

粒界電流特性に対する BaHfO₃ ナノロッドの磁束ピンニング効果 Flux Pinning Effect of BaHfO₃ Nanorods for the Transport Property at the Grain Boundaries

名大工¹, 電中研², 九工大³, 東北大⁴, ^{○(D)}鶴田 彰宏¹, 一野 祐亮¹,

吉田 隆¹, 渡邊 俊哉¹, 一瀬 中², 堀出 朋哉³, 松本 要³, 淡路 智⁴

Nagoya Univ.¹, CRIEPI², Kyushu Inst. Tech.³, Tohoku Univ.⁴, ^{○(D)}Akihiro Tsuruta¹, Yusuke Ichino¹, Yutaka Yoshida¹,

Shunya Watanabe¹, Ataru Ichinose², Tomoya Horide³, Kaname Matsumoto³, Satoshi Awaji⁴

E-mail: tsuruta-akihiro11@ees.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

我々の研究グループでは、[001]チルト粒界(5°)のバイクリスタル LSAT 基板上に作製した BaHfO₃(BHO)添加 SmBa₂Cu₃O_y(SmBCO)薄膜の粒界電流特性評価から、人工粒界で臨界電流が制限されている磁場領域内において、ナノロッドの磁束ピンニングに起因すると考えられる J_c 向上が観察されたことを報告した^[1]。その原因としては、人工粒界に生じた Abrikosov-Josephson (AJ) vortex に対して、ナノロッドのピンニング力が働いている可能性が考えられるが、明らかではない。

そこで本研究では、BHO 添加 SmBCO 薄膜における粒界電流特性向上の原因を明らかにすることを目的として、粒界傾角角度の異なる LSAT バイクリスタル基板上に BHO 添加 SmBCO 薄膜を作製し、その超伝導特性を比較検討した。

2. 実験方法

BHO 添加 SmBCO 薄膜及び無添加 SmBCO 薄膜は PLD 法を用いて、[001]チルト粒界(5°, 10°)の LSAT バイクリスタル基板上に作製した。BHO の添加方法にはターゲット交換法を用いた。作製した薄膜の結晶性、配向性を X 線回析法(XRD)、超伝導特性を直流四端子法で測定した。

3. 実験結果及び考察

粒界傾角 5°基板上に作製した無添加 SmBCO 薄膜と、粒界傾角 5°及び 10°の基板上に作製した BHO 添加 SmBCO 薄膜の T_cは、それぞれ 92.7、90.7 及び 87.8 K であり、BHO 添加の有無や基板の違いから T_cが大きく異なっていたため、電流特性の議論は T/T_c=0.845 に温度を統一して行った。

Fig. 1 に粒界傾角 5°の基板上に作製した無添加 SmBCO 薄膜及び、粒界傾角 5°と 10°の基板上に作製した BHO 添加 SmBCO 薄膜の T/T_c=0.845、B//c における J_c の磁場依存性を示す。BHO 添加 SmBCO 薄膜の場合どちらの薄膜においても、1.0 T までの低磁場領域にプラトーが観察された。プラトーはナノロッドが導入された REBa₂Cu₃O_y 薄膜の特徴的な挙動であり、無添加 SmBCO 薄膜では観察されていないことから、BHO ナノロッドの磁束ピンニングにより生じたと考えられる。

次に T/T_c=0.845、B//c における、各薄膜の界面抵抗 (R_nA) の磁場依存性を示す(Fig. 2)。粒界傾角 5°の場合は 6 T、10°の場合は 9 T までの磁場領域で界面抵抗が磁場に依存せず一定であり、臨界電流が人工粒界で制限されていることが確認された。したがって、プラトーが観察された 1 T 付近では、人工粒界の J_c 特性が支配的である

と考えられる。

粒界を挟む J_c-B 特性にナノロッドのピンニング効果が表れた原因としては、粒界電流特性が向上することで、粒内の J_c-B 特性が観察された可能性と、粒界に存在する AJ vortex に対し、ナノロッドのピンニングが働いた粒界の J_c-B 特性そのものが観察されている可能性が考えられる。

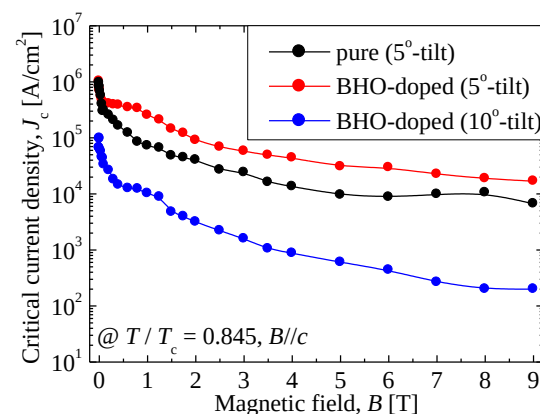


Fig. 1 Magnetic field dependence of J_c for the pure and BHO-doped SmBCO films deposited on 5° and 10°-tilt bicrystal LSAT substrate at T/T_c=0.845 in B//c.

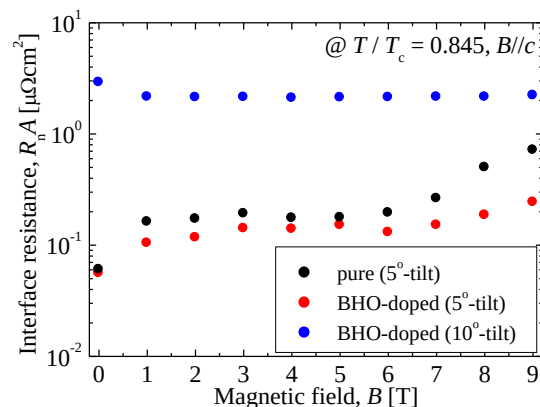


Fig. 2 Magnetic field dependence of R_nA for the pure and BHO-doped SmBCO films deposited on 5° and 10°-tilt bicrystal LSAT substrate at T/T_c=0.845 in B//c.

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(20686065, 19676005, 25289358)及び特別研究員奨励費(25002829)の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- [1] 鶴田 彰宏 等: 第 88 回 2013 年度秋季低温工学・超電導学会 講演概要集 2D-a05 p.122