

一方向溶融成長(SDMG)法を用いた大型 REBCO 溶融凝固バルクの短時間育成

Short-time growth of large REBCO melt-textured bulks using single-direction melt growth

青学大理工¹, TEP² 元木 貴則¹, 布川 航太¹, 笹田 廉陸¹, 富久 琢磨¹, 中村 新一², 下山 淳一¹

Aoyama Gakuin Univ.¹, TEP² Takanori Motoki¹, Kota Nunokawa¹, Rempei Sasada¹,

Takuma Tomihisa¹, Shin-ichi Nakamura², Jun-ichi Shimoyama¹

E-mail: motoki@phys.aoyama.ac.jp

1. はじめに

REBCO 溶融凝固バルクは通常、Top-Seeded Melt Growth (TSMG) 法や Top-Seeded Infiltration Growth (TSIG)法などに代表されるバルク上面に設置した種結晶を起点とする溶融成長で育成するため、種結晶から鉛直方向に成長する *c*-growth 領域と動径方向に成長する *a*-growth 領域を有する。捕捉磁場特性の改善にはバルクの大型化が有効であるが、一般に種結晶から離れるほど過飽和度の増大による不均一核生成が起こりやすくなるため、バルク径の大型化に伴い結晶成長に要する時間が大幅に増加する。これまで我々は、異なる希土類元素の REBCO の包晶温度の差を利用して、大型の溶融凝固バルクを切り出した seed plate 上に溶融バルクを育成する一方向溶融成長(Single-Direction Melt Growth, SDMG)法を開発してきた^[1]。本手法は、鉛直方向のみに結晶成長が進行するため、バルク径に依らず短時間でのバルク結晶育成が可能である。今回、単一もしくは複数の焼結体ペレットを用いて、SDMG 法で大型化した溶融凝固バルクの短時間育成を試みたので報告する。

2. 実験方法

日本製鉄社製の大型の Ag 添加 GdBCO 溶融凝固バルク(Gd-QMG[®])を上面が[001]方位になるように板状に切り出し seed plate とし、その上に様々な形状の Ag 添加した YBCO 焼結体ペレット(Y123:Y211 = 7:3)を乗せ、~970–950°C を 80–120 h かけて徐冷することで SDMG 法を用いて Ag-YBCO 溶融凝固バルクを育成した。この手法を用いるとバルク内部全体が *c*-growth 領域からなるバルクの育成が可能である。得られたバルクは全て酸素気流中 400–300°C で長時間アニールした後、液体窒素浸漬下で FC 着磁し、seed plate 側のバルク表面から~0.5 mm 上部における捕捉磁場(B_T)分布を評価した。

3. 結果と考察

SDMG 法を用いると、焼結体ペレットが溶融成長時に上方から下方にかけて台形状に膨らむ。ここでは、このことを利用して複数の焼結体ペレットを隣接して設置することで大型のバルク育成を試みた結果について記述する。一辺が 16 mm の正形状を持つ同じ高さの直方体焼結体ペレットを 4 つ隣接して設置し SDMG 成長させたバルクの外観を Fig. 1 に示す。seed plate との界面近傍で焼結体ペレットどうしが接合した上面~24 mm 角、下面~28 mm 角の溶融凝固バルクの育成に成功した。Fig. 2 に 77 K における捕捉磁場特性を示す。焼結体界面における捕捉磁場の低下が小さいことから、SDMG 法を用いて界面が十分に超伝導接合した大型バルクが育成可能であることが示された。

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

謝辞

本研究は、科研費(19K05006)の助成を受けたものである。

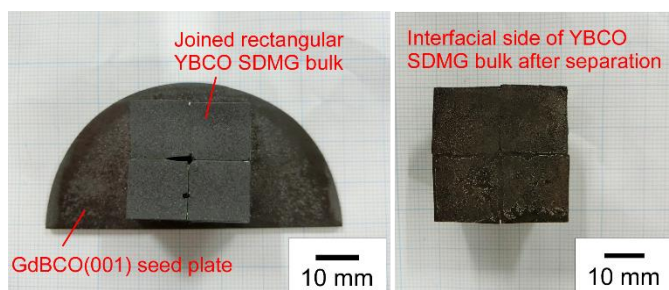


Fig. 1. Photographs of a joined rectangular Ag-YBCO SDMG bulk grown on the [001]-oriented Ag-GdBCO seed plate. As-prepared bulk and interfacial side of the bulk after separation are shown in the left and right sides, respectively.

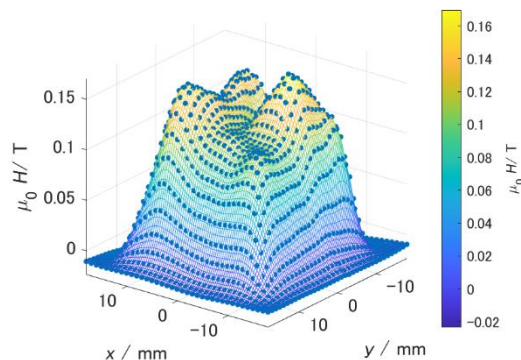


Fig. 2. Three-dimensional mapping of trapped field distributions at 77 K of a joined rectangular Ag-YBCO bulk prepared by SDMG method.