

Vapor-Liquid-Solid 成長法を用いて作製した SmBa₂Cu₃O_y 線材への BaHfO₃ 人工ピンニングセンターの導入 Introduction of BaHfO₃ as Artificial Pinning Centers into SmBa₂Cu₃O_y Coated Conductors Fabricated in Vapor-Liquid-Solid Growth Mode

名大工¹, 電中研² °田尻 修也¹, 一野 祐亮¹, 土屋 雄司¹, 一瀬 中², 吉田 隆¹

Nagoya Univ.¹, CRIEPI²

°Shuya Tajiri¹, Yusuke Ichino¹, Yuji Tsuchiya¹, Ataru Ichinose², Yutaka Yoshida¹

E-mail: tajiri-shuya16@ees.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

REBa₂Cu₃O_y(RE123, RE = Rare Earth)高温超伝導線材を高速で高品質に作製することを目的として、気相法と液相エピタキシーを組み合わせる手法が提案されている[1]。Vapor-Liquid-Solid(VLS)成長法はその一つであり、欠陥の非常に少ない薄膜の作製を可能とする[2]。一方、VLS成長法において連続したBaMO₃(BMO, M = Zr, Sn, Hf)ナノロッドを導入した報告例はほとんどない[3, 4]。これは、金属元素Mの偏析により固液界面でBMOが成長できないためと考えられる。

また、BMOがRE123薄膜内で自己組織化し、ナノロッドを形成すると、BMOナノロッドの上部がRE123層より~10 nm程度突出することが知られている[5]。一方で、一分子層(~1.2 nm厚)以上の液体層が存在する場合、液相を介する気相成長になる。これらの特徴を利用すると、ナノロッドを導入したSolid layer上に非常に薄い液体層を設けて成膜を行うことで、液体層表面より露出したBMOは気相成長、液相に覆われたRE123はVLS成長により作製できる可能性が考えられる。

本研究では、VLS成長法においても連続したBMOナノロッドを成長させることを目的として、上記を含む様々な条件下で作製したBaHfO₃(BHO)添加VLS-Sm123薄膜の表面形状や磁場中超伝導特性を評価した。

2. 実験方法

BHO添加VLS-Sm123薄膜は、IBAD-MgO基板上にPLD法を用いて作製した。まず、CeO₂中間層上にSolid layerとして、BHO添加SmBCO薄膜を基板温度 $T_s = 900^\circ\text{C}$ 、酸素分圧 $P_{\text{O}_2} = 400$ mTorrで作製した。次に、 $P_{\text{O}_2} = 1$ Torrに変更し、Liquid layerとして基板上で融解して液相となる材料であるBa₃Cu₇O₁₀をSolid layer上に~3 nm成膜した。その後、混合ターゲットを用いてSmBCO及びBHOを供給した。このとき、液相の蒸発を考慮してBa₃Cu₇O₁₀破片をターゲット上に乗せることで液相材料を繰り返し供給した。

3. 実験結果及び考察

Fig. 1にBr-MeOHエッチングを施した無添加及びBHO添加VLS-Sm123薄膜の表面AFM像を示す。BHO添加薄膜には無数の突起が確認され、これはBHOナノロッドであると推察される。

また、Fig. 2に無添加及びBHO添加VLS-Sm123薄膜の65 K、3 Tにおける J_c - θ 曲線を示す。BHO添加試料において $B//c$ 方向のピークが確認された。これらの結果より、BHOはナノロッドを形

成したと考えられ、VLS成長法においても連続したBHOナノロッドを導入できる可能性が示唆された。

当日は、異なる添加量や液相膜厚で作製したBHO添加VLS-Sm123薄膜の超伝導特性及びBHOの形状や太さについての考察を行う。

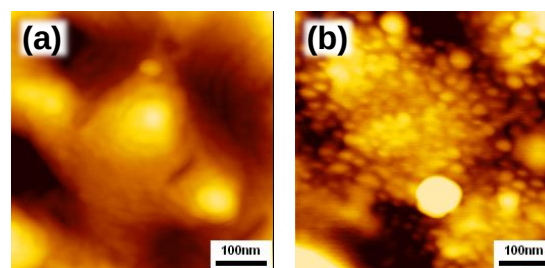


Fig. 1 AFM images of (a) pure and (b) BHO-doped VLS-Sm123 films.

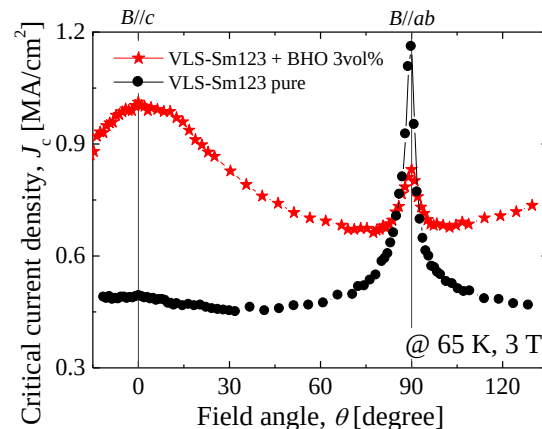


Fig. 2 Magnetic field angular dependence of J_c for pure and BHO-doped VLS-Sm123 films at 65 K, 3 T.

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(15H04252、15K14301、15K14302、16H04512、16K20898)、JST-ALCA、及び名大・産総研アライアンス事業からの助成を受けて実施したものである。

参考文献

- [1] A. Kursumovic *et al.*: Supercond. Sci. Tech. **17** (2004) 1215.
- [2] K. S. Yun *et al.*: Physica C **381** (2002) 1202.
- [3] A. Ibi *et al.*: Physica Procedia **81** (2016) 97.
- [4] Y. Yoshida *et al.*: J. Japan Inst. Met. Mater. **74** (2010) 416.
- [5] T. Horide *et al.*: Supercond. Sci. Technol. **30** (2017) 074009.