



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109417111 B

(45) 授权公告日 2021.10.26

(21) 申请号 201780038448.4

李恩得

(22) 申请日 2017.06.20

(74) 专利代理机构 苏州锦尚知识产权代理事务

(65) 同一申请的已公布的文献号

所(普通合伙) 32502

申请公布号 CN 109417111 A

代理人 滕锦林

(43) 申请公布日 2019.03.01

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

H01L 33/02 (2006.01)

10-2016-0076586 2016.06.20 KR

H01L 33/36 (2006.01)

10-2016-0087728 2016.07.11 KR

H01L 33/22 (2006.01)

10-2016-0115894 2016.09.08 KR

H01L 33/62 (2006.01)

H01L 33/10 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H01L 33/00 (2006.01)

2018.12.20

H01L 33/38 (2006.01)

H01L 33/20 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2017/006473 2017.06.20

(56) 对比文件

(87) PCT国际申请的公布数据

W02017/222279 KO 2017.12.28

US 2012187442 A1, 2012.07.26

US 2014209955 A1, 2014.07.31

US 2016013388 A1, 2016.01.14

CN 205159366 U, 2016.04.13

(73) 专利权人 苏州乐臻半导体有限公司

地址 215499 江苏省苏州市太仓市常胜北路168号

审查员 刘艳

(72) 发明人 朴修益 成演准 金珉成 李容京

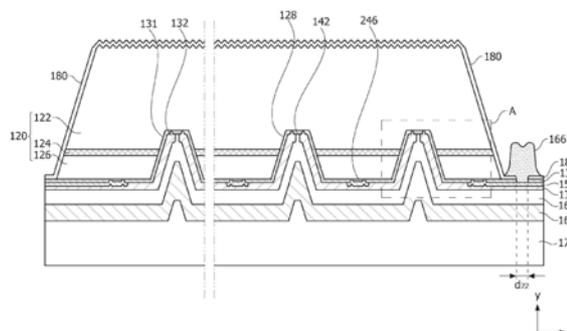
权利要求书3页 说明书35页 附图34页

(54) 发明名称

半导体器件

(57) 摘要

实施例公开了一种半导体器件,包括:发光结构,该发光结构包括第一导电半导体层、第二导电半导体层和设置在第一导电半导体层和第二导电半导体层之间的有源层,以及穿过第二导电半导体层和有源层并设置为延伸到第一导电半导体层的一部分的多个凹槽;设置在多个凹槽内并与第一导电半导体层电连接的多个第一电极;以及与第二导电半导体层电连接的第二电极,其中,多个第一电极和第一导电半导体层接触的第一面积与第二电极和第二导电半导体层接触的第二面积的比例(第一面积:第二面积)范围是从1:3至1:10。



1. 一种半导体器件,包括:

衬底;

发光结构,在该发光结构的厚度方向上包括第一导电半导体层、第二导电半导体层、设置在所述第一导电半导体层和所述第二导电半导体层之间的有源层、以及穿过所述第二导电半导体层和所述有源层、以及部分所述第一导电半导体层的多个凹槽;

多个第一电极,电连接到所述第一导电半导体层;以及

第二电极,电连接到所述第二导电半导体层,

其中,所述第一导电半导体层、所述第二导电半导体层和所述有源层分别包括铝,

其中,所述多个第一电极接触设置在所述多个凹槽的顶表面上的所述第一导电半导体层,

其中,所述第二电极接触所述第二导电半导体层,

其中,从所述有源层发射的光具有在100nm至320nm范围的主峰,

其中,在垂直于厚度方向的水平方向上,多个凹槽的总面积在发光结构的最大水平截面积的13%至30%的范围;

其中,所述第二电极与第二导电半导体层接触的区域在发光结构的最大水平截面积的35%至70%的范围。

2. 根据权利要求1所述的半导体器件,其中,所述衬底包括多个侧表面,其中,所述凹槽的顶表面的直径在每一个所述衬底的侧表面的长度的3.8%至6%的范围。

3. 根据权利要求2所述的半导体器件,其中,所述凹槽的顶表面的直径在38 $\mu\text{m}$ 至60 $\mu\text{m}$ 的范围。

4. 根据权利要求3所述的半导体器件,其中,所述多个凹槽的数量是48到236。

5. 根据权利要求3所述的半导体器件,其中,所述多个第一电极与第一导电半导体层接触的区域在发光结构的最大水平截面积的7.4%至20%的范围。

6. 根据权利要求5所述的半导体器件,其中,所述第二电极的顶表面的面积是所述第一电极的顶表面的面积的1.75倍至9.45倍。

7. 根据权利要求1所述的半导体器件,还包括第一导电层,设置在所述发光结构和所述衬底之间,

其中,所述第一导电层包括多个连接电极,延伸到所述多个凹槽并连接到所述多个第一电极,

其中,所述多个连接电极分别延伸到所述多个凹槽,并且

其中,所述多个连接电极的数量是48到236。

8. 根据权利要求7所述的半导体器件,还包括第二导电层,设置在所述第二电极和所述第一导电层之间,

其中,所述第二导电层围绕所述第二电极,并且

其中,所述第二导电层包括与所述第二电极接触的区域和与第二导电半导体层接触的区域。

9. 根据权利要求8所述的半导体器件,还包括绝缘层,设置在所述第二导电层和所述第一导电层之间,

其中,所述绝缘层延伸到所述多个凹槽中,并且

其中,所述绝缘层包括设置在所述多个凹槽中的通孔。

10.根据权利要求9所述的半导体器件,其中,所述多个第一电极设置在所述通孔中。

11.根据权利要求10所述的半导体器件,其中,与所述多个凹槽的顶表面接触的所述绝缘层的一部分在水平方向上的宽度在 $11\mu\text{m}$ 至 $28\mu\text{m}$ 的范围。

12.根据权利要求8所述的半导体器件,还包括第二电极焊盘,设置在所述衬底上并与所述发光结构间隔开,

其中,所述第二电极焊盘电连接到所述第二导电层。

13.根据权利要求12所述的半导体器件,其中,所述第二电极焊盘包括设置在所述第二电极焊盘上的槽,

其中,所述发光结构的顶表面包括图案。

14.根据权利要求9所述的半导体器件,其中,所述第二导电层包括设置在所述第二导电层的下表面上的凹入部分,

其中,所述凹入部分在从所述第二导电层的下表面朝向所述第二导电层的上表面的方向上凹入。

15.根据权利要求14所述的半导体器件,其中,所述第二导电层从所述第二电极的下表面延伸到间隔区域,在所述间隔区域中所述第二电极与所述绝缘层间隔开,

其中,所述凹入部分在垂直方向上与所述间隔区域重叠。

16.根据权利要求15所述的半导体器件,其中,所述绝缘层与所述第二导电层的端部间隔开,以使所述绝缘层设置在所述第二导电半导体层和所述第二导电层之间的第一区域上,并且设置在所述第二导电层和所述第一导电层之间的第二区域上。

17.根据权利要求3所述的半导体器件,其中,所述多个凹槽分别包括内表面,

其中,第二导电表面和所述多个凹槽的内表面之间的下表面的角度在 $90^\circ$ 至 $120^\circ$ 的范围。

18.根据权利要求17所述的半导体器件,其中,所述第一导电半导体层包括邻近所述有源层设置的第一A1包含层,其中,所述第一A1包含层是所述第一导电半导体层中具有最低铝组分的区域,并且所述多个凹槽形成直至所述第一A1包含层,其中所述第一电极电连接所述第一A1包含层。

19.根据权利要求2所述的半导体器件,其中,所述第二电极的顶表面是与所述第二导电半导体层的下表面接触的表面,并且所述多个凹槽的顶表面是设置在所述第一导电半导体层中的端表面。

20.一种半导体器件封装,包括:

本体;以及

半导体器件,设置在所述本体内,

其中,所述半导体器件包括,

衬底;

发光结构,在该发光结构的厚度方向上包括第一导电半导体层、第二导电半导体层、设置在所述第一导电半导体层和所述第二导电半导体层之间的有源层、以及穿过所述第二导电半导体层和所述有源层、以及部分所述第一导电半导体层的多个凹槽;

多个第一电极,电连接到所述第一导电半导体层;以及

第二电极,电连接到所述第二导电半导体层,  
第一导电层,设置在所述发光结构和所述衬底之间,  
第二导电层,设置在所述第二电极和所述第一导电层之间,以及  
第二电极焊盘,设置在所述衬底上并与所述发光结构间隔开,  
其中,所述第一导电半导体层、所述第二导电半导体层和所述有源层分别包括铝,  
其中,所述多个第一电极接触设置在所述多个凹槽的顶表面上的所述第一导电半导体层,  
其中,所述第二电极接触所述第二导电半导体层,  
其中,从所述有源层发射的光具有在100nm至320nm范围的主峰,  
其中,在垂直于厚度方向的水平方向上,多个凹槽的总面积,在发光结构的最大水平截面积的13%至30%的范围内;  
其中,所述第二电极与第二导电半导体层接触的区域在发光结构的最大水平截面积的35%至70%的范围,以及  
其中,所述第二电极焊盘电连接到所述第二导电层。

## 半导体器件

### 技术领域

[0001] 实施例涉及半导体器件。

### 背景技术

[0002] 包括如GaN、AlGaN等化合物的半导体器件具有许多优点,例如,具有宽且可调节的带隙能量,因此,可多样地用作发光器件、受光器件及各种二极管等。

[0003] 特别地,由于薄膜生长技术和器件材料的发展,使用III-V族或II-VI族化合物半导体的发光器件或诸如激光二极管的发光器件可以实现诸如红色、绿色、蓝色及紫外线等各种颜色,并且可以通过使用荧光材料或组合颜色来实施有效的白色光线。这些发光器件与诸如荧光灯、白炽灯等传统光源相比,还具有功耗低、半永久寿命、响应时间快、安全、环保等优点。

[0004] 此外,当诸如光检测器或太阳能电池之类的受光器件使用III-V族或II-VI族化合物半导体被制造时,光电流可以通过器件材料的发展借助各种波长范围内的光吸收而产生。因此,光可以被用在从 $\gamma$ 射线到无线电波长区域的各种波长范围内。而且,受光器件具有响应时间快、稳定、环保和器件材料易于调节的优点,并且可以被容易地用于电源控制或微波电路或通讯模块。

[0005] 因此,半导体器件被广泛地应用到光通信装置的发送模块、替代形成液晶显示装置(LCD)的背光源的冷阴极荧光灯(CCFL)的发光二极管背光源、替代荧光灯泡或白炽灯泡的白色发光二极管灯、汽车前大灯、交通灯、及检测气体或火情的传感器等。此外,半导体器件还可以被广泛地应用到高频应用电路或其他电源控制器件,甚至通讯模块。

[0006] 特别地,发射紫外线波长范围的光的发光器件可以由于其固化作用或灭菌作用而被用于固化、医疗和灭菌的目的。

[0007] 然而,发射紫外线波长的光的发光器件具有高铝组分,因此电流在半导体层中不能很好地扩散。因此,这导致光输出功率的降低和工作电压的增加。

### 发明内容

[0008] 技术问题

[0009] 实施例提供了一种具有增强的光输出功率的半导体器件。

[0010] 另一个实施例提供了一种能够具有可调节的取向角的半导体器件。

[0011] 另一实施例提供了一种具有低工作电压的半导体器件。

[0012] 技术方案

[0013] 根据实施例的半导体器件包括:发光结构,该发光结构包括第一导电半导体层、第二导电半导体层、设置在第一导电半导体层和第二导电半导体层之间的有源层,以及穿过第二导电半导体层和有源层并延伸到第一导电半导体层的一部分的多个凹槽;设置在多个凹槽内并与第一导电半导体层电连接的多个第一电极;以及与第二导电半导体层电连接的第二电极,其中,多个第一电极和第一导电半导体层接触的第一面积与第二电极和第二导

