

MgB₂ 超伝導バルク磁石の電磁特性**Electromagnetic Properties of MgB₂ Superconducting Bulk Magnets**

東京大学¹, 鉄道総研², JST さきがけ³ ○岸尾 光二¹, 山本 明保^{1,3},
 杉野 翔¹, 岩瀬和至¹, 下山 淳一¹, 石原 篤², 赤坂 友幸², 富田 優²

The University of Tokyo¹, Railway Technical Research Institute², JST-PRESTO³

✉Kohji Kishio¹, Akiyasu Yamamoto^{1,3}, Sho Sugino¹, Kazuyuki Iwase¹, Jun-ichi Shimoyama¹,
 Atsushi Ishihara², Tomoyuki Akasaka², Masaru Tomita²

E-mail: tkishio@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

冷凍機冷却による 5-30 K で応用可能な超伝導バルク磁石として MgB₂ バルク体を検討した。金属系超伝導体としては最高の転移温度 T_c (40 K) を持つ MgB₂[1]は、超伝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 以上の高い臨界電流密度 J_c を持つ巨視的超伝導電流が得られる[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伝導電流分布を可能とする[3]。また、MgB₂ バルク体は Mg と B 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。

MgB₂ は線材化研究が積極的に行われているが、弱結合フリーに由来する特徴は RE 系溶融凝固バルクで研究が進んでいる超伝導バルク磁石としても最適である。すなわち、40 K 以下で動作可能な強力磁石として、輸送・医療等への応用が期待でき、とくに、高い磁場均質性が求められる MRI, NMR 等の計測機器への応用に適すると考えられる。

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]、サイズ依存性[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 バルク体の電磁特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 mm ϕ 、厚さ 10 mm の円盤状に成型し、Ar 雰囲気下で 650-1000°C, 1-12 h の熱処理を行い、MgB₂ バルク体を得た。一部のバルク体は、機械的強度を高めるために MgB₂ バルク体/金属(SUS)複合体とした。得られたバルク体試料をヘリウム冷凍機で 5 K まで冷却し、超伝導マグネットを用いて磁場下冷却 (FC) 条件により 5 T 以上の磁場下で着磁を行い、捕捉磁場特性の評価を行った。また、MgB₂ バルク体表面について SEM による微細組織の観察を行い、さらにバルク体から切り出した試料片に対して SQUID 磁束計により磁化特性を評価した。

3. 実験結果と考察

直径 10-60 mm ϕ 、厚さ 10 mm のバルク体試料の表面捕捉磁場の温度依存性を評価したところ、最大の直径 60 mm ϕ のバルク体試料では 20 K において 2.1 T, 30 K で 1.0 T を超える捕捉磁場が得られた。2 個を積層させたバルクペア試料では、中心の位置において測定した捕捉磁場は 40 mm ϕ の試料で 13.5 K において 3.5 T であり、単一試料の 1.5 倍以上の捕捉磁場が得られていることが分かった。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。

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).