

熱流の電界制御に向けた La-Ca-Cu-O 系スピン熱伝導性ナノシートの創製 Fabrication of spin thermal conductive nanosheets of La-Ca-Cu-O system for electric-field control of heat flow

東北大院工¹, JST-さきがけ², ○(B)木下 大也¹, 寺門 信明^{1,2}, 高橋 儀宏¹, 藤原 巧¹
Tohoku Univ.¹, JST-PRESTO², °Hiroya Kinoshita¹, Nobuaki Terakado^{1,2}, Yoshihiro Takahashi¹,
Takumi Fujiwara¹

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

【背景】我々はマグノン由来の異方的高熱伝導を示す La-Ca-Cu-O 系スピン熱伝導物質を用いて熱流の電界制御が可能で、新規熱制御材料・素子の開発を目指している¹⁾。これまで、高い異方的熱伝導性を有する単結晶と多結晶薄膜を用いて電界制御を試みてきたが、制御領域の割合が僅少であることと、スピン熱伝導物質の優位性である異方的高熱伝導が損なわれることがそれぞれの試料の課題となっていた。そこで、本研究ではこれらの課題を同時に解決するために La-Ca-Cu-O 系スピン熱伝導物質のナノシート化を試みた。

【実験】固相反応法によって $\text{La}_5\text{Ca}_9\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ 多結晶粉末を作製した。粉末を NaOH 水溶液 (5.0 mol/L) 中で磁気攪拌器を用いて 6 時間攪拌し、層間イオンである $\text{La}^{3+}/\text{Ca}^{2+}$ と Na^+ のイオン交換と、それに伴う劈開を狙った。その後、ろ紙を用いて反応物を取り出した。反応物の X 線回折 (XRD) パターンを調査し、走査型プローブ顕微鏡 (SPM) を用いて、ナノシートの存在を調査した。

【結果及び考察】Fig. 1 に XRD パターンを示す。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{La}(\text{OH})_3$ の多結晶ピークが確認された。このことから試料中の La^{3+} と Ca^{2+} が、NaOH 水溶液中の Na^+ とイオン交換した可能性が示唆される。Fig. 2 に Si 基板上に配置した反応物の SPM 像を示す。画像解析より厚さ 1.0–3.0 nm、水平方向 1.0 μm 以上のナノシートを確認した。また、ラマン分光測定によるスピン熱伝導物質の存在確認と SEM-EDX による組成分析についても報告する。

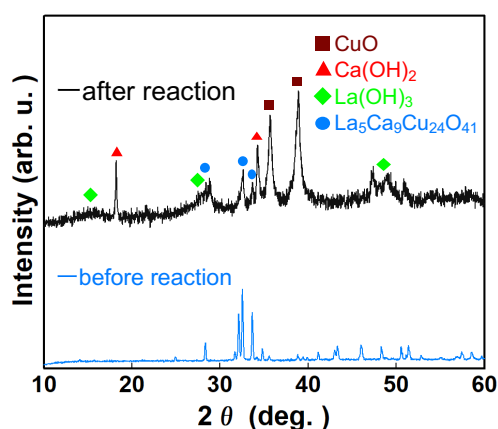


Fig. 1. XRD patterns of the samples before and after reaction with NaOH aq.

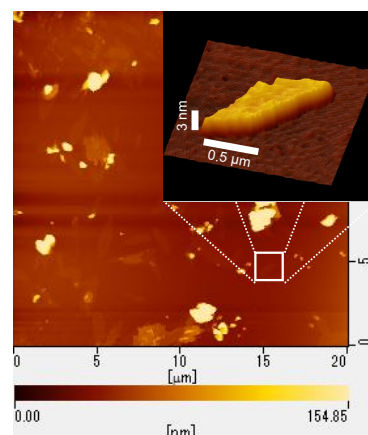


Fig. 2. SPM image of the sample reacted with NaOH aq. and placed onto Si substrate.

1) N. Terakado *et al.*, CMCEE-12 (Singapore, 2018).