

パルスレーザーの繰り返し周波数が SmBCO 膜の結晶成長様式に与える影響

Effect of Laser Repetition Frequency on Crystal Growth Mode of SmBa₂Cu₃O_y Thin Films

○一野 祐亮, 島崎 直人, 土屋雄司, 吉田 隆 (名大院工)

°Y. Ichino, N. Shimazaki, Y. Tsuchiya, 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)法などの気相法で成膜した REBa₂Cu₃O_y (REBCO, RE=Y, Sm, Gd など)膜の配向性や BaMO₃ (BMO, M=Zr, Sn, Hf など)の自己組織化には、拡散距離などの結晶成長パラメータが影響を与える[1, 2]。これらのパラメータは、基板温度(T_s)はもちろんのことレーザー繰り返し周波数(f_L)などの PLD 法の諸条件によっても大きく変化する。また、REBCO 超伝導線材では生産コスト低減のため、高速成膜(高 f_L)が求められている。

本研究では高速成膜が配向性などの結晶成長様式に与える影響について明らかにするため、SmBCO 薄膜の表面形態観察から PLD 法の諸条件、特に f_L が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 LaAlO₃(100)基板上に作製した。 $T_s = 850^\circ\text{C}$ 、 $f_L = 10 \sim 100$ Hz、酸素分圧 400 mTorr、ターゲット-基板間距離 60 cm、レーザーエネルギー密度 $1.0 \sim 1.4$ J/cm² 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、レーザーエネルギー密度 $D_L = 1.2$ J/cm² において $f_L = 20$ Hz と 100 Hz で作製した SmBCO 試料の DFM 像を示す。図から、 $f_L = 20$ Hz では二次元島状成長していることが確認されたが、100 Hz ではグレインサイズが小さくなり、明確なステップも観

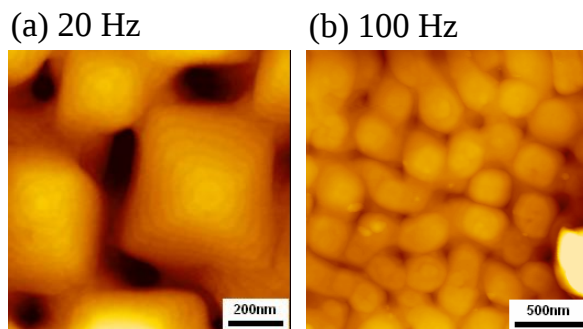


Fig. 1 DFM images of a SmBCO films deposited at $T_s = 850^\circ\text{C}$, (a) $f_L = 20$ Hz and (b) 100 Hz.

察されなかった。

図2に、 $D_L = 1.0 \sim 1.4$ J/cm² で作製した SmBCO 膜における結晶粒径の f_L 依存性を示す。図より、 f_L が大きくなるほど粒径が小さくなる傾向が見られた。また、 $D_L = 1.0$ J/cm² は他の D_L に比べて粒径が最も大きかったが、他の D_L 間では粒径に大きな差は見られなかった。ここではデータを示していないが、 a 軸配向粒の混在率は、 $f_L = 20$ Hz と 100 Hz でそれぞれ 0% と 84% であった。

以上から、 f_L が大きくなると基板上に付着した粒子の拡散距離が短くなることが示唆された。

謝辞

本研究の一部はJSPS 科研費 23226014、25289358、15H04252、15K14301、15K14302 及び 16H04512 と先端的低炭素化技術開発(JST-ALCA)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Y. Ichino et al., JJAP 56 (2017) 015601.
- [2] Y. Ichino et al., IEEE Trans. Appl. Supercond. 27 (2017) 7500304.

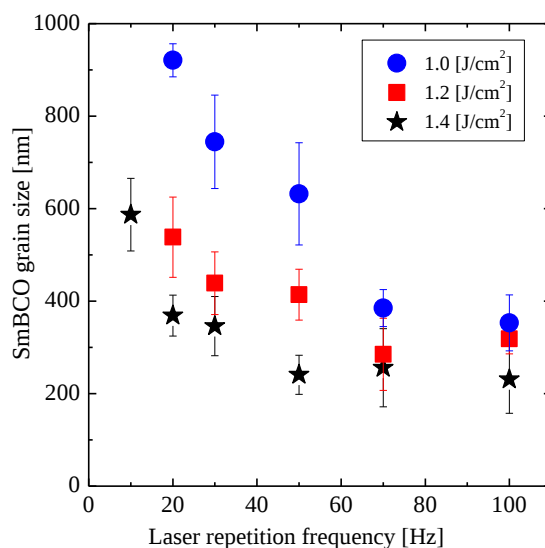


Fig. 2 f_L dependence of SmBCO grain size in SmBCO films deposited at $T_s = 850^\circ\text{C}$ and laser energy density of $1.0 \sim 1.4$ J/cm².