电半导体层接触的第二面积的比例(第一面积:第二面积)范围从1:3至1:10。

[0014] 第一面积可以在发光结构最大水平截面积的7.4%至20%的范围内。

[0015] 第二面积可以在发光结构的最大水平截面积的35%至70%的范围内。

[0016] 多个凹槽可以具有发光结构的最大水平截面积的13%至30%范围内的面积。

[0017] 有源层可以产生紫外线波长的光。

[0018] 凹槽可以各自具有范围从38 $\mu\text{m}$ 至60 $\mu\text{m}$ 的直径。

[0019] 凹槽可以各自具有范围从70度至90度的倾斜角的侧表面。

[0020] 第一电极可以各自具有范围从24 $\mu\text{m}$ 至50 $\mu\text{m}$ 的直径。

[0021] 第一导电半导体层可以包括与有源层相邻设置的低电阻层和设置在低电阻层上的高电阻层。高电阻层可以具有比低电阻层更高的铝组分。第一电极可以设置在低电阻层上。

[0022] 多个凹槽可以各自具有顶表面,该项表面包括第一区域、第二区域和第三区域,所述第一区域中第一电极层与第一导电半导体层接触,所述第二区域中第一绝缘层与第一导电半导体层接触,所述第三区域中第二绝缘层与第一导电半导体层接触。

[0023] 第二区域可以具有范围从11 $\mu\text{m}$ 至28 $\mu\text{m}$ 的宽度。

[0024] 第三区域可以具有范围从1 $\mu\text{m}$ 至4 $\mu\text{m}$ 的宽度。

[0025] 根据本发明另一实施例的半导体器件包括发光结构,该发光结构包括沿第一方向设置的第一导电半导体层、有源层和第二导电半导体层以及穿过第二导电半导体层和有源层并延伸到第一导电半导体层的一部分的多个凹槽;设置在多个凹槽内并与第一导电半导体层电连接的多个第一电极,其中,当垂直于第一方向的方向被定义为第二方向时,多个凹槽在第二方向上的最大截面积在第二方向上发光结构的最大截面面积的20%至30%的范围。

[0026] 本发明的有益效果

[0027] 根据实施例,可以提高半导体器件的光输出功率。

[0028] 还可以调节半导体器件的取向角。

[0029] 还可以降低半导体器件的工作电压。

[0030] 将容易理解,虽然详细描述了本发明的实施例,但是本发明的各种有利的优点和效果不限于以上描述。

## 附图说明

[0031] 图1是根据本发明第一实施例的半导体器件的概念图。

[0032] 图2是图1的A部分的放大图。

[0033] 图3是根据本发明第一实施例的半导体器件的平面图。

[0034] 图4是根据本发明第二实施例的半导体器件的平面图。

[0035] 图5是根据本发明第三实施例的半导体器件的平面图。

[0036] 图6是通过测量根据第一至第三实施例的半导体器件的光输出功率获得的曲线图。

[0037] 图7是通过测量根据第一至第三实施例的半导体器件的工作电压获得的曲线图。

[0038] 图8是根据本发明第四实施例的半导体器件的平面图。

- [0039] 图9是根据本发明第五实施例的半导体器件的平面图。
- [0040] 图10是根据本发明第六实施例的半导体器件的平面图。
- [0041] 图11是根据本发明第七实施例的半导体器件的平面图。
- [0042] 图12是通过测量根据第四至第七实施例的半导体器件的光输出功率获得的曲线图。
- [0043] 图13是通过测量根据第四至第七实施例的半导体器件的工作电压获得的曲线图。
- [0044] 图14是根据本发明第八实施例的半导体器件的平面图。
- [0045] 图15是根据本发明第九实施例的半导体器件的平面图。
- [0046] 图16是根据本发明第十实施例的半导体器件的平面图。
- [0047] 图17是根据本发明第十一实施例的半导体器件的平面图。
- [0048] 图18是根据本发明第十二实施例的半导体器件的平面图。
- [0049] 图19是通过测量根据第九至第十二实施例的半导体器件的光输出功率获得的曲线图。
- [0050] 图20是通过测量根据第九至第十二实施例的半导体器件的工作电压获得的曲线图。
- [0051] 图21是根据本发明的实施例的发光结构的概念图。
- [0052] 图22是通过测量发光结构的铝组分获得曲线图。
- [0053] 图23a和23b是示出根据凹槽数量的变化光输出功率增强的配置的视图。
- [0054] 图24是根据本发明第十三实施例的半导体器件的概念图。
- [0055] 图25是图24的平面图。
- [0056] 图26是沿图25的A-A截取的剖视图。
- [0057] 图27是示出第二导电层的配置的图。
- [0058] 图28是图27的第一改型例。
- [0059] 图29是图27的第二改型例。
- [0060] 图30是根据本发明第十四实施例的半导体器件的概念图。
- [0061] 图31是图30的平面图。
- [0062] 图32是图31的B-1部分的放大图。
- [0063] 图33是图31的B-2部分的放大图。
- [0064] 图34是沿图32的B-B截取的剖视图。
- [0065] 图35是图34的第一改型例。
- [0066] 图36a和图36b是图34的第二改型例。
- [0067] 图37是图33的第三改型例。
- [0068] 图38是根据本发明第十五实施例的半导体器件的概念图。
- [0069] 图39是图38的平面图。
- [0070] 图40是沿图39的C-C截取的剖视图。
- [0071] 图41是图40的第一改型例。
- [0072] 图42是图40的第二改型例。
- [0073] 图43是根据本发明的实施例的半导体器件封装的概念图。
- [0074] 图44是根据第十六实施例的半导体器件的平面图。

- [0075] 图45是沿图44的H-H'截取的半导体器件的剖视图。
- [0076] 图46是示出图45的一部分的详细图。
- [0077] 图47至图49是示出根据第十七至第十九实施例的半导体器件的部分的详细图。
- [0078] 图50是根据第二十实施例的半导体器件的平面图。
- [0079] 图51是沿图50的K-K'截取的半导体器件的剖视图。
- [0080] 图52是示出其中设置有半导体器件的封装的图。
- [0081] 图53是根据本发明的实施例的半导体器件封装的平面图。
- [0082] 图54是图53的改型例。

### 具体实施方式

- [0083] 以下实施例可以修改或彼此组合,并且本发明的范围不限于这些实施例。
- [0084] 即使在其他实施例中描述特定实施例中描述的内容,除非有其他的声明或否认,特定实施例中描述的内容可被理解为与其他实施例相关的内容。
- [0085] 例如,若在特定实施例中描述了元件A的特征,而在其他实施例中描述了元件B的特征,则即使没有明确记载元件A和元件B相结合的实施例,除非另有其他的声明或否认,元件A和元件B相结合的实施例应理解为属于本发明的范围之内。
- [0086] 在实施例的描述中,当一个元件被称为在另一个元件“之上”或“之下”时,两个元件可以直接地彼此接触,或者也可以在这两个元件之间存在一个或多个元件。此外,在此使用的术语“之上”或“之下”可以表示相对于一个元件的向上方向以及向下方向。
- [0087] 下面,参考附图详细描述多个示例性实施例,以便本领域技术人员能够容易地实施。
- [0088] 图1是根据本发明第一实施例的半导体器件的概念图。图2是图1中A部分的放大图。
- [0089] 参照图1,根据实施例的半导体器件包括:发光结构120,包括第一导电半导体层122、第二导电半导体层126和有源层124;与第一导电半导体层122电连接的第一电极142;以及与第二导电半导体层126电连接的第二电极246。
- [0090] 第一导电半导体层122、有源层124和第二导电半导体层126可以沿第一方向(Y方向)设置。这里,将第一方向(Y方向,即各层的厚度方向)定义为垂直方向,并且将垂直于第一方向(Y方向)的第二方向(X方向)定义为水平方向。
- [0091] 根据实施例的发光结构120可以输出紫外线波长的光。例如,发光结构120可以输出近紫外线波长的光(UV-A),远紫外线波长的光(UV-B)或深紫外线波长的光(UV-C)。波长范围可以由发光结构120的铝组分确定。
- [0092] 例如,近紫外线波长的光(UV-A)可以具有320nm至420nm的波长,远紫外线波长的光(UV-B)可以具有280nm至320nm的波长,并且深紫外线波长的光(UV-C)可以具有100nm至280nm的波长。
- [0093] 发光结构120可以包括穿过第二导电半导体层126和有源层124延伸到第一导电半导体层122的一部分的多个凹槽128。
- [0094] 第一电极142可以设置在每个凹槽128的顶部上并且与第一导电半导体层122电连接。第二电极246可以形成在第二导电半导体层126下面。第二电极246可以被凹槽128分隔

开。

[0095] 第一电极142和第二电极246中的每一个可以是欧姆电极。第一电极142和第二电极246中的每一个可以由氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)、氧化铟锌锡(IZTO)、氧化铟铝锌(IAZO)、氧化铟镓锌(IGZO)、氧化铟镓锡(IGTO)、氧化铝锌(AZO)、氧化铟锡(ATO)、氧化镓锌(GZO)、氮化铝(IZON)、Al-Ga ZnO (AGZO)、In-Ga ZnO (IGZO)、ZnO、IrO<sub>x</sub>、RuO<sub>x</sub>、NiO、RuO<sub>x</sub>/ITO、Ni/IrO<sub>x</sub>/Au、Ni/IrO<sub>x</sub>/Au/ITO、Ag、Ni、Cr、Ti、Al、Rh、Pd、Ir、Sn、In、Ru、Mg、Zn、Pt、Au和Hf中的至少一种制成,但不限于此。

[0096] 第二电极焊盘166可以设置在半导体器件的边缘区域中。第二电极焊盘166可以具有凹入的中央部分,因此具有包括凹入部分和凸起部分的顶表面。导线(未示出)可以接合到顶表面的凹入部分。因此,由于接合面积增加,第二电极焊盘166可以牢固地接合到导线。

[0097] 第二电极焊盘166可以反射光。因此,随着第二电极焊盘166越靠近发光结构120,第二电极焊盘166可以具有更高的光提取效率。

[0098] 第二电极焊盘166和发光结构120之间的最短距离可以在5μm至30μm的范围。当最短距离小于10μm时,难以确保工艺裕度。当最短距离大于30μm时,整个器件中的第二电极焊盘166的布置面积增加,因此发光层24的面积可能减小,并且光量可能减少。

[0099] 第二电极焊盘166的凸起部分可以高于有源层126。因此,第二电极焊盘166可以通过将水平方向上从有源层126发出的光向上反射到器件来提高光提取效率并控制取向角。

[0100] 第一绝缘层131在第二电极焊盘166下方部分地开口,以使第二导电层150和第二电极246可以彼此电连接。钝化层180可以形成在发光结构120的顶部和侧面上。钝化层180可以在与第二电极246相邻的区域中或在第二电极246的下部中与第一绝缘层131接触。

[0101] 第二电极246与第二导电层150接触的第一绝缘层131的开口可以具有范围为例如40μm至90μm的宽度d<sub>22</sub>。当宽度d<sub>22</sub>小于40μm时,工作电压可能升高。当宽度d<sub>22</sub>大于90μm时,可能难以确保用于防止第二导电层150暴露的工艺裕度。当第二导电层150从第二电极246暴露时,器件可靠性可能降低。因此,宽度d<sub>22</sub>可以优选地在第二电极246的整个宽度的60%至95%的范围内。

