BaMO₃(M=Zr, Hf)の M 元素の違いによるナノロッド及び

SmBa₂Cu₃O_y薄膜の臨界温度と格子定数への影響

Influences of M Element on BaMO₃(M=Zr, Hf) Nanorods Critical Temperature and

Lattice Constants of BaMO₃-doped SmBa₂Cu₃O_y Films

名大工 〇曽田 昇吾,鶴田 彰宏,一野 祐亮,吉田 隆

Nagoya Univ. , $\ ^\circ Shogo$ Sota, Akihiro Tsuruta, Yusuke Ichino, Yutaka Yoshida

E-mail: sota.shiyougo@a.mbox.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

気相成長法で REBa₂Cu₃O_y (REBCO, RE=Rare Earth)薄 膜を作製する時に BaMO₃(BMO, M=Zr, Sn, Hf)を添加す ると BMO がナノロッドを形成し、c 軸相関ピンとして 働くことが知られている。また、BMO 添加量や成膜時 基板温度を変化させることでナノロッドの数密度や直 径などの形状が変化することが報告されている^[1,2]。さ らに、BaHfO₃(BHO)は BaZrO₃(BZO)や BaSnO₃(BSO)に 比べ優れた超伝導特性を示すことが報告されている^[3]。 そこで本研究では、BZO と BHO を比較した際に生じ る差異の原因を明らかにすることを目的として、BZO 及び BHO の添加された REBCO 薄膜の超伝導特性と結 晶構造の変化について評価した。また REBCO 材料とし て SmBa₂Cu₃O_y(SmBCO)を用いた。

2. 実験方法

BMO 添加 SmBCO 薄膜は KrF エキシマレーザー (λ =248 nm)を用いたパルスレーザー蒸着法(PLD 法)で LaAlO₃ 基板上に作製し、BMO 添加方法にはターゲット 交換法を用いた。成膜時基板温度は BaZrO₃(BZO)添加 薄膜が 940°C、BaHfO₃(BHO)添加薄膜は 960°C である。 また、すべての試料は O₂気流中 350°C で 1.5 時間 O₂ アニールを行っている。膜厚は誘導結合プラズマ発光 分光分析装置(ICP)を用いて測定し、200~300 nm 程度で あった。結晶性評価は X 線回折法、BMO 添加量はエネ ルギー分散型 X 線分光計測器(EDX)、超伝導特性は直 流四端子法で測定した。またナノロッド数密度の測定 は、Br₂-CH₃OH エッチングを施した試料表面の原子間 力顕微鏡(AFM)像から見積もった。

3. 結果及び考察

Fig.1に BMO 添加 SmBCO 薄膜の T。及びナノロッド 数密度の BMO 添加量依存性を示す。BMO 添加量の増 加に伴いナノロッド数密度も増加しており、同程度の 添加量における数密度は、BHO に比べ BZO ナノロッド がの方が多い傾向であった。しかし、T_cは BMO 添加量 の増加に伴い減少しているが、その挙動は BZO と BHO では明らかに BZO 添加薄膜の方が T_cが低下している。 また、Fig.2にBMO添加量とナノロッド数密度からナ ノロッドが三角格子状に存在していると仮定して算出 したナノロッド側面間距離に対する SmBCO 薄膜の T_c と c 軸長の変化を示す。ナノロッド側面間距離に対す る c 軸長は、BZO 添加薄膜と BHO 添加薄膜でほぼ同様 の挙動を見せた。共にナノロッド側面間距離が 30 nm 近傍でc軸長に急激な変化が観察され、 T_c も 30 nm 近 傍からナノロッド側面間距離の減少に伴って低下して いる。c 軸長の伸長に伴い Tc が低下することが報告さ

れており^[4]、本研究においても c 軸長の伸長に伴い T_c は低下しているが、 T_c 低下の傾向が BZO と BHO は異 なり、BZO 添加薄膜は BHO 添加薄膜に比ベナノロッド 側面間距離 30 nm以下で T_c の低下が大きくなっている。 このことから c 軸長伸長以外の要因も T_c の低下に影響 を及ぼしていることが考えられる。当日は a, b 軸長等 についても考察する。



Fig. 1 BMO content dependence of T_c and nanorods density of BZO and BHO-doped SmBCO films



Fig. 2 Dependence of T_c and c-axis length of BMO-doped SmBCO films on distance between lateral surfaces of BMO nanorods

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. Awaji et al.: J. Appl. Phys. 106 (2009) 103915
- [2] T. Ozaki et al.: J. Appl. Phys. 108 (2010) 093905
- [3] H. Tobita et al.: Supercond. Sci. Technol. 25 (2012) 062002
- [4] P. Male et al.: Physica C 469 (2009) 1380-1383