

Vapor-Liquid-Solid 成長法を用いて作製した SmBa₂Cu₃O_y 線材の Ag 添加による液相安定化 Liquid phase stabilization by adding Ag to SmBa₂Cu₃O_y coated conductors fabricated by Vapor-Liquid-Solid growth technique.

○安田 健人 伊東 智寛, 土屋 雄司, 一野 祐亮, 吉田 隆(名大)
○Yasuda Kento, Ito Tomohiro, Tsuchiya Yuji, Ichino Yusuke, Yoshida Yutaka(Nagoya Univ.)
E-mail: yasuda.kento@c.mbox.nagoya-u.ac.jp

1. 研究背景

REBa₂Cu₃O_y(RE123, RE = Rare Earth)膜を超伝導線材に応用するためには、作製速度の高速化が必要とされる。しかし、一般的な手法では、成膜速度の増加に伴い a 軸相成長する。最近、我々は VLS 成長法を用いることにより、結晶配向性を良好に保ち高速成膜が可能であることを確認した。

これまでより高速な成膜を行うために VLS 成長法を用いて、酸素分圧を上げ、プルームの指向性を高めることで、成膜速度の向上を図った。しかし、高い酸素分圧では液相の融点上昇により、液相が一部固化するという課題が挙げられた。Ba₃Cu₇O₁₀(液相ターゲット)に Ag を添加することで融点を下げる可能性がある。そこで、Ag を液相に添加し作製した VLS 膜で成膜速度 27.5 nm/sec、膜厚 1.7 μ m、臨界電流密度(J_c) = 1.67 MA/cm² (77K, self-field)を達成した[*]。また、液相成長における Ag 添加による液相安定化についての報告例はあまりない。

本研究では酸素分圧・基板温度を変化させ Sm123 (VLS-Sm123)線材を作製し、液相生成条件に対する Ag 添加の有効性について検討を行った。

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 Solid layer として、Sm123 薄膜を基板温度 $T_s = 850^\circ\text{C}$ 、酸素分圧 $P_{O_2} = 53$ Pa、レーザーエネルギー密度 $E = 2.6$ J/cm² で作製した。その後、Solid layer 上に Liquid layer として Ag を 5wt % 添加した Ba₃Cu₇O₁₀ ターゲットと Ag 添加無しの Ba₃Cu₇O₁₀ ターゲットを用い、 $P_{O_2} = 53$ -200 Pa、 $T_s = 870$ - 930 $^\circ\text{C}$ 、 $E = 3.3$ J/cm² で作製した。VLS-Sm123 線材の液相生成の評価方法として X 線回折法を用いた。液相が生成していない場合、BaCuO₂ (600) 面のピークが現れるのに対し、液相が生成している場合、一度液相になった後固化することでアモルファスとなりピークがでない。以上を踏まえて、BaCuO₂ (600) 面のピークと基板のピークの強度比を評価することにより液相生成の検討を行った。

3. 実験結果及び考察

Fig. 1 に Ag 添加有無に対する liquid layer における基板温度と酸素分圧に対する BaCuO₂ 強度比の等高線図を示す。色の濃淡はピーク強度比の高低を表している。これは色が薄い領域では液相が生成しや

すい条件であることを示している。(a)と(b)を比較した場合、図右下部のピーク強度の低い領域が Ag を添加した場合の方が広いことから液相が生成し易い条件であることがわかる。

この結果から、Ag を添加し融点を下げることによって液相が生成する領域が増加し、より高い酸素分圧、すなわち高速成膜での VLS-Sm123 膜作製が可能となると考えられる。

当日は、Ag 添加量を変化させた場合の液相安定性及び超伝導特性について発表を行う予定である。

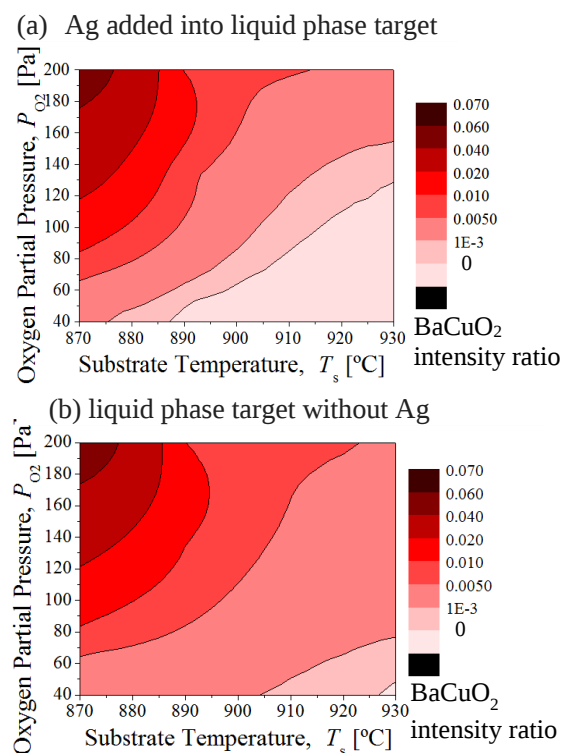


Fig.1 Contour plots of XRD peak intensity ratio of BaCuO₂ to CeO₂ on IBAD-MgO depending on substrate temperature and oxygen partial pressure. An Ag added BCO target was used in (a) and a BCO target without Ag was used in (b).

謝辞

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。研究の一部は、科学研究費補助金(16H04512,16K20898)及びJST-ALCAからの助成を受けて実施したものである。

参考文献

[*] T. Ito *et al.*: The 96th CSJ Spring Meeting 2018