

補強材付き Bi2223 線材と NbTi 線材のゼロ抵抗接合

Superconducting joints between NbTi and high-strength Bi2223 wires

○松本 凌^{1, 2}, 渋谷 直哉¹, 西島 元¹, 足立 伸太郎¹, 田中 橋平³,
原 裕^{1, 2}, 山下 愛智^{1, 2}, 田中 博美³, 竹屋 浩幸¹, 高野 義彦^{1, 2}

(1. 物材機構, 2. 筑波大, 3. 米子高専)

○Ryo Matsumoto^{1, 2}, Masachika Shibuya¹, Gen Nishijima¹, Shintaro Adachi¹, Kippei Tanaka³,
Hiroshi Hara^{1, 2}, Aichi Yamashita^{1, 2}, Hiromi Tanaka³, Hiroyuki Takeya¹, Yoshihiko Takano^{1, 2}

(1. NIMS, 2. Univ. of Tsukuba, 3. NIT, Yonago Collage)

E-mail: MATSUMOTO.Ryo@nims.go.jp

1. 緒言

2014 年に開発された 1020 MHz (24 T) 核磁気共鳴装置の超伝導磁石には、最内層コイルに Bi₂Sr₂Ca₂Cu₃O₁₀ (Bi2223) が用いられた⁽¹⁾。しかし、Bi2223 線材のゼロ抵抗接合技術が確立しておらず、永久電流運転ではなかった。我々は、熔融した鉛-スズ-ビスマスの超伝導ハンダに超伝導線材をシースごと挿入して接合する in-situ シース溶融法を考案し、NbTi-Bi2223 の接合に取り組んできた⁽²⁾。

一方でこの手法では、Bi2223 線材の根本が腐食し、機械的強度や特性の歩留まりが悪化する問題があった。そこで我々は、Bi2223 線材の外側に Ni 合金の補強材が備わった住友電工製 DI-BSCCO type HT-NX を用いることで、根元腐食の問題を解決した。

2. 実験方法

(Pb_{0.7}Sn_{0.3})_{0.7}Bi_{0.3} 超伝導ハンダを石英坩堝の中に充填し、電気炉中にて 400℃で熔融させた。熔融したハンダに NbTi 線材および Bi2223 線材を挿入して 4 時間加熱し、接合試料を作製した。液体ヘリウム中で、4 端子法を用いた電流-電圧 (I-V) 測定から臨界電流値 (I_c) を評価した。

3. 結果と検討

図 1 に自己磁場下での接合の I-V 特性を、また挿入図に接合試料の外観と断面反射電子 (BSE) 像を示す。BSE 像から、補強材を有する Bi2223 線材において、銀シースがハンダへと完全に溶け出していることが分かる。これにより、NbTi 線材側の銅シースは若干溶け残っているものの、Bi2223 と NbTi のフィラメントが超伝導ハンダで接合された。I-V 測定の結果から、I_c は 4.2 K、自己磁場下で 200 A 以上であった。図 2 に 4.2 K、磁場中の I_c 特性を示す。この結果から、補強材付きの Bi2223 線材を用いて、5 kOe の磁場下で I_c ~ 50 A 程度の良好な接合が得られることが明らかとなった。

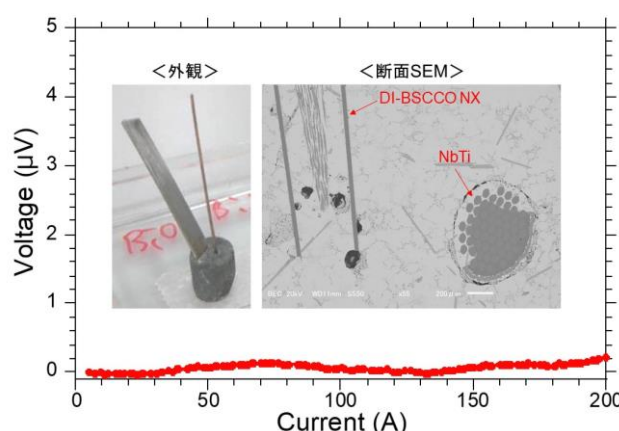


図 1 I-V 特性、挿入図は接合の外観と断面 BSE 像

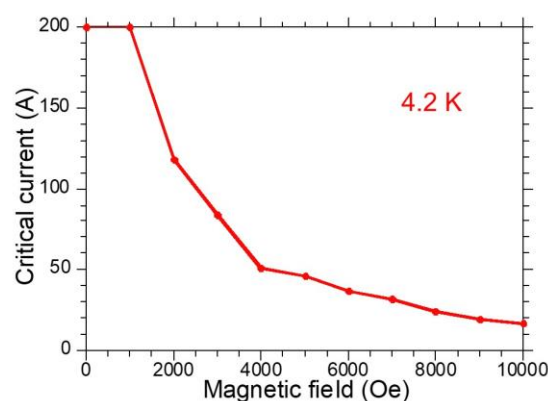


図 2 磁場中の I_c 特性

文 献

- (1) K. Hashi et al., *J. Magn. Reson.*, **256**, 30 (2015). (2) R. Matsumoto et al., *Appl. Phys. Express* **10**, 093102 (2017).