

デュアルバックゲート電圧変調による  $\text{MoTe}_2$  面内 PN 接合の発光ダイオード  
 Light emitting diode of  $\text{MoTe}_2$  lateral PN junction formed by dual back gate voltage modulation

東京都市大学<sup>1</sup>, NIMS<sup>2</sup>

○山勢海里<sup>1</sup>, 林田隼弥<sup>1</sup>, 渡邊賢司<sup>2</sup>, 谷口尚<sup>2</sup>, 星裕介<sup>1</sup>

Tokyo City Univ.<sup>1</sup>, NIMS<sup>2</sup>

○K. Yamase<sup>1</sup>, S. Hayashida<sup>1</sup>, K. Watanabe<sup>2</sup>, T. Taniguchi<sup>2</sup>, Y. Hoshi<sup>1</sup>

E-mail: g2181280@tcu.ac.jp

半導体の性質を持つ数層の二テルル化モリブデン( $\text{MoTe}_2$ )は、大きい束縛エネルギーにより室温においても励起子を形成する[1]。またその励起子発光波長は層数に依存し、1150-1300 nm 付近であることから、Si フォトニクスとの整合性が良く、光通信応用に向けた発光素子開発が期待されている。近年、ゲート電圧操作により 2 層  $\text{MoTe}_2$  中のキャリア密度を変化させることで、p-i-n 接合を形成できることが報告されている[2]。今回我々は、デュアルバックゲート構造を利用することで、2-4 層の  $\text{MoTe}_2$  中に面内 pn 接合が形成され、これらの pn 接合界面からエレクトロミネッセンス(EL)を観測することに成功したので報告する。

図 1 に作製した電流注入型発光素子の概略図を示す。まず、機械的剥離法により PDMS シート上に多層の  $\text{MoTe}_2$ 、hBN、グラファイトを形成した。これらのフレイクをドライトランスファー法で、300nm の  $\text{SiO}_2$  膜を有する  $\text{p}^+\text{-Si}$  基板上に連続的に転写することでデバイス構造を作製した。バックゲート電極およびソース・ドレイン電極にはグラファイトを用いた。また、ゲート絶縁膜および、表面酸化の抑制を目的として  $\text{MoTe}_2$  を六方晶窒化ホウ素で封止した[3]。

グラファイトバックゲートおよびシリコンバックゲートへの印可電圧を制御することで、 $\text{MoTe}_2$  内に面内 PN 接合を形成した。 $I_d\text{-}V_d$  特性を調べたところ明瞭な整流性が見られ、オン・オフ比が  $10^4$  程度であることが分かった。図 2 に  $\text{MoTe}_2$  の層数を 2-4 層に変化させた場合の EL スペクトルを示す。1.05eV 付近に励起子発光に起因した明瞭なピークが見られており、層数の増大によって、EL ピークが低エネルギー側にシフトしていることが分かる。これは、 $\Gamma$  点における価電子帯の上端のエネルギーが層数の増大により増加することでバンドギャップが小さくなったことに由来していると考えられる。当日は、ゲート電圧制御による  $\text{MoTe}_2$  内のキャリア密度変調が EL 強度に与える影響についても報告する。

本研究の一部は、科学研究費補助金の支援を受けて行われた。

[1] C. Ruppert et al., Nano Lett., **14**, 6231 (2014).

[2] Y.-Q. Bie et al., Nat. Nanotech. **12**, 1124 (2017).

[3] S. Hayashida et al., ACS Appl. Electron. Mater. **2**, 2739 (2020).

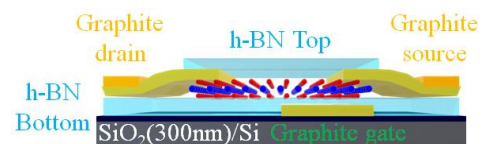


Figure 1. Schematic of the light emitting diode structure with few layer  $\text{MoTe}_2$  encapsulated by hBN.

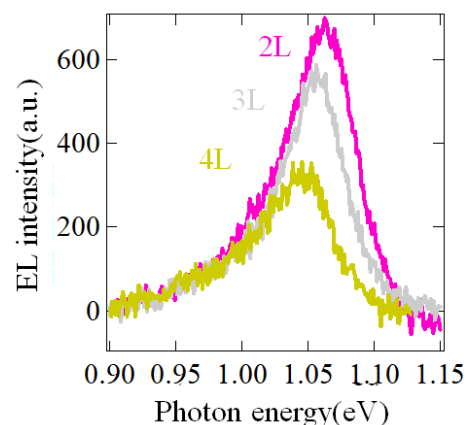


Figure 2. Layer number dependence of electroluminescence spectrum at room temperature.