

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 赵 思 瀚

論 文 題 目 Preparation and investigation of intrinsic electronic and optical properties of individual structure-identified nanostructures: double-wall carbon nanotubes and two-dimensional atomic layers
(単一ナノ物質の作製と構造・物性評価:
二層カーボンナノチューブおよび原子層物質)

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

別紙 1-2

本論文は、単一のナノ物質（カーボンナノチューブ、遷移金属ダイカルコゲナイド原子層）を対象に、構造・物性評価法の開発および光・電子機能の探索を行ったものである。第一章では、ナノ物質の特異性、特に微細化によって初めて現れるナノ物質に特有な性質について総括するとともに、ナノ物質の物性研究において、単一のナノ構造を対象とすることの重要性が述べられている。第二章では、レイリー散乱分光法を用いた単一ナノチューブの分光測定を用い、2層カーボンナノチューブの相関相互作用が光学遷移におよぼす影響を議論している。第三章では、NbS₂ 原子層のボトムアップ成長法と単一の NbS₂ 原子層の電子物性が述べられている。第四章では、単一の単層 MoS₂ を対象に、バレーホール効果をはじめとする単層に特有の光・電子物性の観測について述べている。

微細化と低次元化によって、バルク結晶では見られなかった新たな特性が現れてくる。例えば、グラファイトを単層膜にすることで、線形のバンド分散を持つ特異なバンド構造が出現する。グラフェンの圧倒的に高いキャリア移動度はこのバンド構造に起因している。また、低次元化によって構造の反転対称性が破れることに起因した新奇な電子状態の実現、新たな境界条件が発生することによるバンド構造の劇的な変化、エキシトン、朝永・ラッティンジャー液体の出現などに代表される顕著な多体効果、などナノ物質で現れる状態・特性は極めて多彩である。これらナノ物質の可能性を追求するためには、様々な構造を持つナノ物質の集合体ではなく、単一の構造を対象にその構造・物性を詳細に調べる手法を開拓することが必要不可欠である。申請者は、ナノチューブおよび原子層物質について、孤立・単一構造の作製法の確立から、その電子および光物性計測法の開拓を行い、以下に述べる結果を得た。

第二章で述べられているのは、2層カーボンナノチューブにおける層間相互作用の分光測定による解明である。層間相互作用は2層カーボンナノチューブの物性の理解に重要であり、その詳細の解明には構造が既知のナノチューブを対象とした測定が不可欠であった。申請者は、30 nm 以上の非常に長い架橋ナノチューブの作成法を確立するとともに、白色レーザーを光源としたレイリー散乱分光法を用いて単一の2層ナノチューブからの光学遷移の測定を行い、金属のナノチューブに由来する遮蔽効果に重要性を指摘した。

第三章で述べられているのは、金属の原子層物質である NbS₂ の成長と評価である。単層の金属原子層の物性は未解明である。申請者は、化学気相成長法を用いたボトムアップ法を適用することで、単層~10 nm の原子層超薄膜の成長に成功し、超薄膜においてもバルク結晶と同様に金属状態を保っていることが明らかとした。

第四章で述べられているのは、多端子デバイスの作製とバレーホール効果の観測である。申請者は、その測定のための顕微分光測定システムを準備するとともに、MoS₂ を用いてバレーホール電圧を観測することに成功した。

上記のように、本論文では種々の単一のナノ物質を対象とした構造・物性評価法の確立に成功するとともに、二層ナノチューブおよび金属原子層の新規物性と構造の相関を明らかにしており、学位論文として十分な新規性・革新性を備えていると判断される。したがって、申請者は博士(理学)の学位を授与される資格があるものと認められる。