



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112201735 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 19

(21) 申请号 202010913769.8

H01L 33/46 (2010.01)

(22) 申请日 2020.09.03

H01L 33/00 (2010.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112201735 A

(56) 对比文件

CN 102130265 A, 2011.07.20

CN 107681032 A, 2018.02.09

(43) 申请公布日 2021.01.08

CN 109244207 A, 2019.01.18

(73) 专利权人 厦门三安光电有限公司
地址 361000 福建省厦门市火炬高新区(翔安)产业区民安大道841-899号

CN 102629653 A, 2012.08.08

US 2017/0186914 A1, 2017.06.29

审查员 陈袁园

(72) 发明人 刘小亮 朱秀山 黄敏 郑高林
何安和 彭康伟 林素慧

(74) 专利代理机构 厦门仕诚联合知识产权代理
事务所(普通合伙) 35227
专利代理师 吴圳添

(51) Int. Cl.

H01L 33/44 (2010.01)

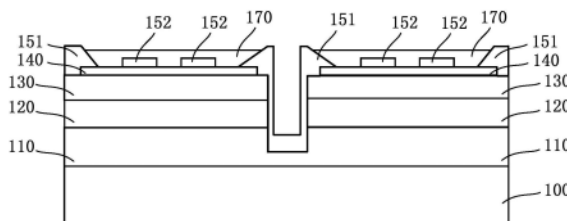
权利要求书2页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

半导体发光二极管及其制备方法

(57) 摘要

半导体发光二极管及其制备方法。所述半导体发光二极管包括位于衬底上的半导体发光叠层,所述半导体发光叠层上具有透明导电层,所述透明导电层上具有反射层;还包括绝缘结构,所述绝缘结构至少部分位于所述透明导电层上,所述绝缘结构具有斜侧面,所述绝缘结构的所述斜侧面围在所述透明导电层上表面边缘,所述反射层的侧面覆盖在所述绝缘结构的所述斜侧面上。所述半导体发光二极管内部的反射层不易发生剥离问题。



1. 一种半导体发光二极管,包括位于衬底上的半导体发光叠层,所述半导体发光叠层上具有透明导电层,所述透明导电层上具有反射层,其特征在于,还包括绝缘结构,所述绝缘结构至少部分位于所述透明导电层上,所述绝缘结构具有斜侧面,所述绝缘结构的所述斜侧面围在所述透明导电层上表面边缘,所述反射层的侧面覆盖在所述绝缘结构的所述斜侧面上;

还包括与所述绝缘结构连接的绝缘区块,所述绝缘区块具有多个通孔,所述反射层覆盖所述绝缘区块,所述反射层与所述绝缘区块在所述透明导电层上形成全方向反射镜结构。

2. 如权利要求1所述的半导体发光二极管,其特征在于,所述绝缘结构的底面同时覆盖部分所述半导体发光叠层上表面和部分所述透明导电层上表面。

3. 如权利要求2所述的半导体发光二极管,其特征在于,所述绝缘区块的厚度小于所述绝缘结构在所述透明导电层上的最大厚度。

4. 如权利要求3所述的半导体发光二极管,其特征在于,所述绝缘区块的厚度为所述绝缘结构在所述透明导电层上的最大厚度的三分之二以下。

5. 如权利要求1至4任一项所述的半导体发光二极管,其特征在于,所述反射层的厚度小于或者等于所述绝缘结构在所述透明导电层上的最大厚度。

6. 如权利要求1所述的半导体发光二极管,其特征在于,所述反射层上具有保护层,至少部分所述保护层的侧面覆盖在所述绝缘结构的所述斜侧面上,使所述保护层的底面与侧面的夹角为钝角。

7. 如权利要求2所述的半导体发光二极管,其特征在于,相邻所述半导体发光叠层之间具有孔槽,所述绝缘结构还覆盖在所述孔槽的侧壁和底部。

8. 一种半导体发光二极管的制备方法,其特征在于,包括:

在衬底上形成半导体发光叠层;

在所述半导体发光叠层上形成透明导电层;

形成绝缘结构及与所述绝缘结构连接的绝缘区块,所述绝缘结构至少部分形成在所述透明导电层上,所述绝缘结构具有斜侧面,所述绝缘结构的所述斜侧面围在所述透明导电层上表面边缘;

在所述透明导电层上形成反射层,所述反射层位于所述斜侧面包围的区域,所述反射层的侧面覆盖在所述绝缘结构的所述斜侧面上;

所述绝缘区块具有多个通孔,所述反射层覆盖所述绝缘区块,所述反射层与所述绝缘区块在所述透明导电层上形成全方向反射镜结构。

9. 如权利要求8所述的半导体发光二极管的制备方法,其特征在于,形成所述绝缘结构的过程包括:形成绝缘材料层覆盖所述半导体发光叠层和透明导电层;在所述绝缘材料层上形成图案化的一次掩膜结构;以所述一次掩膜结构为掩模,刻蚀所述绝缘材料层,以形成具有开口的绝缘层;

将同时位于所述半导体发光叠层上表面和所述透明导电层上表面的所述绝缘层作为第一绝缘层,在所述第一绝缘层上形成至少部分暴露所述第一绝缘层上表面的二次掩膜结构,其中,被部分暴露的所述第一绝缘层上表面位于所述透明导电层上表面边缘的上方;

以所述二次掩膜结构为掩模,刻蚀所述第一绝缘层,剩余所述第一绝缘层被刻蚀成具

有所述斜侧面的所述绝缘结构；

形成所述绝缘结构的过程还包括：

在形成所述半导体发光叠层之后，形成孔槽于所述半导体发光叠层中；

所述第一绝缘层同时覆盖上述孔槽的底部和侧壁；

在俯视方向上，所述绝缘结构的所述斜侧面围绕在所述孔槽的一周。

10. 如权利要求9所述的半导体发光二极管的制备方法，其特征在于，还包括：

将位于所述透明导电层上表面非边缘区域的所述绝缘层作为第二绝缘层；

在形成所述绝缘结构的同时，未覆盖所述二次掩膜结构的所述绝缘层被刻蚀形成绝缘区块，所述绝缘区块具有通孔，所述绝缘区块与所述绝缘结构连接；在形成所述反射层时，所述反射层同时覆盖所述绝缘区块；

或者，还包括：在形成所述反射层之后，形成保护层覆盖所述反射层，并且至少部分所述保护层的侧面覆盖在所述绝缘结构的所述斜侧面上，使所述保护层的底面与侧面的夹角为钝角。

11. 如权利要求10所述的半导体发光二极管的制备方法，其特征在于，所述二次掩膜结构采用光阻制作形成。

12. 一种半导体发光二极管，其特征在于，包括：半导体发光叠层，及位于所述半导体发光叠层之上的透明导电层，所述透明导电层上设置有绝缘层，所述绝缘层包括第一区域及环绕所述第一区域的第二区域，所述第一区域具有第一表面，第二区域具有第二表面，其中第一表面低于第二表面，且第一表面与第二表面之间具有连接侧面，在所述绝缘层的第一区域上设置有反射层，所述反射层的边缘位于所述连接侧面上；所述连接侧面为斜侧面。

13. 根据权利要求12所述的半导体发光二极管，其特征在于，所述绝缘层位于所述第一区域的厚度为位于所述第二区域厚度的三分之一至三分之二。

14. 如权利要求12或13所述的半导体发光二极管，其特征在于，所述反射层的厚度小于或者等于所述绝缘层位于所述第二区域的厚度。

15. 如权利要求12或13所述的半导体发光二极管，其特征在于，所述反射层上具有保护层，至少部分所述保护层的侧面覆盖在所述连接侧面上，使所述保护层的底面与侧面的夹角为钝角。

半导体发光二极管及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体固体照明技术领域,尤其涉及一种半导体发光二极管及其制备方法。

背景技术

[0002] 商业化的半导体发光二极管(LED)封装,一开始多采用金线将芯片的PN结与支架正负极连接的正装封装结构。然而,正装结构存在着光衰较大、光淬灭和散热等失效问题,制约其发展。为此,业内研究者们相继开发了垂直结构的半导体发光二极管和倒装的半导体发光二极管。

[0003] 相较于正装的半导体发光二极管,垂直的半导体发光二极管结构能够提高散热效率。垂直的半导体发光二极管,两个电极分别在半导体发光二极管外延层的两侧,通过电极,使得电流几乎全部垂直接过半导体发光二极管外延层,横向流动的电流极少,可以避免局部高温。

[0004] 相较于正装的半导体发光二极管,倒装的半导体发光二极管结构可以集成化和批量化生产,制备工艺简单,性能优良。倒装结构采用将半导体发光二极管的PN结直接与基板上的正负极共晶键合,不使用金线,最大限度避免光淬灭问题。共晶键合结构对散热问题有了很大的改善。

[0005] 然而,无论是垂直封装的半导体发光二极管结构还是倒装的半导体发光二极管结构,均存在内部反射层易剥离(peeling)的问题,仍然有待改进。

发明内容

[0006] 本发明解决的问题是提供一种半导体发光二极管及其制备方法,提使得半导体发光二极管内部反射层易剥离和覆盖不良的情况得到改善,性能得到提高。

[0007] 为解决上述问题,本发明提供了一种半导体发光二极管,包括位于衬底上的半导体发光叠层,所述半导体发光叠层上具有透明导电层,所述透明导电层上具有反射层,还包括绝缘结构,所述绝缘结构至少部分位于所述透明导电层上,所述绝缘结构具有斜侧面,所述绝缘结构的所述斜侧面围在所述透明导电层上表面边缘,所述反射层的侧面覆盖在所述绝缘结构的所述斜侧面上;还包括与所述绝缘结构连接的绝缘区块,所述绝缘区块具有多个通孔,所述反射层覆盖所述绝缘区块,所述反射层与所述绝缘区块在所述透明导电层上形成全方向反射镜结构。

