

# (Y<sub>0.77</sub>Gd<sub>0.23</sub>)Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> + BaMO<sub>3</sub> 線材における臨界電流密度の膜厚依存性

## Film thickness dependence of $J_c$ for (Y<sub>0.77</sub>Gd<sub>0.23</sub>)Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> + BaMO<sub>3</sub> coated conductors

成蹊大<sup>1</sup>, Colorado School of Mines<sup>2</sup>, 九工大<sup>3</sup>

○原田 工夢<sup>1</sup>, 土屋 豪<sup>1</sup>, Serena Eley<sup>2</sup>, 木内 勝<sup>3</sup>, 松下 照男<sup>3</sup>, 三浦 正志<sup>1</sup>

Seikei University<sup>1</sup>, Colorado School of Mines<sup>2</sup>, Kyushu Institute of Technology<sup>2</sup>

○Takumu Harada<sup>1</sup>, Go Tsuchiya<sup>1</sup>, Masaru Kiuchi<sup>2</sup>, Teruo Matsushita<sup>2</sup> and Masashi Miura<sup>1</sup>

E-mail:dm206316@cc.seikei.ac.jp

### 1. はじめに

Trifluoroacetates Metal Organic Deposition(TFA - MOD)法で作製した REBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> 線材は、低コストかつ高い磁場中臨界電流密度( $J_c$ )が得られるためマグネット応用などに期待されている。しかし、マグネット応用には、磁場中  $J_c$  ではなく磁場中臨界電流( $I_c$ )の更なる向上が必要である。そこで我々は TFA-MOD 法を用いて BaZrO<sub>3</sub>(BZO) ナノ粒子導入 (Y<sub>0.77</sub>Gd<sub>0.23</sub>)Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> ((Y,Gd)BCO)膜の成長速度を制御し、1.9 $\mu$ m 厚まで高い  $J_c$  を維持し、77K 自己磁場下で  $I_c=760$ A/cm-width を得ることに成功した[1,2]。さらに、近年 BZO ナノ粒子よりも微細で高密度に導入できる BaHfO<sub>3</sub>(BHO)ナノ粒子を導入した(Y,Gd)BCO+BHO は、BZO 導入線材よりも高い磁場中  $J_c$  を示すことを報告してきた[2,3]。しかし、膜厚の異なる(Y,Gd)BCO+BZO 及び+BHO における  $J_c$  特性やピンニング挙動の理解が重要と考えられるが、それらの議論は十分に行っていない。

本研究では、TFA - MOD 法 (Y,Gd)BCO+BMO 線材の  $J_c$  の膜厚依存性を理解するために、膜厚の異なる(Y,Gd)BCO+BZO 及び+BHO 線材を作製し、結晶性、自己磁場中及び磁場中  $J_c$  の膜厚依存性について検討する。

### 2. 実験方法

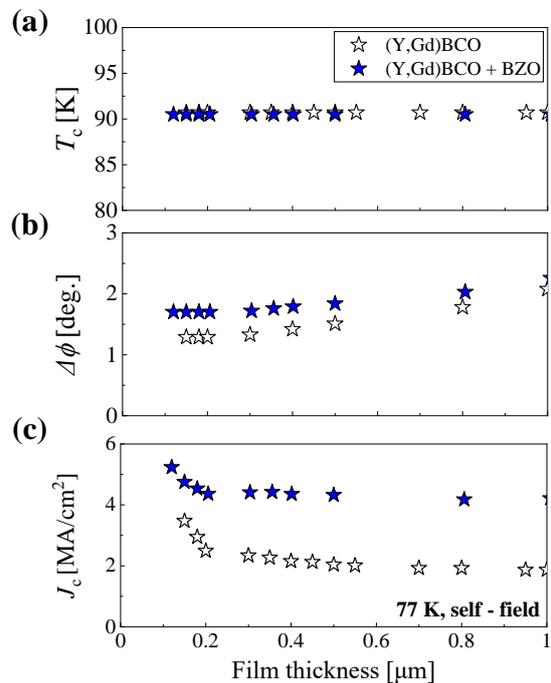
本研究では、金属基板上に TFA-MOD 法を用いて膜厚が異なる(Y,Gd)BCO 及び(Y,Gd)BCO+BMO(M = Zr, Hf)線材を作製した。本焼成後の(Y,Gd)BCO 及び(Y,Gd)BCO+BZO 線材の超伝導層の膜厚は、いずれも~1.9[ $\mu$ m]である。作製した線材の結晶性を X 線回折法、磁場中  $J_c$  特性は四端子法を用いて測定した。

### 3. 実験結果

Fig.1(a)(b)に(Y,Gd)BCO 及び(Y,Gd)BCO+BZO 線材の  $T_c$  と面内配向性  $\Delta\phi$  の膜厚依存性を示す。いずれの線材においても膜厚増加に伴う  $T_c$ 、 $\Delta\phi$  の大きな変化は見られなかった。また、気相法 REBCO 膜において膜厚増加に伴う  $a$  軸配向相がよく確認されるが、TFA-MOD 法では 1.9 $\mu$ m まで  $I_c$  低下の要因である  $a$  軸配向相や主な異相はほとんど確認されなかった。Fig.1(c)に(Y,Gd)BCO 及び(Y,Gd)BCO+BZO 線材の膜厚に対する  $J_c$  特性(77K、自己磁場)を示す。測定したすべての膜厚

で(Y,Gd)BCO+BZO 線材は(Y,Gd)BCO 線材より高い  $J_c$  特性を示すことが分かる。

当日の発表では、膜厚の異なる(Y,Gd)BCO 及び(Y,Gd)BCO+BMO 線材の結晶性、磁束クリープ、微細構造の結果を踏まえ  $J_c$  の膜厚依存性について議論する。



**Fig.1** Film thickness dependence of (a)  $T_c$ , (b)  $\Delta\phi$ , (c) self-field  $J_c$  at 77 K for (Y,Gd)BCO and (Y,Gd)BCO + BZO.

### 謝辞

本研究は、JST 創発的研究支援事業 JPMJFR202G の支援を受けたものである。また、本研究の一部は日本私立学校振興・共済事業団学術研究振興資金、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] M. Miura, Springer 2015 (ISBN:978-3-319-14477-1), chapter 1, pp.3-26
- [2] S. Eley *et al.* npj Quantum Materials (2018) 3:37
- [3] M. Miura *et al.* NPG Asia Materials (2017) 9, e447.