

磁気モーメントのベクトル測定による RE-123 線材の J_c -角度依存性評価

Evaluation of angular dependent J_c in RE-123 coated conductor by magnetic moment vector

九大院シス情¹, ISTE², フジクラ³, ○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, 飛田 浩史³, 齊藤 隆³

Dept. EESE, Kyushu Univ.¹, ISTE², Fujikura³, ○Suguru Gangi¹, Masahito Hiromatsu¹, Kazutaka Imamura¹,
Kohei Higashikawa¹, Masayoshi Inoue¹, Takanobu Kiss¹, Masateru Yoshizumi², Teruo Izumi²,
Hiroshi Tobita³, Takashi Saitoh³

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

1. はじめに

臨界電流密度 J_c の角度依存性は、希土類系高温超伝導線材の磁束ピンニングなどの基礎特性評価ならびにマグネットに代表される応用の両面において重要となる。しかしながら、 J_c の測定法として広く用いられている四端子法では、発熱の影響を受ける高 J_c 領域や電圧雑音に制限される低電界電領域での測定が困難である。

そこで我々は、四端子法との相補的な測定法として、磁気モーメントのベクトル測定による J_c の角度依存性評価に取り組んでいる[1]。

2. 実験

実験には、BaHfO₃ を添加した GdBa₂Cu₃O_{7-δ} 線材を用いた。超伝導層の膜厚は $d=3.2\mu\text{m}$ である。同線材を幅 $w=1\text{mm}$ 、長さ $l=3\text{mm}$ の矩形に加工して磁気モーメント測定用試料とした。磁気モーメントは 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 に示すように、試料を外部磁場に対して傾けた状態で磁気モーメント m の垂直成分(m_T)及び水平成分(m_L)を測定し、 m の大きさをベクトル和によって求めた。ここで、 θ は膜面と外部磁場のなす角度である。増磁と減磁の際の各角度での磁気モーメントの差分を Δm とすると、臨界状態モデルにより J_c は次式で与えられる。

$$J_c = \frac{6\Delta m}{d w^2 (3l - w)}$$

Fig.2 に、50K、5T で得られた J_c の角度依存性を示す。人工ピンが導入されていることもあり、 c 軸方向にブロードなピークを有する角度依存性が得られている。同特性は、四端子法の結果から n 乗則を用いて外挿した特性と良い一致を示しており、本手法の定量的な妥当性が確認できる。

磁気モーメントベクトル測定により得られた様々な温度、磁場環境における J_c の角度依存性を Fig.3 に示す。4.2K、1.0T での J_c - θ 特性のピーク値は $2.6 \times 10^{11} \text{ A/m}^2$ に達しており、四端子法での測定は非常に困難な領域である。以上のように、四端子法での評価が困難な高 J_c 領域を含む、様々な温度、磁場条件下での J_c の角度依存性を、本手法によって非破壊、非接触に評価することが可能となった。測定法等の詳細については当日報告する。

[1] 雁木他、第 59 回応用物理学関係連合講演会 17p-B7-11

謝辞

本研究の一部は、ISTEC を通じて NEDO からの委託を受けて実施した。

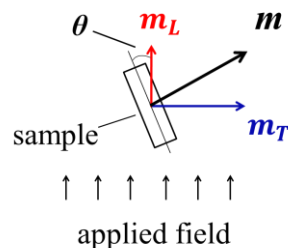


Fig.1 Schematic view of magnetic moment vector measurements, where longitudinal, m_L , and transverse component, m_T , are measured individually.

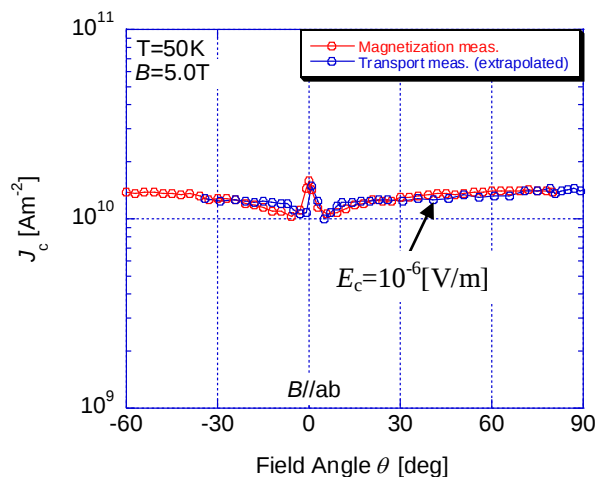


Fig.2 Angular dependence of J_c at 50 K in 5.0 T.

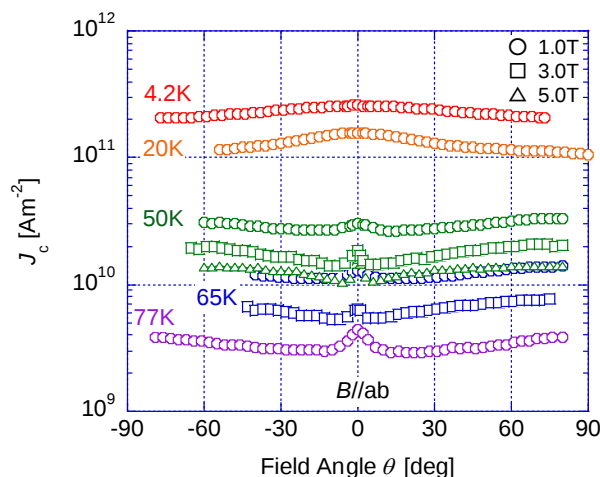


Fig.3 Angular dependence of J_c obtained from magnetic moment vector measurements at various conditions of magnetic field and temperature.