

課題番号 : F-15-TU-0068
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 2次元シートデバイス開発
Program Title (English) : Fabrication of two dimensional sheet device
利用者名(日本語) : 加藤俊顕, 鈴木弘朗, 赤間俊紀, 金子俊郎
Username (English) : T. Kato, H. Suzuki, T. Akama, T. Kaneko
所属名(日本語) : 東北大学大学院工学研究科電子工学専攻
Affiliation (English) : Department of Electronic Engineering, Graduate School of Engineering,
Tohoku University

1. 概要 (Summary)

原子オーダーの厚みを有する 2 次元シート材料は、優れた電気・光特性を有することから、近年大きな注目を集めている。2 次元シート材料の中では炭素から構成されるグラフェン[1、2]が最も有名であるが、グラフェンにはバンドギャップが存在しないため、半導体デバイスへの応用が困難である。これに対して、遷移金属とカルコゲン原子から構成される遷移金属ダイカルコゲナイド (TMD) は、グラフェン同様の原子オーダーの厚みをもつ 2 次元シート形状に加え、明確なバンドギャップを有することから次世代のフレキシブルエレクトロニクス応用に向けて大きな注目を集めている[3]。そこで、本研究では単層 TMD を用いた高性能 2 次元シートデバイスの開発を目的とする。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

エリオニクス EB 描画装置 ELS-G125S

【実験方法】

スコッチテープを用いた剥離法により、バルク結晶から単層 TMD を採取し、熱酸化膜 (300 nm) 付シリコン基板上へ配置する。TMD の層数に関しては、シリコン基板上の TMD に対するフォトルミネッセンス (PL) スペクトル、PL 強度マッピング、及び原子間力顕微鏡により単層 TMD であることを確認する。次に、単層 TMD 配置シリコン基板にレジストをスピコート後、EB 描画装置により電極パターンを描画・現像する。真空蒸着による電極形成後、レジストをリフトオフすることにより、単層 TMD 上へ複数電極を配置した電界効果トランジスタ (FET) を形成する。この際、シリコン基板をバックゲート電極として利用し、TMD 中を流れる電流のオンオフを制御する。作成した TMD-FET デバイスの電気伝導特性は、四端子プローバー、及び半導体パラメータアナライザにより評価す

る。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

室温、真空中で TMD 両端の電極に流れる電流のゲート電圧依存性を測定した。その結果、オン電流とオフ電流の比が 10,000 の良好な FET として動作することを明らかとした。また、光照射を行うことで、FET 電流が外部照射光に対して明確に応答するフォトレスポンスデバイスとして動作することを確認した。

4. その他・特記事項 (Others)

<参考文献>

- [1] T. Kato and R. Hatakeyama, ACS Nano **6**, 8508 (2012).
- [2] T. Kato and R. Hatakeyama, Nature Nanotechnology **7**, 651 (2012).
- [3] T. Kato and T. Kaneko, ACS Nano **8**, 12777 (2014).

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) T. Kato and T. Kaneko, 9th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology/ 28th Symposium on Plasma Science for Material, (keynote invited lecture) Nagasaki, 2015.12.12-15. (発表 12 月 13 日).

6. 関連特許 (Patent)

なし。