

ターゲット交換法を用いた BaHfO₃ 添加 Nd_{1+x}Ba_{2-x}Cu₃O_y 薄膜の作製Fabrication of BaHfO₃-doped Nd_{1+x}Ba_{2-x}Cu₃O_y thin films

using Alternating Targets Method

名大工¹, 九工大², 東北大³ ○澤野 友祐¹, 吉田 隆¹, 一野 祐亮¹, 松本 要², 淡路 智³Nagoya Univ.¹, Kyushu Inst. Tech.², Tohoku Univ.³, ○Yusuke Sawano¹, Yutaka Yoshida¹,Yusuke Ichino¹, Kaname Matsumoto², Satoshi Awaji³

E-mail: sawano-yusuke12@ees.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

REBa₂Cu₃O_y(REBCO)超伝導体を強磁場マグネットとして使用するには磁場中における臨界電流密度 J_c を向上させることが必要である。REBCO の中でも NdBa₂Cu₃O_y(NdBCO)は高い臨界温度 T_c を持ち、NdBCO 薄膜に BaZrO₃を導入することで磁場中における J_c が向上することが報告されている¹⁾。また、近年では 1 次元ピンニングセンターとして BaHfO₃(BHO)ナノロッドを導入した REBCO 薄膜が優れた磁束ピンニング特性を示すことで注目されている^{2,3)}。本研究では高い T_c が期待できる NdBCO と優れた磁束ピンニングが期待できる BHO を合わせた、BHO 添加 NdBCO 薄膜を作製し超伝導特性の評価を行った。

2. 実験方法

NdBCO 薄膜は KrF エキシマレーザーを用いた PLD 法により LaAlO₃ 単結晶基板上に作製した。BHO の導入方法は NdBCO ターゲットと BHO ターゲットを交互に交換して成膜するターゲット交換法を用いた。NdBCO ターゲットと BHO ターゲットに照射するレーザーのパルス数を変化させ、本研究では BHO 添加量が 0.7 ~ 6.3 vol.% である薄膜を作製した。各薄膜の膜厚はすべて 130 nm とした。作製した薄膜の結晶性は X 線回折法(XRD)、超伝導特性は直流四端子法により評価を行った。

3. 実験結果及び考察

XRD の結果から本研究で作製した薄膜は良好な 2 軸配向をしていることを確認した。直流四端子法による電気特性の測定結果から BHO 添加 NdBCO 薄膜はすべて 2 段転移をしていることを確認した。Fig. 1 に超伝導転移のオンセット温度 T_c^{onset} とゼロ抵抗温度 T_{c0} の BHO 添加量依存性を示す。pure-NdBCO 薄膜に比べ BHO 添加 NdBCO 薄膜の T_c^{onset} の低下はわずかであるが T_{c0} は大きく低下していることが確認された。このことから、 T_{c0} が大きく低下したのは BHO 添加 NdBCO 薄膜が二段転移したためと考えられる。二段転移の原因はターゲット交換法の条件の最適化がされていないことや、BHO 構成元素が NdBCO の一部に置換するなどなんらかの影響を及ぼしている可能性が考えられるが、まだ明らかではない。今後さらに検討をする必要がある。

Fig. 2 に 77 K における各薄膜の $B//c$ 方向に対する J_c を示す。外部磁場が 6 T 以下において BHO を添加した

NdBCO 薄膜の J_c は pure-NdBCO 薄膜に比べ大きく向上した。特に、2.6 vol.% の BHO を添加した NdBCO 薄膜は 77 K の自己磁場下における J_c が 3.47 MA/cm²、巨視的ピンニング力密度の最大値(F_p^{max})が 18.1 GN/m³ であった。

今後、 J_c の磁場印可角度依存性の測定などによって BHO ナノロッドの形態や磁束ピンニング特性を詳細に検討する予定である。

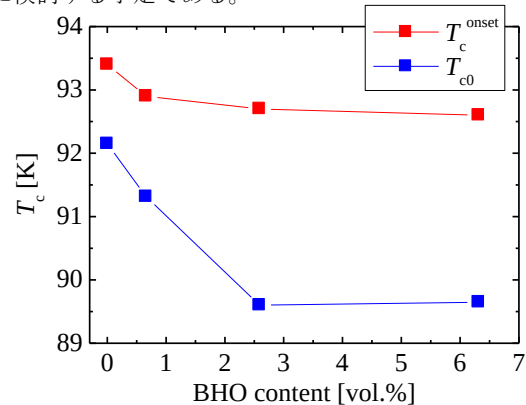


Fig. 1 The BHO content dependence of T_c^{onset} and T_{c0} for the BHO-doped NdBCO films.

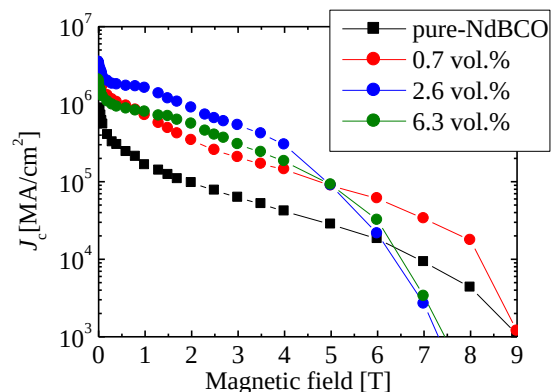


Fig. 2 The magnetic field dependence of J_c for the BHO-doped NdBCO films.

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(23226014, 19676005, 25289358)からの助成を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) S. H. Wee, et al.: Supercond. Sci. Technol. 19 (2006) 42
- 2) A. Tsuruta, et al.: IEEE Trans. Appl. Supercond. 23 (2013) 8001104
- 3) H. Tobita, et al.: Supercond. Sci. Technol. 25 (2012) 062002