

ICS 71.040.50
G 30



中华人民共和国国家标准

GB/T 32871—2016

单壁碳纳米管表征 拉曼光谱法

Characterization of single-wall carbon nanotubes—Raman spectroscopy

2016-08-29 发布

2017-03-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 原理	2
5 仪器	2
6 样品前处理	2
7 测试步骤	3
8 实验数据处理及结果分析	3
9 不确定度分析	4
10 测试报告	4
附录 A (资料性附录) 单壁碳纳米管的拉曼光谱表征实例	5
附录 B (资料性附录) 测试报告	9
参考文献	10

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国科学院提出。

本标准由全国纳米技术标准化技术委员会(SAC/TC 279)归口。

本标准负责起草单位：国家纳米科学中心。

本标准参加起草单位：中国计量科学研究院、中国科学院半导体研究所。

本标准主要起草人：葛广路、郭玉婷、谢黎明、任玲玲、谭平恒。

引 言

单壁碳纳米管是结构最简单的碳纳米管,具有独特的电学、光学和机械性能,在微电子器件和纳米复合材料等领域具有广阔的应用前景。拉曼光谱是表征单壁碳纳米管的最常用、无损和快速的实验技术手段之一。由于单壁碳纳米管具有独特的一维纳米结构,其拉曼光谱呈现许多新的物理现象,共振增强拉曼效应是单壁碳纳米管拉曼光谱中最重要的现象之一。单壁碳纳米管的拉曼光谱具有数个特征峰。特征峰的某些参数,如峰位、峰形或者强度,可用于定量或定性表征单壁碳纳米管样品,如根据呼吸模的频率,可以计算单壁碳纳米管的直径;对于确定的激光波长,根据单壁碳纳米管的电子跃迁能量与单壁碳纳米管直径的关系图和样品的直径,结合 G 模的峰形可以确定单壁碳纳米管的导电性;根据 D 模与 G 模的强度比,结合 G 模的强度,可以评定碳纳米管中无定形碳及缺陷含量等。本标准的制定将对单壁碳纳米管的生产 and 研究提供技术指导。

单壁碳纳米管表征 拉曼光谱法

1 范围

本标准规定了使用拉曼光谱表征单壁碳纳米管的直径、导电类型、无定形碳及缺陷含量的方法。本标准适用于未经表面处理的单壁碳纳米管样品。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 13966 分析仪器术语

GB/T 19619 纳米材料术语

GB/T 30544.3 纳米科技 术语 第3部分:碳纳米物体

JJG 02 激光拉曼光谱仪检定规程

3 术语和定义

GB/T 19619、GB/T 13966 和 GB/T 30544.3 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

单壁碳纳米管 **single-wall carbon nanotubes; SWCNTs**

由碳原子主要以 sp^2 杂化方式相互连接形成的单层石墨片卷曲成的中空准一维管状纳米碳材料,管的外径在纳米量级。

3.2

径向呼吸模 **radial breathing mode; RBM**

与碳纳米管所有碳原子的同相位径向振动相关的特征模。径向呼吸模的拉曼频移一般位于 400 cm^{-1} 以下。

3.3

D 模 **D-band**

石墨布里渊区边界 K 点附近的高能光学声子因缺陷参与其双共振拉曼散射过程而被激活的特征拉曼模。可见激光激发时,D 模的拉曼频移一般位于 $1\ 350\text{ cm}^{-1}$ 左右。

3.4

G 模 **G-band**

碳纳米管中相邻碳原子之间的切向伸缩振动模。G 模的拉曼频移一般位于 $1\ 500\text{ cm}^{-1} \sim 1\ 620\text{ cm}^{-1}$ 。

注:由于单壁碳纳米管中电子-声子耦合效应以及其管壁卷曲所导致的声子折叠效应,使其 G 模分裂为多峰结构。

3.5

G' 模 **G'-band**

一种二阶拉曼模,涉及石墨布里渊区边界 K 点附近高能光学声子谷间散射,频移约为 D 模的两倍。可见激光激发时,G' 模的拉曼频移一般位于 $2\ 600\text{ cm}^{-1} \sim 2\ 700\text{ cm}^{-1}$ 。