

## La-Ca-Cu-O 系スピントル熱伝導薄膜における粒径と物性値の関係 Relationship between grain size and characteristics in La-Ca-Cu-O spin thermal conductive film

東北大院工<sup>1</sup>, JST-さがけ<sup>2</sup> ◦奈良 由紀<sup>1</sup>, 寺門 信明<sup>1,2</sup>, 高橋 儀宏<sup>1</sup>, 藤原 巧<sup>1</sup>

Tohoku Univ.<sup>1</sup>, JST-PRESTO<sup>2</sup> ◦Yoshinori Nara<sup>1</sup>, Nobuaki Terakado<sup>1,2</sup>, Yoshihiro Takahashi<sup>1</sup>, Takumi Fujiwara<sup>1</sup>

E-mail: fujiwara@laser.apph.tohoku.ac.jp

【背景】我々はマグノンによる高熱伝導性を示す La-Ca-Cu-O (LCCO) 系物質を利用して、熱の方向や流量を能動的に外場制御できる材料・素子の開発を目指している。しかしこれまでに作製した薄膜試料の粒径は数 nm と小さく、マグノンの長い平均自由行程を活かした高熱伝導性を発現できず、変化率も小さかった。本発表では膜厚などの製膜条件を調整することによって、粒径の増大と熱伝導率の向上を目指し、粒径と構造、熱物性等との関係を調査した。

【実験】高周波マグネトロンスパッタ装置を用いて Si (001) 基板の上に LCCO を製膜した。ターゲットとして La<sub>5</sub>Ca<sub>9</sub>Cu<sub>24</sub>O<sub>41</sub> 結晶を用いた。膜厚が 30, 200, 500, 及び 1000 nm の試料を作製し、それらを 600°C で 1000 s 間、大気中で熱処理した。構造をラマン散乱と X 線回折 (XRD) を用いて調査し、走査型プローブ顕微鏡 (SPM) を用いて表面形状を調査した。薄膜上に光吸収/反射膜として Au 薄膜 (~100 nm) をスパッタし、CW レーザー光を用いたサーモリフレクタンス法により LCCO 薄膜の熱伝導率を評価した。

【結果及び考察】Fig. 1 は試料の XRD パターンである。熱処理前の試料及び熱処理後の 30 nm 厚の試料は Si 由来のピークを除けばピークを示さず、非晶質または微結晶体であることがわかった。一方、200, 500, 及び 1000 nm 厚の試料はほぼランダム配向した LCCO 微結晶であることがわかる。Fig. 2 に、Scherrer の式から見積もった面直方向の粒径を示す。また、SPM 像から得た面内方向の粒径も併せて示す。厚さとともに面直及び面内方向の粒径は大きくなる。粒成長のメカニズム及び粒径が熱伝導率に及ぼす影響について議論する。

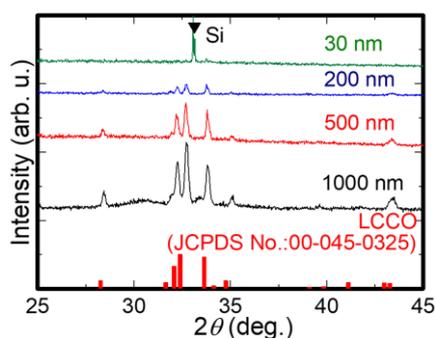


Fig. 1. XRD patterns of the annealed films with thicknesses of 30, 200, 500, and 1000 nm, sputtered onto Si substrate.

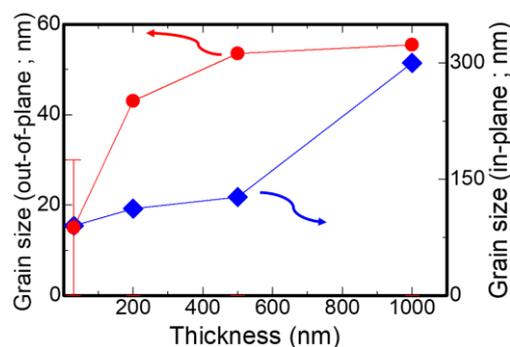


Fig. 2. Out-of-plane and in-plane grain size as functions of the film thickness

1) 奈良 由紀ら, 日本セラミックス協会第 31 回秋季シンポジウム, 1PV25 (2018).