

吸收层特性和异质结界面电荷对 12.5 μm 长波 HgCdTe 光伏探测器响应率的影响研究^{*}

胡伟达[†] 殷 菲 叶振华 全知觉 胡晓宁 李志锋 陈效双 陆 卫

(中国科学院上海技术物理研究所 红外物理国家重点实验室, 上海 200083)

(2009 年 2 月 19 日收到 2009 年 4 月 8 日收到修改稿)

研究了 12.5 μm 长波 HgCdTe 探测器的吸收层厚度和异质结界面电荷对器件光响应率的影响. 分析了吸收层厚度与吸收长度、扩散长度之间的联系, 获得了设计最佳吸收层厚度的经验公式. 研究结果显示入射光波长超过截止波长时, 响应率随吸收层厚度增加单调增加, 并逐渐饱和. 响应率峰值对应的波长随吸收层厚度增加, 有向长波偏移的趋势. 最佳吸收层厚度值随少子寿命或入射光波长的增大而增大. 同时, 研究了衬底、钝化层与 HgCdTe 材料之间异质界面电荷对光响应率的影响, 发现正的界面电荷在衬底异质界面处形成诱导 pn 结, 对响应率影响显著. 采用金属-氧化物-半导体二极管模型, 分析了其中的内在物理机理, 并获得了降低其影响的优化方案.

关键词: 长波 HgCdTe 器件, 光伏型红外探测器, 光响应率, 少子寿命

PACC: 7280E, 7340L, 2940P

1. 引 言

8—12.5 μm 的热红外波段具有最高的大气窗口目标辐射能量, 是红外探测器技术中最为重要的波段, 在提高探测距离、缩短探测时间和精确探测目标温度等方面有着十分重要的需求背景. 由于其优良的性能, 光伏型 HgCdTe 红外探测器已成为目前最重要的红外探测器之一^[1-3]. HgCdTe 光伏型探测器在用于红外光探测时, 其响应率是表征器件性能的重要指标^[4,5]. 因此, 在器件结构的分析设计中需要使用理论模型来最大化响应率, 以期获得最佳器件性能. 目前, 主流的 HgCdTe 探测器为外延生长的薄膜材料探测器, 其工作原理为: 入射光从衬底背入射, 在基区被吸收, 吸收产生的光生少数载流子扩散到结区, 被结区电场分开, 产生光生电动势. 对这种探测器的响应率产生影响的结构特性参数有: 1) 吸收层特性, 包括吸收层厚度、吸收长度和扩散长度. 在吸收长度和扩散长度相同时, 基区吸收层越厚, 吸收的光越完全, 产生的光生少数载流子越多. 但另一方面, 光的吸收主要发生在靠近衬底边一个吸收长度范围的材料内, 吸收层越厚时, 导致光吸收区离结

区的距离增大, 光生少数载流子在扩散过程中被复合的概率越大, 则产生的光响应越小. 当吸收层厚度较薄时, 吸收长度的影响占主导, 光响应率随吸收层厚度增加而增加; 当吸收层厚度较大时, 扩散长度的影响占主导, 光响应率随吸收层厚度增加而减小. 因此, 器件结构存在一最佳吸收层厚度. 2) 衬底、钝化层与 HgCdTe 材料之间异质界面特性. 近年来的研究表明在异质结界面存在界面电荷^[6,7]. 界面电荷的来源一般认为是由于晶格失配性问题和工艺引入. 尽管 HgTe/CdTe 之间的晶格失配 $< 0.3\%$, 但由于 HgTe 与 CdTe 极性强度不同, 在其异质结界面被认为会存在固定电荷, 其密度与工艺密切相关, 随工艺不同而变; 因此电荷密度是难以控制的, 且可正可负, 在通常情况下是不能精确地知道其密度值^[6]. 一般认为 HgTe/CdTe 界面电荷密度在 $\pm 1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 量级^[8,9]. 这样一个量级的界面电荷对器件的光响应率的影响是不可忽略的.

