

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 王 青

論 文 題 目 Synthesis and Characterization of Flattened CNTs
and Graphene Nanoribbons and the FET-Device Fabrication

(平坦化カーボンナノチューブおよびグラフェンナノリボンの合成
および評価と FET デバイス作製)

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、有限の幅をもつグラフェンナノリボンと、その関連物質に関する新規合成法の開発と構造・物性評価法の確立を行ったものである。第一章では、グラフェンナノリボンに関する研究の背景が、その電子構造に主眼を置いて論じられている。第二章ではグラフェンナノリボンの関連物質である平坦化ナノチューブ (FNT) の合成法の開発と、構造や電子物性に関する評価が記述されている。続く第三章では FNT をテンプレートに利用した新規物質の創製と透過型電子顕微鏡法 (TEM) による構造評価について述べられている。第四章では、TEM の電子線を用いたグラフェンナノリボンの合成と、その構造と物性の相関について述べられている。

グラフェンナノリボンの電子構造は、リボン幅の大きさやエッジの形状に大きく依存する。グラフェンがバンドギャップをもたない半導体であるのに対し、有限の幅をもつナノリボンは最大で数 eV にも及ぶバンドギャップを有するため、半導体エレクトロニクスへの応用が期待されている。しかし、グラフェンナノリボンの精密な構造制御は困難であり、またその評価法もほとんど確立されていない。そのためグラフェンナノリボンの性質は依然として不明な点が多く、デバイスへの応用も進んでいない。申請者はこの現状を打破するべく、以下で述べる研究に取り組んだ。

申請者はまず、構造制御が困難なグラフェンナノリボンではなく、ナノリボンに類似した構造をもつ FNT に注目した。本来のグラフェンナノリボンとは異なり、FNT にはエッジが無く、構造制御が容易であるという利点がある。申請者は直径の大きなカーボンナノチューブを出発物質とし、それを超音波分散することで FNT の多量合成に成功した。さらに、その電気伝導度を詳細に測定し、FNT がバンドギャップを有する半導体であることを見出した (第二章)。

さらに申請者は、FNT のエッジ端の中空空間にフラーレンを内包させ、新たな複合ナノ物質 (FNT ピーポッド) を創製した。この FNT ピーポッドは、フラーレンが 1 次元に配列した従来のピーポッドとは異なり、フラーレンが 2 次元に配置された新しいナノ構造体である (第三章)。

また申請者は TEM によるその場観察法を応用し、グラフェンナノリボンのエッジを原子レベルで制御する新しい手法を開発した。この手法では、電極間に架橋させたグラフェンを通電加熱しながら電子線で徐々にエッチングし、ナノリボンを作製した。エッチングの過程を TEM で観察できるため、グラフェンナノリボンの精密なエッジ制御が可能になる。これによりリボン幅とコンダクタンスの関係を明らかにするとともに、幅が 2 nm 以下の極細ナノリボンを作製にも成功した。さらに、この極細グラフェンナノリボンでは 400 meV ものバンドギャップが生じることを確認した (第四章)。

上記のように、本論文ではグラフェンナノリボンとその関連物質の新規合成法及び、評価法の開発に成功しており、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。