人エピン導入長尺 REBCO 線材における磁場中局所臨界電流分布評価

Evaluation of in-field distribution of local critical current in REBCO coated conductors with artificial pinning centers

九大院シス情¹, フジクラ² [•]鈴木 匠¹, 野田 将平¹, 山内 勇輝¹, 東川 甲平¹, 平田 渉², 藤田 真司², 飯島 康裕², 木須 隆暢¹

Kyushu Univ.¹, Fujikura², ^oTakumi Suzuki¹, Shohei Noda¹, Yuki, Yamauchi¹, Kohei Higashikawa¹,

Wataru Hirata², Shinji Fujita², Yasuhiro Iijima², Takanobu Kiss¹

E-mail: suzuki@ees.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

希土類系高温超伝導線材(REBCO:RE は希土類元素)は BaHfO3(BHO)等を添加することにより、c 軸相関ピンと なるナノロッド(人工ピン)が形成され、磁場中特性が大幅に向上する事が知られており、長尺線材への適用も行 われている。しかし、超伝導層に不純物を添加することになり、プロセスウィンドウが狭くなるため、条件の 最適化等の人工ピン導入線材の開発が進められている。一方、長尺線材の機器応用の際には、長尺に亘っての 局所臨界電流の空間均一性を把握することが重要となる。しかし、長尺線材の評価は自己磁場近傍でのみ行わ れる場合が多く、実用環境に近い高磁場中での特性や均一性は十分に明らかとなっていない。本研究では磁場 中リール式連続磁化計測装置を用いて、人工ピン導入長尺 EuBCO 線材の局所臨界電流分布の外部磁場依存性を 評価し、各磁場下での局所臨界電流分布の比較を行った。

2. 実験方法

試料は BHO を導入した 4 mm 幅の長尺 EuBCO 線材を用いた。線材はリール式の搬送機構によって長手方向に 連続的に搬送し、一定の外部磁界下において線材の表面近傍の磁場分布をホール素子で検出した。得られた磁 場分布から Biot-Savart 則の逆問題を解き、磁化電流分布を求め臨界電流(*I*_c)の線材長方向分布を評価した。最大 印加磁場は 2 T、温度は液体窒素浸漬冷却により 77 K での測定を行った。

3. 実験結果、考察

人工ピン導入 EuBCO 線材の局所 Ic分布を、0.025~2Tの各磁場で 10 m 長に亘って測定し、長手分布の平均値 Ic, ave で規格化してプロットした結果を Fig. 1 に示す。大部分の領域で Ic の空間変化は同一曲線に重なっており 磁場依存性は見られないが、矢印で示す様な一部の領域で高磁場では分布が異なる領域が存在する事が分かっ た。Fig, 2 に拡大した局所 Ic分布を示す。0.5 T以上の磁場から分布が異なることが分かった。また、磁場強度 によって系統的に変化しており、その空間的領域は数 cm 程度である。これらの領域では、配向性の違いに起因 する粒間結合の変化や、人工ピンの濃度や構造の空間分布が生じている可能性を示唆している。我々は、先行 研究において自己磁場近傍の Ic が高い領域と低い領域においてマイクロブリッジを形成し、それぞれの通電法 での測定結果より磁場依存性が異なることを報告し、特性の違いを生じる原因の一つに、低傾角粒界における 弱結合の影響を指摘している[1]。今回の磁場下の Ic 分布の評価によって、Ic 変化を支配する因子や、その発生 頻度、組織との関係など、より直接的な検討のための基礎情報を得ることが可能となる。

謝辞:本研究は日本学術振興会の科研費(16H02334)の助成、及び、この成果の一部は,国立研究開発法人新エ ネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業の結果得られたものである。



[1] T. Suzuki et al., 第 95 回低温工学・超伝導学会 1B-p11

Fig.1 Longitudinal distributions of normalized local critical currents for different external magnetic field conditions at 77 K.



