

ナノロッドを導入した PLD-REBa₂Cu₃O_y 薄膜における 臨界電流特性のナノロッド材料・RE 種に対する影響

Influence of types of nanorod material and RE on critical current properties in PLD-REBa₂Cu₃O_y films with nanorods

京大院エネ科¹, 電中研², 同志社大³ °堀井 滋¹, 一瀬 中², 春田正和³, 土井俊哉¹

Kyoto Univ.¹, CRIEPI², Doshisha Univ.³ °S. Horii¹, A. Ichinose², M. Haruta³, T. Doi¹

E-mail: horii.shigeru.7e@kyoto-u.ac.jp

【緒言】PLD 法による希土類系高温超伝導(REBa₂Cu₃O_y, RE123)線材における $H//c$ 方向の磁場下臨界電流密度(J_c)の向上にはナノロッドの導入が有効であるとされる。ナノロッドを含む RE123 薄膜では、成膜温度(T_s)によってナノロッドの形態が変化し臨界電流特性に大きな影響を与える[1,2]。本研究では、PLD 法におけるレーザー光源として比較的安価な Nd:YAG レーザーを用いて、臨界電流特性に優れる RE123 薄膜の作製を目的とし、ナノロッドを導入した RE123 薄膜の臨界電流特性に与えるナノロッド材料の影響について明らかにする。

【実験】PLD 法を用いて SrTiO₃(100)単結晶基板上にナノロッドを導入した Y123 薄膜を作製した。成膜には BaNb₂O₆(BNO)、BaZrO₃(BZO)、BaSnO₃(BSO)を 5.0 at.% 添加した Y123 ターゲットを用いた。また、ナノロッド材料 BNO に対しては母相である RE123 相として RE=Y, Er, (Y,Er)を選択した。レーザー光源には Nd:YAG レーザーの 4 倍波を用い、レーザーのフラッシュランプおよび Q スイッチの繰り返し周波数は、それぞれ 10 Hz および 2 Hz とし、30 分間成膜を行った。成膜中の酸素圧力は 20 Pa になるように制御した。なお、 a 軸成長粒を含まず c 軸配向膜のみが得られる成膜温度(T_s)領域である 850°C から 890°C の範囲で成膜した。得られた試料について X 線回折法により c 軸配向度および面内配向度を評価した。また、試料を幅 100 μm 、長さ 1.5 mm のブリッジ状に加工し、四端子法により臨界電流特性を評価した。

【結果および考察】Fig. 1 に Y123+BMO 薄膜において T_s に対する T_c の変化を示す。ナノロッド材料が BZO や BSO の場合、成膜温度とともに T_c は上昇する傾向を示した。一方、BNO の場合、成膜温度に対する T_c の変化は緩やかであり、BSO や BZO と異なり T_s とともに T_c は低下する傾向を示した。この結果は、導入されるナノロッドの様子が成膜温度やナノロッド材料の選択により変化している可能性があることを示唆している。

Fig. 2 に Y123+BZO 薄膜の不可逆曲線を示す。なお、横軸は T_c で規格化した温度とした。不可逆曲線の振る舞いは T_s に大きく依存している。我々が報告してきた Er123+BNO 薄膜[1] や Y123+BNO 薄膜[3]での結果と同様、BZO 添加薄膜においても、低磁場での strong-Bose-glass 状態による下に凸の曲線から、高磁場での weak-Bose-glass 状態による直線的振る舞いへと移行する不可逆曲線が見て取れる。さらに、この 2 つの状態の境界磁場(B_{cr})は成膜温度により大きく異なっていることもわかった。Y123+BSO 薄膜においても定性的には同様の振る舞いが見られた。当日は、 B_{cr} の T_s に対する変化に加えて、臨界電流特性の T_s 依存性や TEM による断面組織観察から得たナノロッド組織の T_s 依存性・ナノロッド材料に対する変化についても報告する予定である。

【謝辞】本研究の一部の遂行にあたり、藤田夏斗、小椋裕太、前田敏彦、佐浦啓介諸氏の協力を得ました。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】[1] Horii *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **93** (2008) 152506. [2] Maiorov *et al.*, *Nat. Mater.* **8** (2009) 398. [3] Fujita *et al.*, *Physica C* **494** (2013) 140.

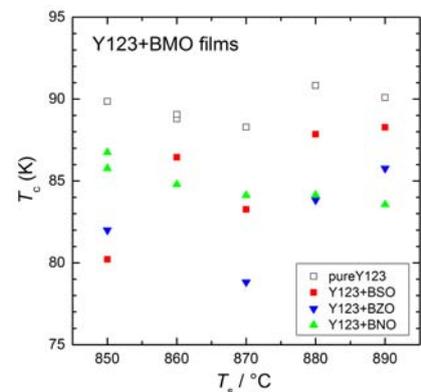


Fig. 1 T_s -dependences of T_{cr} for BMO-doped Y123 films.

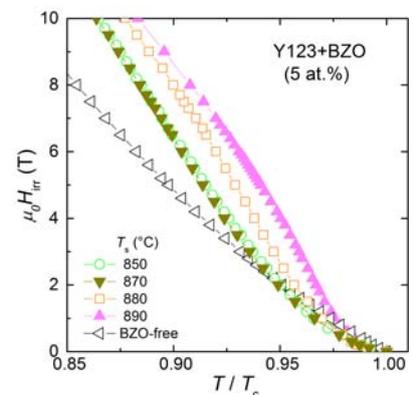


Fig. 2 Irreversibility lines for 5 at.% BZO-doped Y123 films.