[0008] 可选的,所述绝缘结构的底面同时覆盖部分所述半导体发光叠层上表面和部分所述透明导电层上表面。

[0009] 可选的,所述绝缘区块的厚度小于所述绝缘结构在所述透明导电层上的最大厚度,所述反射层的厚度大于所述绝缘区块的厚度。

[0010] 可选的,所述绝缘区块的厚度为所述绝缘结构在所述透明导电层上的最大厚度的一半以下。

[0011] 可选的,所述反射层的厚度小于或者等于所述绝缘结构在所述透明导电层上的最大厚度。

[0012] 可选的,所述反射层上具有保护层,至少部分所述保护层的侧面覆盖在所述绝缘结构的所述斜侧面上,使所述保护层的底面与侧面的夹角为钝角。

[0013] 可选的,相邻所述半导体发光叠层具有孔槽,所述绝缘结构还覆盖在所述孔槽的侧壁和底部。

[0014] 为解决上述问题,本发明还提供了一种半导体发光二极管的制备方法,包括:在衬底上形成半导体发光叠层;在所述半导体发光叠层上形成透明导电层;形成绝缘结构及与所述绝缘结构连接的绝缘区块,所述绝缘结构至少部分形成在所述透明导电层上,所述绝缘结构具有斜侧面,所述绝缘结构的所述斜侧面围在所述透明导电层上表面边缘;在所述透明导电层上形成反射层,所述反射层位于所述斜侧面包围的区域,所述反射层的侧面覆盖在所述绝缘结构的所述斜侧面上,所述绝缘区块具有多个通孔,所述反射层覆盖所述绝缘区块,所述反射层与所述绝缘区块在所述透明导电层上形成全方向反射镜结构。

[0015] 可选的,形成所述绝缘结构的过程包括:形成绝缘材料层覆盖所述半导体发光叠层和透明导电层;在所述绝缘材料层上形成图案化的一次掩膜结构;以所述一次掩膜结构为掩模,刻蚀所述绝缘材料层,以形成具有开口的绝缘层;将同时位于所述半导体发光叠层上表面和所述透明导电层上表面的所述绝缘层作为第一绝缘层,在所述第一绝缘层上形成至少部分暴露所述第一绝缘层上表面的二次掩膜结构,其中,被部分暴露的所述第一绝缘层上表面位于所述透明导电层上表面边缘的上方;

[0016] 以所述二次掩膜结构为掩模,刻蚀所述第一绝缘层,剩余所述第一绝缘层被刻蚀成具有所述斜侧面的所述绝缘结构;形成所述绝缘结构的过程还包括:在形成所述半导体发光叠层之后,形成孔槽于所述半导体发光叠层中;所述第一绝缘层同时覆盖上述孔槽的底部和侧壁;在俯视方向上,所述绝缘结构的所述斜侧面围绕在所述孔槽的一周。

[0017] 可选的,还包括:将位于所述透明导电层上表面非边缘区域的所述绝缘层作为第二绝缘层;在形成所述绝缘结构的同时,未覆盖所述二次掩膜结构的所述绝缘层被刻蚀形成绝缘区块,所述绝缘区块具有通孔,所述绝缘区块与所述绝缘结构连接;在形成所述反射层时,所述反射层同时覆盖所述绝缘区块;或者,还包括:在形成所述反射层之后,形成保护层覆盖所述反射层,并且至少部分所述保护层的侧面覆盖在所述绝缘结构的所述斜侧面上,使所述保护层的底面与侧面的夹角为钝角。

[0018] 可选的,所述二次掩膜结构采用光阻制作形成。

[0019] 为解决上述问题,本发明还提供了另一种半导体发光二极管,包括:半导体发光叠层,及位于所述半导体发光叠层之上的透明导电层,所述透明导电层上设置有绝缘层,该所述绝缘层包括第一区域及环绕所述第一区域的第二区域,所述第一区域具有第一表面,第二区域具有第二表面,其中第一表面低于第二表面,且第一表面与第二表面之间具有一连接侧面,在所述绝缘层的第一区域上设置有反射层,该所述反射层的边缘位于所述连接侧面上。

[0020] 可选的,所述绝缘层在位于所述第一区域的厚度为位于所述第二区域的厚度的三分之一至三分之二。

[0021] 可选的,所述反射层的厚度小于或者等于所述绝缘层位于所述第二区域的厚度。

[0022] 可选的,所述反射层上具有保护层,至少部分所述保护层的侧面覆盖在所述连接侧面上,使所述保护层的底面与侧面的夹角为钝角。

[0023] 本发明技术方案的其中一个方面中,具有斜侧面的绝缘结构围成了一个类似于非规则漏斗状的空间区域。反射层形成在这一空间区域时,反射层周边(末端)均被绝缘结构包围。反射层的侧面直接形成在绝缘结构的斜侧面上,这种反射层的侧面不易与绝缘结构的斜侧面之间发生剥离,有效改善了反射层易发生剥离的情况,使反射层的覆盖性能提高。

[0024] 进一步的,设置反射层厚度小于绝缘结构在透明导电层上的最大厚度,确保了反射层的侧面均覆盖在绝缘结构的斜侧面上,从而更好地防止反射层产生剥离问题,提高反射层的覆盖性能。

附图说明

[0025] 图1是本发明实施例提供的半导体发光二极管结构示意图;

[0026] 图2是图1所示半导体发光二极管结构制作电极后的示意图;

[0027] 图3是图2所示半导体发光二极管结构俯视方向上的透视示意图;

[0028] 图4至图7为制备图1所示半导体发光二极管相应步骤对应的结构示意图;

[0029] 图8是本发明另一实施例提供的半导体发光二极管结构示意图;

[0030] 图9是图8所示半导体发光二极管结构制作电极后的示意图;

[0031] 图10是图9所示半导体发光二极管结构俯视方向上的透视示意图;

[0032] 图11至图12为制备图8所示半导体发光二极管相应步骤对应的结构示意图;

[0033] 图13是本发明另一实施例提供的半导体发光二极管结构示意图;

[0034] 图14是图13所示半导体发光二极管局部结构制作电极后的示意图;

[0035] 图15是图14所示半导体发光二极管结构俯视方向上的透视示意图。

[0036] 100、300-衬底;110、310-第一导电型半导体层;120、320-量子阱层;130、330-第二导电型半导体层;140、340-透明导电层;150a-第一绝缘层;150b-第二绝缘层;151、153-绝缘结构;152-绝缘区块;151s、153s-斜侧面;160-二次掩膜结构;170、230、360-反射层;180、240、370-保护层;190、250、380-钝化层;210、410-第一电极;220、420-第二电极;P1-第一部分;P2-第二部分;A-第一区域;B-第二区域;a-第一表面;b-第二表面;c-连接侧面;351-绝缘层;352-绝缘层。

具体实施方式

[0037] 现有的半导体发光二极管中,反射层末端容易出现卷起异常,导致剥离问题和覆盖不良等问题。为此,本发明提供一种新的半导体发光二极管及其制备方法,以解决相应的不足。

[0038] 为更加清楚的表示,下面结合附图对本发明做详细的说明。

[0039] 请参考图1,本发明实施例提供一种半导体发光二极管,包括位于衬底100上的半导体发光叠层(未标注),半导体发光叠层包括位于衬底100上的第一导电型半导体层110,位于第一导电型半导体层110上的量子阱层120,以及位于量子阱层120上的第二导电型半导体层130。半导体发光叠层上具有透明导电层140,透明导电层140上具有反射层170。

[0040] 如图1,本实施例的半导体发光二极管还包括绝缘结构151,绝缘结构151至少部分

位于透明导电层140上。绝缘结构151具有斜侧面151s(标注于图7,请结合参考图7),绝缘结构151的斜侧面151s围在透明导电层140上表面边缘,反射层170的侧面覆盖在绝缘结构151的斜侧面151s上,使反射层170的底面与侧面的夹角为钝角。

[0041] 反射层170的底面与侧面的夹角为钝角,反过来说,绝缘结构151的斜侧面151s(参考后续图7)与绝缘结构151位于透明导电层140上的底面的夹角为锐角。这是斜侧面151s本身带来的结构。其中,绝缘结构151的底部因为接触不同结构而具有不同底面部分,位于透明导电层140上的底面覆盖在透明导电层140上表面,正是这部分底面与斜侧面151s构成锐角。

[0042] 由于反射层170侧面覆盖在绝缘结构151的斜侧面151s上,因此,反射层170侧面也是倾斜的,只是倾斜的角度恰好与斜侧面151s互补。本实施例中,将反射层170的侧面称为倾侧面。倾侧面意味着,当反射层170的底面为水平面时,反射层170的底面与倾侧面的夹角为钝角。

[0043] 本实施例具有斜侧面151s的绝缘结构151围成了一个类似于非规则漏斗状的空间区域。当反射层170形成在这一空间区域时,反射层170周边(末端)均被绝缘结构151包围。反射层170的侧面直接覆盖形成在绝缘结构151的斜侧面151s上,这种侧面不易与绝缘结构151的斜侧面151s之间发生剥离,从而有效改善了反射层170易发生剥离的情况,使反射层170的覆盖性能提高。

[0044] 反射层170的截面形状如图1所示,具体呈倒置的梯形结构,反射层170的倾侧面,对应于倒置梯形结构的倒置斜边,正是这种形状结构,使得反射层170与不易发生末端卷起异常等情况,不易出现剥离问题和覆盖不良等问题。

[0045] 如图1,本实施例中,绝缘结构151的底面同时覆盖部分半导体发光叠层上表面和部分透明导电层140上表面。可见,绝缘结构151是围在透明导电层140的上表面周边的,从而保证透明导电层140主要的上表面区域,用于反射层170的形成。

[0046] 如图1,本实施例中,透明导电层140表面还具有与绝缘结构151连接的绝缘区块152。图1中显示绝缘结构151和绝缘区块152之间具有相应的通孔(未标注),这是因为剖面位置的原因,如果剖面不经过相应通孔,则相应剖面会显示绝缘结构151和绝缘区块152连接在一起。

[0047] 同样的,绝缘区块内部也具有多个通孔,在图1中显示,但是,整个绝缘区块仍然是有部分区域连在一起的。同时,反射层170覆盖绝缘区块152,其包括包含覆盖所述绝缘区块152的通孔,从而使反射层170与绝缘区块152在透明导电层140上形成全方向反射镜(Otoni-directional reflector)结构。

