

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 堀田貴都

論 文 題 目

Development of fabrication method for high-quality two-dimensional heterostructures and investigation of their physical properties

(高品質原子層ヘテロ積層構造作製手法の開発とその物性探索)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学理学研究科 准教授 博士(工学) 北浦良

委 員 名古屋大学理学研究科 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

論文審査の結果の要旨

堀田貴都氏は、先端薄膜成長法を用いた結晶成長や独自のマニピュレーション法を駆使した高品質ヘテロ積層構造の作製法を開発した。さらに、種々の高品質ヘテロ積層構造を対象に詳細な分光計測を行い二次元系の光学応に新たな知見をもたらした。本博士論文で得られた具体的な成果は以下の三点にまとめることができる。

- ① 化合物半導体の結晶成長法として発展してきた分子線エピタキシー法を二次元系に適用し、超伝導体である NbSe₂ の単層(0.6 nm)を選択的に成長させる手法を確立した。この成果は、高度な結晶成長法を適用することを通して、金属結合によって多層化しやすい二次元金属の選択的結晶成長にはじめて成功したものである。
- ② 独自の二次元積層系の作製法と極低温顕微分光を組み合わせることで、二次元系の光励起に伴って生成する励起子を詳細に計測し、(1) 励起子の移動度がフォノン散乱によってのみ制限されており、極低温で 10⁴ cm²/Vs を超えることを見出した、(2) 高移動度の励起子系では、励起子間の衝突が促進され励起子分子が効率的に生成することを見出した。
- ③ 二次元積層系で培った手法をカーボンナノチューブに適用することで、ナノチューブ1本をゲート電極として組み込んだ電界効果トランジスタ構造を作製し、ナノチューブゲート電極による局所電場印加を用いて二次元系の中にチューナブルな一次元系を作り出すことに成功した。また、一次元系を対象に発光分光およびイメージングを行い、荷電励起子の一次元閉じ込めに起因するサブバンドからの光学遷移を観測することに成功した。

以上の研究は独自の試料作製技術・計測技術を組み合わせることで初めて可能となる研究であり、二次元系の光物性に新たな知見を与えたと評価できる。上記した①の成果は *Appl. Phys. Lett.*、②の成果は *Phys. Rev. B*、*ACS Nano* へとそれぞれ受理済み・改訂中であり、得られた成果は順調に論文発表に結びついている。以上から、本研究は博士号を授与するに値すると評価できる。