

単層遷移金属ダイカルコゲナイドの電流励起発光イメージング

Electroluminescence Imaging of Monolayer Transition Metal Dichalcogenides

名大工¹, 京大エネ研², 首都大理工³

○蒲江¹, Wenjing Zhang², 小林 佑³, 宮田 耕充³, 松田 一成², 宮内 雄平², 竹延 大志¹

Nagoya Univ.¹, Kyoto Univ.², Tokyo Metropolitan Univ.³

○Kou Ho¹, Wenjing Zhang², Yu Kobayashi³, Yasumitsu Miyata³, Kazunari Matsuda²,

Yuhei Miyauchi², Taishi Takenobu¹

E-mail: jiang.pu@nagoya-u.jp

遷移金属ダイカルコゲナイド (TMDC) 単層膜は強いスピン軌道相互作用と空間反転対称性の破れを併せ持ち、円偏光によるスピンの選択的励起 (バレー分極制御) が可能である[1]。加えて、電流励起による円偏光発光も報告されており、将来のバレートロンクス応用が期待されている[2]。このような円偏光発光の起源として電場効果[2]や異常ホール効果等[3]が提案されているが、TMDC 発光素子の煩雑な素子構造や作製プロセスに加え、検証には高度な実験技術 (温度変化・電場変調・顕微観察・円偏光分光) を要するため、十分な結論に至っていない。本課題を解決するため、これまでに我々は詳細な顕微評価が可能であり、かつ素子構造と作製プロセスが極めて簡便な電解質を用いた発光素子を考案した[4]。今回は、本構造を導入することで、TMDC 単層膜の電流励起発光 (EL) における電場変調・顕微分光・円偏光分光・温度依存性の解明を目指した。

化学合成した単層 WS₂ 及び WSe₂ 単結晶に二端子電極を形成し、顕微発光観測を可能とする平滑なイオンゲル膜を成膜した (図 1a)。二端子の電圧印可により TMDC 内に p-i-n 接合が形成され、図 1b に示すように不均一な発光が観測された。そこで、結晶端 (図 1c) と結晶内部 (図 1d) の両発光に対し、それぞれ EL スペクトルの円偏光特性及びその温度依存性を調べた。その結果、結晶内部では低温 (10 K) 下において EL 分極を示したのに対し、結晶端の発光では 140 K においても大きな分極率が観測され、室温付近でも EL 分極が失われなかった。これは異なる円偏光発光の起源を示唆している。それぞれの発光点において光励起発光との比較検証を行ったところ、結晶内部の局所歪みが強固な EL 分極に寄与している可能性を見出した。

[1] X. Xu *et al.* *Nat. Phys.* **10**, 343 (2014)

[2] Y. J. Zhang *et al.* *Science* **344**, 725 (2014)

[3] H. Yu *et al.* *PRL*, **113**, 156603 (2014)

[4] J. Pu, *et al.* *Adv. Mater.* **29**, 1606918 (2017)

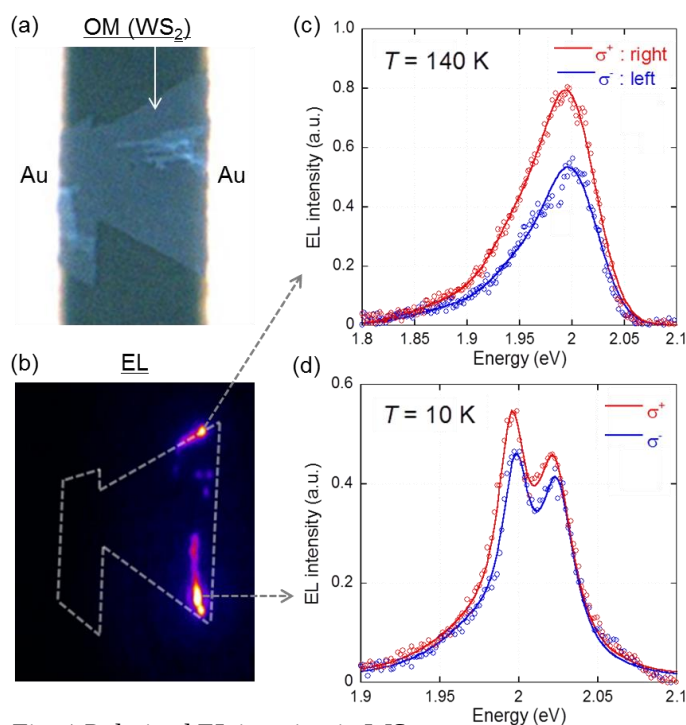


Fig. 1 Polarized EL imaging in WS₂