

BaHfO₃ ナノロッド導入 Reel-to-Reel-PLD 法 EuBa₂Cu₃O_y 線材の 磁場中 J_c 特性の評価

The in-field J_c in RTR-PLD EuBa₂Cu₃O_y+BaHfO₃ coated conductors

成蹊大¹, 産総研²

宮田健司¹, 西村隼¹, 安野秀治¹, 三浦正志¹, 衣斐頭², 和泉輝郎²

Seikei University¹, AIST²

Kenji Miyata¹, Jun Nishimura¹, Shuji Anno¹, Masashi Miura¹,

Akira Ibi² and Teruo Izumi²

E-mail:dm196326@cc.seikei.ac.jp

1. はじめに

REBa₂Cu₃O_y(REBCO)超伝導線材は、液体窒素(77 K)下で高い超伝導特性を有するためマグネットへの応用が期待されている。特に、Reel-to-Reel-Pulsed Laser Deposition(RTR-PLD)法で作製されたREBa₂Cu₃O_y(REBCO)線材は高い臨界温度(T_c)及び臨界電流密度(J_c)を示す材料として注目されている[1,2]。一方で、マグネット応用に向けては、更なる磁場中特性の向上が必要である。これらの向上に向けて、EuBCO 線材に BaHfO₃(BHO)ナノロッドを磁束ピンニング点として導入することにより磁場中 J_c が向上するという報告がある[2,3]。しかし、PLD 法 REBCO 線材の BHO 導入においては、以下の2つの課題点が挙げられる。1つ目は BHO 添加量の増加に伴い T_c や自己磁場 $J_c(J_c^{s.f.})$ が低下することである[4]。2つ目は、 c 軸方向の磁場に対しては高い J_c 値を示すが、マグネットに必要なとされる等方的かつ高い J_c の磁場印加角度依存性が得られていない点である。これらは、微細構造に起因していると考えられる。よって、更なる特性向上には、PLD 法 EuBCO 線材における BHO ナノロッドのサイズ、密度及び形状が磁場中特性に及ぼす影響を理解することが非常に重要である。

そこで、本研究では RTR-PLD 法 EuBCO 線材及び添加量の異なる BHO ナノロッドを導入した EuBCO(EuBCO+BHO)線材を作製し、それらの微細構造が結晶性や磁場中超伝導特性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

本研究では、RTR-PLD 法を用いて金属基板上に EuBCO 線材及び EuBCO 線材に BHO ナノロッド添加量を 2~4 vol.% 導入した線材(EuBCO+xBHO)を作製した。線材膜厚はそれぞれ、EuBCO 線材が 600 nm、EuBCO+xBHO 線材が 550 nm である。作製した線材の結晶性を X 線回折法、微細構造を透過型電子顕微鏡(TEM)、超伝導特性は四端子法を用いて測定した。

3. 実験結果

Fig.1 に RTR-PLD EuBCO+BHO 線材における T_c 及び $J_c^{s.f.}$ の BHO 添加量依存性を示す。Fig.1 より、3 vol.% までは、BHO 導入による T_c 、 $J_c^{s.f.}$ 特性の低下がほとんどないことが分かった。また、Fig.2 に 77 K, 3 T における J_c を $J_c^{s.f.}$ で規格化した($J/J_c^{s.f.}$) の角度依存特性について示す。Fig.2 に示すように、EuBCO+3BHO 線材が等方的な角度依存特性を示した。

当日の発表では、EuBCO+BHO 線材の微細構造観察結果、BHO の導入量が結晶性や磁場中超伝導特性に及ぼす影響について報告する。

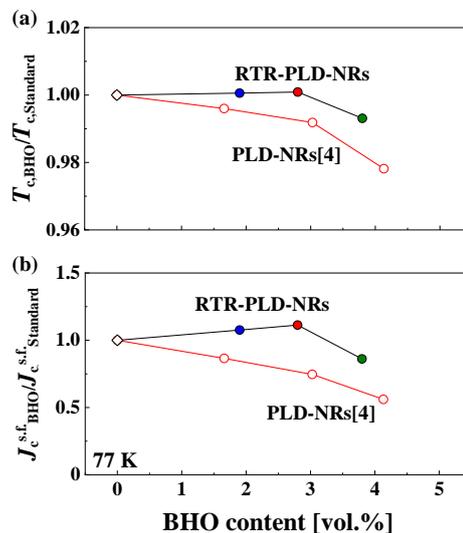


Fig.1 Normalized (a) T_c and (b) self-field J_c at 77 K as a function of BHO content for RTR-PLD-NRs and PLD nanorods.

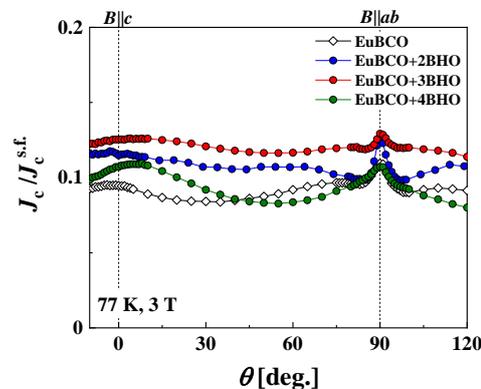


Fig.2 The angular dependence of normalized J_c at 77 K, 3 T for EuBCO and +BHO CCs.

謝辞

本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務の結果得られたものです。また、本研究の一部は、JSPS 科研費 (18KK0414)、加藤科学振興財団 (KJ-2744) および私立学校振興・共済財団 (科学研究振興基金) の助成を受け実施したものである。

参考文献

- [1] M. Miura *et al.*, *Supercond. Sci. Technol.*, **23** (2010) 014019.
- [2] T. Yoshida *et al.*, *Physica C* **504** (2014) 42-46.
- [3] H. Tobita *et al.*, *Supercond. Sci. Technol.*, **25** (2012) 062002.
- [4] S. Miura *et al.*, *Supercond. Sci. Technol.*, **28** (2015) 065013.