



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112397621 A

(43) 申请公布日 2021.02.23

(21) 申请号 202011189257.8

(22) 申请日 2020.10.30

(71) 申请人 华灿光电(苏州)有限公司

地址 215600 江苏省苏州市张家港市经济
开发区晨丰公路28号

(72) 发明人 刘旺平 刘春杨 梅劲 葛永晖
张武斌 王烨

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理
有限责任公司 11138

代理人 吕耀萍

(51) Int. Cl.

H01L 33/10 (2010.01)

H01L 33/22 (2010.01)

H01L 33/00 (2010.01)

H01L 33/44 (2010.01)

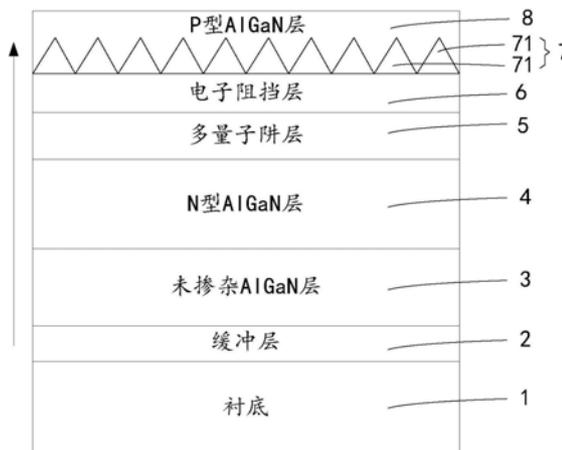
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

紫外发光二极管的外延片及其制备方法

(57) 摘要

本公开提供了一种紫外发光二极管的外延片及其制备方法,属于发光二极管领域。所述外延片包括:衬底和沉积在所述衬底上的外延层,所述外延层包括顺次层叠在所述衬底上的缓冲层、未掺杂AlGaIn层、N型AlGaIn层、多量子阱层、电子阻挡层和P型AlGaIn层,所述外延层还包括位于所述电子阻挡层和所述P型AlGaIn层之间的反射层,所述反射层由若干交错排列的凸块组成,所述凸块的凸出方向与所述外延层的沉积方向相同且所述凸块的横截面的面积沿所述外延层的沉积方向逐渐减小。本公开能够大幅提高出光效率。



1. 一种紫外发光二极管的外延片,其特征在于,所述外延片包括:衬底和沉积在所述衬底上的外延层,所述外延层包括顺次层叠在所述衬底上的缓冲层、未掺杂AlGa_N层、N型AlGa_N层、多量子阱层、电子阻挡层和P型AlGa_N层,

所述外延层还包括位于所述电子阻挡层和所述P型AlGa_N层之间的反射层,所述反射层由若干交错排列的凸块组成,所述凸块的凸出方向与所述外延层的沉积方向相同且所述凸块的横截面的面积沿所述外延层的沉积方向逐渐减小。

2. 根据权利要求1所述的外延片,其特征在于,所述凸块为锥形体。

3. 根据权利要求1所述的外延片,其特征在于,所述反射层为未掺杂Ga_N层或未掺杂AlGa_N层。

4. 根据权利要求1所述的外延片,其特征在于,所述反射层为P型掺杂Ga_N层。

5. 根据权利要求4所述的外延片,其特征在于,所述反射层的P型掺杂剂为Mg,掺杂浓度为 10^{17}cm^{-3} – 10^{18}cm^{-3} 。

6. 根据权利要求1所述的外延片,其特征在于,所述反射层的厚度为50nm–100nm。

7. 一种紫外发光二极管的外延片的制备方法,其特征在于,所述制备方法包括:
提供衬底;

在所述衬底上沉积外延层,所述外延层包括顺次层叠在所述衬底上的缓冲层、未掺杂AlGa_N层、N型AlGa_N层、多量子阱层和电子阻挡层;

在所述电子阻挡层上沉积反射层;

对所述反射层进行刻蚀,刻蚀后的反射层由若干交错排列的凸块组成,所述凸块的凸出方向与所述外延层的沉积方向相同且所述凸块的横截面的面积沿所述外延层的沉积方向逐渐减小;

在所述刻蚀后的反射层上沉积P型AlGa_N层。

8. 根据权利要求7所述的制备方法,其特征在于,所述反射层为P型掺杂Ga_N层,所述在所述电子阻挡层上沉积反射层,包括:

以950°C–1050°C为生长温度和以100Torr–600Torr为生长压力,在所述电子阻挡层上生长P型掺杂Ga_N层。

9. 根据权利要求8所述的制备方法,其特征在于,所述反射层的P型掺杂剂为Mg,掺杂浓度为 10^{17}cm^{-3} – 10^{18}cm^{-3} 。

10. 根据权利要求7所述的制备方法,其特征在于,所述对所述反射层进行刻蚀,包括:

在所述反射层上生长图形化掩膜,所述图形化掩膜用于指示所述凸块的位置;

对所述反射层上未被所述图形化掩膜覆盖的部分进行刻蚀;

去除所述图形化掩膜。

紫外发光二极管的外延片及其制备方法

技术领域

[0001] 本公开涉及发光二极管领域,特别涉及一种紫外发光二极管的外延片及其制备方法。

背景技术

[0002] 近年来,许多研究者已经开发出了AlGaIn基高亮度的紫外发光二极管。AlGaIn基紫外发光二极管的外延片的基本结构通常为,衬底以及沉积在衬底上的缓冲层、n型掺杂层、多量子阱层、电子阻挡层和p型层。

