

課題番号 : F-20-NM-0079  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : MoS<sub>2</sub>-FET の電子物性を用いた流体環境下高感度分子センサの開発  
 Program Title (English) : Development of sensor device using MoS<sub>2</sub>-FET for micro-fluidic channel  
 利用者名(日本語) : 田中悠太  
 Username (English) : Y. Tanaka  
 所属名(日本語) : 東北大学大学院理学研究科  
 Affiliation (English) : Graduate school of Science, Tohoku Univ.  
 キーワード/Keyword : N&MEMS、リソグラフィ・露光・描画装置、遷移金属ダイカルコゲナイド

## 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(MoS<sub>2</sub>)に着目し、MoS<sub>2</sub>を材料にした電界効果トランジスタ(FET)を作製している。将来、この MoS<sub>2</sub>-FET が分子センサーデバイスに応用されることを望んでいる。

1 つの応用例として、溶液中に存在する分子による電気特性変化の検出に取り組んでいる。MoS<sub>2</sub>-FET デバイスを用いた溶液中分子の高感度検出手法が、水質汚染判定へと実用化されると、医療分野や環境モニタリング分野にとって大きな貢献となり得る。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

125 kV 電子ビーム描画装置、12 連電子銃型蒸着装置、原子層堆積装置

### 【実験方法】

MoS<sub>2</sub> フレークを SiO<sub>2</sub>/p++Si 基板に転写し、レジスト(MMA/PMMA A2) 塗布後、125 kV 電子ビーム描画装置と 12 連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。次に、原子層堆積装置を用いて HfO<sub>2</sub> 保護膜を 2.2 nm 堆積させた。最後に PMMA A6 で表面を覆った後、電極のパッド部と MoS<sub>2</sub> チャンネル部に窓穴を開けた。作製したデバイスを持ち帰り、デバイス上に PDMS (dimethylpolysiloxane)を材料としたマイクロ流路を載せた(Figure (a))。次に、IPA (Isopropyl alcohol) 注入シリンジとマイクロ流路の入口をキャピラリー管でつなぎ、流路系とした。マイクロ流路内に流れる IPA の流速を変えて、各流速時における電気特性を測定した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

実験で得られた電気特性を Figure (b)に示した。以降、V<sub>g</sub>(ゲート電圧)= +15 V のときの I<sub>d</sub>(ドレイン電流)の大きさを判断する。MoS<sub>2</sub> チャンネル上に IPA が流れて

いない(流速: 0 μl/min)とき、で I<sub>d</sub>= 2.5×10<sup>-6</sup> A であった。次に、IPA を 1 μl/min の速度で流したとき、I<sub>d</sub>= 0.5×10<sup>-6</sup> A まで減少した。流速をさらに大きくすると、5 μl/min のとき、I<sub>d</sub>= 2.0×10<sup>-8</sup> A まで減少した。さらに、流速を 0 μl/min に戻すと I<sub>d</sub>= 2.5×10<sup>-6</sup> A に戻ったことから、MoS<sub>2</sub> チャンネル上の流体の流速が、I<sub>d</sub> の減少に大きく影響していることが分かった。

今年度の報告では、最終目標の溶質分子検出のベースとなる溶媒検出を行い、流速による I<sub>d</sub>-V<sub>g</sub> 特性の変化量の違いを観測できた。この結果をもとに次年度は、

- 1) 溶媒を変えて、I<sub>d</sub>-V<sub>g</sub> 特性変化の違いを観察
  - 2) 溶質分子の検出
- を目標としたい。

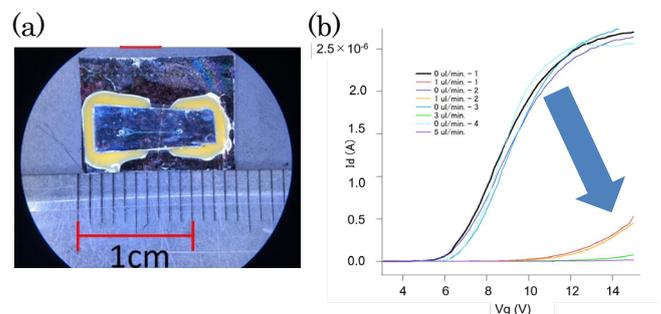


Figure (a) Optical images of MoS<sub>2</sub>-FET devices with microfluid channel and (b) I<sub>d</sub>-V<sub>g</sub> curves with and without IPA flows on MoS<sub>2</sub> channel.

## 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(NIMS 微細加工 PF)

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

Y. Tanaka *et al.*, ”流体及び液滴下における二硫化モリブデン電界効果トランジスタの動作特性”, JSAP 81<sup>th</sup>(2020), 11p-Z29-8.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。