

Vapor-Liquid-Solid 成長法を用いて作製した BaHfO₃ 添加 YBa₂Cu₃O_y 線材の成膜速度と磁場中超伝導特性

Deposition rate and superconducting properties in magnetic field of BaHfO₃-doped YBa₂Cu₃O_y coated conductors prepared by 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、線材作製の高速化が必要不可欠である。そこで、RE123 線材を高速・高超伝導特性で作製することを目的として、気相法であるパルスレーザー堆積(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]。この 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][3]。

しかしマグネットなどに応用するためには、磁場中特性向上のための人工ピンニングセンター(artificial pinning center: APC)導入が必要不可欠である。APC として BaHfO₃(BHO)などが挙げられるが、液相を介する VLS 成長法においては人工ピンの導入に関する報告例は少ない。最近我々はレーザー繰返し周波数 20 Hz の条件において BHO ナノロッド導入に成功した[4]。これらを踏まえ、本研究では 100 Hz における高速作製において VLS 成長法を用いた BHO 導入を行い、成膜速度及び磁場中特性の評価を行った。

2. 実験方法

VLS-RE123 線材は、IBAD-MgO 基板上に PLD 法を用いて作製した。Fig. 1 に示すように、三種類の積層構造を作製した。まず、(a) CeO₂ 中間層上に solid 層として、YBa₂Cu₃O_y(Y123)に BHO を 3 vol.% 添加したターゲットを使用し、Y123 + BHO 添加線材を基板温度 $T_s = 850^\circ\text{C}$ 、酸素分圧 $P_{\text{O}_2} = 53 \text{ Pa}$ 、膜厚 200 nm で作製した。その後、liquid 層として Ba₃Cu₇O₁₀ (BCO)ターゲットを使用し、 $T_s = 890^\circ\text{C}$ 、 $P_{\text{O}_2} = 200 \text{ Pa}$ 、膜厚 50 nm で作製した。最後に vapor 層として solid 層と同様のターゲットを用い $T_s = 890^\circ\text{C}$ 、 $P_{\text{O}_2} = 200 \text{ Pa}$ 、膜厚 700 nm で作製した。また、(b) solid 層 BHO 無添加 VLS-Y123、(c) solid 層及び vapor 層 BHO 無添加 VLS-Y123 線材を作製し、超伝導特性の比較、検討を行った。この際、超伝導特性は直流四端子法を用いて評価を行った。

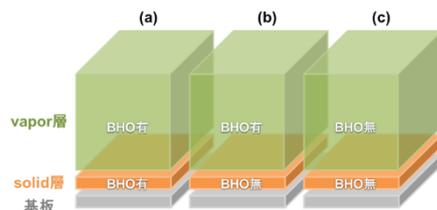


Fig. 1 Schematics of three kinds of stacking architecture

3. 実験結果と考察

(a)~(c)の3通りの構造で作製した VLS-Y123 線材のいずれの構造において $T_c \sim 89 \text{ K}$ 、成膜速度は 26.0 nm/sec を示した。また Fig. 2 にこれら VLS-Y123 線材の 77 K における $J_c - B$ 曲線及び 65 K における規格化 J_c を表している。BHO を添加した構造(a), (b), が BHO 無添加の構造(c)に比べ高磁場側における J_c が向上し

ていることを確認した。また構造(a), (c)において低温磁場中の測定を行った所、65 K における規格化 J_c は全磁場中において向上し、9 T において約 1.5 倍の差異が確認された。この結果は、BHO が APC として薄膜内に導入されたためであるが、高成膜速度及び液相を介した成長により BHO ナノロッドがどのような形状変化をもたらしたのか同定する必要がある。

当日は磁場印加角度依存性また断面 TEM 像により薄膜内に導入された BHO の形状評価について発表を行う予定である。

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。

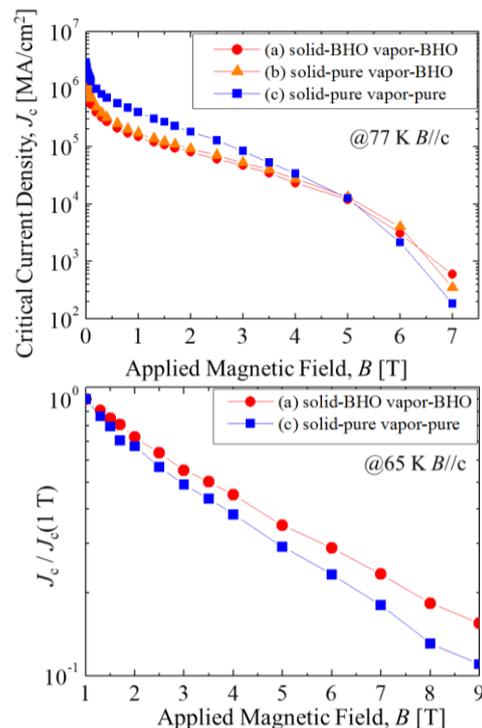


Fig. 2 Applied Magnetic Field dependence of J_c and $J_c/J_c^{s,f}$ of (a) solid-BHO vapor-BHO (b) solid-pure vapor-BHO (c) solid-pure vapor-pure coated conductors

参考文献

- [1] A. Kursumovic *et al.*: Supercond. Sci Technol. **17** (2004) 1215.
- [2] K. S. Yun *et al.*: Physica C **381** (2002) 1202.
- [3] Y. Ichino *et al.*: Jpn. Appl. Phys., **45** (2006) 758 – 760.
- [4] Y. Yoshida *et al.*: The 65th JSAP Spring Meeting 2018.