[0003] 由于光从有源区(多量子阱层)出发到达表面临界时由于全反射作用会使光从侧面或被衬底吸收,使其发光效率偏低,影响外量子效率。因此,如何提高紫外发光二极管的发光效率成为行业研究的热点。相关技术提供了一种提高发光效率的紫外发光二极管的外延片,其主要是在衬底与缓冲层之间设置Al膜,Al膜在整个紫外波段具有近90%的高反射率,因此可以将多量子阱层产生的紫外光中射向衬底的部分反射出去。

[0004] 在实现本公开的过程中,发明人发现相关技术至少存在以下问题:一是Al膜仅反射射向衬底的紫外光,不能反射射向侧面的紫外光;二是反射回的紫外光需经过整个外延层朝出光表面出射,使得大部分反射回的紫外光再次被整个外延层吸收,降低了反射率。

发明内容

[0005] 本公开实施例提供了一种紫外发光二极管的外延片及其制备方法,能够大幅提高出光效率。所述技术方案如下:

[0006] 一方面,提供了一种紫外发光二极管的外延片,所述外延片包括:衬底和沉积在所述衬底上的外延层,所述外延层包括顺次层叠在所述衬底上的缓冲层、未掺杂AlGaIn层、N型AlGaIn层、多量子阱层、电子阻挡层和P型AlGaIn层,

[0007] 所述外延层还包括位于所述电子阻挡层和所述P型AlGaIn层之间的反射层,所述反射层由若干交错排列的凸块组成,所述凸块的凸出方向与所述外延层的沉积方向相同且所述凸块的横截面的面积沿所述外延层的沉积方向逐渐减小。

[0008] 可选地,所述凸块为锥形体。

[0009] 可选地,所述反射层为未掺杂GaIn层或未掺杂AlGaIn层。

[0010] 可选地,所述反射层为P型掺杂GaIn层。

[0011] 可选地,所述反射层的P型掺杂剂为Mg,掺杂浓度为 10^{17}cm^{-3} – 10^{18}cm^{-3} 。

[0012] 可选地,所述反射层的厚度为50nm–100nm。

[0013] 另一方面,提供了一种紫外发光二极管的外延片的制备方法,所述制备方法包括:

[0014] 提供衬底;

[0015] 在所述衬底上沉积外延层,所述外延层包括顺次层叠在所述衬底上的缓冲层、未掺杂AlGaIn层、N型AlGaIn层、多量子阱层和电子阻挡层;

[0016] 在所述电子阻挡层上沉积反射层;

[0017] 对所述反射层进行刻蚀,刻蚀后的反射层由若干交错排列的凸块组成,所述凸块的凸出方向与所述外延层的沉积方向相同且所述凸块的横截面的面积沿所述外延层的沉积方向逐渐减小;

[0018] 在所述刻蚀后的反射层上沉积P型AlGaIn层。

[0019] 可选地,所述反射层为P型掺杂GaIn层,

[0020] 所述在所述电子阻挡层上沉积反射层,包括:

[0021] 以950℃-1050℃为生长温度和以100Torr-600Torr为生长压力,在所述电子阻挡层上生长P型掺杂GaIn层。

[0022] 可选地,所述反射层的P型掺杂剂为Mg,掺杂浓度为 10^{17}cm^{-3} - 10^{18}cm^{-3} 。

[0023] 可选地,所述对所述反射层进行刻蚀,包括:

[0024] 在反射层上生长图形化掩膜,所述图形化掩膜用于指示所述凸块的位置;

[0025] 对所述反射层上未被所述图形化掩膜覆盖的部分进行刻蚀;

[0026] 去除所述图形化掩膜。

[0027] 本公开实施例提供的技术方案带来的有益效果是:

[0028] 通过在紫外发光二极管的外延片中设置位于电子阻挡层和P型AlGaIn层之间的反射层,反射层由若干交错排列的凸块组成,凸块的凸出方向与外延层的沉积方向相同且凸块的横截面的面积沿外延层的沉积方向逐渐减小,这样,凸块具有相对于沉积方向倾斜的侧面,当电子和空穴在量子阱复合发光,向上发射的光到达外延层表面临界时,由于外延层与空气较大的折射率差异,光可能会发生反射或全反射,被反射的光会到达具有凸块的反射层时会再次被凸块倾斜的侧面向上反射,再次向上反射的光同样是部分被反射出外延层,部分再次被反射回来;因此,具有凸块的反射层能够增加光的逃逸几率,提高出光效率。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本公开实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0030] 图1是本公开实施例提供的一种紫外发光二极管的外延片的结构示意图;

[0031] 图2是本公开实施例提供的紫外发光二极管未设置反射层时的光传输路线示意图;

[0032] 图3是本公开实施例提供的紫外发光二极管设置反射层后的光传输路线示意图;

[0033] 图4是本公开实施例提供的紫外发光二极管设置反射层后的穿透位错示意图;

[0034] 图5是本公开实施例提供的一种紫外发光二极管的外延片的制备方法的流程图;

