

18a-D1-2

MgB₂ 超電導バルク磁石の開発Development of MgB₂ Superconducting Bulk Magnets鉄道総研¹, 東大², さきがけ³ ○富田 優¹, 赤坂 友幸¹, 石原 篤¹, 山本 明保^{2,3}, 杉野 翔², 岸尾 光二²Railway Technical Research Institute¹, University of Tokyo², JST-PRESTO³○Masaru Tomita¹, Tomoyuki Akasaka¹, Atsushi Ishihara¹, Akiyasu Yamamoto^{2,3}, Sho Sugino², Kohji Kishio²

E-mail: tomita@rtri.or.jp

1. はじめに 冷凍機冷却による 5-30 K で応用可能な超電導バルク磁石として MgB₂ バルク体を検討した。金属系超電導体としては最高の転移温度 T_c (40 K) を持つ MgB₂[1]は、超電導コヒーレンス長が長く電磁的異方性が低いことから、無配向の多結晶体においても 10^5 A/cm² 以上の比較的高い臨界電流密度 J_c を持つ巨視的超電導電流が得られる[2]。この結晶粒間における弱結合の不在は、多結晶試料全体にわたっての均一な超電導電流分布を可能とする[3]。また、MgB₂ バルク体はマグネシウムとホウ素の混合粉末に熱処理を施す in-situ 法などにより比較的容易に、かつ低コストで作製可能である。

最近我々はクラックの無い均一な組織を持つ MgB₂ バルク体を作製する技術を開発し[4]、捕捉磁場の温度依存性[5]、バルク径依存性[6]、空間分布[7]、時間安定性[8]、熱処理条件依存性[9]などの基礎物性の解明を進めている。本研究では MgB₂ バルク体の超電導バルク磁石としての適性を検討したので報告する。

2. 実験方法 Mg と B の混合粉末を 10-100 mmφ、厚さ 10 mm の円盤状に成型し、Ar 雰囲気下で 850°C、3 h の熱処理を行い、MgB₂ バルク体を得た。得られたバルク体試料をヘリウム冷凍機で 10 K まで冷却し、捕捉磁場特性の評価を行った。

3. 結果と考察 作製した MgB₂ バルク体から切り出した小片試料を用い、バルク体内の位置依存性を調べたところ、 T_c (>38 K)、 J_c ($\sim 2.5 \times 10^5$ A/cm²) とともに典型的な MgB₂ 線材と同等であり、また位置による差はほとんどなく、均一な試料が得られていることが分かった。現在のところ、最大で直径 100 mmφ、厚さ 10 mm の MgB₂ バルク体を得られている。

直径 30 mmφ、厚さ 10 mm のバルク体 2 個を対向させたバルクペア試料の中心位置において測定した捕捉磁場は 11 K において 4.0 T、15 K において 3.6 T、20 K において 2.9 T を超える値を示した。また 20 K での捕捉磁場の減衰率は 3 日間で 2% 以下であり、保持温度を 1 K 下げれば減衰率は 1 週間で 0.01% 以下であった。

4. 謝辞 本研究は JSPS 科学研究費補助金 (23246110) ならびに JST さきがけの助成を受けて実施したものである。

参考文献

- [1] J. Nagamatsu et al., Nature 410, 63 (2001). [2] D. C. Larbalestier et al., Nature 410, 186 (2001).
 [3] 山本明保 ほか, 応用物理 79, 48 (2010). [4] 例えば, A. Yamamoto et al., ISS2010 BLP-26 (2010).
 [5] 例えば, 富田優 ほか, 第 86 回低温工学・超電導学会 p.138 (2012) .
 [6] 例えば, A. Yamamoto et al., 2012 MRS Spring Meeting & Exhibit, I14-6 (2012).
 [7] 例えば, 富田優 ほか, 第 85 回低温工学・超電導学会 p.135 (2011) .
 [8] 例えば, 山本明保 ほか, 第 86 回低温工学・超電導学会 p.139 (2012) .
 [9] 例えば, 富田優 ほか, 第 86 回低温工学・超電導学会 p.163 (2012) .