[0102] 参照图2,当发光结构120的铝组分增加时,发光结构120中的电流扩散(current spread)特性可能劣化。而且,与基于GaN的蓝光发光器件相比,有源层124具有发射到侧面的大量光(TM模式)。TM模式可以由紫外线半导体器件执行。

[0103] 根据实施例,与典型的GaN半导体相比,紫外线半导体器件可以形成更多数量的凹槽128,然后将第一电极142设置在每个凹槽128上。

[0104] 第一绝缘层131可以使第一电极142与有源层126和第二导电半导体层127电绝缘。而且,第一绝缘层131可以使第二电极246和第二导电层150与第一导电层165电绝缘。

[0105] 第一绝缘层131可以由选自SiO<sub>2</sub>、Si<sub>x</sub>O<sub>y</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub>、SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>和AlN组成的组中的至少一种材料制成,但不限于此。第一绝缘层131可以形成为单层或多层。例如,第一绝缘层131可以是具有包括Si氧化物或Ti化合物的多层结构的分布式布拉格反射器(DBR)。然而,本发明不限于此,第一绝缘层131可以包括各种反射结构。

[0106] 当第一绝缘层131具有绝缘功能时,第一绝缘层131可以向上反射从有源层124水平发射的光L1,从而提高光提取效率。如下所述,随着凹槽128的数量增加,光提取效率可以增加。

[0107] 第一电极142可以具有范围为 $24\mu\text{m}$ 至 $50\mu\text{m}$ 的直径 $W_3$ 。当满足该范围时,可以有利于扩散电流,并且可以布置大量第一电极142。

[0108] 当第一电极142的直径 $W_3$ 小于 $24\mu\text{m}$ 时,注入第一导电半导体层122的电流可能不足。当直径 $W_3$ 大于 $50\mu\text{m}$ 时,设置在第一导电半导体层122的区域中的第一电极142的数量可能不足,因此在电流扩散特性方面可能是不利的。

[0109] 每个凹槽128可以具有范围从 $38\mu\text{m}$ 到 $60\mu\text{m}$ 的直径 $W_1$ 。凹槽128的直径 $W_1$ 可以定义为形成在第二导电半导体层126的底部的最大直径。

[0110] 当每个凹槽128的直径 $W_1$ 小于 $38\mu\text{m}$ 时,难以确保形成设置在凹槽128内的第一电极142的工艺裕度。当直径 $W_1$ 大于 $60\mu\text{m}$ 时,与第一电极142相邻的发光层124的去除体积增加,因此可能降低发光效率。

[0111] 凹槽128可以具有直径 $W_2$ 在 $30\mu\text{m}$ 至 $58\mu\text{m}$ 的范围内的顶表面143。

[0112] 例如,每个凹槽128的直径 $W_1$ 可以是 $56\mu\text{m}$ ,并且顶表面的直径 $W_2$ 可以是 $54\mu\text{m}$ 。每个凹槽128可以具有范围从70度到90度的倾斜角 $\theta_5$ 。当满足该范围时,这可以有利于在顶表面上形成第一电极142,并且可以形成大量凹槽128。

[0113] 当倾斜角 $\theta_5$ 小于70度时,发光层124的去除体积增加,因此可能降低发光效率。通过利用每个凹槽128的倾斜角 $\theta_5$ ,可以调节第一电极142的面积和第二电极246的面积。

[0114] 第一电极142的厚度 $d_2$ 可以小于第一绝缘层131的厚度 $d_3$ ,并且第一电极142和第一绝缘层131可以具有范围从 $0\mu\text{m}$ 以到 $4\mu\text{m}$ 以的间隔距离 $d_4$ 。

[0115] 当第一电极142的厚度 $d_2$ 小于第一绝缘层131的厚度 $d_3$ 时,可以解决由于在设置第一导电层165时引起的台阶覆盖特性降低导致的诸如分离或裂缝的问题。而且,由于第一电极142和第一绝缘层131具有间隔距离 $d_4$ ,因此可以提高第二绝缘层132的间隙填充特性。

[0116] 第一电极142和第一绝缘层131之间的间隔距离 $d_4$ 可以在 $0\mu\text{m}$ 以至 $4\mu\text{m}$ 以的范围内。

[0117] 当第一电极142与第一绝缘层131之间的间隔距离 $d_4$ 大于 $4\mu\text{m}$ 时,设置在每个凹槽128上的第一绝缘层131的宽度减小。因此,难以确保工艺裕度,因此可靠性可能降低。而且,第一电极142的宽度 $W_3$ 减小得太多以至于工作电压特性可能劣化。每个凹槽128的顶表面143可以包括第一区域 $d_5$ 、第二区域 $d_4$ 和第三区域 $d_6$ ,在所述第一区域 $d_5$ 中第一绝缘层131与第一导电半导体层122接触,在所述第二区域 $d_4$ 中第二绝缘层132与第一导电半导体层122接触,在所述第三区域 $d_6$ 中第一电极142与第一导电半导体层122接触。第三区域 $d_6$ 可以等于第一电极142的宽度 $W$ 。

[0118] 当第一绝缘层142和第二绝缘层132由相同材料制成时,第一绝缘层142和第二绝缘层132可以不通过物理和/或化学组成来区分。在这种情况下,第一区域 $d_5$ 的宽度和第二区域 $d_4$ 的宽度之和可以被定义为第一区域 $d_5$ 的宽度或第二区域 $d_4$ 的宽度。

[0119] 随着第一区域 $d_5$ 变宽,第三区域 $d_6$ 可以变窄,并且随着第一区域 $d_5$ 变宽,第三区域 $d_6$ 可以变宽。

[0120] 第一区域 $d_5$ 的宽度可以在 $11\mu\text{m}$ 至 $28\mu\text{m}$ 的范围内。当宽度小于 $11\mu\text{m}$ 时,难以确保工艺裕度,因此器件可靠性可能降低。当宽度大于 $28\mu\text{m}$ 时,第一电极142的宽度 $W_3$ 减小太多以至于电学特性可能劣化。

[0121] 可以通过调整第一区域 $d_5$ 和第二区域 $d_4$ 的宽度来确定第三区域 $d_6$ 的宽度。为了在器件上均匀地扩散电流并优化电流注入,每个凹槽128的宽度可以在上述范围内自由地设

计。

[0122] 此外,可以通过调整第一区域S5、第二区域d4和第三区域d6的宽度来确定每个凹槽128的面积。当每个凹槽128的面积增加时,第二电极246的设置面积减小。因此,可以确定第一电极142与第二电极246的比率,并且每个凹槽128的宽度可以在上述范围内自由地设计,以通过匹配电子和空穴的密度来优化电流密度。

[0123] 第二电极246可以比第一绝缘层131薄。

[0124] 第二电极246可以与第一绝缘层131间隔第一间隔距离S2,第一间隔距离S2的范围为 $1\mu\text{m}$ 至 $4\mu\text{m}$ 。当第一间隔距离S4小于 $1\mu\text{m}$ 时,难以确保工艺裕度,因此可靠性可能降低。当间隔距离S2大于 $4\mu\text{m}$ 时,第二电极246的设置面积太小以至于工作电压可能升高。

[0125] 第二导电层150可以覆盖第二电极246。因此,第二电极焊盘166、第二导电层150和第二电极246可以形成一个电通道。

[0126] 第二导电层150可以完全围绕第二电极246并且可以与第一绝缘层131的侧表面和顶表面接触。第二导电层150可以由与第一绝缘层131的粘合强度高的材料制成,并且也可以由选自Cr、Al、Ti、Ni和Au组成的组的至少一种材料或其合金制成。第二导电层150可以形成单层或多层。

[0127] 当第二导电层150与第一绝缘层131的侧表面和顶表面接触时,可以提高第二电极246的热学和电学可靠性。而且,第二导电层150可以具有反射功能用于向上反射从第一绝缘层131和第二电极246之间的间隙发射的光。

[0128] 第二导电层150可以设置在第一绝缘层131和第二电极246之间在第二间隔距离处。第二导电层150可以设置为在第二间隔距离处与第二电极246的侧表面和顶表面以及第一绝缘层131的侧表面和顶表面接触。

[0129] 而且,通过第二导电层150与第二导电半导体层126接触形成肖特基结的区域可以在第二间隔距离内。通过形成肖特基结,可以有助于电流的扩散。

[0130] 第二绝缘层132可以使第二电极246和第二导电层150与第一导电层165电绝缘。第一导电层165可以延伸到形成在第二绝缘层132上的凹槽中并且可以电连接到第一电极142。

[0131] 第一绝缘层131可以具有比第二绝缘层132更小的厚度。例如,第一绝缘层131的厚度可以在3,000埃至7,000埃的范围内。当厚度小于3,000埃时,电学可靠性可能降低。当厚度大于7,000埃并且第二导电层150设置在第一绝缘层131的顶表面和侧表面上时,第二导电层150可能具有差的台阶覆盖特性,从而导致分离或裂缝。当引起分离或裂缝时,可能会降低电学可靠性或降低光提取效率。

[0132] 第二绝缘层132的厚度可以在4,000埃至10,000埃的范围内。当厚度小于4,000埃时,当器件工作时电学可靠性可能会劣化。当厚度大于10,000埃时,由于在制造器件时施加到器件的压力或热应力,可靠性可能降低,并且由于长的工艺时间器件的成本也可能增加。第一绝缘层131和第二绝缘层132的厚度不限于此。

[0133] 第一导电半导体层122可以由III-V族或II-VI族化合物半导体制成。而且,第一导电半导体层122可以掺杂第一掺杂剂。第一导电半导体层122可以由选自具有经验式 $\text{In}_{x_1}\text{Al}_{y_1}\text{Ga}_{1-x_1-y_1}\text{N}$  ( $0 \leq x_1 \leq 1, 0 \leq y_1 \leq 1$ , 并且  $0 \leq x_1 + y_1 \leq 1$ ) 的半导体材料中的材料制成,例如,GaN、AlGaN、InGaN、InAlGaN等。而且,第一掺杂剂可以是诸如Si、Ge、Sn、Se和Te的n型掺

杂剂。当第一掺杂剂是n型掺杂剂时,掺杂第一掺杂剂的第一导电半导体层122可以是n型半导体层。

[0134] 第一导电半导体层122可以具有具有相对低的铝组分的低电阻层122a和具有相对高的铝组分的高电阻层122b。高电阻层122b的铝组分可以在60%至70%的范围内,并且低电阻层122a的铝组分可以在40%至50%的范围内。低电阻层122a可以与有源层124相邻设置。

[0135] 第一电极142可以设置在低电阻层122a内。也就是说,优选的是,凹槽128形成在低电阻层122a中。这是因为高电阻层122b具有高铝组分和相对低的电流扩散特性。因此,第一电极142可以与每个凹槽128内的低电阻层122a接触并因此形成欧姆接触,并且发射到高电阻层122b的光不被高电阻层122b吸收,因此可以提高发光效率。

[0136] 有源层124是通过第一导电半导体层122注入的电子(或空穴)与通过第二导电半导体层126注入的空穴(或电子)在其中结合的层。由于电子和空穴之间的复合,有源层124可以转变为较低的能级,并且产生具有与转变相对应的波长的光。