[0048] 本实施例中,绝缘区块152的厚度小于绝缘结构151在透明导电层140上的最大厚度。其中,绝缘结构151在透明导电层140上的最大厚度,也即图1中斜侧面151s对应的高度(未标注)。

[0049] 本实施例中,绝缘区块152的厚度,优选可以为200nm~1200nm,进一步更优选可以为300nm~6000nm。

[0050] 本实施例中,绝缘区块152中具有的通孔(未标注)宽度优选可以为2 μ m~50 μ m,进一步更优选可以为6 μ m~20 μ m,例如可以为6 μ m或10 μ m或20 μ m。

[0051] 同时,本实施例中,反射层170的厚度大于绝缘区块152的厚度。反射层170的厚度

大于绝缘区块152的厚度,确保了反射层170将绝缘区块152完全覆盖,从而保证全方向反射镜结构的形成。

[0052] 需要说明的是,其它实施例中,反射层的厚度可小于绝缘区块的厚度,此时,反射层可以沿着绝缘区块的轮廓,覆盖形成在绝缘区块(包括其通孔)的表面(包括上表面及通孔的底部和侧壁表面)。

[0053] 反射层170的厚度小于绝缘结构151在透明导电层140上的最大厚度。反射层170厚度小于绝缘结构151在透明导电层140上的最大厚度,确保了反射层170的侧面均为倾侧面,从而更好地防止反射层170产生剥离问题,提高反射层170的覆盖性能。

[0054] 其它实施例中,绝缘区块152的厚度可以为绝缘结构151在透明导电层140上的最大厚度的一半以下。这种设置以使得绝缘结构151保证反射层170与绝缘区块152之间有足够的空间形成良好的全方向反射镜结构。绝缘区块152厚度小于绝缘结构151在透明导电层以上的厚度,两者厚度之比可以在 $1/3\sim 2/3$ 。

[0055] 其它实施例中,也可以不必设置绝缘区块。

[0056] 需要说明的是,通常的,设置反射层170直接与透明导电层140接触的面积,小于绝缘区块152直接与透明导电层140接触的面积。其中,透明导电层140与反射层170直接接触的面积占芯片面积(芯片面积在本实施例中与透明导电层140面积基本相等)的 $3\%\sim 50\%$,优选为 $5\%\sim 20\%$,更优选为 10% 。

[0057] 本实施例中,相邻半导体发光叠层具有孔槽(未标注),绝缘结构151还覆盖在孔槽的侧壁和底部。绝缘结构151同时覆盖在孔槽的侧壁和底部,说明用于绝缘结构151的绝缘材料层(参考后续内容)可以采用相应的沉积工艺形成。

[0058] 图2中,进一步显示了图1所示半导体发光二极管的更多结构。本实施例提供的半导体发光二极管,后续封装,可以是采取倒装封装结构,成为倒装半导体发光二极管。因此,图2显示,在反射层170上继续形成保护层180(barrier)。保护层180可以是金属保护层,具体可以由钛、铂、镍(Ni)或金(Au)中的一种或多种金属组成的单层或多层金属薄膜层。保护层180可以进一步增强反射层170的反射作用。

[0059] 请继续参考图2,半导体发光二极管进一步可以包括钝化层190(passive layer),并且进一步形成第一电极210和第二电极220。第一电极210贯穿钝化层190和位于孔槽底部的绝缘结构151,以电连接第一导电型半导体层110。第二电极220贯穿钝化层190以电连接保护层180(金属保护层)。

[0060] 需要说明的是,图中虽未显示,但是,本发明的其它实施例中,半导体发光二极管也可以是采取垂直封装结构,成为垂直封装半导体发光二极管。当为垂直封装结构时,后续结构可以包括电极和导热衬底等。

[0061] 请参考图3,显示了图2所示半导体发光二极管对应的俯视方向透视示意图。图3中,仅标注绝缘结构151和绝缘区块152,以配合图1和图2显示出半导体发光二极管的整体结构。从图3可知,前述的通孔,通孔在图3中显示为一个个小圆圈。而图3中的显示了虚线框,虚线框是为了区分绝缘结构151和绝缘区块152(图3中仅显示两虚线框作为代表),绝缘结构151位于虚线框内,而绝缘区块152位于虚线框外,但易知它们是属于共同的绝缘层,只是经过相应的步骤形成了厚度不同的部分,可以结合参考本说明书后续方法部分的实施例内容。

[0062] 本实施例的衬底100可以是蓝宝石 (Al₂O₃)。其它实施例衬底100可以是硅 (Si)、碳化硅 (SiC) 或者砷化镓 (GaAs) 等。第一导电型半导体层110可以是N型掺杂的氮化镓层 (GaN) 或砷化镓层。量子阱层120可以是包含铟 (In) 的窄禁带宽度氮化物膜 (未示出) 和宽禁带宽度的氮化物膜 (未示出)。第二导电型半导体层130可以是P型掺杂的氮化镓层或砷化镓层。透明导电层140可以是氧化铟锡 (ITO)、氧化锌 (ZnO) 或掺铝氧化锌 (AZO)。

[0063] 本实施例中,绝缘结构151的材料可以是硅、氮化硅、氮氧化硅或者氧化硅等常用绝缘介质材料。

[0064] 本实施例中,反射层170可以是铂 (Pt)、钨钛 (TiW) 或银 (Ag) 中的一种或多种金属形成的单层或多层金属薄膜层。

[0065] 如前所述,反射层170可以是相应的金属薄膜,在各种金属中,银所形成的反射镜,反射率最高,能够达到约96%。因此,本实施例中具体的一种选择,是采用银作为反射层170。本实施例通过在设置银镜层,并设置多个绝缘区块152,形成全方向反射镜结构,能够进一步提升反射率,提升最终产品的整体亮度。

[0066] 本发明实施例还提供了一种半导体发光二极管的制备方法。

[0067] 所述制备方法可以用于制备形成如图1所示的半导体发光二极管,请参考图4至图7,并结合参考图1。

[0068] 所述制作方法包括:

[0069] 如图4,在衬底100上形成前述半导体发光叠层;半导体发光叠层具有位于衬底100上的第一导电型半导体层110,位于第一导电型半导体层110上的量子阱层120,以及位于量子阱层120上的第二导电型半导体层130;

[0070] 在形成半导体发光叠层之后,形成有相应的孔槽 (未标注);图中虽未显示,但是,形成孔槽之后,可以进行孔槽侧壁的绝缘隔离等步骤;

[0071] 请继续参考图4,在半导体发光叠层上形成透明导电层140;透明导电层140可以采用沉积工艺形成,如先沉积形成相应的透明导电材料层,再进行温度处理,从而使透明导电材料层与第二导电型半导体层130形成欧姆接触,并且可以通过黄光光罩工艺图案化透明导电材料层,从而形成透明导电层140;

[0072] 如图5至图7,形成绝缘结构151,所形成的绝缘结构151至少部分形成在透明导电层140上,绝缘结构151具有斜侧面151s,绝缘结构151的斜侧面151s围在透明导电层140上表面边缘;

[0073] 如图7,并结合参考图1,在透明导电层140上形成反射层170,反射层170位于斜侧面151s包围的区域,反射层170的侧面覆盖在绝缘结构151的斜侧面151s上,使反射层170的底面与侧面的夹角为钝角。

[0074] 反射层170具体可以是银镜层,可以采用化学气相沉积法 (CVD) 沉积形成,此时形成的反射层170,其末端会截止于斜侧面151s。

[0075] 在图5至图7所示形成斜侧面151s的过程中,本实施例具体包括:

[0076] 在图4所示结构上形成绝缘材料层 (未示出) 覆盖半导体发光叠层和透明导电层140;绝缘材料层可以采用相应的沉积工艺形成;绝缘材料层会相应部分填充半导体发光叠层中的所述孔槽 (如前所述,未标注);

[0077] 在所述绝缘材料层上形成图案化的一次掩膜结构 (未示出);

[0078] 以一次掩膜结构为掩模,刻蚀绝缘材料层,以形成具有开口(未标注)的绝缘层(未区分标注),如图5;刻蚀绝缘材料层包括采用黄光光罩等步骤,以在绝缘材料层形成一定的通孔(图5中显示为不同绝缘层之间的间隔,未标注)形状,从而得到绝缘层;本实施例中,绝缘材料层的通孔面积,可以占绝缘材料层面积(绝缘材料层面积基本等于芯片面积)的3%~50%,优选可以为5%~20%,更优选可以为10%。

[0079] 如图5,将同时位于半导体发光叠层上表面和透明导电层140上表面的所述绝缘层作为第一绝缘层150a(第一绝缘层150a覆盖所述孔槽的底部和侧壁),如图6,在第一绝缘层150a上形成至少部分暴露第一绝缘层150a上表面的二次掩膜结构160,其中,被部分暴露的第一绝缘层150a上表面位于透明导电层140上表面边缘的上方;图6中,标注出其中一个半导体发光叠层对应的第一部分P1和第二部分P2,第一部分P1和第二部分P2包围了上表面被二次掩膜结构160部分覆盖的第一绝缘层150a,以突出显示,二次掩膜结构160同时填充所述孔槽;二次掩膜结构160可以采用光阻,即形成光阻层并进行曝光和显影等制程后,图案化以形成二次掩膜结构160;

[0080] 第一绝缘层150a同时覆盖上述相应孔槽的底部和侧壁;

[0081] 需要说明的是,图6显示,将位于透明导电层140上表面非边缘区域的所述绝缘层作为第二绝缘层150b;上表面未形成有二次掩膜结构160的第二绝缘层150b,其上表面则完全暴露;

[0082] 以二次掩膜结构160为掩模,刻蚀第一绝缘层150a,剩余所述第一绝缘层被刻蚀成具有所述斜侧面151s的绝缘结构151,请结合参考图7;本实施例中,以二次掩膜结构160为掩模,刻蚀第一绝缘层150a时,采用的刻蚀可以为缓冲氧化物刻蚀液(BOE)蚀刻;

