

3D-TDGL シミュレーションによる表面ラフネスが J_c の非対称性に与える影響

Effect of surface roughness on asymmetry of J_c by using 3D-TDGL simulation

愛工大¹, 名大工² 一野 祐亮¹, 張 雪原², 土屋 雄司², 吉田 隆²

Aichi Inst. of Technol.¹, Nagoya Univ.², [○]Y. Ichino¹, S. Cho², Y. Tsuchiya², Y. Yoshida²

E-mail: y.ichino@aitech.ac.jp

1. はじめに

我々はこれまで、2D-Time Dependent Ginzburg-Landau (TDGL)シミュレーションコードを開発し、非対称な形状を持ったピンニングセンターにおける量子化磁束の挙動について報告してきた[1]。また、3D-TDGL シミュレーションコードを開発し、ナノロッドによる磁束量子の運動や縦磁場下における磁束量子の運動について検討を行ってきた[2]。最近、縦磁場配置で磁場を印加した $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (REBCO) 薄膜において、電流方向に対する臨界電流密度(J_c)の非対称性が実験的に確認され、これを用いた超伝導ダイオードの検討を行っている[3]。

本研究では、REBCO 薄膜における J_c 非対称性の発現機構の解明とより大きな非対称性の実現を目的として、3D-TDGL を用いて試料表面形状やピンニングセンターが J_c 非対称性に与える影響について検討した。

2. TDGL シミュレーション

本研究では、Kato らによって提案されたリンク変数[4]を用いてベクトルポテンシャルを表すことで TDGL 方程式を数値計算した。シミュレーションには、図1に示したマフィンティン型の表面形状を持つ試料の表面凹凸が J_c 非対称性に与える影響について検討した。シミュレーション試料サイズは $25\xi_0 \times 25\xi_0 \times 12.5\xi_0$ と、印加磁場 $B = 0.1B_{c20}$ 、温度 $T = 0$ K で I - V 特性の計算を行った。

3. 結果及び考察

シミュレーションは、図1の A で示したマフィンティンの高さに対して J_c 非対称性を評価した。図2に、 A に対する J_c 非対称性を示す。図から、 A が高くなるほど、 J_c 非対称性が大きくなることがわかった。これは、 A が高くなるほど電流が x 軸マイナス方向(J_-)の際の J_c が低下するためである。ローレンツ力の向きは図1の z 軸プラス方向(F_z)であり、このことから A が高いほど表面から試料内部に量子化磁束が侵入しやすいことに起因すると考えられる。

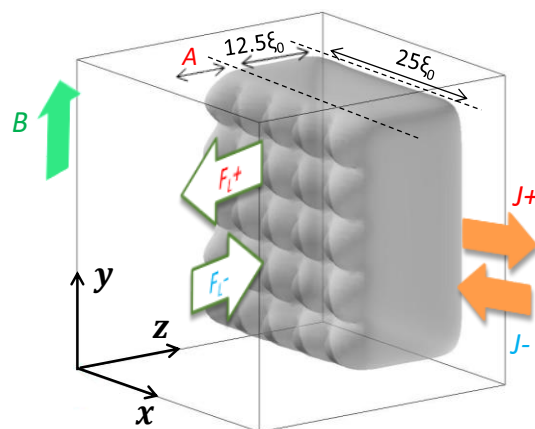


Fig. 1 Schematic drawing of simulated sample. Direction of current is defined as shown in this figure.

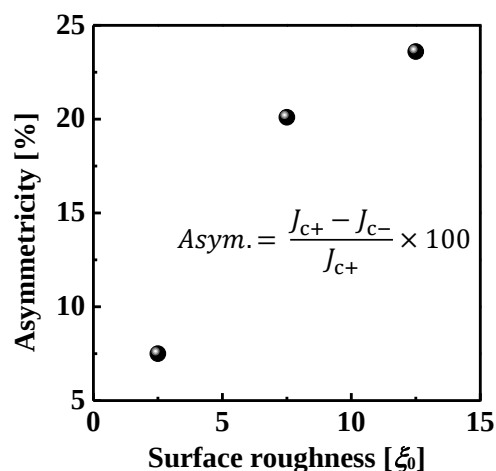


Fig. 2 Surface roughness A dependence of asymmetry of J_c . A is represented in Fig. 1.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 20H02682、19K22154、20K15217 及び JST A-STEP の助成を受けた。

参考文献

- [1] 一野他、2014 年第 75 回秋季応用物理学会、17p-A21-15.
- [2] K. Adachi *et al.* ISS 2016, PC5-5, Tokyo, Japan.
- [3] 土屋他、2018 年度秋季低温工学・超電導学会、3C-a04.
- [4] R. Kato *et al.* PRB **47** (1993) 8016.