超伝導 Bi 系 2212 銀テープ線材の電流 - 電圧特性

田籠 美貴 (92232044) / 松下研究室

1. はじめに　Bi 系超伝導体は高温領域でのピンニング力が弱いことが実用上での大きな問題点となっており、この解決が望まれる。こうした弱いピンニング特性は臨界電流密度 J_c がゼロとなる不可逆磁界 $B_i(T)$ が上部臨界磁界 $B_{c2}(T)$ に比べてかなり小さくなることに反映している。この不可逆磁界 $B_i(T)$ をもたらす原因については磁束クリープや磁束線のグラス – 液体転移などの機構が提案されてきているが、将来の特性改善ためにも正しい機構を解明する必要がある。そこで本研究では Bi–2212 銀テープ線材について電流 - 電圧特性を調べ、その結果について検討を行なった。

2. 実験　試料はディップコート法により作製した超伝導 Bi 系 2212 銀テープ線材で、臨界温度は $T_c = 93.0$ K で、 4.2 K, 1 T での臨界電流密度は $J_c = 8.7\times 10^7$ A/m^2 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 1cm 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 18 ~ 64 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 ±0.5 K 以下程度だった。

3. 結果及び検討　スケーリング理論の手法にしたがって一定磁界 $B = 0.3$T 下での銀の影響を削除した電流 – 電圧特性をスケーリングさせたものを図 1 に示す。これより、電流電圧特性が 2 本の曲線にスケールしていることがわかる。ここで転移温度は T_g=46K であり、磁束線系を 3 次元系としたときの動的臨界指数は z=3.0、静的臨界指数は ν=2.8 となった。各磁界において転移温度の誤差は ±2K 程度であった。また、電流 – 電圧特性のスケーリングより得られた各磁界での動的臨界指数 z と静的臨界指数 ν を図 2 に示す。 z と ν はともに 2 から 4 程度の値であり、磁界に対して一定ではないが、あまり大きく変化していない。この z の値は Bi–2212 超伝導体における磁束線系が 2 次元的であるとする予想から理論的に導かれる結果と比べて小さすぎる。このことは磁束線系が 3 次元的であるか、またスケーリングがグラス – 液体転移以外の機構によるものであることを示唆している。

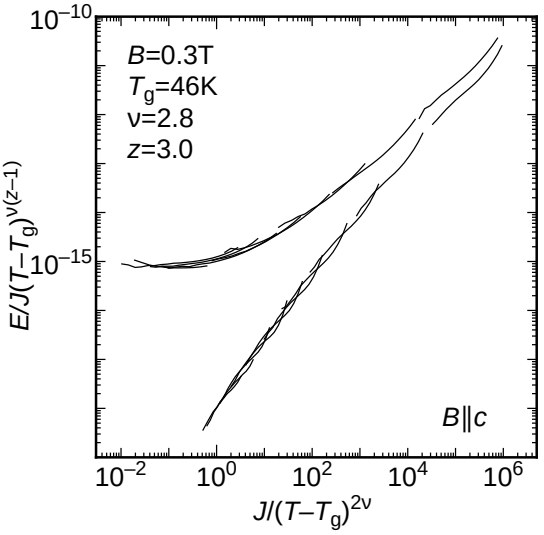

図 1.　一定磁界 $B = 0.3$ T での電流 – 電圧特性をスケーリングさせたもの。

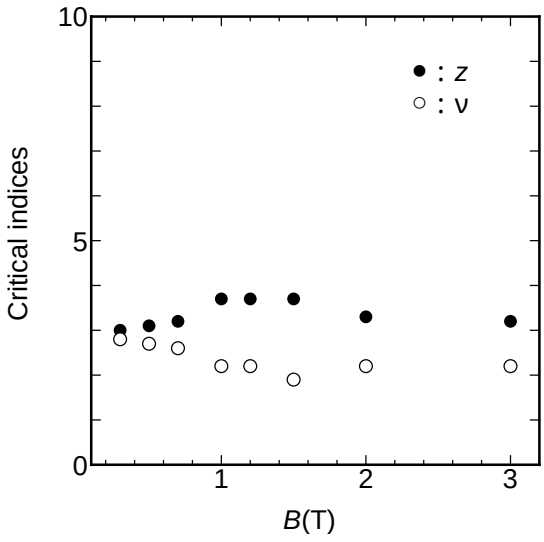

図 2.　動的臨界指数 z と静的臨界指数 ν の磁界依存性。