[0035] 图6是本公开实施例提供的一种紫外发光二极管的外延片的制备方法的流程图。

具体实施方式

[0036] 为使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本公开实施方式作进一步地详细描述。

[0037] 图1是本公开实施例提供的一种紫外发光二极管的外延片的结构示意图,参见图

1, 该外延片包括: 衬底1和沉积在衬底1上的外延层, 外延层包括顺次层叠在衬底上的缓冲层2、未掺杂AlGa_N层3、N型AlGa_N层4、多量子阱层5、电子阻挡层6和P型AlGa_N层8。

[0038] 外延层还包括位于电子阻挡层6和P型AlGa_N层8之间的反射层7, 反射层7由若干交错排列的凸块71组成, 凸块71的凸出方向与外延层的沉积方向相同且凸块71的横截面的面积沿外延层的沉积方向逐渐减小。

[0039] 参见图1, 外延层的沉积方向如箭头所示。当凸块71的凸出方向与外延层的沉积方向相同且凸块71的横截面的面积沿外延层的沉积方向逐渐减小, 凸块71具有相对于沉积方向倾斜的侧面。

[0040] 在本公开实施例中, 通过在紫外发光二极管的外延片中设置位于电子阻挡层和P型AlGa_N层之间的反射层, 反射层由若干交错排列的凸块组成, 凸块的凸出方向与外延层的沉积方向相同且凸块的横截面的面积沿外延层的沉积方向逐渐减小, 这样, 凸块具有相对于沉积方向倾斜的侧面, 当电子和空穴在量子阱复合发光, 向上发射的光到达外延层表面临界时, 由于外延层与空气较大的折射率差异, 光可能会发生反射或全反射, 被反射的光会到达具有凸块的反射层时会再次被凸块倾斜的侧面向上反射, 再次向上反射的光同样是部分被反射出外延层, 部分再次被反射回来; 因此, 具有凸块的反射层能够增加光的逃逸几率, 提高出光效率。

[0041] 同时, 衬底与外延层会因为晶格失配而产生穿透位错, 穿透位错会伴随着外延层的生长而生长, 而反射层中凸块的表面通常是刻蚀形成, 比较粗糙, 部分穿透位错会在倾斜的侧面上湮灭, 使得继续纵向生长的穿透位错减少, 这有利于电流的扩散, 从而使正向工作电压减低。

[0042] 图2是本公开实施例提供的紫外发光二极管未设置反射层时的光传输路线示意图, 图3是本公开实施例提供的紫外发光二极管设置反射层后的光传输路线示意图。

[0043] 参见图2, 电子和空穴在量子阱复合发光, 向上发射的光到达外延层表面临界 (P型AlGa_N层8侧) 时, 由于外延层与空气较大的折射率差异, 光可能会发生反射或全反射, 被反射的光部分可能会从外延层侧面射出, 被反射的光部分会到达底部 (衬底1侧) 后会再次向上反射, 再次向上反射的光, 部分可能会射出外延层, 还有部分可能再次被反射回来, 一直这样重复, 最终不能被反射出的光会被材料吸收, 转化为热量, 影响出光效率。

[0044] 参见图3, 电子和空穴在量子阱复合发光, 向上发射的光到达外延层表面临界时, 由于外延层与空气较大的折射率差异, 光可能会发生反射或全反射, 被反射的光会到达具有凸块71的反射层7时会再次被凸块71倾斜的侧面向上反射, 再次向上反射的光同样是部分被反射出外延层, 部分再次被反射回来。因此, 具有凸块71的反射层7能够增加光的逃逸几率, 提高出光效率。

[0045] 图4是本公开实施例提供的紫外发光二极管设置反射层后的穿透位错示意图。衬底1与外延层会因为晶格失配而产生穿透位错, 穿透位错会伴随着外延层的生长而生长。在未设置反射层7时, 穿透位错会贯穿整个外延层, 设置反射层7之后, 参见图4, 由于反射层7是凸块71的结构, 表面比较粗糙, 部分穿透位错 (粗线所示) 会在倾斜的侧面上湮灭, 使得继续纵向生长的穿透位错减少。