[0137] 有源层124可以具有但不限于单阱结构、多阱结构、单量子阱结构、多量子阱(MQW)结构、量子点结构和量子线结构中的任何一种。有源层可以含有Al。

[0138] 第二导电半导体层126可以形成在有源层124上,并且可以由III-V族或II-VI族化合物半导体制成。而且,第二导电半导体层127可以掺杂第二掺杂剂。第二导电半导体层126可以由具有经验式 $\text{In}_{x_5}\text{Al}_{y_2}\text{Ga}_{1-x_5-y_2}\text{N}$  ( $0 \leq x_5 \leq 1, 0 \leq y_2 \leq 1$ , 并且  $0 \leq x_5 + y_2 \leq 1$ ) 的半导体材料或选自AlInN、AlGaAs、GaP、GaAs、GaAsP和AlGaInP的材料制成。当第二掺杂剂是诸如Mg、Zn、Ca、Sr和Ba的p型掺杂剂时,掺杂第二掺杂剂的第二导电半导体层126可以是p型半导体层。

[0139] 当第二导电半导体层126由AlGaN制成时,由于低导电性,可能不便于空穴注入。因此,具有相对高的导电性并且具有与第二导电半导体层126相同极性的GaN可以设置在第二导电半导体层126的底部上。然而,本发明不限于此。如下所述,与第二电极接触的第二导电半导体层126的表面层可以由AlGaN制成。

[0140] 再次参照图1,第二导电层150可以将第二电极246电连接到第二电极焊盘166。

[0141] 第二导电层150可以由选自Cr、Al、Ti、Ni和Au组成的组中的至少一种材料或其合金制成。而且,第二导电层150可以形成为单层或多层。

[0142] 可以根据发光结构120的底表面的形状和凹槽128的形状来设置第一导电层165和结层(junction layer)160。第一导电层165可以由具有高反射率的材料制成。例如,第一导电层165可以包含铝。当第一导电层165包含铝时,第一导电层165可用于将从有源层124发射的光向上反射向衬底170,从而提高光提取效率。

[0143] 结层160可以包含导电材料。例如,结层160可以包含选自金、锡、铟、铝、硅、银、镍和铜组成的组的材料或其合金。

[0144] 衬底170可以由导电材料制成。例如,衬底170可以包含金属或半导体材料。衬底170可以由具有高导电率和/或导热率的金属制成。在这种情况下,半导体器件工作期间产生的热量可以快速释放到外部。

[0145] 衬底170可包含选自硅、钼、钨、铜和铝组成的组的材料或其合金。

[0146] 第二电极焊盘166可以由导电材料制成。第二电极焊盘166可以具有单层或多层结构,并且可以包含钛Ti、镍Ni、银Ag和金Au。例如,第二电极焊盘166可以具有Ti/Ni/Ti/Ni/

Ti/Au的结构。

[0147] 钝化层180可以设置在发光结构120的顶表面和侧表面上。钝化层180可以具有范围从2,000埃到5,000埃的厚度。当厚度小于2,000埃时,厚度不足以保护器件免受外部湿气或外来物质的影响,因此可能会降低器件的光学和电学可靠性。当厚度大于5,000埃时,由于施加到器件的应力增加,光学和电学可靠性可能降低,或者由于长的工艺时间,器件成本可能增加。

[0148] 方波图案可以形成在发光结构120的顶部上。方波图案可以提高从发光结构120发射的光的提取效率。方波图案可以具有取决于紫外线波长的不同而具有不同的平均高度。对于UV-C,平均高度范围为300nm至800nm。当平均高度在500nm至600nm的范围内时,可以提高光提取效率。

[0149] 图3是根据本发明第一实施例的半导体器件的平面图。图4是根据本发明第二实施例的半导体器件的平面图。图5是根据本发明第三实施例的半导体器件的平面图。图6是通过测量根据第一至第三实施例的半导体器件的光输出功率获得的曲线图。图7是通过测量根据第一至第三实施例的半导体器件的工作电压获得的曲线图。

[0150] 参考图3,当铝组分增加时,电流扩散特性可能劣化。因此,电流可能仅扩散到与第一电极142相邻的点,并且电流密度可能在远离电极142的点处快速减小。因此,有效发光区域P2可能变窄。从与具有最高电流密度的第一电极142相邻的点到具有40%或更小的电流密度的边界点的区域可以被定义为有效发光区域P2。例如,可以将距每个凹槽128的中心间隔 $5\mu\text{m}$ 至 $40\mu\text{m}$ 的点定义为边界点。但是,注入的电流水平可能会根据铝组分而变化。

[0151] 特别地,低电流密度区域P3(即相邻的第一电极142之间的区域)具有低电流密度,因此可能几乎不会有助于发光。因此,根据实施例,可以在具有低电流密度的低电流密度区域C3中设置更多数量的第一电极142,从而提高光输出功率。

[0152] 例如,从图4中可以看出,与图4相比,可以减小低电流密度区域P3的面积。而且,从图5可以看出,与图4相比,可以进一步减小低电流密度区域P3的面积。

[0153] 通常,由于GaN半导体层具有相对良好的电流扩散特性,因此优选使凹槽的面积和第一电极的面积最小化。这是因为有源层的面积随着凹槽的面积和第一电极的面积的增加而减小。然而,根据一个实施例,由于铝组分高,电流扩散特性相对较低。因此,优选的是在牺牲有源层的面积的同时增加第一电极的数量。

[0154] 凹槽的直径W1与整个芯片的尺寸的比率可以在1:0.038至1:0.060的范围内。当该比率小于1:0.038时,难以确保形成设置在每个凹槽128内的第一电极142的工艺裕度。当该比率大于1:0.060时,与第一电极142相邻的发光层124的去除体积增加,因此可能降低发光效率。例如,芯片的尺寸可以是 $1,000\mu\text{m}$ ,但不限于此。

[0155] 而且,第一电极的直径W3与整个芯片的尺寸的比率可以在1:0.024至1:0.050的范围内。当该比率小于1:0.024时,注入第一导电半导体层122的电流可能不足。当比率大于1:0.050时,设置在第一导电半导体层122的区域中的第一电极142的数量可能不足,因此在电流扩散特性方面可能是不利的。

[0156] 参照图6,从第二实施例(其中凹槽128的数量为31)可以看出,光输出功率提高到第一实施例的光输出功率(100%)的114.7%,第一实施例中凹槽128的数量是14。而且,可以看出,当凹槽的数量为44时,光输出功率提高到140.1%。也就是说,可以看出虽然有源层

的整体面积减小了,但是参与光发射的有源层的面积增加了。

[0157] 参照图7,从第二实施例(其中凹槽128的数量为31)可以看出,工作电压降低到第一实施例的工作电压(100%)的87%,第一实施例中凹槽128的数量是14。而且,可以看出,当凹槽的数量为44时,工作电压降低到78%。也就是说,可以看出,由于第一电极的总面积增加电流扩散特性提高,从而降低了工作电压。

[0158] 图8是根据本发明第四实施例的半导体器件的平面图。图9是根据本发明第五实施例的半导体器件的平面图。图10是根据本发明第六实施例的半导体器件的平面图。图11是根据本发明第七实施例的半导体器件的平面图。图12是通过测量根据第四至第七实施例的半导体器件的光输出功率获得的曲线图。图13是通过测量根据第四至第七实施例的半导体器件的工作电压获得的曲线图。

[0159] 如图8所示,当凹槽128的数量是48时,凹槽128可以以Z字形布置,而不是在水平或垂直方向上笔直地布置。在这种情况下,可以看出,可以进一步减小低电流密度区域P3的面积。

[0160] 参照图9至图11,可以看出,当凹槽128的数量超过62时,有效发光区域P2彼此重叠。因此,大部分有源层可以参与发光。

[0161] 多个第一电极142与第一导电半导体层122接触的第一面积可以在发光结构120的最大水平截面积的7.4%至20%或10%至20%的范围。第一面积可以是第一电极142与第一导电半导体层122接触的总面积。

[0162] 当多个第一电极142的第一面积小于7.4%时,电流扩散特性不足,因此光输出功率降低。当第一面积大于20%时,有源层126和第二电极246的面积过度减小,因此工作电压升高并且光输出功率降低。

[0163] 而且,多个凹槽128的总面积可以在发光结构120的最大水平截面积的13%至30%的范围内。当凹槽128的总面积不在该范围内时,难以将第一电极142的总面积保持在7.4%至20%的范围内。而且,工作电压增加并且光输出功率降低。

[0164] 第二电极246与第二导电半导体层126接触的第二区域可以在发光结构120的最大水平截面积的35%至70%的范围内。第二区域可以是第二电极246与第二导电半导体层126接触的总面积。

[0165] 当第二面积小于35%时,第二电极的面积太小以至于工作电压可能升高并且空穴注入效率可能降低。当第二面积超过70%时,第一面积不能被有效地加宽,因此电子注入效率可能降低。

[0166] 也就是说,第一面积与第二面积成反比。当凹槽的数量增加以增加第一电极的数量时,第二电极的面积减小。为了提高光输出功率,应该平衡电子和空穴的扩散特性。因此,重要的是要确定第一面积和第二面积之间的适当的比率。

[0167] 参照图12,可以看出,当与光输出功率为100%且凹槽128的数量为48的第四实施例相比时,当凹槽128的数量增加时,光输出功率提高。而且,参照图13,可以看出,当与光输出功率为100%且凹槽128的数量为48的第四实施例相比时,当凹槽128的数量增加时,工作电压降低。

[0168] 如下表1所示,测量第一至第七实施例的发光结构的面积、p-欧姆电极的面积(第二面积)、凹槽的面积、n-欧姆电极的面积(第一面积)和凹槽的数量。

[0169] 发光结构的最大水平面积可以是通过将发光结构的面积和凹槽的面积求和而获得的面积。也就是说,发光结构的最大水平面积(发光结构和凹槽的面积之和)可以是100%,并且可以基于发光结构的最大水平面积来计算每个面积。

[0170] 发光结构的面积可以是除了凹槽的面积之外的发光结构的最大面积。也就是说,随着凹槽的面积增加,发光结构的面积减小。

[0171] 凹槽的面积是凹槽占据的总面积的部分。

[0172] p-欧姆电极的面积可以是随着凹槽的数量增加第二电极的面积减小的部分。

[0173] n-欧姆电极的面积可以是随着凹槽128的数量增加第一电极的面积减小的部分。

[0174] 表1

	发光结构面积 [%]	p-欧姆电极面积 [%]	凹槽面积 [%]	n-欧姆电极面积 [%]	面积比例 (n 电极:P 电极)	凹槽数量
实施例 1	96.1	88.1	3.9	2.2	1:40	14
实施例 2	91.3	79.4	8.7	4.8	1:16.5	31
实施例 3	87.5	73.5	12.5	7.0	1:10.5	44
实施例 4	86.4	70.7	13.6	7.4	1:9.55	48
实施例 5	82.4	63.4	17.6	9.7	1:6.53	62
实施例 6	78.1	55.6	21.9	12.1	1:4.59	77
实施例 7	72.5	45.6	27.5	15.1	1:3.01	96

[0175] 参照第一至第七实施例,可以看出,随着凹槽128的数量增加,发光结构的面积和第二电极(p-欧姆电极)的面积减小,凹槽128的总面积和第一电极(n-欧姆电极)的面积逐渐增加。

[0176] 多个第一电极142与第一导电半导体层接触的第一面积与第二电极246与第二导电半导体层接触的第二面积(第一面积:第二面积)的比率可以在1:3至1:7的范围内。

