

配向 Cu テープ上に導電性 Nb ドープ SrTiO₃ 中間層を介した YBa₂Cu₃O₇ 薄膜の作製

Fabrication of YBa₂Cu₃O₇ thin film via conductive Nb-doped SrTiO₃ buffer layer on textured Cu tape

京大院エネ科¹, JST-ALCA², 電中研³

°前田啓貴¹, 森村岳雄¹, 廣瀬勝敏¹, 山口滉太¹, 堀井滋^{1,2}, 土井俊哉^{1,2}, 一瀬中^{2,3}

Kyoto Univ.¹, JST-ALCA², CRIEPI³

°H. Maeda¹, T. Morimura¹, K. Hirose¹, K. Yamaguchi¹, S. Horii^{1,2}, T. Doi^{1,2}, A. Ichinose^{2,3}

E-mail: maeda.hiroki.55u@st.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

高い臨界電流密度(J_c)を持つ YBa₂Cu₃O₇ (YBCO) 線材は、金属テープ上に YBCO と反応性の低い酸化層(中間層)を 2 軸配向させ、その上に YBCO 層をエピタキシャル成長させた構造を有する。市販線材の場合、この中間層が絶縁体であるため、超伝導状態が破れた際の安定化層として銀および銅層を YBCO 層上に別途成膜する必要があり線材コストを高くしている。

我々は、{100}<001>集合組織を有する Cu 基材テープ(配向 Cu テープ)上に導電性中間層、YBCO 層を順にエピタキシャル成長させる線材構造に着目している。配向 Cu テープに安定化層の役割も持たせ、Ag 不要の低コスト線材につながると考えている。

これまでに我々は、Ni めっき配向 Cu テープ上に導電性中間層 SrTi_{1-x}Nb_xO₃ (Nb:STO, $x = 0.05$)、YBCO の順に成膜を行い、YBCO の 2 軸配向を実現し^{1,2}、自己磁場中の J_c として 2.6 MA/cm² (@77 K) と十分に高い値が実現できることを示してきた³。現在、実用化に向けてさらなる中間層の最適化を進めている。本研究では、Nb:STO 薄膜の Nb ドープ量(x)と電気抵抗率の関係を明らかにしたので報告する。また、Ni めっきの施されていない配向 Cu テープ上への Nb:STO 薄膜および YBCO 薄膜の作製を試みた結果についても報告する。

2. 実験方法

Nb:STO 層の作製には Nd:YAG 固体レーザー(第 4 高調波, $\lambda = 266$ nm)を光源とするパルスレーザー蒸着法(PLD 法)を用い、STO (100)単結晶、MgO (100)単結晶、{100}<001>配向 Cu テープ上で成膜した。成膜条件は基板温度 800°C とし、 $x = 0.068 \sim 0.59$ とした。成膜槽内の真空度は $1.0 \sim 5.0 \times 10^{-3}$ Pa とした。また、配向 Cu テープ表面の酸化を防ぐため、成膜槽内の雰囲気は 97% Ar + 3% H₂ 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。成膜時の基板温度 740°C とし、成膜槽内の真空度は 35 Pa とした。また、成膜槽内は酸素雰囲気とした。

電気抵抗率は 4 端子法により、結晶配向性の評価は X 線回折法および電子線後方散乱回折法により、表面状態の評価は走査型電子顕微鏡により行った。

3. 実験結果

Fig. 1(a), (b)に、Ni めっき配向 Cu テープおよび配

向 Cu テープ上に成膜した $x = 0.20$ の Nb-STO の {110}極点図をそれぞれ示す。いずれの極点図にも 4 回対称性の明瞭なスポットが観測された。配向 Cu テープ上に、Ni めっき層を介しても或いは介さなくても、Nb-STO は直接 cube-on-cube でエピタキシャル成長することがわかった。

当日は、Nb-STO の電気抵抗率と Nb ドープ量の関係や、配向 Cu テープ上に作製した Nb-STO および YBCO 層の成膜結果についても報告する。

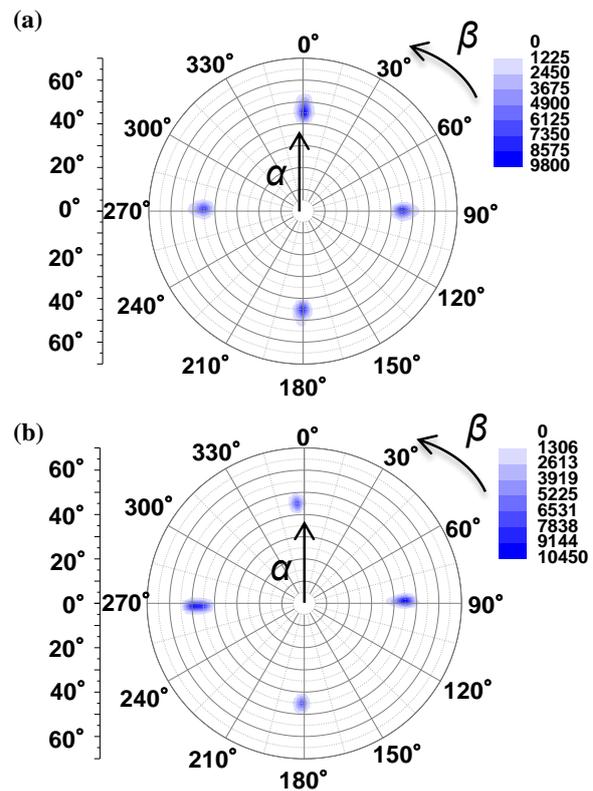


Fig. 1 X-ray {110} pole figures of the the Nb-STO ($x = 0.20$) prepared (a) on a textured Ni/Cu tape and (b) on a textured Cu tape.

参考文献

- 橋本ら, H26 春季応用物理学会 (12a-P9-11)
- 土井, 堀井, 応用物理 **84** (2015) 419.
- 土井ら, 日本金属学会誌 **80**(2016)428.