

2024 年度
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

研究担当者	蒲 江
研究機関名	東京科学大学
所属部署名	理学院物理学系
役職名	准教授
研究課題名	原子層モアレ超格子の自在構造制御による量子機能デバイスの創製
研究実施期間	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究では、新奇二次元物質、遷移金属ダイカルコゲナイド (TMDC) によるモアレ超格子の自在構造制御技術を構築することで、特異なモアレ構造に起因した発光/受光・電気/磁気・熱電/圧電物性を機能化した量子デバイスの創出を目的としている。

この目的のため 2024 年度は、(1) 歪み印加したヘテロ・モアレ構造のデバイス作製・評価と、(2) 理論によるバンド構造変化とデバイス特性の検証、に取り組んだ。以下に、項目ごとに示す。

(1) 歪み印加したヘテロ・モアレ構造のデバイス作製・評価

柔軟な基板上に TMDC 単層膜及びヘテロ構造を転写し、電解質を用いたトランジスタと発光デバイスを作製した。これにより、歪みを印加しながら電気伝導特性及び発光特性の評価を行った。その結果、歪みによるバンドギャップ変化に起因した電流励起発光の観測に成功した。また、バンドギャップ変化に加え、有効質量の変化に起因した移動度の制御も可能にした。このような歪みによる電子構造変化はヘテロ・モアレ構造にも拡張できる。実際に、歪みによるモアレ構造制御及びモアレバンド変調に起因した物性を検証するために、モアレパターンに局所的な電極・デバイス構造を形成するリソグラフィー技術の構築も行った。

(2) 理論によるバンド構造変化とデバイス特性の検証

上記のデバイス特性の変化について、理論計算による検証を行った。様々な方位・強度の歪みを印加した時のバンド構造変化と、実験的に得られたトランジスタ及び発光デバイスの特性変化との相関解明に取り組んだ。また、X 線構造解析や角度分解光電子分光により、定量的な歪みとバンド構造変化の直接観測にも取り組んだ。以上のデバイス技術と計測評価及び理論検証は、歪みによるモアレ構造の自在制御と物性創発の基礎となるものであり、今後は特異なモアレ構造に起因した発光/受光・電気/磁気・熱電/圧電機能をもつ量子デバイスの実現を目指す。