Y_2O_3 安定化 ZrO_2 と Y_2O_3 を中間層に用いた電磁鋼板上への YBCO 薄膜の作製(2)

Fabrication of YBCO thin films on electromagnetic steel tape using Y_2O_3 stabilized ZrO_2 and Y_2O_3 as buffer layers(2)

京大院エネ科[1]，　電中研[2]
○寺尾 奈浦[1]，樋口 甲太郎[1]，堀井 滋[1]，一瀬 中[2]，土井 俊哉[1]
Kyoto Univ. [1], CRIEPI[2]
°N. Terao[1], K. Higuchi[1], S. Horii[1], A. Ichinose[2], T. Doi[1]
E-mail: terao.naho.58x@st.kyoto-u.ac.jp

1.はじめに

市販の $REBa_2Cu_3O_7$(REBCO) 高温超伝導線材には，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 軸配向させた後に 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 線材の低コスト化を目的とし，{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 CaO 安定化 ZrO_2(CSZ)や，Y_2O_3 安定化 ZrO_2(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/CeO_2/CSZ /Fe なる構造[1]を持つ YBCO 線材の臨界電流密度(J_c)は 4.2×10^4 A/cm^2 (77K，自己磁場) であり，実用レベルの J_c(~10^6 A/cm^2) には遠く及んでいない．断面組織観察から，酸素は中間層中を拡散し電磁鋼板を酸化させ，これが CeO_2 表面の乱れや YBCO 層の配向の乱れにつながったことが示唆された．これを踏まえ，電磁鋼板との反応性や酸素拡散係数を考慮した YBCO/Y_2O_3/YSZ/Fe を作製したが十分な配向度は得られていなかった[2]．本研究では配向度を上げるために基板研磨の方法や成膜条件の検討を行った．

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^{-2}Pa 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，$Zr_{0.8}Y_{0.2}O_2$(YSZ)，Y_2O_3，YBCO 層の成膜を行った．これらの成膜には 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．

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 線回折装置 (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

Fig. 1(a)～(d)に，YSZ，Y_2O_3 層を 800ºC，YBCO 層を 740ºC で成膜した YBCO/Y_2O_3/YSZ/Fe 試料の $\{100\}_{Fe}$, $\{111\}_{YSZ}$, $\{111\}_{Y2O3}$ および$(103)_{YBCO}$ 極点図を示す．$(001)_{YBCO}\|(001)_{Y2O3}\|(001)_{YSZ}\|(110)_{Fe}$ かつ $[010]_{YBCO}\|[110]_{Y2O3}\|[110]_{YSZ}\|[001]_{Fe}$の方向に2軸配向していることが分かる．また同じ試料の表面 SEM 画像から，YSZ，Y_2O_3 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．

当日は YBCO/Y_2O_3/YSZ/Fe 試料の断面組織や，J_c についても報告する予定である．

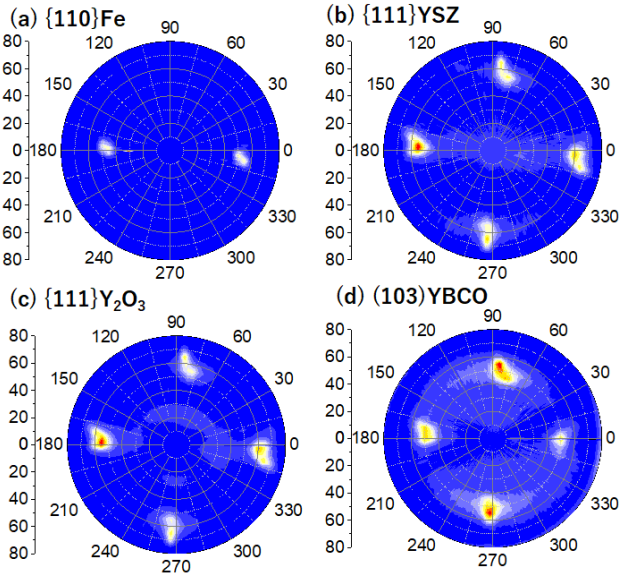

Fig.1 X-ray pole figures of (a) {100} for Fe tape, (b) {111} for YSZ, (c) {111} for Y_2O_3, and (d) (103) for YBCO.

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された．

5.参考文献

[1] Ichinose *et al.*, JJAP. **54** (2015) 080302.
[2] 樋口ら, H30 年春季応用物理学会(18p-B403-12).