

ターゲット交換法により作製した BaHfO₃ 添加 LTG-SmBa₂Cu₃O_y 薄膜の 磁束ピンニング特性及び微細構造観察

Flux pinning properties and microstructures of BaHfO₃ doped LTG-SmBa₂Cu₃O_y films prepared by Alternating Targets Method

名大工¹, 九工大², 電中研³, 三浦 峻¹, 吉田 隆¹, 一野 祐亮¹, 松本 要², 一瀬 中³

Nagoya Univ.¹, Kyushu Inst. Tech.², CRIEPI³, Shun Miura¹, Akihiro Tsuruta¹, Yutaka Yoshida¹,

Yusuke Ichino¹, Kaname Matsumoto², Ataru Ichinose³

E-mail: miura-syun12@ees.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

これまで我々は、低温成膜(LTG: Low Temperature Growth)法を用いて BaMO₃(BMO; M=Zr, Sn)ナノロッドを細く高密度に SmBa₂Cu₃O_y(SmBCO)薄膜に導入できることを報告してきた^[1]。また最近、BaHfO₃(BHO)ナノロッドをターゲット交換法で導入した SmBCO 薄膜で高 T_c、磁場中高 J_c を報告してきた^[2]。そこで本研究では、ターゲット交換法を用いて BHO ナノロッドを細く高密度に LTG-SmBCO 薄膜中に導入し、表面観察より成長メカニズムを検討し、電気特性より磁束ピンニング特性を評価した。

2. 実験方法

BHO 添加 SmBCO 薄膜は SmBCO と BHO の2つのターゲットを使用し、KrF エキシマレーザーを用いた PLD 法により LaAlO₃(LAO)基板上に作製した。作製方法として基板温度(T_s)850℃で SmBCO seed layer を膜厚約 70 nm 作製し、その上に T_s= 750℃で 1.4~3.7 vol.%BHO 添加 SmBCO upper layer を膜厚約 300 nm 作製した。BHO の導入方法としてはターゲット交換法を用いた。作製した薄膜の表面観察を原子間力顕微鏡(DFM: Dynamic Force Mode/Microscope)、超伝導特性を直流四端子法で測定した。

3. 実験結果及び考察

Fig. 1 (a)に通常の PLD 法で作製した 3.7 vol.% BHO 添加 SmBCO(PLD-SmBCO)薄膜と(b)同量の BHO を添加した LTG-SmBCO 薄膜の DFM 画像を示す。作製した LTG-SmBCO 薄膜は PLD-SmBCO 薄膜に比べ、結晶粒径が小さく高密度に成長していることを確認した。これは LTG 法を用いることにより低温で成膜されることによって、薄膜表面上の吸着原子の表面拡散距離が短くなり、かつ核生成頻度が高くなったことが起因していると考えられる。SmBCO 粒子と同様のことが BHO 粒子においても考えられ、BHO ナノロッドが細く高密度に成長していると推察される。

Fig. 2 に 77 K、B//c における BHO 添加量を 1.4~3.7 vol.% で変化した LTG-SmBCO 薄膜の J_c 磁場依存性を示す。すべての LTG-SmBCO 薄膜は pure-LTG-SmBCO 薄膜に比べ高磁場において J_c が大幅に向上した。BHO 添加量を増加させるに従って、低磁場においては J_c が低下する一方、高磁場においては J_c が向上した。2.7 vol.%BHO 添加した薄膜においては B= 3.75 T において J_c= 1.0 MA/cm²、F_p= 39.1 GN/m³ と高い特性を示した。また、BHO を同量添加した

LTG-SmBCO 薄膜と PLD-SmBCO 薄膜を比較すると、LTG 試料の J_c が約 3T 以上の高磁場において高特性を示した。これは LTG 法により BHO ナノロッドが細く高密度に導入されたことを示唆している。今後、微細構造を明らかにする為、透過型電子顕微鏡(TEM)を用いて微細構造観察を行う予定である。

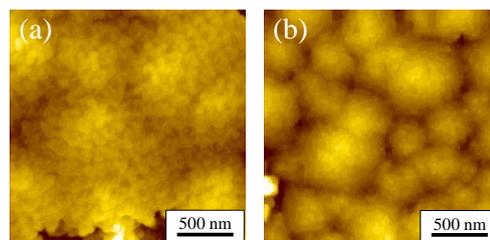


Fig. 1 (a) DFM image of BHO doped PLD-SmBCO film. (b) DFM image of BHO doped PLD-SmBCO film. Both films were introduced 3.7 vol.% BHO contents.

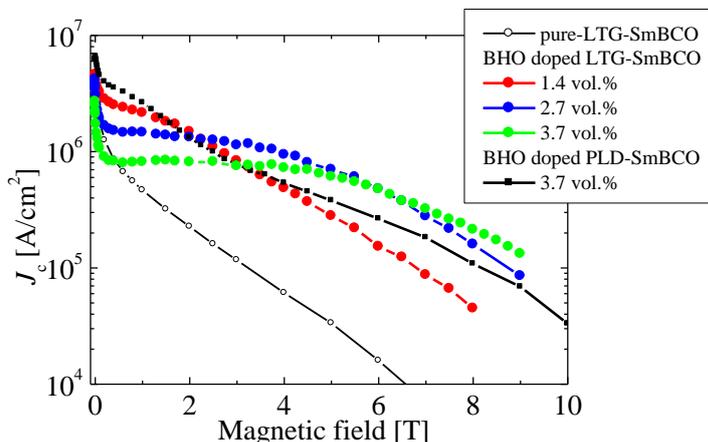


Fig. 2 Magnetic field dependence of J_c for various BHO doped SmBCO films.

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(23226014,19676005)からの助成を受けて実施したものである。

参考文献

- [1] T. Ozaki *et al.* : Physica C. 469 (2009) 1388.
[2] A. Tsuruta *et al.* : ASC2012 2MPR-05.