) について検討を行っている。前回、高ドープ Nd-STO ($x=0.3\sim 0.9$) については 1 時間の O_2 アニールで電気抵抗率が 4 桁以上上昇することを報告した[3]。

本研究では導電性中間層の低抵抗化にむけて低ドープ Nd-STO ($x=0.05\sim 0.2$) 薄膜の作製し、その構造と電気特性を評価した。

2. 実験方法

Nd-STO ($x=0.05\sim 0.2$) 層の作製にはパルスレーザ蒸着法 (PLD 法) を用いた。基板には Ni メッキ Cu/SUS 貼り合せテープと MgO 単結晶を使用した。基板温度は 750°C 、成膜チャンバー内の真空度は $3.0 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ 、成膜雰囲気は $\text{Ar} + 3\% \text{H}_2$ とした。

YBCO 層の作製には KrF エキシマレーザを光源とする PLD 法を用いた。基板温度は 750°C 、成膜チャンバー内の真空度は 35 Pa 、成膜雰囲気は O_2 とした。臨界電流密度 (J_c) の測定は直流 4 端子法により行った。

3. 結果と考察

Fig. 1 (a), (b) に、MgO 単結晶基板上に作製

した Nd-STO ($x=0.05\sim 0.9$) を O_2 気流中 450°C で時間を変えてアニールした試料の 300 K、77 K における電気抵抗率をそれぞれ示す。低ドープ側では 5 時間の O_2 アニールをしても、電気抵抗率の上昇を抑えることができた。300 K における Nd-STO ($x=0.1$) の電気抵抗率は、Nb-STO よりも低い電気抵抗率が得られた。また 77 K では、Nd-STO ($x=0.05$) が最も低い電気抵抗率を示した。

なお当日は、Ni メッキ Cu テープ上に Nd-STO 薄膜及び YBCO 薄膜を成膜した試料の電気特性についても報告する。

4. 謝辞

本研究の一部は、JST-ALCA, JPMJAL1109 の支援を受けたものである。

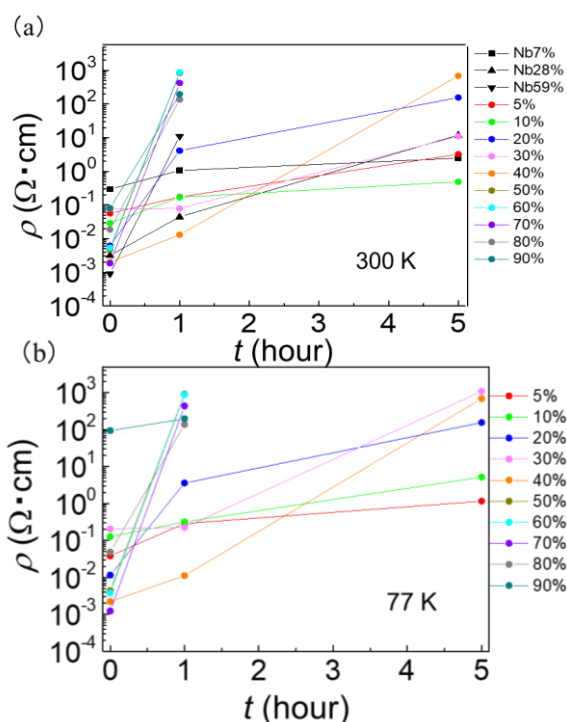


Fig. 1 Oxygen annealing effect on electrical resistivity measured at (a) 300 K and (b) 77 K

参考文献

- [1] T. Doi *et al.*, Mater. Trans. **58** (2017) 1493.
- [2] T. Doi *et al.*, APEX **12** (2019) 023010.
- [3] 井上ら, 2019 年秋季応用物理学会, 20p-C207-9.