配向材料開発に向けた高密度 REBCO 焼結体の作製

Synthesis of dense REBCO sintered bulks for development of grain oriented materials

青学大理工 [1], 東大院工 [2], 京大エネ科 [3]
○近藤 真吏 [1], 武田 泰明 [2], 小池 遼 [1], 齋藤 雄仁 [1], 元木 貴則 [1], 下山 淳一 [1],
野津 乃祐 [3], 堀井 滋 [3]
Aoyama Gakuin Univ. [1], The Univ. of Tokyo [2], Kyoto Univ. [3]
○Masato Kondo[1], Yasuaki Takeda[2], Ryo Koike[1], Yujin Saito[1]
Takanori Motoki[1], Jun-ichi Shimoyama[1], Daisuke Notsu[3], Shigeru Horii[3]
E-mail: c5618047@aoyama.ac.jp

1. はじめに

$REBa_2Cu_3O_y$ (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高度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材料作製の可能性が生じている[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。以上の背景のもと、本研究では高密度 REBCO 多結晶材料の作製手法の確立を目指している。前回は 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 REBCO 磁場配向厚膜(RE=Y, Er)へ展開した結果を報告する。

2. 実験方法

Ag 複合材料の開発を念頭に、Ag 箔内で YBCO 圧粉体を焼結することにより YBCO/Ag 試料を作製した。高温焼成後にボールミル粉砕によって微細化した YBCO 粉末(TEP 社製, 平均粒形<1 μm)を用いた。まず YBCO 粉末をペレット成型し、Ag 箔に包んで再度一軸プレスを行った後に、Dr.O_2-HIP 装置を用いて高圧(P_{total} = 10–200 MPa, P_{O2} = 0.012–0.02 MPa)下での焼成を行った。REBCO 厚膜については、REBCO 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、脱煤後に焼結することにより作製した。一部試料に対しては、REBCO のキャリアの弱いオーバードープ状態になるよう酸素気流中で 250°C までアニールを行った。これらの多結晶試料に対して、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。また、2 軸配向試料作製においてはスラリーの粘性制御が重要な技術であるが、有機物の割合が多い場合、熱処理時に磁場配向体が崩れやすい。そこで、様々な混合比でスラリーを作製し、熱処理後の試料の保形性の有無を系統的に調べた。

3. 結果と考察

常圧下で作製した YBCO 焼結体および高圧下で焼成を行った YBCO/Ag 複合試料の表面二次電子像を Fig. 1 に示す。常圧下焼成試料と比べ、高圧下で焼結した試料は平坦かつ緻密な表面を有していたが、YBCO と Ag の界面では Y211 の生成が認められた。よって、この分解反応が起こらない条件で緻密化が進行する高圧下焼成条件の探索が必要である。当日は、様々な条件下での高圧下焼結の結果や、YBCO 多結晶での高密度化の知見を REBCO 厚膜へと適用した結果についても報告する。

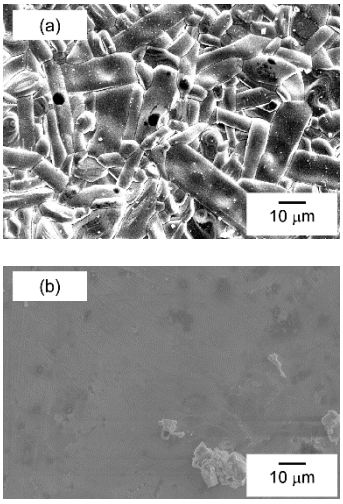

Fig. 1 Surface SEM images of YBCO sintered bulks, sintered at 920°C for 48 h in air (a) and under 150 MPa (b).

謝辞

本研究の一部は、JST・研究成果最適展開支援プログラム(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, H30 春季応用物理学会 18a-P6-23.
[3] 野津ら, H30 春季応用物理学会 19a-B401-7.