

導電性 AFM を利用した CVD 成長単層 WSe₂ の点欠陥評価

Assessing point defects in CVD-grown monolayer WSe₂ using conductive AFM

都立大理¹, °澤井 悠太¹, 遠藤 尚彦¹, 宮田 耕充¹

Tokyo Metro. Univ¹, °Yuta sawai¹, Takahiko Endo¹, Yasumitsu Miyata¹

E-mail: sawai-yuta@ed.tmu.ac.jp

遷移金属ダイカルコゲナイド(TMD)は、その二次元構造と優れた電子輸送特性により、次世代の半導体材料として注目を集めている。その物性の理解と応用に向け、欠陥密度の定量と制御は重要な課題となっている。一般に、TMD には、カルコゲン空孔や金属不純物などを含む多数の点欠陥が存在し(図 1a)、それらはドーパント、キャリア散乱、非輻射励起子再結合、電子構造の不均一性の要因となる[1,2]。近年、点欠陥の簡便な評価法として、導電性原子間力顕微鏡(C-AFM)を利用した研究が報告されてきた[2-4]。しかし、試料の高結晶試料の合成に向けた指針は未だ研究段階である。本研究では、CVD で成長した単層 WSe₂ を対象に、C-AFM を利用した点欠陥の評価に取り組んだ。

単層 WSe₂ は、CVD 法によってグラファイト上に直接合成した[5]。グラファイトと導電性短針の間に電圧を印加し、C-AFM 測定を行った(図 1a)。図 1b に単層 WSe₂ の電流像の例を示す。この試料では、電流が増大する点(白点)が約 8×10^9 個/cm² の密度で存在することが観測された。この密度は先行研究で観測された CVD 成長単層 WS₂ の低欠陥領域と比べて半分程度となる[2]。電流値の増加は金属不純物のギャップ内準位を介した共鳴アシストトンネルで解析されており[4]、本試料における電流増加点は合成中に混入した金属不純物であることが示唆される。また、合成条件に依存し、この欠陥密度が 3×10^{10} 個/cm² 以上に変化することが確認された(図 1c)。これらの結果は、点欠陥の制御や物性との相関関係の解明に向けた重要な知見になると期待される。

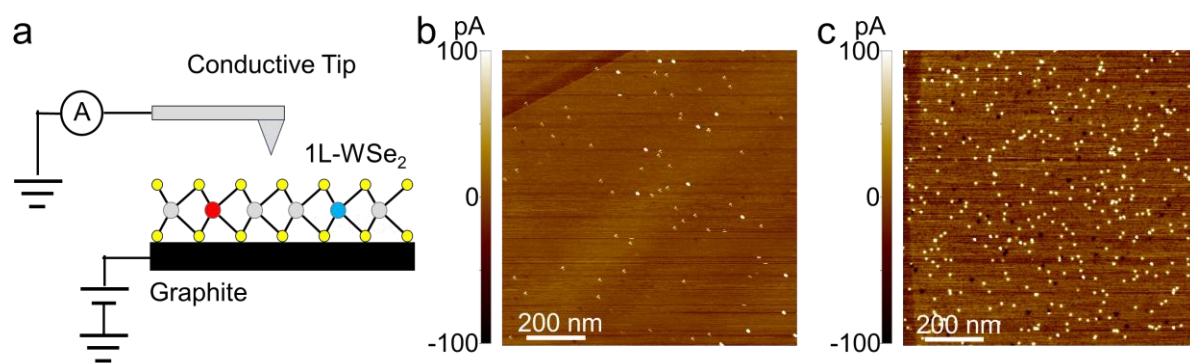


Figure 1. (a) Schematic of conductive AFM of monolayer WSe₂ containing impurity metal atoms (red, blue) as point defects. (b,c) Current images of monolayer WSe₂ grown on graphite with different growth conditions.

[1] W. Zhou et al., Nano Lett. 13, 2615-2622 (2013)., [2] R. Rosenberger et al., ACS Nano 12, 1793-1800 (2018)., [3] K. Xu et al., ACS Nano 17, 24743-24752 (2023)., [4] T. Vu et al., ACS Nano 17, 15648-15655 (2023)., [5] Y. Kobayashi et al., ACS Nano 9, 4056-4063 (2015).