# 遷移金属ダイカルコゲナイド単層混晶膜を用いた波長可変発光デバイス

## Continuous Color-Tunable Light-Emitting Devices Based on Compositionally Graded Monolayer Transition Metal Dichalcogenide Alloys

名大工 [1]，首都大理工 [2]，産総研 [3]，筑波大数理 [4]，京大エネ研 [5]

◦蒲 江 [1]，欧 昊 [1]，山田 知之 [1]，和田 尚樹 [2]，内藤 響 [2]，小倉 宏斗 [2]，遠藤 尚彦 [2]，劉 崢 [3]，入沢 寿史 [3]，柳 和宏 [2]，中西 勇介 [2]，高 燕林 [4]，丸山 実那 [4]，岡田 晋 [4]，篠北 啓介 [5]，松田 一成 [5]，宮田 耕充 [2]，竹延 大志 [1]

Nagoya Univ. [1], Tokyo Metropolitan Univ.[2], AIST[3], Tsukuba Univ.[4], Kyoto Univ. [5]

◦Kou Ho[1], H. Ou[1], T. Yamada[1], N. Wada[2], H. Naito[2], H. Ogura[2], T. Endo[2], Z. Liu[3], T. Irisawa[3], K. Yanagi[2], Y. Nakanishi[2], Y. Gao[4], M. Maruyama[4], S. Okada[4], K. Shinokita[5], K. Matsuda[5], Y Miyata[2], Taishi Takenobu[1]

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

遷移金属ダイカルコゲナイド（TMDC）単層膜は豊富な材料展開が可能であり、物質ごとに可視―近赤外の直接バンドギャップを有する。そのため、フォトダイオードや発光デバイス・レーザ―など多様な光デバイスへの応用が期待されている[1]。一般に、これら光デバイスの受光感度や発光波長は物質のバンドギャップに依存するため、これを変調/拡張することはデバイスの高機能化に繋がる。例えば、これまで化学修飾やゲート効果などによりバンドギャップを変調する手法が報告されているが、制御できる波長/エネルギー域は極めて狭い（~ 0.1 eV）[2,3]。本研究では、TMDC の組成を意図的に変調した混晶に注目し、組成勾配を持つような混晶膜を準備した。このような混晶膜では、試料内の勾配に依存してバンドギャップが大きく変化するため、電解質を用いた発光構造を導入することで、広範囲に発光波長を連続制御可能なデバイス実現を目指した[4]。

ここでは化学気相成長により、$WS_2$ と $WSe_2$ による単層混晶膜を合成した。特に、カルコゲン原子の組成を面内方向に徐々に変化させた $WS_{2(1-x)}Se_{2x}$ 混晶膜を準備し（図 1 中）、その上に二端子を形成し、さらにゲル状電解質を成膜した（図 1 上）。このデバイスに電圧を印加するとイオンの変位により自発的に p-n 接合が形成され発光が生じる。特に、電圧を変化させると発光位置を系統的に制御することができ[5]、試料の組成勾配（発光位置）に対応して発光波長を $WS_2$ ~ 2.1 eV から $WSe_2$ ~ 1.6 eV まで変調することに成功した（図 1 下）。講演では、混晶膜の詳細な光学評価やバンド計算結果も併せて議論する。

[1] J. Pu, T. Takenobu, *Adv. Mater.* **30**, 1707627 (2018)
[2] S. Mouri *et al*. *Nano Lett.* **13**, 5944 (2013)
[3] J. Pu *et al*. *ACS Nano* **13**, 9218 (2019)
[4] J. Pu, *et al*. *Adv. Mater.* **34**, 2203250 (2022)
[5] H. Ou, J. Pu *et al*. *ACS Nano* **15**, 12911 (2021)

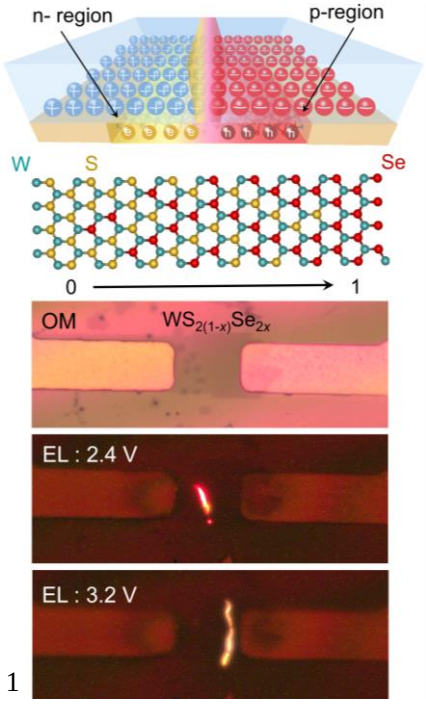


図 1

© 2023年 応用物理学会