

層状チタン酸・ニオブ酸塩結晶のフラックス育成とその高効率剥離

(信州大工¹・信州大 RISM 研²) ○林 文隆¹・梅原 翔¹・帯刀 菜奈子¹・古井 健太¹・簾 智仁²・柏崎 真瑠¹・椎葉 寛将²・藤澤 一範²・手嶋 勝弥^{1,2}

Flux growth and exfoliation of layered titanate and niobate crystals and their efficient exfoliation (¹*Faculty of Engineering, Shinshu University*, ²*RISM, Shinshu University*) ○ Fumitaka Hayashi,¹ Kakeru Umehara,¹ Nanako Tatewaki,¹ Kenta Furui,¹ Tomohito Sudare,² Maru Kashiwazaki,¹ Hiromasa Shiiba,¹ Kazunori Fujisawa,² Katsuya Teshima^{1,2}

Two-dimensional (2D) materials have attracted great attentions of chemists and physicists because of their unexpected physical, chemical, electronic, and optical properties. However, there remain several challenges; for example, the yield, the lateral size control, and the crystallinity should be improved. The present study demonstrate the efficient and environmentally begin methodology for nanosheet preparation. That is, we demonstrate the flux-evaporation-assisted growth of millimeter-sized five-coordinate $K_2Ti_2O_5$ and multicomponent hexaniobate $K_4(Nb,M_x)_6O_{17}$ ($x = 1\sim4$, $M = Ti, Zr, Hf, Ta, Sb$, etc.) single crystals and the exfoliation of the resultant KTO crystals under the hydrothermal conditions without the use of acids and bases.

Keywords : Layered material; nanosheet; exfoliation; high entropy ceramics, flux growth

無機ナノシートは、無機層状結晶を剥離することにより得られる二次元ナノ結晶であり、 10^4 を超える大きな異方性比と最大 100 μm にもなる大きな二次元方向サイズを特徴とする。無機ナノシートの中でも、酸化チタンやニオブナノシートは優れた半導体・(光)触媒特性を示し、その機能を活かしてエネルギー変換・環境浄化デバイスへの応用が展開されている。一般に層電荷密度の高い結晶を剥離するには、酸への浸漬、嵩高い塩基による中和、未剥離体との分離からなる多段階プロセスを必要とする。本研究では、5 配位チタン酸塩 $K_2Ti_2O_5$ (KTO) 結晶と多成分置換六ニオブ酸カリウム $K_4(Nb,M_x)_6O_{17}$ ($x = 1\sim4$, $M = Ti, Zr, Hf, Ta, Sb$, etc.) をホスト結晶として着目し、より簡便なナノシートの作製法を検討した。具体的には、フラックス法を用いて、サブミリ～ミリメートルサイズのチタン・ニオブ酸塩単結晶を育成し、酸や塩基を使わずに水熱処理のみで剥離した。一例として、Fig.1 に、 $K_4(Nb,M_x)_6O_{17}$ ($x = 1\sim4$, $M = Ti, Hf, Ta, Sb$) 結晶を剥離して得られたナノシートの AFM 像を示す。得られたナノシートの厚みはおよそ 2.5 nm であることを確認した。

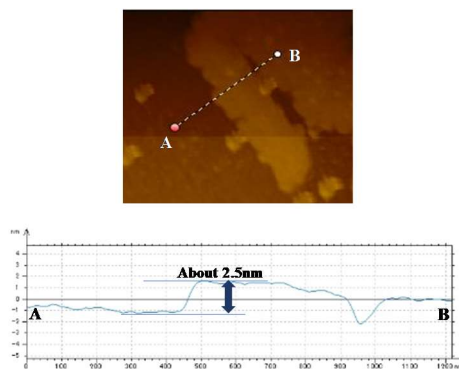


Fig.1 AFM image of nanosheets obtained from $K_4(Nb,M_x)_6O_{17}$ ($x = 1\sim4$, $M = Ti, Hf, Ta, Sb$).

謝辞：本研究の一部は、科研費 (Grant No. 20K05074, 20H05214), JST-CREST (JPMJCR20H3), および JST-COI 事業 (JPMJCE1316, R1WD11-13) の支援をうけた。記して謝意を表する。