

# 異なる基板温度で製作した IBAD 金属テープ上 $\text{SmBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 線材の厚膜化の検討

## Investigation of Thickening $\text{SmBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ Superconductors on IBAD-MgO Metal Tapes with Tuned Substrate Temperature

名大工<sup>1</sup>, ISTECSRL<sup>2</sup>, 徐千語<sup>1</sup>, 三浦峻<sup>1</sup>, 一野祐亮<sup>1</sup>, 吉田隆<sup>1</sup>, 衣斐 颯<sup>2</sup>, 和泉 輝郎<sup>2</sup>

Nagoya Univ.<sup>1</sup>, ISTECSRL<sup>2</sup>, 徐千語<sup>1</sup>, Shun Miura<sup>1</sup>, Yusuke Ichino<sup>1</sup>, Yutaka Yoshida<sup>1</sup>,

Akira Ibi<sup>2</sup>, Teruo Izumi<sup>2</sup>

E-mail: jo-sengo15@ees.nagoya-u.ac.jp

### 1. はじめに

$\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  (REBCO) 酸化物超伝導体は高い臨界温度及び優れた磁場中超伝導特性を持ち、超伝導リニア、MRI などへの応用が期待されており、高い臨界電流 ( $I_c$ ) を有する REBCO 線材が必要である。超伝導膜の厚さを増大させることは、 $I_c$  向上に有効である。

膜厚の増加と共に、成膜時における REBCO の表面温度が低下し、Cu 系酸化物及び  $a$  軸配向相などの異相が生成することが知られている。その異相により表面が荒れ、さらに析出物が増え、最終的には Dead Layer となり、超伝導膜の  $I_c$  が飽和する[1]。本研究では、その Dead Layer の生成を抑制し、77 K 下における自己磁場下臨界電流 ( $I_c^{\text{self}}$ ) がより高い厚膜を製作することを目的として、成膜中の成長温度を変化させることで、膜内の析出物の生成を抑制するプロセスの探索を行った。

### 2. 実験方法

$\text{SmBCO}$  ターゲットを使い、KrF エキシマレーザーで PLD (Pulsed Laser Deposition) 法により成膜した。成膜基板としては IBAD-MgO 基板 ( $\Delta\phi = 2.22^\circ$ ) を用い、成膜手法として通常の PLD 法に加えて、HTG (High Temperature Growth) 法と LTG (Low Temperature Growth) 法も用いた。HTG 法の成膜手順は、まず成膜基板温度 ( $T_s$ )  $810^\circ\text{C}$  でシード層を基板上に製作し、その上により高い  $T_s$  ( $860^\circ\text{C}$ ) でアップパー層を製作した。LTG 法の成膜手順は、シード層  $810^\circ\text{C}$ 、アップパー層  $750^\circ\text{C}$  で成膜した。また、通常の PLD 法では、 $810^\circ\text{C}$  及び  $860^\circ\text{C}$  で成膜した。

### 3. 実験結果及び考察

図 1 に、PLD 薄膜、LTG 薄膜、及び HTG 薄膜の自己磁場中臨界電流 ( $I_c^{\text{self}}$ ) の成膜時間依存性を示す。

PLD ( $T_s = 810^\circ\text{C}$ ) 薄膜及び LTG 薄膜は、膜厚が約  $375\text{ nm}$  以上成長すると、 $I_c^{\text{self}}$  が低下した。これは膜厚が  $375\text{ nm}$  以上の薄膜表面で Dead Layer が生成した為だと考えられる。

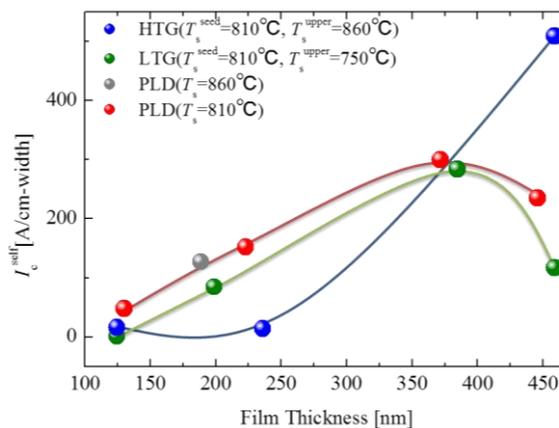


Fig 1. Critical current on self-field per cm-width as a function of film thickness of samples made by each deposition technique (PLD, LTG, HTG)

一方、HTG 薄膜は、膜厚が  $450\text{ nm}$  まで成膜しても、 $I_c$  値は飽和することなく向上した。また、 $T_s = 860^\circ\text{C}$  の PLD 法による厚膜は製作中であり、その  $I_c^{\text{self}}$  結果は、検討中である。

ここまでの実験結果から、厚膜化には HTG 法が有効である可能性が示された。今後、より高い  $T_s$  の PLD 法も検討しつつ、最適なプロセスを探索する予定である。また、膜厚を増加するために、 $I_c$  が飽和する直前の膜厚で  $T_s$  を上げ積層することも試みる。それら結果は、当日に発表する予定である。

### 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(23226014, 25289358, 15H04252, 15K14301 及び 15K14302)からの助成、及び高温超伝導コイル基盤技術開発プロジェクトの一環として経済産業省の委託、及びイットリウム系超伝導電力機器技術研究開発の一環として NEDO の委託により実施したものである。

### 参考文献

[1] S. Sievers, F. Mattheis, H. U. Krebs, and H. C. Freyhardt: J. Appl. Phys **78** (1995) 5545.