超伝導 Bi 系 2212 銀シーステープ線材の電流 - 電圧特性

Current - Voltage Characteristics in Superconducting Bi-2212 Silver-Sheathed Tape Wires

九工大・情報工　野口 和輝, 木内 勝, 古賀 康史, 松下 照男
昭和電線電纜　　長谷川 隆代
Kyushu Inst. Tech.; K. Noguchi, M. Kiuchi, Y. Koga, T. Matsushita
Showa Electric Wire Cable Co. Ltd.; T. Hasegawa

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れた磁束クリープ・フローの機構によって大体説明することができた[1)]。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ディップコート法 Bi-2212 銀テープ線材との比較検討を行なう。

2. 実験　試料は超伝導 Bi 系 2212 銀シーステープ線材で、臨界温度 T_c は 90 K、4.2 K, 1 T での臨界電流密度 J_c は 5.4×10^8 A/m^2 である。また、超伝導層の厚さは約 10 μm であった。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 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。

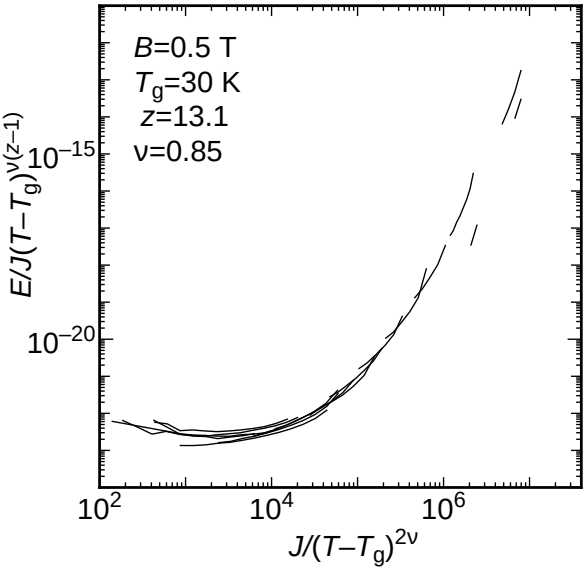

図 1. 一定磁界 0.5 T での電流 - 電圧特性をスケーリングさせた結果。

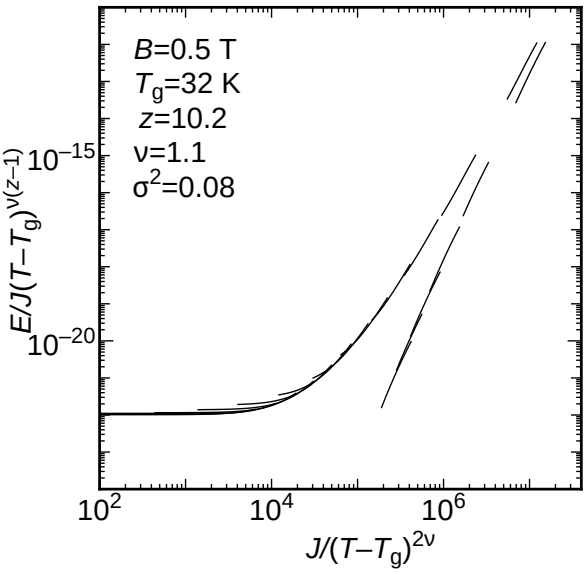

図 2. 図 1 の実験結果に対応させて磁束クリープ・モデルを用いて数値計算した結果。

3. 結果及び検討　図 1 に一定磁界 0.5 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。これによれば三次元の磁束系と仮定して転移温度T_g は 30 K、動的臨界指数 z は 13.1、静的臨界指数ν は 0.85 となった。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。また、図 3、図 4 はそれぞれ動的臨界指数 z、静的臨界指数 ν について本実験の Bi-2212 銀シーステープ線材の測定結果とディップコート法 Bi-2212 銀テープ線材の測定結果とを比較したものである。ここで、ディップコート法 Bi-2212 銀テープ線材の電流 - 電圧特性のスケーリング、またそこから得られる 2 つの臨界指数は磁束クリープ・フローの機構でほぼ説明されている[2)]。これによると、一般的な Bi 系超伝導体の z に比べて、銀シーステープ線材の z の値は大きく、ディップコート法銀テープ線材の z の値はかなり小さい値となった。これは、z の値が超伝導体に固有のものでなく、したがって磁束線の次元性によるものではないと考えられる。逆に z の値は試料内の J_c のばらつきによるものと考えられる[3)]。また、ν の値は磁界の増加に伴って減少していて、2 つの実験結果は定性的に一致しているといえる。この傾向は馬渡らの Bi-2223 テープ線材の結果[4)] とも同様である。したがって臨界指数が磁界で変化することから、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、単に熱活性による磁束クリープにより生じている可能性がある。

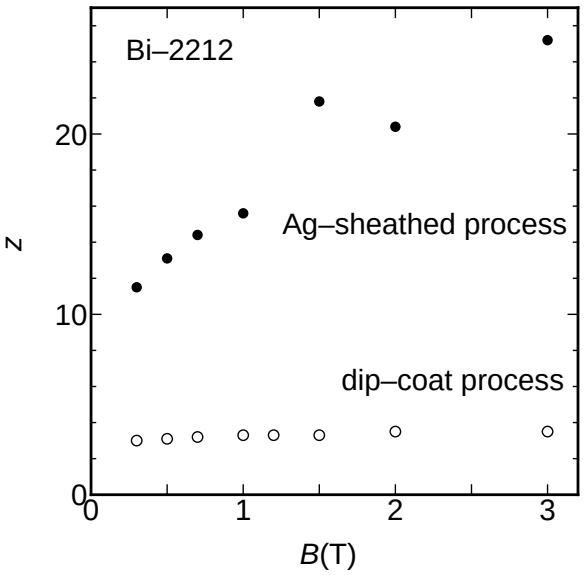

図 3. 動的臨界指数 z の磁界依存性。

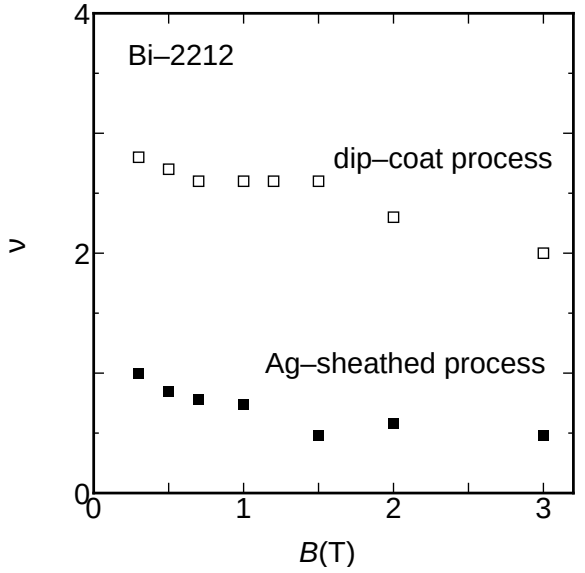

図 4. 静的臨界指数ν の磁界依存性。

【参考文献】

1) 野口 他, 応物九州支部会予稿集 **21**(1995) p 11.
2) M. Kiuchi, K. Noguchi, M. Tagomori, T. Matsushita, *IEEE Trans. Appl. Supercond.,* to be published.
3) T. Matsushita, T. Tohdoh, N. Ihara, Physica C **259** (1996) 321.
4) Y. Mawatari, H. Yamasaki and S. Kosaka, *IEEE Trans. Appl. Supercond.,* **5** (1995) 1305.