

100Hz/PLD 法による BaHfO₃ 添加 GdBa₂Cu₃O_x 線材の作製 Preparation of BaHfO₃ doped GdBa₂Cu₃O_x thin films by 100 Hz / PLD on IBAD substrate

九工大工¹, 名古屋大², 東北大³, °(M2)尾方 直也¹, ジャー・アロク¹,
堀出 朋哉¹, 松本 要¹, 吉田 隆², 淡路 智³

Kyushu Institute of Technology¹, Nagoya Univ.², Tohoku Univ.³, °(M2)Naoya Ogata¹,
Jah Alok¹, Tomoya Horide¹, Kaname Matsumoto¹, Yutaka Yoshida², Satoshi Awaji³
E-mail: q347806n@mail.kyutech.jp

I. Introduction

REBa₂Cu₃O_x(REBCO; RE=Y, Gd, Sm, etc)などの高温超伝導線材は、近年の技術発展により長尺化、高臨界電流密度(J_c)化、高強度化などが向上し工業的にも応用され始めている。これらの線材には人工ピン導入によって高磁場中での J_c の向上が期待でき、成膜温度、組成、人工ピンの種類などを変え様々な研究がなされている。

その中でも、GdBa₂Cu₃O_x (GdBCO)薄膜は T_c も高く、内部に格子欠陥が存在すると、これらがピンニングセンターとして働くため磁場中において YBa₂Cu₃O_x(YBCO)より高い J_c を示すことが報告されている。また、現在ではGdBCO 薄膜の磁場中の J_c 特性をさらに向上させるために、人工ピン(APC)を導入し、電流を流した際に発生する量子化磁束をピン止めする技術が研究されている。人工ピンとして有効な材料に BaMO₃(BMO, M: Sr, Hf, Zr)があり、GdBCO 薄膜に BaHfO₃(BHO)を添加した試料において、膜厚に対する磁場中 J_c の低下が少ないことが報告されており、応用に向けての研究が盛んに行われている。

本研究では、コーテッドコンダクターへの展開を想定して、GdBCO + BHO の特性を向上させることを目的として、成膜温度、BHO 添加量、周波数依存性についての検討、及び線材の試作について報告する。

II. Experimental

本研究では PLD 法を用いて超伝導薄膜を作製した。ターゲットは Pure GdBCO、基板は同じ配向性を有する IBAD 基板、成膜温度は 860~910°C、酸素分圧は 300 mTorr、ターゲット基板間距離は 60 mm、レーザーの繰り返し周波数は 10~100 Hz で行った。また、予備実験として、ターゲット交換法により GdBCO + BHO/LAO 短尺試料を作製し、BHO の最適な添加量を検討した。その後、Reel-to-Reel システムにより IBAD 基板上に BHO の添加量を 3.0~5.0 vol.% の間で制御し GdBCO 薄膜を短尺試料として作製し、最終的には 0.1 m の線材の試作を実施した。

超伝導薄膜の結晶構造は X 線回折 (XRD) を用いて評価した。薄膜表面は SEM を用いて観察を行った。また、磁場中超伝導特性は PPMS で直流四端子法を用いて評価した。

III. Results and Discussions

Fig. 1 に IBAD を用いた短尺試料の 77K における $B//c$ 方向に対する J_c の磁場依存性を示す。この図は Reel-to-Reel システム中で基板を動かさず IBAD 基板上に GdBCO 薄膜を作製した際の各成膜温度での J_c - B 曲線である。成膜温度が 890°C の試料が最も高い $J_c = 2.7 \text{ MA/cm}^2$ であり、 $T_c = 92.6 \text{ K}$ であった。

この条件のもと、Reel-to-Reel システムを実際に稼働し 0.1 m の線材を作製した。現在、その特性評価を進めており、結果については当日報告する。

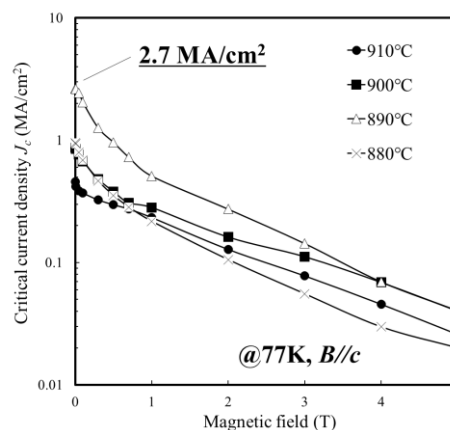


Fig. 1 Magnetic field dependence of critical current density J_c at 77K in $B//c$

References

- [1]. A. P. Drozdov, M. I. Erements, I. A. Troyan, V. Ksenofontov & S. I. Shylin, Nature (2015) 525 73-76.
- [2]. M. Nishihara: Kyushu Institute of Technology Master's Thesis. (2016)