由于 12.5 μm 长波 HgCdTe 探测的基区少数载流子的扩散长度较小, 而吸收厚度又需要较大, 必然需要对基区厚度进行理论优化, 同时由于禁带宽度变窄, 界面电荷的影响更为明显, 非常有必要对界面电荷的影响进行分析. 根据我们所知的文献资料, 目

^{*} 国家自然科学基金(批准号: 60576068, 60706012, 10734090, 10747162), 上海-应用材料研究与发展基金(批准号: 08520740600) 和航空科学基金(批准号: 20080190001) 资助的课题.

[†] E-mail: wdhu@mail.sitp.ac.cn

前还没有关于吸收层特性和异质结界面电荷对 $12.5 \mu\text{m}$ 长波 HgCdTe 红外探测器光响应率影响的研究工作报告. 为此, 本文建立二维理论模型, 系统研究了 $12.5 \mu\text{m}$ 长波 HgCdTe 探测器结构特性和异质结界面电荷对光响应率的影响, 获得了结构特性和异质结界面电荷影响器件响应率的内在物理机理, 并就提高探测器的性能, 给出了最佳吸收层厚度值及降低界面电荷的优化方案.

2. 理论模型

在半导体中光电作用的分析中, 需要对一组输运方程进行求解. 这组输运方程包括空穴、电子连续性方程和泊松方程^[10,11], 表达式分别为

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -\frac{1}{q} \nabla \cdot \mathbf{J}_p + G - R, \quad (1)$$

$$\frac{\partial n}{\partial t} = \frac{1}{q} \nabla \cdot \mathbf{J}_n + G - R, \quad (2)$$

$$\nabla^2 \Psi = -\frac{q}{\epsilon_0 \epsilon} (\Gamma + p - n) - \frac{1}{\epsilon} \nabla \Psi \nabla \epsilon, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{J}_n &= qn\mu_n \mathbf{E}_n + qD_n \nabla n, \\ \mathbf{J}_p &= qp\mu_p \mathbf{E}_p - qD_p \nabla p, \end{aligned} \quad (4)$$

其中, R 为复合率, Ψ 是静电势, q, ϵ, t 分别为基本电荷、介电常数、时间, n, p 分别为电子和空穴, Γ 是有效掺杂浓度, 定义为施主浓度与受主浓度之差, $\mathbf{J}_n, \mathbf{J}_p$ 分别为电子、空穴电流密度, μ_n, μ_p, D_n, D_p 分别表示电子、空穴的迁移率、扩散系数, $\mathbf{E}_n, \mathbf{E}_p$ 为电子、空穴的有效电场, G 为产生率光产生项, 可以表示为

$$\begin{aligned} G^{\text{opt}}(z) &= \mathcal{K}(x, y, z_0) \cdot \alpha(\lambda, z) \\ &\times \exp\left[-\int_{z_0}^z \alpha(\lambda, z) dz\right], \end{aligned} \quad (5)$$

其中, $\mathcal{K}(x, y, z_0)$ 为入射光空间分布强度, z_0 为沿入射光传播方向吸收开始位置, $\alpha(\lambda, z)$ 为吸收系数, λ 为入射光波长. 在理论计算中, 复合项不仅考虑了与隧穿相关的陷阱辅助隧穿和带到带直接隧穿产生复合^[12,13], 而且还考虑了与热相关的, 即 SRH 复合、俄歇复合、辐射复合, 可分别写为^[14,15]

$$\begin{aligned} R^{\text{SRH}} &= A(np - n_i^2), \\ R^{\text{Auger}} &= (C_n n + C_p p) \chi (np - n_i^2), \\ R^{\text{Rad}} &= B(np - n_i^2). \end{aligned}$$

