

課題番号 : F-21-NM-0029
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 二硫化モリブデン電界効果トランジスタを応用した分子センサーの開発
 Program Title (English) : Development of Molecular Sensor Based on Molybdenum Disulfide Field Effect Transistor
 利用者名(日本語) : 和泉廣樹
 Username (English) : H. Waizumi
 所属名(日本語) : 東北大学大学院理学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Science, Univ. of Tohoku
 キーワード/Keyword : N&MEMS、リソグラフィ・露光・描画装置、二硫化モリブデン

1. 概要(Summary)

次々世代の材料として期待される二硫化モリブデン(MoS₂)であるが、これを電界効果トランジスタ(FET)のチャンネル材料として、分子センサーとして応用したい。

MoS₂ は n 型半導体であり、電子アクセプター分子が吸着すると、MoS₂ の伝導帯から分子の LUMO へ電子が移動する。この時生じる MoS₂-FET を流れるドレイン電流(I_D)の減少は、TCNQ 吸着実験で容易に観測できた。

実用性向上を目的として、様々なターゲット分子について検出の実績を増やしたい。本研究では、電子ドナー分子の吸着における電気特性変化の観測に挑戦した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

125 kV 電子ビーム描画装置、6連自動蒸着装置

【実験方法】

MoS₂ フレークを SiO₂/p⁺Si(001)基板に転写し、レジスト(MMA/PMMA A2)を塗布後、電子ビーム描画装置と電子銃型蒸着装置を用いてフレーク両端に Ni/Au(Ni:10 nm, Au:150 nm)電極を取り付けた。

デバイスを持ち帰り、ドナー分子(Methyl Red:MR, C₁₅H₁₅N₃O₂) を MoS₂ 表面に真空蒸着した時の電気測定実験および X 線光電子分光実験を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 (a)から、MR の吸着量増加に伴って、期待通り I_D が増加する様子が観測された(しきい値電圧が左にシフト)。自作したデバイスにおいて、MoS₂ の n 型特性から、電子ドナー分子の検出は難しいと予想していたが、本実験で電気特性変化として観測することに成功した。

Fig. 1 (b), (c)に、MoS₂ 表面状態の解析結果を示した。蒸着量増加に伴い MR 由来の N 1s ピーク強度が増

加し、下地の MoS₂ 由来の Mo 3d ピーク強度が減少した。MoS₂ 表面と吸着した MR との間で起こる電気的な相互作用が、デバイスの電気特性に影響を与えたと考察される。

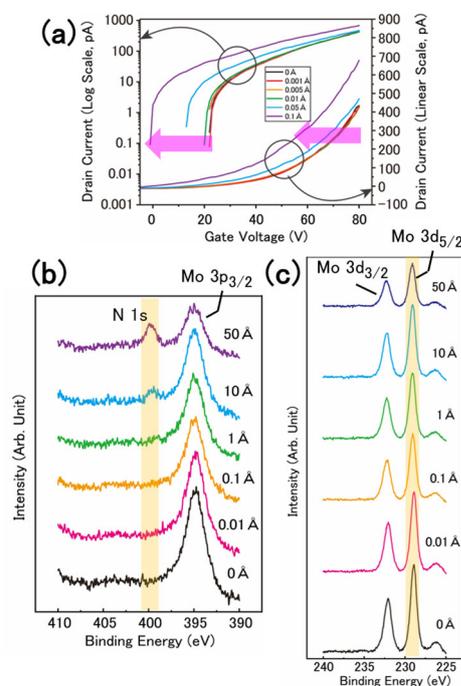


Fig. 1. Changes in (a) electrical properties and (b, c) surface states before and after MR adsorption. The successful detection of donor molecules is expected to expand the applications for molecular sensors.

4. その他・特記事項(Others)

- ・競争的資金: 科研費 基盤研究(S) 19H05621
- ・技術支援者: 大里啓孝、渡辺英一郎 (NIMS NPF)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- ・H. Waizumi *et al.*, *Appl. Surf. Sci.* **571** 151252 (2022).
- ・H. Waizumi *et al.*, 23p-P11-20, JSAP 82th.

6. 関連特許(Patent) なし。