パルスレーザー蒸着法の成膜条件が $SmBa_2Cu_3O_y$ 薄膜の結晶成長様式に与える影響

Effect of Deposition Conditions in Pulsed Laser Deposition Method on Crystal Growth Mode of $SmBa_2Cu_3O_y$ Thin Films

○一野 祐亮，島崎 直人，吉田 隆 （名大院工）
°Y. Ichino, N. Shimazaki, Y. Yoshida (Nagoya Univ.)
E-mail: ichino@nuee.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

パルスレーザー蒸着(PLD)法などの気相法で作製した $REBa_2Cu_3O_y$ (REBCO, RE=Y, Sm, Gd など)薄膜内で $BaMO_3$ (BMO, M=Zr, Sn, Hf など)がナノロッドなどに自己組織化する。これまで、Monte Carlo (MC) 法を用いて、成膜温度、成膜レートや BMO 添加量が自己組織化に与える影響について検討した[1]。

自己組織化は REBCO 薄膜の拡散係数などの結晶成長に関するパラメータに影響を受けるため、これらのパラメータを明らかにすることは重要である。本研究では、SmBCO 薄膜の表面形態観察から PLD 法の諸条件（基板温度 T_s、レーザー繰り返し周波数 f_L など）が結晶成長様式に与える影響について検討を行った。

2. 実験方法

SmBCO 薄膜は PLD 法を用いて $LaAlO_3$(100)基板上に作製した。T_s = 760~880ºC、f_L = 1~10 Hz、酸素分圧 400 mTorr、ターゲット-基板間距離 52.5 cm、レーザーエネルギー密度 1.7 J/cm^2 の条件を用いた。作製した薄膜の表面形状をダイナミックフォース顕微鏡(DFM)、超伝導特性を直流四端子法で評価した。

3. 結果及び考察

図 1 に、T_s = 800ºC、f_L = 5 Hz で作製した試料の DFM 像を示す。図から、この条件では二次元島状成長していることが確認された。また、二次元島に混じってスパイラル成長しているグレインも見られた。

二次元島の最上部の半径 Λ_0 は、SmBCO の拡散距離と同程度になることから、$\Lambda_0 = \pi\{D(T_s) / f_L\}^{1/2}$ の関係がある[2]。ここで $D(T_s)$は SmBCO の拡散係数である。この式と各条件における DFM 像から $D(T_s)$ を求めた結果を図 2 に示す。図から、f_L = 5 Hz の低 T_s 試料のいくつかが傾向から外れたものの、概して $D(T_s)$はアレニウスプロットに乗る熱活性型の傾向が得られた。傾きから求めた拡散の活性化エネルギーは 0.961 eV 程度であった。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 23226014、25289358、15H04252、15K14301、15K14302 及び 16H04512 の助成を受けたものである。

参考文献

[1] 一野 他、2016 年応物学会春季 21a-W834-1、2015 年応物学会秋季 15p-4A-2 など
[2] B. Dam et al., Physica C 305 (1998) 1

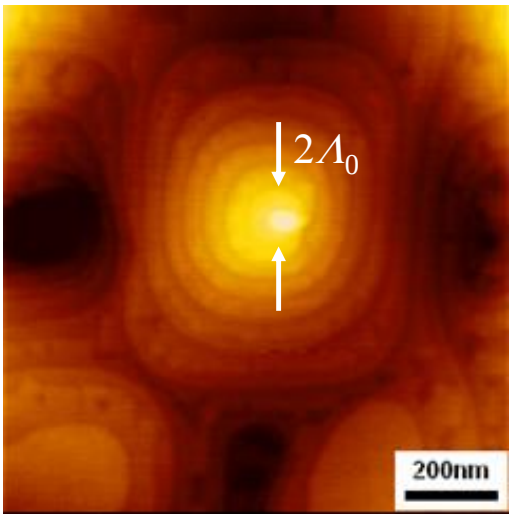

Fig. 1 DFM image of a SmBCO film deposited at T_s = 754ºC and f_L = 5 Hz.

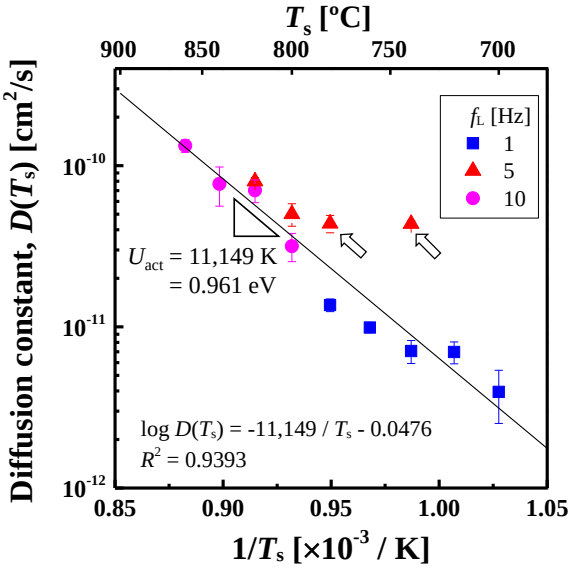

Fig. 2 Diffusion constants were estimated from 2D islands in DFM images.

© 2016年 応用物理学会