

Vapor-Liquid-Solid 成長法を用いて作製した SmBa₂Cu₃O_y 線材の厚膜化の検討

Investigation of Thickening of SmBa₂Cu₃O_y Coated Conductors

Using Vapor-Liquid-Solid Growth Technique.

名大工¹, [○]伊東 智寛¹, 土屋 雄司¹, 一野 祐亮¹, 吉田 隆¹

Nagoya Univ.¹, [○]Tomohiro Ito¹, Yuji Tsuchiya¹, Yusuke Ichino¹, Yutaka Yoshida¹

E-mail: ito.tomohiro@c.mbox.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

REBa₂Cu₃O_y (RE123, RE = Rare Earth) 高温超伝導体を広く応用するためには、線材作製コストの抑制が必要不可欠である。そこで、RE123 線材を高速かつ高品質に作製することを目的として、気相法である Pulsed Laser Deposition (PLD) 法と液相エピタキシーを組み合わせた Vapor-Liquid-Solid (VLS) 成長法と呼ばれる線材作製手法が提案されている[1]。VLS 成長法を導入することにより、高速成膜かつ結晶欠陥の非常に少ない線材の作製が可能となった[2]。

我々は、VLS 成長法を用いて SmBa₂Cu₃O_y (Sm123) 線材を作製し、成膜速度 27.5 nm/sec、膜厚 1.7 μm、臨界電流密度 (J_c) 1.67 MA/cm² という高速成膜かつ高い超伝導特性を示す線材の作製に成功した[3]。更なる I_c 向上のため、VLS-Sm123 線材の厚膜化に取り組み、結晶配向性、超伝導特性向上の検討を行った。

2. 実験方法

VLS-Sm123 線材は、IBAD-MgO 基板上に PLD 法を用いて作製した。まず、CeO₂ 中間層上に PLD 層として、Sm123 ターゲットを使用し、Sm123 薄膜を基板温度 $T_s = 870^\circ\text{C}$ 、酸素分圧 $P_{O_2} = 53\text{Pa}$ 、膜厚 200 nm で作製した。その後、液層として Ba₃Cu₇O₁₀ (BCO) ターゲットを使用し、 $T_s = 930^\circ\text{C}$ 、 $P_{O_2} = 200\text{Pa}$ 、膜厚 50 nm で作製した。最後に VLS 層として $T_s = 930^\circ\text{C}$ 、 $P_{O_2} = 200\text{Pa}$ 、膜厚 1.7 – 7.9 μm で作製した。ここで、VLS 層における原料供給には次の二通りを用いた。PLD 層と同様の Sm123 ターゲットを使用し Sm123 原料のみを供給する方法、また BCO 破片 (チップ) を乗せた Sm123 ターゲットを用いて、液相及び Sm123 原料を繰り返し供給する方法である。

試料は以下の Fig. 1 に示すように、3通りの積層構造を作製した。

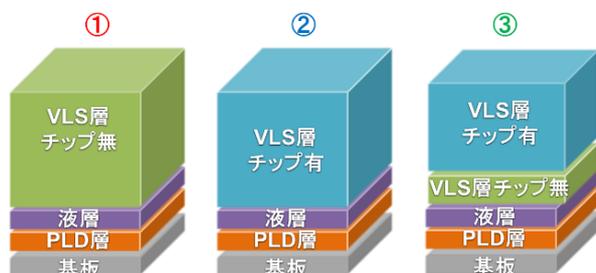


Fig.1 Schematics of three kinds of stacking architecture in our VLS-Sm123 samples.

3. 実験結果と考察

Table 1 に 3通りの方法で作製した VLS-Sm123 線材の a 軸配向粒混在率及び BaCeO₃ 混在率を示す。手法①、②において、 a 軸配向粒、BaCeO₃ がそれぞれ生成した。手法①では VLS 層成膜中に液相が枯渇したために、付着成長が始まり a 軸配向粒が増加したと考えら

れる。手法②では、液相が過剰供給になり、PLD 層が液相に溶け込むメルトバックが発生し、基板の CeO₂ が薄膜内に拡散したと考えられる。一方、手法③においては、付着成長、メルトバックを防ぐことができ、 a 軸配向粒及び BaCeO₃ の生成を抑えることができた。

Table1 XRD intensity ratios of a -axis oriented grains and BaCeO₃ to Sm123 phase in the three samples.

	①	②	③
a 軸配向粒混在率	32.8 %	0 %	0 %
BaCeO ₃ 混在率	0 %	4.1 %	0 %

次に、③の手法において膜厚 7.9 μm までの線材作製を行った。Fig. 2 は、厚膜化による結晶配向性の変化を PLD 法、VLS 成長法と比較したグラフである。PLD 法は厚膜化につれ a 軸配向粒が増加しているのに対し、VLS 成長法は a 軸配向粒が生成されなかった。また、Sm123(006)面の半値幅(FWHM)は膜厚増加に伴い減少することが確認された。以上のことから、VLS 成長法は厚膜化をしても高い配向性を示す線材の作製が可能であることが明らかになった。

当日は、厚膜化を行った Sm123 線材の超伝導特性について発表を行う予定である。

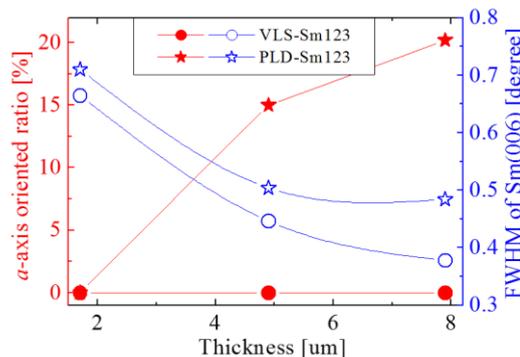


Fig.2 Thickness of Sm123 dependence of XRD intensity ratio of a -axis oriented grains and FWHM of Sm123 reflection and those of VLS thick films are compared with those of PLD thick films.

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金 (16H04512, 16K20898)、JST-ALCA から助成を受けて実施したものである。また、IBAD-MgO テープに関して、産総研和泉輝郎氏、衣斐顕氏および町敬人氏の御協力を得た。

参考文献

- [1] A. Kursumovic *et al.*: Supercond. Sci Technol. **17** (2004) 1215.
- [2] Y. Ichino *et al.*: J. Appl. Phys, **45** (2006) 758 – 760.
- [3] T. Ito *et al.*: The 96th CSJ Spring Meeting 2018.