酸素アニール温度が TFA-MOD $(Y_{0.77}Gd_{0.23})Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$線材の磁場中超伝導特性に及ぼす影響

Influence of oxygen annealing temperature on the in-field properties of TFA-MOD $(Y_{0.77}Gd_{0.23})Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$ coated conductors

成蹊大 [1], 超工研 [2]
○関翼 [1], 丹羽信博 [1], 佐藤迪夫 [1], 三浦正志 [1], 高木裕司 [2], 中岡晃一 [2], 吉積正晃 [2], 和泉輝郎 [2]
SEIKEI University[1], ISTEC-SRL & iSTERA[2]
○Tsubasa Seki[1], Nobuhiro Niwa[1], Michio Sato[1], Masashi Miura[1]
Yuji Takagi[2], Koichi Nakaoka[2], Masateru Yoshizumi[2], and Teruo Izumi[2]
E-mail: dm146312@cc.seikei.ac.jp

1. はじめに

Trifluoroacetates Metal Organic Deposition(TFA-MOD)法で作製した $REBa_2Cu_3O_{7-\delta}$(REBCO)線材は、他のプロセスに比べ装置コストが低く、原料高収率であるため低コスト化が期待されている。また、安価な液体窒素(77 K)下において、高い超伝導特性を有するため電力機器応用にも期待されている。しかし、磁気共鳴画像診断(MRI)装置や超伝導電力貯蔵装置(SMES)などの機器応用には更なる臨界電流密度(J_c)の向上が必要不可欠である。J_c向上の一つの手法として Y/RE 置換がある。我々は、これまで TFA-MOD 法を用い、YBCO 線材の Y の一部を Gd に置換した$(Y_{0.77}Gd_{0.23})Ba_2Cu_3O_y$((Y,Gd)BCO)線材が YBCO 線材より高い超伝導特性を示すことを報告してきた[1]。また、他の手法としてキャリア制御(酸素量の最適化)があり、REBCO バルク体では、その影響について研究されてきた[2]。しかし、TFA-MOD 法により作製した(Y,Gd)BCO 線材の最適な酸素アニール条件やそれらが線材の磁場中超伝導特性に及ぼす影響については明らかになっていない。

そこで本研究では、(Y,Gd)BCO 線材を作製し、酸素アニール温度(T_A)を 250~500 °C と変化させ、それらが結晶構造や磁場中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、TFA-MOD 法を用いて(Y,Gd)BCO 線材を作製した。金属基板上に原料溶液を塗布し、仮焼成、本焼成を行い、超伝導層を結晶化させた。本焼後の膜厚は、~0.5 [μm]である。酸素アニールの保持時間を 3 時間とし、酸素アニール温度を 250~500 °C と変化させた。また、超伝導特性の違いを確認するため、アニール後は急冷を行った。作製した線材の結晶性は 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

Fig.1 に酸素アニール温度の異なる(Y,Gd)BCO 線材の 77 K における自己磁場 $J_c(J_c^{s.f.})$を示す。図より 300 °C で最も高い $J_c^{s.f.}$=5.1 MA/cm^2 を示すことが確認された。この理由として、*c* 軸長が他の線材に比べ短いことから最も酸素量が多いためと考えられる。次に酸素アニール温度が磁場中特性に及ぼす影響を調べるために、300 °C と 450 °C で酸素アニールを行った線材の 77 K, 1 T における J_c の磁場印加角度依存を Fig.2 に示す。図より 300 °C の線材は 450 °C の線材に比べあらゆる角度において 1.4 倍以上の向上が確認された。また、*B*||*ab* において 300 °C は 450 °C に比べ 1.8 倍以上の特性を示すことが確認された。

当日の発表では、酸素アニール温度による結晶性の違いや磁場中超伝導特性に及ぼす影響についても議論する。

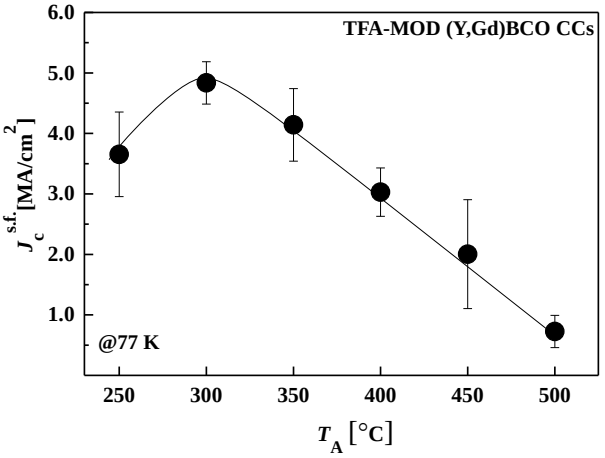

Fig.1 Annealing temperature dependence of $J_c^{s.f.}$ for (Y,Gd)BCO CCs.

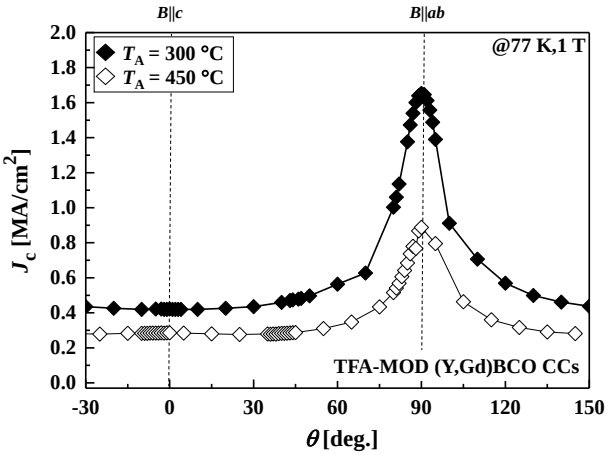

Fig.2 Angular dependence of J_c at 77 K, 1 T for (Y,Gd)BCO CCs.

謝辞

本研究は、高温超伝導コイル基板技術開発プロジェクトの一環として経済産業省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)東京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., APEX **2** (2009) 023002
[2] J. Shimoyama, et al., Mat. Res. Soc. Symp. Proc. **689** (2002) 3236

© 2015年 応用物理学会