

球差电镜在三维纳米薄膜应变测量中的应用

郑植¹, 吴斌民¹, 刘园园¹, 黄高山¹, 梅永丰¹

(1. 复旦大学材料科学系, 上海 200433)

摘要: 利用应力应变工程可将平面纳米薄膜通过卷曲构造三维微纳器件, 其中的应变是构造的驱动力, 同时影响材料和器件性能。本文利用球差校正扫描透射电子显微镜对三维半导体纳米薄膜进行了原子级表征, 并对器件界面处进行了原子级应变测量, 揭示了三维纳米薄膜器件界面处的应变分布, 为半导体纳米薄膜器件提供了重要的信息。

关键词: 球差校正扫描透射电子显微镜; 原子级应变测量; 纳米薄膜; 自卷曲技术;

中图分类号: O484.1

文献标识码: A

Applications of Strain Mapping in Three-Dimensional Rolled-up Nanomembranes with Aberration-corrected Electron Microscope

Zheng Zhi¹, Wu Binmin¹, Liu Yuanyuan¹, Huang Gaoshan¹, Mei Yongfeng¹

(1. Department of Materials Science, Fudan University, Shanghai 200433, China)

Abstract: Stress-strain engineering is used to create three-dimensional micro-nano devices from planar nanomembrane through self-rolling. Strain is the driving force of the structure and affects both materials properties and device performances. This article uses a spherical aberration-corrected scanning transmission electron microscope to characterize the three-dimensional semiconductor nanomembrane at the atomic level and performs atomic-level strain measurement at the device interface, revealing the strain distribution at the interface of the three-dimensional nanomembrane device. The detailed characterization and strain mapping provide important information for semiconductor nanomembrane devices.

Keywords: Aberration-corrected scanning transmission electron microscope; Atomic-scale strain mapping; Nanomembranes; Self-rolling technique;

纳米薄膜自卷曲是一种与现有芯片制造方法兼容的技术, 可以将二维纳米薄膜组装为具有三维几何形状的微/纳管状器件^[1]。卷曲技术已成功应用于各种功能材料, 并可以调整半导体材料能带结构、增强光与物质相互作用等。应力应变工程是纳米薄膜自卷曲技术的核心,

不仅能调节纳米薄膜卷曲的管径，材料的应变本身还能够调节材料的物理性质，如机械性能和光电性能等^[2]。从本质上追溯纳米薄膜材料的应变，需要从原子尺度对其进行测量。本工作利用球差校正扫描透射电子显微镜对三维卷曲半导体纳米薄膜进行了原子级表征，并在原子尺度测量了半导体纳米薄膜的应变。

1 仪器与样品简介

1.1 球差校正扫描透射电子显微镜

日本电子（JEOL）ARM200F 型透射电子显微镜，配有 JEOL 公司高角环形暗场（HAADF）探测器、双片能谱仪（EDX）、Gatan 公司 OneView 相机和 DigiScan 扫描系统。能够对微纳样品进行实空间的成像（平面波透射模式或会聚电子束扫描模式）及电子衍射。该电镜配有球差矫正器，可以在扫描模式下对电子束的像差进行校正，从而实现亚纳米级的分辨率。



图 1 JEOL ARM200F 型透射电子显微镜