

学生番号	09232050	氏名	友尻 一貴
論文題目	希土類系酸化物超伝導コート線材の縦磁界下での臨界電流に与える自己磁界の影響に関する研究		

1. 背景と目的

電流に対して平行に磁界を印加した場合は磁束線に Lorentz 力が働かない force-free 状態となり、臨界電流密度 J_c の増加が観測される[1]。現在、この現象を用いた直流送電ケーブルなどの応用機器の開発が提案されており、設計のためには縦磁界下における J_c 特性の評価が重要となる。特に線材の長手方向に平行に磁界を加えた場合でも、通電電流による自己磁界の影響があるために、完全な force-free 状態とはならず、縦磁界効果を正確に評価するためには、この自己磁界の影響を排除する必要がある。

本研究では、RE 系コート線材の縦磁界下で自己磁界の影響がない臨界電流密度特性を評価するために、測定線材の周りに同様なコート線材を数本配置し、この配置により臨界電流密度がどのように影響を受けるかを調べた。

2. 実験

今回の測定では、市販されている $GdBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (GdBCO) コート線材と、幅が狭いコート線材を準備した。臨界温度 T_c は 91.3K だった。 J_c 測定は液体窒素中で直流四端子法を用いて行った。臨界電流密度は $E_c = 1.0 \times 10^{-4}$ V/m の電界基準を用いて決定した。磁界は通電方向、すなわち線材の長手方向に平行に $B = 0 \sim 0.9T$ の範囲で加えた。

ここでは、自己磁界の影響を低減する為に、3つの測定環境で測定を行った。はじめに、コート線材の広い面の平行成分の自己磁界を打ち消すために図1に示すような線材配置で測定を行った。線材に流す電流量は、外部磁界がゼロのときに、 I_1 が最大の臨界電流値になるように I_2 を変化させて、その比を求めた。

さらにコート線材端部の面に対して垂直成分を打ち消すために、図2のような測定線材の両脇に同様な線材を配置し測定を行った。電流値は3つの試料で同じ電流量を用いた。

最後に平行及び垂直成分の2つを打ち消すために図3のような配置で行った。なお、今回は測定試料 I_1 の垂直成分を打ち消す I_2 と I_3 に直接電流を通電し、平行成分の自己磁界を打ち消すために同様な線材を配置することによる遮へい電流を誘起させ、測定を行った。

なお、線材間の間隔は絶縁のために用いたカプトンテープの厚さ 0.1mm 程度である。

3. 実験結果

線材配置することにより、単身 J_c からどの程度臨界電流が増加したか調べるために、その増加率の磁

界依存性を調べた。図4に平行成分及び垂直成分の自己磁界を打ち消すように配置した場合の J_c の増加率の磁界依存性を示す。この結果から、平行自己磁界成分に比べて、垂直成分の打ち消の方が J_c の増加率は大きく、コート線材端部による自己磁界の方が、縦磁界下での J_c 効果に大きく影響を与えることがわかる。さらに、その増加率も磁界の増加と共に減少していることがわかる。一方で、平行及び垂直の両方の自己磁界の影響を打ち消した場合の結果を図5に示すが、その増加率は磁界の増加と共に増加しており、今回の測定範囲 0.9T において最大の増加率 19% が得られた。このように同時に両自己磁界の影響を削除する方が、force-free の状態に近づく。これらのことからただ単に電流通電方向に平行に磁界を加えるだけでは理想的な縦磁界にならないことが明らかとなった。

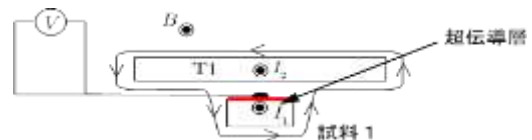


図1: 試料1の面に対して平行方向の自己磁界を打ち消すための線材の配置



図2: 試料2の面に対して垂直方向の自己磁界を打ち消すための線材の配置

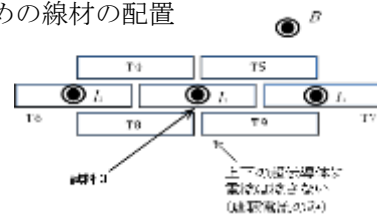


図3: 試料3の面に対して平行及び垂直方向の自己磁界を打ち消すための線材の配置

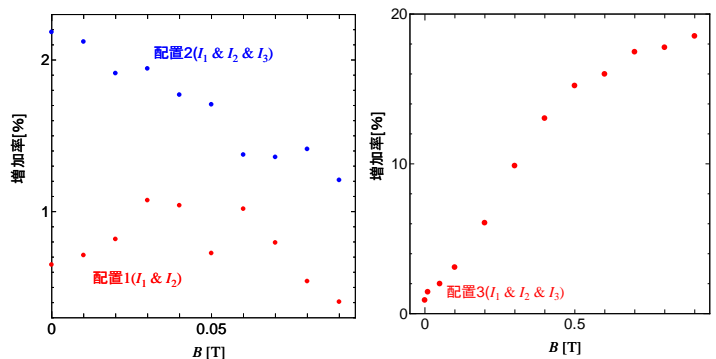


図4: 増加率(図1・2)

図5: 増加率(図3)

[1] Yu. F. Bychkov et al.: JETP Lett., 9 (1969) 404.