[0046] 衬底1可以是蓝宝石衬底。

[0047] 外延层可以是AlGa_N外延层。

- [0048] 缓冲层2可以是AlN缓冲层,用于减小衬底1与AlGaN外延层之间的晶格失配。
- [0049] 未掺杂AlGaN层3中不掺杂,用于提升外延底层长晶质量。
- [0050] 可选地,未掺杂AlGaN层3包括顺次层叠在缓冲层2上的低温AlGaN层和高温AlGaN层,低温AlGaN层和高温AlGaN层均不掺杂。低温AlGaN层作为三维生长层,高温AlGaN层作为二维填平层,有利于提升外延底层长晶质量。
- [0051] N型AlGaN层4用于提供电子。
- [0052] N型AlGaN层4中N型掺杂剂可以是Si,掺杂浓度可以是 10^{18}cm^{-3} – 10^{20}cm^{-3} 。
- [0053] 多量子阱层5作为电子、空穴发生辐射复合区域。
- [0054] 多量子阱层5包括若干交替生长的量子垒层和量子阱层。量子阱层可以是GaN层,量子垒层可以是 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 < x < 0.3$) 层。
- [0055] 电子阻挡层6用于阻挡电子向P型AlGaN层8溢流。
- [0056] 电子阻挡层6可以是 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ ($0.2 < y < 0.5$) 层。
- [0057] 可选地,电子阻挡层6可以是P型电子阻挡层6,P型掺杂剂可以是Mg,掺杂浓度可以是 10^{16}cm^{-3} – 10^{18}cm^{-3} 。P型电子阻挡层6可以进一步提高P型半导体层的空穴浓度。
- [0058] 对于反射层7中凸块71的形状,可以是锥形体和半圆形状。
- [0059] 示例性地,凸块71为锥形体。例如,凸块71可以是棱锥和四角锥。凸块71的制作工艺通常采用刻蚀工艺,相对来讲,锥形体容易制作,能够提高凸块71的加工效率。
- [0060] 对于反射层7中凸块71的材质,可以是GaN,也可以是AlGaN。
- [0061] 反射层7中可掺杂、也可以不掺杂,这里掺杂还是为了提供空穴考虑,掺杂浓度并不高,既不影响插入层的晶体质量,又能提供部分空穴。由于p型AlGaN掺杂困难,载流子注入效率低,采用p型GaN可以帮助提高空穴浓度。
- [0062] 示例性地,反射层7为未掺杂GaN层或未掺杂AlGaN层3。
- [0063] 示例性地,反射层7为P型掺杂GaN层。
- [0064] 示例性地,反射层7的P型掺杂剂为Mg,掺杂浓度为 10^{17}cm^{-3} – 10^{18}cm^{-3} 。
- [0065] 示例性地,反射层7的厚度为50nm–100nm。
- [0066] P型AlGaN层8用于提供空穴。
- [0067] P型AlGaN层8中P型掺杂剂可以是Mg,掺杂浓度为 10^{17}cm^{-3} – 10^{18}cm^{-3} 。
- [0068] 可选地,该外延片还可以包括P型接触层,P型接触层沉积在P型AlGaN层8上。P型接触层用于与后续芯片接触,减小接触电阻。
- [0069] P型接触层可以是P型GaN层,P型掺杂剂可以是Mg,掺杂浓度为 10^{19}cm^{-3} – 10^{20}cm^{-3} 。
- [0070] 图5是本公开实施例提供的一种紫外发光二极管的外延片的制备方法的流程图。参见图5,该制备方法流程包括如下步骤。
- [0071] 步骤501、提供衬底。
- [0072] 步骤502、在衬底上沉积外延层,外延层包括顺次层叠在衬底上的缓冲层、未掺杂AlGaN层、N型AlGaN层、多量子阱层和电子阻挡层。
- [0073] 步骤503、在电子阻挡层上沉积反射层。
- [0074] 步骤504、对反射层进行刻蚀,刻蚀后的反射层由若干交错排列的凸块组成,凸块的凸出方向与外延层的沉积方向相同且凸块的横截面的面积沿外延层的沉积方向逐渐减小。

[0075] 步骤505、在刻蚀后的反射层上沉积P型AlGaIn层。

[0076] 在本公开实施例中,通过在紫外发光二极管的外延片中设置位于电子阻挡层和P型AlGaIn层之间的反射层,反射层由若干交错排列的凸块组成,凸块的凸出方向与外延层的沉积方向相同且凸块的横截面的面积沿外延层的沉积方向逐渐减小,这样,凸块具有相对于沉积方向倾斜的侧面,当电子和空穴在量子阱复合发光,向上发射的光到达外延层表面临界时,由于外延层与空气较大的折射率差异,光可能会发生反射或全反射,被反射的光会到达具有凸块的反射层时会再次被凸块倾斜的侧面向上反射,再次向上反射的光同样是部分被反射出外延层,部分再次被反射回来;因此,具有凸块的反射层能够增加光的逃逸几率,提高出光效率。

[0077] 同时,衬底与外延层会因为晶格失配而产生穿透位错,穿透位错会伴随着外延层的生长而生长,而反射层中凸块的表面通常是刻蚀形成,比较粗糙,部分穿透位错会在倾斜的侧面上湮灭,使得继续纵向生长的穿透位错减少,这有利于电流的扩散,从而使正向工作电压减低。

[0078] 图6是本公开实施例提供的一种紫外发光二极管的外延片的制备方法的流程图。参见图6,该制备方法流程包括如下步骤。

[0079] 步骤601、提供衬底。

[0080] 衬底可以采用以(0001)晶向蓝宝石(Al_2O_3)为衬底。

[0081] 步骤602、在衬底上沉积缓冲层。

[0082] 在衬底上利用PVD(Physical Vapour Deposition,物理气相沉积)设备生长AlN缓冲层。生长温度为400-700℃,溅射功率为3000~5000W,压力为1~10torr。缓冲层的厚度为15至40nm。

[0083] 步骤603、在缓冲层上沉积未掺杂AlGaIn层。

[0084] 在生长未掺杂AlGaIn层之前,在MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition,金属有机化合物化学气相沉积)设备中对缓冲层(带衬底)进行原位退火处理,温度在1000℃-1200℃,压力区间为150Torr-500Torr,时间在5分钟至10分钟之间。

[0085] 退火完成后,将MOCVD设备的温度调节至1000℃-1200℃,生长厚度在0.1至3.0微米的未掺杂AlGaIn层,生长压力在50Torr至200Torr之间。

[0086] 可选地,未掺杂AlGaIn层包括顺次层叠在缓冲层上的低温AlGaIn层和高温AlGaIn层,低温AlGaIn层和高温AlGaIn层均不掺杂。低温AlGaIn层作为三维生长层,高温AlGaIn层作为二维填平层,有利于提升外延底层长晶质量。