典型的 $n^+ \text{-on-p}$ 长波 HgCdTe 红外探测器单元剖面结构如图 1 所示. 其中, p 区受主浓度为 8×10^{15}

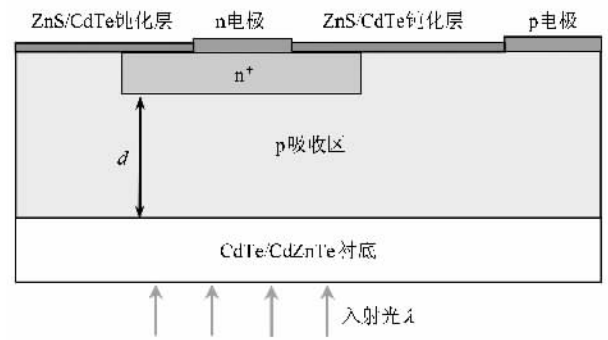


图 1 长波 HgCdTe 红外探测器结构, 其中, d 为吸收层厚度, λ 为入射光波长

cm^{-3} , n 区施主浓度为 10^{17}cm^{-3} . 计算中设定吸收层厚度为 d , 工作温度为 77K , 探测单元面积为 $30 \mu\text{m} \times 30 \mu\text{m}$ (不包括公共电极面积). 每个探测单元有一个 n 电极, p 电极是整个阵列的公共电极, 详细的器件基本结构参数见表 1. HgCdTe 材料理论计算所用特征参数取自文献^[15,16].

表 1 长波 HgCdTe 探测器件的材料和结构基本参数

组分 x	0.211
温度/K	77
SRH 寿命/ns	5
n 区掺杂/ cm^{-3}	1×10^{17}
p 区掺杂/ cm^{-3}	8×10^{15}
n 区厚度/ μm	1
p 区厚度/ μm	d
n 区宽度/ μm	30
元中心距/ μm	40

3. 计算结果及分析

3.1. 吸收层特性的影响

器件的光响应随吸收层厚度的变化规律是由吸收和扩散两种机制共同主导的. 当吸收层厚度较薄时, 前一种机理占主导, 因此随吸收层厚度增加光响应增加; 当吸收层厚度较大时, 后一种机理占主导, 因此随吸收层厚度增加光响应减小. 因此, 存在对应最大响应率的最佳吸收层厚度. p 区为基区, 因此 p 区厚度即为吸收层厚度(如图 1 所示). 根据材料参数, 可以求得少子扩散长度为

$$L_d = \sqrt{D_n \cdot \tau} = \sqrt{\frac{kT}{q} \mu_n \cdot \tau} = 21 \mu\text{m}.$$

扩散长度越大, 少子越容易扩散到结区. 因此, 扩散长度是一个很重要的直接影响器件响应率的参数.

图 2 给出了吸收层厚度在 5—21 μm 时的光谱曲线及近峰值响应率. 从图 2 中可以看出, 入射光波长较短时, 响应率随吸收层厚度增加单调减小. 短波的吸收系数大, 只在表面很浅的距离吸收, 此时, 扩散机理占主导, 因此响应率单调减小. 图 2 中还显示入射光波长超过截止波长时, 响应率随吸收层厚度增加单调增加, 并逐渐饱和. 这是因为长波吸收系数很小, 其吸收长度等于吸收层厚度. 此时吸收机理占主导, 因此响应率随吸收层厚度增加单调增加. 当吸收层厚度接近其少子扩散长度时, 离结区一个扩散长度距离外的吸收对响应率将不产生影响, 因此逐渐饱和. 另外, 响应率峰值对应的波长随吸收层厚度增加, 有向长波偏移的倾向. 这是因为长波长的吸收系数相对较小, 具有更强的穿透性, 因此产生的光生载流子更接近结区. 但在吸收层厚度较小时, 其透过材料而不被吸收的比例也较大.

