

配向 Cu を基材とした YBCO 線材のための導電性中間層の作製 Fabrication of Conductive Buffer Layers for YBCO Coated Conductor Using Cube-Textured Cu Tape

京大院エネ科¹, JST-ALCA², 電中研³: 廣瀬勝敏¹, 山口滉太¹, 前田啓貴¹, 森村岳雄¹, 堀井滋^{1,2},
土井俊哉^{1,2}, 一瀬中^{2,3}

Kyoto Univ.¹, JST-ALCA², CRIEPI³: K. Hirose¹, K. Yamaguchi¹, H. Maeda¹, T. Morimura¹, S. Horii^{1,2},
T. Doi^{1,2}, A. Ichinose^{2,3}

E-mail: hirose.katsutoshi.43s@st.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

現在、市販されている $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ (REBCO) 線材は金属テープを基材とし、REBCO と反応性の低い複数の酸化物中間層と REBCO を順にエピタキシャル成長させた構造を有する。この中間層は絶縁体であるため、安定化層の形成のため Ag および Cu を REBCO 層の上に積層させている。結果として、REBCO 線材の材料コストが高くなっている。

我々は、安価な YBCO 超伝導線材の開発を目的とし、金属基材に集合組織をもつ Cu および導電性中間層の利用を検討してきた[1, 2]。最近、Ni めっき配向 Cu テープ上に導電性中間層 $[\text{SrTi}_{0.95}\text{Nb}_{0.05}\text{O}_3$ (Nb-STO)、 $\text{Ti}_{0.94}\text{Nb}_{0.06}\text{O}_2$ (Nb-TiO₂)]、YBCO の積層を試み、YBCO が 2 軸配向することを示した[3]。現在、YBCO 層の高 J_c 化や、安定化の役割も担う Cu テープへの電流回避の実証などの課題に取り組んでいる。

本研究では更なる安価な線材構造として Ni めっきを施していない配向 Cu テープの利用を検討した。配向 Cu テープ上の導電性中間層には基材と構造的整合性の高い Nb-STO と Nb-TiO₂ を用い、成膜条件と配向性の関係について調べた。

2. 実験方法

金属基材として、{100} <001> 圧延再結晶集合組織を有する Cu と、SUS316 を貼り合わせテープ (Cu/SUS316) を用いた。Nb-STO 層、Nb-TiO₂ 層および、YBCO 層の作製には KrF エキシマレーザーを光源とするパルスレーザー蒸着法 (PLD 法) を用いた。Nb-TiO₂ 層の成膜にあたり、成膜条件はターゲット組成 $\text{Ti}_{0.94}\text{Nb}_{0.06}\text{O}_2$ 、基板温度 (T_s) 550~650 °C、成膜槽内の雰囲気および全圧はそれぞれ 96 %Ar + 3 %H₂、 1.3×10^{-2} Pa とした。Nb-STO 薄膜についてはターゲット組成 $\text{SrTi}_{0.75}\text{Nb}_{0.25}\text{O}_3$ 、 $T_s = 800^\circ\text{C}$ 、 $P(\text{Ar}+\text{H}_2) = 3.0 \times 10^{-3}$ Pa で成膜した。YBCO 薄膜については、 $T_s = 740^\circ\text{C}$ 、 $P(\text{O}_2) = 35$ Pa で成膜した。なお、Nb-STO、Nb-TiO₂、YBCO の想定膜厚はそれぞれ 100 nm, 100 nm, 200 nm である。

作製した薄膜の配向度および表面状態の評価についてはそれぞれ X 線回折装置および走査型電子顕微鏡 (SEM) により行った。

3. 実験結果

Fig. 1 に、Cu/SUS316 上に 800 °C で成膜した Nb-STO 薄膜の (110) 極点図を示す。 α 角方向 45° の位置に、 β 角方向に 90° 毎に 4 つの回折ピーク

が観測され、Nb-STO 薄膜は 2 軸配向していることが確認できる。

Fig. 2 に Nb-STO 薄膜上に 600 °C で成膜した Nb-TiO₂ 薄膜の (101)_{anatase} 極点図を示す。 α 角が 70° のときに、 β 角方向に 90° 毎に 4 つの回折ピークが現れ、Nb-TiO₂ 薄膜は 2 軸配向していた。また、550 °C および 650 °C の成膜でも同様の回折ピークが得られたことから、少なくとも 550 °C から 650 °C で Nb-TiO₂ 薄膜は 2 軸配向することがわかった。

当日は、導電性中間層 Nb-TiO₂ 薄膜上での YBCO 薄膜の作製や J_c 測定の結果についても報告する予定である。

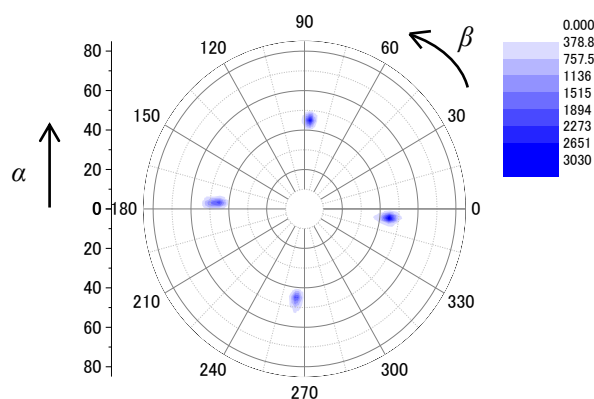


Fig. 1 (110) Pole figure of a Nb-STO layer grown at 800 °C on the {100} <100> textured Cu tape.

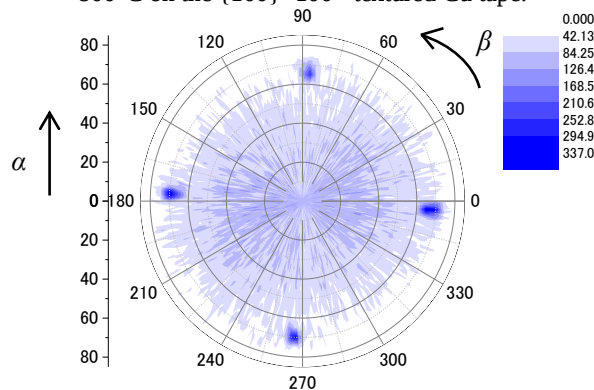


Fig. 2 (101) Pole figure of a Nb-TiO₂ layer grown at 600 °C on Nb-STO/Cu/SUS.

参考文献

- [1] 土井ら、応用物理 **85**(2015) 419.
- [2] 土井ら、日本金属学会誌 **80**(2016) 428.
- [3] 廣瀬ら、H28 秋応用物理学会 14a-P4-25.