

以弱 p 型为有源区的新型 p-n 结构 GaN 紫外探测器^{*}

周 梅¹⁾ 赵德刚^{2)†}

1) 中国农业大学理学院应用物理系, 北京 100083)

2) 中国科学院半导体研究所集成光电子学国家重点实验室, 北京 100083)

(2009 年 2 月 9 日收到, 2009 年 2 月 17 日收到修改稿)

提出了以弱 p 型 (p^- -GaN) 为有源区的 p-n 结构 GaN 紫外探测器. 由于弱 p 型层的载流子浓度较低, 很容易增加耗尽区的宽度, 从而可以增加器件的量子效率. 通过模拟计算, 研究了金属与 p^- -GaN 层的肖特基接触势垒高度、 p^- -GaN 层厚度等参数对器件性能的影响. 研究表明, 降低金属与 p^- -GaN 层的接触势垒高度、适当减小 p^- -GaN 层厚度能够实现有源层方向单一的内建电场, 从而提高器件的量子效率. 要制备出具有良好性能的 p-n 结构紫外探测器, 必须减小 p^- -GaN 层厚度, 降低金属与 p^- -GaN 层的接触势垒高度.

关键词: 弱 p 型 GaN, 紫外探测器, 量子效率

PACC: 7850G, 7280E

1. 引 言

氮化镓 (GaN) 及其系列材料被称为第三代半导体, 在光电子学和微电子学领域有重要的应用价值. 其中 GaN 基紫外探测器具有可见光盲、量子效率高、可零偏压工作、耐高温、抗腐蚀等优点, 在火箭跟踪、大气监测、紫外线辐射计量等领域有重要的应用前景, 受到人们的极大关注. 经过多年的发展, 人们不仅研制出 MSM (金属-半导体-金属) 结构、肖特基结构、p-i-n 结构等多种结构的 GaN 基紫外探测器^[1-6], 而且还成功研制雪崩紫外探测器和 GaN 基紫外探测器焦平面阵列^[7,8]. 材料质量对 GaN 基光电子器件起着至关重要的作用, GaN 基紫外探测器的发展同样如此, 人们更多地把目标集中在提高材料质量方面来改善 GaN 紫外探测器的器件性能. 但是, 器件结构的选择和优化设计对于器件性能的提高也是非常重要的, 在某种情况下器件结构的合理选择可以在一定程度上弥补材料质量的不足. 从文献报道来看, GaN 基紫外探测器的研究和制备大多是基于传统器件结构, 很少有从器件结构上改进从而达到提高器件性能的目的. 事实上, 对器件结构进行巧妙的调整和设计有时能够达到改善器件性能的

效果.

肖特基结构和 p-i-n 器件结构是探测器的常规器件结构, 目前在 GaN 紫外探测器的设计和制备中, 都采用 n 型 (n^- -GaN) 作为有源区^[1-6]. 一般来说, 如果 n 型浓度越低, 耗尽区就越容易展宽, 更多的光生载流子能够被电场扫出而形成光电流, 探测器的量子效率就越容易得到提高. 然而, 在实际的器件制备中, 由于材料生长的困难, 要得到较低载流子浓度的弱 n 型 (n^- -GaN) 却不是很容易, 而且 GaN 材料的本底载流子浓度来源很多^[9], 不容易控制. 针对这个弱 n 型实现困难的问题, 我们提出了采用弱 p 型 (p^- -GaN) 为有源区的 p-n 结构紫外探测器器件结构, 由于材料生长中实现弱 p 型非常容易, 从而增加耗尽区的宽度, 结果可以增加器件的量子效率, 改善器件性能. 通过模拟计算, 研究了该器件的一些结构参数对器件性能的影响, 从理论上对新提出的器件结构进行了优化设计. 本文的研究结果对于实际的器件制备具有一定的指导意义.

2. 新型 p-n 结构器件结构

图 1 是我们提出的采用弱 p 型作为有源区的 p-n 结构 GaN 紫外探测器示意图, 器件结构包括一层

^{*} 国家自然科学基金 (批准号: 60776047) 和教育部高等学校科技创新工程重大项目培育资金 (批准号: 708014) 资助的课题.

