

hBN/単層 MoTe₂ チャンネル FET における電気的特性の環境依存性

Environmental dependence of electrical properties in hBN/1L-MoTe₂ channel FETs

東京都市大¹, NIMS², ○(M1)吉村 拓¹, 滋野 博史¹, 渡邊 賢司², 谷口 尚², 星 裕介¹

Tokyo City Univ.¹, NIMS², ○T. Yoshimura¹, H. Shigeno¹, K. Watanabe², T. Taniguchi², Y. Hoshi¹

E-mail: ty1720@icloud.com

二テルル化モリブデン (MoTe₂) 単分子膜は、極性制御が比較的容易であることや、両極性伝導特性を示すことから、トランジスタのチャンネル材料として非常に期待されている[1]。しかし MoTe₂ は、熱安定性が低いことや数日程度の大気暴露で容易に酸化されることが知られている。特に、H₂O や O₂ 分子がチャンネル表面に吸着した場合、吸着分子への電荷輸送が生じるため、FET の電気的特性に影響を与えることが報告されている[2]。一方、MoTe₂ 上に六方晶窒化ホウ素(hBN)キャップ層を堆積すると、酸化による結晶品質劣化を抑制できる。今回我々は、hBN キャップ層を有する単層 MoTe₂ チャンネル FET において、測定環境が FET の電気的特性に大きく影響を与えることを発見したので報告する。

まず、以前に報告した金剥離法を用いて単層 MoTe₂ を SiO₂/Si 基板上に作製した[3]。この単層 MoTe₂ 上にソース/ドレイン電極となるグラファイトと、キャップ層として六方晶窒化ホウ素(hBN)を積層することで、Si 基板をバックゲート電極とする hBN/単層 MoTe₂ チャンネル FET 構造を作製した。作製した試料の電気的特性は、高真空中またはガス置換可能なチャンバー内で測定した。

図 1(a)、1(b)は、大気下および高真空中($P=3.4 \times 10^{-2}$ Pa)における $I_{SD}-V_G$ 特性を示している。いずれの場合においてもゲート電圧が正方向、負方向に増大することで I_{SD} が増加しており、両極性伝導特性を示している。大気下で測定した場合、 $I_{SD}-V_G$ 特性に $\Delta V_H=9$ V 程度のヒステリシスが見られるが、高真空中においては $\Delta V_H=2$ V 程度に減少することが分かった。また減圧することで、 I_{SD} が最小値となる電圧(V_{CMP})が低電圧側にシフトすることが分かった。図 2 は ΔV_H と V_{CMP} のチャンバー内圧力依存性を示している。 ΔV_H と V_{CMP} はいずれも圧力に依存して大きく変化しており、MoTe₂ 上に hBN キャップ層を持つ場合においても環境依存性があることが分かった。また、大気開放することで ΔV_H と V_{CMP} は、図 1(a)の状態に戻ることを確認しており、大気中の H₂O や O₂ 分子の吸着が電気的特性に影響を与えていることが分かった。当日は、高真空状態から、N₂、O₂、大気でベントした場合の電気的特性についても示す予定である。

[1] Soonjin Kim et al., Appl. Sci.12, 3840 (2022). [2] Francesca Urban et al., 2D Mater. 6, 045049 (2019).

[3] 山村等, 応物秋予稿, 21p-P12-51 (2022).

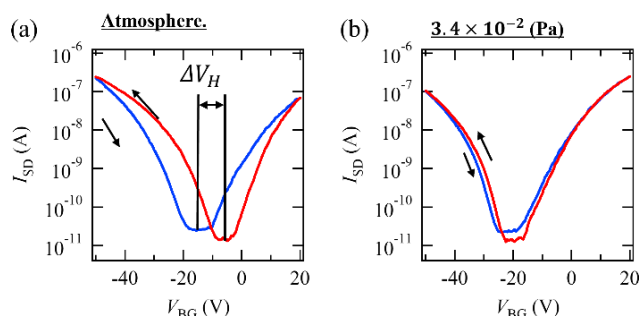


Figure 1. The transfer characteristics in monolayer 2H-MoTe₂ channel FET at $V_{SD}=-0.5$ V in (a) an atmosphere and (b) N₂ ambient.

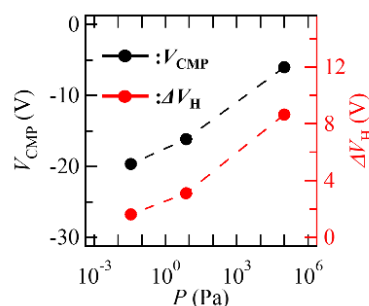


Figure 2. V_{CMP} and ΔV_H plotted as a function of pressure in the chamber.