

背景辐射对 0.1eVHgCdTe 光导器件性能的影响

黄建新 方家熊

(中国科学院上海技术物理研究所)

对于工作于 77 K 的 $8\sim 14\mu\text{mHg}_{0.80}\text{Cd}_{0.20}\text{Te}$ 光导器件, 其材料的热平衡和本征载流子浓度处于 10^{14} 或 10^{13}cm^{-3} 的数量级。当背景辐射通量 ϕ_B 大于 $10^{16}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 时, 由背景辐射所产生的载流子数目将在器件中占相当的份额, 成为不可忽视的因素。因此, 在讨论此器件的性能时, 必须计入背景辐射的影响。

本文在讨论 0.1eVHgCdTe 光导器件的性能时, 既考虑了背景辐射的影响, 又考虑了表面复合的效应, 从一维定态少数载流子连续性方程, 并考虑到前后表面的反射以及少数载流子寿命和双极扩散系数受背景辐射的影响, 采用分层的数值计算方法, 首先求解了背景辐射所激发的载流子在器件内的分布, 并由此求得受背景辐射影响的少数载流子寿命及双极扩散系数在不同处的值, 然后由这些值再进一步求出信号光子所激发的载流子在器件内的分布, 最终得到了器件的响应率 R_λ , 探测率 D_λ^* 及噪声电压 V_N 等参量。计算了不同背景辐射对器件性能的影响以及在一定背景下器件其他参量对器件性能的影响, 结果表明:

1) 对于 0.1eVHgCdTe 光导器件, 当 $\phi_B > 10^{16}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 时, 背景辐射对响应率 R_λ 探测率 D_λ^* 以及少数载流子平均体寿命 τ 有很大影响, 随着 ϕ_B 的进一步增大, R_λ 、 D_λ^* 和 τ 都明显下降, 下降的幅度与器件的表面复合速率 S 值有关, S 值越小, 下降的幅度越大。

2) 对于给定的 S 值, 噪声电压随 ϕ_B 的变化有一极大值出现, 且极大值对应的 ϕ_B 值随 S 的增大而向高 ϕ_B 值方向移动。这样, 对于厚度 $d=15\mu\text{m}$ 的器件, 在 $S \leq 1000\text{cm/s}$ 范围内, $\phi_B > 3 \times 10^{17}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 时, S 越大, V_N 也会越大; 当 $\phi_B < 3 \times 10^{16}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 时, S 越大, V_N 反而越小。

3) 在存在表面复合时, R_λ 随 d 的变化有一极大值出现, 且极大值的位置随 S 的增大而向高 d 值方向移动。对于 $S=200\text{cm/s}$, 当 $d=2\mu\text{m}$ 时 R_λ 极大; 对于 $S=1000\text{cm/s}$, 当 $d=6\mu\text{m}$ 时, R_λ 极大。 D_λ^* 随 d 的变化是, 对于 $S=0$ 时, D_λ^* 在 $d=8\mu\text{m}$ 有一极大值出现; 对于 $0 < S < 1000\text{cm/s}$ 的范围内, D_λ^* 在 $d=10\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 间隔内变化不大。

4) 表面复合的存在对此器件性能的影响很大, S 值越大, 少数载流子的平均体寿命 τ 也越大; 另外, 减小表面复合, 可使 R_λ 、 D_λ^* 明显上升。