

# ZnS-ZnSe 应变层超晶格的纵声学声子折叠模

崔捷 王海龙 千福熹

(中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800)

## 提 要

本文报道室温下 ZnS-ZnSe 应变层超晶格的纵声学声子折叠模的喇曼光谱测量, 在  $10\sim 90\text{ cm}^{-1}$  范围内得到三级双峰结构。

关键词: 应变层超晶格, 纵声学声子, 喇曼光谱。

## 1. 引言

近年来, 由于 ZnS-ZnSe 应变层超晶格可应用于可见光半导体激光器及光波导方面, 因而其电子和光学特性越来越受人们的重视, 但因其具有较大的晶格失配度(5%), 使物理特性发生了很大变化, 也给光谱特性研究带来一定困难。目前有关这种超晶格喇曼光谱及其声子模研究的报道很少, 本文首次报道 ZnS-ZnSe 应变层超晶格的纵声学声子折叠模的喇曼散射的测量结果。早期关于超晶格中声子的工作主要是研究 GaAs/AlAs 系列超晶格的声学声子折叠效应<sup>[1]</sup>, 由于组成超晶格的两种体材料声子色散曲线声学支基本上是重叠的, 因此形成超晶格后, 声学声子模是传播模, 可近似用体材料的声学声子色散曲线按布里渊区折叠来描述这种声子模。对 ZnS-ZnSe 等应变层超晶格来说, 应变对光学光谱特性、尤其对纵光学声子限制模的影响很大, 因此研究和观察这种超晶格纵声学声子折叠模, 非常有意义。通过对声学声子模给出的许多超晶格结构方面的信息的研究, 可以进一步了解应力和结构之间的关系。

## 2. 实验

实验采用国产 MBE 设备, 在(100)GaAs 衬底上生长 ZnS-ZnSe 应变层超晶格, Zn、S、Se 采用单体高纯材料为源, 均不有意掺杂, 其生长温度为  $350^\circ\text{C}$ , 首先生长  $1\mu\text{m}$  左右的 ZnSe 缓冲层或 ZnS 包层。生长过程中样品通过旋转得到均匀的薄层, 同时采用反射式高能电子衍射以监测样品质量。样品结构参数由 X 射线衍射和透射电子显微镜确定。

## 3. 实验结果

图 1 是典型的 ZnS-ZnSe 应变层超晶格 LA 声子折叠模曲线。所用样品结构参数, ZnS 层厚  $2.6\text{ nm}$ , ZnSe 层厚  $2.9\text{ nm}$ , 周期数是 150。在  $10\sim 90\text{ cm}^{-1}$  区域, 可看到三级双峰结构, 分别在  $22\text{ cm}^{-1}$ 、 $44\text{ cm}^{-1}$ 、 $67\text{ cm}^{-1}$  处, 每一双峰的两个

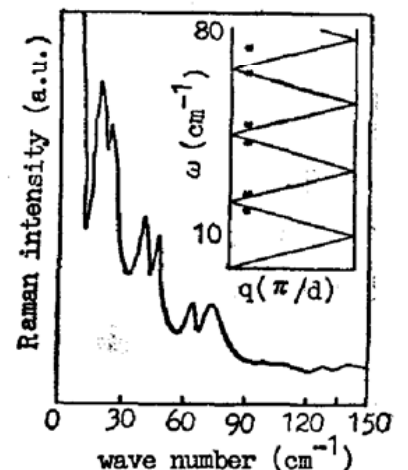


Fig. 1 Folded longitudinal acoustic phonon modes of ZnS-ZnSe strained-layer superlattice

模间距大约是  $5\text{ cm}^{-1}$ 。图中的色散关系是将 ZnS 声子色散曲线折叠得到的，“\*”是对应三级双峰的测量值，实验观测的双峰中两个模的间距比色散曲线上的值要宽些，并且在高波数端差别较大。

作者认为产生声子模谱的物理是由于 ZnS-ZnSe 超晶格按四方畸变模型，在界面处以共同的晶格常数  $a_{11}$  生长，形成应变层超晶格。未受应力时的 ZnS、ZnSe 晶格常数分别是  $5.406\text{ \AA}$ ， $5.667\text{ \AA}$ ，因此，在生长平面中 ZnS 晶格受到伸张应力，ZnSe 晶格受到压缩应力；而垂直生长平面的情况则相反，ZnS 受到的是压缩应力，ZnSe 受到的是伸张应力。在这个应力作用下，ZnSe 声子色散曲线将向低波数移动，而 ZnS 声子色散曲线将向高波数移动。这样，两种材料声子色散曲线不再重叠。这种效应在高波数区尤其明显，它导致两种材料的声学声子模频率不相等，以致于声学声子模频率展宽甚至不能成为在整个超晶格中传播的折叠模。由于这个原因，ZnS-ZnSe 应变层超晶格中纵声学声子折叠模的阶数很小，一般只能看到二、三级的双峰结构。

### 参 考 文 献

- [1] M. V. Klein; *IEEE J. Quant. Electron.*, 1986, **QE-22**, No. 9 (Sep), 1760~1770.

## Folded longitudinal acoustic phonon modes in ZnS-ZnSe strained-layer superlattice

CUI JIE, WANG HAILONG AND GAN FUXI

(Shanghai Institute of Optics & Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai 201800)

(Received 22 January 1991)

### Abstract

The Raman spectrum of folded longitudinal acoustic phonon modes of ZnS-ZnSe strained-layer superlattice have been reported. In the region  $10\sim 90\text{ cm}^{-1}$ , three doublets were observed at room temperature

**Key words:** strained-layer superlattice, longitudinal acoustic phonon, Raman spectrum.