

## NbTi-Bi2223 超伝導線材のゼロ抵抗接合

### Superconducting joints between NbTi and Bi2223 wires

○松本 凌<sup>1, 2</sup>, 山下 愛智<sup>1, 2</sup>, 原 裕<sup>1, 2</sup>, 足立 伸太郎<sup>1</sup>,  
西島 元<sup>1</sup>, 田中 博美<sup>3</sup>, 竹屋 浩幸<sup>1</sup>, 高野 義彦<sup>1, 2</sup>

(1. 物材機構, 2. 筑波大, 3. 米子高専)

○Ryo Matsumoto<sup>1, 2</sup>, Aichi Yamashita<sup>1, 2</sup>, Hiroshi Hara<sup>1, 2</sup>, Shintaro Adachi<sup>1</sup>,  
Gen Nishijima<sup>1</sup>, Hiromi Tanaka<sup>3</sup>, Hiroyuki Takeya<sup>1</sup>, Yoshihiko Takano<sup>1, 2</sup>

(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  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$  (Bi2223) が用いられた<sup>(1)</sup>。しかし、この超伝導磁石は永久電流運転ではない。それは、Bi2223-Bi2223 超伝導接合だけでなく、NbTi-Bi2223 超伝導接合技術が確立していないためである。

我々は、熔融した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 シース熔融法を考案し、NbTi-Bi2223 線材のゼロ抵抗接合を試みた<sup>(2)</sup>。この方法では、線材のシースを事前に取り除く必要が無く、簡単なプロセスで線材同士を接合することができる。

### 2. 実験方法

原材料を  $(\text{Pb}_{0.7}\text{Sn}_{0.3})_{1-x}\text{Bi}_x$  の比率で計量・混合し、真空引きした石英管中で加熱することで超伝導ハンダを合成した。石英坩堝の中に合成したハンダを充填し、400°Cの電気炉中で熔融させた。熔融したハンダに NbTi および Bi2223 線材を挿入し、4 時間の加熱後に炉冷した。図 1(a)に示すように電流・電圧端子を付け、4 端子法を用いて臨界電流値 ( $I_c$ ) を測定した。測定は液体 He 中で行った。

### 3. 結果と検討

図 1(b)に NbTi-Bi2223 接合付近の断面反射電子像を示す。図から、線材を覆っていたシースはハンダへと溶け出し、超伝導フィラメントがハンダで直接覆われていることが分かる。これによって、線材間が超伝導ハンダで繋がれる。図 2 に  $\text{Pb}_{0.7}\text{Sn}_{0.3}$  ハンダと  $(\text{Pb}_{0.7}\text{Sn}_{0.3})_{0.6}\text{Bi}_{0.4}$  ハンダによる接合の電流-電圧特性を示す。1  $\mu\text{V}$  のクライテリオンを用いたとき、 $\text{Pb}_{0.7}\text{Sn}_{0.3}$  ハンダ接合では 110 A の、 $(\text{Pb}_{0.7}\text{Sn}_{0.3})_{0.6}\text{Bi}_{0.4}$  はんだ接合では 200 A 以上の  $I_c$  を観測した。 $(\text{Pb}_{0.7}\text{Sn}_{0.3})_{0.6}\text{Bi}_{0.4}$  ハンダ接合では、5 kOe の磁場を印加しても  $I_c \sim 50$  A と、良い特性を示した。講演当日は、接合条件による特性の違いなどについても発表する。

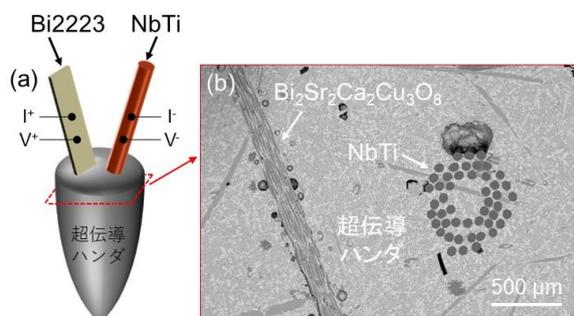


図 1 (a) 試料形状, (b) 断面反射電子像

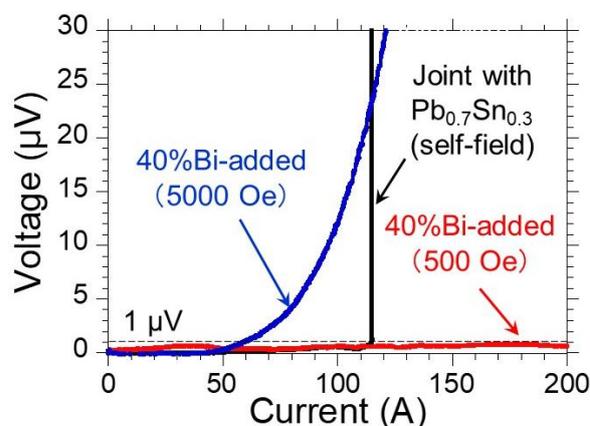


図 2 超伝導接合の電流-電圧特性

### 文 献

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