[0177] 当面积比率大于1:10时,第一面积相对较小以至于电流扩散特性可能劣化。例如,在第一实施例中,第一面积仅为约1.8%,因此可能降低电流注入效率。因而,仅在与第一电极相邻的区域中发光。

[0178] 在第一至第七实施例中,可以以相同的方式控制芯片的尺寸、凹槽的尺寸和第一电极的尺寸。例如,凹槽128可以具有56 $\mu\text{m}$ 的直径,并且第一电极可以具有42 $\mu\text{m}$ 的直径。随着凹槽的数量和第一电极的数量增加,第一面积增加而第二面积减小。

[0179] 图14是根据本发明第八实施例的半导体器件的平面图。图15是根据本发明第九实施例的半导体器件的平面图。图16是根据本发明第十实施例的半导体器件的平面图。图17是根据本发明第十一实施例的半导体器件的平面图。图18是根据本发明第十二实施例的半导体器件的平面图。图19是通过测量根据第九至第十二实施例的半导体器件的光输出功率获得的曲线图。图20是通过测量根据第九至第十二实施例的半导体器件的工作电压获得的曲线图。

[0180] 参考图16,凹槽128的直径减小以将凹槽128的数量增加到181。例如,凹槽128可以具有38 $\mu\text{m}$ 的直径W13,并且第一电极可以具有24 $\mu\text{m}$ 的直径W32。

[0181] 而且,参考图18,进一步减小凹槽128的直径以将凹槽128的数量增加到236。例如,凹槽128可以具有32 $\mu\text{m}$ 的直径W13,并且第一电极可以具有20 $\mu\text{m}$ 的直径W33。

[0183] 参照图19,可以看出,当凹槽128的数量增加到181和208时,光输出功率略高于第九实施例的光输出功率(100%)。但是,可以看出,当凹槽128的数量增加到236时,光输出功率减小。

[0184] 参照图20,可以看出,当凹槽128的数量增加到181和236时,工作电压高于第九实施例的工作电压。

[0185] 如下表2所示,测量了第八至第十二实施例的发光结构的面积、p-欧姆电极的面积、凹槽的总面积、n-欧姆电极的总面积和凹槽的数量。

[0186] 如表1中所定义的,发光结构的最大水平面积可以通过将发光结构的面积与凹槽的面积相加而获得的面积。也就是说,发光结构的最大水平面积(发光结构和凹槽的面积之和)可以是100%,并且可以基于发光结构的最大水平面积来计算每个面积。

[0187] 表2

	发光结构面积[%]	p-欧姆电极面积[%]	凹槽面积[%]	n-欧姆电极面积[%]	面积比例(n电极:P电极)	凹槽数量
[0188] 实施例 8	85.4	69.4	14.6	8.2	1:8.4	48
实施例 9	71.5	60.7	28.5	16.0	1:3.78	100
实施例 10	75.9	42.9	24.1	9.6	1:4.46	181
实施例 11	72.3	35.0	27.7	11.0	1:3.18	208
实施例 12	77.6	36.5	22.4	8.7	1:4.19	236

[0189] 参照表2,从第十到第十二实施例可以看出,尽管凹槽128的数量增加,但凹槽128的总面积和第一电极的总面积减小。

[0190] 也就是说,可以看出,即使通过减小凹槽128和第一电极142的直径设置大量的凹槽128和第一电极142,也难以将第一面积与第二面积的比率保持在1:3以下。

[0191] 总结表1和表2,当多个第一电极和第一导电半导体层接触的第一面积与第二电极和第二导电半导体层接触的第二面积的比率(第一面积:第二面积)在1:3至1:7m的范围内时,可以优化凹槽的数量或面积,从而便于生产并且还有效地提高光输出功率。还可以有效地降低工作电压。

[0192] 可以以各种方式控制第一面积与第二面积的比率。例如,当凹槽的数量或面积增加时,第一面积可以增加,第二面积可以减小。

[0193] 然而,本发明不限于此,并且可以通过控制各种因素来调整第一面积与第二面积的比率。

[0194] 例如,如图2所示,可以通过控制设置在凹槽顶部的第一绝缘层的宽度d5来控制第一电极的面积,并且可以通过控制第二电极246和第一绝缘层131(延伸到第二导电半导体层126的下部)之间的间隔距离来控制第二电极的面积。

[0195] 在第九至第十一实施例中,当形成在第二导电半导体层上的凹槽的总面积被控制在发光结构的最大水平截面积的20%至30%的范围内时,可以有效地提高光输出功率和降低工作电压。

[0196] 多个凹槽可以具有大于9.0 $\mu\text{m}$ 或13.5 $\mu\text{m}$ 的间隔。作为测量的结果,第二电极之间的间隔(凹槽之间的间隔)在第八实施例中为56 $\mu\text{m}$ 、在第九实施例中为19 $\mu\text{m}$ 、在第十实施例中

为13.5 $\mu\text{m}$ 、在第十一实施例中为9.0 $\mu\text{m}$ 和在第十二实施例中为8.5 $\mu\text{m}$ 。对于第十到第十二实施例,虽然有源层的面积减小,但第二电极之间的间隔变窄。因此,光输出功率降低,并且工作电压增加。

[0197] 图21是根据本发明的实施例的发光结构的概念图。图22是通过测量图21的发光结构的铝组分获得的图。

[0198] 根据实施例的发光结构120可以输出紫外线波长的光。例如,发光结构120可以输出近紫外线波长的光(UV-A),远紫外线波长的光(UV-B)或深紫外线波长的光(UV-C)。波长范围可以由发光结构120的铝组分确定。

[0199] 例如,近紫外线波长的光(UV-A)可以具有320nm至420nm的波长,远紫外线波长的光(UV-B)可以具有280nm至320nm的波长,并且深紫外线波长的光(UV-C)可以具有100nm至280nm的波长。

[0200] 参照图21,根据实施例的半导体器件包括发光结构120,发光结构120包括第一导电半导体层124、第二导电半导体层127、以及设置在第一导电半导体层124和第二导电半导体层127之间的有源层126。

[0201] 第一导电半导体层124可以由III-V族或II-VI族化合物半体制成并且可以掺杂第一掺杂剂。第一导电半导体层124可以由选自具有经验式 $\text{In}_{x1}\text{Al}_{y1}\text{Ga}_{1-x1-y1}\text{N}$  ( $0 \leq x1 \leq 1, 0 \leq y1 \leq 1$ , 并且  $0 \leq x1+y1 \leq 1$ ) 的半导体材料中的材料制成,例如, $\text{GaN}$ 、 $\text{AlGaN}$ 、 $\text{InGaN}$ 、 $\text{InAlGaN}$ 等。而且,第一掺杂剂可以是诸如Si、Ge、Sn、Se和Te的n型掺杂剂。当第一掺杂剂是n型掺杂剂时,掺杂第一掺杂剂的第一导电半导体层124可以是n型半导体层。

[0202] 有源层126设置在第一导电半导体层124和第二导电半导体层127之间。有源层126是通过第一导电半导体层124注入的电子(或空穴)与通过第二导电半导体层127注入的空穴(或电子)在其中结合的层。由于电子和空穴之间的复合,有源层126可以转变为较低的能级,并且产生具有紫外线波长的光。

[0203] 有源层126可以具有但不限于单阱结构、多阱结构、单量子阱结构、多量子阱(MQW)结构、量子点结构和量子线结构中的任何一种。

[0204] 第二导电半导体层127可以形成在有源层126上,并且可以由III-V族或II-VI族化合物半体制成。而且,第二导电半导体层127可以掺杂第二掺杂剂。第二导电半导体层127可以由具有经验式 $\text{In}_{x5}\text{Al}_{y2}\text{Ga}_{1-x5-y2}\text{N}$  ( $0 \leq x5 \leq 1, 0 \leq y2 \leq 1$ , 并且  $0 \leq x5+y2 \leq 1$ ) 的半导体材料或选自 $\text{AlInN}$ 、 $\text{AlGaAs}$ 、 $\text{GaP}$ 、 $\text{GaAs}$ 、 $\text{GaAsP}$ 和 $\text{AlGaInP}$ 的材料制成。当第二掺杂剂是诸如Mg、Zn、Ca、Sr和Ba的p型掺杂剂时,掺杂第二掺杂剂的第二导电半导体层127可以是p型半导体层。

[0205] 第二导电半导体层127可以包括具有高铝组分的2-1导电半导体层127a和具有相对低铝组分的2-2导电半导体层127b。

[0206] 可以使第二电极246与2-2导电半导体层127b欧姆接触。第二电极246可以包括具有相对低的紫外线光吸收的透明电极。例如,第二电极246可以由ITO形成,但不限于此。

[0207] 电流可以从第二导电层150注入到第二导电半导体层127中。而且,第二导电层150可以反射从有源层126发射的光。

[0208] 根据一个实施例,第二电极246可以与具有大于紫外线波长能量的带隙的半导体层(例如,P-AlGaN)直接接触。传统上而言,第二电极246设置在具有小带隙的GaN层上以便于欧姆连接,因此大部分紫外线的光被GaN层吸收。然而,根据实施例,第二电极246与P-

AlGa<sub>N</sub>直接欧姆接触,因此大部分光可以穿过第二导电半导体层127。

[0209] 然而,大多数第二电极吸收紫外线光。因此,需要在保持第二电极的欧姆接触的同时提高光提取效率。

[0210] 参照图22,电子阻挡层129可以设置在有源层126和第二导电半导体层127之间。电子阻挡层129可以阻挡从第一导电半导体层124提供的电子流出到第二导电半导体层127,因此,增加了有源层126中的电子和空穴彼此再复合的可能性。电子阻挡层129可以具有比有源层126和/或第二导电半导体层127更高的能带隙。

[0211] 电子阻挡层129可以由选自具有经验式 $\text{In}_{x1}\text{Al}_{y1}\text{Ga}_{1-x1-y1}\text{N}$  ( $0 \leq x1 \leq 1, 0 \leq y1 \leq 1$ , 并且  $0 \leq x1+y1 \leq 1$ ) 的半导体材料中的材料制成,例如,AlGa<sub>N</sub>、InGa<sub>N</sub>、InAlGa<sub>N</sub>等,但不限于此。电子阻挡层129可以具有交替设置在其中的具有高铝组分的第一层129b和具有低铝组分的第二层129a。

[0212] 第一导电半导体层124、包括势垒层126b和阱层126a的有源层126、2-1导电半导体层127a和2-2导电半导体层127b都可以包含铝。因此,第一导电半导体层124、势垒层126b、阱层126a、2-1导电半导体层127a和2-2导电半导体层127b可以由AlGa<sub>N</sub>制成。然而,本发明不限于此。

[0213] 2-1导电半导体层127a可以具有大于10nm且小于200nm的厚度。当2-1导电半导体层127a的厚度小于10nm时,其电阻在水平方向上增加,因此电流注入效率可能降低。而且,当2-1导电半导体层127a的厚度大于200nm时,其电阻在垂直方向上增加,因此电流注入效率可能降低。

[0214] 2-1导电半导体层127a可以具有比阱层126a更高的铝组分。为了产生紫外线的光,阱层126a的铝组分可以在约30%至约50%的范围内。当2-1导电半导体层127a具有比阱层126a低的铝组分时,2-1导电半导体层127a吸收光,因此光提取效率可能降低。

[0215] 2-1导电半导体层127a的铝组分可以大于40%且小于80%。当2-1导电半导体层127a的铝组分小于40%时,出现2-1导电半导体层127a吸收光的情况。当2-1导电半导体层127a的铝组分大于80%时,电流注入效率可能劣化。例如,当阱层126a的铝组分为30%时,2-1导电半导体层127a的铝组分可为40%。