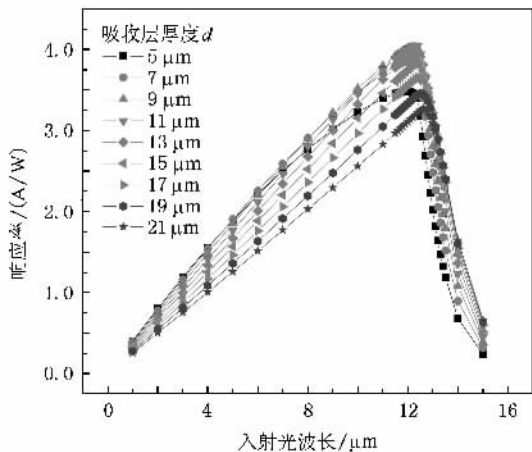


图 2 器件吸收层厚度 d 在 5—21 μm 范围变化时的光谱曲线

图 3(a) 对比了入射光波长为 12.4 μm, 少子寿命为 5 ns, 10 ns, 20 ns 和 50 ns 时的响应率随吸收层厚度的变化曲线. 其对应扩散长度分别为 21 μm, 29.7 μm, 42 μm 和 66.4 μm, 吸收长度为 5.46 μm. 从中可以看出, 当少子寿命为 5 ns 时, 在对应响应率峰值的入射光波长附近, 响应率随吸收层厚度增加先增大, 然后减小, 最大值出现在吸收层厚为 11 μm 时. 这个波段的吸收系数不大不小, 一方面, 随吸收层厚度增大, 光吸收增强, 响应率增大; 另一方面, 厚度增加, 靠近表面产生的光生载流子输运到结区的概率减小. 因此, 在这个波段的响应是这两种效应相

互竞争的表现, 存在最大值. 由图 3(a) 可知, 少子寿命增加, 响应率增加, 且最佳吸收层厚度值增加, 即最佳吸收层厚度值随扩散长度增加而增加.

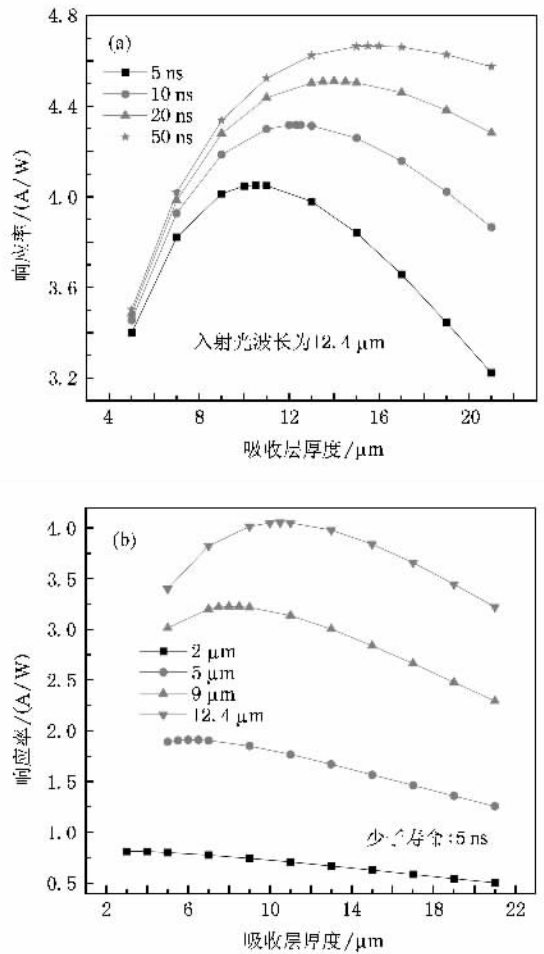


图 3 响应率随吸收层厚度的变化曲线 (a) 入射光波长为 12.4 μm 时, 不同少子寿命 (b) 少子寿命为 5 ns 时, 不同入射光波长

图 3(b) 对比了少子寿命为 5 ns, 波长为 2 μm, 5 μm, 9 μm 和 12.4 μm 的光入射时的响应率随吸收层厚度的变化曲线. 其对应扩散长度为 21 μm, 吸收长度分别为 0.77 μm, 1.97 μm, 3.33 μm 和 5.46 μm. 由图可知, 入射光波长增大, 响应率增加, 且最佳吸收层厚度值增加. 这是因为, MCT 器件组分不变时, 吸收系数随入射光波长增大而减小, 即光吸收长度增大. 最佳吸收层厚度值随吸收长度的增加而增加. 入射光波长相同时, HgCdTe 的本征吸收系数随 Cd 组分的增大而增大. 因此, 相比长波器件, 中、短波器件的最佳吸收层厚度值要小.

