

フッ素フリーMOD 法 RE123 薄膜における積層欠陥制御と高 J_c 化

Control of stacking faults and enhancement of J_c for fluorine-free MOD processed RE123 thin films

青学大理工¹, TEP², 住友電工³ ○金泉 莉大¹, 元木 貴則¹, 小塩 剛史¹, 瀬川 雄大¹,

小澤 美弥子¹, 中村 新一², 本田 元氣³, 永石 竜起³, 下山 淳一¹

Aoyama-Gakuin Univ.¹, TEP², Sumitomo Electric Industries, Ltd.³, ○Rio Kanaizumi¹,

Takanori Motoki¹, Takeshi Koshio¹, Yuta Segawa¹, Miyako Kozawa¹, Shin-ichi Nakamura²,

Genki Honda³, Tatsuoki Nagaishi³, Jun-ichi Shimoyama¹

E-mail: c5620049@aoyama.jp

1. はじめに

これまで我々はフッ素フリーMOD法で作製した $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ (Y123) 超伝導薄膜に対して、水蒸気を含んだ酸素気流中での熱処理により、300°C 以上では速やかな Y247 型の積層欠陥生成が起こり、熱処理条件 (温度, 時間, 水蒸気分圧) の制御により欠陥濃度が制御可能であることを報告してきた^[1]。本研究では、Y123 薄膜に対して 200°C 以下の含水蒸気雰囲気中熱処理により積層欠陥を比較的低濃度に制御し、その生成機構と超伝導特性に与える効果の本質的な理解を目指した。

2. 実験方法

Y : Ba : Cu = 0.95 : 2 : 3 の有機金属塩溶液に、Cl を添加した溶液を SrTiO_3 (100) 単結晶基板上に塗布し、仮焼、本焼成、酸素アニールを行うことで、強く c 軸配向した $T_c \sim 90$ K の Y123 薄膜をフッ素フリーMOD法により作製した。作製した薄膜に対し、 $P_{\text{H}_2\text{O}} \sim 2$ kPa の水蒸気含有酸素気流中、100–200°C で後熱処理して積層欠陥を導入した。得られた試料について XRD による相同定と積層欠陥量の評価、SEM, TEM による微細組織観察、SQUID 磁束計による超伝導特性の評価を行った。

3. 結果と考察

XRD 測定により、100–200°C で長時間の含水蒸気雰囲気中熱処理によって積層欠陥が生成した。Fig. 1 に成膜後の試料に対して、200°C に固定して水蒸気雰囲気下の後熱処理時間変化させた Y123 薄膜の XRD パターンを示す。成膜後の試料は、Y123 の結晶性が高く、強く c 軸配向していたが、水蒸気雰囲気中後熱処理により、ピークがブロードになり Y247 型の積層欠陥が生成していることがわかる。Fig.2 に積層欠陥を導入した Y123 薄膜の J_c の磁場依存性を示す。短時間の含水蒸気雰囲気中熱処理により特に低磁場において J_c が向上した。一方、高磁場下の J_c は後熱処理時間の延長に伴って低下した。これは多量の積層欠陥の生成が原因と考えられるが、その機構は未解明である。発表では積層欠陥導入による J_c の磁場印加角度依存性の変化についても報告する。

[1] 榎藤ほか、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会(2019)

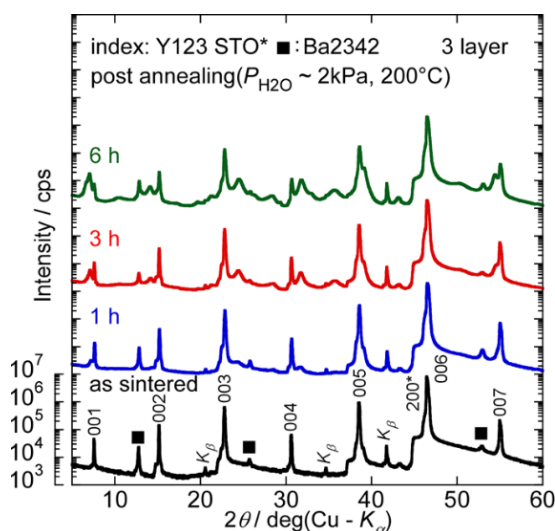


Fig.1. XRD patterns of Y123 thin films with and without post-annealing at 200°C under $P_{\text{H}_2\text{O}} \sim 2$ kPa for 1 h, 3 h and 6 h.

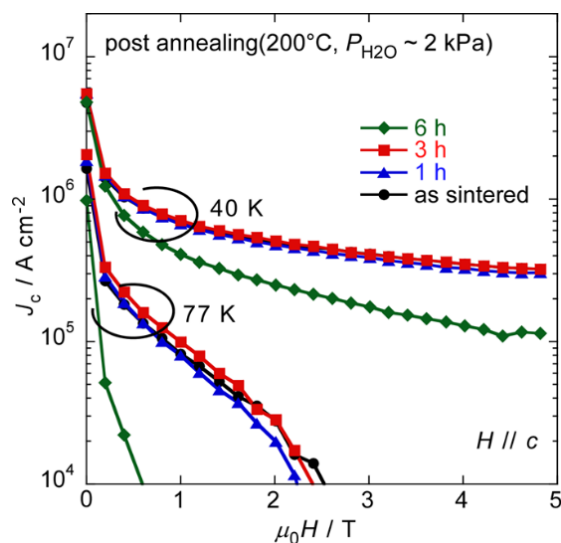


Fig.2. Magnetic field dependence of J_c for Y123 thin films with and without post-annealing at 200 °C under $P_{\text{H}_2\text{O}} \sim 2$ kPa for 1 h, 3 h and 6 h.