[0083] 图6至图7的过程中,上表面被部分暴露的第一绝缘层150a,会被受到一定的侧向蚀刻,从而形成一定距离的底切结构,使这部分剩余绝缘层的侧面具有一定的坡度,即此时这部分第一绝缘层150a成为绝缘结构151;

[0084] 同时,由上述过程可知,对最终形成的具有斜侧面的所述绝缘结构151而言,在俯视方向上,其斜侧面151s围绕在所述孔槽的一周(尽管此时孔槽已经被二次掩膜结构160填充,在俯视方向上,孔槽的位置仍然可以辨认)。

[0085] 从上述过程中,还同时刻蚀上表面未形成有二次掩膜结构160的第二绝缘层150b,因此可知,在形成绝缘结构151的同时,未覆盖二次掩膜结构160的第二绝缘层150b被刻蚀形成绝缘区块152,如图6至图7所示。并且形成后的绝缘区块152与绝缘结构151之间具有通孔,绝缘区块152内部也具有通孔。绝缘区块152为没有被二次掩膜结构160覆盖的第二绝缘层150b,被刻蚀减薄一定的厚度得到的。后续在形成反射层170时,反射层170同时覆盖绝缘区块152,可返回参考图1。

[0086] 需要说明的是,本实施例中,形成反射层170的过程,除了前述沉积过程,还可以包括在完成上述缓冲氧化物刻蚀液蚀刻后,进行蒸镀。在这个过程中,一开始沉积形成的金属银,可被大部分去掉,只保留下在所需区域中的金属银形成最终的反射层170。这种通过先保留所需发光区的沉积银,再进行蒸镀形成反射银镜,并配合绝缘区块152和透明导电层140形成全方向反射镜结构的半导体发光二极管,可以大幅提升最终芯片产品的亮度。

[0087] 需要说明的是,在形成绝缘结构151和绝缘区块152之后,在形成反射层170,还可以包括去除二次掩膜结构160的过程。

[0088] 由上述可知,本实施例斜侧面151s的形成过程,利用的是掩模刻蚀过程中形成底切结构的方法。其它实施例中,也可以采用其它方法和原理,形成具有斜侧面的绝缘结构。

[0089] 图中虽未显示,但在形成图1所示结构之后,本实施例后续还可以继续形成保护层和其它绝缘层等结构,形成N电极和P电极等结构,可以进行倒装封装或者垂直封装等步骤。

[0090] 本实施例提供的制备方法,可以稳定用于具有全方向反射镜面结构的制程中,并且能够解决反射层170末端卷起异常等情况,防止反射层170剥离问题及覆盖不良问题,适宜大规模生产。

[0091] 本实施例提供的制备方法,制程简便,能够实现成本的降价,同时工艺稳定,产品质量可靠稳定。并且,不同片源(衬底)做出的最终产品结构波动性小。

[0092] 对本实施例制备的半导体发光二极管进行测试,有下表1所示结果。

产品代号	Δ LOP	Δ VF
S-45	+4.07%	+0.017
S-55	+3.34%	-0.013
S-60	+3.05%	-0.016

[0093] 表1

[0094] 表1显示,本实施例制备的半导体发光二极管,光输出功率变化(Δ LOP)均为正值,证明采用相应制备方法,对应反射层实现的反射率有进一步的提高,光学性能提高;而正向电压变化(Δ VF)基本无变化,表明电性能稳定。

[0095] 除上表1显示的结果,测试结果还显示以下三个方面的优点:

[0096] 1) 反射层的剥离无异常,黄光制程稳定,成本上升少;

[0097] 2) 反射层截面覆盖性良好;

[0098] 3) 系列产品亮度均有较大幅度上升(与光输出功率正相关)。

[0099] 本发明另一实施例提供另一种半导体发光二极管,请参考图8。

[0100] 所述半导体发光二极管包括位于衬底100上的半导体发光叠层(未标注),半导体发光叠层包括位于衬底100上的第一导电型半导体层110,位于第一导电型半导体层110上的量子阱层120,以及位于量子阱层120上的第二导电型半导体层130。半导体发光叠层上具有透明导电层140,透明导电层140上具有反射层230。所述半导体发光二极管还包括绝缘结构153,绝缘结构153至少部分位于透明导电层140上。绝缘结构153具有斜侧面153s(标注于图11和图12,请结合参考图11和图12),绝缘结构153的斜侧面153s围在透明导电层140上表面边缘,反射层230的侧面覆盖在绝缘结构153的斜侧面153s上,使反射层230的底面与侧面的夹角为钝角。

[0101] 上述结构与前述实施例相同,可以参考前述实施例相应内容。

[0102] 本实施例中,反射层230上具有保护层240。反射层230上具有保护层240,为此,本实施例的反射层230厚度可以小于前述实施例的反射层170。

[0103] 本实施例中,至少部分保护层240的侧面覆盖在绝缘结构153的斜侧面153s上,使保护层240的底面与侧面的夹角为钝角。具体的,本实施例中,保护层240还覆盖部分绝缘结构153上表面。此时保护层240的侧面具有两个部分。保护层240与底面直接连接的侧面,才会与保护层240底面形成夹角,此夹角为钝角。而另一部分侧面,位于绝缘结构153上表面上方,它不与底面直接连接,此部分侧面不与底面形成夹角。

[0105] 本实施例中,保护层240可以是金属保护层,具体可以是由钛、铂、镍(Ni)或金(Au)中的一种或多种金属组成的单层或多层金属薄膜层。

[0106] 本实施例中,反射层230的厚度小于或者等于绝缘结构153在透明导电层140上的最大厚度。如前所述,绝缘结构153在透明导电层140上的最大厚度即斜侧面153s的高度。反射层230的厚度小于或者等于绝缘结构153在透明导电层140上的最大厚度,能够确保反射层230的侧面全部为倾斜的,从而更好地防止反射层230发生末端卷起异常等情况,即防止侧面发生剥离的情况,提高反射层230的覆盖作用。

[0107] 同时,本实施例中,保护层240进一步形成在反射层230上,保护层240的至少部分侧面也是成为倾侧面,覆盖在绝缘结构153的斜侧面153s上,此时,保护层240进一步抑制了反射层230发生剥离的情况,而保护层240自己与绝缘结构153也能够实现更好的覆盖性能。

[0108] 图9中,进一步显示了图8所示半导体发光二极管的更多结构。本实施例提供的半导体发光二极管,采取倒装封装结构,成为倒装半导体发光二极管。在保护层240上,可以进一步具有钝化层250,并且进一步形成第一电极260和第二电极270。第一电极260贯穿钝化层250和位于孔槽底部的绝缘结构153,以电连接第一导电型半导体层110。第二电极270贯穿钝化层250以电连接保护层240(金属保护层)。

[0109] 需要说明的是,图中虽未显示,但是,本发明的其它实施例中,半导体发光二极管也可以是采取垂直封装结构,成为垂直封装半导体发光二极管。当为倒装结构时,后续结构包括钝化层和电极等。当为垂直封装结构时,后续结构可以包括电极和导热衬底等。

[0110] 请参考图10,显示了图9所示半导体发光二极管对应的俯视方向透视示意图。图10中,仅标注绝缘结构153,以配合图8和图9显示出半导体发光二极管的整体结构。从图10可知,图中虚线框即是为了区分绝缘结构153所在区域,可以结合参考本说明书后续方法部分的实施例内容。

[0111] 本发明另一实施例提供另一种半导体发光二极管的制备方法。

[0112] 所述制备方法可以用于制备形成如图8所示的半导体发光二极管,请参考图11至图12,并结合参考图8,同时可以参考图4至图6相应内容。

[0113] 具体的,所述制备方法包括:

[0114] 如图11,并结合参考图4至图6,在衬底100上形成前述半导体发光叠层;半导体发光叠层具有位于衬底100上的第一导电型半导体层110,位于第一导电型半导体层110上的量子阱层120,以及位于量子阱层120上的第二导电型半导体层130;在半导体发光叠层上形成透明导电层140;

[0115] 如图11,并结合参考图4至图6,形成绝缘结构153,所形成的绝缘结构153至少部分形成在透明导电层140上,绝缘结构153具有斜侧面153s,绝缘结构153的斜侧面153s围在透明导电层140上表面边缘。

[0116] 具体的,从图4至图6,并再从图6直接到图11的过程包括:

[0117] 形成绝缘材料层(未示出)覆盖图4所示半导体发光叠层和透明导电层140;在所述绝缘材料层上形成图案化的一次掩膜结构(未示出);以一次掩膜结构为掩模,刻蚀绝缘材料层,以形成绝缘层,绝缘层包括第一绝缘层150a和第二绝缘层150b,如图5;

[0118] 如图6,在同时位于半导体发光叠层上表面和透明导电层140上表面的第一绝缘层150a上,形成至少部分暴露第一绝缘层150a上表面的二次掩膜结构160,其中,被部分暴露

的第一绝缘层150a上表面位于透明导电层140上表面边缘的上方;另外,上表面未形成有二次掩膜结构160的第二绝缘层150b,其上表面则完全暴露;

[0119] 继续参考图6,以二次掩膜结构160为掩模,刻蚀全部绝缘层(全部绝缘层包括上表面形成有二次掩膜结构160的第一绝缘层150a和上表面未形成有二次掩膜结构160的第二绝缘层150b),以形成剩余绝缘层(未区分标注),其中,被二次掩膜结构160覆盖的剩余绝缘层,被刻蚀成具有斜侧面153s的绝缘结构153,如图11所示。

[0120] 本实施例中,上表面被部分暴露的第一绝缘层150a,同样是受到一定的侧向蚀刻,形成一定距离的底切结构,使这部分剩余绝缘层的侧面具有一定的坡度,这部分剩余绝缘层成为绝缘结构153,而上表面未形成有二次掩膜结构160的第二绝缘层150b被全部刻蚀去除。

[0121] 图11至图12,显示,本实施例后续去除二次掩膜结构160,然后,在透明导电层140上形成反射层230,反射层230位于斜侧面153s包围的区域,反射层230的侧面覆盖在绝缘结构153的斜侧面153s上,使反射层230的底面与侧面的夹角为钝角。

