シード層が $SmBa_2Cu_3O_y$ 薄膜中の $BaHfO_3$ ナノロッド形状に与える影響

Influence of seed layers on $BaHfO_3$ nanorods formation in $SmBa_2Cu_3O_y$ films

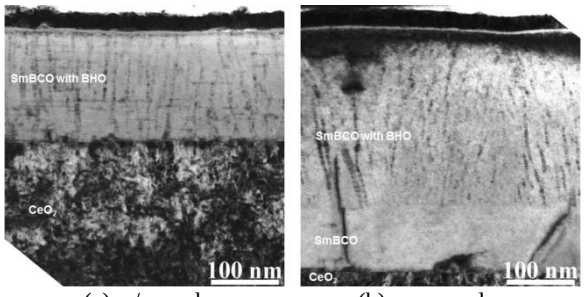
名大工 [1]，ISTEC-SRL [2]，JFCC [3]，°渡邊 俊哉 [1]，吉田 隆 [1]，一野 祐亮 [1]，
吉積 正晃 [2]，和泉 輝郎 [2]，加藤 丈晴 [3]
Nagoya Univ. [1], ISTEC-SRL. [2], JFCC [3] °S. Watanabe [1], Y. Yoshida [1], Y. Ichino [1],
M. Yoshizumi [2], T. Izumi [2], T.Kato [3]
E-mail: watanabe-syunya13@ees.nagoya-u.ac.jp

研究背景> 超伝導コート線材を様々な機器に応用するためには、磁場中での高い臨界電流密度(J_c)が必要不可欠である。シード層上に REBCO 薄膜を成膜する低温成膜法(LTG 法)は、成膜温度範囲を広げることができるため、BMO ナノロッドの数密度や太さを広範囲で制御することが可能である。これまで、我々は LTG 法を用いて $BaHfO_3$(BHO)を添加した $SmBa_2Cu_3O_y$(SmBCO)薄膜を成膜し、その超伝導特性の向上について報告してきた[1]。LTG 法を用いて製膜した SmBCO 薄膜中の BHO ナノロッドは、Fireworks 構造となり傾いて成長することが報告されている[2]。しかし、その形成機構は不明である。そこで本研究では、ナノロッドの形成においてシード層が与える影響を明らかにするために、長尺化が可能な IBAD-MgO テープ上に種々のシード層を製膜し、アッパー層内のナノロッドの形態および超伝導特性を評価した。

特色と独創的な点> BHO ナノロッドが放射状に傾いて成長する成長メカニズムについて、シード層上での核生成とその後の成長について考察した。

実験方法> KrF エキシマレーザー(波長 248 nm)を用いた PLD 法によって、IBAD-MgO テープ上に SmBCO+BHO 薄膜を成膜した。SmBCO 薄膜がエピタキシャル成長し、かつ 2 軸配向する基板温度 T_s^{seed} でシード層の製膜を行った後、基板温度 T_s^{upper} においてアッパー層の製膜を行った。T_s^{seed} と T_s^{upper} は共に、810℃とした。

研究成果> シード層には pure-SmBCO と SmBCO+BHO(1.4 vol.%)薄膜を用いた。また、アッパー層は SmBCO+BHO(1.4 vol.%)薄膜とした。以下では、PLD 法により作製した SmBCO+BHO 薄膜を(a) w/o seed、シード層に pure-SmBCO を用いた薄膜を(b) pure-seed、SmBCO+BHO を用いた薄膜を(c) SmBCO+BHO-seed とする。図 1 より、w/o seed では *c* 軸方向に平行な BHO ナノロッドが成長していることが確認された。一方、pure-seed では、BHO ナノロッドが傾いて成長していることが分かる。w/o seed と pure-seed の両方とも T_s^{upper} は統一しているため、BHO ナノロッドが傾いた理由は基板温度による影響とは考えにくく、pure-SmBCO シード層を設けたことで BHO ナノロッドが傾いたと推察できる。図 2 に各サンプルにおける J_c の磁場印加角度依存性を示す。図 2 から、w/o seed と SmBCO+BHO-seed に比べて pure-seed は、BHO が傾いて成長しているため、ほぼすべての磁場印加角度において高い J_c を得た。この結果から、SmBCO+BHO-seed は w/o seed と同様に *c* 軸方向に平行な BHO ナノロッドが形成されていると考えられる。以上より、BHO ナノロッドの形成はシード層の表面形状や配向性などの影響を受けている可能性があると考えられる。



(a) w/o seed (b) pure-seed

Figure 1 Cross sectional TEM images of the films

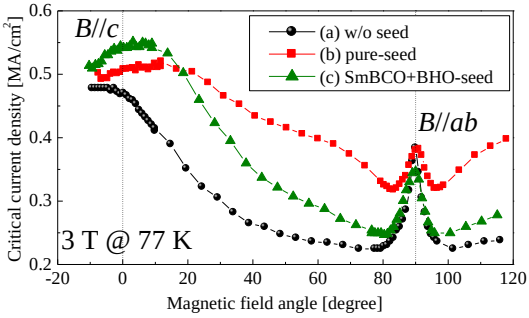


Figure 2 Magnetic field angular dependence of J_c at 77 K in 3T

参考文献> [1] 渡邊 他，第 88 回 2013 年度秋季 低温工学・超伝導学会, 2P-p09(2013)
[2] 三浦 他，第 88 回 2013 年度秋季 低温工学・超伝導学会, 2A-a04(2013)

キーワード> REBCO 超伝導体，人工ピンニングセンター(APC)，BMO ナノロッド，Fireworks 構造