

BaHfO₃ ナノロッドを導入した SmBa₂Cu₃O_y 超伝導薄膜における高温磁束ピンニング Flux Pinning at High Temperatures in BaHfO₃-doped SmBa₂Cu₃O_y Superconducting Films

¹名大、²九工大 ○土屋雄司¹、木内勝²、一野祐亮¹、吉田隆¹

¹Nagoya Univ., ²Kyutech ○Yuji Tsuchiya¹, Masaru Kiuchi², Yusuke Ichino¹, Yutaka Yoshida¹

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

1. はじめに

REBa₂Cu₃O_y (REBCO、RE = Y と希土類元素) 高温超伝導薄膜は、高い転移温度 T_c をもち、次世代電力機器への応用が期待される。一方、それらの液体窒素温度における臨界電流密度 J_c は、磁場中では大きく減少する。これに対し、人工ピンニングセンター (APC) の導入が有効である。BaMO₃ (BMO、M = 金属) ペロブスカイト型酸化物常伝導体は、気相成長法で成膜した REBCO 薄膜に添加することで自己組織化によりナノメートルスケールの 1 次元相関 APC (ナノロッド) を形成する。我々は、IBAD-MgO 基板上的 BaHfO₃ (BHO) 添加 SmBCO 薄膜において、77 K で c 軸方向に磁場を印可したとき巨視的磁束ピンニング密度 $F_p = 32 \text{ GN/m}^3$ と高い値を報告している[1]。

本研究では、上記の BHO 添加 SmBCO 薄膜における高温での高い F_p の起源を明らかにするため、磁化緩和測定から高温磁束ピンニングについて調べた。

2. 実験方法

パルスレーザー蒸着法を用いて、CeO₂ 中間層付き IBAD-MgO 基板の上に 250 nm 程度の膜厚の BHO を添加した SmBCO 薄膜を作製した。BHO の添加量は、交換ターゲット法により 0vol% から 3.8vol% まで制御した。作製した薄膜を、幅 100 μm 、長さ 1 mm 程度のブリッジ形状に加工し、四端子法によって電界基準 1 $\mu\text{m}/\text{cm}$ に対する輸送 J_c の磁場・温度依存性を測定した。また、作製した薄膜に対して、SQUID 磁束計を用いた磁場中磁化緩和を測定し、見かけ上のピンニングポテンシャル U_0^* を見積った。全ての測定で磁場は c 軸方向に印可した。走査型透過電子顕微鏡により、薄膜内の微細構造を観察した。

3. 実験結果

Fig. 1(a) に無添加および 3.8vol% BHO 添加 SmBCO 薄膜の 65 K および 77 K における輸送 J_c の磁場依存性を示す。BHO 添加薄膜は、77 K において 32 GN/m^3 、65 K において 115 GN/m^3 と、無添加薄膜より 4 倍以上高い F_p を示した。また、TEM 観察から BHO ナノロッド密度はマッチング磁場 5.6 T に相当し、 F_p が最大となる磁場とほぼ一致した。

Fig. 1(b) に、無添加および 3.8vol% BHO 添加 SmBCO 薄膜の 65 K および 77 K における U_0^* の磁

場依存性を示す。無添加薄膜では U_0^* は磁場に対し急激に減少した。一方、BHO 添加薄膜では、 U_0^* は変化せず、単一磁束ピンニングが示唆された。本講演では、磁場印可角度依存性とともな BHO 添加 SmBCO 薄膜の高温磁束ピンニングについて詳細に議論する予定である。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(16K20898, 16H04512, 15H04252, 15K14301, 15K14302)、JST-ALCA、名大-産総研アライアンス事業からの助成を受けて実施した。IBAD-MgO 基板は産総研和泉輝郎博士から提供を受けた。

参考文献

- [1] Y. Yoshida *et al.*, ASC2017, 2MOr1C-04. Y. Tsuchiya *et al.*, 1st ICMC-CSSJ, 14aAC-7.

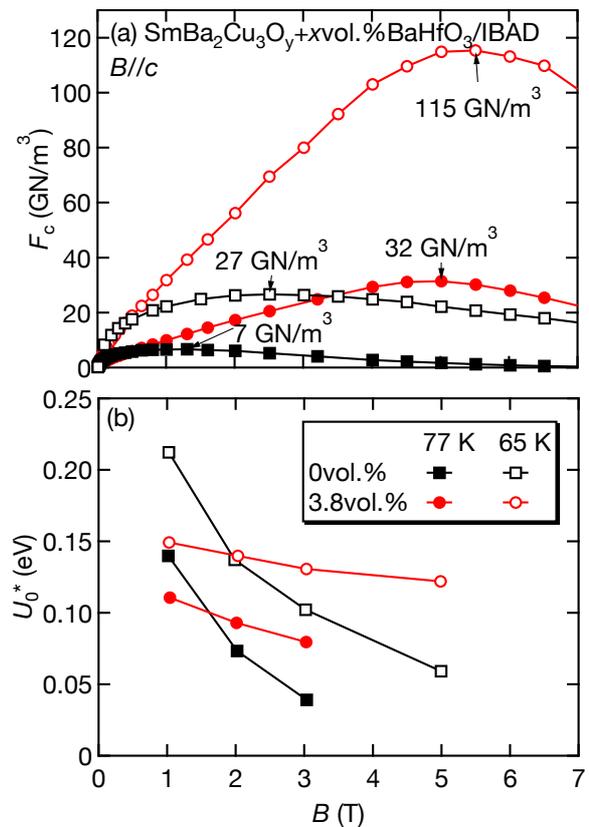


Fig. 1 Field dependence of (a) the transport critical current density and (b) apparent pinning potential in the pure and the BaHfO₃-doped SmBa₂Cu₃O_y films at 65 K and 77 K.