

成膜基板温度及び添加量を変化させた BaHfO₃ 添加 LTG-SmBa₂Cu₃O_y 薄膜の微細構造観察

Microstructures of BaHfO₃-doped LTG-SmBa₂Cu₃O_y films

fabricated at various temperatures and BHO-doping levels

名大工¹, 九工大², 電中研³, 東北大金研⁴, °三浦 峻¹, 吉田 隆¹,

一野 祐亮¹, 松本 要², 一瀬 中³, 淡路 智⁴

Nagoya Univ.¹, Kyushu Inst. Tech.², CRIEPI³, IMR, Tohoku Univ.⁴, °Shun Miura¹, Yutaka Yoshida¹,

Yusuke Ichino¹, Kaname Matsumoto², Ataru Ichinose³, Satoshi Awaji⁴

E-mail: miura-syun12@ees.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

気相蒸着法で作製された REBa₂Cu₃O_y(REBCO)超伝導薄膜内に Ba を含んだペロブスカイト構造を有する不純物材料を微量添加すると、薄膜内で自己組織化しナノロッドを形成する。さらにこのナノロッドの形状、密度及びサイズは成膜条件によって制御可能である。成膜基板温度を低温にすることでナノロッドは細く高密度に、さらに成長方向が基板表面の法線方向に対して傾斜して成長することをこれまで報告してきた^[1]。そこで本研究では、成膜基板温度に加え、BaHfO₃ 添加量に対するナノロッドの成長方向と表面形状の変化に着目した。

1. 実験方法

SmBCO と BaHfO₃ 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 pulsed laser deposition (PLD) 法により LaAlO₃(LAO) 単結晶基板上に BHO 添加 SmBCO 薄膜を作製した。また成膜方法として我々がこれまでに開発してきた低温成膜法を用いた。手順としては、まず基板温度(T_s)850°C で SmBCO のみの seed layer を膜厚約 50 nm 作製し、その上に $T_s^{\text{upper}} = 750, 840$ °C で 2.7, 3.7, 5.5, 8.2 vol.% BHO 添加 SmBCO upper layer を膜厚約 300 - 400 nm 作製した。BHO の導入方法としてはターゲット交換法を用いた。

2. 実験結果及び考察

異なる成膜温度 T_s^{upper} の薄膜を比較する。Fig. 1(a) $T_s^{\text{upper}} = 840$ °C、(b) $T_s^{\text{upper}} = 750$ °C で作製した 2.7 vol.% BHO 添加 SmBCO 薄膜の断面 TEM 像を示す。 T_s^{upper} が低温になることでナノロッドは細く高密度に、さらに基板表面法線に対して成長角度が様々な方向に傾いていることがわかる。この Fig. 1(b) のナノロッドは Fireworks 構造であることを平面 TEM 像から確認した。さらに Fireworks 構造の直径と表面 DFM 像から見積もられる SmBCO 結晶粒の直径が同程度であることから、Fig. 2 のように母相の結晶粒内において Fireworks 構造をしていると推察した^[1]。Fig. 2 から、結晶粒の中心部に位置するナノロッドは、基板表面法線と成長方向が一致するが、中心部から遠ざかると、傾斜すると予想される。

次に、 $T_s^{\text{upper}} = 750$ °C 一定で、異なる BHO 添加量の薄膜を比較する。基板表面法線方向を 0°としたときのナノロッドの傾きの平均値は、断面 TEM 観察から 2.7 vol.% BHO 添加試料では 7.4°であり、3.7 vol.% BHO 添加試料では 6.3°であることを確認した。BHO 添加量が

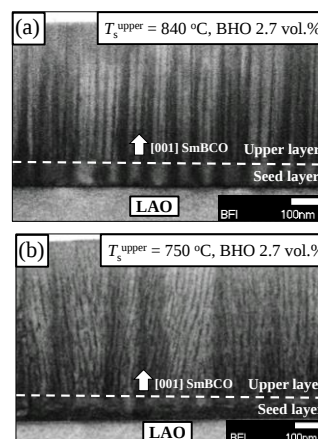


Fig. 1 cross-sectional TEM images of 2.7 vol.% BHO-doped SmBCO films fabricated at (a) $T_s^{\text{upper}} = 840$ °C, (b) $T_s^{\text{upper}} = 750$ °C.

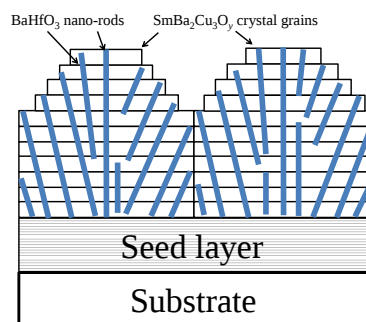


Fig. 2 Schematic illustration of the relationship between the SmBCO crystal grains and morphologies of the BHO nano-rods in a BHO-doped SmBCO film fabricated at low substrate temperature.

増加することで、ナノロッドの傾きは抑えられた。当日は、さらに 5.5 vol.%、8.2 vol.% BHO 添加薄膜の断面 TEM 観察を行い、ナノロッドの成長方向を調べるとともに、ナノロッドが傾斜するメカニズムに関して考察する。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(19676005, 23226014 及び 25289358)からの助成を受けて実施したものである。

参考文献

[1] 三浦ら: 第 87 回低温工学・超電導学会講演概要集, 1D-p06