

金属基体上 FF-MOD 法 RE123 薄膜における金属組成制御効果

Effects of control of metal compositions on fluorine-free MOD processed RE123 thin films grown on metallic substrates

青学大理工¹, 住友電工² ○瀬川 雄大¹, 元木 貴則¹, 小塩 剛史¹, 金泉 莉大¹,

小澤 美弥子¹, 吉原 健彦², 本田 元氣², 永石 竜起², 下山 淳一¹

Aoyama Gakuin Univ.¹, Sumitomo Electric Industries, Ltd.², ○Yuta Segawa¹, Takanori Motoki¹, Takeshi Koshio¹, Rio Kanaizumi¹, Miyako Kozawa¹, Tatsuhiko Yoshihara², Genki Honda², Tatsuoki Nagaishi², Jun-ichi Shimoyama¹

E-mail: c5620053@aoyama.jp

1. はじめに

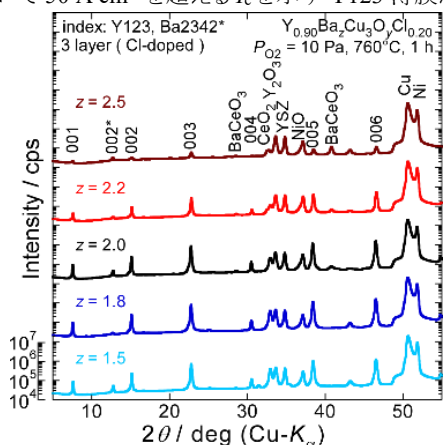
様々な $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (RE123) 超伝導薄膜の化学的な作製方法のなかでも、フッ素フリー (FF)-MOD 法は比較的単純な固相反応により 2 軸配向薄膜が短時間で成長できる点で、量産化に最も適している^[1]。また、原料溶液への Cl 添加により 2 軸配向した $\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_4\text{Cl}_2$ (Ba2342) 酸化ハロゲン化物が膜中に析出し、RE123 の 2 軸配向を促進することで I_c が大きく改善することがわかっている^[2]。以上の背景のもと、長尺化可能な 2 軸配向中間層を有するテープ状金属 clad ($\text{CeO}_2/\text{YSZ}/\text{Y}_2\text{O}_3/\text{Ni}/\text{Cu}/\text{SUS}$) 基体上での Ba2342 を含む RE123 薄膜の作製において、 I_c の改善に向けた原料溶液の仕込組成や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 を含む有機金属塩を有機溶媒などで溶かし、減圧蒸留後、残った乾固物を再度溶解し原料溶液を作製した。さらに微量の HCl を混合することで Cl を添加した原料溶液 (仕込組成 Y : Ba : Cu : Cl = 0.9 : z : 3 : 0.2) を、金属 clad 基体上にスピン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 (100 ppm)/Ar フロー中、730-800°C, 1 h において本焼成し 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 ~300 nm の薄膜に対して、XRD による相同定、SEM 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

仕込 Ba 量 z を $z = 1.5 - 2.5$ で変化させ、 $P_{\text{O}_2} = 10 \text{ Pa}$, 760°C, 1 h で成膜した Y123 薄膜の XRD パターンを Fig.1 に示す。高仕込 Ba 組成の試料では中間層と反応し BaCeO_3 が生成することがわかった。そのため、電流パスが阻害され液体窒素浸漬下 (77 K, ~0 T) での I_c が低下した。低仕込 Ba 組成の試料では中間層との反応を抑制することができた。しかし、不純物が多く析出しているため、 I_c が低いことがわかった。さらなる金属組成の最適化を行うために、酸素分圧を $P_{\text{O}_2} = 10 \text{ Pa}$, 焼成時間を 1 h で固定し、仕込 Ba 量 z を $z = 1.90 - 2.10$ で変化させ様々な本焼成温度で Y123 薄膜を作製した。様々な仕込 Ba 量、焼成温度の下で作製した薄膜の I_c を Fig.2 に示す。定比組成近傍や中間層との反応の起こりにくい低 Ba 組成の試料において 50 A cm^{-1} を超える I_c を示す Y123 薄膜が得られた。



参考文献

Fig.1 Constitutive phases of Y123 thin films prepared with various Ba compositions.

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

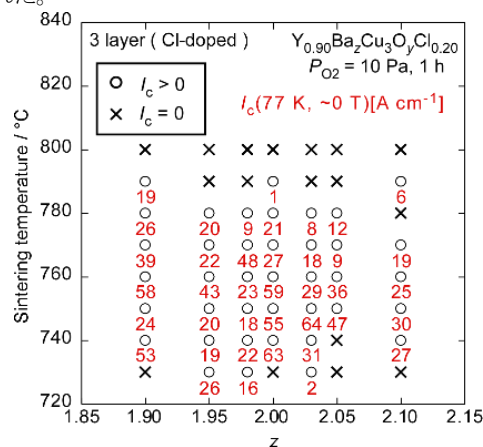


Fig.2 I_c distribution of Y123 thin films at different sintering temperatures and Ba compositions.