

課題番号 : F-15-NM-0066
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 遷移金属ダイカルコゲナイドを用いた生体物質センシングデバイス作製プロセスの開発
 Program Title (English) : Transition Metal Dichalcogenide FET for molecules detection
 利用者名(日本語) : グエンタットルン
 Username (English) : Nguyen Tat Trung
 所属名(日本語) : 東北大学大学院理学研究科
 Affiliation (English) : Dep. of Chemistry, Tohoku University

1. 概要(Summary)

遷移金属ダイカルコゲナイド群に属する二硫化モリブデン(MoS₂)は、グラフェンのような二次元層状構造を持つ物質である。MoS₂は、有するバンドギャップが層数に依存して変化する特異な性質を持ち、特に単層においては1.8 eVのバンドギャップを有する直接遷移半導体となる。そのため、単層 MoS₂ グラフェンのようにナリボン化することなく、電界効果トランジスタ(FET)化することが可能である。本研究では、半導体活性層が露出している、バックゲート型 FET を作製し、その半導体活性層に有機分子吸着を施すことで、電気特性変化を観測することを目的としたものである。今回達成した本研究の目的は、生体内分子検出を、化学反応を用いない完全電気応答による実現の可能性を示唆するものとなる。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 電子線リソグラフィ装置
- ・ 酸化膜ドライエッチング装置
- ・ 高速マスクレス露光装置
- ・ 12連電子銃型蒸着装置
- ・

【実験方法】

はじめに、スコッチテープを用いて、劈開 MoS₂ を、SiO₂/Si 基板上に転写した。転写した MoS₂ は形状もサイズもばらつきがあるため、電子線リソグラフィ装置によりパターン形成した PMMA を保護膜として、酸化膜ドライエッチングを用いた Ar スパッタリングにより、短冊形に成形した。成形した短冊形 MoS₂ 欠片の寸法は、1 μm x 3 μm である。二端子電極は、電子線リソグラフィによりパターンニングした PMMA をマスクとして、電子線蒸着装置を用いて、金属蒸着を行った。電極材料はニッケル(Ni)を用い、膜厚を 10 nm とした。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

作製したバックゲート型 MoS₂FET は、n 型 FET デイプレッションモードで動作した。ON/OFF はドレイン電圧 0.05 V において、10⁴ 程と高い値を見せた。これ

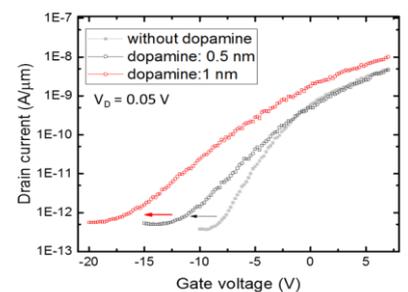


Fig.1 Negative shift of I_D-V_G attended by molecule adsorption

は、MoS₂と電極のコンタクトが良好であることを示す。この MoS₂FET に Dopamine 分子吸着を行った。その結果、I_D-V_G特性がネガティブシフトしたことを確認した(Fig.1)。このシフト量は、吸着量に伴い増加する。ヒステリシスには、変化が見られなかったため、Dopamine の双極子モーメントは機能せず、固定電荷を持つ吸着分子モデルとして考えることができる。Ascorbic acid 分子の吸着においては、ヒステリシスが增大しており、MoS₂ 表面上での分子の吸着形態が Dopamine と異なることが考えられる。

4. その他・特記事項(Others)

特になし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) T. T. Nguyen, E. Watanabe, H. Osato, D. Tsuya, A.Ando, T. Komeda, 第 35 回表面科学学術講演会, 平成 27 年 12 月 2 日.
- (2) T. T. Nguyen, E. Watanabe, H. Osato, D. Tsuya, A.Ando, T. Komeda, The 28th International Microprocesses and Nanotechnology Conference, 2015/11/12.
- (3) T. T. Nguyen, T. Komeda, A. Ando, The 1st International Conference On Applied Surface Science, 2015/07/29

6. 関連特許 (Patent)

なし