分别计算得到了少子寿命为 5 ns, 10 ns, 20 ns 和 50 ns, 入射光波长为 2 μm, 5 μm, 9 μm 和 12.4 μm 时的最佳吸收层厚度值. 最佳吸收层厚度与扩散长

度、吸收长度的关系曲线如图 4 所示. 我们拟合得到一个最佳吸收层厚度与扩散长度、吸收长度相关的经验公式:

$$d = 1.72 \times \sqrt{L_a} \cdot \ln L_d - 1.31, \quad (6)$$

式中 d 为最佳吸收层厚度值, L_a 为吸收长度, L_d 为扩散长度, 单位均为 μm .

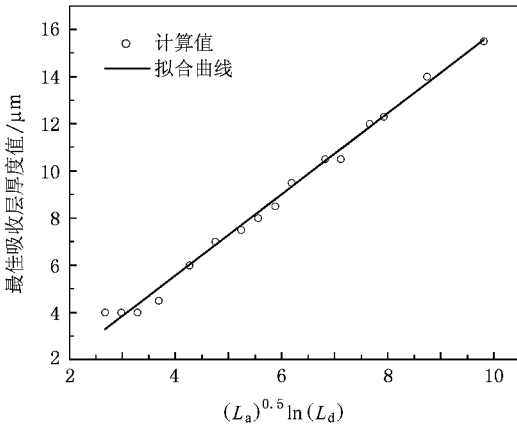


图 4 最佳吸收层厚度与扩散长度、吸收长度的关系曲线

3.2. 异质界面电荷的影响

HgCdTe 器件衬底及钝化层界面的陷阱可分为类施主及类受主两种. 当界面陷阱为类施主时, 界面常常表现为带正电荷; 当界面陷阱为类受主时, 界面常常表现为带负电荷. 另外, 钝化层中常常存在固定电荷和可移动电荷. 在这里, 它们统统被等效为界面电荷来计算. 计算用的器件材料结构参数同表 1, p 区厚度 d 为 $11 \mu\text{m}$. 图 5 为无界面电荷与钝化层界面、衬底界面分别存在界面电荷时的光谱曲线对比, 其中图 5(a) 的界面电荷密度为 $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$, 图 5(b) 的界面电荷密度为 $-1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$.

由图可知, 无论电荷密度正还是负, 钝化层界面对器件响应率几乎无影响; 而衬底界面的正电荷对响应率影响巨大. 究其原因, 当界面电荷为正, 能带向下弯, 将在界面形成反型 n 区, 即在界面处形成界面电荷诱导的 pn 结. 当光从衬底背入射, 在界面处产生光生载流子, 有部分的光生载流子将在诱导结被分开, 产生的光生电动势与冶金 pn 结产生的相反, 因此器件响应率减少. 界面电荷为负, 能带向上弯, 将在衬底界面形成积累层, 对响应率影响不大.

