

GaAlAs 三元化合物的喇曼散射

王笑军 张新夷

(中国科学院长春物理研究所)

我们用 He-Ne 和 Ar⁺ 激光器的各条分立谱线, 对各种组份下的三元化合物 Ga_{1-x}Al_xAs (1 > x > 0.2) 的喇曼散射以及无序效应进行了研究。

由于 Ga-As, Al-As 之间的相互作用较强, 使得 GaAlAs 成为典型的双模混晶。首先我们测量了声子频率随组份的变化。为同时观察到了 TO, LO 模, 我们采用直角散射, 考虑到折射率的影响, 计算了此时喇曼散射的效率。分析了两种无序激活的声学声子 DATA 和 DALA。仔细观察 200 cm⁻¹ 到 400 cm⁻¹ 的声子谱, 我们发现一些新的喇曼散射峰, 它们随温度的变化规律表明, 这些峰都来自单声子过程, 我们认为这些是无序激活的非 Γ 点的光学声子, 并仍将它们区分为类 GaAs 和类 AlAs 模式, 依此进行的声子能量的估算和实验结果符合得很好。

在 400 cm⁻¹ 以上, 对 Ga_{1-x}Al_xAs 样品 (x=0.63) 用 4880 Å 和 4765 Å 等线激发, 在室温下观察到多级喇曼散射过程, 我们看到这些散射峰的位置与一级喇曼散射中各种声子的频率组合严格一致。

我们认为, 在 GaAlAs 中可能存在激子-声子耦合态对光子的散射, 二级散射谱可能为单声子的两次级联散射和激子-声子耦合态的一次散射的迭加。

在 GaAlAs (x=0.79) 中, 激发波长从 4579 Å 开始逐渐增加, 发现 TO 声子的强度明显减弱直至消失, 到 6328 Å 时又重新变强, 我们认为这是 TO 的反共振现象, 即散射截面中共振项和非共振项的相消干涉。

我们还发现, 即便在 x 值较大时, 仍可能存在着 Al 的局域态, 在 x > 0.6 的样品中, 我们也清楚地看到 GaAs:Al 位于 350 cm⁻¹ 处的局域模。

我们看到 LO 线在低频一侧有一长尾。为分析线型, 我们在背散射 z(xy)z 配置下进行了测量 (使得此时的选择定则对 TO 是禁戒的)。用非对称的 Lorentz 线型进行拟合, 发现随着 Al(Ga) 组份的增加, LO-GaAs (LO-AlAs) 的线宽和不对称因子近似线性增加, 这可认为是由于 Γ 点附近非零波矢的声子被无序激活所造成的。