熱のアクティブ制御に向けたスピン熱伝導性薄膜の配向制御

Orientation control of spin thermal conductive film for active heat control

東北大 [1]，JST-さきがけ [2]　(B) 渡辺 祥太 [1]，寺門 信明 [1,2]，高橋 儀宏 [1]，藤原 巧 [1]

Tohoku Univ.[1], JST-PRESTO[2], Shota Watanabe[1], Nobuaki Terakado[1,2], Yoshihiro Takahashi[1], Takumi Fujiwara[1]

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

【背景】我々はスピン熱伝導物質が有する高い室温熱伝導性と異方性，及びそれらの能動的制御性を利用した熱制御デバイスの作製を目指しているが，デバイス実現のためには高熱伝導性と異方性を損なわない配向構造が求められる．我々はすでに，スピン熱伝導性 $SrCuO_2$（直方晶）の粉末ターゲットを利用したスパッタと熱処理によって，石英ガラス基板上に正方晶 $SrCuO_2$ を配向製膜（スピン熱伝導性 CuO_2 層が基板に平行）できることを報告しているが [1)]．本報告ではより高い配向性を目指し，製膜条件が薄膜構造に与える影響を調査する．

【実験】試料は高周波マグネトロンスパッタ法（ガス種: Ar; 圧力: 0.5 Pa; 製膜速度: 5 nm/min）によって作製した．ターゲットとしてプレス焼結後ボンディング加工をおこなった直方晶 $SrCuO_2$ を用いた．基板は，石英ガラス基板と $SrTiO_3$ (001) 基板を用いた．製膜後の試料を大気中で熱処理し，X 線回折（XRD），原子間力顕微鏡観察，分光光度計，サーモリフレクタンス測定などによって，構造及び熱物性を調査した．

【結果】石英ガラス基板上に製膜した試料の熱処理前後における XRD パターンを Fig. 1 に示す．熱処理前の試料にピークは見られず非晶質/微結晶であることがわかった．600°C，400 s 間熱処理した試料は，スピン梯子物質である $Sr_{14}Cu_{24}O_{41}$ の(002)，(004)，及び(008)面に帰属されるピークをもつことから [2)]，*b* 軸配向（スピン梯子が基板に平行）した $Sr_{14}Cu_{24}O_{41}$ が形成したことがわかった．Fig. 2 は光吸収係数を間接遷移と仮定し,Tauc プロットしたものである．熱処理前後の Tanc ギャップはそれぞれ 0.8 及び 1.6 eV である．製膜条件が構造に与える影響と熱処理による構造変化について議論する．また，$SrTiO_3$ 基板を用いた固相エピタキシャル成長の試みについて報告する．

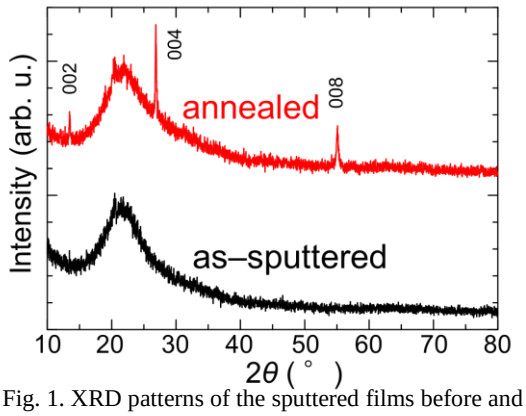

Fig. 1. XRD patterns of the sputtered films before and after annealing (600°C, 400 s).

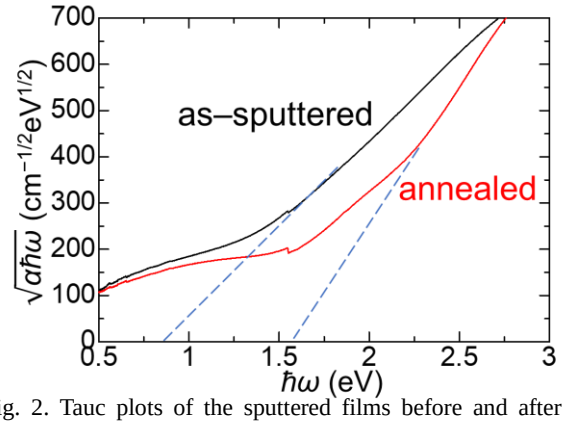

Fig. 2. Tauc plots of the sputtered films before and after annealing (600°C, 400 s).

1) N. Terakado, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **110**, 191902 (2017); 2) X. Chen, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **B 95**, 144310 (2017).