

IBAD 基板を用いた FF-MOD 法 RE123 薄膜の作製

Synthesis of RE123 thin films on IBAD substrate by FF-MOD method

青学大理工¹, TEP², 住友電工³ ○瀬川 雄大¹, 元木 貴則¹, 小澤 美弥子¹,中村 新一², 本田 元氣³, 永石 竜起³, 小林 慎一³, 下山 淳一¹Aoyama Gakuin Univ.¹, TEP², Sumitomo Electric Industries, Ltd.³, ○Yuta Segawa¹,Takanori Motoki¹, Miyako Kozawa¹, Shin-ichi Nakamura², Genki Honda³, Tatsuoki Nagaishi³,Shin-ichi Kobayashi³, Jun-ichi Shimoyama¹

E-mail: c5620053@aoyama.jp

1. はじめに

様々な $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (RE123) 超伝導薄膜の化学的な作製方法のなかでも、フッ素フリー (FF)-MOD 法は単純な固相反応により 2 軸配向薄膜が短時間で成膜できることから、量産化に最も適した手法である^[1]。また、原料溶液への Cl 添加により 2 軸配向した $\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_4\text{Cl}_2$ (Ba2342) 酸化ハロゲン化物が膜中に析出し、RE123 の 2 軸配向を促進することで I_c が大きく改善することがわかっている^[2]。以上の背景のもと、本研究では長尺化可能な 2 軸配向中間層を有するテープ状金属 IBAD 基板 ($\text{CeO}_2/\text{LaMnO}_3/\text{MgO}/\text{LaMnO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Hastelloy}$) 上での Ba2342 を含む RE123 薄膜の作製において、 I_c の改善に向けた焼成条件の最適化を進めている。

2. 実験方法

RE として Y を選択し、FF-MOD 法を用いて Y123 薄膜を作製した。Y, Ba, Cu を含む有機金属塩溶液に微量の HCl を混合することで Cl を添加した原料溶液を、IBAD 基体上にスピコート法により塗布した後、酸素気流中、500°C で仮焼して有機物の熱分解を行った。この操作を繰り返すことで所定の最終膜厚となるよう制御した仮焼膜を O_2 (30, 100 ppm)/Ar フロー中、720–800°C, 1–18 h の条件で熱処理し Y123 配向膜を得た。最後に酸素気流中、450°C でアニールを行い、キャリア濃度を最適ドープ状態に制御した。得られた厚さ ~600 nm の薄膜に対して、XRD による相同定、SEM, TEM による微細組織観察、誘導法による液体窒素浸漬下での I_c の評価を行った。

3. 結果と考察

酸素分圧、熱処理時間をそれぞれ $P_{\text{O}_2} = 3 \text{ Pa}$, 18 h で固定し、720°C, 730°C, 740°C で本焼成した Y123 薄膜の XRD パターンを Fig. 1 に示す。いずれの試料においても c 軸配向した Y123 薄膜が生成することがわかった。液体窒素浸漬下 (77 K, ~0 T) での I_c は 730°C で本焼成した試料が最も高い値を示し、 $I_c = 123 \text{ A cm}^{-1}$ を記録した。作製した試料の断面 TEM 像を図 2 に示す。730°C, 740°C で本焼成した試料では、表面が平坦で配向膜が全体に成長していることがわかった。一方、720°C で本焼成した試料では、基板近傍の一部しか配向膜が成長しておらず、77 K, ~0 T での I_c が 0 A cm^{-1} であった。当日は、複数回焼成法による厚膜化の試みについても報告する。

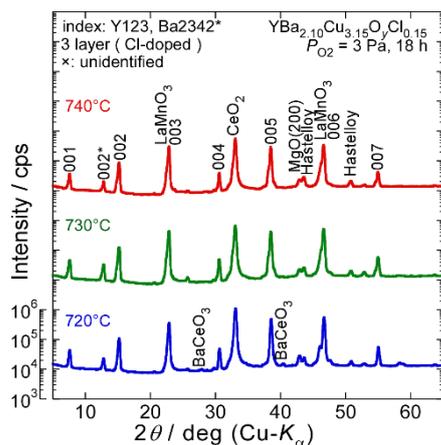


Fig. 1. XRD patterns of Y123 thin films sintered at various temperatures for 18 h under $P_{\text{O}_2} = 3 \text{ kPa}$.

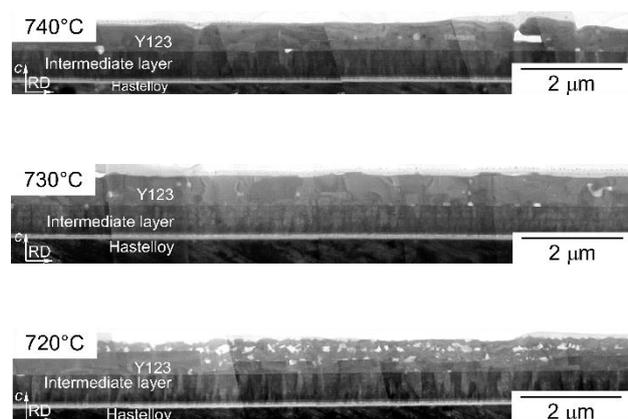


Fig. 2. Cross-sectional TEM images of Y123 thin films sintered at 720, 730 and 740°C for 18 h under $P_{\text{O}_2} = 3 \text{ kPa}$.

参考文献

- [1] Y. Ishiwata *et al.*, *IEEE Trans. Appl. Supercond.* **23** (2013) 7500804.
 [2] T. Motoki *et al.*, *Supercond. Sci. Technol.* **31** (2018) 044004.

謝辞: IBAD 基板を提供いただきました SuperOx Japan 社に感謝いたします。