TMD 材料を用いたトンネル電界効果トランジスタの作製

Fabrication of tunneling FET device using TMD materials

千葉大物質 [1], バッファロー大 [2] ○大内 秀益 [1], 神谷 航太 [1], 坂梨 昂平 [1]
Thomas Guehenneux[1], Peter Krüger[1], Jonathan P. Bird [2], 渡邊賢司 [3], 谷口尚 [3], 青木 伸之 [1]
Chiba Univ.[1], SUNY Buffalo.[2],National Institute for Materials Science.[3], ○Hidemitsu Ouchi[1],
Kota Kamiya[1], Kohei Sakanashi[1], Thomas Guehenneux[1], Peter Krüger[1], Jonathan P. Bird[2],
Kenji Watanabe[3], Takashi Taniguchi[3], Nobuyuki Aoki[1],
E-mail: n-aoki@faculty.chiba-u.jp

MoS_2 を代表とする遷移金属ダイカルコゲナイドはバンドギャップを有し、高い on/off 比を持つことから、二次元半導体材料としてデバイス応用のための研究が盛んに行われている。$MoTe_2$ 結晶に対して高強度のレーザーを照射することによって、結晶構造が三角プリズム型(2H)から八面体型(1T')へと変化することが報告されている[1]。対して我々は、高強度のレーザー照射によって生成された部分は1T'相ではなく、Te であることを明らかにしてきた。また、$MoTe_2$ に対して Te が生成されない程度の低強度のレーザーを照射することによって、$MoTe_2$-FET の特性を制御する研究を進めている。我々はこの強度をコントロールしたレーザー照射を含めた欠陥導入による FET 特性の制御技術を用いて、$MoTe_2$ 結晶を用いたトンネル電界効果トランジスタ(TFET)を作製してきた(Fig.1)。

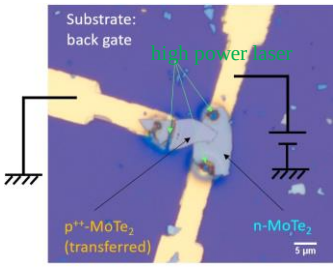

Fig. 1. Optical microscope image of TFET sample

ボトム電極(Cr/Au)を Si/SiO_2 基板上に作製し、剥離によって得た $MoTe_2$ 結晶を Fig. 1 のように電極上に配置した。2 つの $MoTe_2$ 結晶に対してそれぞれ波長 532nm の CW レーザーを照射することによって、キャリアの極性の異なる $MoTe_2$ 結晶同士での pn 接合を形成した。しかし、前回報告したように、このサンプルでは TFET の特徴の一つである高い on/off 比を得ることができなかった。この原因を結晶厚み由来の漏れ電流であると考察し、現在では Fig.2 のような構造を作製中である。

Fig.2 はチャネル部分に単層～数層の MoS_2 を採用した TFET 構造の断面図である。あらかじめ欠陥導入によってそれぞれ p^+,n^+ ドーピングを施した $MoTe_2$ 結晶を用意し、それに対して h-BN/MoS_2 と積層したものをトランスファーし、Fig.2 の構造を作製する。チャネル部分に高品質な MoS_2 を採用することで、漏れ電流を抑制し、かつ $MoTe_2$ よりもバンドギャップが大きい(~1.8eV)ため、高い on/off 比を得られると期待している。

現在我々のグループで研究を進めている $MoTe_2$ へのキャリアドーピング方法なども含め、当日発表する。

Fig. 2. Cross section image of our new TFET sample

[1] Sueon Cho *et al* ., Science **349,** 625 (2015).