[0087] 低温AlGaIn层的生长温度为1000℃-1100℃,厚度在0.1至1.0微米,生长压力在50Torr至200Torr之间。

[0088] 高温AlGaIn层的生长温度为1100℃-1200℃,生长厚度在1.0至3.0微米,生长压力在50Torr至200Torr之间。

[0089] 步骤604、在未掺杂AlGaIn层上沉积N型AlGaIn层。

[0090] 未掺杂AlGaIn层生长结束后,生长一层Si掺杂的N型AlGaIn层,厚度在1.0-4.0微米之间,生长温度在1000℃-1200℃,压力在50Torr至200Torr之间,Si掺杂浓度在 10^{18}cm^{-3} - 10^{20}cm^{-3} 之间。

[0091] 步骤605、在N型AlGaIn层上沉积多量子阱层。

[0092] 多量子阱层包括若干交替生长的量子垒层和量子阱层。量子阱层可以是GaN层,量子垒层可以是 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 < x < 0.3$) 层。如,多量子阱层由4到12个周期的GaN和 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 < x < 0.3$) 组成。量子阱层厚在3nm左右,生长温度的范围在850°C-950°C间,压力范围在100Torr与300Torr之间;量子垒层的厚度在8nm至20nm间,生长温度在900°C-1000°C,生长压力在50Torr到200Torr之间。

[0093] 步骤606、在多量子阱层上沉积电子阻挡层。

[0094] 电子阻挡层可以是 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ ($0.2 < y < 0.5$) 层。生长温度在900°C与1050°C之间,生长压力为50Torr与200Torr间,生长厚度在15nm至60nm间。

[0095] 电子阻挡层可以是P型电子阻挡层,P型掺杂剂可以是Mg,掺杂浓度可以是 10^{16}cm^{-3} - 10^{18}cm^{-3} 。P型电子阻挡层可以进一步提高P型半导体层的空穴浓度。

[0096] 步骤607、在电子阻挡层上沉积反射层。

[0097] 反射层为P型掺杂GaN层,步骤607包括:

[0098] 以950°C-1050°C为生长温度和以100Torr-600Torr为生长压力,在电子阻挡层上生长P型掺杂GaN层。

[0099] 示例性地,反射层的P型掺杂剂为Mg,掺杂浓度为 10^{17}cm^{-3} - 10^{18}cm^{-3} 。

[0100] P型掺杂GaN层的生长温度在950°C与1050°C之间,生长压力为100Torr与600Torr间,生长厚度在50nm至100nm。

[0101] 步骤608、对反射层进行刻蚀。

[0102] 刻蚀后的反射层由若干交错排列的凸块组成,凸块的凸出方向与外延层的沉积方向相同且凸块的横截面的面积沿外延层的沉积方向逐渐减小。

[0103] 步骤608包括:

[0104] 第一步、在反射层上生长图形化掩膜,图形化掩膜用于指示凸块的位置。

[0105] 在反射层上涂覆一层光刻胶,对光刻胶进行曝光显影,在光刻胶上形成图形化掩膜,图形化掩膜为多个均匀分布的凸块。

[0106] 第二步、对反射层上未被图形化掩膜覆盖的部分进行刻蚀。

[0107] 经过曝光显影图形化后,将外延片放入ICP (Inductively Coupled Plasma,电感耦合等离子体) 机台刻蚀,刻蚀分为主刻蚀 (ME) 和过刻蚀 (OE),ME为粗修,OE为精修。

[0108] 刻蚀深度要小于反射层的厚度,否则可能会损伤外延其他层结构。这里对刻蚀要求比较高,需要先模拟出刻蚀速率,通过控制刻蚀时间来控制刻蚀深度。

[0109] 第三步、去除图形化掩膜。

[0110] 完成刻蚀之后,去除光刻胶,得到形状规则的反射层。

[0111] 步骤609、在刻蚀后的反射层上沉积P型AlGaN层。

[0112] 在反射层上生长一层P型掺杂AlGaN层,厚度在100nm至300nm之间,生长温度在850°C-1050°C之间,生长压力区间为50Torr-200Torr,Mg掺杂浓度在 10^{19}cm^{-3} - 10^{20}cm^{-3} 之间。

[0113] 步骤610、在P型AlGaN层上沉积P型接触层。

[0114] 在P型掺杂AlGaN层上生长P型接触层GaN,厚度为10nm至300nm之间,生长温度区间为850°C-1050°C,生长压力区间为100Torr-600Torr。

[0115] 外延层生长结束后,将MOCVD设备的反应腔温度降低,在氮气气氛中退火处理,退火温度区间为650°C-850°C,退火处理5到15分钟,将至室温外延生长结束。

[0116] 需要说明的是,在本公开实施例中,未掺杂AlGaIn层、N型AlGaIn层、多量子阱层、电子阻挡层、P型AlGaIn层和P型接触层均采用MOCVD设备制备。其中,采用高纯H₂(氢气)或高纯N₂(氮气)或高纯H₂和高纯N₂的混合气体作为载气,高纯NH₃作为N源,三甲基镓(TMGa)及三乙基镓(TEGa)作为镓源,硅烷(SiH₄)作为N型掺杂剂,三甲基铝(TMAI)作为铝源,二茂镁(CP₂Mg)作为P型掺杂剂。

