

BaHfO₃添加 SmBa₂Cu₃O_y 薄膜における非対称臨界電流特性の温度依存性Temperature Dependence of Asymmetric Critical Current Properties
in BaHfO₃-doped SmBa₂Cu₃O_y Films

○土屋 雄司、鈴木 啓介、一野 祐亮、吉田 隆 (名大工)

Y. Tsuchiya, K. Suzuki, Y. Ichino, and Y. Yoshida (Nagoya Univ.)

E-mail : tsuchiya@nuee.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

REBa₂Cu₃O_y (RE = 希土類元素、REBCO) 高温超伝導体は高い T_c および磁場中での臨界電流密度 J_c をもち、次世代電力機器への応用が期待されている。 J_c 増強による超伝導電力機器の性能向上に加えて、新規機能性として冷却負荷低減のためのゼロ抵抗整流素子として超伝導ダイオードの開発が望まれる[1, 2]。我々はこれまで、BaHfO₃(BHO)を導入したSmBa₂Cu₃O_y(SmBCO)薄膜において、面内磁場下で非対称 J_c が現れることを報告してきた。しかし、非対称 J_c の原因は明らかになっていない。そこで本研究では、様々な表面粗さ δR をもつ SmBCO 薄膜を作製し面内磁場下における非対称 J_c の温度依存性を測定した。

2. 実験方法

パルスレーザー蒸着法を用いて、LaAlO₃ 基板の上に BHO を 5vol.% 添加した SmBCO 薄膜を作製した。試料膜厚は 100-900 nm と変化させ、幅 100 μ m、長さ 1 mm のブリッジ形状に加工し、直流四端子法によって電圧基準 1 μ V/cm に対する J_c の非対称性の磁場、温度依存性を測定した。測定は、カンタムデザイン社製 PPMS を用いて 0-9 T の面内磁場下、65-85 K で行った。ここで、得られた J_c のうち、磁束へのローレンツ力が基板界面から表面方向にはたらく場合を J_c^{up} 、逆方向の場合を J_c^{down} と定義した。

3. 実験結果

Fig. 1(a)に、 δR が 25 nm の BHO 添加 SmBCO 薄膜における 65-85 K での J_c^{up} および J_c^{down} の磁場依存性を示す。65, 77 K では、 J_c^{down} が大きく、基板界面側から磁束が侵入しやすく、85 K では薄膜表面側から磁束が侵入しやすいことが明らかになった。Fig. 1(b)に、各温度での非対称性 Asym. の磁場依存性を示す。このとき、非対称性 Asym. を $\text{Asym.} = \Delta J_c / \max(J_c^{\text{up}}, J_c^{\text{down}})$ と定義した。Asym. は 0.2-0.5 T でピークを持ち、80 K 前後で正負が逆転した。

Fig. 2 に、非対称性 Asym. の最大値 $\text{Asym.}_{\text{max}}$ と、それが得られた磁場 B_{max} の温度依存性を示す。両方も温度増加に対して単調減少を示した。 J_c 非対称性の原因と考えられる表面バリアは下部臨界磁場 H_{c1} に依存するため、 B_{max} の温度依存性と一致する。

当日は、表面バリアの定量的解析や、 $\text{Asym.}_{\text{max}}$ の正負逆の原因、非対称性向上に有効な薄膜構造について報告する予定である。

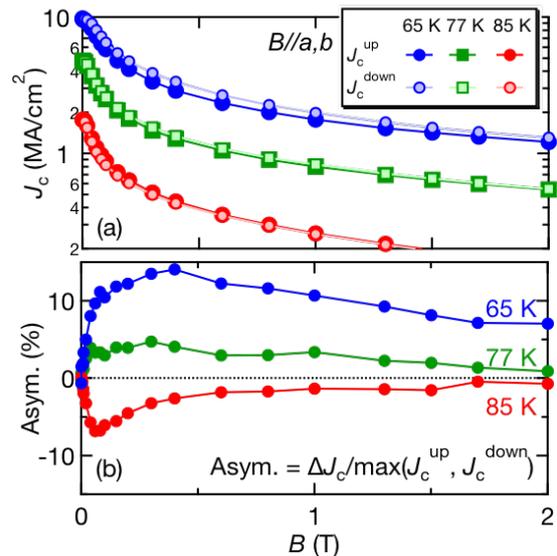


Fig. 1 Field dependences of (a) J_c and (b) asymmetricity of J_c in BaHfO₃-doped SmBa₂Cu₃O_y films at 65, 77, and 85 K.

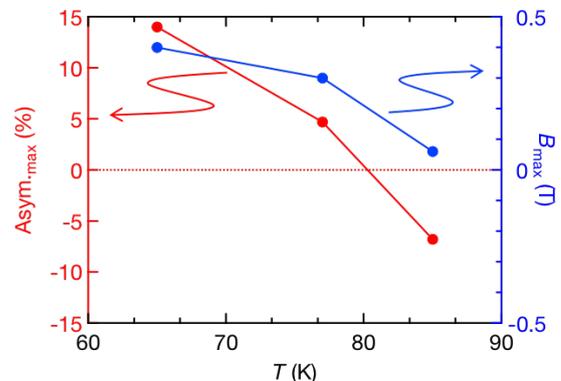


Fig. 2 Temperature dependence of maximum asymmetricity of J_c and maximum field in BaHfO₃-doped SmBa₂Cu₃O_y films.

謝辞

本研究の一部は、産総研と名大の共同研究に基づくアライアンス事業の一環として実施した。また、科学研究費補助金(16K20898, 15H04252, 15K14301, 15K14302)JST-ALCA からの助成を受けて実施した。

参考文献

- [1] X. G. Jiang *et al.*, Phys. Rev. B **49** (1994) 9244.
[2] S. A. Harrington *et al.*, Appl. Phys. Lett. **95** (2009) 022518.