[0122] 请返回参考图8,显示了本实施例的制备方法还包括:在形成反射层230之后,形成保护层240覆盖反射层230,并且至少部分保护层240的侧面覆盖在绝缘结构153的斜侧面153s上,使保护层240的底面与侧面的夹角为钝角。

[0123] 本实施例提供的制备方法,可以是采用银镜作为反射层230,实现反射层末端覆盖不良或容易剥离的问题。

[0124] 本实施例提供的制备方法,后续可以进一步进行垂直封装步骤,可以采用高热导率的衬底作为封装衬底,如硅衬底和锗衬底等。

[0125] 本实施例提供的制备方法,后续可以进一步进行倒装封装步骤,避免打线,提高光效和散热性。

[0126] 本发明另一实施例提供另一种半导体发光二极管,请结合参考图13至图15。

[0127] 如图13,半导体发光二极管,包括:位于衬底300上的半导体发光叠层(未标注),及位于半导体发光叠层之上的透明导电层340。半导体发光叠层包括第一导电型半导体层310,位于第一导电型半导体层310上的量子阱层320,以及位于量子阱层320上的第二导电型半导体层330。

[0128] 透明导电层340上设置有绝缘层(包括位于不同区域的不同部分),绝缘层包括第一区域A及环绕第一区域A的第二区域B,图13中,将第一区域A的绝缘层标注为绝缘层351,将第二区域B的绝缘层标注为绝缘层352。

[0129] 请继续参考图13,第一区域A具有第一表面a(即绝缘层351具有第一表面a),第二区域B具有第二表面b(即绝缘层352具有第二表面b),其中第一表面a低于第二表面b,且第一表面a与第二表面b之间具有连接侧面c,在绝缘层的第一区域上设置有反射层360,反射层360的边缘位于连接侧面c上。

[0130] 如图13,本实施例中,绝缘层在位于第一区域A的厚度(即绝缘层351的厚度)为位于第二区域B的厚度(即绝缘层352的厚度)的三分之一至三分之二。

[0131] 如图13,本实施例中,反射层360的厚度小于或者等于绝缘层位于第二区域B的厚度(即绝缘层352的厚度)。

[0132] 请参考图14,进一步显示了本实施例中,图13所示半导体发光二极管局部结构制

作电极后的示意图,其中,反射层360上具有保护层370,至少部分保护层370的侧面覆盖在连接侧面c上,使保护层370的底面与侧面(此时为部分侧面)的夹角为钝角。

[0133] 请进一步参考图14,保护层370上可以进一步具有钝化层380,钝化层380上具有导热层390。

[0134] 请进一步参考图14,图14相比于图13,去掉了衬底300,并将第一电极410制作为与第一导电型半导体层310连接。导热层390上具有第二电极420。从而形成了一种垂直封装结构,即本实施例提供的半导体发光二极管可以为垂直封装结构。其它实施例中,也可以是倒封装结构。

[0135] 请参考图15,显示了图14所示半导体发光二极管对应的俯视方向透视示意图。图15中,仅标注绝缘层352和绝缘层351,以配合图13和图14显示出半导体发光二极管的整体结构。从图15可知,绝缘层351具有相应的通孔(可以参考前述实施例的通孔),通孔在图15中显示为一个个小圆圈。而图15中显示了多个虚线框,多个虚线框即是为了区分绝缘层352和绝缘层351,虚线框内的为绝缘层352(属于第二区域B),虚线框外的为绝缘层351(属于第一区域A),请结合参考图13。如前所述,它们是属于共同的绝缘层,只是经过相应的步骤形成了厚度不同的部分,可以结合参考本说明书后续方法部分的实施例内容。