[0216] 2-2导电半导体层127b可以具有比在多个阱层126a中具有最低铝组分的层更低的铝组分。当2-2导电半导体层127b具有比阱层126a更高的铝组分时,第二电极和2-2导电半导体层127b之间的电阻增加,因此可能难以充分地注入电流。

[0217] 2-2导电半导体层127b的铝组分可以大于1%且小于50%。当铝组分大于50%时,2-2导电半导体层127b可能不能与p-欧姆电极充分地欧姆接触。当铝组分小于1%时,铝组分几乎是Ga<sub>N</sub>组合物,因此2-2导电半导体层127b吸收光。

[0218] 2-2导电半导体层127b的厚度可以大于1nm且小于30nm。如上所述,2-2导电半导体层127b具有足够低的铝组分以形成欧姆接触,因此可以吸收紫外线光。因此,就光输出功率而言,控制2-2导电半导体层127b尽可能薄是有利的。

[0219] 当将2-2导电半导体层127b的厚度控制为1nm或更小时,2-2导电半导体层127b很薄以至于2-2导电半导体层127b可以不设置在一些部分中,并且此外,2-1导电半导体层127a可以从发光结构120部分地暴露。因此,2-2导电半导体层127b可能难以形成为单层并且还起到其作用。而且,当厚度大于30nm时,吸收的光量太大以至于光输出功率效率可能降

低。

[0220] 2-2导电半导体层127b可以包括2-3导电半导体层127c和2-4导电半导体层127d。2-3导电半导体层127c可以是与p-欧姆电极接触的表面层,2-4导电半导体层127d可以是用于调节铝组分的层。

[0221] 2-4导电半导体层127d可以设置在具有相对高铝含量的2-1导电半导体层127a和具有相对低铝含量的2-3导电半导体层127c之间。因此,可以防止由于铝含量的快速变化导致的结晶度的劣化。

[0222] 2-3导电半导体层127c的铝组分可以大于1%且小于20%。或者,铝组分可以大于1%且小于10%。

[0223] 当铝组分小于1%时,2-3导电半导体层127c可能具有太高的光吸收率。当铝组分大于20%时,第二电极(p-欧姆电极)的接触电阻增加,因此电流注入效率可能降低。

[0224] 然而,本发明不限于此,并且可以考虑电流注入特性和光吸收率来调整2-3导电半导体层127c的铝组分。或者,可以根据产品所需的光输出功率来调节铝组分。

[0225] 例如,当电流注入特性比光吸收率更重要时,铝组分可以调节到1%至10%的范围内。当产品中的光输出功率特性比电学特性更重要时,2-3导电半导体层127c的铝组分可以调节到1%至20%的范围内。

[0226] 当2-3导电半导体层127c的铝组分大于1%且小于20%时,2-3导电半导体层127c和第二电极之间的电阻减小,因此工作电压降低。因此,可以提高电学特性。2-3导电半导体层127c的厚度可以大于1nm且小于10nm。因此,可以减轻光吸收问题。

[0227] 2-2导电半导体层127b可以具有比2-1导电半导体层127a更小的厚度。2-1导电半导体层127a的厚度和2-2导电半导体层127b的厚度可以具有1.5:1至20:1范围的比率。当厚度比率小于1.5:1时,2-1导电半导体层127a太薄以至于电流注入效率可能降低。而且,当厚度比率大于20:1时,2-2导电半导体层127b太薄以至于欧姆可靠性可能降低。

[0228] 2-1导电半导体层127a可以具有随着远离有源层126而减小的铝组分。此外,2-2导电半导体层127b可以具有随着远离有源层126而减小的铝组分。因此,2-3导电半导体层127c的铝组分可以在1%至10%的范围内。

[0229] 然而,本发明不限于此,2-1导电半导体层127a和2-2导电半导体层127b的铝组分可以包括一些没有减少的部分,而不是连续减少。

[0230] 在这种情况下,2-2导电半导体层127b可以具有比2-1导电半导体层127a更大的铝组分减少。也就是说,2-2导电半导体层127b在厚度方向上的铝组分可以具有比2-1导电半导体层127a更大的变化。这里,厚度方向可以指从第一导电半导体层124到第二导电半导体层127的方向或从第二导电半导体层127到第一导电半导体层124的方向。

[0231] 2-1导电半导体层127a应该具有比2-2导电半导体层127b更大的厚度并且具有比阱层126a更高的铝组分。因此,2-1导电半导体层127a的铝组分可以相对逐渐减少。

[0232] 然而,2-2导电半导体层127b具有小的厚度并且铝组分的变化大。因此,2-2导电半导体层127b可以具有相对高的铝组分减少。

[0233] 图23a和23b是示出根据凹槽数量的变化光输出功率增强的配置的视图。

[0234] 当发光结构120的铝组分增加时,发光结构120中的电流扩散特性可能劣化。而且,与基于GaN蓝光发光器件相比,有源层124具有发射到侧面的大量光(TM模式)。TM模式可以

由紫外线半导体器件执行。

[0235] 与蓝色GaN半导体器件相比,紫外线半导体器件具有降低的电流扩散特性。因此,与蓝色GaN半导体器件相比,紫外线半导体器件需要具有设置在其中的相对大量的第一电极142。

[0236] 当铝组分增加时,电流扩散特性可能劣化。参考图23a,电流仅扩散到与第一电极142相邻的点,并且电流密度可能在远离电极142的点处快速减小。因此,有效发光区域P2可能变窄。

[0237] 有效发光区域P2可以被定义为从具有最高电流密度的第一电极142的中心到具有40%或更小的电流密度的边界的区域。例如,取决于注入的电流和铝组分的水平,可以将有效发光区域P2调节到距每个凹槽128的中心40 $\mu\text{m}$ 以内。

[0238] 低电流密度区域P3可以具有低电流密度,因此可能几乎不会有助于发光。因此,根据实施例,可以通过将较大数量的第一电极142放置在具有低电流密度的低电流密度区域P3中或者通过使用反射结构来提高光输出功率。

[0239] 通常,由于GaN半导体层具有相对良好的电流扩散特性,因此优选使凹槽128的面积和第一电极142的面积最小化。这是因为有源层126的面积随着凹槽128和第一电极142的面积的增加而减小。然而,根据一个实施例,由于铝组分高,电流扩散特性相对较低。因此,可以优选的是将反射结构放置在低电流密度区域P3中并通过增加第一电极142的数量同时牺牲有源层126的面积来减小低电流密度区域P3。

[0240] 参考图23b,当凹槽128的数量是48时,凹槽128可以以Z字形布置,而不是在水平或垂直方向上笔直地布置。在这种情况下,可以看出,可以进一步减小低电流密度区域P3的面积,因此大部分有源层126可以参与发光。

[0241] 当凹槽128的数量在70到110的范围内时,可以有效地扩散电流,因此还可以降低工作电压并提高光输出功率。对于发射UV-C光的半导体器件,当凹槽128的数量小于70时,电学特性和光学特性可能劣化。当凹槽128的数量大于110时,可以提高电学特性,但是由于发光层的体积减小光学特性可能劣化。在这种情况下,每个凹槽128可以具有20 $\mu\text{m}$ 至70 $\mu\text{m}$ 范围内的直径。

[0242] 上述配置可以应用于凹槽的面积、第一电极的面积、第二电极的面积以及它们之间的比率。

[0243] 图24是根据本发明第十三实施例的半导体器件的概念图。

[0244] 已经参考图21或图22描述的发光结构120的配置可以应用于图24的发光结构120。

[0245] 多个凹槽128可以通过有源层126从第二导电半导体层127的第一表面延伸到第一导电半导体层124的一部分。第一绝缘层131可以设置在每个凹槽128内部以使第一导电层165与第二导电半导体层127和有源层126电绝缘。

[0246] 第一电极142可以设置在每个凹槽128的顶部上并且与第一导电半导体层124电连接。第二电极246可以形成在第二导电半导体层127下面。

[0247] 如上所述,第二导电半导体层127与第二电极246接触的第一表面127G可以具有1%至10%范围的铝组分,因此可以促进电流的注入。

[0248] 第一电极142和第二电极246中的每一个可以是欧姆电极。第一电极142和第二电极246中的每一个可以由氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)、氧化铟锌锡(IZTO)、氧化铟铝锌

(IAZO)、氧化镓镓锌(IGZO)、氧化镓镓锡(IGTO)、氧化铝锌(AZO)、氧化铟锡(ATO)、氧化镓锌(GZO)、氮化铝(IZON)、Al-Ga ZnO (AGZO)、In-Ga ZnO (IGZO)、ZnO、IrO<sub>x</sub>、RuO<sub>x</sub>、NiO、RuO<sub>x</sub>/ITO、Ni/IrO<sub>x</sub>/Au、Ni/IrO<sub>x</sub>/Au/ITO、Ag、Ni、Cr、Ti、Al、Rh、Pd、Ir、Sn、In、Ru、Mg、Zn、Pt、Au和Hf中的至少一种制成,但不限于此。

[0249] 第二电极焊盘166可以设置在半导体器件的边缘区域中。第二电极焊盘166可以具有凹入的中央部分,因此具有包括凹入部分和凸起部分的顶表面。导线(未示出)可以接合到顶表面的凹入部分。因此,由于接合面积增加,第二电极焊盘166与导线可以彼此牢固地接合。

[0250] 第二电极焊盘166可以反射光。因此,当第二电极焊盘166更靠近发光结构120时,可以提高光提取效率。

[0251] 第二电极焊盘166的凸起部分可以高于有源层126。因此,第二电极焊盘166可以通过将在水平方向上从有源层126发射的光向上反射到器件来提高光提取效率并控制取向角。

[0252] 第一绝缘层131在第二电极焊盘166下方部分地开口,以使第二导电层150和第二电极246可以彼此电连接。

[0253] 钝化层180可以形成在发光结构120的顶部和侧面上。钝化层180可以在与第二电极246相邻的区域中或在第二电极246的下部中与第一绝缘层131接触。

[0254] 第二电极焊盘166与第二导电层150接触的第一绝缘层131的开口可以具有范围为例如40μm至90μm的宽度d22。当宽度d22小于40μm时,工作电压可能升高。当宽度d22大于90μm时,可能难以确保用于防止第二导电层150暴露的工艺裕度。当第二导电层150暴露到第二电极246外部时,可能会降低器件的可靠性。因此,宽度d22可以优选地在第二电极焊盘166的整个宽度的60%至95%的范围内。

[0255] 第一绝缘层131可以使第一电极142与有源层126和第二导电半导体层127电绝缘。此外,第一绝缘层131可以使第二导电层150与第一导电层165电绝缘。

[0256] 第一绝缘层131可以由选自SiO<sub>2</sub>、Si<sub>x</sub>O<sub>y</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub>、SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>和AlN组成的组中的至少一种材料制成,但不限于此。第一绝缘层131可以形成为单层或多层。例如,第一绝缘层131可以是具有包括Si氧化物或Ti化合物的多层结构的分布式布拉格反射器(DBR)。然而,本发明不限于此,第一绝缘层131可以包括各种反射结构。

[0257] 当第一绝缘层131执行反射功能时,第一绝缘层131可以向上反射从有源层126水平发射的光,从而提高光提取效率。随着凹槽128的数量增加,紫外线半导体器件可以比发射蓝光的半导体器件具有更有效的光提取效率。

