

配向多結晶材料を目指した高密度 REBCO 多結晶体の開発

Development of dense REBCO polycrystalline bulks for grain oriented materials

東大院工¹, 青学大理工², 京大エネ科³

○武田 泰明¹, 近藤 真吏², 小池 遼², 元木 貴則², 下山 淳一², 野津 乃祐³, 堀井 滋³

The Univ. of Tokyo¹, Aoyama Gakuin Univ.², Kyoto Univ.³

○Yasuaki Takeda¹, Masato Kondo², Ryo Koike²,

Takanori Motoki², Jun-ichi Shimoyama², Daisuke Notsu³, Shigeru Horii³

E-mail: ytakeda@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

REBa₂Cu₃O_y (REBCO) 多結晶材料は銅酸化物超伝導体に本質的な結晶粒間の弱結合の問題を有し、粒間結合の強化には高密度化および配向組織の形成が不可欠である。これに対し、最近の磁場配向技術の進歩により、双晶を有する REBCO においても三軸配向体が作製できる可能性が示されている^[1]。三軸配向体を緻密に焼結できれば、弱結合の問題がない REBCO 多結晶材料の創出につながり、金属シースによる高臨界電流特性の線材や、大型化による強力超伝導バルク磁石への応用が期待できる。そこで我々は、高密度 REBCO 多結晶材料の作製手法の確立を目指している。今回は YBCO 粉末を様々な温度で焼結し、粒成長に伴うクラックの発生抑制と、高密度化手法について議論した^[2]。今回は引き続き YBCO の最適焼結条件について調べ、またその知見を(Y,Er)BCO 磁場配向厚膜へ展開したので報告する。

2. 実験方法

クラックの抑制に有効である^[2]Y211 を添加した YBCO 焼結体試料は、高温焼成後にボールミル粉碎によって微細化した YBCO 粉末(TEP 社製、平均粒径<1 μm)と、Y₂O₃, BaCO₃, CuO の高純度粉末を混合し大気中で 890°C, 16 h の焼成後、十分に粉碎した Y211 粉末を用いて作製した。これらを混合後、一軸プレスによりペレット成型し、Dr.O₂-HIP 装置による高压($P_{total} = 100-2000$ atm, $P_{O_2} = 0.2$ atm)下での焼結を含め、様々な条件下で熱処理を行った。Ag 複合材料の開発を念頭に、Ag 箔内で YBCO 圧粉体を焼結した YBCO/Ag 試料の作製も行った。(Y,Er)BCO 厚膜については、(Y,Er)BCO 粉末を分散させたスラリーを磁場配向法により二軸配向^[3]させ、乾燥後に Ag 箔上に載せた試料に対して、熱処理して有機物を分解した後焼結して作製した。一部試料に対しては、REBCO の酸素量をキャリアのオーバードープ状態になるように制御することを目的として酸素気流中で 250°C まで酸素アニールを行った。これらの多結晶試料に対して、密度の評価、表面 XRD による相同定や結晶性評価、FE-SEM による微細組織観察、交流四端子法による電気抵抗率測定、SQUID 磁束計を用いた磁化測定(磁場はプレス面に垂直に印加)を行った。

3. 結果と考察

様々な温度で焼成した YBCO 焼結体の相対密度を Fig. 1 に示す。大気中焼結では 900-940°C の幅広い温度域で相対密度>85%を超える緻密な試料が作製できた。一方、加圧焼成では緻密化に長時間を有することが示唆されたが、YBCO/Ag 試料で焼結が比較的速やかに進行することも確認できている。当日は、より高压下・長時間での焼結による緻密化や、YBCO 多結晶での高密度化の知見を(Y,Er)BCO 厚膜へと適用した結果についても報告する。

謝辞

本研究の一部は、JST・研究成果最適展開プログラム(A-STEP, ステージ I) の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- [1] S. Horii *et al.*, *SuST* 29 (2016) 125007.
- [2] 武田ら, H29 秋季応用物理学会 6a-PB1-33.
- [3] 野津ら, H29 秋季応用物理学会 6a-PB1-35.

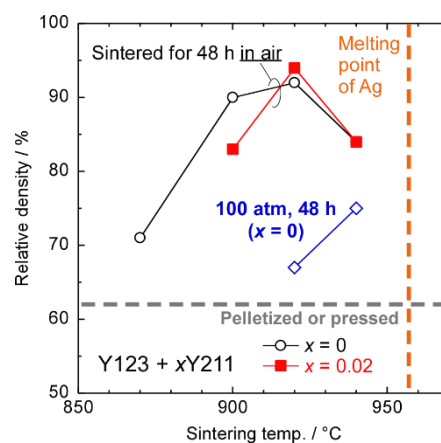


Fig. 1 Relationship between relative density and sintering temperature for YBCO bulks.