钝化层界面情况与上面分析的相似. 当界面电荷为正时, 它的诱导结产生的电动势与冶金结电动势方向相同, 而且其离光吸收区较远, 因此对响应率

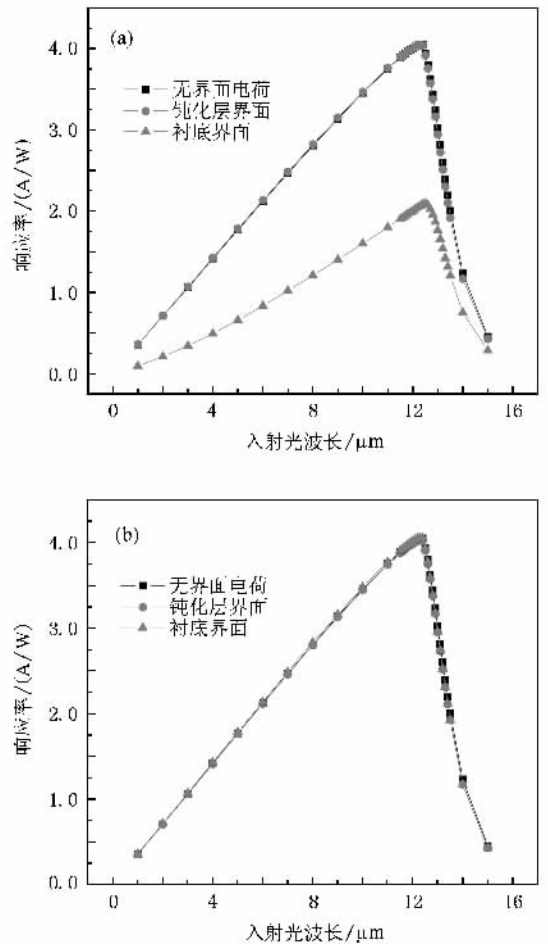


图 5 无界面电荷与钝化层界面、衬底界面分别存在界面电荷时的光谱曲线对比, 界面电荷密度为 (a) $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ (b) $-1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$

影响不大. 但当发生强反型后, 在钝化层下会形成一 n 型沟道, 导致暗电流增大, 因此也不利于器件性能. 当界面电荷为负时, 在界面形成 p 型积累层, 同样会导致表面的隧穿漏电流增大.

图 6 给出了入射光波长为 $12.4 \mu\text{m}$ 时的响应率随衬底正界面电荷密度的变化曲线. 由图可知, 界面正电荷大于 $2 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ 时, 响应率开始减小. 界面正电荷大于 $5 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ 时, 响应率降到最低. 再继续增大界面电荷, 响应率不再降低.

这个现象可用金属-氧化物-半导体 (MOS) 二极管的理论来解释. 正的界面电荷使得能带向下弯, 界面的 p 型区开始耗尽; 当界面电荷密度到达 $2 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ 时, 将在界面形成反型 n 区, 产生诱导结; 当电荷密度进一步增加, 诱导 pn 结的耗尽层宽度增加, 即在这一厚度产生的光生载流子均将被诱导结分开, 因此器件响应率急剧减小. 当界面电荷密度增大

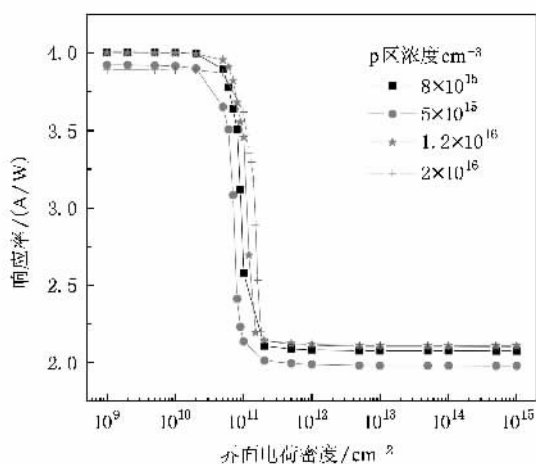


图6 入射光波长为 12.4 μm 时, p 区浓度为 $8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 的器件响应率随衬底界面电荷的关系曲线. 同时也给出了与另三种不同 p 区浓度的对比情况

到 $5 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ 时, 在衬底界面将形成强反型层, 此时耗尽区宽度不再增加, 因此响应率不再减小.

根据 MOS 二极管理论, 我们计算了界面形成反型和强反型时对应的界面电荷密度

$$N_s = N_a \cdot W = \sqrt{\frac{2\epsilon_s \epsilon_0 N_a V_s}{q}}, \quad (7)$$

式中, N_a 为 p 区掺杂浓度, W 为耗尽区宽度, V_s 为界面势, ϵ_s 为 HgCdTe 的相对介电常数, 对应组分 0.211 为 17.5.

