MgB_2 線材における超伝導接続技術の開発

The development of superconducting joint technologies for MgB_2 wires

物材機構　°松本明善，Patel D.，原由佳，原徹，熊倉浩明

National Institute for Materials Science, °Akiyoshi Matsumoto, Dipak Patel, Yuka Hara, Toru Hara, and Hiroaki Kumakura

E-mail: matsumoto.akiyoshi@nims.go.jp

二ホウ化マグネシウム（MgB_2）は、金属系超伝導体としては高い臨界温度（T_c＝39 K）を有し、液体ヘリウムフリーで運転する応用機器の超伝導材料として期待されている。そのような中、超伝導マグネット等の応用を考える上で、MgB_2 線材同士の超伝導接続は重要な技術である。我々はこれまで高い J_c を持つ内部マグネシウム拡散法（IMD）線材の開発を行ってきており、未熱処理線材において良好な超電導接続技術の開発に成功し、その接続抵抗は 10^{-13} Ω 以下であることを示してきた。一方で、熱処理済線材の超伝導接続は未解決な部分が多い。そこで本研究では、熱処理済みの丸線材おいて、超伝導接続部形成のため 2 回目の熱処理における影響について超伝導特性や組織について調査したので報告する。

試料としては米国 Hypertech 社製の未反応 19 芯線材を用いた。熱処理は Hypertech 社推奨とされる 650℃－1 時間の熱処理をアルゴン雰囲気下に置換を行った管状炉内で行った。さらに同試料を再度同じ熱処理を行うことで擬似的に超伝導接合を行った際の超伝導特性評価を行った。また、組織観察には直交型 FIB－SEM を用いてフィラメント内部における組織を観察し、その後得られた画像を 3 次元画像として構築した。

図 1 に 1 回熱処理と 2 回熱処理を行った場合の臨界電流密度 J_c の磁場依存性のグラフを示した。1 回熱処理をした線材において再度同じ熱処理を加えた 2 回熱処理線材では 1 回熱処理線材に比べて全磁場領域において J_c が向上していることがわかった。磁場依存性は大きく変化していない。組織観察を行ったところ、図 2 に示すように 1 回熱処理では未反応の Mg が多数存在するフィラメントが観察出来た(a)が、2 回熱処理ではそれらのフィラメントが少なくなり、(b)のような良く反応した組織を持つフィラメントが増加していることがわかった。

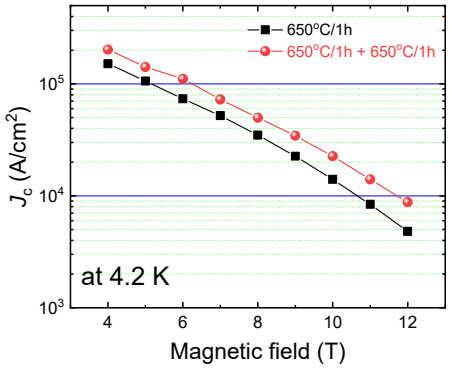

図 1. 1 回熱処理と 2 回熱処理の 4.2 K での臨界電流密度の磁場依存性

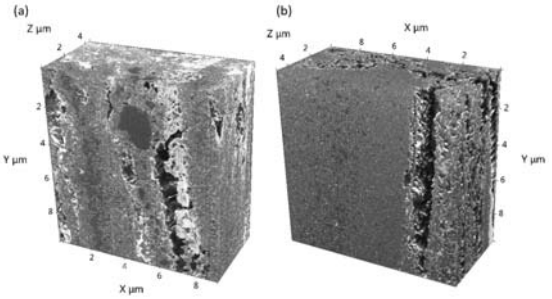

図 2. (a)1 回熱処理と(b)2 回熱処理後のフィラメント内部の 3 次元構築微細組織