

バイクリスタル $\text{SmBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 薄膜における低温強磁場中の粒界磁束ピンニング特性

Flux Pinning at Grain-Boundaries at High Fields and Low Temperatures
in Bicrystalline $\text{SmBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ Superconducting Films

○土屋 雄司¹、秋田 純弥¹、一野 祐亮¹、岡田 達典²、淡路 智²、吉田 隆¹

(¹名大工、²東北大金研)

Yuji Tsuchiya¹, Junya Akita, Yusuke Ichino¹, Tatsunori Okada², Satoshi Awaji², and Yutaka Yoshida¹

(¹Nagoya Univ., ²Tohoku Univ.)

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

1. はじめに

$\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (REBCO、RE = 希土類元素) 高温超伝導薄膜は高い T_c をもち、次世代電力機器への応用が期待される。一方、その臨界電流密度 J_c は、不整合結晶粒界で著しく低下する[1]。近年、REBCO 線材の超伝導マグネット応用は、低温強磁場運転が想定されているが、REBCO 薄膜の結晶粒界における低温強磁場中の J_c 特性についての報告は少ない。

そこで本研究では、バイクリスタル基板を用いて様々な不整合角度を持つ REBCO 薄膜を作製し、低温強磁場中での粒界 J_c 特性を測定し、粒界における磁束ピンニング特性を明らかにした。

2. 実験方法

パルスレーザー蒸着法を用いて[001]チルトバイクリスタル $(\text{LaAlO}_3)_{0.3}\text{-(SrAl}_{0.5}\text{Ta}_{0.5}\text{O}_3)_{0.7}$ (LSAT) 基板上に膜厚約 200 nm の $\text{SmBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (SmBCO) 薄膜を成膜した。バイクリスタル基板の結晶不整合角度 ϕ は 0°, 5°, 10° を用いた。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圧基準 1 μV に対する J_c の磁場・温度・磁場印加角度依存性を測定した。測定は、カンタムデザイン社製 PPMS および東北大金研強磁場センターにおける 25T 無冷媒超伝導マグネットを用いて、温度は 4.2 K から 77 K まで、磁場は 24 T 以下での測定を行なった。

3. 実験結果

Fig. 1 に、バイクリスタル基板 ($\phi = 5^\circ$) および単結晶基板 ($\phi = 0^\circ$) 上に作製した SmBCO 薄膜における各温度での J_c の磁場依存性を示す。全ての温度において、低磁場では粒界 $J_c <$ 粒内 J_c であった。一方、矢印で示す高磁場では粒界 $J_c \geq$ 粒内 J_c であった。

Fig. 2 に、粒内と粒界 J_c ($\phi = 5^\circ$) の比の温度磁場マップを示す。60 K 以下、13T 以上の磁場温度領域において、粒界 $J_c \geq$ 粒内 J_c であることがわかった。

低温強磁場中粒界 J_c は、粒内転位による磁束ピンニングにより増強されたと考えられる。粒界 ($\phi = 5^\circ$) での転位密度および Abrikosov-Josephson 磁束の臨界磁場の見積り[2]から、転位によるピンニングは、20 K 以下・30 T 以下で有効だと見積もられた。

当日は、磁場印加角度依存性、様々な不整合角度を持つ試料の特性について報告する予定である。

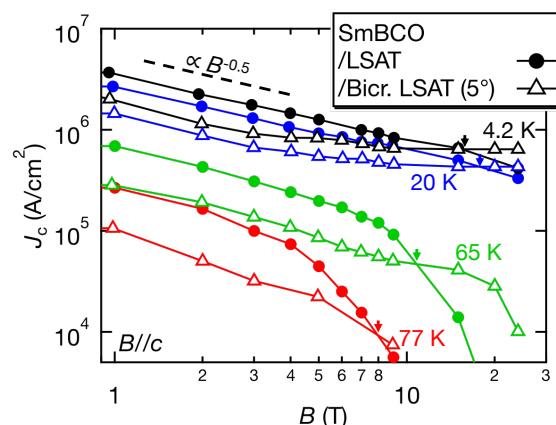


Fig. 1 Field dependences of J_c in $\text{SmBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ films grown on single and bicrystal substrates at 4.2, 20, 65, and 77 K.

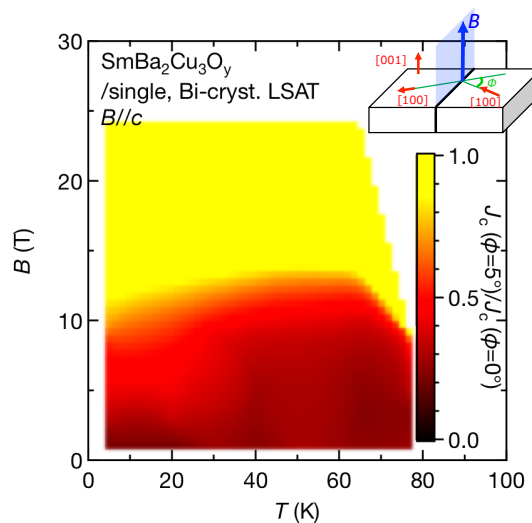


Fig. 2 Temperature and field mapping of ratio between intra- and inter-grain J_c in SmBCO films.

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(16K20898, 15H04252, 15K14301, 15K14302)、東北大強磁場共同研究(17H0030)、JST-ALCA からの助成を受けて実施した。

参考文献

- [1] D. Dimos *et al.*, Phys. Rev. Lett. **61**, 219 (1988).
- [2] A. Gurevich *et al.*, Phys. Rev. Lett. **88**, 969 (2000).