PAIR プロセス法による Bi-2212/Ag 多層テープ線材の電流 - 電圧特性

上野 由梨 (96232010) / 松下研究室

1. はじめに　Bi 系超伝導体が実際に応用されるためには、より高い臨界電流密度を得るとともに問題点の一つである弱結合による低い n 値を改善することが望まれている。そこで予備焼成と中間加工を組み合わせることによって従来の作製法によるものより高い c 軸配向が得られる PAIR プロセス法が開発された。ここではこの PAIR プロセス法による線材の、c 軸に平行な磁界中での電流 - 電圧特性を調べた。また従来法による線材での結果と比較するとともに、ピンニング力の分布を考慮した磁束クリープ・フロー理論を用いて解析し、その結果に対する考察を行う。

2. 測定　試料は PAIR プロセス法により作製された 2 層構造の Bi-2212 銀シーステープ線材である。試料のサイズは長さ 50 mm, 幅 3.5 mm, 厚さ 10 μm(1 層) であった。SQUID を用いた磁化率測定から評価した臨界温度 T_c は 79.0 K であった。電流 - 電圧曲線の測定には四端子法を用い、電流通電時の発熱を抑えるために 1 s のパルス電流を試料に電流リード線により通電し、1 cm の電圧端子間に生じる電圧を測定した。測定はヘリウム・ガス雰囲気中で冷媒のヘリウムの流量とヒータにより温度をコントロールして行った。また、銀シースの影響を削除して Bi-2212 超伝導体の電流 - 電圧曲線を評価するために、テープ線材全体の電流 - 電圧曲線の測定後、超伝導体の結晶構造を壊して銀シースのみの曲線を測定し、簡単な銀と超伝導相との並列回路を仮定して解析を行った。また電流による温度のゆらぎは高電流密度領域で ±0.5 K 程度だった。

3. 結果及び検討　図 1 に PAIR プロセス法による試料の臨界電流密度を示す。この結果は以前野口らによって測定された従来法による試料の臨界電流密度に比べ約 10 倍ほどの上昇が見られた。また、図 2 に 0.3T における電流 - 電圧特性のスケーリングを示す。スケーリングから得られた 2 つの臨界指数 z, ν は従来法によるものとほぼ同様の値で、したがって n 値にも改善が見られず、また転移曲線もほぼ同等だった。このことより臨界電流密度そのものの値は向上しているものの、広い分布についての改良は行われていないように見える。したがって、PAIR プロセス法による高い配向化によって弱結合の割合が減少し、試料の平均臨界電流密度は増加したが、本質的に界面部分における弱結合がまだ残存している可能性が挙げられる。ただし今回の実験では銀の影響が完全には取り除かれておらず、温度の上昇とともに銀への電流の分流が起こった可能性などがあり、このため n 値を小さく見積もってしまったものと思われる。

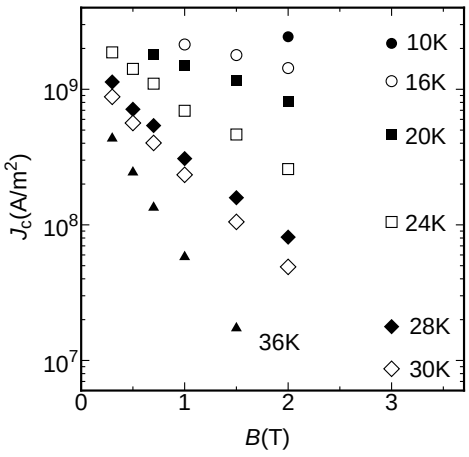

図 1　PAIR プロセス法 Bi-2212 テープ線材の臨界電流密度の磁界依存性。

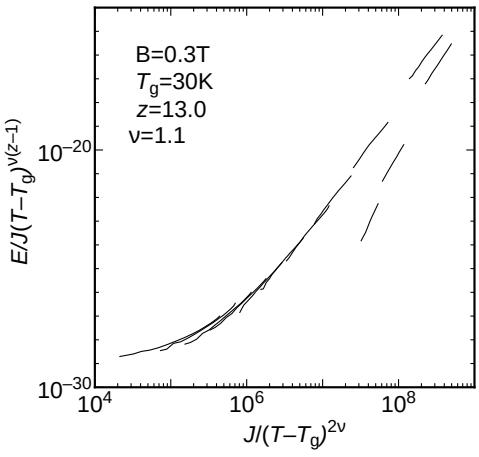

図 2　B=0.3T における PAIR プロセス法 Bi-2212 テープ線材における電流 - 電圧特性のスケーリング。