

遷移金属ダイカルコゲナイドにおけるヘテロ接合の合成と評価

Synthesis and characterization of heterojunction

based on transition metal dichalcogenides



首都大理工¹, JST さきがけ² ○森 勝平¹, 宮田 耕充^{1,2}, 真庭 豊¹

Tokyo Metropolitan Univ.¹, JST-PRESTO.² Syohei Mori¹, Yasumitsu Miyata^{1,2}, Yutaka Maniwa¹

E-mail: ymiyata@tmu.ac.jp

二次元物質におけるヘテロ接合は、接合部での一次元界面の形成による、特異な物性の発現や光・電子デバイス応用が期待される新しい低次元構造体といえる。現在まで、いくつかのグループが、グラフェンと窒化ホウ素のヘテロ接合の合成について報告してきた[1-3]。一方で、様々なエレクトロニクス応用には、半導体からなるヘテロ接合の実現が不可欠である。この課題を解決するため、われわれは、二種類の遷移金属ダイカルコゲナイド(TMD)を用いたヘテロ構造 (図 1a) の作製法を研究している。

本発表では、単層の WS_2 および MoS_2 からなるヘテロ接合の形成について報告する。これらの TMD の前駆体として、 WO_3 および MoO_3 の薄膜を真空蒸着によってシリコン基板上に作製した。蒸着した薄膜をアルゴン雰囲気中で硫化させることで、 WS_2 や MoS_2 の結晶を成長させた。 WS_2 と MoS_2 の成長を、同一基板上で行うことによって WS_2/MoS_2 のヘテロ構造を作製した。光学顕微鏡像や蛍光イメージ(図 1b)に示すように、成長した結晶が、急峻な接合界面を持つ異なる 2 種類の薄膜から形成されていることが観察された。また、 WS_2/MoS_2 混合結晶($W_{1-x}Mo_xS_2$)と WS_2/MoS_2 ヘテロ接合試料の、それぞれの発光スペクトル(図 1c)の比較より、今回の試料(図 1b)では単層の MoS_2 および WS_2 が存在していることが確認された。これらの結果は、2 段階の成長プロセスにより、TMD のヘテロ構造が合成できたことを示している。このような二次元半導体ヘテロ構造は、界面での一次元電子ガスの実現や pn 接合等のデバイス応用への展開が期待される。

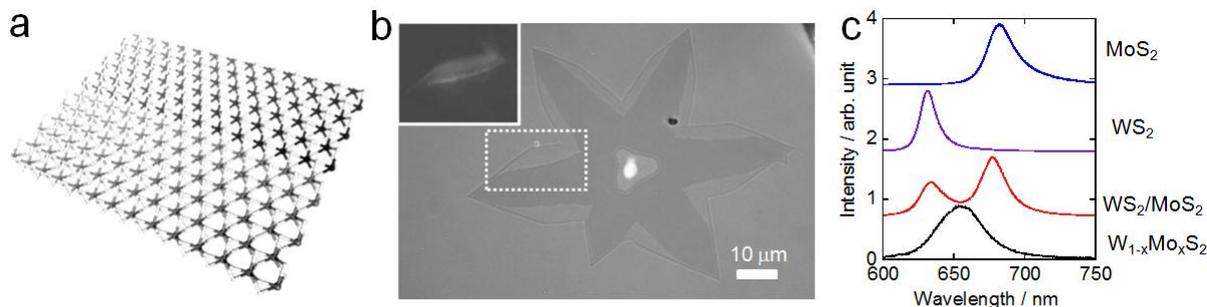


図 1. (a) WS_2/MoS_2 のヘテロ接合のイメージ図。(b) WS_2/MoS_2 試料の光学顕微鏡像。挿絵は四角点線内部の蛍光イメージ。(c) WS_2/MoS_2 試料における WS_2 および MoS_2 部分、試料全体、および $W_{1-x}Mo_xS_2$ 試料の発光スペクトル。

[1] Y. Miyata, et al. Appl. Phys. Express 5 (2012) 085102.,

[2] M. Levendorf et al. Nature, 488 (2012) 627., [3] P. Sutter et al. Nano Lett., 12 (2012) 4869.