

{110}<001>集合組織鉄テープを基材とした $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ 薄膜の作製**Fabrication of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ thin films on {110}<001> textured Fe tapes.**京大院エネ科¹, (独)科学技術振興機構 ALCA², 電中研³°中 順平¹, 内間 貴之¹, 堀井 滋^{1,2}, 土井 俊哉^{1,2}, 一瀬 中^{2,3}Kyoto Univ.¹, JST-ALCA², CRIEPI³°Junpei Naka¹, Takayuki Uchima¹, Shigeru Horii^{1,2}, Toshiya Doi^{1,2}, Ataru Ichinose^{2,3}

E-mail: naka.jumpei.88s@st.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

現在の代表的な希土類系高温超伝導線材の基材は Ni-W やハステロイなどのレアメタルを多く含む金属テープである。しかし、超伝導線材の実用化を目指す上で、より安価な金属基材で超伝導線材を作製することが重要である。我々は、安価な金属基材として {110}<001>集合組織を有する Fe テープ(以下、配向 Fe テープ)に着目し、超伝導層の高い二軸配向性を実現する適切な中間層の探索を進めている。本研究では、中間層としてカルシア安定化ジルコニア(CSZ), セリア(CeO_2)を選択し、YBCO 超伝導薄膜の作製を試みた。我々はこれまでに CSZ の膜厚で CSZ の配向性を制御できることを明らかにしており[1], 本研究では最適な厚さの CSZ 膜上に CeO_2 , YBCO を成膜し超伝導特性を明らかにする。

2. 実験方法

金属基材として日本金属(株)製の配向 Fe テープを用いた。機械研磨により基材表面の被膜を除去した後、成膜装置内に導入し、真空中での Ar イオンビーム照射(10 min)により表面の酸化皮膜をエッチングした。 $\text{Zr}_{0.75}\text{Ca}_{0.25}\text{O}_2$ (CSZ), CeO_2 , YBCO の成膜については、KrF エキシマレーザーを光源としてパルスレーザー蒸着法(PLD 法)により行った。CSZ 薄膜(厚さ:800 nm)は基板温度 800 °C, 成膜槽内の圧力を $4.0 \times 10^{-4} \sim 5.0 \times 10^{-4}$ Pa の真空中で成膜した。また、 CeO_2 薄膜(200 nm 厚)は基板温度 800 °C, 成膜槽内の圧力を $4.0 \times 10^{-3} \sim 5.0 \times 10^{-3}$ Pa の真空中で成膜し、YBCO 薄膜(520 nm 厚)は、基板温度 790°C, $P(\text{O}_2) = 35$ Pa で成膜した。得られた薄膜の評価については、走査型電子顕微鏡 (SEM) および X 線回折 (θ - 2θ 法および極点図法)により行った。また、臨界電流密度(J_c)については試料を液体窒素中に直接浸し直流四端子法による I - V 曲線から決定した。

3. 実験結果および考察

Fig. 1 に、作製したサンプルの(a) {100}_{Fe}, (b) {111}_{CSZ}, (c) {111}_{CeO₂} および(d) {103}_{YBCO} 極点図を示す。これらの結果より、配向 Fe テープ上に 2 種類の中間層と YBCO 層がエピタキシャル成長していることがわかる。また、面内配向度に着目すると、基材である配向 Fe テープ基材中の Fe 結晶の半値幅は 8.9° であり、CSZ および CeO_2 の半値幅はそれぞれ 9.3°, 9.6° であった。すなわち、中間層の配向度はほぼ基材の配向度で決定されることを示唆している。従って、Fe 基材

の配向度の向上により、中間層の配向度が向上する可能性がある。ところが、YBCO 膜の半値幅は 12.7°であり、YBCO 直下の中間層である CeO_2 層の半値幅より約 3° 低下していることから、YBCO 膜の成膜条件を最適化するなど、より高い面内配向度を持った YBCO 薄膜作製の余地が残されている。

この YBCO 薄膜の 77K における I - V 曲線から、 $I_c \sim 2.0$ mA を得た。すなわち、 $J_c = 7.7 \times 10^2 \text{ A} \cdot \text{cm}^{-2}$ と求められた。低 J_c の原因としては、配向度の問題だけではなく、酸素アニールを行っていないため $T_c^{\text{zero}} \sim 78\text{K}$ であることが考えられ、Fe 基材の酸化を考慮した適切な酸素アニールによりさらなる J_c の向上が期待できる。

現在、より高配向性を有する Fe テープを基材として用いて、さらに YBCO 配向度向上のため成膜条件最適化を行っている。当日はこれらの面内配向性や酸素アニール後の J_c についても報告する予定である。

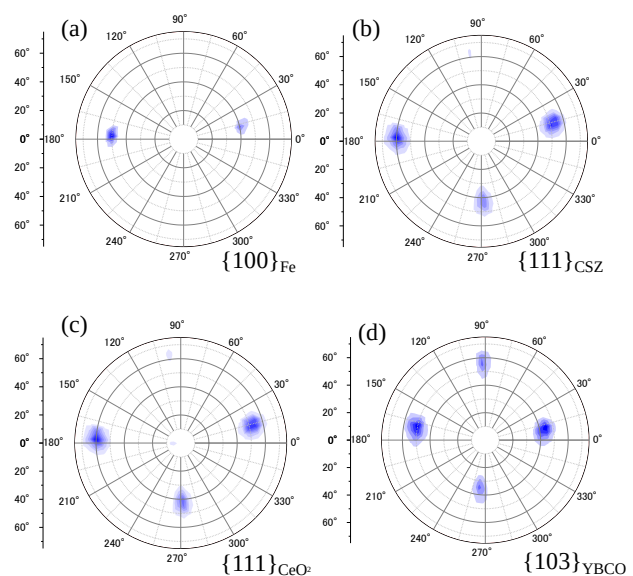


Fig. 1 The X-ray pole figures of (a) {100} for the Fe tape, (b) {111} for CSZ, (c) {111} for CeO_2 , and (d) {103} for the YBCO.

参考文献

[1] 中ら, 平成 26 年春季応用物理学会(18p-D4-9)