界面发生反型和强反型时的表面势条件分别为

$$V_{s\text{-反型}} = \frac{kT}{q} \cdot \ln\left(\frac{N_a}{n_i}\right), \quad (8)$$

$$V_{s\text{-强反型}} = 2 \cdot \frac{kT}{q} \cdot \ln\left(\frac{N_a}{n_i}\right). \quad (9)$$

将(8)(9)式代入(7)式, 计算得到 p 区浓度为 $8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 的器件衬底界面发生反型和强反型时界面电荷浓度分别为 $8.05 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ 和 $1.14 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$. 这与模拟得到的值在量级上相当, 它们之间的差异是因为 MOS 理论中采用的耗尽层近似造成.

由(7)式可知, 引起器件响应率急剧降低的临界界面电荷密度与 p 区浓度相关, 浓度越大, 临界界面电荷密度也越大, 因此我们可以通过提高 p 区浓度来降低界面电荷对响应率的影响. 图6中也分别给出了 p 区浓度为 $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$, $1.2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 和 $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 的响应率随界面电荷密度的关系曲线. 模拟结果的变化趋势与(7)式的计算结果非常一致. 图中, p 区浓度为 $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 的响应率在任何界面电荷密度下都要比 $8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 的小, 这是因为基区浓度减小, 增大了串联电阻造成的. 而 p 区浓度为 $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 的小界面电荷密度下的响应率要比 $8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 的小, 这是因为基区浓度增大, 降低了少子寿命造成的. 界面电荷密度达到强反型后, p 区浓度高的响应率降低更小, 补偿了少子寿命减小造成的响应率降低, 因此在大界面电荷密度下的响应率略高. 必须注意: 虽然增大 p 区浓度可以减小衬底界面电荷对响应率的影响, 但随着其浓度增大, 内建电势增强, 隧穿电流增大, 寿命减小, 也导致扩散电流增大, 因此器件的暗电流增大, 这也会降低器件的性能.

4. 结 论

本文研究了长波 HgCdTe 探测器的吸收层特性和异质界面电荷对器件光响应率的影响. 计算获得了不同少子寿命和不同入射光波长下的最佳吸收层厚度值, 发现最佳吸收层厚度值随扩散长度和吸收长度的增加而增加, 并拟合得到了用于计算最佳吸收层厚度的经验公式, 该公式将可能成为 12.5 μm 长波 HgCdTe 器件研制中吸收层厚度的重要参考依据. 理论研究发现, 钝化层界面电荷对器件响应率几乎无影响, 而衬底界面的正电荷对响应率影响巨大, 当其正电荷密度超过临界值后, 光响应急剧减小. 进一步的研究表明, 可以通过适当增大吸收层掺杂浓度来提高临界电荷密度值, 从而降低衬底界面电荷对响应率的影响.

[1] Rogalski A 2005 *Rep. Prog. Phys.* **68** 2267

[2] Shen S C 1994 *Microelectronics Journal* **25** 713

[3] Sun L Z, Chen X S, Zhou X H, Sun Y L, Quan Z J, Lu W 2005 *Acta Phys. Sin.* **54** 1757 (in Chinese) [孙立志、陈效双、周孝好、孙沿林、全知觉、陆卫 2005 物理学报 **54** 1757]

[4] Chen G B, Lu W, Cai W Y, Li Z F, Chen X S, Hu X N, He L, Shen X Ch 2004 *Acta Phys. Sin.* **53** 911 (in Chinese) [陈贵宾、

陆卫、蔡炜颖、李志锋、陈效双、胡晓宁、何力、沈学础 2004 物理学报 **53** 911]

[5] Cui H Y, Li Z F, Li Y J, Liu Z L, Chen X S, Lu W, Ye Z H, Hu X N, Wang C 2008 *Acta Phys. Sin.* **57** 238 (in Chinese) [崔昊杨、李志锋、李亚军、刘昭麟、陈效双、陆卫、叶振华、胡晓宁、王 堯 2008 物理学报 **57** 238]

