

REBCO 線材の局所臨界電流分布に対する空間周波数解析 Spatial Frequency Analysis on Local Critical Current Distribution in REBCO Coated Conductors

九大院シス情¹, SWCC², 超電導工研³, 木須 隆暢¹, 東川 甲平¹, 井上 昌睦¹,
木村 一成², 小泉 勉², 青木 伸夫², 衣斐 顕³, 吉積 正晃³, 和泉 輝郎³

Kyushu Univ.¹, SWCC², ISTECSRL³, [○]Takanobu Kiss¹, Kohei Higashikawa¹, Masayoshi Inoue¹,
Kazunari Kimura², Tsutomu Koizumi², Nobuo Aoki², Akira Ibi³, Masateru Yoshizumi³, Teruo Izumi³
E-mail: kiss@sc.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

希土類系高温超伝導線材 (REBCO 線材) の機器応用に際しては, 局所特性低下部の発熱集中による焼損事故も懸念されることから, 空間均一性の確保が重要な課題となっている。一般的には, 四端子法や TAPESTARTM によって臨界電流 (I_c) の長手方向分布を評価し, その標準偏差等を均一性の指標とすることが多い。一方, このような議論では, 空間スケールの情報が欠如することになり, 線材固有の空間均一性の様相を十分に把握して, 線材作製プロセスにフィードバックすることが困難となる。そこで本研究では, 局所 I_c の長手方向分布の空間周波数解析を行うことにより, プロセスに依存する線材の空間均一性を評価した。

2. 局所 I_c の長手方向分布の空間周波数解析

評価対象とした試料は, (a)MOD 線材, (b)商用 PLD 線材, (c)試作 PLD 線材である。いずれも IBAD 基板を用いたものであり, 5 mm 幅の線材である。既に報告している RTR-SHPM によって長手方向に 830 ミクロンの分解能で局所 I_c 分布を評価し, 空間周波数解析を行った。その結果を Fig. 1 に示す。同図は, それぞれの線材において, どの空間周波数 (ν) 成分のばらつきが大きいかを示すものである。例えば, (a)の線材では $\nu=2 \text{ m}^{-1}$ や $\nu=50 \text{ m}^{-1}$ 付近にピークが見られ, (b)の線材では $\nu=7 \text{ m}^{-1}$ 付近に若干広いピークが見られる。一方, (c)の線材に関しては顕著なピークは見られずに, 全体

的に値が低くなっていることがわかる。実際に, この分解能で評価した局所 I_c 分布の標準偏差は, (a)8.3%, (b)3.4%, (c)2.4%の順で低いことがわかっており, これにより, どの空間周波数の成分が局所 I_c のばらつきに影響しているかを明らかとすることができた。

3. 局所 I_c の面内分布との対応

RTR-SHPM では, 線材中の磁化電流を可視化することにより, 局所 I_c の面内分布も評価することが可能となっている。Fig. 2 にその結果を示す。(a)の線材に関しては, 上述のピークはそれぞれ 0.5 m 周期と 20 mm 周期に対応するが, 線材幅方向端部の特性低下がそれに対応していることがわかった。また, (b)の線材に関しては, 上述のピークは 150 mm 周期に対応するが, 下半分のみで周期的な特性低下部が見られており, それが要因であることがわかった。一方, (c)の線材に関しては, 面内で高均一な特性が得られていることもわかった。このように, 単純に I_c 分布の均一性を標準偏差のみで議論するのではなく, 空間周波数成分に着目することで, プロセスごとに特徴のあるばらつきを要因を把握することができた。

謝辞: 本研究は, 経産省高温超電導コイル基盤技術開発プロジェクト「共通基盤技術の研究開発」による助成を受けて実施するとともに, 日本学術振興会の科研費 (24360122) の助成を得て行ったものである。

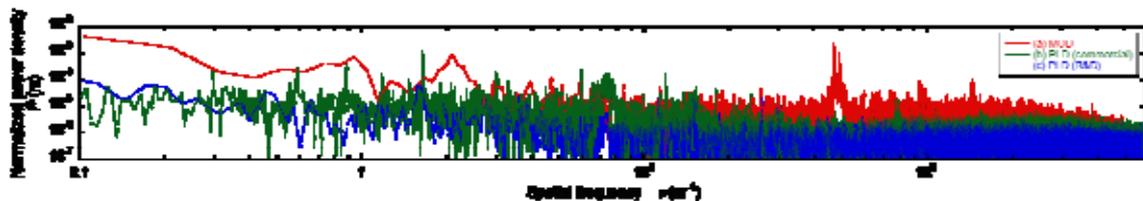


Fig. 1. Normalized power spectrum for longitudinal distribution of local critical current characterized by RTR-SHPM.

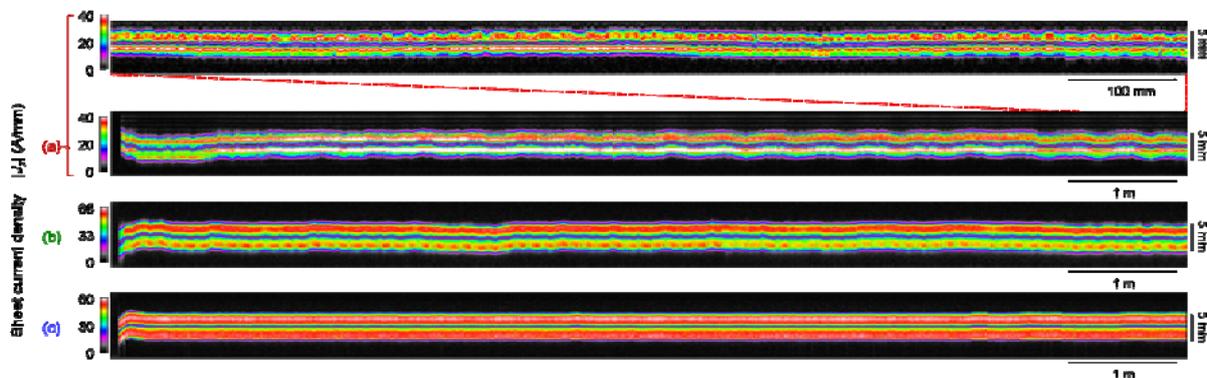


Fig. 2. In-plane distribution of local critical current density in 10-m-long pieces of coated conductors (CCs): (a) MOD CC, (b) commercial PLD CC, and (c) R&D PLD CC.