双晶欠陥がTFA-MOD法(Y,Gd)BCO+BaZrO₃線材の磁場中J_c特性に及ぼす影響 Effect of twin boundaries on in-field J_c in TFA-MOD (Y_{0.77}Gd_{0.23})Ba₂Cu₃O₃+BaZrO₃ CCs

成蹊大学¹, AIST² <u>奥亮太¹</u>, 三浦正志¹, 衣斐顕², 中岡晃一², 和泉輝郎² Seikei University¹, AIST² <u>Ryota Oku¹</u>, Masashi Miura¹, Akira Ibi², Kouichi Nakaoka² and Teruo Izumi² E-mail: dm176304@cc.seikei.ac.jp

1. 目的

REBa₂Cu₃O₃(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_c)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 Trifluoroacetates Metal Organic Deposition(TFA-MOD)法を用いて作製した (Y_{0.77}Gd_{0.23})Ba₂Cu₃O₃((Y,Gd)BCO)線材は、YBa₂Cu₃O₃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 J_c 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]。磁場応用に 向けて磁束ピンニング点を導入し更なる磁場中 J_c 特性向上が 必要である。そのために磁束ピンニング点の働きを理解するこ とが重要である。

薄膜作製時に自然に導入される磁束ピンニング点の一つで ある双晶欠陥は、TFA-MOD 法(Y,Gd)BCO 線材には約 40nm 間 隔に存在し、中間層上から膜表面までつながっている面状欠陥 である[3]。これまで我々が磁場中 J_c 特性向上に成功してきた BaMO₃(M=Zr, Hf)ナノ粒子導入 TFA-MOD 法(Y,Gd)BCO 線材に おいても中間層上から膜上部まで途切れることなく高密度に 存在する[4, 5]。V. Rouco らによって TFA-Chemical solution deposition 法 YBCO 薄膜の双晶欠陥の磁束ピンニング点として の効果が報告されている[6]。しかしながら、低温における TFA-MOD 線材の双晶欠陥の効果について未だ明らかにされていな い点が多い。そこで、本研究では TFA-MOD 法を用いて (Y,Gd)BCO 及び(Y,Gd)BCO+BaZrO₃線材を作製し、Fig.1 のよう に双晶欠陥の向きと電流の向きの異なる I-shape と Z-shape 形状 のサンプルを作製し双晶欠陥が磁場中 J_c 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(Y,Gd)BCO線材および3 wt.% BZO(+3BZO)導入(Y,Gd)BCO線材を作製した。(Y,Gd)BCOおよび+3BZO線材の 本焼成後の膜厚は、0.3 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により評価した。ま た、磁場中超伝導特性は、レーザー加工によりFig.1のようにIshapeとZ-shapeを作製したサンプルを四端子法により評価した。

3. 実験結果及び考察

Fig.2(a)に(Y,Gd)BCO線材の10 K,9 Tにおける磁場印加角度 J_c/J_c^{s.f.}特性を示す。Fig.2(a)よりI-shape線材は、0度から20度でJ_c 特性が低下することが分かる。一方、Z-shape線材は0度から80 度でI-shape線材よりJ_c特性が低いことが分かる。これらのJ_cの 違いとして双晶欠陥の磁束ピンニング点としての効果の違い が考えられる。Fig.2(b)に+3BZO線材の10 K,9 Tにおける磁場印 加角度J_c/J_c^{s.f.}特性を示す。Fig.2(b)よりI及びZ-shape線材は、0度 から60度で同様なJ_c特性であることが分かる。このことから +3BZO線材においては、双晶欠陥に加えてBZOナノ粒子がI及 びZ形状に関わらず磁束運動を抑制していると考えられる。

当日は、詳細な微細組織と磁場中特性を用いて双晶欠陥が磁 場中**J**、特性に及ぼす影響について報告する予定である。







Fig.2 The angular dependence of *J*_c/*J*_c^{s.f.} at 10 K, 9 T for (a) (Y,Gd)BCO and (b) (Y,Gd)BCO+BZO CCs with I and Z-shape.

謝辞

本研究は、科研費(17H03239 及び 17K18888)の助成を受け実施 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. Express, 2 (2009) 023002.
- [3] M. Miura et.al., Supercond. Sci. Technol. 26 (2013) 035008.
- [4] M. Miura et.al., Scientific Reports 6 (2016) 20436.
- [5] M. Miura et.al., NPG Asia Materials 9 (2017) e447.
- [6] V. Rouco et.al., Supercond. Sci. Technol. 27 (2014) 125009.