[0136] 更多本实施例所提供半导体发光二极管的结构、性质和优点,可结合参考前述各实施例相应内容。

[0137] 虽然本发明披露如上,但本发明并非限于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

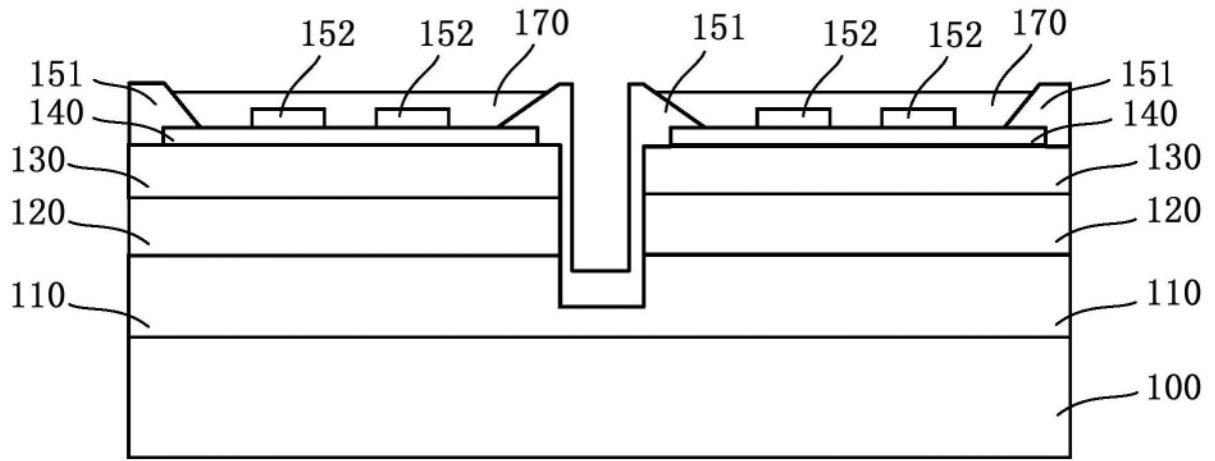


图1

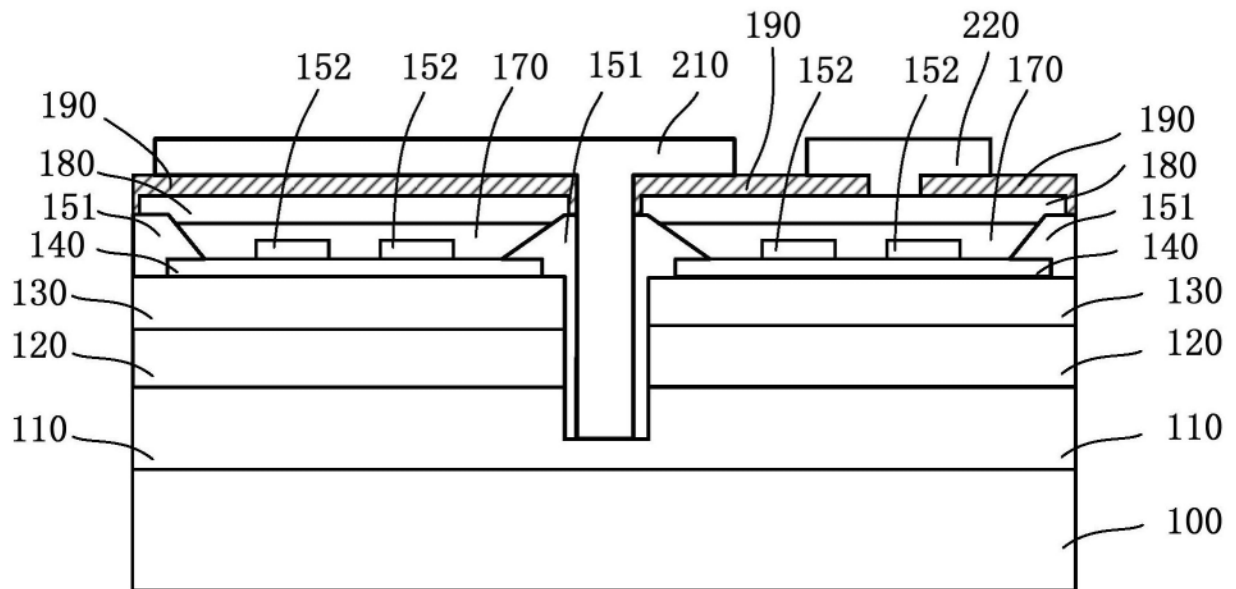


图2

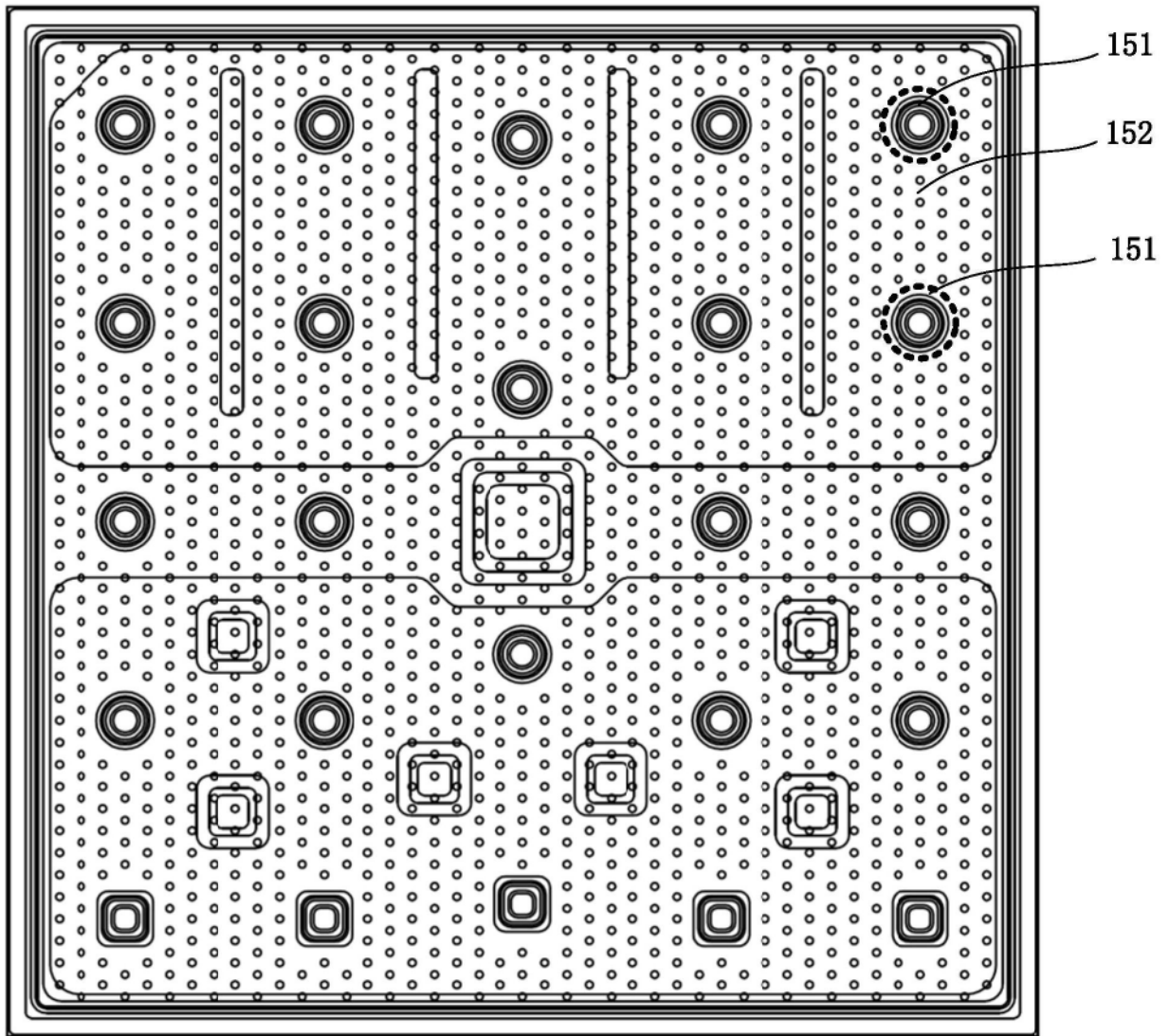


图3

