

Reel-to-Reel-PLD 法 EuBa₂Cu₃O_y+BaHfO₃ 線材の磁場中 J_c 特性

In-field J_c properties for RTR-PLD EuBa₂Cu₃O_y+BaHfO₃ coated conductors

成蹊大¹, ファインセラミックスセンター², 愛工大³, 産総研⁴

原由子¹, 高橋洗¹, 鈴木匠¹, 横江大作², 加藤丈晴², 一野祐亮³, 衣斐顕⁴, 和泉輝郎⁴, 三浦正志¹

Seikei University¹, JFCC², AIT³, AIST⁴

Yuko Hara¹, Ko Takahashi¹, Takumi Suzuki¹, Daisaku Yokoe², Takeharu Kato², Yusuke Ichino³

Akira Ibi⁴, Teruo Izumi⁴ and Masashi Miura¹.

E-mail:dm216315@cc.seikei.ac.jp

1. はじめに

REBa₂Cu₃O_y(REBCO)超伝導線材は、液体窒素下(77K)において高い超伝導特性を示すため、様々な機器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 REBCO 線材は、長尺線材においても高い臨界温度(T_c)と臨界電流密度(J_c)を示す[1]。しかし、機器応用に向けては更なる J_c の向上が必要である。特に、マグネット応用では磁場が様々な角度から加わるため、磁場印加角度に対して等方的な J_c の向上が求められる。磁場中 J_c の向上のためには磁束ピンニング点の導入が有効である。これまで我々は、Trifluoroacetates Metal Organic Deposition(TFA-MOD)法 REBCO 線材に、磁束ピンニング点として母相に対してインコヒーレントな界面を有する等方的な BaHfO₃(BHO)ナノ粒子を導入することで、様々な磁場印加角度に対して等方的かつ高い J_c を得ることに成功してきた[2]。しかし、PLD 法は母相に対してコヒーレントな界面を有する異方的な形状であり、 c 軸方向には高い J_c が得られるが J_c の最小値($J_{c,min}$)は低い値を示す[3]。この課題を解決するため、PLD 法においても c 軸方向だけでなく様々な角度に有効な形状のピンニング点の導入が求められる。

そこで、本研究では RTR-PLD 法を用いて EuBCO 線材及び異なる BHO 添加量(2~5 vol.%)導入 EuBCO(EuBCO+BHO)線材を作製し、作製条件や添加量が結晶性、微細構造や超伝導特性に及ぼす影響について検討する。

2. 実験方法

本研究では、RTR-PLD 法を用いて金属基板上に EuBCO 線材及び異なる BHO 添加量(2~5 vol.%)の EuBCO+BHO 線材を作製した。各線材の超伝導層の膜厚は、EuBCO 線材が 600 nm、EuBCO+BHO 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、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 法 EuBCO+BHO 線材の c 軸長、 T_c 、面内配向性($\Delta\phi$)、77K における自己磁場 $J_c(J_c^{sf})$ 及び 77 K, 3 T|| c における $J_{c,min}$ の BHO 添加量依存性を示す。図より 3 vol.%まではピンニング点の密度が増加しているにもかかわらず c 軸長、 T_c 、 $\Delta\phi$ の低下がないことが分かる。その結果、 J_c^{sf} 及び $J_{c,min}$ が向上した。一方、4vol.%以上の添加量では、 c 軸が伸長し、 $\Delta\phi$ 及び T_c が低下していることが分かる。その結果、 J_c^{sf} 及び $J_{c,min}$ が低下したと考えられる。これらの結果は、インコヒーレントな界面を有する等方的な BHO ナノ粒子を有する MOD 法 (Y,Gd)BCO 線材とは異なる結果である[2]。

当日の発表では、BHO 導入量が EuBCO+BHO 線材の微細構造、キャリア密度、磁束クリープや磁場中超伝導特性に及ぼす影響について報告する。

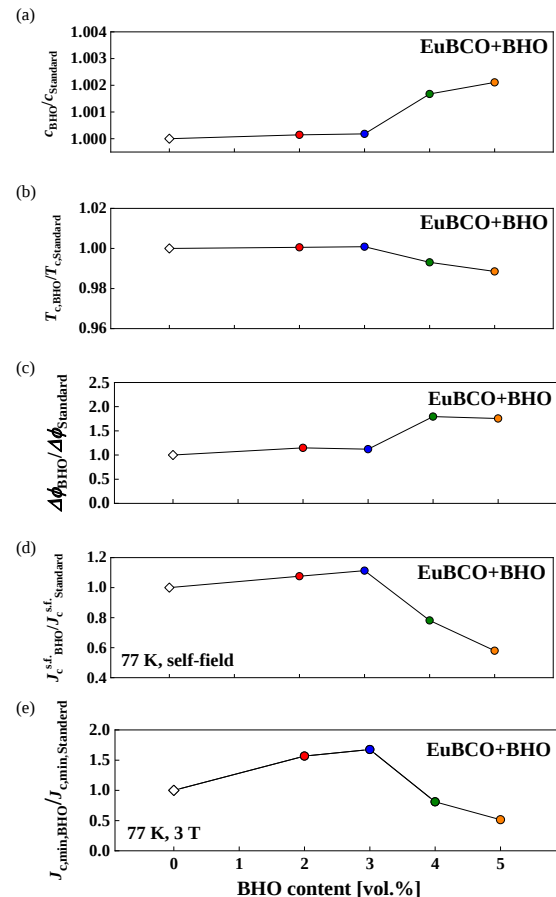


Fig.1 (a) c -axis length, (b) T_c , (c) $\Delta\phi$, (d)self-field J_c at 77 K, and (e) $J_{c,min}$ at 77 K, 3 T|| c as a function of BHO content for RTR-PLD EuBCO+BHO coated conductors.

謝辞

本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)の助成を受け実施したものである。また、本研究の一部は、JST 創発的研究支援事業 JPMJFR202G、JSPS 科研費(18KK0414 及び 20H02184)の助成を受け実施したものである。

参考文献

- [1] A. Ibi et al., Physics Procedia 58 (2014) 97-100.
- [2] M. Miura, et. al., NPG Asia Materials 9 (2017) e447.
- [3] S. Miura et. al., Supercond. Sci.Technol, **28** (2015) 065013.