

Title	Tip-enhanced nano-Raman analysis of deformation in single wall carbon nanotubes
Author(s)	奥野, 義人
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/34442
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 (奥野 義人)

論文題名

Tip-enhanced nano-Raman analysis of deformation in single wall carbon nanotubes
(先端増強ナノラマン分析による単層カーボンナノチューブの変形部位観察)

論文内容の要旨

In this dissertation, the response of SWCNTs on a mechanical load has been discussed on the basis of tip-enhanced Raman spectroscopic and microscopic investigations. The capability of TERS microscopy as a nano-imaging method was experimentally verified.

In first chapter, the principle of Raman scattering in SWCNTs was introduced on the basis of group theory and quantum theory of Raman scattering process.

In second chapter, the principle of tip-enhanced techniques for improving spatial resolution and efficiency of signal generation was explained.

In third chapter, Raman scattering investigations on deformed SWCNTs was conducted with far field and with near field.

In forth chapter, the fact that local pressure was a main cause of metal transition from semiconducting feature of SWCNTs was verified through tip-enhanced Raman investigations on crossed SWCNTs.

The experimental results obtained through my study implies that TERS technique proved their excellent capability of enabling us to see nano-world

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (奥 野 義 人)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	河 田 聡
	副 査	教授	Prabhat Verma
	副 査	教授	菅 原 康 弘
	副 査	教授	小 林 慶 裕
	副 査	教授	播 磨 弘 (京都工芸繊維大学 基盤科学系 数理・自然部門)

論文審査の結果の要旨

本学位論文は、ラマン散乱顕微鏡および先端増強ラマン散乱顕微鏡を用いて、単層カーボンナノチューブ(CNT)の構造変形に伴う物性変化の観察を試みた研究をまとめたものである。その成果は、以下の通りである。

- CNTに歪み及び欠陥を誘起する為に、原子間力顕微鏡(AFM)を用いてCNTを構造変形させた。
- 構造変形に伴い誘起される負荷の分布を、波長が488nmのレーザーを励起光としてラマンイメージングしている。1590 cm^{-1} にピークを持つラマンモードのシフト量の変化は、構造変形したCNT内に様々な負荷が混在していることを示している。
- 1350 cm^{-1} にピークを持つラマンモードの強度の空間分布を観察し、欠陥分布のイメージングを行った。構造変形前後での欠陥量の違いを画像として観察した。構造変形部位で1350 cm^{-1} の強度が増加していることを確認している。これは構造変形部位で選択的に欠陥が誘起されていることを示している。
- 負荷の分布を高感度かつ高空間分解能で画像化する為に、金属短針先端近傍に発現させた近接場光を微小光源として用いる先端増強ラマン散乱顕微鏡法を提案している。“CNT”字体に構造変形させたCNTの先端増強ラマン散乱像を取得した。1590 cm^{-1} のシフト量を観察し、捻れ負荷を高周波数シフトとして、引っ張り負荷の分布を低周波数シフトとして画像化した。その結果、捻れ及び引っ張り負荷の分布が15nm毎に混在する局在的な負荷であると結論づけている。
- 半導体CNTが交差し重なった場合に、交差点で生じる物性変化を先端増強ラマン散乱顕微鏡で観察した。1550 cm^{-1} にピークを持つラマンモードのスペクトル形状の非対称性を解析している。その結果、15nmの交差領域において、半導体CNTが半導体から金属へと物性変化していることを確認している。さらに、1605 cm^{-1} の空間分布を観察し、交差点でCNT内に圧縮負荷がかかっていることを明らかにしている。以上の結果から、交差点で発現する金属化の発現要因は圧縮負荷であると結論づけている。

以上のように、本学位論文では、先端増強ラマン散乱顕微鏡を用いて、構造変形に伴いCNT上に発現する負荷の分布、欠陥の分布や半導体から金属化への遷移の観察を行っている。特に、金属化は数nm程の局在的な物性変化である為、従来の顕微鏡法(ラマン顕微鏡法等)での観察が困難である。そのため、本学位論文は、応用物理学、特にナノ計測光学において寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。