

薄膜硫化法による $\text{Mo}_x\text{W}_{1-x}\text{S}_2$ 原子層の合成と評価

Synthesis and characterization of $\text{Mo}_x\text{W}_{1-x}\text{S}_2$ atomic layers

by using thin-film sulfurization

首都大院理工¹, JST さきがけ² 小林 佑¹, 森 勝平¹, 真庭 豊¹, 宮田 耕充^{1,2}

Tokyo Metropolitan Univ.¹, JST-PRESTO²

°Yu Kobayashi¹, Shohei Mori¹, Yutaka Maniwa¹, and Yasumitsu Miyata^{1,2}

E-mail: ymiyata@tmu.ac.jp

遷移金属ダイカルコゲナイド (TMDC) は、その電子構造の多様性や特異なスピン・バレー物性より、近年大きな注目を集めている。TMDC の電子構造は、主に遷移金属とカルコゲン原子の 2 種類の組み合わせにより金属から半導体まで大きく変化する。最近では、硫黄とセレン、もしくはモリブデンとタングステンなど複数の類似元素の混合による、バンドギャップの精密制御が報告されてきた[1,2]。これらの研究では、用いる原料を変えることで、成長する TMDC の組成を制御している。しかしながら、このような試料の物性を理解し応用へと展開するには、様々な組成の TMDC 合金を簡便に合成し評価していく必要がある。この課題を解決するため、本研究では基板上に蒸着した二種類の酸化物薄膜の距離差を利用して、多様な組成比を持つ TMDC を同時に合成することを目指した。

TMDC 試料は、メタルマスクを用いて WO_3 および MoO_3 を Si/SiO_2 基板上にパターニングして蒸着し、700~900 度での硫化によって成長させた。興味深いことに、低温条件では、単一グレイン内で組成の異なる単層の $\text{Mo}_x\text{W}_{1-x}\text{S}_2$ が成長していることがラマンイメージング(図 1a)および発光イメージングより明らかとなった。この結晶は、発光ピーク波長より組成比を評価すると[2]、中心部から外に向けて W の割合が約 20% から 80% まで増加している(図 1b)。

この組成の変化は、 MoS_2 と WS_2 の成長速度の差に起因すると考えられる。対照的に、高温条件では、単一グレイン内での組成比は均一になる傾向を示し、主に基板上の成長場所に依存して組成比が大きく変化した。以上の結果は、多様な組成の TMDC 合金の同時合成に加え、これらのヘテロ構造の成長が可能なことを示している。

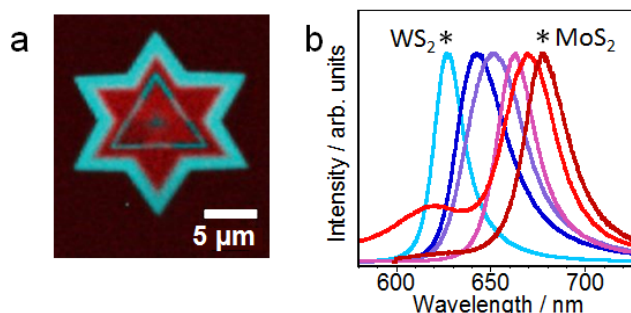


Fig.1 (a) False-color Raman image of an $\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x\text{S}_2$ crystal. Blue (red) color corresponds to the E_{2g} mode intensity of WS_2 (MoS_2). (b) Photoluminescence spectra taken at different points of the crystal. Asterisks indicate the spectra of pure WS_2 and MoS_2 .

[1] Y. Gong, Z. Liu, A. Lupini, *et al.*, ACS Nano, 14 (2014) 442.

[2] Y. Chen, J. Xi, D.O. Dumcenco, *et al.*, ACS Nano, 7 (2013) 4610.