

## WSe<sub>2</sub>/h-BN ファンデルワールス三重量子井戸における共鳴トンネル

### Resonant tunneling in van der Waals triple quantum well based on WSe<sub>2</sub>/h-BN junctions

東大生研<sup>1</sup>, NIMS<sup>2</sup>, 科学大フロンティア研<sup>3</sup>

○木下 圭<sup>1</sup>, 守谷 頼<sup>1</sup>, 小野寺桃子<sup>1</sup>, 張 奕勁<sup>1</sup>, 渡邊 賢司<sup>2</sup>, 谷口 尚<sup>2</sup>, 笹川 崇男<sup>3</sup>, 町田 友樹<sup>1</sup>

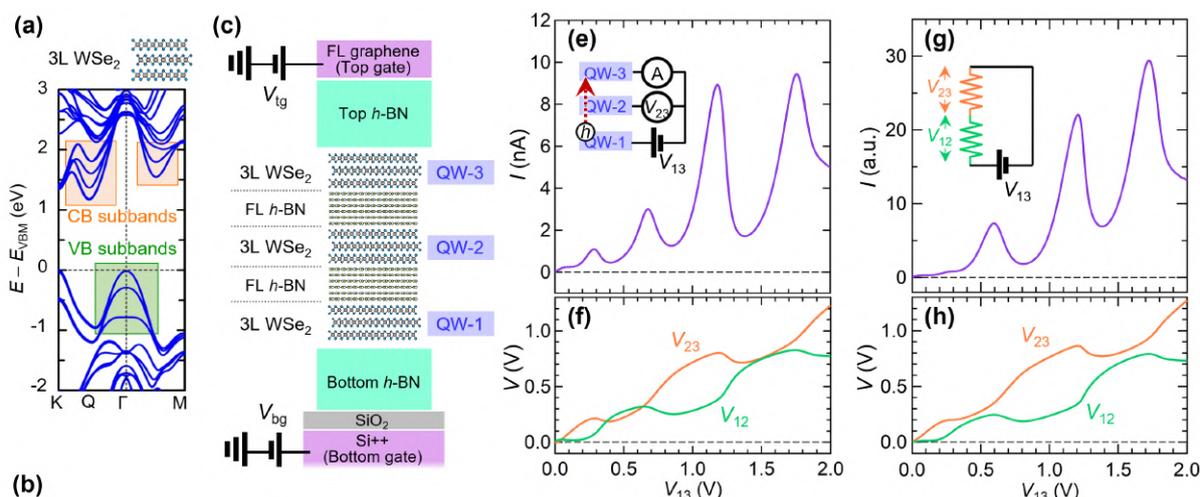
IIS Univ. Tokyo<sup>1</sup>, NIMS<sup>2</sup>, MSL Science Tokyo<sup>3</sup>, °Kei Kinoshita<sup>1</sup>, Rai Moriya<sup>1</sup>, Momoko Onodera<sup>1</sup>,

Yijin Zhang<sup>1</sup>, Kenji Watanabe<sup>2</sup>, Takashi Taniguchi<sup>2</sup>, Takao Sasagawa<sup>3</sup>, and Tomoki Machida<sup>1</sup>

E-mail: kkin@iis.u-tokyo.ac.jp

複数層の WSe<sub>2</sub> は、Fig. 1a のように膜厚方向の量子閉じ込めに起因するサブバンドを価電子帯・伝導帯の両方に形成するため、天然の量子井戸 (QW) と見なされる[1,2]。本研究では、3層 (3L) WSe<sub>2</sub>/h-BN/3L WSe<sub>2</sub>/h-BN/3L WSe<sub>2</sub> ファンデルワールス (vdW) ヘテロ構造を作製し、QW-1, QW-2, QW-3 を含む三重量子井戸デバイスを実現した (Fig. 1b-d)。トップゲート電圧  $V_{tg}$ 、ボトムゲート電圧  $V_{bg}$  の印加により、WSe<sub>2</sub> にホールを蓄積した。QW-1 と QW-3 の間にバイアス  $V_{13}$  を印加しトンネル電流を測定すると、室温で複数のピークを検出できた (Fig. 1e)。同時に QW-2 と QW-3 の間にかかるバイアス  $V_{23}$  を測定すると、Fig. 1f に示すように  $V_{13}$  の値によって  $V_{23}$  と  $V_{12}$  (QW-1 と QW-2 の間のバイアス) のバランスが異なっていることが分かった。これらの測定カーブは、負性抵抗デバイスの直列接続回路のシミュレーションにより良く再現できた (Fig. 1g, h)。このような三重量子井戸デバイスの動作実証は、vdW ヘテロ構造による多重量子井戸を用いた電子・光デバイス実現に大きく近づく成果である。

[1] K. Kinoshita *et al.*, Nano Lett. **22**, 4640 (2022). [2] K. Kinoshita *et al.*, ACS Nano **18**, 28968 (2024).



**Figure 1.** (a) Band structure of trilayer (3L) WSe<sub>2</sub>. (b) Schematic of concept of triple quantum well (TQW) based on van der Waals heterostructures. (c,d) (c) Schematic and (d) Optical micrograph of the 3L WSe<sub>2</sub>/few-layer (FL) h-BN junction device. Scale bar is 10  $\mu\text{m}$ . (e,f) Measured characteristics at room temperature: (e)  $I$ - $V_{13}$ , (f)  $V_{12}$ - $V_{13}$  and  $V_{23}$ - $V_{13}$ , obtained from the circuit shown in the inset. Gate voltages:  $V_{tg} = -7.5$  V,  $V_{bg} = -25$  V. (g,h) Simulated characteristics: (g)  $I$ - $V_{13}$ , (h)  $V_{12}$ - $V_{13}$  and  $V_{23}$ - $V_{13}$ , obtained from the measurement circuit shown in the inset.