

# 熱流の電界制御に向けたマグノン熱伝導性ナノシートの創製と 形成機構解明

## Fabrication of magnon thermal conductive nanosheets for electric-field control of heat flow and elucidation of the formation mechanism

東北大院工<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup>, <sup>○(M1)</sup>木下 大也<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>, <sup>○(M1)</sup>Hiroya Kinoshita<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

**【諸言】**我々はマグノン由来の異方的高熱伝導を示す  $\text{La}_5\text{Ca}_9\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$  (LCCO) などのマグノン熱伝導物質を用いて、熱流の電界制御が可能な新規熱制御材料・素子の開発を目指している<sup>1)</sup>。これまで、膜厚 200 nm 程度の多結晶薄膜を用いて電界制御を試みてきたが、制御域は界面の 10 nm 程度と非常に浅く、試料に対する制御域の割合が僅少であることが問題であった。また、30 nm 未満の膜厚だと非晶質になってしまい、マグノン熱伝導性を示さない。そこで本研究ではこの問題を解決するため、多結晶粉末を母材とし、マグノン熱伝導物質をナノシート化することに取り組んでいる<sup>2)</sup>。今回はナノシート化の機構解明に向けて作製条件が厚さや形態に与える影響を調査したので報告する。

**【実験】**固相反応法により  $\text{La}_5\text{Ca}_9\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$  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 0–24 時間攪拌し、層間イオンである  $\text{La}^{3+}/\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{Na}^+$  のイオン交換と、それに伴う劈開を狙った。その後、ろ過することにより生成物を取り出した。試料評価は走査型プローブ顕微鏡 (SPM), X 線回折 (XRD) パターン測定, 透過型電子顕微鏡 (TEM), 顕微ラマン分光測定で構造と物性を調査した。

**【結果及び考察】**Fig. 1 挿入図に水溶液中で 6 時間攪拌した生成物の SPM 像 (基板: Si) を示す。多数のシート状物質が観察され、表面粗さ解析を用いてそれぞれの厚さを測定しヒストグラムにしたものを Fig. 1 に示す。2.85 nm 付近にピークがあることがわかる。生成物の XRD パターン測定をしたところ、母材 LCCO と CuO のパターンが確認でき、試料にソフト化学的反応が起きたことが示唆される。Fig. 2 に 0–24 時間で攪拌し、得た生成物中の LCCO (33.6°) と CuO (38.7°) のピーク強度と攪拌時間の関係を示す。反応は約 6 時間で飽和していることがわかる。発表ではナノシートの詳しい構造と物性、形成機構について議論する。

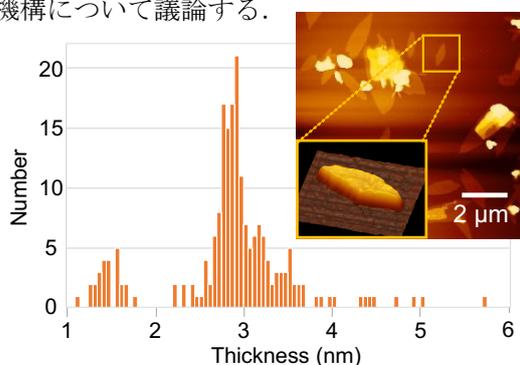


Fig. 1. Histogram of the thickness of the sample reacted with NaOH aq. for 6 h and placed onto Si substrate. The inset shows the SPM image of the sample.

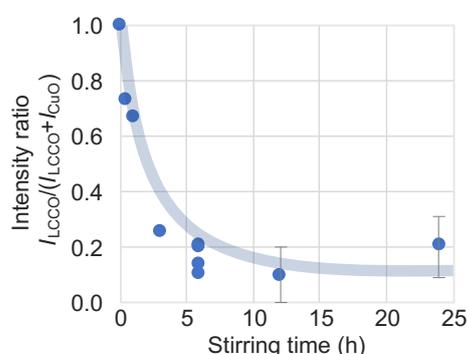


Fig. 2. Stirring time dependence of  $I_{\text{LCCO}}/(I_{\text{LCCO}}+I_{\text{CuO}})$  obtained from the XRD patterns.

1) N. Terakado *et al.*, *Sci. Rep.* **10**, 14468 (2020); 2) 木下大也, 寺門信明, 高橋儀宏, 藤原 巧, 特願: 2020-086241.