

Y₂O₃ 安定化 ZrO₂ と Y₂O₃ を中間層に用いた電磁鋼板上への YBCO 薄膜の作製

Fabrication of YBCO thin films on electromagnetic steel tape

using Y₂O₃ stabilized ZrO₂ and Y₂O₃ as buffer layers

京大院エネ科¹, 電中研²

樋口 甲太郎¹, 田所 朋¹, 堀井 滋¹, 土井 俊哉¹, 一瀬 中²

Kyoto Univ. ¹, CRIEPI²

°K. Higuchi¹, T. Tadokoro¹, S. Horii¹, T. Doi¹, A. Ichinose²

E-mail: higuchi.kotaro.72n@st.kyoto-u.ac.jp

1.はじめに

市販の REBa₂Cu₃O₇(REBCO) 高温超伝導線材の製造法は Ni-W 合金やハステロイなどのテープ上に複数の中間層を 2 軸配向させたのちに REBCO 薄膜をエピタキシャル成長させる方法が用いられている。我々は REBCO 線材の低コストでの製造を目的とし、{110}<001>集合組織を有する安価な電磁鋼板に着目した。これまでに電磁鋼板上に YBCO 薄膜のエピタキシャル成長に適した結晶方位に選択成長する中間層としてカルシア安定化 ZrO₂(CSZ)や、イットリア安定化 ZrO₂(YSZ)を見出し、2 軸配向した YBCO 薄膜の作製に成功した。しかし前者を利用した YBCO/CeO₂/CSZ/Fe なる構造[1, 2]を持つ YBCO 線材の臨界電流密度(J_c)は 4.2×10⁴ A/cm² (77K, 自己磁場)であり、実用レベルの J_c(~10⁶ A/cm²)と比較すると低い値であった。これは電磁鋼板と中間層の間に酸化物が生じ、凹凸が発生することで結晶構造を乱しているものと考えている。そこで本研究では CSZ に代えて電磁鋼板との反応性が低い YSZ を中間層に用い、さらに酸素拡散防止機能の強化のために CeO₂ のかわりに Y₂O₃ を使用して YBCO 薄膜の成膜を検討した。

2.実験方法

金属基板として{110}<001>集合組織を有する電磁鋼板を使用した。機械研磨した基板を成膜槽内に固定し、5.0×10⁻²Pa の Ar ガス雰囲気中で Ar イオンビームを照射して基板表面の酸化被膜を取り除いた。その後、Zr_{0.8}Y_{0.2}O₂(YSZ), Y₂O₃, YBCO 層の成膜を行った。成膜には KrF エキシマレーザーによるパルスレーザー蒸着法(PLD 法)を用いた。YSZ 層は 5.0×10⁻² Pa の Ar ガス雰囲気中で成膜した。成膜温度は 600, 700, 800℃ と変化させた。また、Y₂O₃ 層は 3.0×10⁻³ Pa の Ar ガス雰囲気中で成膜した。Y₂O₃ 層の成膜温度も YSZ 層と同様の 600, 700, 800℃ とした。YBCO 層は 35 Pa の O₂ ガス雰囲気中、740℃ で成膜した。

微細組織観察には SEM, TEM を用いた。また、結晶配向性の評価は X 線回析装置 (XRD) による θ -2 θ

法、及び極点図法により行った。

3.結果及び考察

2 軸配向度と表面平滑性を考慮して YSZ 層は 800℃ で成膜した。Y₂O₃ 層は 600~800℃ のいずれの温度で成膜しても良好なものが得られた。Fig. 1(a)に YSZ, Y₂O₃ 層を 800℃, YBCO 層を 740℃ で成膜した YBCO/Y₂O₃/YSZ/Fe 試料の表面 SEM 画像を示す。YBCO 層の表面は平滑であることがわかる。YSZ, Y₂O₃ を中間層に用いても平滑な表面の YBCO 層を作製できることがわかった。Fig.2 (b)~(e)に同じ試料の {100}_{Fe}, {111}_{YSZ}, {111}_{Y₂O₃} および(103)_{YBCO} 極点図を示す。中間層、YBCO 層ともに 4 回対称のスポットが確認できる。このことから中間層を YSZ, Y₂O₃ を中間層としても中間層が YBCO 層のエピタキシャル成長に適した結晶方位に選択成長し、YBCO 層が 2 軸配向したことが分かった。

当日は各温度での表面組織や、J_cについても報告する予定である。

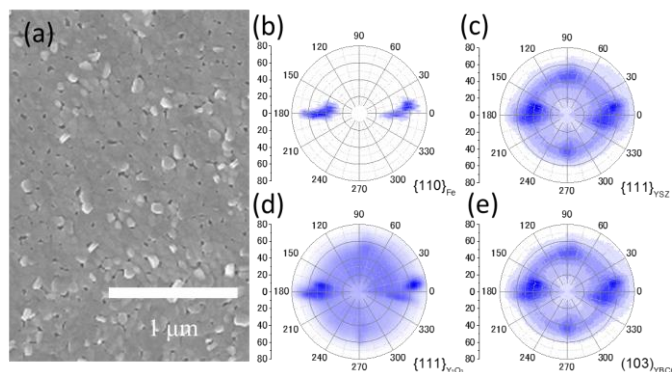


Fig.1 (a)Surface morphology of the YBCO layer, X-ray pole figures of (b) {100} for Fe tape, (c) {111} for YSZ, (d) {111} for Y₂O₃, and (e) (103) for YBCO.

4.謝辞

本研究の一部は科学研究費助成事業 (16H04545) の助成を受けて実施した。

5.参考文献

- [1] Ichinose *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **54** (2015) 080302.
- [2] 中ら, 平成 26 年春季応用物理学会(18p-D4-9).