[†] 通讯联系人, E-mail: dgzhao@red.semi.ac.cn

欧姆接触层 n^+ -GaIn 和以 p^- -GaIn 作为光响应区的有源层. 采用美国宾州大学提供的 AMPS 软件进行模拟计算分析^[10], 该软件通过数值求解泊松方程和连续性方程, 得到器件的物理性质. 与常见的一些同类软件相比, AMPS 增加了很多模型, 比如考虑了在金属-半导体接触方面热电子发射过程和表面复合, 考虑了各种杂质和缺陷的分布情况等等, 可以更准确反映器件性质, 是对半导体器件特别是光伏器件进行性质分析的有力工具^[10, 11]. 在本文的模拟计算中, p^- -GaIn 层的载流子浓度固定为 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, n^+ -GaIn 层的载流子浓度固定为 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$. 本文着重研究了 p^- -GaIn 层厚度、金属与 p^- -GaIn 层的接触势垒高度等参数对该器件的性能影响.

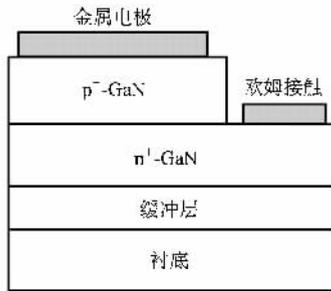


图 1 以弱 p^- 型 (p^- -GaIn) 为有源区的 GaIn 紫外探测器器件结构示意图

3. 模拟计算结果与讨论

在我们提出的新型器件结构中, 虽然 p^- -GaIn 层浓度很容易做低, 但是存在一个问题: 器件内存在两个结, 一个是 p^- -GaIn 和 n^+ -GaIn 形成的 p - n 结, 另外一个是在表面金属电极与 p^- -GaIn 层形成的肖特基结, 这两个结电场互相作用, 直接影响了作为有源区的 p^- -GaIn 层的内建电场分布, 从而也会影响器件的性能, 所以器件结构参数的设计显得非常重要. 本文首先研究了金属与 p^- -GaIn 层的接触势垒高度对器件量子效率的影响, 然后研究了 p^- -GaIn 层厚度对器件性能的影响, 最后提出了一个设计方案.

3.1. 金属与 p^- -GaIn 层的接触势垒高度对 p - n 结构器件性能的影响

我们知道, 提高半导体的载流子浓度是实现良好欧姆接触的基本条件之一, 在本文提出的采用 p^- -GaIn 层做有源层的思想中, 虽然 p^- -GaIn 层浓度很

容易做低, 但是却使得 p^- 型欧姆的实现难度增大, 金属电极与 p^- -GaIn 之间会有一个肖特基结存在, 也就有一个势垒高度存在. 我们通过模拟计算, 研究了这个势垒高度对器件性能的影响, 并通过能带结构和电场分布结果, 分析了其影响机理.

图 2 所示为金属电极与 p^- -GaIn 之间的肖特基势垒高度分别为 0.2, 0.6, 1.0, 1.4 eV 时 p - n 结构探测器的响应光谱, 其中 p^- -GaIn 层的厚度固定为 0.6 μm . 从图上可以看出, 当势垒高度为 0.2 eV 时, 探测器在入射光波长 360 nm 左右表现出量子效率的峰值, 此时基本对应 GaIn 材料的禁带宽度, 当入射光的波长变短时, 探测器的量子效率降低. 当势垒高度增加到 0.6 eV 时, 器件带边附近的峰值量子效率相对于势垒高度为 0.2 eV 时有所降低, 当入射光的波长变短时, 器件的量子效率也相应降低, 但是降低的幅度相对于势垒高度为 0.2 eV 时更大. 当势垒高度进一步增加时, 器件带边的量子效率不仅进一步降低, 当入射光波长变短时, 器件的量子效率下降得更明显. 也就是说, 随着势垒高度的增加, 器件的量子效率降低, 在长波带边附近, 器件的量子效率的差别相对较小, 而在短波处, 器件的量子效率的差别相对较大. 势垒高度对器件的性能有明显的影

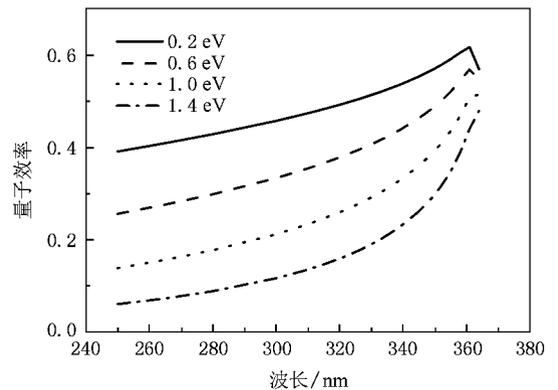


图 2 当 p^- -GaIn 层厚度为 0.6 μm , 金属与 p^- -GaIn 的接触势垒高度分别为 0.2, 0.6, 1.0, 1.4 eV 时器件的响应光谱

