

Bi-2223 多芯テープ線材の臨界電流特性に及ぼす芯数の効果

電子情報工学科 松下研究室 05232089 山下 翔平

1 はじめに

現在、Bi-2223 多芯テープ線材は PIT 法 (Powder In Tube) により製造されており長尺化可能な線材として注目を集めている。また、製造過程において最終焼結プロセス時に加圧焼結 (Controlled Over Pressure: CT-OP) を用いることにより、従来の大気圧焼結に比べ結晶の配向性及び結合性が向上し、高い臨界電流 J_c が得られることが解っている [1]。これにより、当初 77.3 K における J_c は 150 A 程度であったが、現在では処理技術の向上により 200 A を超える J_c を実現している。しかし、CT-OP 法の最適化はまだ十分ではない。その一つの可能性として Bi-2223 テープの芯数の増加及びフィラメント (芯) の細心化で配向性が向上し、臨界電流密度 J_c の特性向上が期待できる。本研究では芯数を変えて CT-OP 法により作製された Bi-2223 テープ線材の臨界電流を測定する。その結果を比較し、芯数の変化がどのように特性に影響するのかを調べ検討を行う。また、磁束クリープ・フローモデルを用いて解析を行い、特性向上のメカニズムを考察する。

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。表 1 に各試料の 77.3 K における自己磁界中での J_c と試料の詳細を示す。測定には直流四端子法 (通電法) と SQUID 磁力計による直流磁化法を用いた。直流四端子法による測定は 77.3 K の温度下で行い、テープに対して垂直方向と平行方向に磁界を印可した。また、直流磁化法ではテープに対して垂直に磁界を印可し、0~5 T の印可磁界範囲で評価した。また温度は直流磁化法において 20~77.3 K の範囲、直流四端子法においては 77.3 K のみ測定を行った。不可逆磁界 B_i は $J_c = 1.0 \times 10^7 \text{ A/m}^2$ となる磁界で決定した。

表 1. 試料の諸元

試料	J_c [A]	詳細
#1	155	55 芯フィラメント
#2	190	121 芯フィラメント
#3	190	211 芯フィラメント

3 結果及び検討

図 1 に直流四端子法による 77.3 K、垂直磁界下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 J_c の高い試料 #2 と #3 の J_c が高く、 J_c の低い試料 #1 が低い結果となった。一方、高磁界領域では #2 の磁界依存が強く #1 と同程度の値まで J_c が低下している。全体的に見て芯数が多い試料ほど J_c の磁界依存性が良い傾向にあることがわかる。また、芯数が多い試料ほど不可逆磁界が強い傾向にあることがわかった。銀界面付近の J_c は高いことが知られており、銀界面近傍のピン力が強いと考えられる。よって芯数が増えたことによりその銀界面が増え J_c や不可逆磁界の向上に繋がったと考えられる。

次に試料の配向性を評価するために、 J_c の異方性の磁界依存性を評価した。図 2 に 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。ここでは、テープ面に平行に磁界を印可した時の角度を 0° 、テープ面に垂直に磁界を印可した時の角度を 90° としている。一般的に配向性が良い試料は異方性の大きいと考えられている。図 2 から最も異方性が高い試料は #2 であることがわかる。次に #1、#3 の順に異方性が高い値を示した。

よって結晶の配向性は #2 が最も良く、#3 が最も悪いように見える。芯数が多い試料はフィラメント径が小さく、銀界面が多い。銀界面近傍の結晶の配向性は良い傾向にあると経験的に知られており、#3 の異方性は大きいと予想されたが、予想から外れた結果となった。これは #3 の不可逆磁界 B_i が大きいことからブロック層の超伝導特性が改善されたことによる可能性がある。よって、図 2 で示す J_c の異方性の低下の原因は、配向性からんだ c 軸の misorientation 角の評価や B_{c2} の測定などを通して総合的に判断する必要がある。この結果と検討は発表当日に行う。また、SQUID 磁力計による直流磁化法により測定した臨界電流密度の磁界依存性、不可逆磁界の結果も当日発表する。

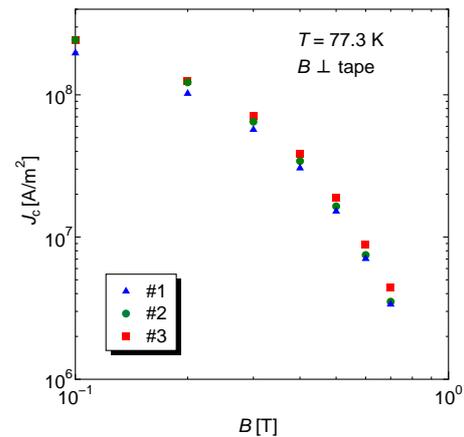


図 1: 垂直磁界下における臨界電流密度の磁界依存性

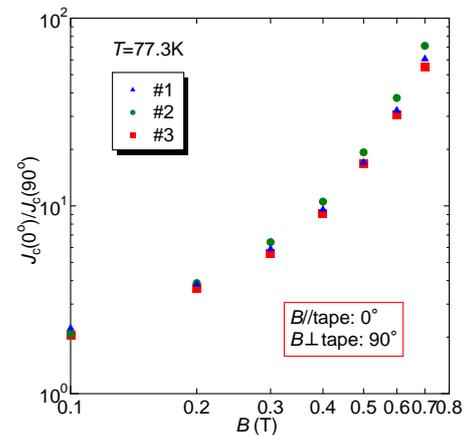


図 2: 臨界電流密度の角度異方性の磁界依存性

参考文献

- [1] N.Ayai, M.Kikuchi, K.Yamazaki, S.Yamade, R.Hata, K.Sato, K.Hayashi, T.Kato, J.Fujikami, S.Kobayashi, E.Ueno, K.Fujino: SEI Technical Review, p.103, No.103 (2006)

研究業績

- 応用物理学会九州支部学術講演会 (2008)