

磁気モーメントのベクトル測定による斜め磁界中における REBCO 線材の磁化特性の評価 Evaluation of magnetization characteristic in REBCO coated conductor in inclined external magnetic field by magnetic moment vector measurement

九大院シス情¹, ISTE², [○]小野寺 優太¹, 今村 和孝¹, 東川 甲平¹, 井上 昌睦¹,
吉積 正晃², 和泉 輝郎², 木須 隆暢¹

Kyushu Univ.¹, ISTE², [○]Yuta Onodera¹, Kazutaka Imamura¹, Kohei Higashikawa¹, Masayoshi Inoue¹,
Masateru Yoshizumi², Teruo Izumi², Takanobu Kiss¹

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

1. はじめに

MRI などのコイル応用機器では均一な静磁界が求められるが、アスペクト比の高い REBCO 線材においては発生させた磁界によって生じる線材自体の磁化と磁化電流が磁界の空間的・時間的均一性に影響を及ぼすため、これらの特性の把握が喫緊の課題となっている。特に実用上は斜め磁界に晒されるため、磁化の印加磁場角度依存性の評価が求められるが、今のところ十分な評価が行われていない。これは、通常の磁気モーメント測定においては、外部磁界と平行な磁気モーメント成分 m_L の測定が行われるが、テープ状の構造である REBCO 線材では角度によって磁気モーメント m の線材幅方向への投影成分も変化するため、 m_L のみによって m の変化を精度良く捉えることが困難なためである。本研究では、 m_L に加え、外部磁界に垂直な磁気モーメント成分 m_T も測定することによる、 m のベクトル計測を用いて、斜め磁界中における磁化特性の測定を行うとともに、超低電界領域の E - J 特性の評価および解析を行った。

2. 実験

実験には、BaHfO₃ を人工ピンとして添加した GdBa₂Cu₃O_{7.8} 線材を用いた。同線材を長さ 3mm、幅 1mm の矩形に加工した後、SQUID を用いた磁化率計 (MPMS) にて斜め磁場中の磁化緩和特性を計測した。また、四端子法による E - J 特性の測定も行った。

磁場の印加角度は、膜面に平行な磁場を 0°、垂直な磁場を 90° 定義している。

3. 実験結果及び考察

Fig. 1 に、45° の斜め磁界中における磁気モーメント m の緩和特性を示す。 m は磁気モーメントベクトル m_L 、 m_T の合成 $m = \sqrt{m_L^2 + m_T^2}$ により得られている。

磁化の緩和特性から E - J 特性を以下の表式によって導出した。

$$J = \frac{12m}{dw^2(3l-w)} \quad (1)$$

$$E = \frac{\mu_0 G}{2d(l+w)} \cdot \frac{dm}{dt} \quad (2)$$

ここで、 d は膜厚、 l は長さ、 w は幅、 G は形状パラメータである。Fig. 2 に 45° での磁化緩和特性より得られた E - J 特性ならびに四端子法により得られた E - J 特性を示す。同図より幅広い電界に亘る E - J 特性を計測できていることがわかる。以上より、磁気モーメントベクトルを用いた磁化緩和計測によって、斜め磁界

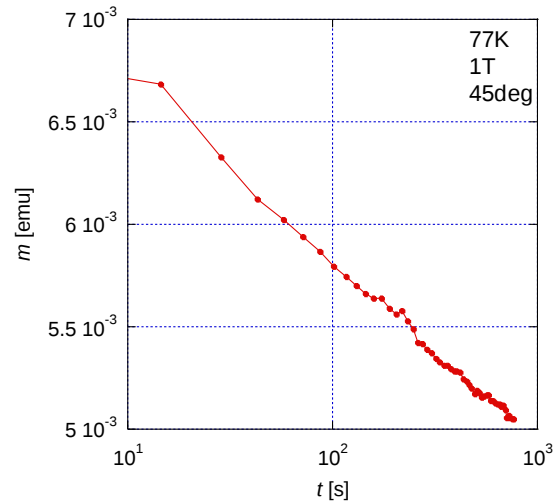


Fig. 1 magnetic relaxation measured by magnetic moment at 45°, 77K and 1T.

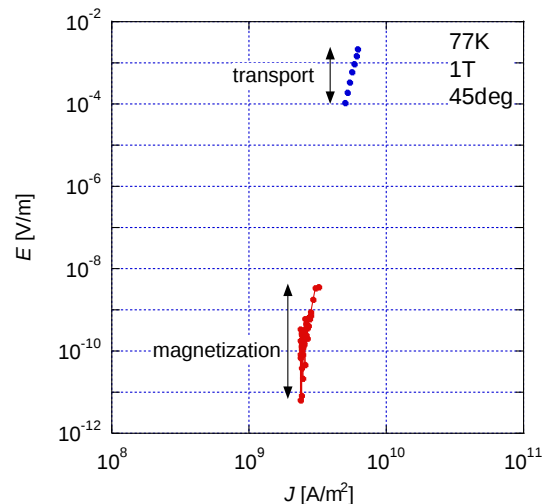


Fig. 2 E - J characteristics measured by dc four-probe method and magnetization measurement at 45°, 77K and 1T

中における磁化特性ならびに E - J 特性を評価できることが明らかとなった。磁化緩和特性の実験結果及び解析の詳細については当日報告する。

謝辞

本研究の一部は、高温超電導コイル基盤技術開発プロジェクトの一環として、経済産業省の委託により実施するとともに、日本学術振興会の科研費 (24760235) の助成を得て行ったものである。