为了研究势垒高度对器件性能影响的机理, 我们研究了其能带结构. 图 3 所示为金属电极与 p^- -GaIn 之间的势垒高度分别为 0.2, 0.6, 1.0, 1.4 eV 时 p - n 结构探测器的导带结构图, 其中横轴位置 0—0.6 μm 范围内的区域为 p^- -GaIn 层. 从图上可以看出, 不同势垒高度情况下, 器件的能带结构有明显差别. 当势垒高度为 0.2 eV 时, 在靠近 n^+ -GaIn 附近的 p^- -GaIn 层 (有源层) 导带变化非常陡峭, 斜率很大;

在靠近表面处, 导带的弯曲程度变小, 斜率也很小. 当势垒高度增加时, p^- -GaN 层的导带在靠近 n^+ -GaN 附近及靠近表面附近都有明显变化. 特别是当势垒高度增加到 1.4 eV 时, 在靠近 n^+ -GaN 附近的 p^- -GaN 层变得比较平缓(大约在 0.1—0.6 μm 范围内)斜率变小; 而在靠近 p^- -GaN 层的表面附近(大约在 0—0.1 μm 范围内), 导带的弯曲程度不仅不一样, 而且弯曲的方向都发生了变化. 根据基本的半导体器件物理知识^[12], 我们知道, 能带斜率的大小表示着电场强度的大小, 弯曲的方向表示着电场的方向. 我们很容易判断出: 当势垒高度为 0.2 eV 时, 整个 p^- -GaN 层是处于完全耗尽, 而且电场方向一致, 是从 n^+ -GaN 层指向 p^- -GaN 层. 随着势垒高度增加, 电场的分布也发生了变化, 尤其是当势垒高度增加到 1.4 eV 时, 可以看出, 在靠近 p^- -GaN 层的表面附近, 电场的方向是从金属电极指向 p^- -GaN 层, 而在靠近 n^+ -GaN 层区域, 电场是从 n^+ -GaN 层指向 p^- -GaN 层, 两者完全相反.

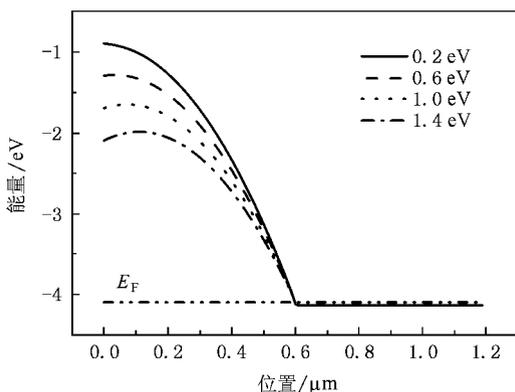


图3 当 p^- -GaN 层厚度为 0.6 μm , 金属与 p^- -GaN 的接触势垒高度分别为 0.2、0.6、1.0、1.4 eV 时器件的导带结构示意图

为了进一步确定有源层内的电场分布状态, 我们对其电场分布也进行了计算. 如图 4 所示为几个器件中 p^- -GaN 层内电场的分布. 可以看出, 当势垒高度为 0.2 eV 时, p^- -GaN 层内只存在单一方向的电场, 只是越靠近 n^+ -GaN 层, 电场强度也越强. 我们认为该电场是 p^- -GaN 层和 n^+ -GaN 层形成的 p-n 结电场, 方向从 n^+ -GaN 层指向 p^- -GaN 层. 当势垒高度增加到 0.6 eV 以上时, p^- -GaN 层内却存在两个方向的电场. 其中, 当势垒高度增加到 1.4 eV 时, 在靠近表面的区域和靠近 n^+ -GaN 层的区域的电场方向不同, 而且大小也不同, 靠近表面附近的区域电场主要是表面金属电极和 p^- -GaN 层形成的肖特基结电场, 方

向由金属电极指向 p^- -GaN 层, 靠近 n^+ -GaN 层的区域的电场主要是 p-n 结电场. 这两者互相影响, 特别是 p-n 结电场的作用更大. 这两者互相影响的结果是: 在势垒高度较高的情况下, p^- -GaN 层存在这两个方向的电场, 即肖特基结电场和 p-n 结电场, 而且随着势垒高度的增加, 肖特基结电场所造成的吸收区所占比例也增加. 正是这两个电场的存在, 对整个器件的响应光谱也将造成重大影响.