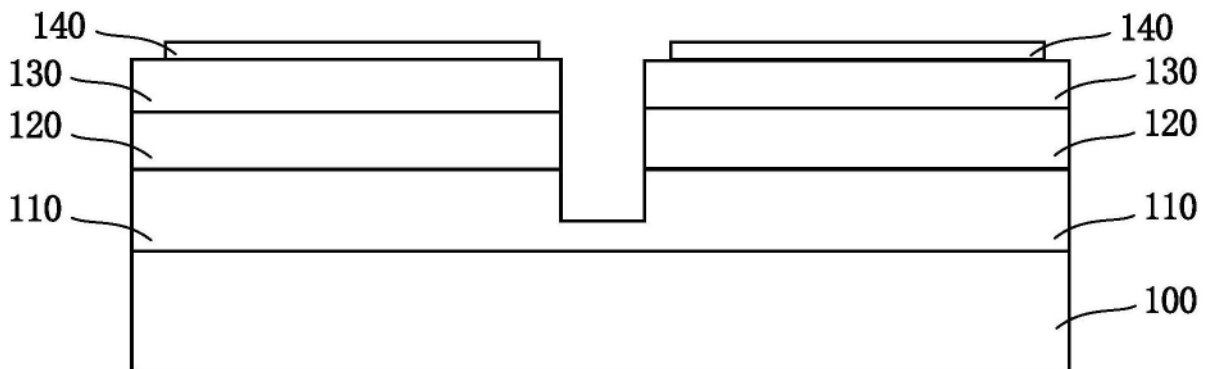


图4

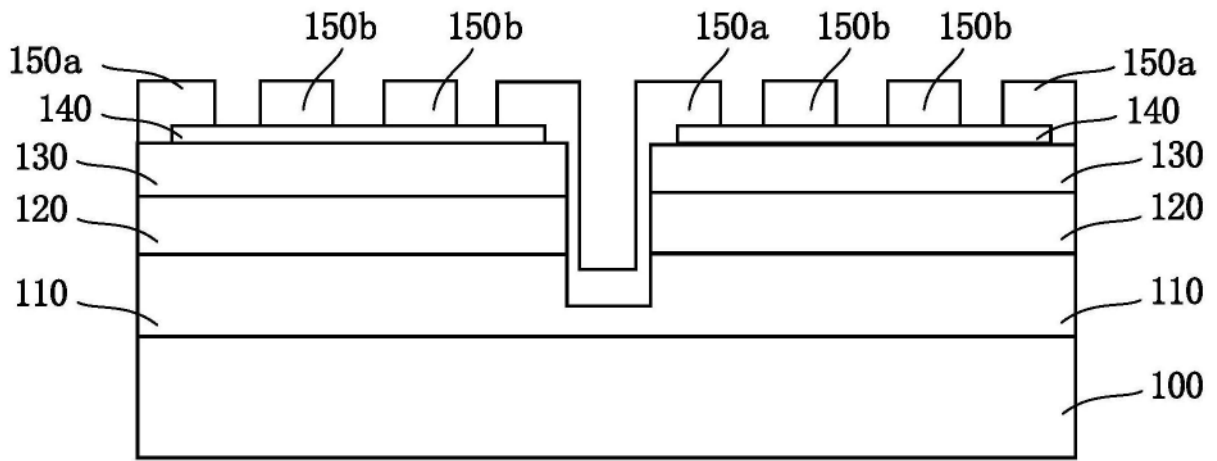


图5

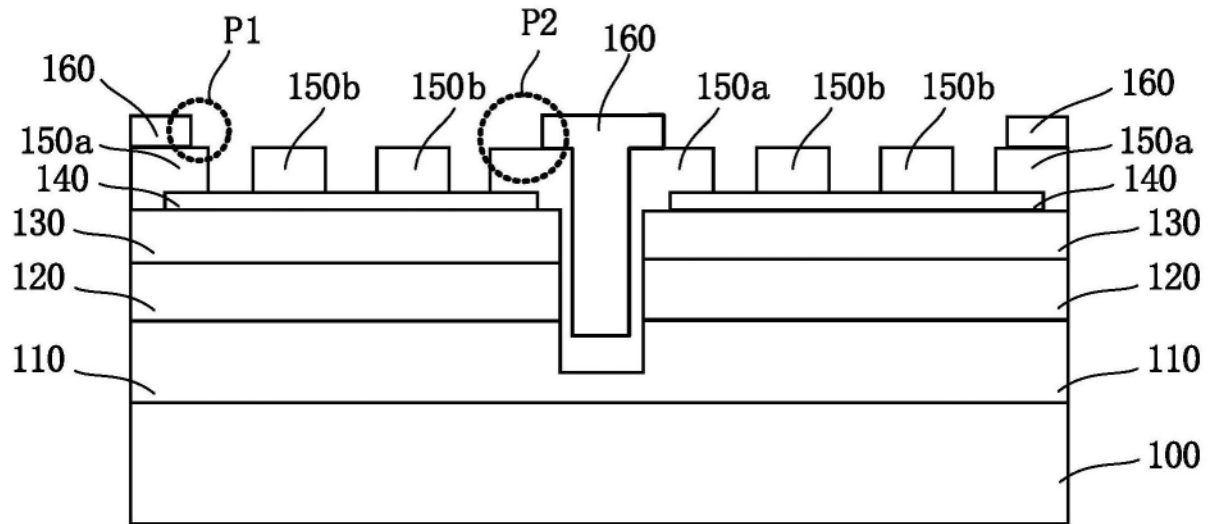


图6

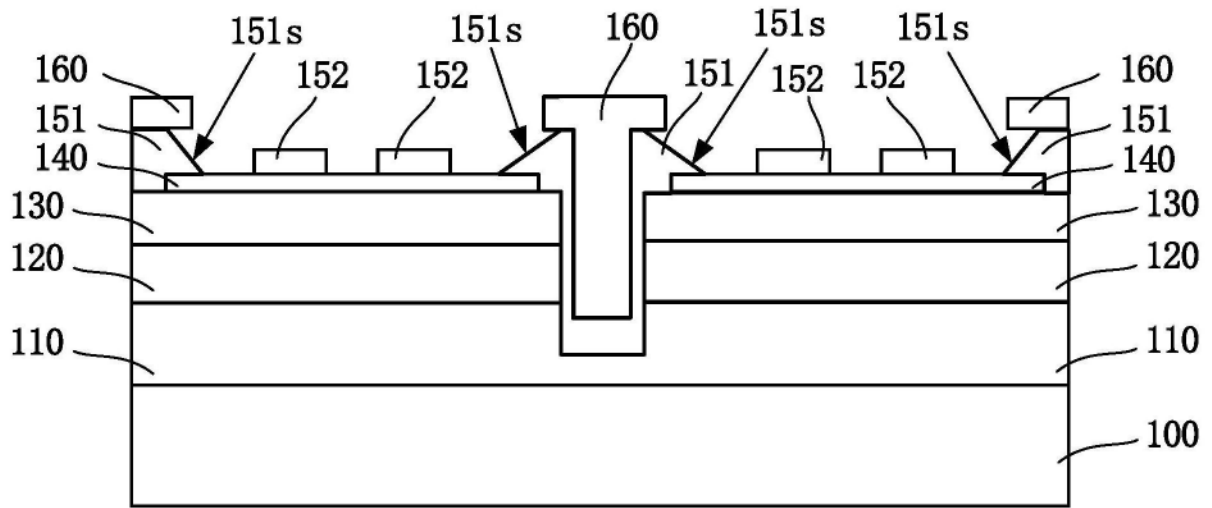


图7

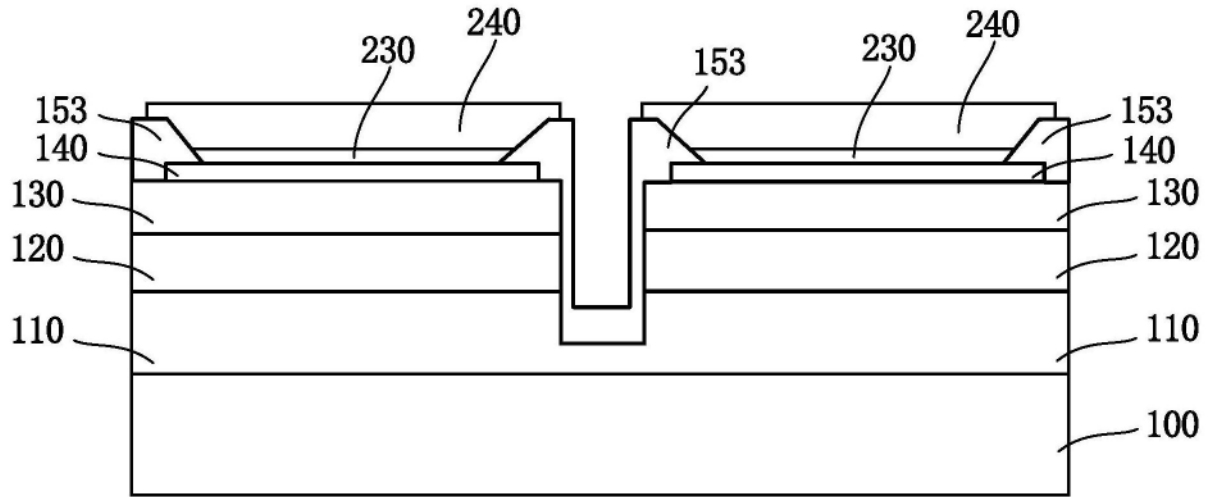


图8

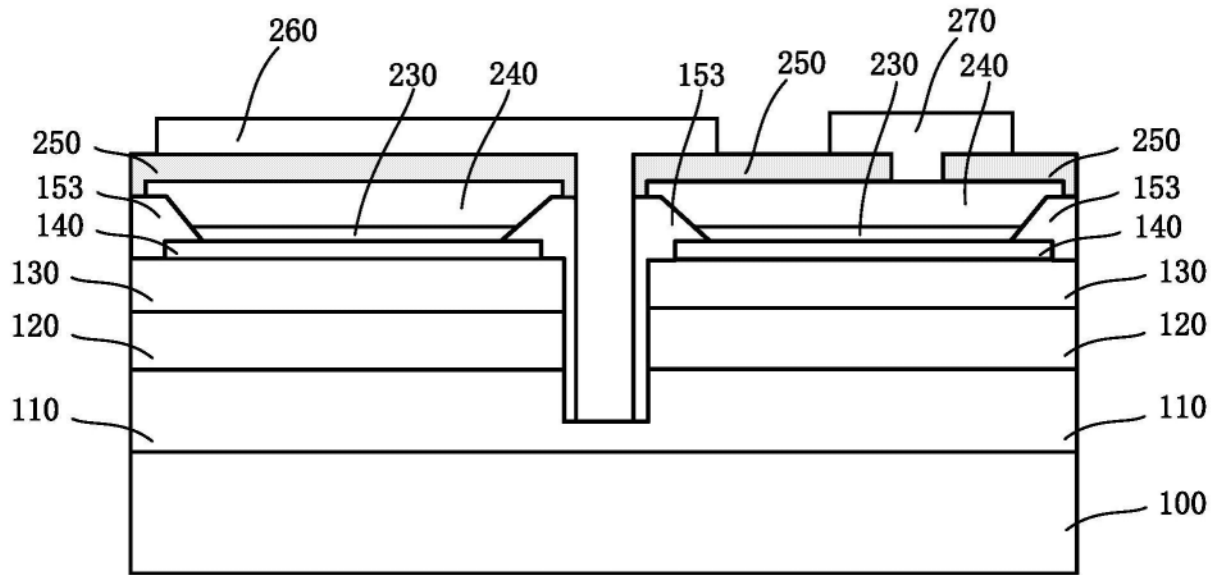


图9

