

纳米材料的测试、表征与生长机制研究

Study of Characterization and Growth Mechanism of Nanomaterials

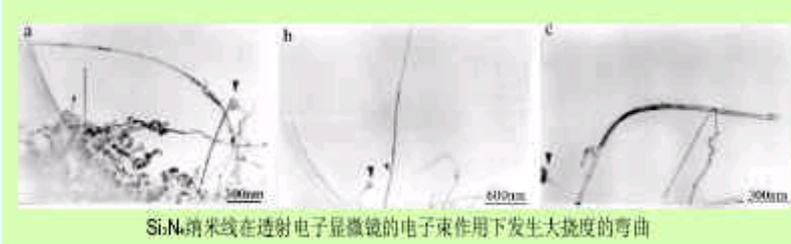
项目批准号: 19874035, 59831020

清华大学 朱静

纳米材料的控制生长及测试和表征是纳米科技的重要组成部分。本项目利用电子显微学的方法对碳纳米管、半导体量子点材料、GaN薄膜和GaN纳米线的晶体结构、电子结构及生长机制进行了研究,揭示了它们的特性和生长过程。

● 主要研究成果与重要进展

借助纳米线在电子束作用下的形变测试纳米线的力学性能。发现直径几十纳米的 Si_3N_4 纳米线的弯曲强度在103Mpa量级,比块体 Si_3N_4 材料高出一个数量级。(Yingjiu Zhang, et al. Reversible bending of Si_3N_4 nanowire, Journal of Materials Research 15



(2000) 1048)

Si₃N₄纳米线在透射电子显微镜的电子束作用下发生大挠度的弯曲

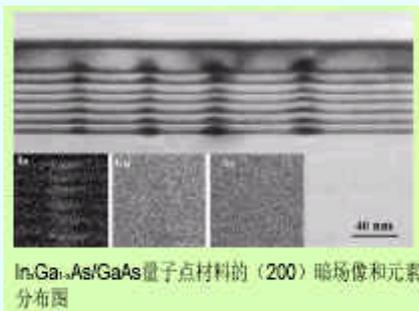
测定了纳米碳管的螺旋度和电子结构。(R. R. He, H. Z. Jin, et al. Physical and electronic structure in carbon nanotubes, Chemical Physics Letters 298 (1998) 170)

In_xGa_{1-x}As/GaAs量子点材料中,沿垂直方向,In_xGa_{1-x}As/GaAs量子点和GaAs间隔层(111)面间距以及它们之间的错配都随层数增加而增大,其主要原因是In含量随层数增加而增大。(Qi Zhang, et al., Appl. Phys. Lett., (2001)accepted)

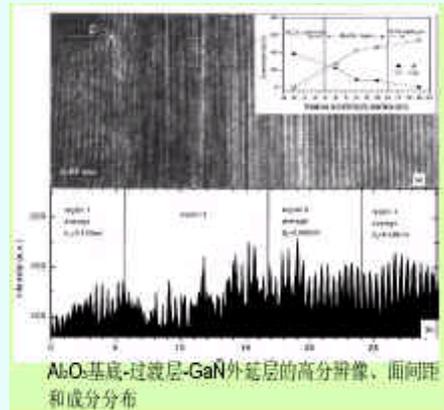
GaN单晶膜生长过程中Al从Al₂O₃基底中扩散到过渡层并在其中形成了AlN或Al_xGa_{1-x}N微晶粒,这些微晶粒的存在对释放界面附近的应力起到了关键作用。(Shuyou Li, et al., J. Cryst. Growth. 203, (1999), 473)

使用高分辨像、微衍射、微区成分等手段分析GaN纳米线结构和生长机制,提出生成GaN的碳管限制反应分两步进行:首先Ga₂O与作为模板的碳管反应,其次模板上的Ga和NH₃气反应生成GaN。

(Jing Zhu and Shoushan Fan, Nanostructure of GaN and SiC nanowires based on carbon nanotubes, Journal of materials Research 14 (1999) 1175)



In_xGa_{1-x}As/GaAs量子点材料的(200)暗场像和元素分布图



Al₂O₃基底-过渡层-GaN外延层的高分辨像、面间距和成分分布

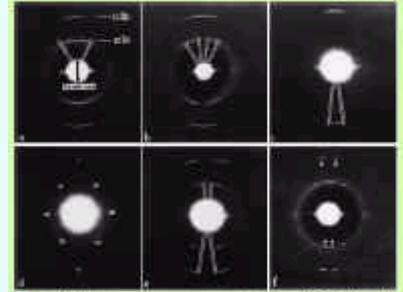


表 1 碳纳米管生长条件列表

Category	1	2	3	4	5
Substrate	Si	Si	Si	Si	Si
Temperature of the Substrate	800-900°C	850-900°C	900-950°C	950-1000°C	Others
Characteristics of the Substrate	smooth	smooth	smooth	smooth	smooth
Gas flow rate	0.1-0.2 L/min				
Pressure	0.1-0.2 MPa				
Time	1-2 h				

碳纳米管生长条件列表

在相同的温度、催化剂、气体种类及压强等条件下利用激光法制备的单壁纳米碳管束中的单壁管螺旋度分布在0~30°, 无明显择优螺旋度。