中間熱処理がTFA-MOD(Y,Gd)BCO線材の 磁場中超伝導特性に及ぼす影響

Influence of the intermediate heat treatment on the in-field critical current density inTFA-MOD(Y,Gd)BCO CCs

成蹊大¹, AIST²

°村上智紀¹, 佐藤迪夫¹, 三浦正志¹, 衣斐顕²,中岡晃一²,和泉輝郎²

^oTomonori Murakami¹, Michio Sato¹, Masashi Miura¹,

Akira Ibi², Kouichi Nakaoka² and Teruo Izumi²

E-mail: dm166324@cc.seikei.ac.jp

1. 目的

REBa₂Cu₃O_v(RE=Rare Earth: REBCO)超伝導線材は、液体窒素 温度下で高い臨界電流密度(J_)を示すため、電力機器応用への 期待が高まっている[1]。特に低コストプロセスである Trifluoro-acetates Metal Organic Deposition(TFA-MOD)法を用い て作製した (Y_{0.77}Gd_{0.23})Ba₂Cu₃O_v((Y,Gd)BCO)線材は、 YBa₂Cu₃O_v線材に比べて、高い臨界温度(T_c)、自己磁場 J_c及び 磁場中 Jc特性を有するため、応用に有望な線材として期待され ている[2]。しかし、磁場応用には、更なる磁場中Jcの向上が必 要であり、我々は、これまで BaMO₃(M=Zr, Nb, Sn)ナノ粒子を 磁束ピンニング点として導入することで TFA-MOD (Y,Gd)BCO 線材の磁場中Jcを向上させることに成功してきた[3,4]。更なる J。特性向上のためには、平均サイズ 25 nm である BZO ナノ粒 子を量子化磁束サイズに近づけることかつ高密度導入が必要 である。近年、産総研のグループが TFA-MOD 線材作製時にお ける仮焼成と本焼成の間に中間熱処理(IHT)を導入することに より、TFA-MOD線材内のBZOナノ粒子サイズを制御すること に成功している[5]。しかし、BZO 添加量を増やした場合にも この IHT が(Y,Gd)BCO+BZO 線材の BZO ナノ粒子サイズ制御 に効果があるかどうかは明らかでない。

そこで、本研究ではTFA-MOD法を用いてIHTを導入した高密 度BZO添加(Y,Gd)BCO線材を作製し、IHTが結晶性及び磁場中 超伝導特性に及ぼす影響について検討した。

2. 実験方法

本研究では、CeO₂バッファ層を蒸着した金属基板上に TFA-MOD法を用いて、IHTを導入した2wt.% BZO(2BZO) 導入 (Y,Gd)BCO線材を作製した。作製した(Y,Gd)BCO+BZO線材の 本焼成後の膜厚は、0.4 µmである。作製した線材の結晶性をX 線回折法、表面観察を高解像度光学顕微鏡、超伝導特性を四端 子法により評価した。

3. 実験結果及び考察

Table 1にIHTを導入した(Y,Gd)BCO+BZO線材の面内配向性 ($\Delta \phi$)及び臨界温度(T_c)を示す。Table 1より、IHT導入が (Y,Gd)BCO+BZO線材の結晶性及び T_c には影響を及ぼさないこ とが分かる。Fig. 1に77 Kにおける自己磁場 $J_c(J_c^{s.f.})$ のBZO添加量 依存性を示す。図よりBZO添加量を増加させることにより $J_c^{s.f.}$ が向上していることが確認できる。また、IHTを導入すること により更に $J_c^{s.f.}$ が向上していることが分かる。Fig. 2にIHTを導 入した(Y,Gd)BCO+BZO線材の77 K、B||cにおける磁場中 J_c 特性 を示す。Fig. 2よりIHTを導入することにより、高密度BZO添加 (Y,Gd)BCO線材おいても磁場中特性向上が確認された。

当日の発表では、微細構造観察結果を用いて中間熱処理が TFA-MOD線材の特性に及ぼす影響について報告する。

Table 1 Crystallinity and T_c for (Y,Gd)BCO+BZO CCs.

Material	IHT	$\Delta \phi$ [deg.]	$T_{\rm c}[{\rm K}]$
(Y,Gd)BCO	with	2.4	90.4
+2BZO	with	2.5	90.2
+2BZO	w/o	2.5	90.4



Fig.1 $J_c^{\text{s.f.}}$ at 77 K for (Y,Gd)BCO+BZO CCs.



Fig.2 Magnetic field dependence of $J_c/J_c^{\text{s.f.}}$ at 77 K and B||c for (Y,Gd)BCO+BZO CCs.

謝辞

本研究の一部は、高温超電導コイル基盤技術開発プロジェクトの一環として経済産業省(METI)及び日本医療研究開発機構(AMED)の委託により実施したものである。

参考文献

- [1] Y. Shiohara et.al., Jpn. J. Appl. Phys, 51 (2012) 01007
- [2] M. Miura et.al., Appl. Phys. Exp., 2 (2009) 023002.
- [3] M. Miura et.al., Sci. Technol. 26 (2013) 035008.
- [4] M. Miura et al., Sci. Rep., 6 (2016) 20436.
- [5] T. Izumi et al., Presented at ISS2016 (WB5-2)

Seikei University¹, AIST²