

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 岡田 光博

論 文 題 目 Growth, fabrication, and optical properties of
high-quality two-dimensional van der Waals
heterostructures

(高品質原子層ヘテロ積層構造の合成・創成とその光学特性
の研究)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院理学研究科 教授 理学博士 篠原 久典
委 員 名古屋大学大学院理学研究科 教授 理学博士 阿波賀 邦夫
委 員 名古屋大学物質科学国際研究センター 教授 博士(工学) 菱川 明栄
委 員 名古屋大学大学院理学研究科 准教授 博士(工学) 北浦 良

論文審査の結果の要旨

本論文は、 WS_2 、 MoS_2 といった原子層遷移金属ダイカルコゲナイド(Transition metal dichalcogenide, TMDC)並びに六方晶窒化ホウ素(Hexagonal boron nitride, hBN)を用いた原子層ヘテロ積層構造の合成・創成とその光学特性の評価を行ったものである。

近年、TMDC と異種の原子層物質同士を積層させた原子層ヘテロ積層構造は、励起子由来の特異な発光特性を示すことから二次元励起子物性探索の場として盛んに研究が行われている。一方で、原子層物質は周囲の環境に敏感であり、例えば基板の表面粗さ等の影響でその本来の物性が損なわれるという問題が存在していた。

申請者は、この解決策として hBN を基板ないし保護層として用いることに注目した。hBN は絶縁体の原子層物質であるため、既存の基板で存在する表面粗さ等の問題点が存在しない。このため、hBN 上に直接合成された(図 1)、ないし hBN に保護された TMDC は高い品質を持ち、その本来の物性を発揮できるのではないかと考えた。

第二・第三章では、申請者は原子層 WS_2 の hBN 上への直接合成とその光学特性の評価を行った。

原子層 WS_2 は化学気相成長法を用いて hBN 上に直接合成した。特筆すべきはその発光特性であり、hBN 上の WS_2 は常温において半値幅 24 meV 程度という非常にシャープな発光ピークを示した。これは他の基板上の WS_2 におけるそれと比べ約半分程度であり、hBN 上の WS_2 が高品質であることを示している。また、極低温下にて各種発光分光測定を行った結果、hBN 上の WS_2 は 80 K において励起子が二つ結合した励起子分子発光を示すことがわかった。この励起子分子発光は既報と比べ遥かに弱励起下でも観測に成功しており、hBN 基板を用いたことにより励起子の効率的な拡散と衝突・励起子分子生成が起きていることを示している。

第四章では、原子層ヘテロ積層構造の合成・作成とその光学特性について述べられている。 WS_2 と MoS_2 を積層させたヘテロ積層構造は、層間に荷電粒子がまたがった層間励起子由来の発光を示すが、そのピークはブロードであり由来の同定は困難であった。そこで本研究では hBN 保護による高品質化を図り、その由来の同定に取り組んだ。各種分光測定並びに第一原理計算との比較の結果、申請者は WS_2/MoS_2 ヘテロ積層構造には 3 つの層間励起子が存在し、その由来は一つの直接遷移、並びに二つの間接遷移由来であると同定に成功した。

以上のように、本論文では hBN を用いた原子層物質・ヘテロ積層構造の高品質化、そしてその光物性探索に成功しており、学位論文として十分な新規性・革新性を備えている。従って、申請者は博士(理学)の学位を有する資格がある。

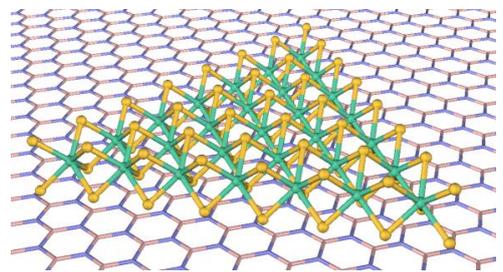


図 1. hBN 上に合成された TMDC の模式図。全体に広がるのが hBN、三角形結晶が TMDC。