

Bi2223 線材と NbTi 線材の Bi-Pb-Sn はんだによる超伝導接合

Superconducting Joints between Bi2223 and NbTi Wires Using Bi-Pb-Sn Solder

物材機構¹, 筑波大² ○井上 和朗¹, 渋谷 直哉¹, 松本 凌^{1, 2}, 小林 賢介¹, 内田 公¹,
西島 元¹, 竹屋 浩幸¹, 北口 仁¹, 高野 義彦^{1, 2}

NIMS¹, Univ. of Tsukuba², °Kazuo Inoue¹, Masachika Shibuya¹, Ryo Matsumoto^{1, 2}, Kobayashi Kensuke¹,
Uchida Akira¹, Gen Nishijima¹, Hiroyuki Takeya¹, Hitoshi Kitaguchi¹, Yoshihiko Takano^{1, 2}

E-mail: INOUE.Kazuo@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 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ (Bi2223) が用いられたが、NbTi-Bi2223 超伝導接合技術が確立しておらず、永久電流運転ではなかった⁽¹⁾。我々は、Bi-Pb-Sn はんだ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⁾。NbTi 線材のはんだ接合技術は確立しているものの、NbTi と Bi2223 の異種接合技術を確立するためには、Bi2223 のはんだによる良好な超伝導接合条件を見出すことが急務である。今回、はんだ組成を変えた試料を作製し、電流-電圧 (I - V) 特性の評価を行った。

2. 実験方法

Bi2223 線材 (type HT-NX, 住友電工) と Bi-Pb-Sn はんだをガラス坩堝中に充填し、電気炉中で 400°C、1h 及び 4h、加熱溶融し接合処理を行った。液体ヘリウム中で、4 端子法による I - V 測定から自己磁場下での臨界電流値 (I_c) を見積もった。

3. 結果と検討

図 1 にはんだ組成を変えて 400°C で接合した試料の I_c 分布を示す。Pb が 30~70%、Sn が 20%以下、Bi が 20~50%の組成領域で概ね I_c が 190A 以上となった。これは、8K 以上の T_c をもつ Pb-Bi 超伝導相が主相であるためと考えられる。高 I_c 領域に位置する $\text{Pb}_{0.3}\text{Sn}_{0.2}\text{Bi}_{0.5}$ のはんだで接合した 2 試料の I - V 特性を図 2 に示す。試料 A は測定感度内で電気抵抗ゼロであるが、試料 B は抵抗が生じ、ロット依存性を示す。今後、接合界面付近の組織観察等を行い、歩留まりを上げるために接合条件の最適化を図る。

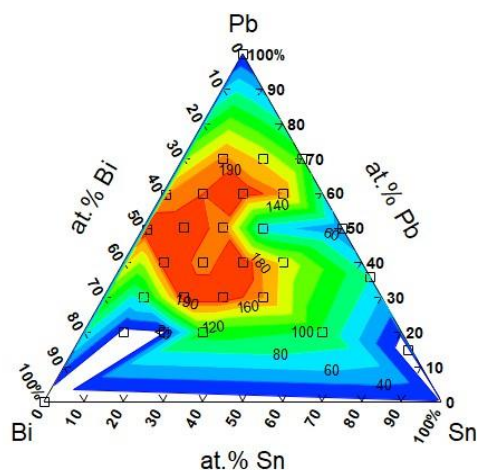


Fig. 1 I_c distribution map for samples joined at 400°C.

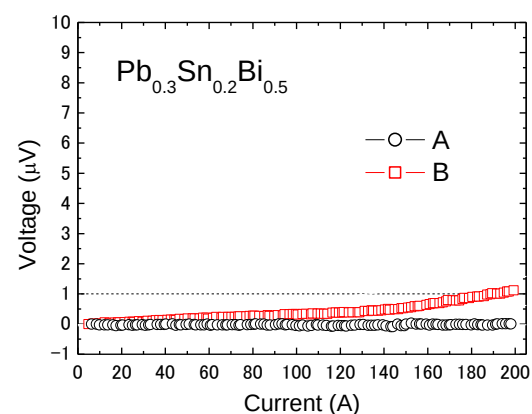


Fig. 2 I - V curves for samples joined by $\text{Pb}_{0.3}\text{Sn}_{0.2}\text{Bi}_{0.5}$ solder.

謝辞 本研究は JST 未来社会創造事業 JPMJMI17A2 の支援を受けたものである。

参考文献

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