[0117] 在本公开实施例中,通过在紫外发光二极管的外延片中设置位于电子阻挡层和P型AlGaIn层之间的反射层,反射层由若干交错排列的凸块组成,凸块的凸出方向与外延层的沉积方向相同且凸块的横截面的面积沿外延层的沉积方向逐渐减小,这样,凸块具有相对于沉积方向倾斜的侧面,当电子和空穴在量子阱复合发光,向上发射的光到达外延层表面临界时,由于外延层与空气较大的折射率差异,光可能会发生反射或全反射,被反射的光会到达具有凸块的反射层时会再次被凸块倾斜的侧面向上反射,再次向上反射的光同样是部分被反射出外延层,部分再次被反射回来;因此,具有凸块的反射层能够增加光的逃逸几率,提高出光效率。

[0118] 同时,衬底与外延层会因为晶格失配而产生穿透位错,穿透位错会伴随着外延层的生长而生长,而反射层中凸块的表面通常是刻蚀形成,比较粗糙,部分穿透位错会在倾斜的侧面上湮灭,使得继续纵向生长的穿透位错减少,这有利于电流的扩散,从而使正向工作电压减低。

[0119] 以上所述仅为本公开的可选实施例,并不用以限制本公开,凡在本公开的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本公开的保护范围之内。