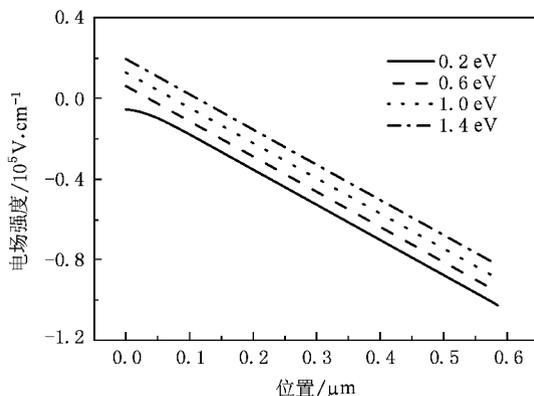


图4 当 p^- -GaN 层厚度为 0.6 μm , 金属与 p^- -GaN 的接触势垒高度分别为 0.2、0.6、1.0、1.4 eV 时器件的有源层内的电场分布

当入射光照射到器件表面时, 这两个区域的电场都会使得光生载流子空间分离而形成光电流. 假设在 p-n 结耗尽区内形成的光电流为 I_1 , 在表面肖特基结耗尽区内形成的光电流为 I_2 , 由于这两个光电流方向相反, 则总的器件光电流为 $I_1 - I_2$. 当势垒高度为 0.2 eV 时, 肖特基电场非常弱, 整个 p^- -GaN 层的电场完全是单一方向的 p-n 结电场, 此时器件总的光电流为 I_1 . 当入射光的波长比较长时, GaN 材料的吸收系数相对较小, 则透入深度较深, 入射的光子基本上能被整个有源层吸收而被电场扫出形成光电流, 器件的量子效率较高. 当入射光的波长变短时, GaN 材料的吸收系数也增加, 则透入深度较浅, 很大一部分光子在靠近表面附近的区域被吸收, 但是靠近表面部分的电场强度较弱, 空间分离光生载流子的能力变差, 所以此时器件的量子效率在短波处降低. 然而, 当势垒高度增加到 0.6 eV 以上后, 形式完全不一样了, 特别是有源区的电场分布与势垒高度为 0.2 eV 时完全不同. 此时电场在 p^- -GaN 层内有两个方向相反的电场存在. 随着势垒高度的增加, 肖特基结电场所造成的空间电荷区的宽度逐渐变大, 相应的光电流 I_2 也变大, p-n 结电场的空间电荷区的

宽度逐渐变小, 相应的光电流 I_1 也变小, 这样总的光电流 ($I_1 - I_2$) 变小. 特别是当势垒高度增加到 1.4 eV 时, 肖特基结电场的耗尽区宽度最大, p-n 结电场的耗尽区宽度最小. 当入射光的波长比较长时, 绝大部分的光子都能被有源层所吸收, 但是由于 p-n 结电场的宽度相对较大, 而且很大一部分光子被靠近 n^+ -GaN 层的区域所吸收, 这部分的光电流 I_1 相对较大, 所以此时器件的量子效率相对较大. 但是当入射光的波长变短时, 大部分的光子都被靠近表面层的区域所吸收, 这样肖特基结电场所造成的影响就非常大, I_2 也就相对变大, 同时 I_1 变小, 所以在短波处, 随着势垒高度的增加, 量子效率降低得越来越明显. 从上述结果分析, 我们可以得知, 要使得该器件具有良好的器件性能, 最好能够实现良好的 p 型欧姆接触.

3.2. p^- -GaN 层厚度对器件性能的影响

从上述的研究结果来看, 金属与 p^- -GaN 层之间的肖特基势垒高度对器件性能有很大的影响, 势垒高度越高, 器件性能越差. 当然, 我们可以一方面在器件工艺上深入研究, 大力改善欧姆接触特性, 降低势垒高度, 达到改善器件性能的目的, 我们还可以在器件结构参数的设计上进行研究, 尽量减小肖特基结电场的影响. 为此, 我们研究了 p^- -GaN 层厚度对器件性能的影响.

