

加圧焼結法 Bi-2223 テープ線材の臨界電流密度の向上

02232059 小田部研究室 永安 祐也

1. はじめに Bi-2223 は臨界温度が約 110 K と高いことから、液体窒素温度下での応用も可能であり、コスト面でも応用に適している。Bi 系は、当面は線材開発の主流であると考えられ、現在では 1 km 以上の長尺線材が製造可能である。しかし、現在のテープ線材の性能は十分なものとは言えず、実際の応用のためには更なる線材の臨界電流特性の改善が必要とされている。そこで臨界電流密度 J_c の値の向上を目的とし加圧焼結法を用いるようになった。PIT (Powder In Tube) 法における焼結プロセスにおいて一般的な大気圧焼結処理がなされた試料と特性改善を目的として加圧焼結処理がなされた試料の J_c を比較すると、加圧焼結された試料の方が液体窒素温度において臨界電流 I_c が大きく向上していることが報告されている¹⁾。本研究では、加圧焼結法導入時初期の頃の試料 (125 A 級) とそれよりも臨界電流 I_c が大きく向上している 150 A 級の試料と大気圧焼結された試料 (100 A 級) の三種類を用いて、150 A 級の試料においてどのような点が臨界電流特性の改善に寄与しているのかを調べることを目的とする。

2. 実験 試料は、住友電気工業 (株) から提供された PIT 法 Bi-2223 銀シース多芯線材で、大気圧焼結処理試料 (#3) と加圧焼結法導入時初期の頃の試料 (#2) と新しい加圧焼結処理試料 (#1) の三種類である。臨界温度 T_c は #1 で 111.8 K、#2 で 109.5 K、#3 で 109.0 K である。77.3 K の自己磁界中での臨界電流 I_c は #2 が 126 A、#3 が 104 A であるのに対して #1 は 147 A と #2 よりも 2 割程度向上している。測定は直流四端子法及び SQUID 磁力計を用いた直流磁化法で J_c - B 特性及び不可逆磁界、 n 値の評価を行った。不可逆磁界は臨界電流密度 $J_c = 1.0 \times 10^7$ A/m² となる磁界により定義した。

3. 結果及び検討 四端子法によって得られた J_c - B の結果に対して磁束クリープ・フローモデルを用いて解析を行った。このときの実験値と理論値を図 1 に示す。シンボルが実験値で実線及び点線が理論値である。図 1 より実験値と理論値がよく一致していることが分かる。各試料においてこのとき用いたピンニングパラメータで最も異なったのがピン力分布の最頻値で、#2 と #3 では変化していない。それに対して、#1 は #2 と #3 よりも大きくなっておりピン力が平均的に強くなっていることが分かる。また、ピン力のばらつきを示す値が #1 と #2 よりも #3 の方が大きく加圧焼結により結晶粒の結合性が向上し弱いピンポテンシャルの割合が減少したことが分かる。

次に図 2 は四端子法及び直流磁化法による不可逆磁界の温度依存性を示した図である。測定法により不可逆磁界が異なるのは測定法により電界が大きく異なるからである。図 2 より加圧焼結された #1 及び #2 と大気圧焼結された #3 を比較すると加圧焼結された試料の方が低温領域で特に不可逆磁

界が向上していることが分かる。また加圧焼結された #1 と #2 を比較すると #1 の特性向上が低温・低電界領域で顕著になっていることが分かる。

4. まとめ 加圧焼結焼結により空隙が減少したため、結晶粒の結合性が向上した。このことにより弱いピンポテンシャルの割合が減少し、 J_c や不可逆磁界の向上などにつながった。また、150 A 級の試料は加圧焼結処理導入初期の頃の試料に比べてピン力が平均的に強くなったため J_c の向上につながったと考えられる。

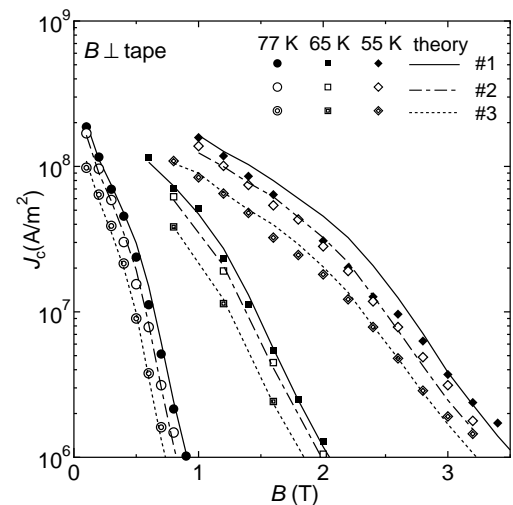


図 1 四端子法による各試料の J_c - B 特性の実験値及び理論値。

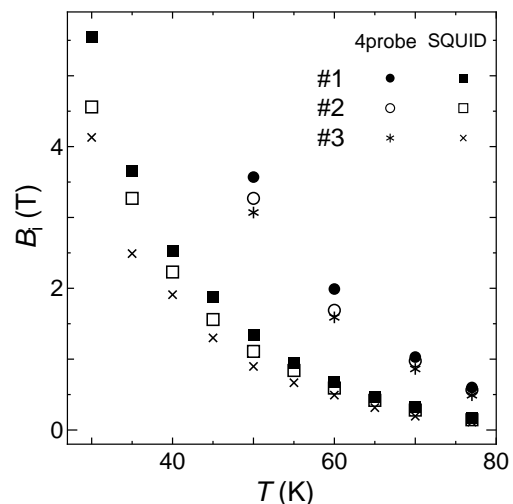


図 2 四端子法及び直流磁化法における各試料の不可逆磁界。

【参考文献】

- 1) S. Kobayashi, K. Yamazaki, T. Kato, K. Ohkura, E. Ueno, K. Fujino, J. Fujikami, N. Ayai, M. Kikuchi, K. Hayashi, K. Sato, R. Hata, Physica C **426-431** (2005) 1132.

【研究業績】

- 応用物理学会九州支部学術講演会 (2005)