Si 基板上への La-Ca-Cu-O 系スピン熱伝導性薄膜の作製と 薄膜熱伝導性評価

Preparation of La-Ca-Cu-O spin thermal conductivity film onto Si substrate and evaluation of its thermal conductivity

東北大院工, ○(B) 奈良 由紀, 寺門 信明, 高橋 儀宏, 藤原 巧

Tohoku Univ., °Yoshinori Nara, Nobuaki Terakado, Yoshihiro Takahashi, Takumi Fujiwara E-mail: fujiwara@laser.apph.tohoku.ac.jp

【背景】我々は磁気秩序由来の高熱伝導を示す La-Ca-Cu-O (LCCO) 系物質に着目し、それらを用いて熱の方向や流量を能動的に外場制御できる新規熱マネジメント材料・素子の開発を目指している. 本研究ではその基礎物性調査を目的として Si 基板上へ LCCO 薄膜を製膜し、熱処理による薄膜の磁気秩序及び熱伝導性の変化を調査した.

【実験】高周波マグネトロンスパッタ装置を用いて、Si 基板上に LCCO (厚さ~300 nm; ターゲット: 直方晶系 $La_5Ca_9Cu_{24}O_{41}$) を製膜した. 試料を 600° C で 1000 s 間、大気中で熱処理し、熱処理前後における LCCO 薄膜のラマン散乱を調べた. 熱処理前後の試料上に光吸収/反射膜として Au 薄膜 (~120 nm) を同スパッタ装置により製膜し(Fig. 1 挿入図)、CW レーザー光を用いた周波数領域サーモリフレクタンス法 (FDTR 法) により LCCO 薄膜の熱伝導性を評価した.

【結果及び考察】Fig. 1 に熱処理前後の試料におけるラマン散乱スペクトルを示す. 熱処理前の試料 (as-sputtered) において、 $1500\,\mathrm{cm}^{-1}$ より低波数側にフォノン由来のピークが観測される. 一方、

熱処理後の試料 (annealed) においては、フォノン由来のピークに加え、2800 cm⁻¹を中心とする反強磁性的磁気秩序に由来するブロードなピーク (two-magnon ピーク) が現れる. Fig. 1 挿入図は、FDTR の結果である. 加熱光に対する温度検出光の位相遅れを、加熱光の変調周波数に対してプロットした. 解析解とのフィッティングから、熱処理前及び後におけるLCCO について、Au 及び Si との界面熱抵抗の影響を含めた実効熱伝導率がそれぞれ、~1.0及び~1.9 W/(m·K) と求められた. 磁気秩序の向上が熱伝導率に与える影響について議論する.

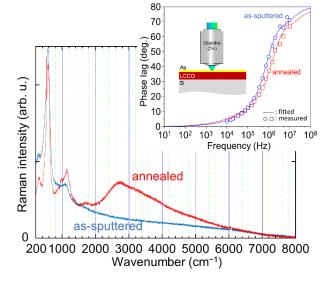


Fig. 1. Raman spectra in the LCCO sputtered films. The inset shows phase lags in the cw-FDTR measurement for the Au/LCCO/Si. The blue and red lines are the data for the sample before and after annealing, respectively.