

所属専門分野	電子情報工学分野 (松下研究室)		
学籍番号	04674072	氏名	姫田 佳子
論文題目	Bi-2223 銀シーステープ線材の臨界電流特性に関する研究		

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、極低温から液体窒素温度までの広い範囲で利用が考えられている。また、コスト面でも応用に適していることから、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となっている。しかし、現在の Bi 系超伝導線材の特性が十分なものであるというわけではなく、Bi 系超伝導体は磁束ピンニング力が弱いために、高温・高磁界において磁束クリープの影響を強く受け、臨界電流密度 J_c の値が著しく低下してしまう。この J_c 特性の向上を狙い開発された加圧焼結法 (Controlled Over Pressure sintering process: CT-OP) で作製された線材は従来法で作製されたものに対して液体窒素温度での臨界電流 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、CT-OP で作製された Bi-2223 テープの臨界電流特性を調べることにより、CT-OP によって向上した特性のメカニズムを明らかにすることを目的としている。また、当初 77.3 K における I_c は CT-OP 線材でも 120 A 程度であったが、現在では処理技術の向上によって 150 A という高 I_c を実現している。そのため、 I_c の異なる CT-OP 線材 (150 A 級及び 125 A 級) における更なる加圧焼結処理による臨界電流特性の向上に関しても検討を行う。

2. 実験 測定に用いた試料は powder-in-tube (PIT) 法で作製した Bi-2223 銀シース多芯テープで、2 次焼結プロセスにおいて CT-OP がなされた高臨界電流タイプ線材 (試料 #1, #2) である。 $T = 77.3$ K における自己磁界中での I_c は #2 では 126 A であるのに対し、#1 が 147 A と 17% 程度向上している。測定は試料に直接電流を通電する直流四端子法と SQUID 磁力計を用いた直流磁化法を行い、広範囲の温度領域において臨界電流特性を評価した。また、これら CT-OP 線材の比較対象として従来法である大気圧焼結処理がなされた試料 #3 ($I_c = 104$ A) に関しても同様の評価を行っている。

3. 実験結果 #1, #2, #3 の通電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²⁾を用いて解析を行った。このときの実験結果および理論結果を図 1 に示す。シンボルが実験結果で、線が理論結果である。図 1 より理論結果と実験結果がよく一致していることがわかる。このとき用いたパラメータで CT-OP 線材と従来線材で違いが生じたものはピン力の分布の分散値であり、CT-OP 線材の方が従来線材のものよりも小さくなっている。このことから、CT-OP によって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と考えられる。また、ピン力の分布の最頻値に関しては #2 及び #3 では変化がないのに対し、#1 に関しては #2, #3 よりも大きくなっていることがわかつ

た。このことから、分布しているピン力が平均的に向上したため、同様の CT-OP 線材でも I_c が向上したものと考えられる。

4. まとめ CT-OP によって超伝導部分の空隙が減少したことにより、結晶粒の配向や結合性が向上し、その結果、弱いピンポテンシャルの割合が減少し、 J_c の向上やその他様々な特性の改善に繋がっている。また、同じ CT-OP 線材においても、作製条件の最適化などが進んだことにより、ピン力が向上し、高 I_c 化が進んでいる。今後、更なる作製条件の最適化により、より高い I_c を有した線材の製造が可能になると考えられる。

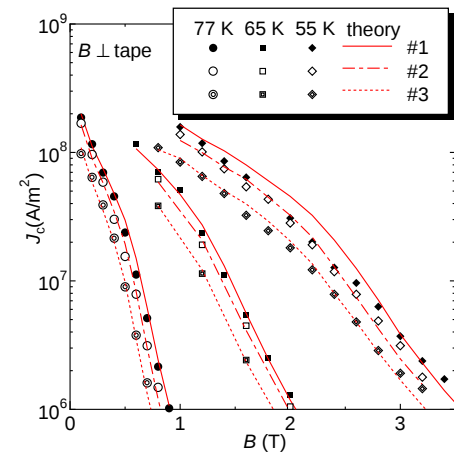


図 1 各試料の通電法による J_c - B 特性

【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.
- 2) M. Kiuchi, K. Noguchi, T. Matsushita, T. Kato, T. Hikata, K. Sato, Physica C **278** (1997) 62.

【研究業績】

- (1) SCENET School on Superconducting Materials and Applications (2004)
- (2) 電気関係学会九州支部 (2004, 2005)
- (3) 応用物理学会 (2004 秋, 2005 春, 2005 秋)
- (4) 応用物理学会九州支部 (2004)
- (5) 低温工学超伝導学会 (2004 秋, 2005 春, 2005 秋)
- (6) International Symposium on Superconductivity (2004, 2005)
- (7) 低温工学九州・西日本支部 超伝導ワークショップ (2005)