

単層 TMDC サスペンド構造の発光ダイナミクス解析

Photoluminescence dynamics of suspended TMDC monolayer

筑波大数理[○](M1)村上 勇斗, 赤田圭史, 鄭サムエル,

嵐田雄介, 茂木裕幸, 吉田昭二, 藤田淳一

Univ. of Tsukuba[○]Yuto Murakami, Keishi Akada, Samuel Jeong,

Yusuke Arashida, Hiroyuki Mogi, Shoji Yoshida, Jun-ichi Fujita

E-mail: s2320306@u.tsukuba.ac.jp

[背景] 遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)は遷移金属元素一つとカルコゲン原子二つからなる層状物質である。中でも MoS₂ など一部の TMDC は単層で直接半導体であり優れた光学特性を有することから光検出・発光素子、太陽電池など光デバイス応用が期待されている。これらの単層 TMDC 中では励起子が非常に大きな束縛エネルギーを持つことから室温においても励起子の特徴が光学特性に強く表れる。しかし励起子の特性や寿命といったダイナミクスは基板ラフネス、歪み、ドーピングなどの影響をうけるため本来の優れた発光特性、効率を得ることは難しい。そこで本研究では MoS₂ の発光特性の全容の解明に向け、単層 MoS₂ の形状変化由来の格子歪みに加え、表面電位や発光寿命などを測定し、それぞれの要因が発光に与える影響について検討した。

[実験方法] Fig.1 に示すように SiO₂ 基板に深さ 300 nm 直径 2 μm の円形の穴を作製した。その上に金を蒸着し単層 MoS₂ を転写することで、穴位置で単層 MoS₂ がサスペンドされている試料を作製した。サスペンド構造の形状、表面電位を原子間力顕微鏡(AFM)とケルビンプローブフォース顕微鏡(KPFM)を用いて測定するとともに、蛍光顕微鏡を用いて発光強度、波長ピークを測定、ストリークカメラで時間分解フォトルミネッセンス(PL)測定を行った。

[測定結果] Fig.2 に作成した試料をストリークカメラで測定した結果を示す。複数の穴を測定した結果、青線で示すような発光強度が強く寿命が長いサスペンド構造では単層中の歪みが小さく、基板部分との電位差が大きくなる傾向が観測された。Fig.3 に AFM と KPFM で測定した穴の形状、表面電位プロファイルを示す。KPFM 測定の結果は本来 n 型である MoS₂ フェルミ準位位置が Au との電荷移動によりギャップ中央にシフトすることを示しており、非輻射再結合が支配的なトリオンの生成抑制が強い発光強度に起因することが示唆された。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 22H00289 の支援を受けて実施した。

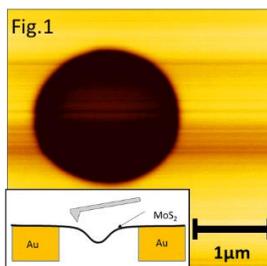


Fig.1 AFM and schematic (inset) images of suspended MoS₂.

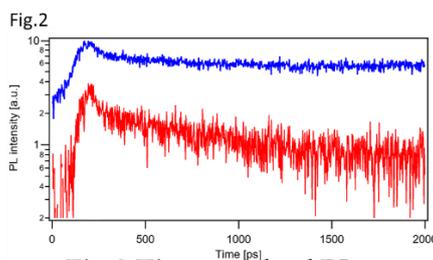


Fig.2 Time-resolved PL spectra from suspended MoS₂ with high (blue) and low (red) luminous intensity

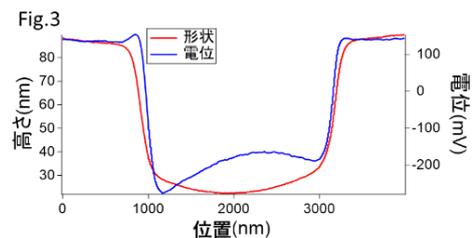


Fig.3 Height and potential profiles of suspended MoS₂