

学生番号	15232210	氏名	濱久保 翔吾
論文題目	磁束クリープ・フローモデルを用いた市販 RE 系コート線材の 電流-電圧特性の解析		

1. はじめに

REBCO 超伝導コート線材(RE：希土類)は高温、高磁界下においても高い臨界電流密度 J_c を持つことから液体窒素温度下での機器への応用が期待されている[1]。従来のコート線材と比べると近年のコート線材は成膜技術などの研究が進められ、特に、超伝導体を作製する金属基板の面内配向性等が飛躍的に向上し、さらにマルチルームなどの高速成膜技術も開発されつつある。現時点では長さは500mを超える線材も開発されている。

一方で、線材特性で重要となる臨界電流密度 J_c は作製環境により大きく影響を受け、中でも高特性が得られるのは PLD(Pulsed Laser Deposition)法や MOD(Metal Organic Deposition)法である。

本研究では、試料内の臨界電流密度 J_c のばらつきや、超伝導層の厚さの影響などを定量的に評価できる磁束クリープ・フローモデルに注目した。ここでは初期作製されたコート線材と、昨今のコート線材の臨界電流密度特性から磁束クリープ・フローモデルを解析し、どの部分がどのように改善されているかを調べた。

2. 実験方法

昨今の研究で用いたRE系コート線材は、SuperPower社の市販コート線材である。構造は Hastelloy 基板の上に I-BAD 法で中間層を作り、その上に MOCVD 法で超伝導層を作り、上下を銀保護層と銅安定化層で覆われている。

臨界電流密度は直流四端子法を用いて、電界 E - 電流密度 J 特性を測定し、電界が $E_c = 1.0 \times 10^{-4}$ V/m 生じる電流密度を J_c とした。線材は電流量を抑えるために長さ 1mm、幅 100 μ m のマイクロブリッジ加工した。測定は液体窒素温度 77.0K で行い、さらに、温度依存性を調べるために過冷却で 70.1K、66.6K でも測定を行った。試料に加える磁界は Bi-2223 超伝導マグネットを用いて、0-0.5T の領域で、コート線材の広い面 (ab 平面) 及び垂直方向 (c 軸) に加えた。

3. 結果及び考察

図 1 に $B//ab$ 及び $B//c$ での J_c - B 特性を示す。77.0K 0T では、68 GA/m² の結果が得られた。ここで、4 年前に PLD 法で作製された ISTEC-SRL 製コート線材は 25 GA/m² であり、2.7 倍程度にもなる。また、0.2T で $B//ab$ と $B//c$ の J_c の比は 1.5 倍程度である。

この結果に対して、磁束クリープ・フローモデルを用いて E - J 特性の理論値と実験値をフィットさせピンニング・パラメータを求めた。図 2 に 77.0K における E - J 特性の実験値と理論値の比較の例を示

す。また、 $B//ab$ で得られたピンニング・パラメータを表 1 に示す。 A_m はピン力の強さの最頻値で、 σ^2 は分布幅、 γ は J_c の磁界依存性を表す。特に A_m に注目すると、4 年前に作製されたコート線材に比べて、今回評価した SuperPower 社の市販コート線材の方が 3.5 倍も大きいことがわかる。ただし、超伝導層が薄く成膜速度が速いため、ピン力のばらつきである分布幅は大きくなっている。超伝導体を作製する基板の面内配向が向上しているために、 J_c が大きくなっている可能性がある。

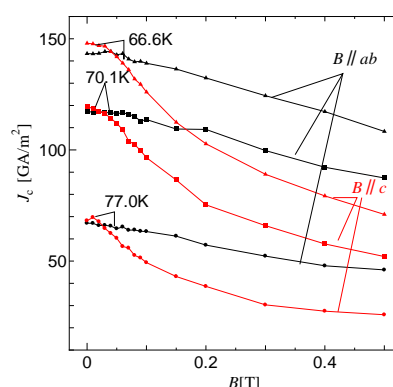


図 1 $B//ab$ 及び $B//c$ の $J_c - B$ 特性

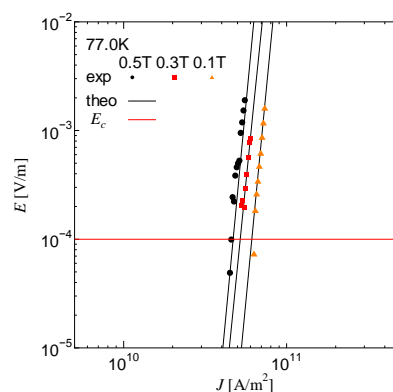


図 2 $E - J$ 特性の理論値と実験値の比較

表 1 求めたピンニング・パラメータ

試料	A_m	σ^2	γ
SuperPower	1.71×10^{12}	0.0224	0.93
ISTEC-SRL	4.91×10^{11}	0.0180	0.56

参考文献

[1] 富士 広: 「RE 系次世代高温超伝導線材の開発」, (2002)