

单晶体亚稳定型合金 $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{Ge}_2)_x$ 的喇曼散射谱

薛大中

(天津市技术物理研究所)

本文报告激光激发喇曼散射研究 $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{Ge}_2)_x$ 的实验方法和实验结果。

实验中采用的样品是在 $450\sim 550^\circ\text{C}$ 衬底温度条件下, 使用超高真空离子束溅射沉积方法获得的 $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{Ge}_2)_x$ 单晶体亚稳定型合金, $0\leq x\leq 1$ 。衬底材料为 $[100]$ 方向 GaAs。

本实验中使用可见光(波长 5145 \AA)氩离子激光束, 沿布鲁斯特角方向入射, 经过样品背向散射的光聚焦于双光栅光谱仪的入射狭缝, 这一系统的分辨率优于 0.5 cm^{-1} 。在实验数据处理中, 采用了两个经过修正的 Lorentzian 函数, 使用计算机最小二乘法拟合实验曲线, 实验结果列于下表。

$(\text{GaAs})_{1-x}(\text{Ge}_2)_x$ 组份 x 与声子频率 TO, LO

x (克分子) cm^{-1}	0	0.075	0.14	0.275	0.40	0.465	0.57	0.71	0.80	0.85	0.89	1.0
TO	268.5	270.7	269.8	268.8	272.2	272.6	274.2	276.1	281.0	282.3	283.3	300.5
LO	291.5	290.1	290.1	290.9	292.7	293.9	294.1	295.8	296.0	296.6	297.2	300.5

从上表可以清楚地看出, $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{Ge}_2)_x$ 单晶体亚稳定型合金, 其 TO, LO 频率与 x 的函数关系不是如某些两元合金材料呈现线性关系。当 $x=1$ 时, 即 1 克分子 Ge 时, TO 与 LO 声子频率合并于 300.5 cm^{-1} 处, 随 x 减少, TO 与 LO 声子频率开始分开, 当 $x=0.9$ 时, 分成明显的“类 GaAs”TO 与 LO 声子频率, 而且 TO 声子频率随 x 减少而急剧变化, 至 $x=0.3$ 时, TO 声子频率随 x 缓慢地变化。而 LO 声子频率随 x 变化与 TO 则全然不同, 当 $x<0.9$ 时, LO 声子频率随 x 减小, 几乎成线性地平缓减小至 GaAs LO 声子频率。

依照“缺陷理论”, TO 声子频率应该随组成组份呈线性变化, 而且这一理论已为一定数量的两元合金所证明。而 $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{Ge}_2)_x$, $0\leq x\leq 1$, 单晶体亚稳定合金喇曼谱中 TO 声子频率变化曲线与线性关系呈现很大的差值。本实验中所观察到的差值清楚地说明这是由于“相转变”的结果, Ga 或者 As 原子替代了 Ge 原子的晶格位置, 而另一方面 Ge 原子替代了 Ga 和 As 原子晶格位置, 从而出现了由缺少反演对称的闪锌矿结构转变成富有反演对称的金刚石结构。