[0258] 第二导电层150可以覆盖第二电极246。因此,第二电极焊盘166、第二导电层150和第二电极246可以形成一个电通道。

[0259] 第二导电层150可以覆盖第二电极246并且可以与第一绝缘层131的侧表面和顶表面接触。第二导电层150可以由与第一绝缘层131的粘合强度高的材料制成,并且也可以由选自Cr、Al、Ti、Ni和Au组成的组的至少一种材料或其合金制成。第二导电层150可以形成为单层或多层。

[0260] 当第二导电层150与第一绝缘层131的侧表面和顶表面接触时,可以提高第二电极246的热学和电学可靠性。而且,第二导电层150可以具有反射功能用于向上反射从第一绝

缘层131和第二电极246之间的间隙发射的光。

[0261] 第二绝缘层132可以使第二导电层150与第一导电层165电绝缘。第一导电层165可以穿过第二绝缘层132电连接到第一电极142。

[0262] 可以根据发光结构120的底表面的形状和凹槽128的形状来设置第一导电层165和结层160。第一导电层165可以由具有高反射率的材料制成。例如,第一导电层165可以包含铝。当第一导电层165包含铝时,第一导电层165可用于向上反射从有源层126发射的光,从而提高光提取效率。

[0263] 结层160可以包含导电材料。例如,结层160可以包含选自金、锡、铟、铝、硅、银、镍和铜组成的组的材料或其合金。

[0264] 衬底170可以由导电材料制成。例如,衬底170可以包含金属或半导体材料。衬底170可以由具有高导电率和/或导热率的金属制成。在这种情况下,半导体器件工作期间产生的热量可以快速释放到外部。

[0265] 衬底170可包含选自硅、钼、钨、铜和铝组成的组的材料或其合金。

[0266] 方波图案可以形成在发光结构120的顶部上。方波图案可以提高从发光结构120发射的光的提取效率。方波图案可以具有取决于紫外线波长的不同的平均高度。对于UV-C,平均高度范围为300nm至800nm。当平均高度在500nm至600nm的范围内时,可以提高光提取效率。

[0267] 图25是图24的平面图,图26是沿图25的A-A截取的剖视图。

[0268] 参照图25和图26,当俯视时,第二导电半导体层127的第一表面127G可以包括围绕多个凹槽128的多个第一区域127G-1和设置在多个第一区域127G-1之间的第二区域127G-2。这里,第一区域127G-1中的每一个可以是第二区域127G-2与每个凹槽128的外周表面之间的环形区域。

[0269] 每个凹槽128可以具有20 $\mu\text{m}$ 至70 $\mu\text{m}$ 范围的直径。当直径小于20 $\mu\text{m}$ 时,难以确保形成设置在其中的第一电极142的工艺裕度。当直径大于70 $\mu\text{m}$ 时,有源层126的面积很小以至于发光效率可能劣化。这里,凹槽128的直径可以是形成在第二导电半导体层127上的最大直径。

[0270] 每一个第一区域127G-1的直径是凹槽128的直径的1.0至1.5倍。当直径超过1.5倍时,第二电极246的接触面积太小以至于电流扩散效率可能降低。第一区域127G-1可以指示每个凹槽128的最大外径与第二电极246之间的距离S11。

[0271] 第二区域127G-2可以是除了多个第一区域127G-1之外的整个区域。第二电极246可以完全设置在第二区域127G-2上。

[0272] 多个第一电极142与第一导电半导体层124接触的第一面积可以在发光结构的最大水平截面积的7.4%至20%或10%至20%的范围。第一面积可以是第一电极142与第一导电半导体层124接触的面积的总和。

[0273] 当多个第一电极142的第一面积小于7.4%时,电流扩散特性不足,因此光输出功率降低。当第一面积大于20%时,有源层126和第二电极246的面积过度减小,因此工作电压升高并且光输出功率降低。

[0274] 而且,多个凹槽128的总面积可以在发光结构120的最大水平截面积的10%至30%或13%至30%的范围。当凹槽128的总面积不在该范围时,难以将第一电极142的总面积保

持在7.4%至20%的范围内。而且,工作电压增加并且光输出功率降低。

[0275] 第二导电半导体层127的面积可以等于发光结构120的最大水平面积减去凹槽128的总面积。例如,第二导电半导体层127的面积可以在发光结构120的最大水平面积的70%至90%的范围内。

[0276] 第二电极246和第二导电半导体层127彼此接触的第二面积(图25中的第二区域)可以在发光结构120最大水平截面积的50%至70%的范围。第二面积可以是第二电极246与第二导电半导体层127接触的总面积。

[0277] 当第二面积小于50%时,第二电极246的面积过小以至于工作电压可能增加并且空穴注入效率可能降低。当第二面积超过70%时,第一面积不能被有效地加宽,因此电子注入效率可能降低。第二电极246和第二导电半导体层127彼此不接触的面积(图25中的第一区域)可以在1%至20%的范围。

[0278] 第一面积与第二面积成反比。也就是说,当增加凹槽128的数量以增加第一电极142的数量时,第二电极246的面积减小。因此,为了改善电学和光学特性,应该平衡电子和空穴的扩散特性。因此,重要的是确定第一面积和第二面积之间的适当的比率。

[0279] 多个第一电极142和第一导电半导体层124接触的第一面积与第二电极246和第二导电半导体层127接触的第二面积(第一面积:第二面积)的比率在1:3至1:7的范围内。

[0280] 当面积比率大于1:7时,第一面积相对较小以至于电流扩散特性可能劣化。而且,当面积比率小于1:3时,第二面积相对较小以至于电流扩散特性可能劣化。

[0281] 多个第一区域127G-1的整个面积与第二区域127G-2的面积比率可以在1:2.5至1:70或1:30至1:70的范围。当面积比率小于1:2.5时,第一区域127G-1的面积过大以至于不能确保第二电极246的充足的欧姆面积。当面积比率大于1:70时,第一区域127G-1的面积很小以至于难以确保工艺裕度。

[0282] 第二电极246可包含具有低电阻的金属或金属氧化物。然而,第二电极246反射或透射可见光,但吸收紫外线的光。因此,需要通过减小第二电极246的面积来将从有源层126发射的光反射到第二导电半导体层127。例如,通过缩小设置第二电极246的第二区域127G-2并加宽第一区域127G-1,可以确保反射区域,或者也可以通过将第二区域127G-2分隔成多个区域来选择性地放置反射结构。

[0283] 第二导电层150设置在第一区域127G-1和第二区域127G-2上,因此入射到第一区域127G-1上的光可以被第二导电层150反射。在这种情况下,重要的是确保最大反射区域,同时确保扩散电流所需的第二电极246的接触面积。

[0284] 第二区域127G-2的面积可以在发光结构120的最大面积的35%至60%的范围。当第二区域127G-2的面积小于35%时,第二电极246的接触面积太小以至于电流扩散效率可能降低。而且,当第二区域127G-2的面积超过60%时,第一区域127G-1的面积太小以至于光提取效率可能降低。

[0285] 除了凹槽128的面积之外的第一区域127G-1的面积可以在发光结构120的最大面积的10%至55%的范围。当第一区域127G-1的面积小于10%时,难以具有充足的反射效率。当第一区域127G-1的面积大于55%时,第二区域127G-2的面积太小以至于电流扩散效率可能降低。

[0286] 因此,第一区域127G-1的面积与第二区域127G-2的面积比率可以在1:0.7至1:6

的范围内。当满足该关系时,确保了充足的电流扩散效率,因此可以提高光输出功率。而且,确保了充足的反射区域,因此可以提高光提取效果。

[0287] 参照图26,第二导电半导体层127的第一表面127G可以包括设置在两个相邻凹槽128之间的1-1表面S10。1-1表面S10可以包括未设置第二电极246的第二部分S2和设置有电极的第一部分S1。1-1表面S10可以具有17 $\mu\text{m}$ 至45 $\mu\text{m}$ 范围内的宽度。

[0288] 当1-1表面S10的宽度小于17 $\mu\text{m}$ 时,凹槽128之间的间隔距离太小以至于第二电极246的设置面积可能减小,因此电学特性可能劣化。当宽度大于45 $\mu\text{m}$ 时,凹槽128之间的间隔距离太大以至于第一电极142的设置面积可能减小,因此电学特性可能劣化。

[0289] 第二部分S2可以是形成第一区域127G-1的单元部分。而且,第一部分S1可以是形成第二区域127G-2的单元部分。第一部分S1可以在第一方向上具有比第二部分S2更大的宽度。第二部分S2在第一方向(从凹槽到第二电极的距离)上的宽度可以在1 $\mu\text{m}$ 至15 $\mu\text{m}$ 的范围。

[0290] 当第二部分S2的宽度小于1 $\mu\text{m}$ 时,由于用于电流扩散的工艺裕度,第一绝缘层131a可能难以设置在第二导电半导体层127上。因此,电学特性可能劣化。当宽度大于15 $\mu\text{m}$ 时,第二电极246与第一电极142之间的距离太大以至于电学特性可能劣化。因此,考虑到工艺裕度和电学特性,第二部分S2在第一方向上的宽度可以在上述范围内。

[0291] 第一绝缘层131可以包括延伸到第一表面127G的延伸部分131a,第二电极246可以具有与第一绝缘层131的延伸部分131a相距0 $\mu\text{m}$ 到4 $\mu\text{m}$ 的间隔区域S13。当间隔区域S13大于4 $\mu\text{m}$ 时,第二电极246的设置面积太小以至于工作电压可能增加。

[0292] 第二导电层150可以完全围绕第二电极246并且可以与第一绝缘层131的侧表面和底表面接触。当第二导电层150与侧表面接触并且在第一绝缘层131的顶表面上,可以提高第二电极246的热和电学可靠性。而且,可以具有向上反射入射的紫外线光的功能。

[0293] 第二导电层150可以具有在间隔区域S13中与第二导电半导体层127形成肖特基结的区域。因此,可以促进电流的扩散。

[0294] 第一表面127G可以具有保持在7nm或低于7nm的平均粗糙度。当平均粗糙度大于7nm时,第二电极246和第二导电层150之间的边界表面非常粗糙以至于反射率可能降低。平均粗糙度可以通过计算形成在第一表面127G上的方波图案的高度差而获得的值。平均粗糙度可以通过使用原子力显微镜(AFM)测量的均方根(RMS)值。

[0295] 图27是示出第二导电层的配置的图。图28是图27的第一改型例。图29是图27的第二改型例。

[0296] 参照图27,第二电极246可以具有范围从1nm至15nm或1nm至5nm的厚度d5。当第二电极246的厚度d5小于15nm时,吸收的光量可能减少。

[0297] 第二导电层150可以包括包含铝的反射层151和设置在第二电极246和反射层151之间的第一中间层152。当第二电极246由ITO形成时,氧可能渗透到反射层151中形成 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。在这种情况下,反射层151的反射效率降低。在一个实施例中,第一中间层152可以设置在反射层151和第二电极246之间,以提高其间的粘合强度并且还防止氧的渗透。

[0298] 第一中间层152可包含铬(Cr)、钛(Ti)和镍(Ni)中的至少一种。第一中间层152可以具有范围从0.7nm至7nm的厚度d6。第一中间层152还可包含铝。在这种情况下,可以提高第一中间层152和铝之间的粘合强度。而且,第一中间层152在间隔区域中与第一表面127G接触,因此可以通过肖特基结改善电流扩散特性。

