

論文概要

所属の専門分野及び講座	情報システム専攻	電子情報基礎講座
学生番号	95674049	氏名 野口和輝
論文題目	超伝導 Bi 系 2212 銀 シーステープ 線材の 電流 - 電圧 特性	

1. はじめに 酸化物超伝導体の電流 - 電圧曲線が、適当な温度関数で規格化することにより二つの曲線にスケーリングすることが知られており、このことから磁束線系のガラス - 液体転移の機構が提唱されている。しかし、同様なスケーリングが磁束クリープ・フローの機構からも得られている。特に、Bi-2223 テープ線材についての実験結果は、臨界指数を含めて、ピンニング力の分布を考慮にいたした磁束クリープ・フローの機構によって大体説明することができた。この場合動的臨界指数 z の値は、二次元磁束線系についてのガラス - 液体転移機構の予測値より小さいことが報告されている。したがって本研究ではこのことを確認するために、Bi-2223 超伝導体よりもさらに二次元性が強い Bi-2212 銀シーステープ線材について電流 - 電圧特性のスケーリングを調べ、その結果を再びピンニング力の分布を考慮した磁束クリープ・フローの機構の理論結果と比較検討する。また得られた臨界指数について Bi-2212 ディップコート法線材との比較検討を行なう。

2. 実験 試料は超伝導層厚 $5 \mu\text{m}$ の超伝導 Bi 系 2212 銀シーステープ線材で、臨界温度 T_c は 86 K である。測定は四端子法で行ない、試料にパルス電流を通電して電圧端子間 1 cm に生じる電圧を測定した。磁界は c 軸に対して平行に加えた。温度は 8 ~ 62 K の範囲で変化させ、磁界は 0.3 ~ 3.0 T の範囲で変化させた。尚、通電による温度の揺らぎは低電流密度の場合で ± 0.1 K、高電流密度の場合でも ± 0.8 K 以下程度だった。

3. 結果及び検討 図 1 に一定磁界 0.3 T の下の電流 - 電圧特性をスケーリング理論を用いてスケーリングさせた結果を示す。これによれば磁束系を三次元であると仮定して、転移温度 T_g は 36 K、動的臨界指数 z は 10.5、静的臨界指数 ν は 0.95 となった。2つの臨界指数は磁界の増加とともに変化し、 z は増加し、一方で ν は減少した。また臨界指数 z の値は一般的な Bi 系超伝導体に比べ、Bi-2212 銀シーステープ線材の方は大きく、Bi-2212 ディップコート法線材の方は非常に小さい値となった。これは、 z の値が超伝導体に固有のものではなく、むしろ試料のピンニングの強さの分布に関係した量であると考えられる。また図 2 はピンニングの強さの分布と磁束フローの影響を考慮した磁束クリープ・モデルを用いた電流 - 電圧特性の数値計算のスケーリングの結果で、測定結果と定性的に一致する。したがって臨界指数が磁界で変化し、電流 - 電圧特性のスケーリングも磁束クリープ・モデルで大体説明できることから、不可逆磁界近傍でガラス - 液体転移で予想されるような電流 - 電圧特性の変化が磁束線系の相転移ではなく、ピン止めされた磁束線の熱活性による形態の変化であると考えられる。

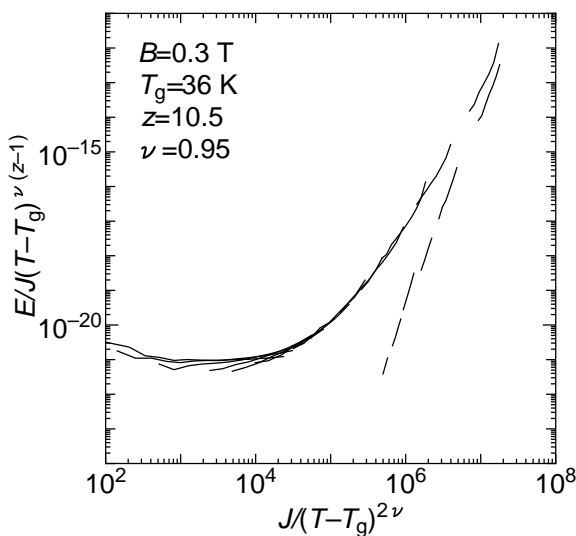


図 1. 銀の影響を削除した層厚 $5 \mu\text{m}$ の Bi-2212 銀シーステープ線材における一定磁界 0.3 T の下の電流 - 電圧特性をスケーリングさせたもの。

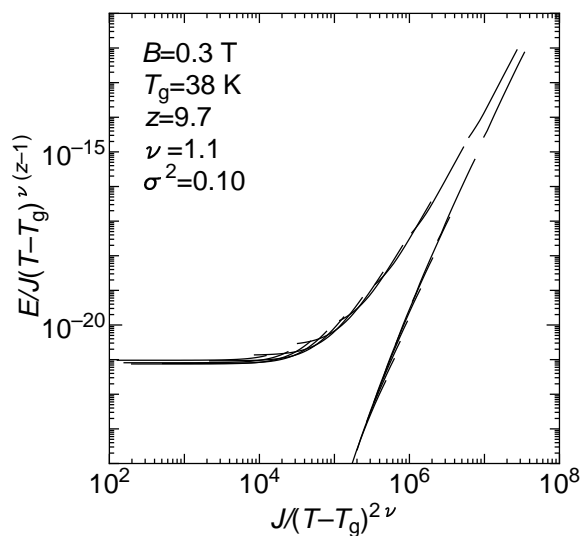


図 2. 磁束クリープ・フローモデルにより得られた一定磁界 0.3 T の下の電流 - 電圧特性をスケーリングさせたもの。