

配向鉄テープ上で成長させた CaO 安定化 ZrO₂ 中間層の 結晶成長方位と構造の関係

Relationship between Crystal Structure and Orientation Direction of CaO-Stabilised ZrO₂ on Textured Fe Tape

京大院エネ科¹, (独)科学技術振興機構 ALCA², 電中研³ ○内間 貴之¹, 中 順平¹,
橋本 真幸¹, 堀井 滋^{1,2}, 土井 俊哉^{1,2}, 一瀬 中^{2,3}

Kyoto Univ.¹, JST-ALCA², CRIEPI³ ○Takayuki Uchima¹, Junpei Naka¹,
Masayuki Hashimoto¹, Shigeru Horii^{1,2}, Toshiya Doi^{1,2}, Ataru Ichinose^{2,3}

E-mail: uchima.takayuki.38u@st.kyoto-u.ac.jp

【緒言】

現在の主な YBa₂Cu₃O_y(YBCO)線材の製造法として、Ni-W 合金およびハステロイなどの金属基材上に複数の酸化物中間層を 2 軸配向させた後に、YBCO 薄膜をエピタキシャル成長させる方法が一般的である。当研究室では YBCO 線材の低コスト化を見据え、金属基材として{110}<001>集合組織を有する安価な Fe テープに、中間層として高価な希土類元素を含まない CaO 安定化 ZrO₂(CSZ)に着目し、パルスレーザー蒸着(PLD)法による 2 軸配向性 CSZ 膜および YBCO 膜の作製について報告してきた[1]。

CSZ 中間層の場合、Fe テープ面に成長する結晶方位は 2 通りあり、最表面に現れる 2 軸配向 YBCO の形成に望ましい結晶方位の存在比を高めることが、高い臨界電流密度をもつ YBCO 膜の作製に直結する。しかし、2 種類の結晶方位の制御因子についてはあまり理解が進んでいないのが現状である。本研究では、高配向度を持つ 2 軸配向 CSZ 層形成への設計指針構築に向けた基礎的知見を得るため、2 種類の異なる結晶方位の CSZ について配向状態や結晶構造を明らかにすることを目的とした。

【実験方法】

金属基材として日本金属(株)製 Fe テープを用い、CSZ ターゲット組成は(Zr_{0.75}Ca_{0.25})O₂とした。CSZ 成膜の前処理として、Fe テープ表面の機械研磨による皮膜除去および成膜装置内での Ar イオンビーム照射による自然酸化膜の除去を行った。その後、PLD 法により CSZ 層を成膜した。なお、成膜温度、レーザー周波数、目標膜厚はそれぞれ 800°C、20 Hz、1000 nm であり、Ar ガス圧を 5.0×10² Pa とした。

得られた CSZ 薄膜の結晶配向性については、CuKα線を用いた X 線回折(XRD)測定および極点図測定を用いて評価した。

【結果および考察】

配向 Fe テープ上の CSZ 層は、テープ面垂直方向に[001]方向が向いたグレイン([001]グレイン)および[111]方向が向いたグレイン([111]グレイン)

の 2 種類で形成されることがわかった。なお、[001]グレインが 2 軸配向 YBCO の成長に有利である。

ここで両グレインの構造を理解するため、テープ面を水平にした場合、および圧延方向軸に関して 55° 傾けた場合について XRD 測定(θ-2θ 法)を行った。(111)および(002)反射を含む XRD パターンを、CSZ ターゲットの粉末 XRD パターンと合わせて Fig.1 に示す。ターゲットの(111)ピーク位置と比較すると、[100]グレインの場合ではほぼ一致しているものの、[111]グレインの場合では明らかに低角側にシフトしていることがわかる。一方、(002)ピークの位置については両グレインともターゲットのピーク位置と一致した。Fe テープ面垂直方向に[111]が成長する立方晶構造 CSZ の[111]グレインだけが、テープ面垂直方向の[111]方向に伸長した構造を有していることがわかる。

なお、両グレインの極点図測定から、いずれも 2 軸配向していることがわかった。当日は、[111]および[100]両グレインの結晶構造における Ca ドープ量や、膜厚、成膜条件に対する変化についても議論する予定である。

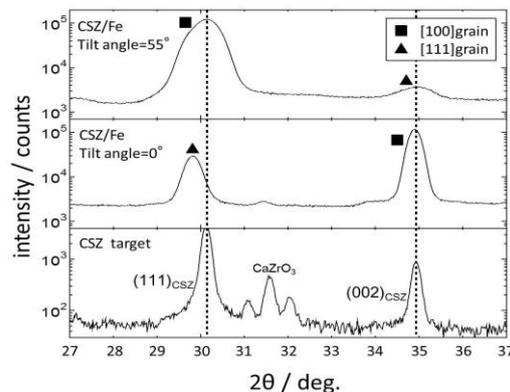


Fig.1 X-ray diffraction patterns for the CSZ/Fe tape at two different tilt angles. Datum of a CSZ target was also shown for reference.

参考文献

[1]内間ら, 平成 26 年春応用物理学会(18p-D4-10)