

半绝缘 GaAs “热转换”的低温光致发光研究

吴灵犀 张泽华 陈廷杰 万寿科 何宏家 曹福年

(中国科学院半导体研究所)

孟庆惠 李永康

(中国科学院物理研究所)

半绝缘 GaAs 单晶是制备多种半导体器件的衬底材料, 在外延生长等工艺条件下受热后往往产生一低阻表面层, 伴随着电阻率变化还会有表面导电类型的转变和光致发光谱的变化。这些性质被称为“热转换”。在有“热转换”的衬底上制作的器件性能大大下降。因而研究转变的原因并有效地消除这种“热转换”是有重要意义的。顺磁共振、变温霍尔系数测量、光致发光测量及二次离子质谱分析等都是研究的手段。

我们实验所用的半绝缘 GaAs 是半导体所材料室制备的水平单晶。对不同气氛(H_2 或 N_2), 不同热处理温度(如 $800^\circ C$ 等)各种条件下一系列样品进行了 4.2 K 和 1.8 K 温度下的光致发光研究。

经热处理, 有“热转换”的 SI GaAs 的典型光致发光谱由三部分组成: (1)近带边峰。峰值位置在 $\sim 1.515 eV$ 处。它是与自由激子及各种束缚激子有关的跃迁; (2)峰值位置在 $1.493 eV$ 和 $1.490 eV$ 处的受主杂质 C 的 BA 峰和 DA 峰。在 $1.457 eV$ 和 $1.454 eV$ 处还有它们的一级声子伴线。近带边峰及 C 的发射峰与我们过去研究的高纯度 VPE 和高纯度 LPE GaAs 的情况相同; (3)主峰在 $1.409 eV$ 处及其在低能方向的一级、二级声子伴线。我们初步确定这一组峰跟杂质 Mn 有关。未经 H_2 气热处理的试样, 没有 $1.409 eV$ 峰及其伴线。对“热转换”具有典型 Mn 峰的试样, 在表面腐蚀掉 $1\sim 3 \mu m$ 后, PL 谱中 Mn 峰消失。这与曾做过(SIMS)分析的 Mn 元素的深度分布相一致。

由低温光致发光实验测得的杂质元素 Mn 的激活能为 $\sim 110 meV$; 横向声学声子 TA 能量为 $10 meV$; 纵向光学声子 LO 能量为 $36 meV$, 这与文献报道相一致。

本文给出热处理与“热转换”之间的规律性结果及相应的低温光致发光谱图。