

MgB₂ 超電導バルク磁石の捕捉磁場の熱処理温度依存性Heating-temperature Dependence of Trapped Magnetic Field in MgB₂ Bulk Superconducting Magnets鉄道総研¹, 東大², さきがけ³ 赤坂 友幸¹, °石原 篤¹, 富田 優¹, 山本 明保^{2,3}, 下山 淳一², 岸尾 光二²Railway Technical Research Institute¹, University of Tokyo², JST-PRESTO³Tomoyuki Akasaka¹, °Atsushi Ishihara¹, Masaru Tomita¹, Akiyasu Yamamoto^{2,3}, Jun-ichi Shimoyama², Kohji Kishio²

E-mail: ai@rtri.or.jp

【諸言】 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]。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、比較的大型のバルク体の作製が可能となった^[4]。本研究では、様々な熱処理条件で Mg と B の混合粉末の圧粉成型体を熱処理することにより円盤型 MgB₂ バルク体を作製し、その捕捉磁場特性を評価した。

【実験方法】 Mg と B の混合粉末を 20 mmφ、厚さ 10 mm の円盤状に成型し、Ar 雰囲気下で 650-1000°C, 3 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 15 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 6 T の磁場下で着磁を行った。バルク体の捕捉磁場特性に関してはバルク体表面に配置したホール素子を用いて測定し、捕捉磁場の温度依存性を評価した。なお、試料温度はバルク体底面の温度とした。

【結果と考察】 作製した MgB₂ バルク体試料は、作製時の熱処理温度にかかわらず、いずれも表面にマクロスケールのクラック、ボイド等はみられなかった。しかしながら、650°C において熱処理をした試料では表面に未反応の金属マグネシウムがみられた。様々な熱処理温度で作製した、直径 20 mmφ、厚さ 10 mm のバルク体試料を着磁後、バルク体表面中心において測定した捕捉磁場の温度依存性を Fig.1 に示す。750°C 以上で熱処理を行った試料では 15 K で 1.5 T 以上の高い捕捉磁場を示し、850°C で熱処理を行った試料が全測定温度領域で最も捕捉磁場が高く、15 K で 1.82 T を示した。当日は焼成温度と微細組織の関係についても議論する予定である。

【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、富田優 ほか, 第 83 回低温工学・超電導学会 講演概要集 p.86 (2010).

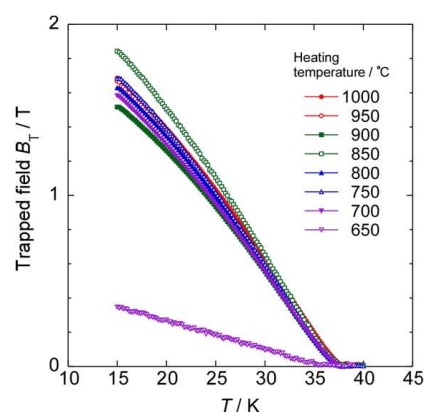


Fig.1. Surface trapped magnetic field as a function of temperature for disk shape MgB₂ bulk samples (20 mmφ×10 mm³) heated at 650- 1000°C for 3 h.