

磁化緩和測定による BHO 人工ピン導入 GdBCO 線材の超低電界特性の評価

Evaluation of ultra-low electric field characteristic in BHO doped GdBCO coated conductor by magnetic relaxation measurement

九大院シス情¹, ISTE², ○雁木 卓¹, 廣松 聖人¹, 今村 和孝¹, 東川 甲平¹,
井上 昌睦¹, 木須 隆暢¹, 吉積 正晃², 和泉 輝郎²

Dept. EESE, Kyushu Univ.¹, ISTE², °Suguru Gangi¹, Masahito Hiromatsu¹, Kazutaka Imamura¹,
Kohei Higashikawa¹, Masayoshi Inoue¹, Takanobu Kiss¹, Masateru Yoshizumi², Teruo Izumi²,

E-mail: gangi@super.ees.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

臨界電流密度 J_c は一般的に四端子法で測定され典型的な電界基準として $E_c=10^{-4}$ V/m が用いられる。しかし磁気浮上列車や核磁気共鳴装置 (NMR) などの直流応用では、対応する電界領域は 10^{-10} V/m 程度になることから超低電界領域における J_c を評価することが必要不可欠である。すなわち、磁束クリープに代表される、熱励起の影響下における量子化磁束挙動を明らかにするとともに、それに起因する永久電流の緩和特性を定量的に把握することが実用上も重要となる。

本研究では磁化緩和測定により超低電界領域における E - J 特性を明らかにし、理論的考察を行い広い電界領域に亘る E - J 特性の解析的記述を試みた。

2. 実験

実験には、BaHfO₃ を添加した GdBa₂Cu₃O_{7-δ} 線材を用いた。同線材を四端子法による測定では長さ 500μm、幅 60μm のマイクロブリッジ形状に、磁化緩和測定では長さ 3mm 幅 1mm、の矩形に加工し測定用試料とした。磁化特性は SQUID を用いた磁化率計 (MPMS) により測定した。

3. 実験結果及び考察

Fig. 1 に四端子法と磁化緩和測定により得られた 77K での E - J 特性を示す。 10^{-2} ~ 10^{-10} V/m の幅広い電界領域に亘る電流輸送特性が実験的に得られている。これらの実験結果に対して、我々の提出している E - J 特性の解析式を用いた考察を行った。解析式は、パーコレーションモデルに磁束クリープの影響を考慮したものである[1]。解析により得られた E - J 特性 (Fig. 1 実線) は、それぞれの実験結果と良く一致しており、同モデルの有効性が確認された。また、磁束フローのみから推定される曲線 (Fig. 1 破線) との比較から、超低電界領域では磁束クリープの寄与が顕著となることが明らかとなった。

Fig. 2 に電界基準の異なる J_c の磁場依存性を示す。6 桁の電界基準の違いが J_c 値の差異に大きな影響を与えていることが分かる。また、解析により得られた J_c - B 特性を同図に重畳すると (Fig. 2 実線)、それぞれの実験結果とよく一致している。このことは、我々の提案する E - J 特性のモデリング手法が、電界基準の異なる J_c - B 特性を解析的に得るのに有効であり、各種超伝導機器の設計にも資することを示している。解析の詳細や実験結果については当日報告する。

謝辞

本研究の一部は、イットリウム系超伝導機器技術開発の一環として、ISTEC を通じて NEDO から委託を受けて実施した。

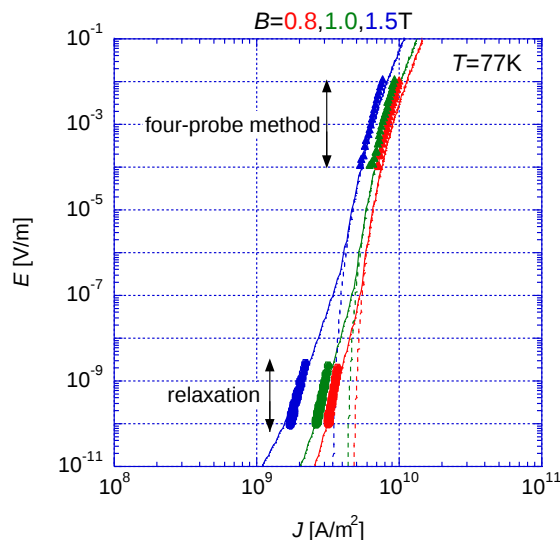


Fig. 1 E - J characteristics by dc four-probe method and magnetic relaxation at 77K.

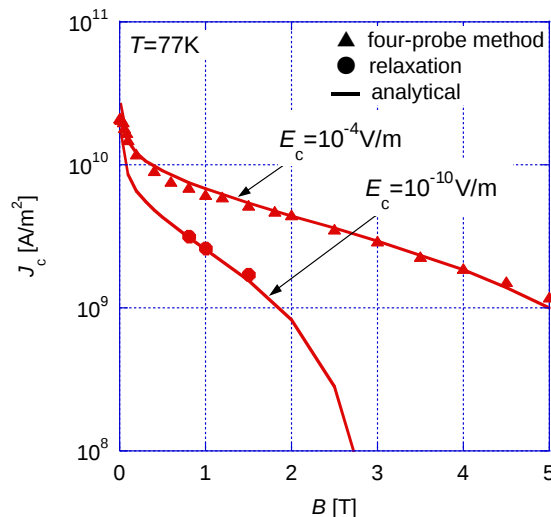


Fig. 2 J_c - B characteristics estimated from dc four-probe and relaxation measurement at 77K.

参考文献

[1] T. Kiss, M. Inoue, T. Kuga, M. Ishimaru, S. Egashira, S. Irie et al., Physica C 392-396 (2003) 1053-1062