

酸素アニール温度が TFA-MOD REBCO 線材のキャリア濃度及び 磁場中超伝導特性に及ぼす影響

Effect of oxygen annealing temperature on carrier density and in-field properties for
TFA-MOD REBCO coated conductors

成蹊大¹, AIST²

○我妻昂季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

Seikei University¹, AIST²

○Koki Agatsuma¹, Michio Sato¹, Masashi Miura¹

Akira Ibi², Koichi Nakaoka² and Teruo Izumi²

E-mail: dm166301@cc.seikei.ac.jp

1. はじめに

Trifluoro-acetates Metal Organic Deposition(TFA-MOD)法で作製した $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (REBCO)線材は、原材料高収率かつ装置コストが他の手法に比べ低いために低コスト REBCO 線材として期待されている。また、TFA-MOD REBCO 線材は、安価な液体窒素温度(77 K)下において高い超伝導特性を有するためにマグネット応用に期待されている。しかし、磁気共鳴画像(MRI)装置や超伝導電力貯蔵(SMES)装置などの磁場応用には、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 向上の手法の一つとして Y/RE 置換がある。我々は、これまで TFA-MOD 法を用い、YBCO の Y の一部を Gd に置換した $(\text{Y}_{0.77}\text{Gd}_{0.23})\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ((Y,Gd)BCO)線材が YBCO 線材より高い磁場中超伝導特性を示すことを報告してきた[1]。また、REBCO パルク体においては、材料の違いにより最適な酸素アニール温度が異なり、キャリア濃度制御の重要性が報告されている[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キャリア濃度及び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、TFA-MOD 法を用い(Y,Gd)BCO 線材を作製し、酸素アニール温度(T_A)を 300~550 °C と変化させ、それらがキャリア濃度や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、金属基板上に TFA-MOD 法を用いて(Y,Gd)BCO 薄膜を作製した。本焼後の超伝導層の膜厚は、400 nm である。酸素アニール時間は 3 時間と固定し、酸素アニール温度を 300~550 °C と変化させた。この時、降温時における影響をなくするため、アニール後、急冷を行った。作製した線材の結晶性を X 線回析法、表面観察を高解像度光学顕微鏡により評価した。超伝導特性は四端子法、キャリア濃度はホール測定を用いて行った。

3. 実験結果

Fig.1 に酸素アニール温度(T_A)の異なる(Y,Gd)BCO 線材の 77 K における自己磁場 $J_c(J_c^{\text{s.f.}})$ を示す。図より、 $T_A=300$ °C で酸素アニールした線材は最も高い $J_c^{\text{s.f.}}=5.8$ MA/cm²を示すことが確認された。また、この線材はホール測定より他の線材に比べて高いキャリア濃度を示した。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、異なる温度で酸素アニールを行った(Y,Gd)BCO 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 $T_A=350$ °C の線材は $T_A=450$ °C の線材よりも高い磁場中 J_c を示すことが確認された。

当日の発表では、詳細な実験結果をもとに酸素アニール温度がキャリア濃度や超伝導特性に及ぼす影響について議論する。

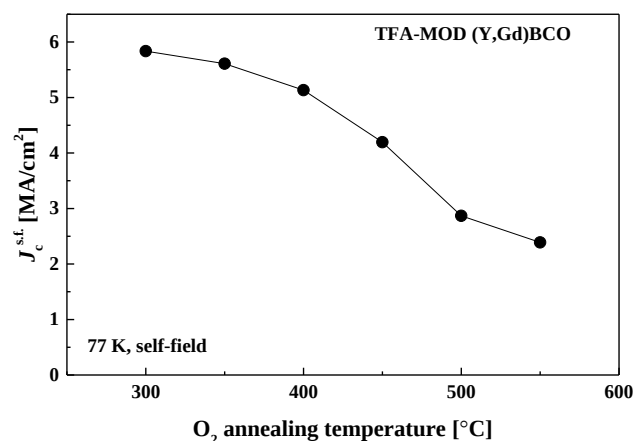


Fig.1 O₂ annealing temperature dependence of $J_c^{\text{s.f.}}$ for TFA-MOD (Y,Gd)BCO CCs.

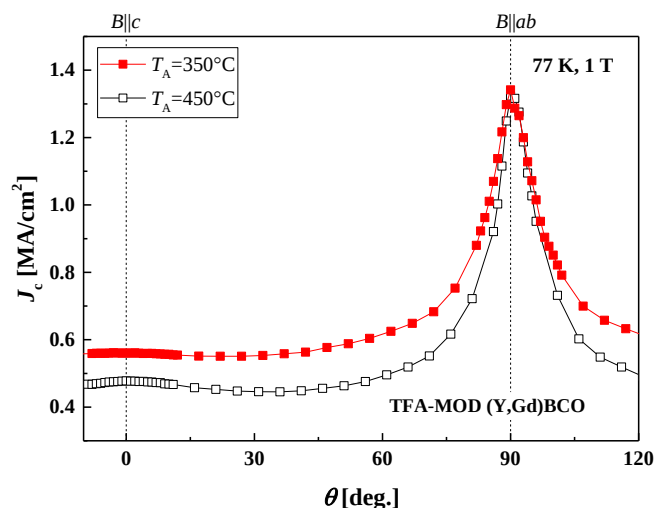


Fig.2 Angular dependence of J_c at 77 K and 1 T for TFA-MOD (Y,Gd)BCO CCs with different O₂ annealing temperature.

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] M. Miura *et al.*, APEX., 2 (2009) 023002
- [2] J. Shimoyama *et al.*, Mat. Res. Soc. Symp. Proc., 689 (2002) 3236