图 5 为 p^- -GaN 层厚度分别为 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 μm 时器件的响应光谱. 在器件模拟计算中, 我们假设欧姆接触难做, 存在着较高的肖特基势垒高度, 大约为 1.0 eV. 从图上可以清楚地看到, p^- -GaN 层厚度对器件的量子效率有重大影响. 当 p^- -GaN 层为 0.2 μm 时, 器件有很高的峰值量子效率, 而且随着波长的变短, 量子效率几乎没有什么变化, 在长波、短波处都有很高的量子效率, 器件的响应光谱非常平滑, 器件具有很好的性能. 当 p^- -GaN 层为 0.4 μm 时, 器件的量子效率在带边附近没有明显变化, 有较好的器件性能. 随着入射光波长的变短, 器件的量子效率逐渐减小, 但是下降的速率并不是很大. 当 p^- -GaN 层为 0.6 μm 时, 器件的响应光谱则发生了根本性变化, 量子效率在带边附近已经降低, 当入射光波长变短时, 器件的量子效率急剧降低, 响应光谱下降得非常明显, 此时器件性能显著下降. 当 p^- -GaN 层继续增加到 0.8 μm 时, 器件的响应光谱继续变差, 在带边附近的量子效率继续降低, 当入射光波长

变短时, 器件的量子效率下降得更显著, 此时器件性能也更差. p^- -GaN 层厚度对器件性能的影响非常大.

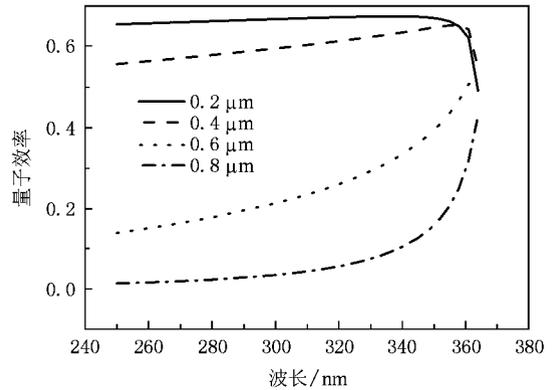


图 5 当接触势垒高度为 1.0 eV, p^- -GaN 层厚度分别为 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 μm 时器件的响应光谱

我们对这几个器件的能带结构进行了计算和分析. 图 6 为 p^- -GaN 层厚度分别为 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 μm 时器件的导带结构示意图. 当 p^- -GaN 层为 0.2 μm 时, 能带的弯曲方向是一致的, 电子势能的变化趋势从表面到体内逐渐减小, 意味着内建电场的方向是单一的, 也就是说, 此时有源层内部只存在着单一方向的电场. 当 p^- -GaN 层为 0.4 μm 时, 能带的弯曲方向仍然是一致的, 电子势能的变化趋势从表面到体内逐渐减小, 意味着此时有源层内部也还是只存在着单一方向的电场, 但是能带变化的斜率已经变小, 说明此时电场强度已经开始减弱. 当 p^- -GaN 层为 0.6 μm 时, 能带结构发生了本质变化, 在靠近表面附近的区域 (大约在 0—0.07 μm 范围内), 电子势能逐渐变大, 然后达到最大值, 又开始下降, 电子势能的变化说明此时有源层内存在两个方向相反的电场. 当 p^- -GaN 层继续增加到 0.8 μm 时, 能带结构的变化就非常明显, 在靠近表面附近较大的区域内 (大约在 0—0.22 μm 范围内), 电子势能逐渐变大, 然后电势达到最大值, 又开始下降, 电子势能的变化不仅说明此时有源层内存在两个明显的方向相反的电场, 而且靠近表面的肖特基结电场所占比例明显增加.

为了进一步明确电场在有源层的分布, 我们计算了电场的变化. 图 7 为 p^- -GaN 层厚度分别为 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 μm 时器件内有源层的电场变化示意图. 可以看出, 在 p^- -GaN 层厚度为 0.2, 0.4 μm 时, 有源层内都只存在着单一方向的 p-n 结电场, 但是

