

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

H29 年度 実績報告書

町田 友樹

東京大学生産技術研究所
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 (東京大学生産技術研究所・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 (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。本年度は特に、原子層探索システムの探索アルゴリズムとハードウェアを大幅に向上させた。自動探索システムと多層 ($N > 25$) のファンデルワールス超格子作製に関して論文発表およびプレスリリースを行った。

[Autonomous robotic searching and assembly of two-dimensional crystals to build van der Waals superlattices, S. Masubuchi, M. Morimoto, S. Morikawa, M. Onodera, Y. Asakawa, K. Watanabe, T. Taniguchi, and T. Machida, Nature communications, vol. 9, pp. 1413-1-12 (2018), DOI: 10.1038/s41467-018-03723-w]

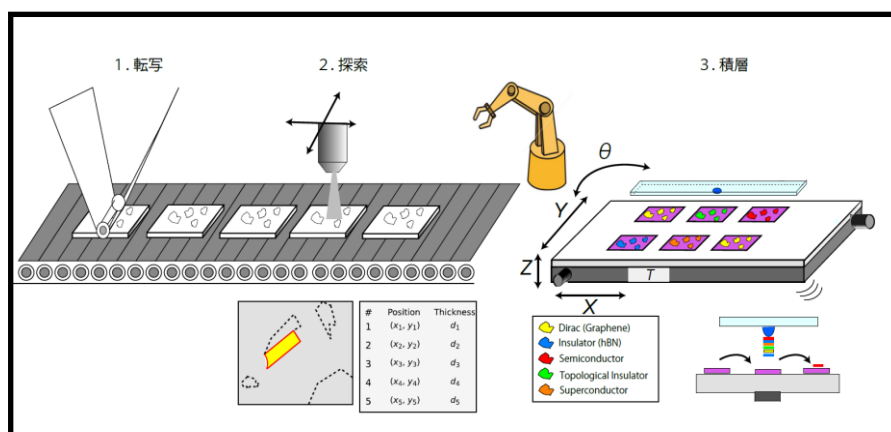


図1 ファンデルワールス超構造作製システム

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・三層グラフェンを利用したサイクロトロン共鳴吸収/発光の検出を推進している。特に三層グラフェンのランダウ準位は単層グラフェンの準位と二層グラフェンの準位の組み合わせとなり、様々なスピン/バレーの組み合わせでランダウ準位交差が生じる。スピンおよびバレーが同一の単層グラフェンのランダウ準位と二層グラフェンのランダウ準位の交差点で準位混合による反交差を観測した。

[Intersubband Landau Level Couplings Induced by In-Plane Magnetic Fields in Trilayer Graphene, Y. Asakawa, S. Masubuchi, N. Inoue, S. Morikawa, K. Watanabe, T. Taniguchi, and T. Machida, Physical Review Letters, vol. 119, pp. 186802-1-5 (2017), DOI: 10.1103/PhysRevLett.119.186802]

h-BNを絶縁層とするファンデルワールスヘテロ接合の光学特性においてh-BNが与える影響を明確するため、代表的な遷移金属ダイカルコゲナイド WS_2 を用いて、h-BN/ WS_2 /h-BN における励起子-励起子再結合消滅レートを時間分解フォトルミネッセンス法を活用して定量的に評価し

た。

[Suppression of exciton-exciton annihilation in tungsten disulfide monolayers encapsulated by hexagonal boron nitrides, Y. Hoshi, T. Kuroda, M. Okada, R. Moriya, S. Masubuchi, K. Watanabe, T. Taniguchi, R. Kitaura, and T. Machida, Physical Review B, vol. 95, pp. 241403(R)-1-6 (2017), DOI: 10.1103/PhysRevB.95.241403]