

フッ素フリーMOD 法 RE123 薄膜に対する低 $P_{\text{H}_2\text{O}}$ 下での積層欠陥導入効果

Effects of introduced stacking faults under low $P_{\text{H}_2\text{O}}$ 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, 瀬川 雄大¹, 大崎 瑛介¹,

中村 新一², 本田 元氣³, 永石 竜起³, 小林 慎一³, 下山 淳一¹

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

Takanori Motoki¹, Yuta Segawa¹, Eisuke Osaki¹, Shin-ichi Nakamura²,

Genki Honda³, Tatsuoki Nagaishi³, Shin-ichi Kobayashi³, 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 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (Y123) 超伝導薄膜に対して、 200°C 以下で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、熱処理条件 (温度, 時間, 水蒸気分圧) や追加酸素アニール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、作製した Y123 薄膜に対して水蒸気分圧を制御した含水蒸気雰囲気中熱処理により積層欠陥量と分布を制御し、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 $\text{SrTiO}_3(100)$ 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 $T_c \sim 90\text{ K}$ 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、 $P_{\text{H}_2\text{O}} = 0.2 - 2\text{ kPa}$ の水蒸気含有酸素気流中、 $100 - 450^\circ\text{C}$ 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

低水蒸気分圧後熱処理により配向を乱すことなく少量の積層欠陥の導入を試みた。Fig. 1 に成膜後の試料に対して、 $P_{\text{H}_2\text{O}} = 0.2 - 2\text{ kPa}$, $200 - 450^\circ\text{C}$ で長時間後熱処理した Y123 薄膜の XRD パターンを示す。成膜後の試料は Y123 が強く c 軸配向しているが、 $P_{\text{H}_2\text{O}} = 2\text{ kPa}$ 下のアニール後には多量の積層欠陥の生成に伴うピークブロードニングが生じた。一方、 $P_{\text{H}_2\text{O}} = 0.2\text{ kPa}$ 下では長時間の後熱処理後も鋭い $00l$ ピークを維持した。Fig. 2 に後熱処理前後の Y123 薄膜の J_c の磁場依存性を示す。 $P_{\text{H}_2\text{O}} \sim 2\text{ kPa}$ 下で後熱処理した試料では、磁場中の J_c が大きく低下した。一方、低水蒸気分圧 ($P_{\text{H}_2\text{O}} \sim 0.2\text{ kPa}$) 下で後熱処理した試料では低磁場において J_c が向上するとともに磁場中 J_c にも低下は見られなかった。少量の積層欠陥の生成および欠陥の端部が特に低磁場において有効なピンニングセンターとして寄与し、 J_c が向上したと考えられるが、その詳細な機構は未解明である。発表では微細組織や磁束緩和挙動の変化についても報告する予定である。

[1] 金泉ほか、第 81 回応用物理学会秋季学術講演会(2020)

謝辞 本研究は、科研費(19K05006)の助成を受けたものである。

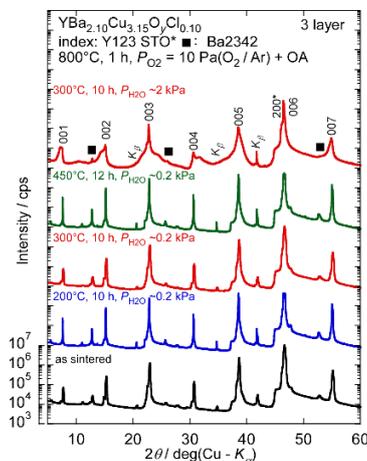


Fig. 1. XRD patterns of Y123 thin films with and without post-annealing at $200 - 450^\circ\text{C}$ under $P_{\text{H}_2\text{O}} = 0.2 - 2\text{ kPa}$ for a long time.

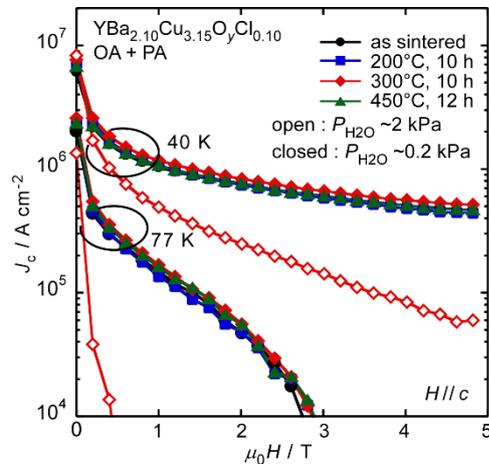


Fig. 2. Magnetic field dependences of J_c for Y123 thin films with and without post-annealing at $200 - 450^\circ\text{C}$ under $P_{\text{H}_2\text{O}} \sim 0.2 - 2\text{ kPa}$ for a long time.