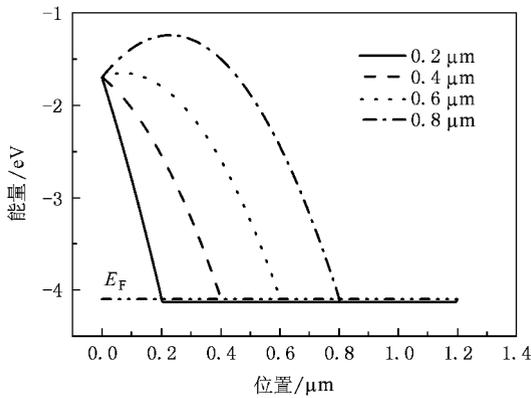


图 6 当接触势垒高度为 1.0 eV p^- -GaN 层厚度分别为 0.2 0.4 , 0.6 0.8 μm 时器件的导带结构示意图

p^- -GaN 层厚度为 0.2 μm 时的电场强度更强. 当 p^- -GaN 层厚度为 0.6 μm 时, 有源层内就存在着两个方向相反的电场, 靠近表面的是肖特基结电场, 靠近体内的是 p-n 结电场, 此时 p-n 结电场所形成的空间电荷区(宽度大约为 0.53 μm)要远远大于肖特基结电场的区域(宽度大约为 0.07 μm). 当 p^- -GaN 层厚度为 0.8 μm 时, 有源层内的两个方向相反的电场相对比例发生了变化, 靠近表面的肖特基结电场所形成的空间电荷区明显增加(宽度大约为 0.22 μm). 这些电场的分布将对器件的光响应造成重大影响.

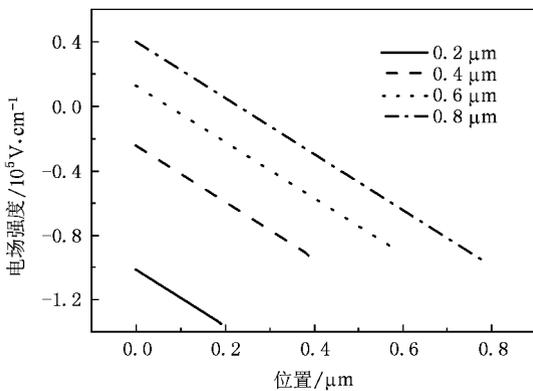


图 7 当接触势垒高度为 1.0 eV p^- -GaN 层厚度分别为 0.2 0.4 , 0.6 0.8 μm 时器件有源层内部的电场分布

在 p^- -GaN 层厚度为 0.2 μm 时, 由于体内只存在单一方向的 p-n 结电场, 器件的总体光电流只决定于 I_1 , 此时无论入射光的波长是长还是短, 光子基本上

都能被有源层所吸收. 这样, 大部分光生载流子都会被强大的电场扫出耗尽区形成光电流, 量子效率在长波、短波处都比较高. 当 p^- -GaN 层厚度为 0.4 μm 时, 虽然此时电场强度相对减弱, 但是体内仍然只存在单一方向的 p-n 结电场, 所以和 p^- -GaN 层厚度为 0.2 μm 时的情况类似, 大部分光生载流子被强大的电场扫出耗尽区, 形成光电流, 此时量子效率仍然比较高. 当然, 由于电场强度降低, 空间分离光生载流子的能力变弱, 量子效率稍微降低. 而当 p^- -GaN 层厚度为 0.6 μm 时, 情况就发生了根本变化. 此时有源层内存在着两个方向相反的电场, 当入射光的波长比较长时, 透入深度比较深, 一部分光子被靠近表面的肖特基电场区域所吸收形成光电流 I_2 , 但是仍然有很大一部分光子被 p-n 结电场区域所吸收形成光电流 I_1 , 两个电场区域所形成的光电流相减 $I_1 - I_2$ 就是器件的总光电流. 由于 p-n 结电场空间区域大, I_1 明显占优势, 所以此时器件仍然能有较高的量子效率. 但是当入射光的波长比较短时, 光的透入深度变浅, 很大一部分光子被靠近表面的肖特基结电场所吸收, 在 I_2 增加的同时 I_1 减小, 这样总的光电流 $I_1 - I_2$ 就会大大降低, 器件性能也大大下降. 当 p^- -GaN 层厚度为 0.8 μm 时, 肖特基结电场所形成的光电流 I_2 会更大, 总体上的光电流也相应下降更多. 也就是说, 适当的减小 p^- -GaN 层厚度, 即使在欧姆接触不好的情况下, 仍然能够提高器件性能.