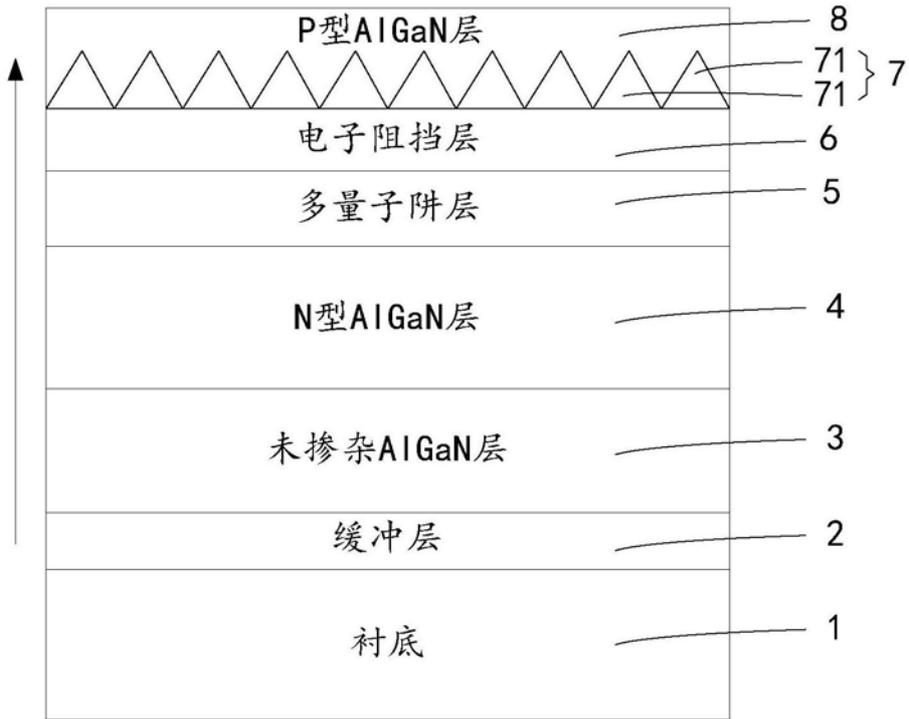


图1

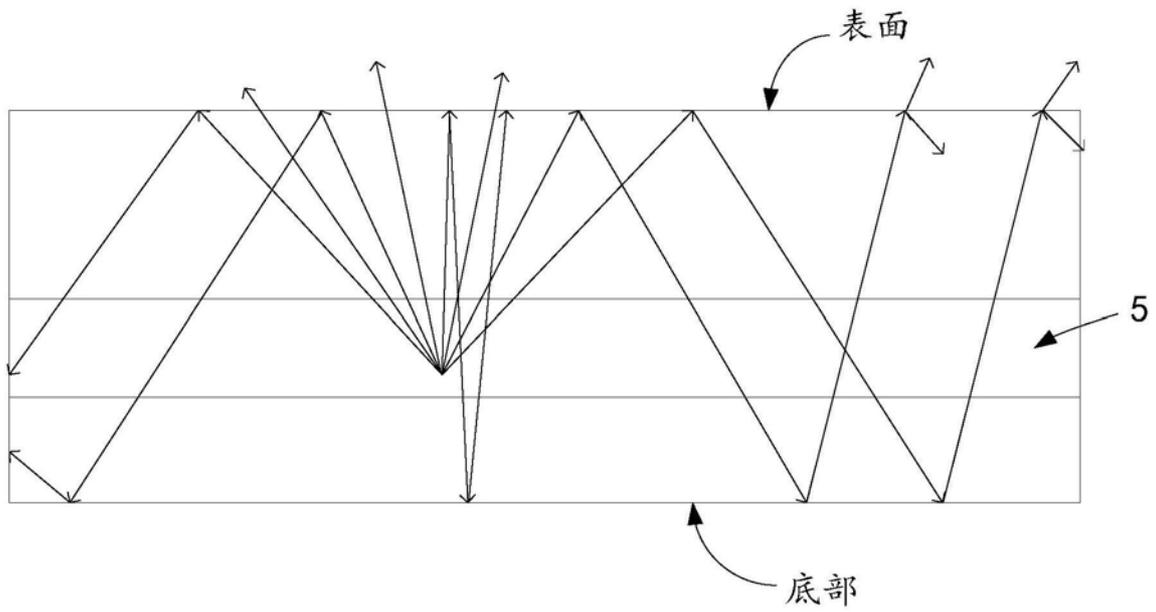


图2

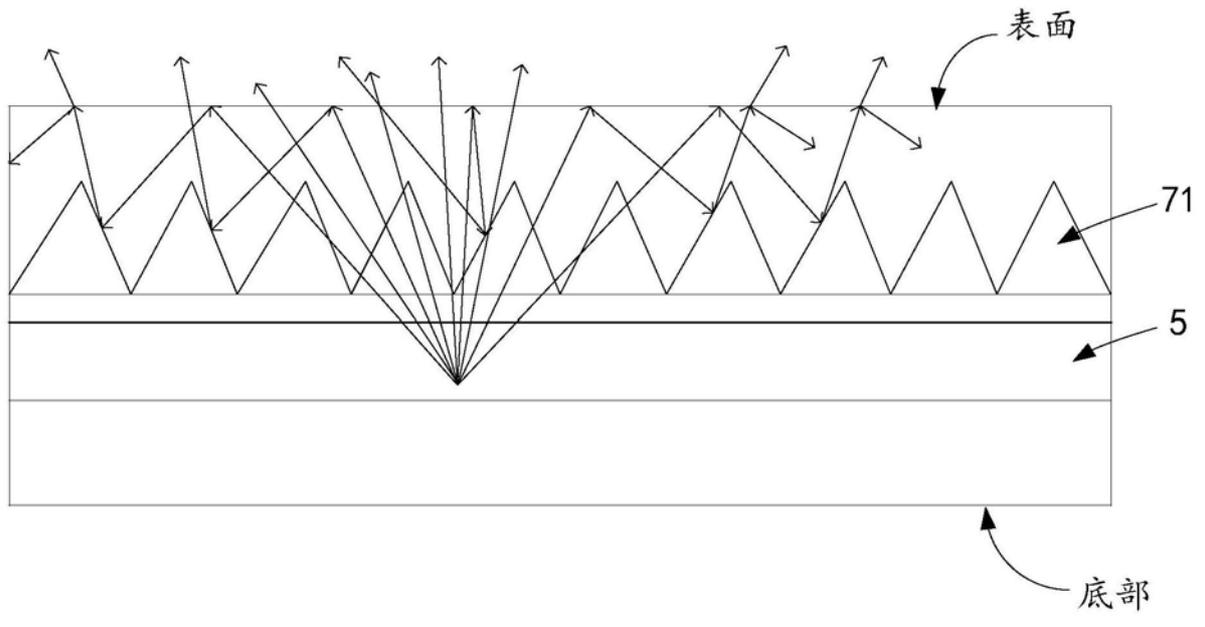


图3

