

二次元機能性原子・分子薄膜の創製と利用に資する基盤技術の創出
平成 27 年度採択研究代表者

H28 年度 実績報告書

町田友樹

東京大学生産技術研究所
准教授

ファンデルワールス超格子の作製と光機能素子の実現

§ 1. 研究実施体制

(1) 町田グループ

- ① 研究代表者: 町田 友樹 (国立大学法人東京大学・生産技術研究所・准教授)
- ② 研究項目
 - ・ファンデルワールス超格子の作製と光機能素子の実現

(2) 谷口グループ

- ① 主たる共同研究者: 谷口 尚 (国立研究開発法人物質・材料研究機構先端材料プロセスユニット・グループリーダー)
- ② 研究項目
 - ・高圧下液相成長法による高品位二次元機能性単結晶の創製と光物性評価

§ 2. 研究実施の概要

本研究では、二次元結晶から剥離した原子層を高品質・高効率に積層して複合原子層構造の作製を可能にするため、ファンデルワールス超構造作製システムを開発している。原子層の剥離、転写、探索、積層の全行程を自動化し、温度・雰囲気等の環境を制御した状態でのファンデルワールス接合の積層を可能にする。本年度は、①原子層探索システム、②原子層劈開システム、③原子層積層システムをそれぞれ構築するとともに、全システムをグローブボックス中に設置して全ての工程を外部 PC 操作により in-situ で実施可能にした。実際に、多層 ($N > 30$) のファンデルワールス超格子作製を実現した。

光機能素子への応用を目指して、単層グラフェン・二層グラフェン・三層グラフェンにおけるサイクロトロン共鳴吸収の検出を行った。また、ファンデルワールス超格子の構成要素となる原子層の母体結晶を高品質化するため、高温・高圧下における単結晶合成技術の高度化を進めた。さらに、ファンデルワールス超格子構造を利用した新機能素子実現に向けて、グラフェン/六方晶窒化ホウ素ファンデルワールスヘテロ接合における量子輸送現象をディラックフェルミオンのバリエーション伝導/コヒーレント伝導を利用することで制御できることを実証した[1]。"Dirac fermion optics"という概念を利用した電子デバイス実現の可能性を示している。

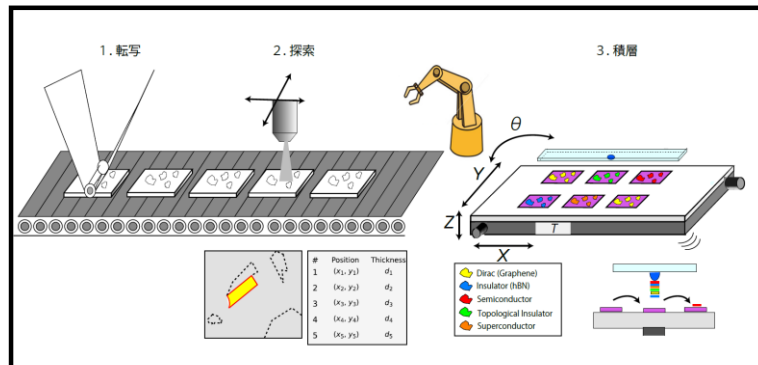


図1 ファンデルワールス超構造作製システム

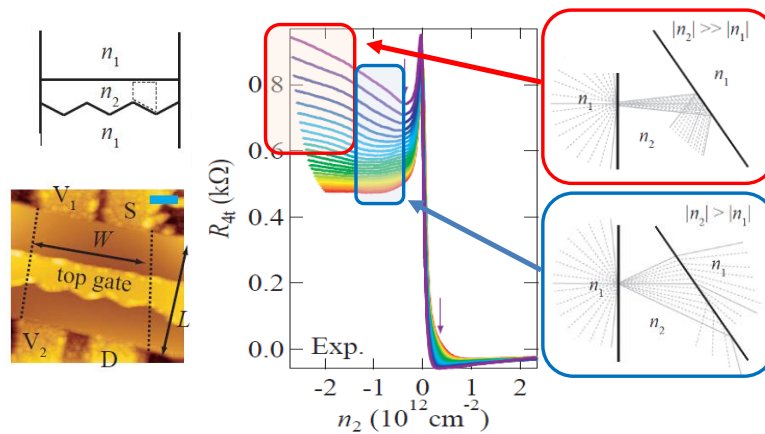


図2 ディラックフェルミオン光学の利用による電流 ON/OFF 制御

代表的な原著論文

[1] S. Morikawa, T. Machida *et al.*, *Semiconductor Science and Technology*, vol. 32, pp. 045010-1-7 (2017)