

バッファ層の面内配向性が $(Y_{0.77}Gd_{0.23})Ba_2Cu_3O_y + BaZrO_3$ 線材の 磁場中超伝導特性に及ぼす影響

Influence of the grain-boundary angle on the in-field critical current density
in $BaZrO_3$ -doped $(Y_{0.77}Gd_{0.23})Ba_2Cu_3O_y$ CCs by TFA-MOD method
成蹊大¹, 超工研²

○佐藤迪夫¹, 関翼¹, 三浦正志¹, 高木裕司², 中岡晃一², 和泉輝郎²,

SEIKEI University¹, ISTEC-SRL&iSTERA²

○Michio Sato¹, Tsubasa Seki¹, Masashi Miura¹,
Yuji Takagi², Kouichi Nakaoka² and Teruo Izumi²

E-mail: dml36314@cc.seikei.ac.jp

1. はじめに

Trifluoroacetates-Metal Organic Deposition (TFA-MOD)法は PLD 法などの他の作製方法に比べて装置コストが低く、溶液を塗布し熱処理をすることで超伝導層を得ることが出来るため材料収率が高く、低コストプロセスとして注目されている。超伝導材料として TFA-MOD $(Y_{0.77}Gd_{0.23})Ba_2Cu_3O_y$ ((Y,Gd)BCO) 線材は $YBa_2Cu_3O_y$ (YBCO)線材に比べて高い臨界温度(T_c)、高い磁場中臨界電流密度(J_c)特性を有することから電力機器への実用化が期待されている[1]。しかしながら、実用化に向けては更なる磁場中 J_c 特性の向上が重要であり、これらの向上のためには結晶粒内 J_c 及び粒界 J_c の両方を改善する必要がある。前者では、ナノ粒子状の人工欠陥を導入することにより、磁束ピンニング力が向上し、磁場中 J_c の向上が確認されている[2,3]。一方、後者に関しては超伝導層の成長制御による面内配向性の向上や、金属基板の配向性向上がある。近年、超電導工学研究所では、金属基板上に Y_2O_3 層を導入することで CeO_2 バッファ層の面内配向性を向上させることに成功している[4]。これまでの研究で、これら的高配向基板上に作製した TFA-MOD (Y,Gd)BCO 線材は磁場中 J_c 特性の向上が確認されているが、人工欠陥を導入した線材の磁場中超伝導特性への影響については検討されていない。

そこで、本研究では TFA-MOD 法を用いて高配向 CeO_2 バッファ層/金属基板上に(Y,Gd)BCO+BZO 薄膜を作製し、それらが結晶性及び磁場中 J_c 特性に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法

本研究では面内配向性の異なる CeO_2 バッファ層($\Delta\phi=2.2^\circ, 2.9^\circ$)を蒸着した金属基板上に TFA-MOD 法を用いて(Y,Gd)BCO 及び(Y,Gd)BCO+2wt.%BZO(2BZO)薄膜を作製した。作製した超伝導層の膜厚は、0.35 [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、超伝導特性は四端子法を用いて行った。

3. 実験結果及び考察

Fig.1 に面内配向性($\Delta\phi$)の異なる CeO_2 バッファ層上に作製した(Y,Gd)BCO 線材及び(Y,Gd)BCO+2BZO 線材の面内配向性($\Delta\phi$)を示す。Fig.1 より結晶性の良好な CeO_2 バッファ層上に作製することで(Y,Gd)BCO 線材及び(Y,Gd)BCO+2BZO 線材ともに結晶性が向上していることが確認された。

Fig.2 に各 CeO_2 バッファ層上に作製した(Y,Gd)BCO 線材及び(Y,Gd)BCO+2BZO 線材の 77 K, 1T における J_c の最小値($J_{c,\min}$)を示す。(Y,Gd)BCO 線材は結晶性の良好な CeO_2 バッファ層上に作製することで $J_{c,\min}$ が約 1.4 倍と向上している。また、(Y,Gd)BCO+2BZO 線材においても $J_{c,\min}$ が約 1.5 倍と向上していることが確認された。高配向 CeO_2 バッファ層上の線材の特性向上は、バッファ層の面内配向性に起因していることが考えられる。

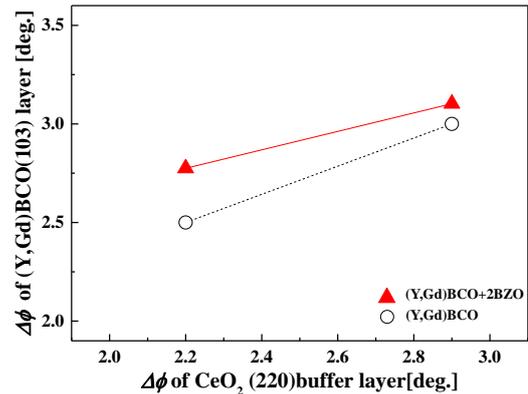


Fig.1 $\Delta\phi$ of CeO_2 buffer layer dependence of $\Delta\phi$ of (Y,Gd)BCO and (Y,Gd)BCO+2BZO CCs.

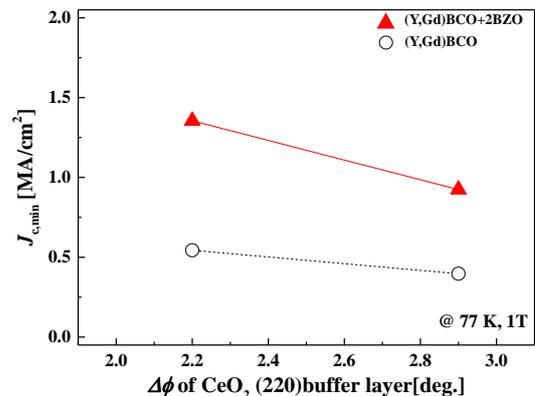


Fig.2 $\Delta\phi$ of CeO_2 buffer layer dependence of $J_{c,\min}$ at 77 K, 1 T for (Y,Gd)BCO and (Y,Gd)BCO+2BZO CCs.

当日の発表では、異なる CeO_2 バッファ層上に作製した (Y,Gd)BCO 線材及び BZO 導入(Y,Gd)BCO 線材の詳細な磁場中 J_c 特性及び不可逆磁場特性についても報告する。

謝辞

本研究は、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及び日本医療研究開発機構の委託により実施したものである。また、本研究の一部は、JSPS 科研費 26709076 及び(公財)東電記念財団基礎研究の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] M. Miura et al., Phys. Rev. B 83 (2011)184519.
- [2] M. Miura et al., APEX 2 (2009) 023002.
- [3] M. Miura et al., SUST 26 (2013) 0.05008.
- [4] Y. Shiohara., ICSM (2014), Antalya, Turkey, 28 April.