

リング状超電導バルク磁石の高特性化

Development of Superconducting Bulk Annuli

鉄道総研¹, 東大², 産総研³ °石原 篤¹, 赤坂 友幸¹, 恩地 太紀¹,

関野 正樹², 大崎 博之², 岸尾 光二³, 富田 優¹

Railway Technical Research Institute¹, University of Tokyo², AIST⁴

°Atsushi Ishihara¹, Tomoyuki Akasaka¹, Taiki Onji¹, Masaki Sekino²,

Hiroyuki Ohsaki², Kohji Kishio⁴³, Masaru Tomita¹

E-mail: ishihara.atsushi.70@rtri.or.jp

1. はじめに

RE 系高温超電導バルク材は、液体窒素温度 (77 K) で高磁場まで高い臨界電流密度を有するため、コンパクトで強い磁場発生が実現できるが、結晶成長に由来して磁場分布が不均一であるという課題がある。一方で MgB₂ は金属系超電導体としては最高の約 40 K の転移温度 T_c を持ち[1]、異方性が低く、比較的長いコヒーレンス長を持ち弱結合がないことから[2]、無配向の多結晶性においても 10^5 A/cm² 以上の比較的高い臨界電流密度 J_c をもち、超電導磁石として用いることができ、特に高い磁場均一性が求められる NMR 等の計測機器への応用が期待できる。

これまで我々は、リング状 MgB₂ 超電導バルク磁石の開発を行ってきた[3]。本研究では、リング内径の大口径化に伴う磁場強度の低下を補うために、MgB₂ 超電導体の高特性化と運転温度の特性に与える影響を評価したので、報告する。

2. 実験方法

様々な粒径、純度を持つ Mg と B の混合粉末を円盤状に成型し、Ar 雰囲気下で 850°C, 3 h の熱処理を行い、MgB₂ バルク体を作製した。得られた試料は X 線 CT や SEM による微細組織の観察を行うとともに、冷凍機で 15-20 K まで冷却し、超電導マグネットを用いて磁場下冷却 (FC) 条件により最大 5 T の磁場下で着磁を行い、捕捉磁場特性の評価を行った。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. 結果と考察

作製した MgB₂ バルク体試料は、いずれもマクロスケールのクラック、ボイド等はみられず、原料粉末の Mg 粒径に応じて空孔サイズが変化するが、均一に分散した組織を有することが分かった。また微細な B 粉末 (0.25 μ m) を用いることにより、20 K の捕捉磁場は B 粉末 (46 μ m) を用いた場合と比較して約 1.1 倍になることが分かった。さらにバルク体から切り出した小片試料を用い、臨界電流密度 J_c の温度依存性を測定し、ロードライン (バルクの平均 J_c と最大経験磁場の関係を示す直線) の温度依存性を算出したところ、20 K の平均 J_c を 1 とした時、5 K で約 1.5 倍、10 K で約 1.4 倍、15 K で約 1.2 倍、25 K で約 0.8 倍、30 K で約 0.5 倍となり、バルク体の 15-30 K 捕捉磁場 (平均 J_c に比例) の温度依存性と一致することが確認できた。

4. 謝辞

本研究は JSPS 科学研究費助成事業 (JP16H01860, JP17H01127) 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] 赤坂友幸 ほか, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集 10-038 (2016).