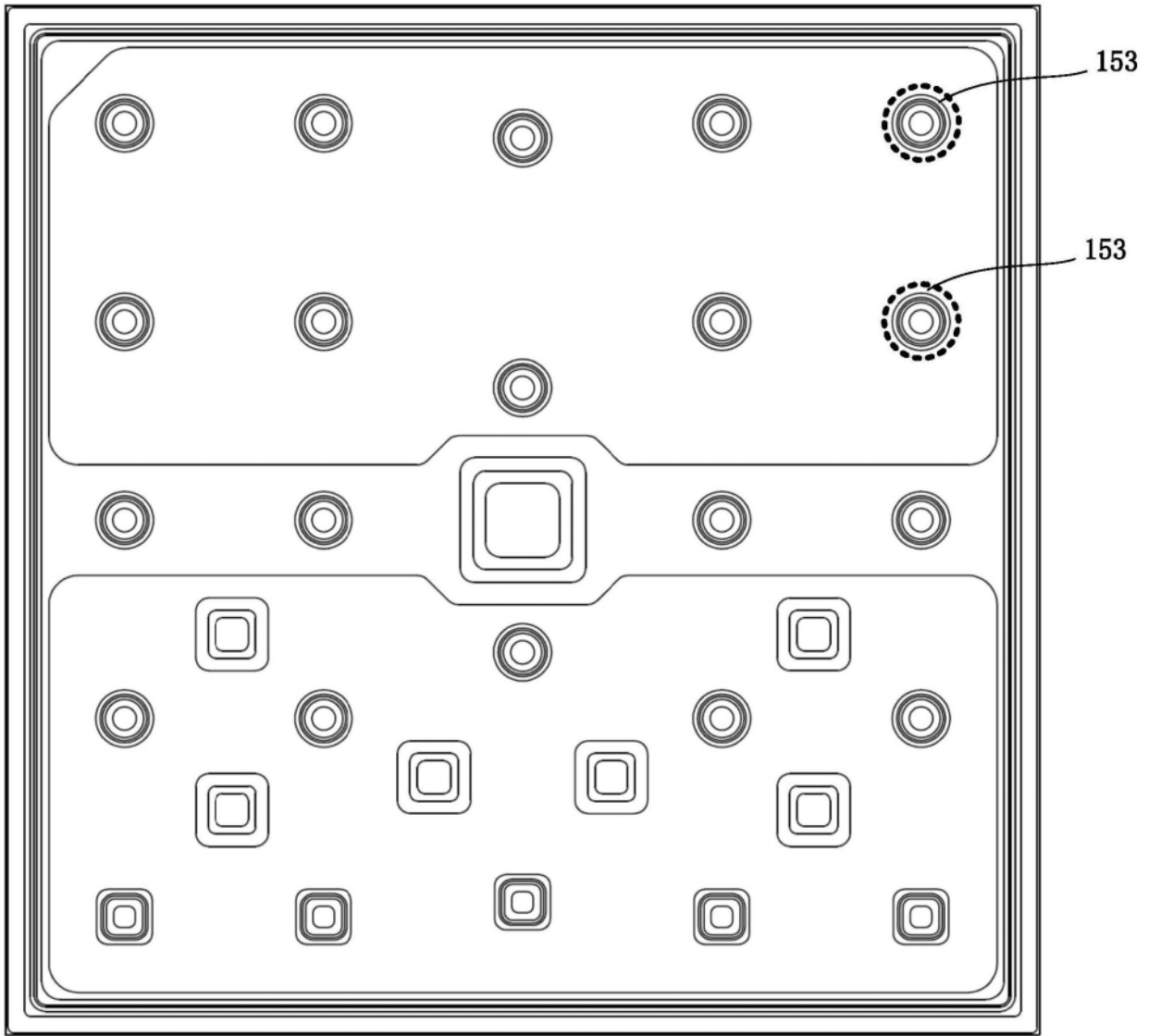


图10

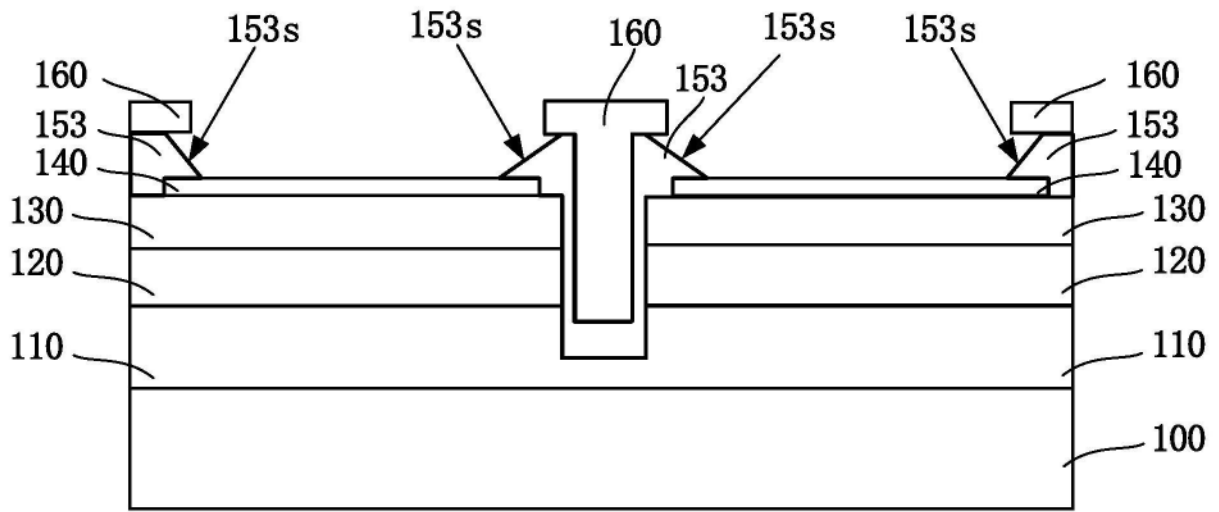


图11

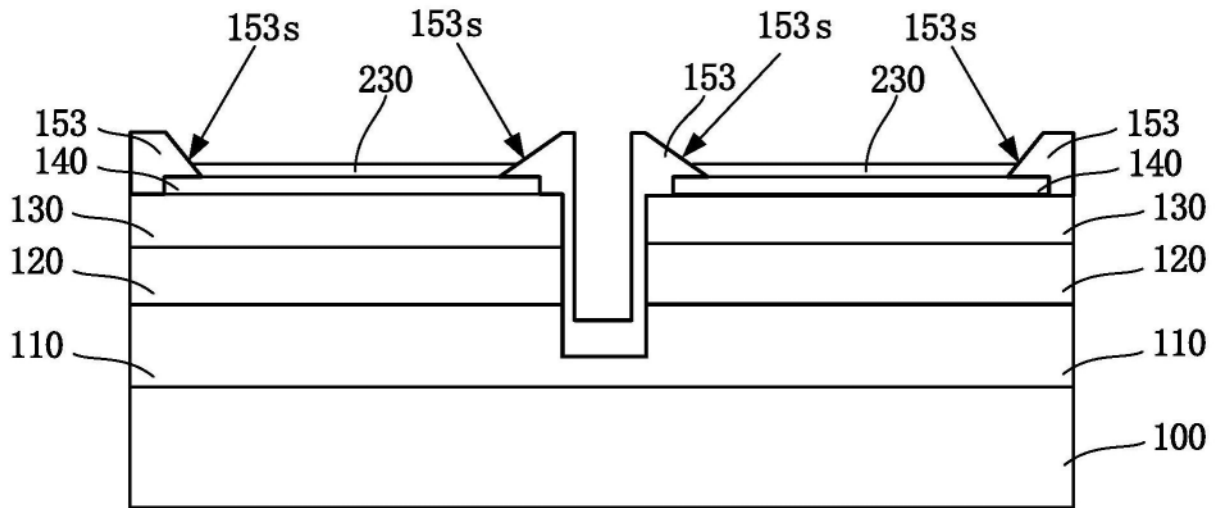


图12

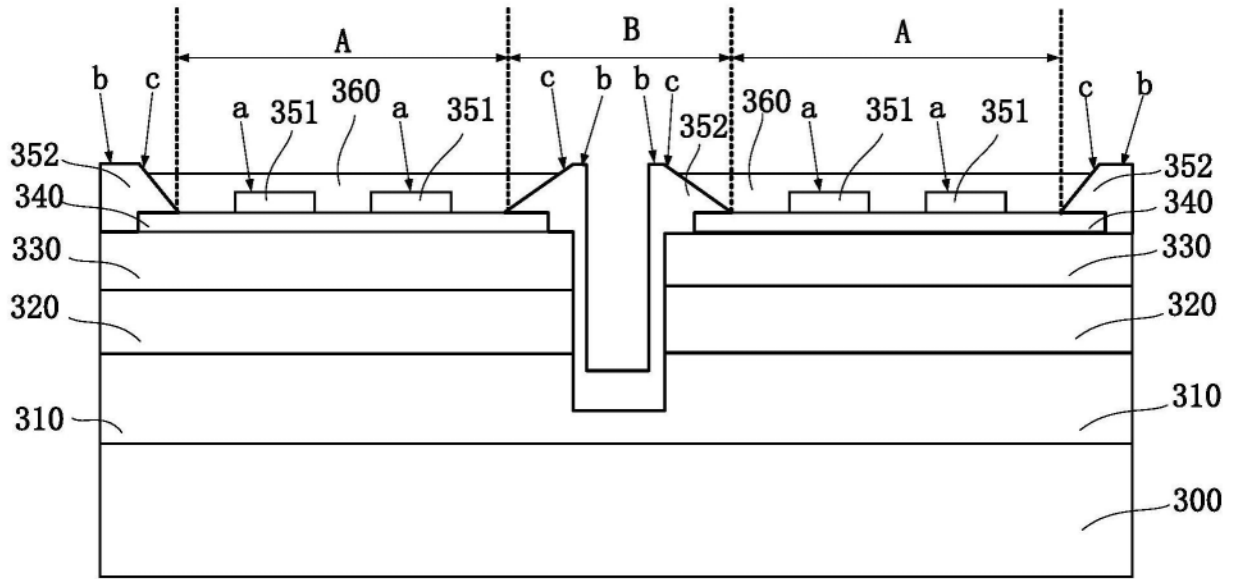


图13

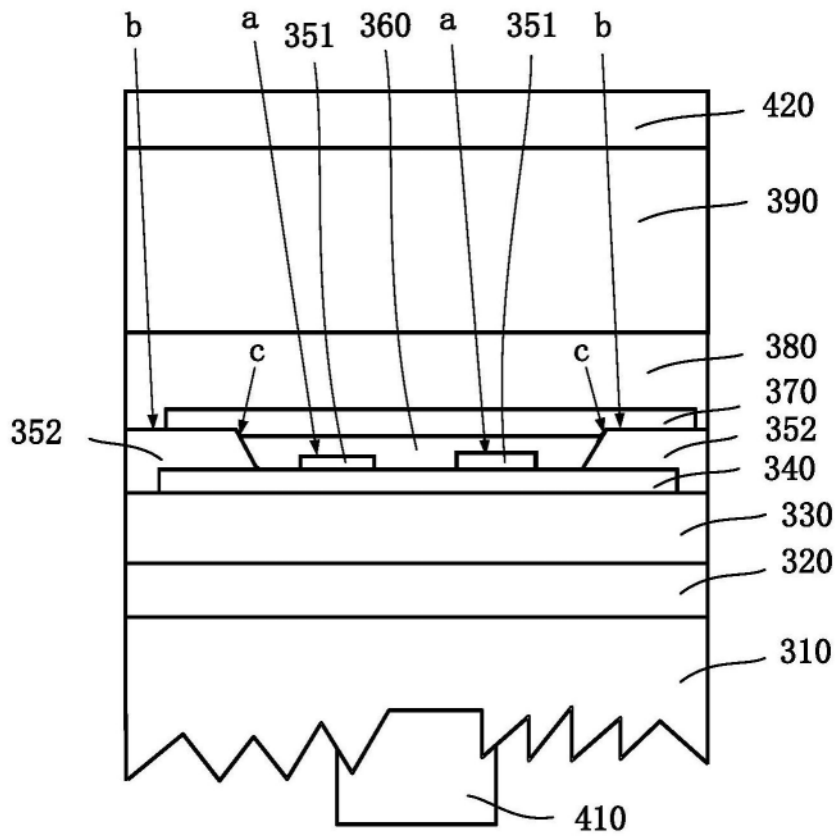


图14

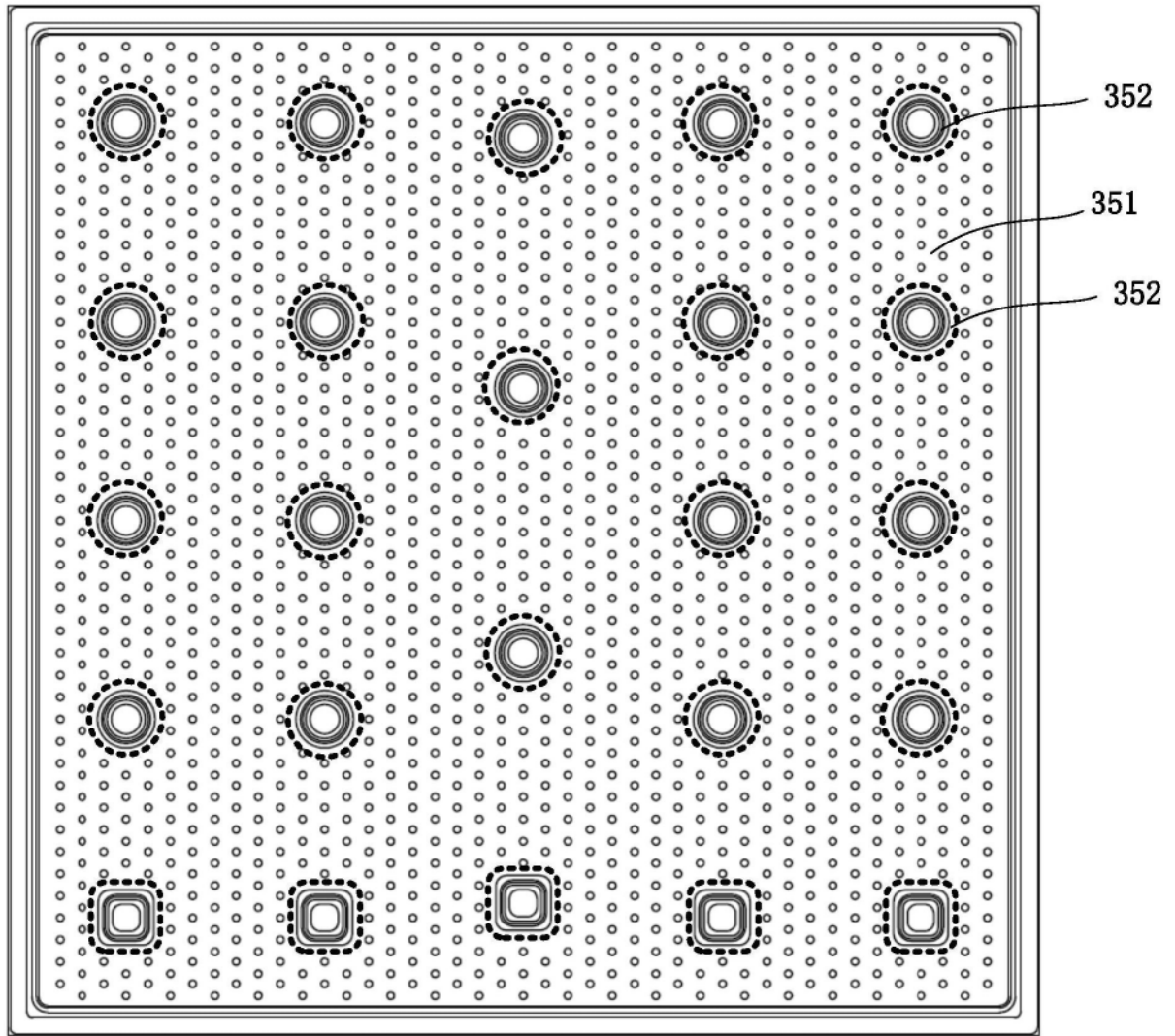


图15