

複数層 WSe₂ のサブバンド準位における共鳴トンネル効果の観測

Observation of resonant tunneling effect due to subband in few layer WSe₂

東大生研¹, 東工大フロンティア研², 物材機構³, CREST-JST⁴

○竹山 慶¹, 守谷 頼¹, 岡崎 尚太², 張 奕勁¹, 増渕 寛¹, 渡邊 賢司³,

谷口 尚^{3,1}, 笹川 崇男², 町田 友樹^{1,4}

IIS Univ. Tokyo¹, MSL Tokyo Tech.², NIMS³, CREST-JST⁴

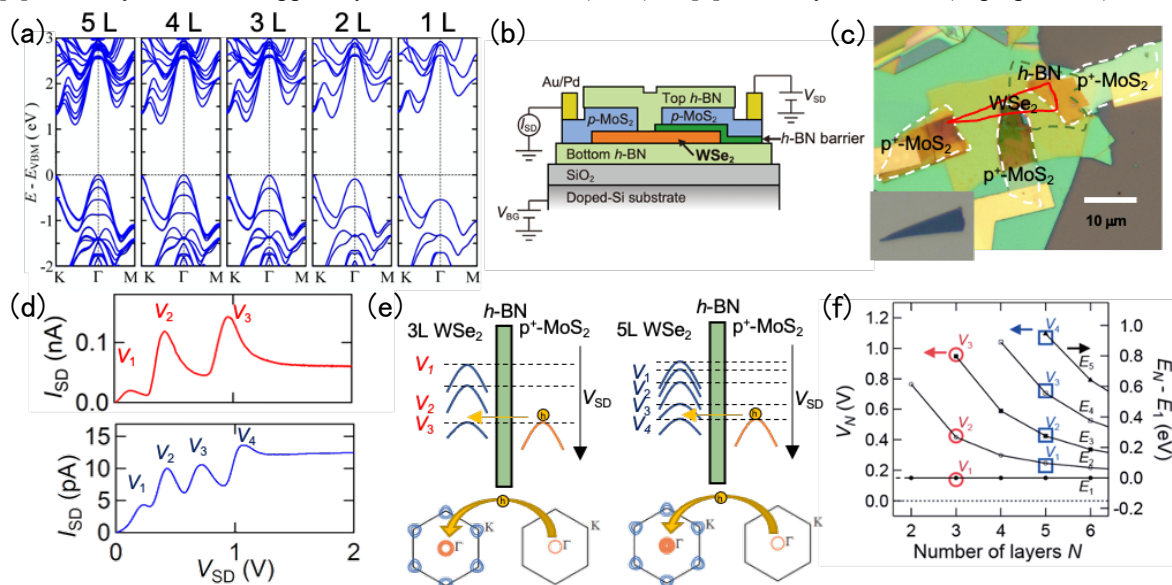
○Kei Takeyama¹, Rai Moriya¹, Shota Okazaki², Yijin Zhang¹, Satoru Masubuchi¹,

Kenji Watanabe³, Takashi Taniguchi^{3,1}, Takao Sasagawa², and Tomoki Machida^{1,4}

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

複数層 WSe₂ は間接遷移型半導体であるため直接遷移型の単層 WSe₂ と異なり注目されてこなかったが、長波長赤外光のエネルギーに対応する準位間隔のサブバンドを形成するため、赤外光デバイス材料としてのポテンシャルを秘めている(図(a))。しかし WSe₂ のサブバンドの存在を端的に示した事例はいまだ存在しない。本研究ではトンネルバリアを有する p⁺-MoS₂/h-BN/WSe₂ デバイスを作製し、共鳴トンネル効果を用いることで電気伝導測定による初めての複数層 WSe₂ サブバンドの観測を実現した。劈開した 3 層 WSe₂, p⁺-MoS₂, h-BN 結晶を繰り返し転写して図(b)の構造のデバイスを作製した。p⁺-MoS₂ は WSe₂ に対する良好電極を作製するために用いた[1]。低温にて I_{SD}-V_{SD} 特性を測定すると複数のピーク構造が観測された(図(d))。このピークは WSe₂ のサブバンド準位と p⁺-MoS₂ 電極のフェルミレベルが一致した時に生じる共鳴トンネル注入に対応する (図(e))。5 層 WSe₂ を用いた同構造デバイスの測定でも同様の共鳴トンネルピークが観測されており、結果から得られたピーク間隔と DFT 計算によって求められた WSe₂ のサブバンド準位間隔はいずれの素子においてもよく一致している(図(f))。この結果は複数層 WSe₂ がサブバンドを有することを示す明確な証拠であり、二次元層状物質のサブバンド間遷移を利用した赤外光デバイスの実現可能性を大きく高めるものである[2]。

[1] K. Takeyama, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **117**, 153101(2020). [2] K. Takeyama, *et al.* (in preparation)



(a) band structure of WSe₂ (b) schematic image of device (c) optical image of device (inset : WSe₂ used in device)

(d) I-V characteristics of devices (e) schematic image of resonant tunneling effect (f) comparison between results and calculation