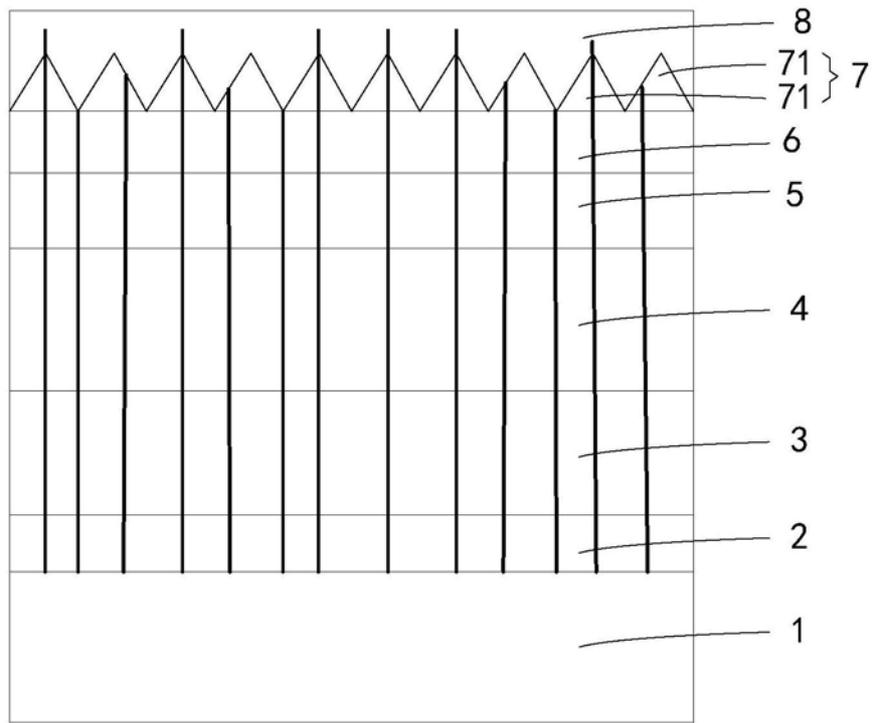


图4

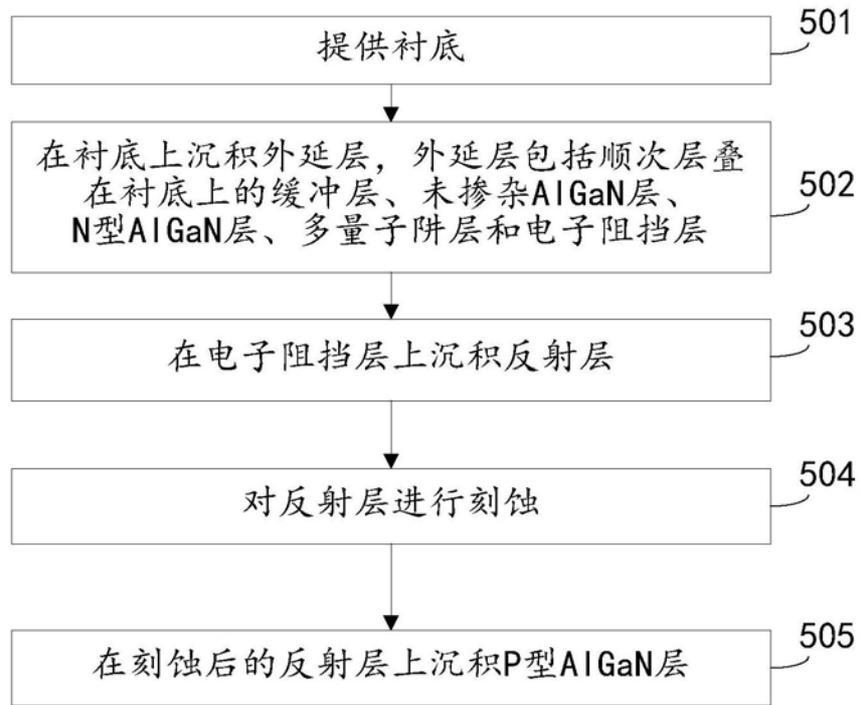


图5

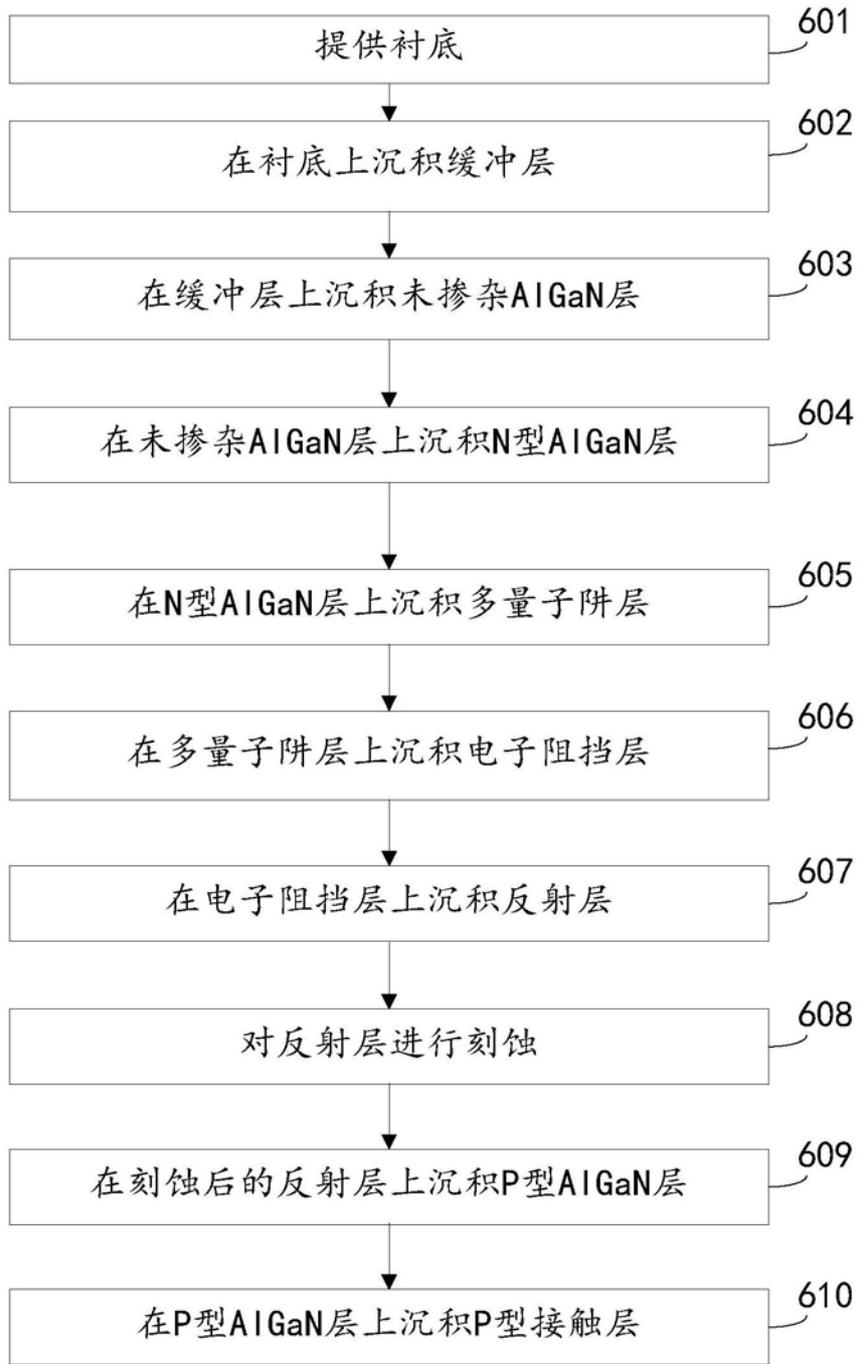


图6