有機超酸処理による
単層 MoS_2 の 100%近いフォトルミネッセンス量子収率化

Near-Unity Photoluminescence Quantum Yield in MoS_2 by Organic Superacid

カリフォルニア大学バークレー[1]　○桐谷 乃輔 [1], Matin Amani, [1] Der-Hsien Lien[1], Ali Javey[1]
Univ. California, Berkeley [1], °Daisuke Kiriya[1], Matin Amani, [1] Der-Hsien Lien[1], Ali Javey[1]
E-mail: dkiriya@gmail.com

【はじめに】近年、次世代材料として無機カルコゲン系層状材料が注目を集めている。単層において、僅か３原子層の厚み(~0.7 nm)の膜状の材料である。トランジスタ、太陽電池、発光素子など、光電子デバイス応用に関する研究が盛んにおこなわれている。光学応用を見据えた研究が広く行われているものの、単層 MoS_2 において、量子収率は僅か~1%足らずであるとの報告がなされてきた。本研究では、有機分子（有機超酸）の処理により無機 MoS_2 の発光強度を劇的に上昇させることに成功したので報告する。有機分子の処理後、単層の無機 MoS_2 の量子収率は、ほぼ 100%を示すことが観測された。さらに、空気中において安定に状態を維持することも確認された。

【実験・結果】まず、MoS_2 結晶をテープを利用した機械的剥離法により、基板上へとトランスファーした。8 μm × 8 μm 程度の単層 MoS_2 の薄膜を基板上に得た。図 1 に得られた単層 MoS_2 にける、514.5 nm 励起光によるフォトルミネッセンス(PL)スペクトルを示す。約 1.9 eV にピークを持つ PL スペクトルが観測された（図 1a, Pristine MoS_2）。その後、有機超酸(図 1a)を溶解したジクロロエタン/ジクロロベンゼン混合溶液中へと単層 MoS_2 を浸漬し、その後 100 ℃にてアニーリング処理を行い溶媒を除いた。処理後の単層 MoS_2 の PL スペクトルを測定したところ、ピーク位置を維持したまま、発光強度が数百倍に増大していることが観測された（図 1a)。詳細を調べたところ、有機超酸処理前には 1%程度であった量子収率が 100%近くに上昇していることが、実験により確認された。また、本有機分子の処理は、単層 MoS_2 膜内において均質に発光強度を上昇させることも明らかとした（図 1b)。

【まとめ】本報告において、有機分子処理により無機 MoS_2 の光学特性が劇的に向上しうることを見出した。本結果は、化学的に安定とされる層状材料を有機化合物により特性変換する手法の開拓へと繋がると考えている。

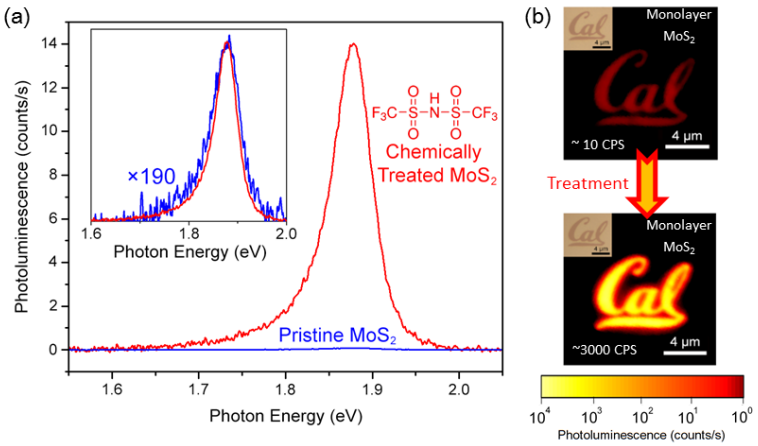

図 1. (a) 有機超酸（挿入化学構造）処理前後のフォトルミネッセンス(PL)スペクトル。左上の挿入図は PL スペクトル強度を規格化している。(b) フォトリソグラフィによって「Cal」の文字に加工された単層 MoS_2 の PL マッピングの結果。有機酸処理前は~10 CPS の PL 強度に対し、有機酸処理後には均一に~300 CPS へと発光強度が均質に上昇している。

参考文献：Science, **2015**, *350*, 1065-1068.

© 2016年 応用物理学会