

仕込金属組成を制御した RE123 溶融凝固バルクの物性

Physical properties of RE123 melt-textured bulks through control of starting metal compositions

青学大理工¹ 富久 琢磨¹, 元木 貴則¹, 布川 航太¹, 笹田 廉隆¹, 下山 淳一¹Aoyama Gakuin Univ.¹ Takuma Tomihisa¹, Takanori Motoki¹, Kota Nunokawa¹, Rempei Sasada¹, Jun-ichi Shimoyama¹

E-mail: c5620054@aoyama.jp

1. はじめに

REBa₂Cu₃O_y (RE123, RE: 希土類元素) 溶融凝固バルクは部分溶融状態からの徐冷過程において種結晶から結晶成長させた擬似単結晶であり、高磁場下においても高い J_c を有し、強力超伝導磁石などへの応用が期待されている。一方、RE123 は RE³⁺ のイオン半径が大きくなるほど RE_{1+x}Ba_{2-x}Cu₃O_y 固溶体を形成しやすく、 x が 0.01 を超えると顕著な超伝導特性の劣化を招くことから、作製条件の最適化による固溶量 x の制御が重要である。今回は固溶量制御のために仕込 Ba 量を変えた前駆体焼結ペレットから、Single-Direction Melt Growth (SDMG) 法^[1]により Gd123 溶融凝固バルクを作製し、それらの物性を評価した。SDMG 法とは、包晶温度の高い大型の RE123 溶融凝固バルクから切り出した seed plate 上において包晶温度が低い RE123 の溶融凝固バルクを一方向に成長させる手法である。

2. 実験方法

原料粉末 Gd₂O₃, BaCO₃, CuO を定比組成 Gd : Ba : Cu = 1.25 : 1.75 : 2.5 (Gd123 : Gd211 = 7.5 : 2.5) から Ba 量 x を変えて Gd : Ba : Cu = 1.25 : 1.75 + x : 2.5 のカチオン比となるように混合・焼成後、さらに Ag₂O 10 wt%, Pt 0.1 wt% を混合し、前駆体粉末を作製した。一軸プレス (100 MPa) で 16 mm ϕ にペレット成型した後、大気中で溶融前焼結を行った。作製した前駆体バルクを日本製鉄社製 Eu123 溶融凝固バルク (Eu-QMG[®]) から表面が [001] 方位となるように切り出した seed plate 上に載せ、部分溶融状態から結晶成長させることで Gd123 溶融凝固バルクを作製した。作製した Gd123 溶融凝固バルクに対し還元ポストアニール (1% O₂/Ar 気流中, 850°C) と長時間の酸素アニール (酸素気流中, 450 – 350°C) を行った後、液体窒素中で FC 着磁し、ホールプローブを用いて表面の捕捉磁場分布を調べた。さらにバルクより切り出した小片試料に対して SEM による微細組織観察、SQUID 磁束計を用いた磁化測定を行った。

3. 結果と考察

Fig. 1 に拡張 Bean モデルを用いて算出した仕込 Ba 量 x を変えた Gd123 溶融凝固バルクの 77 K における J_c の磁場依存性を示す。定比組成の試料と比べて Ba 過剰組成 ($x > 0$) の試料で磁場中における J_c の向上が見られ、 $x = 0.15$ の試料は顕著な J_c の第二ピーク効果を示した。仕込 Ba 量を過剰としたことで RE/Ba 固溶が抑制されたと考えられる。また、 $x = 0$ 近傍の Ba 欠損組成 ($x < 0$) の試料も定比組成試料と同等の J_c 特性を示した。仕込 Ba 量 x の多いバルクほど結晶成長速度が遅く作製に長時間を必要とするものの、最大捕捉磁場は Ba 過剰組成になるにつれて向上する傾向が見られた。一方、Ba 量 x を減らしたバルクでは定比組成に比べて結晶成長が進行しやすいことから、大型バルクの短時間育成に有望である。

参考文献

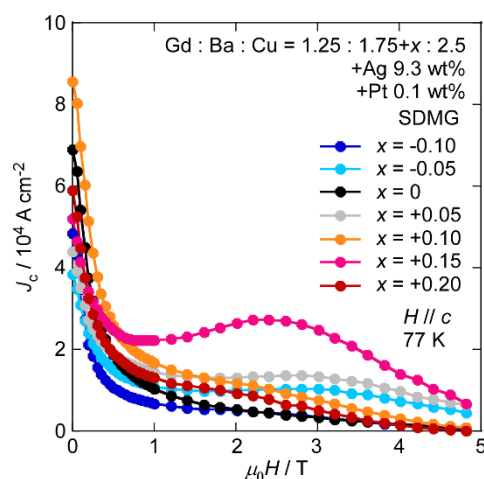
[1] T. Motoki *et al.*, *Appl. Phys. Express* **13** (2020) 093002.

Fig. 1 J_c - H curves at 77 K for the SDMG-processed Gd123 melt-textured bulks with different Ba compositions. Samples were cut from ~2 mm above the Eu123 seed plate.