

WTe₂ ファンデルワールスヘテロ接合素子における量子輸送特性

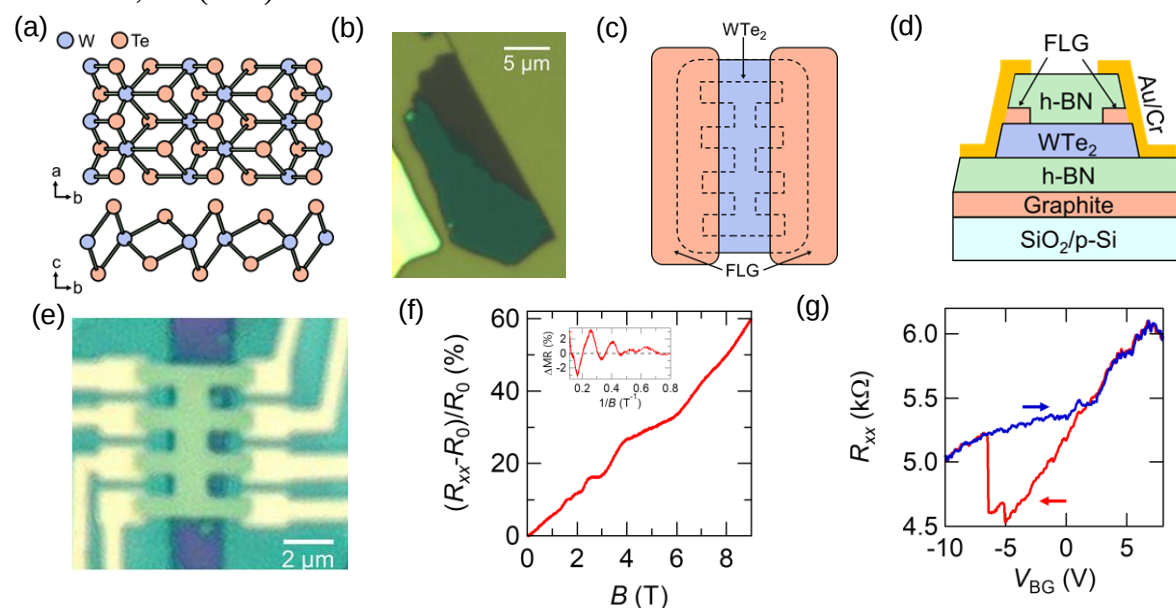
Quantum Transport Properties of WTe₂ van der Waals Heterostructures

東大生研¹、東工大フロンティア研²、物材機構³、CREST-JST⁴ ○渡邊 瑛介¹、増淵 寛¹、
張 奕勁¹、岡崎 尚太²、笹川 崇男²、渡邊 賢司³、谷口 尚³、町田 友樹^{1,4}
IIS Univ. Tokyo¹, MSL-Tokyo Tech.², NIMS³, CREST-JST⁴, °Eisuke Watanabe¹, Satoru Masubuchi¹,
Yijin Zhang¹, Shota Okazaki², Takao Sasagawa², Kenji Watanabe³, Takashi Taniguchi³,
Tomoki Machida^{1,4}
E-mail: ewat@iis.u-tokyo.ac.jp

層状遷移金属ダイカルコゲナイド (TMD) の一種である 1T'-WTe₂ は、a 軸に沿ってタングステン原子が鎖状に配列した構造を持ち、他の TMD と比較して対称性の低い特異な結晶異方性を有する (図(a))。巨大・非飽和磁気抵抗効果[1]、強誘電的スイッチング[2]、非線形ホール効果[3]など、様々な現象が観測され注目を集めているが、WTe₂ を用いたファンデルワールスヘテロ接合の作製は世界でも例が少ない。WTe₂ は剥離が困難な上、空气中で容易に酸化されるため、グローブボックス内における WTe₂ 素子作製プロセスの構築を行った。

スコッチテープを用いて剥離した数層 WTe₂ 結晶片 (図(b)) に 2 つの数層グラフェン (FLG) 結晶片を積層した (図(c))。層状結晶の剥離およびファンデルワールス積層はグローブボックス内で行った。ドライエッチングによってホールバー形状に整形し、FLG を電極とした量子輸送現象測定用素子を作製した (図(d, e))。5-7 層の WTe₂ を用いて作製した素子において、面直磁場 (0-9 T) の増加に伴って抵抗値が増大する磁気抵抗効果、およびシュブニコフ・ドハース振動が観測された (図(f))。2-4 層の WTe₂ を用いて作製したデバイスにおいて、バックゲート電圧 (V_{BG}) を掃引して縦抵抗を測定したところ、ヒステリシスを伴う急峻な抵抗値変化が観測された (図(g))。面直電場によって WTe₂ の分極状態がスイッチングしたことを示している。

[1] M. N. Ali *et al.*, Nature **514**, 205 (2014). [2] Z. Fei *et al.*, Nature **560**, 336 (2018). [3] Q. Ma *et al.*, Nature **565**, 337 (2019).



図(a) WTe₂ の結晶構造。(b) 劈開された WTe₂ フレーク。(c) FLG 電極を付与した WTe₂ 素子の模式図。(d) 素子の断面模式図。(e) 素子の光学顕微鏡画像。(f) $T = 1.6$ K、 $V_{BG} = 10$ V における磁気抵抗効果の測定結果。挿入図は振動を抽出し磁場の逆数に対してプロットしたもの。(g) 縦抵抗の V_{BG} 依存性。面直電場によるスイッチングが見られる。