

YBaCuO 超伝導薄膜の低電界輸送特性の評価

児玉 武士 (95232035) / 松下研究室

1. はじめに 高温超伝導体の応用には、直流定常状態(永久電流モード)から交流に至るまで様々な場合が考えられ、それに対応する電界の領域は大きく異なる。一方、こうした電界は流れる電流と密接な関係があり、高温超伝導体を用いた機器の特性は、その材料の電界(E)-電流密度(J)特性に左右される。しかしながら、高温超伝導体の広い電界領域にわたった E - J 特性の評価はまだ十分に明らかにされておらず、その電界発生の機構やそれに対するピンの分布の影響について知見が得られていない。本研究では、均一性の優れた高品質な YBaCuO 超伝導体薄膜について、SQUID を用いて磁化の緩和を測定し、超低電界領域の E - J 特性の評価を行った。さらに E - J 特性のスケーリングの解析を行い、重要なパラメーターである臨界指数について調べた。また、ホールセンサによる磁化測定から得られた E - J 特性と比較し、結果について議論する。

2. 実験 試料は、九州大学において製作されたものでエキシマーレーザーアブレーション法により SrTiO 基板上に作製したリング状の c 軸配向 YBaCuO 超伝導体薄膜を用いた。膜厚は $d = 2.0 \times 10^{-7}$ m であり、リングの直径が $2r = 3.0 \times 10^{-3}$ m、幅が $w = 4.0 \times 10^{-4}$ m である。ここでは、いろんな温度においてリングに垂直に加えた外部磁界を変化させて試料に誘起した電流の磁気モーメントを SQUID 磁力計 (MPMS) によって測定した。測定された磁気モーメントから電流密度 J が、またその時間変化から電界 E が求まる。このようにして、より感度の小さい電界領域における E - J 特性を求めた。

3. 結果及び検討 外部磁界を一旦、30 mT まで増加した後、2.0 mT まで減少させた後の磁化測定から、上記の計算手法に基づき得られた E - J 特性を図 1 に示す。この結果より、SQUID 磁力計による測定はホールセンサにより測定される電界領域よりも低い領域の定量的測定が可能であることが分かる。図 2 は得られた E - J 曲線のスケーリングの結果で、転移温度 $T_g = 83.7$ K、動的臨界指数 $z = 60$ 、静的臨界指数 $\nu = 0.8$ を得た。また、 z と ν は磁界の増加とともに増加するという臨界指数の磁界依存性が見られた。このことは、ガラス-液体転移モデルにおける z と ν は磁界にはよらず、一定であることを否定するものであり、ガラス-液体転移の機構が純粋な磁束線の特性に基づく相転移ではない可能性がある。

また、SQUID とホールセンサにより測定された E - J 曲線を比較すると、電流密度において約一桁も異なるずれが生じていることが分かった。各測定 of E - J 特性を系統的に取り扱うために、さらに各測定 of 解析式に立ち返り比較し、その妥当性を検討する。

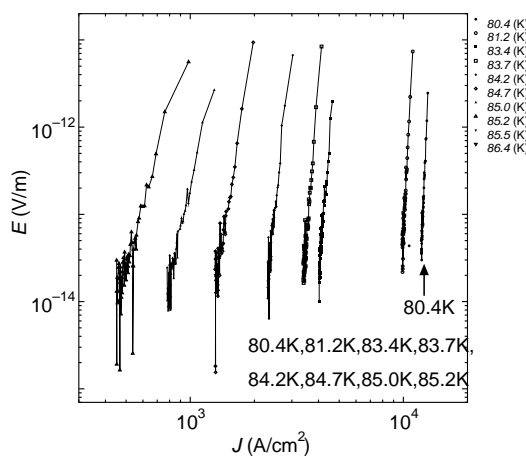


図 1 外部磁界 2.0 mT 中における E - J 特性

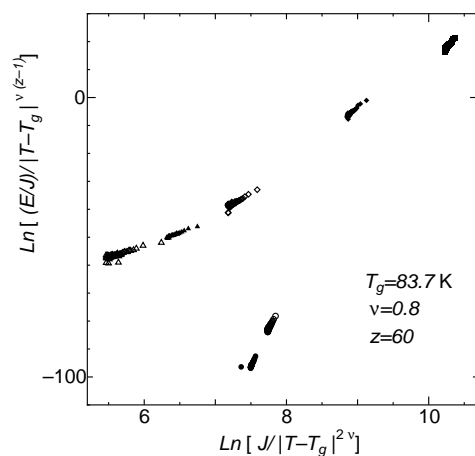


図 2 外部磁界 2.0 mT 中における E - J 特性のスケーリング