4. 结 论

本文提出了以弱 p 型 (p^- -GaN) 为有源层的 p-n 结构紫外探测器, 由于弱 p 型层很容易增加耗尽区的宽度, 所以可以增加器件的量子效率. 通过模拟计算, 研究了金属与 p^- -GaN 层的接触势垒高度、 p^- -GaN 层厚度等参数对器件性能的影响. 研究结果表明, 金属与 p^- -GaN 层的接触势垒高度越高, 器件的量子效率越低, 改善欧姆接触特性, 可以提高器件性能. 模拟计算还发现, 即使在 p 型欧姆接触不好的情况下, 适当地减小 p^- -GaN 层仍然可以提高器件的量子效率. 要制备出具有良好性能的 p-n 结构紫外探测器, 必须减小 p^- -GaN 层厚度.

- [1] Carrano J C , Li T , Brown D L , Grudowski P A , Eiting C J , Dupuis R D , Campbell J C 1998 *Appl. Phys. Lett.* **73** 2405
- [2] Zhang S K , Wang W B , Shtau I , Yun F , He L , Morkoc H , Zhou X , Tamargo M , Alfano R R 2002 *Appl. Phys. Lett.* **81** 4862
- [3] Chen Q , Yang J W , Osinsky A , Gangopadhyay S , Lim B , Anwar M Z , Khan M A , Kuksenkov D , Temkin H 1997 *Appl. Phys. Lett.* **70** 2277
- [4] Lee M L , Sheu J K , Lai W C , Su Y K , Chang S J , Kao C J , Tun C J , Chen M G , Chang W H , Chi G C , Tsai J M 2003 *J. Appl. Phys.* **94** 1753
- [5] Zhou Y D , Chang S J , Su Y K , Lee Y Y , Liu C H , Lee H C 2007 *Appl. Phys. Lett.* **91** 103506
- [6] Pau J L , Bayram C , Giedraitis P , McClintock R , Razeghi M 2008 *Appl. Phys. Lett.* **93** 221104
- [7] Bayram C , Pau J L , McClintock R , Razeghi M , Ulmer M P , Silversmith D 2008 *Appl. Phys. Lett.* **93** 211107
- [8] McClintock R , Mayes K , Yasan A , Shiell D , Kung P , Razeghi M 2005 *Appl. Phys. Lett.* **86** 011117
- [9] Reshchikov M A , Morkoc H 2005 *J. Appl. Phys.* **97** 061301
- [10] The freeware program ' AMPS-1D ' supplied by the Electronic Materials and Processing Research Laboratory of Penn State University , USA
- [11] Hu Z H , Liao X B , Diao H W , Xia C F , Xu L , Zeng X B , Hao H Y , Kong G L 2005 *Acta Phys. Sin.* **54** 2302 (in Chinese) [胡志华、廖显伯、刁宏伟、夏朝凤、许玲、曾湘波、郝会颖、孔光临 2005 物理学报 **54** 2302]
- [12] Sze S M 1981 *Physics of Semiconductor Devices* (New York : John Wiley & Sons)

A new p-n structure ultraviolet photodetector with p⁻-GaN active region^{*}

Zhou Mei¹⁾ Zhao De-Gang^{2)†}

1) (Department of Applied Physics , College of Science , China Agricultural University , Beijing 100083 , China)

2) (State Key Laboratory on Integrated Optoelectronics , Institute of Semiconductors , Chinese Academy of Sciences , Beijing 100083 , China)

(Received 9 February 2008 ; revised manuscript received 17 February 2009)

Abstract

A new ultraviolet photodetector of employing p minus type GaN (p⁻-GaN) as the active layer is proposed . It is easy to obtain the p⁻-GaN layer with low carrier concentration . As a result , the depletion region can be increased and the quantum efficiency can be improved . The influence of some structure parameters on the performance of the new device is investigated . Through the simulation calculation , it is found that the quantum efficiency increases with the decrease of the barrier height between the metal electrode and the p⁻-GaN layer , and it is also found that the quantum efficiency can be improved by reducing the thickness of the p⁻-GaN layer . To fabricate the new photodetector with high performance , we should employ thin p⁻-GaN layer as the active layer and reduce the Schottky barrier height .

Keywords : p minus type GaN , ultraviolet photodetector , quantum efficiency

PACC : 7850G , 7280E

^{*} Project supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant No. 60776047) and the Cultivation Fund of the Key Scientific and Technical Innovation Project , Ministry of Education of China (Grant No. 708014) .

[†] Corresponding author . E-mail : dgzhao@red.semi.ac.cn