

2024 年度若手研究者共同研究プロジェクト実施報告書

法政大学総長 殿

以下のとおり研究実施報告書を提出します。

基本情報	研究課題名：単層 MoS ₂ における硫黄空孔制御による酸素ガス吸着効果の変調
	研究代表者氏名：吉田巧
	【在籍者】 研究科・専攻・学年：理工学研究科・応用化学専攻・博士後期課程3年 【修了者】 所属・職種：
	指導教員（所属・職・氏名）：生命科学部環境応用化学科・教授・高井和之 （※在籍者のみ記入）
	共同研究者（所属・職・氏名）： （※指導教員と同人の場合は記入不要）
	その他 研究分担者：
	研究期間： 2023年度 ～ 2025年度（※研究終了年度を記載）
年間の研究実施概要	※研究計画の進捗状況を中心に今年度の研究実施状況を記載してください。 全研究期間における研究計画は以下の5段階で構成されている。 研究段階(1) 硫黄分子吸着チャンバーの開発（2023年度） 研究段階(2) 単層 MoS₂FET デバイスの構築（2023年度 ～ 2025年度） 研究段階(3) 単層 MoS₂FET デバイスへの硫黄分子吸着による硫黄空孔補修効果の電気・光学的評価（2023年度 ～ 2025年度） 研究段階(4) 硫黄空孔を補修した単層 MoS₂FET デバイスに対する Ar⁺イオンビーム照射による硫黄空孔導入の電気・光学的評価（2024年度 ～ 2025年度） 研究段階(5) 硫黄空孔を制御した単層 MoS₂FET デバイスにおける酸素吸着効果の電気・光学的評価（2024年度 ～ 2025年度） 2023年度 2024年度 2025年度 硫黄吸着チャンバーの開発 単層MoS₂FETデバイスの作製 硫黄空孔の補修 Ar⁺イオンビーム照射 酸素分子吸着ドーピング 図 1 研究計画の期間内訳

2024 年度に実施した研究は「単層 MoS₂FET デバイスの構築」と「単層 MoS₂FET デバイスへの硫黄分子吸着による硫黄空孔補修効果の電氣的評価」の 2 つである。これらは研究段階の (2), (3) に対応しており、若干の遅延はあるが、おおむね研究計画のスケジュール通りに進行しているといえる。

以下に 2024 年度の研究実施成果を示す。

機械的剥離法によって、SiO₂ (285 nm) / Si 基板の表面に MoS₂ を転写し、光学顕微鏡を用いて単層であることを確認した。次に基板全体に対してポリマーレジスト (PMMA) を塗布し、電子線リソグラフィ装置 (ELS-7500, ELIONIX) を用いて、単層 MoS₂ 試料用に設計した回路を描画した。最後に既存の真空蒸着装置内の高真空条件下で、単層 MoS₂ 試料にソース・ドレイン電極として 1 nm の Cr と 10 nm の Au を蒸着し、ゲート電極は 15nm の Cr を蒸着して作製した (図 2)。



図 2 単層 MoS₂FET デバイスの光学像

図 3 に硫黄蒸着前後の伝達曲線を示す。真空アニーリング後 (蒸着前)、硫黄蒸着を繰り返しておこなうことで伝達曲線は正の V_G 側にシフトした。この挙動は正孔ドーピングの進行を意味している。この正孔ドーピングは、電子ドナーとして作用すると考えられている硫黄空孔の減少によって生じたものだと考えられる。

図 4 に閾値電圧差 ΔV_{TH} の蒸着時間依存性を示す。硫黄蒸着時間が 2 h までは正孔ドーピングが進行し、以降は飽和する挙動を示している。このことから、硫黄蒸着時間が 2 h の段階で硫黄空孔の補修は完了されたと考えられる。

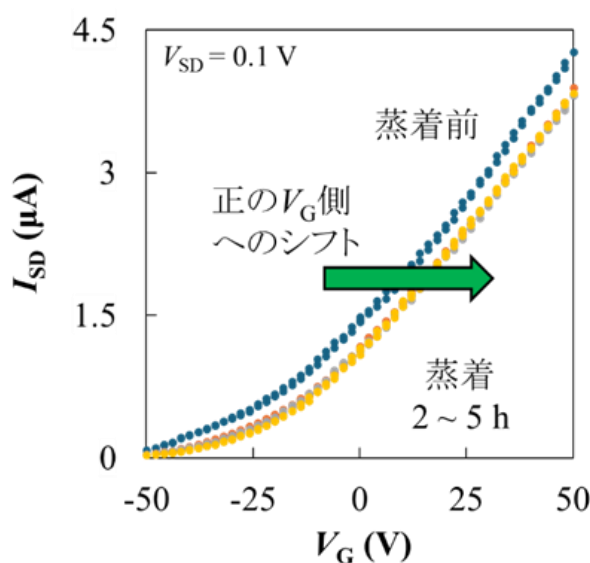


図 3 硫黄蒸着前後の伝達曲線

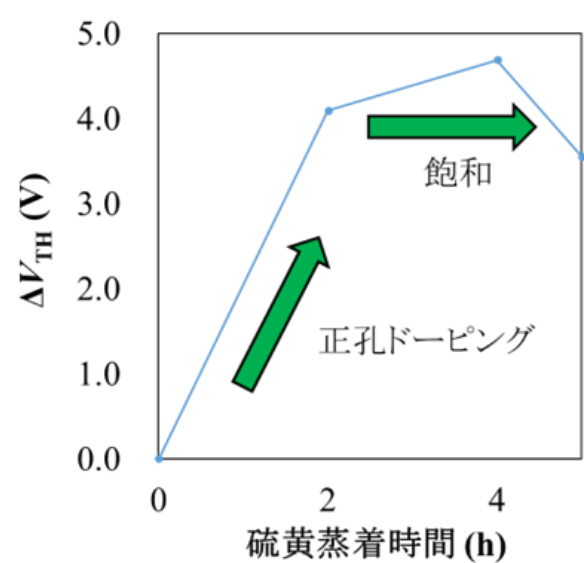


図 4 閾値電圧差 ΔV_{TH} の蒸着時間依存性

研 究 業 績	成果発表（学会・論文・研究会等）		
	学会・論文・研究会等の別	タイトル	発行または発表年月
	The 11th International Conference on Molecular Electronics & Bioelectronics (M&BE11)	Modulation of Oxygen Molecular doping in two dimensional materials	2024 年 6 月 19 日
	The 67th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium	Role of sulfur vacancies in oxygen molecular doping on MoS ₂	2024 年 9 月 2 日
	The 10th International Symposium on Surface Science (ISSS-10)	Role of sulfur vacancies in oxygen adsorption charge doping on MoS ₂	2024 年 10 月 22 日
	The 68th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium	Modulation of the electrical conductivity of MoS ₂ by in-situ sulfur vapor deposition	2025 年 3 月 7 日
	第 72 回応用物理学会春季学術講演会	In-situ 硫黄蒸着による MoS ₂ の電子物性の変調	2025 年 3 月 15 日
	その他（アピールすることがあればご記入ください。）		