

低温成膜により制御した BaHfO₃ ナノロッドを有する SmBa₂Cu₃O_y 超伝導薄膜の J_c 特性

J_c performance for SmBa₂Cu₃O_y superconducting films
with BaHfO₃ nano-rods controlled by low-temperature growth

三浦 峻¹, ○一野 祐亮¹, 徐 千語¹, 吉田 隆¹, 一瀬 中², 淡路 智³, 松本 要⁴
(名大院工¹, 電中研², 東北大金研³, 九工大⁴)

S. Miura¹, ○Y. Ichino¹, Q. Xu¹, Y. Yoshida¹, A. Ichinose², S. Awaji³, K. Matsumoto⁴

(Nagoya Univ.¹, CRIEPI², IMR, Tohoku Univ.³, Kyushu Inst. Technol.⁴)

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

1. はじめに

近年、REBa₂Cu₃O_y (REBCO)超伝導線材は強磁場発生コイルへの応用が期待されており、そのターゲットとなる磁場温度領域は2 T以上及び4.2-50 Kである[1]。そこで本研究では、それらの磁場温度領域における REBCO 薄膜の臨界電流特性の向上を目的とし、低温成膜法を用いて薄膜作製時の成膜基板温度(T_s)を通常より低下させることで、SmBCO 超伝導薄膜内の BaHfO₃ (BHO)の形態を制御した。本発表では、異なる T_s で作製した BHO 添加 SmBCO 薄膜の結果と併せて臨界電流特性に関して報告する[2]。

2. 実験方法

SmBCO と BHO の2つのターゲットを使用し、KrF エキシマレーザーを用いたパルスレーザー蒸着法により LaAlO₃ 単結晶基板上に BHO 添加 SmBCO 薄膜を作製した。成膜手法として低温成膜(LTG)手法を用いた。まず $T_s = 870^\circ\text{C}$ で SmBCO のみのシード層を膜厚約 30 nm 作製し、その上に $T_s = 720^\circ\text{C}$ で 3.0 vol.% BHO 添加 SmBCO アッパー層を膜厚約 220 nm 作製した。

3. 結果及び考察

図1に $T_s = 720^\circ\text{C}$ 試料の(a) 断面 TEM 観察像及び(b) 平面 TEM 観察像を示す。断面 TEM 像から BHO ナノロッドは短く切れ、傾いて成長していることが分かった。また平面 TEM 観察から、Fireworks 構造になっていることを確認した。BHO ナノロッドの直径と数密度はそれぞれ 4 ± 1 nm 及び $(3.1 \pm 0.1) \times 10^3 \mu\text{m}^{-2}$ であった。

図2に $T_s = 720$ - 940°C で作製した 3.0-3.7 vol.% BHO 添加 SmBCO 薄膜及び無添加 SmBCO 薄膜の測定温度 40 K、印加磁場 3 T における臨界電流密度(J_c)の磁場印加角度依存性を示す。 $T_s = 720^\circ\text{C}$ 試料は無添加 SmBCO 薄膜と比較して、全角度で J_c が向上した。比較試料の中で、 $T_s = 720^\circ\text{C}$ 試料の J_c の最小値が最も高く、その値は 6.4 MA/cm^2 であった。 T_s が低いほどナノロッドの傾き角度が大きくなる傾向にあ

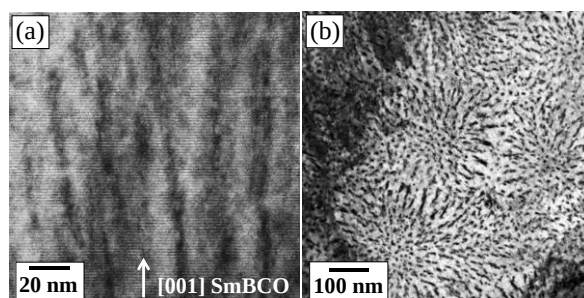


Fig. 1 (a) a cross-sectional TEM image and (b) a plan-view TEM image of the 3.0 vol. % BHO-doped SmBCO film fabricated at a low substrate temperature of

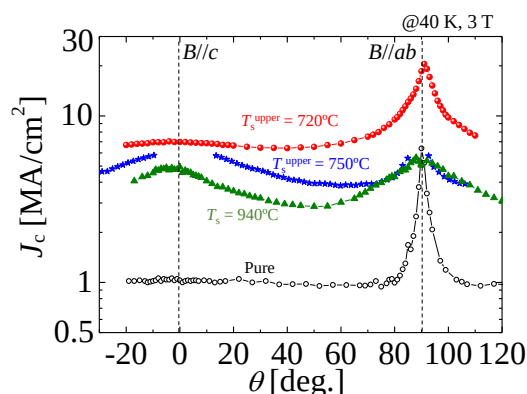


Fig. 2 Magnetic-field angular dependence of the J_c of the SmBCO films at 40 K, under an applied field of 3 T.

り、かつ短く切れた BHO ナノロッドが様々な方向の磁束をピンニングしたため、全ての磁場印加角度に対して J_c が向上したと考えられる。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(23226014, 25289358, 15K14301, 15K14302、16H04512)、JST-ALCA、及び特別研究員奨励費(16J02416)の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- [1] V. Selvamanickam et al.: Appl. Phys. Lett., 106 (2015) 032601
- [2] S. Miura et al.: APL Mater. 4 (2016) 016102