[6] Djaloshinski L, Nemirowsky Y 1996 *Solid State Electronics* **39** 1385

- [7] Nemirovsky Y , Gordan G , Goren D 1998 *J. Appl. Phys.* **84** 1113
- [8] Goren D , Asa G , Nemirovsky Y 1996 *J. Appl. Phys.* **80** 5083
- [9] Quan Z J , Sun L Z , Ye Z H , Li Z F , Lu W 2006 *Acta Phys. Sin.* **55** 3611 (in Chinese) [全知觉、孙立志、叶振华、李志锋、陆卫 2006 *物理学报* **55** 3611]
- [10] Hu W D , Chen X S , Yin F , Quan Z J , Ye Z H , Hu X N , Li Z F , Lu W 2009 *J. Appl. Phys.* **105** 104502
- [11] Xu X Y , Ye Z H , Li Z F , Lu W 2007 *Acta Phys. Sin.* **56** 2882 (in Chinese) [徐向晏、叶振华、李志锋、陆卫 2007 *物理学报* **56** 2882]
- [12] Qiao H , Liao Y , Hu W D , Deng Y , Yuan Y G , Zhang Q Y , Li X Y , Gong H M 2008 *Acta Phys. Sin.* **57** 7088 (in Chinese) [乔辉、廖毅、胡伟达、邓屹、袁永刚、张勤耀、李向阳、龚海梅 2008 *物理学报* **57** 7088]
- [13] Quan Z J , Li Z F , Hu W D , Ye Z H , Hu X N , Lu W 2006 *J. Appl. Phys.* **100** 084503
- [14] Lopes V C 1993 *Semicond. Sci. Technol.* **8** 824
- [15] Bellotti E , Orsogna D D 2006 *IEEE Journal of Quantum Electronics* **42** 418
- [16] Wenus J , Rutkowski J , Rogalski A 2001 *IEEE Transactions on Electron Devices* **48** 1326

Effects of absorption layer parameters and hetero-interface charge on photoresponse of 12.5 μm long-wavelength HgCdTe photodiode^{*}

Hu Wei-Da[†] Yin Fei Ye Zhen-Hua Quan Zhi-Jue Hu Xiao-Ning Li Zhi-Feng Chen Xiao-Shuang Lu Wei
(National Laboratory for Infrared Physics , Shanghai Institute of Technical Physics , Chinese Academy of Sciences , Shanghai 200083 , China)

(Received 19 February 2009 ; revised manuscript received 8 April 2009)

Abstract

The effects of absorption layer parameters and hetero-interface charge on photoresponse of long-wavelength HgCdTe photodiode have been studied. The correlations between thickness of absorption layer and absorption length and diffusion length are investigated. An empirical formula is proposed to estimate the optimal thickness of absorption layer. Our theoretical investigations indicate that , when the wavelength of incident light is longer than the cut-off wavelength , the photoresponse monotonically increases with the increase of absorption layer thickness , and saturates subsequently. The wavelength of the maximal photoresponse increases with the increase of absorption layer thickness , and tends to shift toward long wavelength region. The optimal absorption layer thickness increases with increasing minority carrier life time and wavelength of incident light. It is found that the positive interface charge can induce a p-n junction at the substrate interface and significantly reduce the photoresponse. By using the metal-oxide-semiconductor diode model , possible physics mechanisms are investigated , and an approach is proposed to reduce the effects of hetero-interface charge on the photoresponse.

Keywords : long-wavelength HgCdTe photodiode , photovoltaic inferred detector , photoresponse , minority carrier life time

PACC : 7280E , 7340L , 2940P

* Project supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant Nos. 60576068 , 60706012 , 10734090 , and 10747162) , Applied Materials Shanghai Research & Development Fund (Grant No. 08520740600) , and Aviation Science Fund (Grant No. 20080190001) .

[†] E-mail : wdhu@mail.sitp.ac.cn