パラフィン被膜による MoS_2, WS_2, $MoSe_2$, WSe_2 の高発光化

Photoluminescence enhancement in MoS_2, WS_2, $MoSe_2$, WSe_2 by paraffin coating

中央大院理工 [1]，阪公大院工 [2]，東大院総合 [3] ○小林尭史 [1]，中原隆宏 [2,3]，土肥徹次 [1]，藤村紀文 [2]，桐谷乃輔 [3]

Chuo Univ. [1], Osaka Met. Univ. [2], Univ. of Tokyo[3], ○Takashi Kobayashi[1], Takahiro Nakahara[2,3], Tetsuji Dohi[1], Norifumi Fujimura[2], Daisuke Kiriya[3]

E-mail: kiriya@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】遷移金属カルコゲナイド(TMDCs: Transition-metal dichalcogenides)の単層は 0.7 nm 厚の直接遷移型の半導体である。単層 TMDCs の多くは量子収率が低く、その改善のための方法論が模索されている。我々は、以前の応用物理学会で化学的に不活性な物質として知られるパラフィンの被覆により、単層 WS_2(二硫化タングステン)の発光強度の向上について報告した[1]。WS_2 や MoS_2 など硫黄(S)化合物においてはいくつかの高発光化の既往例があるが、本研究では S 化合物のみならず、Se 化合物も含む MoS_2, WS_2, $MoSe_2$, WSe_2 に対してパラフィン被膜(Fig. 1)により高発光化が可能であることを見出し、そのメカニズムについて検討を行なったので、報告をする。

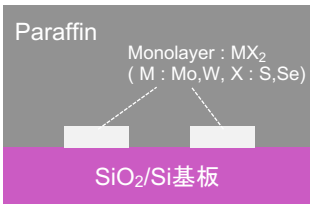

Fig. 1 Schematic illustration of cross section of the paraffin coating on TMDCs.

【実験方法及び結果】MoS_2、$MoSe_2$、WS_2、WSe_2 をそれぞれ機械的剥離法により厚さ 270 nm の SiO_2/Si 基板に転写し単層を得た。その後スピンコート法によりパラフィンの被膜を形成した。パラフィンのスピンコート前後において、フォトルミネンス(PL)測定を行った (Fig. 2)。全ての単層サンプルにおいて発光強度の向上が確認された。例えば、MoS_2 においては、オリジナルと比較し、発光強度が 200 倍近い高発光化が確認された。次に単層 MoS_2 のラマンスペクトルの変化から E' ピークの低エネルギ側へのシフトが見られ、ひずみの印加が示唆された(Fig. 3)。この高発光化現象は、パラフィン被膜により基板から単層が一部浮き上がることでひずみが生じ、エキシトンの凝集が関与していると考えられる(Fig. 4)。

【まとめ】TMDCs である MoS_2、$MoSe_2$、WS_2、WSe_2 の単層にパラフィン被膜により、発光強度の上昇を確認した。当日は光学測定や原子間力顕微鏡観察の詳細も交えて、議論する予定である。

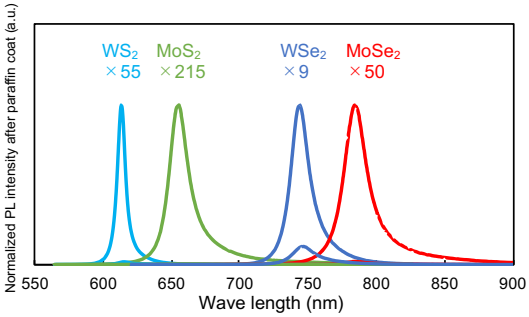

Fig. 2 Enhancement of PL intensity of TMDCs after the paraffin coating.

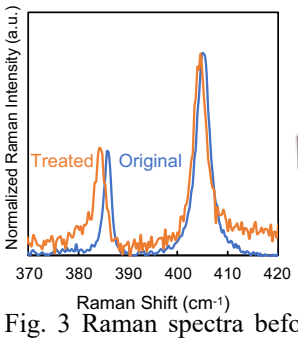

Fig. 3 Raman spectra before (original) and after (treated) the paraffin coating on MoS_2.

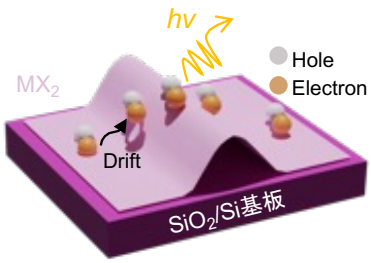

Fig. 4 Schematic illustration of the relation between applied strain and PL enhancement.

【参考文献】[1]中原他、2021 年秋季応用物理学会学術講演会、11p-N302-11.