

Pb 組成を変えた Bi-2223 多芯テープの臨界電流特性の評価

Evaluation of critical current in multifilamentary Bi-2223 tape with different lead composition

上野 俊輔, 高山 伸一, 木内 勝, 小田 部 荘 司, 松下 照 男 (九工大);

綾井 直 樹, 菊地 昌 志, 林 和 彦, 佐藤 謙 一 (住友電工)

UENO Shunsuke, TAKAYAMA Shinichi, KIUCHI Masaru,

OTABE Edmund S, MATSUSHITA Teruo (Kyushu Institute of Technology);

AYAI Naoki, KIKUCHI Masashi, HAYASHI Kazuhiko, SATO Ken-ichi (Sumitomo Electric Industries, Ltd.)

E-mail: shunsuke@aquarius10.cse.kyutech.ac.jp

1. はじめに

現在、Bi-2223 銀シーステープ線材において最終焼結プロセス時に加圧焼結処理 (Controlled Over Pressure: CT-OP) を行うことにより、従来の大気圧焼結処理に比べて高い臨界電流 J_c が得られることが報告されている¹⁾。加圧焼結法も改良が重ねられ、更なる最適化が進み臨界電流は飛躍的に向上した。また、最近では加圧焼結法の改善だけでなく、Bi-2223 テープの Pb 組成を変えることにより特性の改善を検討している。そこで、本研究では加圧焼結法により作製された Pb 組成の異なる Bi-2223 テープ線材の臨界電流特性を調べ、臨界電流密度 J_c や不可逆磁界 B_i を比較し検討した。

2. 実験

実験に用いた試料は PIT 法により作製された Bi-2223 多芯テープ線材で、いずれも最終焼結時に加圧焼結法を用いて作製されている。Table. 1 に各試料の 77.3 K における自己磁界中での J_c と Pb 組成条件を示す。測定には直流四端子法を用い、テープ面に対して垂直方向と平行方向に磁界を印可して測定した。電界基準 $E_c = 1.0 \times 10^{-4}$ V/m として臨界電流密度 J_c を決定した。また、不可逆磁界は $J_c = 1.0 \times 10^7$ A/m² となる磁界で定義した。

Table. 1: Specifications of specimens

試料	J_c [A]	Pb 組成条件
#1	94	定比
#2	99	Pb8% 低減組成
#3	85	Pb16% 低減組成
#4	146	Pb15% 増加組成

3. 結果及び検討

Fig. 1 にテープ面に対して垂直に磁界を印可したときの 77.3 K における臨界電流密度の磁界依存性を示す。低磁界領域においては J_c の高い #4 の J_c が最も高い値であり、 J_c の低い #3 の J_c が最も低い値となった。また B_i も #4 が最も高い値となっていることから Pb 組成を増やすことによって B_i が向上していると考えられる。しかし、高磁界領域においては #3 と #4 の差が小さくなっている。したがって、垂直磁界下では磁界による劣化は #3 が良く、#4 は悪いことが分かる。一方、テープ面に対して平行に磁界を印可したときの 77.3 K における臨界電流密度は #4 が最も大きい値となり、#3 が最も小さい値となった。また、磁界による劣化も #4 が良く、#3 が悪い結果となった。

Fig. 2 には J_c の異方性の大きさ $J_c(0^\circ)/J_c(90^\circ)$ の磁界依存性を示す。磁界角度はテープ面に平行な方向から測っている。この結果から #4 の異方性が最も大きく、#3 の異方性が最も小さいことが分かる。したがって、#4 では Pb 増加組成による異方性の低下よりも結晶配向の向上による影響が大きく、結果的に異方性が大きくなったと考えられる。これが垂直磁界下で #4 の磁界による劣化が大きかった原因であると思われる。一方、#3 は異方性が小さい値となっており、Pb 量低減による異方性の増加よりも結晶配向の低下の影響によるものと思われる。

臨界電流密度の磁界依存性について、磁束クリープ・フローモデルを用いて解析を行った。その結果、#4 のピン力が垂直磁界、平行磁界ともに高い値となり、このことが #4 の高い J_c 値を与えている。このピン力の増加は Pb 添加によるキャリアのドーピングによって凝縮エネルギー密度が向上したことによるものと考えられる。また、ピン力のばらつきも #4 の値が最も小さい値となっており、結晶配向が向上しているという予想を支持している。

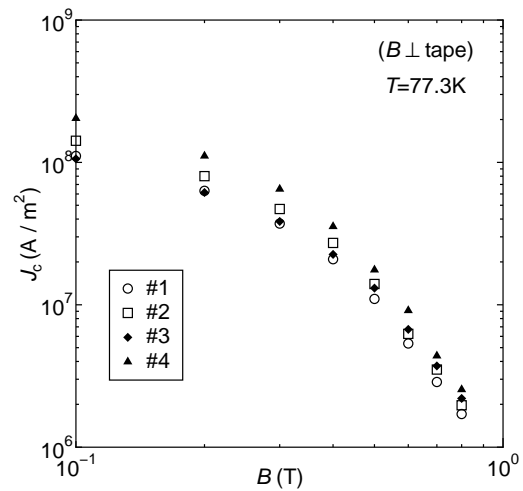


Fig. 1: Critical current density in a normal magnetic field at 77.3 K

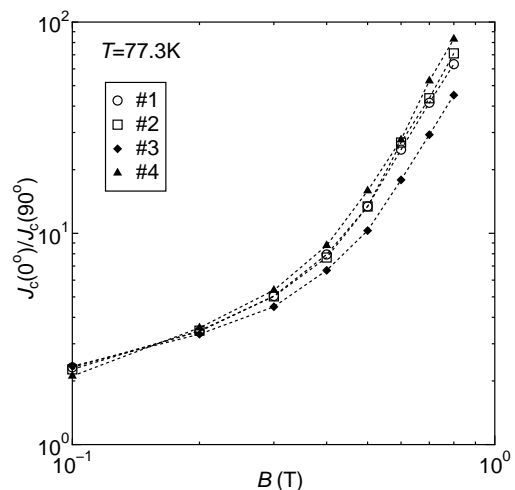


Fig. 2: Field angle anisotropy of critical current density at 77.3 K

参考文献

- 1) S. Kobayashi *et al.*, IEEE Trans. Appl. Supercond. **15** (2005) 2534.