

基板加熱またはポストアニールによるマグノン熱伝導薄膜の構造配向化

Structural orientation of magnon thermal conductivity film by deposition under substrate heating or post annealing

東北大院工¹, JST さきがけ² 渡辺 祥太¹, 〇寺門 信明^{1,2}, 高橋 儀宏¹, 藤原 巧
Tohoku Univ.¹, JST-PRESTO², Shota Watanabe¹, Nobuaki Terakado^{1,2}, Yoshihiro Takahashi¹,
Takumi Fujiwara¹

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

【背景】電子機器における排熱効率の向上, 未利用熱のリサイクル, 及び高度な温度管理の観点から熱(熱伝導率)の動的制御が求められている. その実現のために我々は, 異方的な高熱伝導性とその電氣的制御性を有するマグノン熱伝導物質に着目し研究を進めてきた. 先行研究ではマグノン熱伝導薄膜とイオン液体を用いた2層系において電圧印加による熱伝導の電氣制御を示したが, 多結晶であるためにマグノン熱伝導物質のメリットである高熱伝導性とその異方性が失われていた¹⁾. そこで本研究では, 基板加熱またはポストアニールを利用したマグノン熱伝導薄膜の配向成膜について報告する.

【実験】試料は高周波マグネトロンスパッタ法を用いてSi及び石英ガラス上に成膜した. スパッタターゲットとしてプレス焼結したSrCuO₂とLa₅Ca₉Cu₂₄O₄₁を用いた. 成膜時の基板は加熱なし, または200–450°C加熱とした. 基板加熱なしの試料は, 成膜後に大気中500–700°Cで熱処理をした. 構造をX線回折(XRD; θ -2 θ 法), Raman分光, 顕微鏡観察などを用いて調査した.

【結果】Fig. 1にSrCuO₂ターゲットを用いて成膜した試料(基板: SiO₂ガラス; 加熱なし, 厚さ: ~200 nm)のXRDパターンを示す. as-sputtered膜は基板由来のブロードなピークを示し, 500°Cの熱処理によってSr₁₄Cu₂₄O₄₁の(0k00)面由来のピークが出現する. 偏光顕微鏡観察によって100 μ mを超える巨大な異方的結晶ドメインの形成が確認できた. 基板加熱下で成膜したSr₁₄Cu₂₄O₄₁とLa₅Ca₉Cu₂₄O₄₁も基板によらず(0k00)面に自己配向することがわかった. (0k00)面はマグノン熱伝導の伝搬面に一致するため, 基板表面に沿った高速熱制御が可能になると期待される.

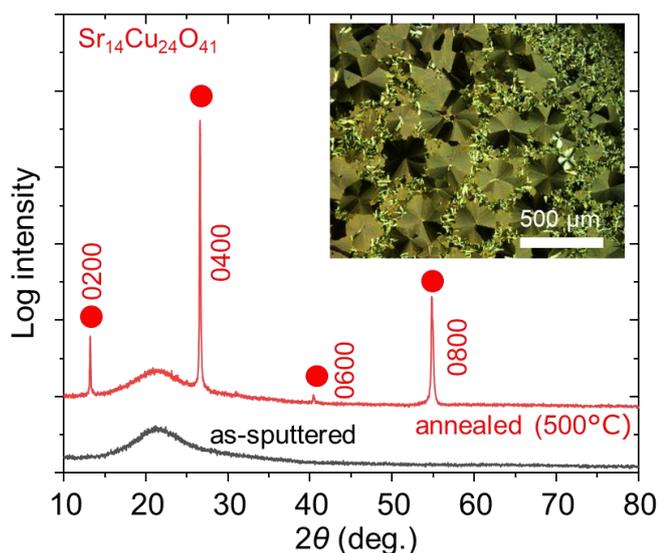


Fig. 1. XRD patterns of as-sputtered and annealed (500°C, 400 s) films deposited onto the SiO₂ glass with the SrCuO₂ target. The inset shows a polarized microscopic image of the annealed film. The indices represent ($hklLs$), where the L and s are the indices for the Cu–O ladder and chain, respectively.

1) N. Terakado, Y. Nara, Y. Machida, Y. Takahashi, T. Fujiwara, Sci. Rep. **10**, 14468 (2020).