[0299] 第二电极246与反射层151的厚度比率( $d_5:d_7$ )可以在1:2至1:120的范围内。反射层151可以具有范围从30nm到120nm的厚度 $d_7$ 。当反射层151的厚度小于30nm时,紫外线波段中的反射率降低。即使当厚度大于120nm时,反射效率也几乎不增加。

[0300] 参照图28,第二中间层153可以设置在反射层151下面。第二中间层153可以防止铝迁移到相邻层。第二中间层153可以包含Ni、Ti、No、Pt和W中的至少一种,并且可以具有范围从50nm至200nm的厚度。

[0301] 参照图29,第三中间层154可以设置在第二中间层153下面。第三中间层154是用于接合到另一层的层,并且可以包含Au、Ni等。

[0302] 图30是根据本发明第十四实施例的半导体器件的概念图。图31是图30的平面图。图32是图31中B-1部分的放大图。图33是图31中B-2部分的放大图。

[0303] 参照图30,参照图1至图3描述的发光结构120和参照图4描述的每层的配置可以按原样应用于根据实施例的半导体器件。根据实施例,多个第二电极246可以设置在第二导电半导体层127(设置在两个凹槽128之间)的第一表面127G上。

[0304] 参照图31至图33,第一表面127G可以包括围绕凹槽128的第一区域127G-1、围绕第一区域127G-1的第二区域127G-2,以及设置在第二区域127G-2之间的第三区域127G-3。

[0305] 这里,第一区域127G-1可以是第二电极246和凹槽128之间的区域。例如,第一区域127G-1可以具有环形区域。第一区域127G-1的面积可以在发光结构120的最大水平面积的1%至20%的范围内。

[0306] 第二区域127G-2可以具有除凹槽128和第一区域127G-1之外的整个区域。例如,第二区域127G-2可以各自具有内圆形形状和外多边形形状。例如,第二区域127G-2可各自具有外八角形形状,但不限于此。第二区域127G-2可以被第三区域127G-3分隔。第三区域127G-3可以设置在多个第二区域127G-2之间。第三区域127G-3可以是相对于电流密度为100%的第一电极142具有40%或更小的电流密度的区域。因此,第三区域127G-3可以各自具有参与光发射的低概率。根据实施例,对光发射具有低贡献的第三区域127G-3可以被配置为反射区域以提高光提取效率。

[0307] 第一表面127G还可以包括设置在第一表面127G的边界区域和第三区域127G-3之间的第四区域127G-4。

[0308] 第二电极246可以包括设置在第二区域127G-2中的2-1电极246a和设置在第四区域127G-4中的2-2电极246b。

[0309] 第二电极246可以包含具有低电阻的金属或金属氧化物。然而,第二电极246反射或透射可见光,但吸收紫外线光。

[0310] 因此,需要通过减小第二电极246的面积来将从有源层126发射的光反射到第二导电半导体层127,只要电学特性没有显著劣化即可。在这种情况下,可以通过使设置第二电极246的第二区域127G-2变窄并使第三区域127G-3加宽来确保反射区域。由于第二导电层150完全设置在第一表面127G上,所以入射到第三区域127G-3上的光可以被第二导电层150反射。

[0311] 也就是说,根据该实施例,可以利用对光发射具有低贡献的第三区域127G-3作为反射区域。

[0312] 第一表面127G和第二电极246彼此接触的第一接触面积(图31的第二区域和第四

区域的总和)可以在发光结构120的最大面积的35%至60%的范围。当第一接触面积小于35%时,电流扩散效率可能降低。而且,当第一接触面积超过60%时,第三区域127G-3的面积太小以至于光提取效率可能降低。

[0313] 第一表面127G和第二电极246彼此不接触的第二接触面积(图31的第一区域和第三区域的总和)可以在发光结构120的最大面积的10%至55%的范围内。当第二接触面积小于10%时,难以具有充足的反射效率。当第二接触面积大于55%时,第二区域127G-2的面积很小以至于电流扩散效率可能降低。

[0314] 第二接触面积与第一接触面积的比率可以在1:0.7至1:6的范围内。当满足该关系时,确保了充足的电流扩散效率,因此可以提高光输出功率。而且,确保了充足的反射区域,因此可以提高光提取效果。

[0315] 参照图33,第三区域127G-3和第一表面127G的边界可以被范围从 $1.0\mu\text{m}$ 至 $10\mu\text{m}$ 的间隔距离分隔。当间隔距离 $d_1$ 小于 $1.0\mu\text{m}$ 时,裕度很小以至于可能不能适当地形成第二导电层150,因此可靠性可能降低。而且,当间隔距离 $d_1$ 大于 $10\mu\text{m}$ 时,第二电极246的面积太小以至于半导体器件的电学特性可能劣化。

[0316] 图34是沿图32的B-B截取的剖视图。

[0317] 参照图34,第二导电半导体层151的第一表面127G可以包括1-1表面S10,1-1表面S10设置在沿第一方向(X方向)彼此最邻近的两个凹槽128之间。这里,第一方向可以是垂直于发光结构120的厚度方向的方向。

[0318] 1-1表面S10可以包括第一部分S11和第二部分S12,在第一部分S11中两个第二电极246在第一方向上彼此间隔设置,第二部分S12设置在第二电极246之间。第二导电层150可以被设置在第一部分S11和第二部分S12中。1-1表面S10的整个宽度可以在 $17\mu\text{m}$ 至 $45\mu\text{m}$ 的范围内。

[0319] 第一部分S11在第一方向上的整个宽度可以在 $12\mu\text{m}$ 至 $24\mu\text{m}$ 的范围内。第一部分S11可以包括在第二部分S12的两侧的两个分隔区域。分隔区域可以具有范围从 $6\mu\text{m}$ 至 $12\mu\text{m}$ 的宽度。

[0320] 当第一部分S11的整个宽度小于 $12\mu\text{m}$ 时,第二电极246的面积太小以至于电流扩散效率可能降低。当整个宽度大于 $24\mu\text{m}$ 时,第二部分S12太小以至于反射效率可能降低。

[0321] 第二部分S12在第一方向上的宽度可以在 $5\mu\text{m}$ 至 $16\mu\text{m}$ 的范围内。当第二部分S12在第一方向上的宽度小于 $5\mu\text{m}$ 时,难以确保充足的反射区域。当宽度大于 $16\mu\text{m}$ 时,第二电极246变窄。

[0322] 第二部分S12可以设置在相对于电流密度为300%的第一电极142具有40%或更小的电流密度的区域中。第二部分S12与凹槽128的中心之间的第一距离 $W_2+S_{13}+S_{11}$ 可以至少是 $17\mu\text{m}$ 。凹槽128的底表面的半径可以在 $10\mu\text{m}$ 至 $35\mu\text{m}$ 的范围内,第三部分S13的宽度可以在 $1\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 的范围内,并且第一部分S11的宽度可以在 $6\mu\text{m}$ 至 $12\mu\text{m}$ 的范围内。因此,最大间隔距离可以大于或等于 $52\mu\text{m}$ 。

[0323] 第二部分S12可以设置在与凹槽128的中心相距至少 $17\mu\text{m}$ 的区域中具有40%或更小的电流密度的区域中。例如,第二部分S12可以设置在与凹槽128的中心相距 $40\mu\text{m}$ 或更远的区域中。

[0324] 当在半导体器件中存在多个凹槽128时,与凹槽128相距 $40\mu\text{m}$ 或更远设置的第二部

分S12可以彼此重叠。因此,可以根据凹槽128之间的距离来调整第二部分S12的重叠面积。

[0325] 在这种情况下,第二部分S12可以包括与第一方向上的1-1表面S10的宽度的1/2相对应的点。与第一方向上的1-1表面S10的宽度的1/2相对应的点是两个相邻凹槽128之间的区域,并且可能具有低电流密度。然而,本发明不限于此。当多个凹槽具有不同的直径时,第二部分S12可以不必包括与第一方向上的宽度的1/2相对应的点。

[0326] 第三部分S13可以是第二电极246和凹槽128之间的区域。在第一方向上的第三部分S13的宽度可以在 $1\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 的范围内。

[0327] 第二部分S12的宽度与第一部分S11的整个宽度的比率可以在1:0.7至1:5的范围内。当满足宽度比率范围时,第二接触面积与第一接触面积的比率可以保持在1:0.7至1:6的范围内。因此,可以提高电流扩散效率和光提取效果。

[0328] 图35是图34的第一改型例。

[0329] 参照图35,第二导电层150可以包括第二部分S12中的反射槽150-1。入射到第二部分S12上的光可以沿着被反射槽150-1改变的传播路径反射。根据这种配置,可以在各个方向上反射光,从而提高均匀性。

[0330] 倾斜表面可以具有大于90度且小于150度的角度 $\theta_5$ 。当倾斜表面的角度小于90度或大于150度时,可能难以多样地改变入射光的反射角。倾斜表面的角度可以被定义为在底表面和倾斜表面之间形成的角度。

[0331] 反射槽150-1的深度可以与第一绝缘层131的厚度相同。第一绝缘层131的厚度可以等于第二电极246的厚度的110%至130%。

[0332] 透光层133可以设置在反射槽150-1中。透光层133的形状可以对应于反射槽150-1的形状。因此,透光层133可以具有与反射槽150-1相同的厚度。例如,可以通过在透光层133上形成第二导电层150来形成反射槽150-1。

[0333] 透光层133的材料可以包括能够透射紫外线波长的光的各种材料。例如,透光层133可以包含绝缘层材料。透光层133可包含 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_x\text{O}_y$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{Si}_x\text{N}_y$ 、 $\text{SiO}_x\text{N}_y$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 和AlN中的至少一种,但不限于此。

[0334] 图36a是图34的第二改型例,图36b是第二改型例的平面图。

[0335] 参照图36a,子凹槽127和设置在子凹槽127内的子反射层135可以设置在第二部分S12中。

[0336] 子反射层135可以设置在子凹槽127内。具体地,子反射层135可以设置在子凹槽127内的第一绝缘层131上。

[0337] 作为子反射层135,可以在紫外线波段中选择具有高反射率的材料。子反射层135可包含导电材料。例如,子反射层135可以包含铝。当子反射层135具有范围从约30nm至约120nm的厚度时,子反射层135可以反射80%或更多的紫外线波长的光。因此,可以防止从有源层126发射的光被半导体层吸收。

[0338] 由子反射层135倾斜发射的光L1可以向上反射。因此,可以减少发光结构120中的光吸收并提高光提取效率。而且,还可以调整半导体器件的取向角。

[0339] 子反射层135可以覆盖第二电极246的一部分。根据这样的配置,流入第一绝缘层131和第二电极246之间的空间的光可以向上反射。然而,由铝制成的子反射层135具有相对差的台阶覆盖,因此全覆盖第二电极246可能并不优选。

[0340] 第二电极246的厚度可以小于或等于第一绝缘层131的厚度的80%。因此,可以解决诸如由于在设置子反射层135和第二导电层150时可能发生的台阶覆盖的减小导致子反射层135或第二导电层150的裂缝或分离的问题。

[0341] 子反射层135可以具有与子凹槽127相同的宽度。第一凹槽128的宽度和子凹槽127的宽度可以指示在半导体结构120的第一表面127G上形成的最大宽度。

[0342] 子反射层135可以包括在子凹槽127中朝向第二电极246延伸的延伸部分135a。延伸部分135a可以电连接被子凹槽127间隔的第二电极246。

[0343] 子反射层135可以设置在第二电极246和第一绝缘层131之间的间隔距离,并且在子反射层135和第二导电半导体层127之间形成肖特基结的区域可以在间隔距离内。通过形成肖特基结,可以促进电流的扩散。

[0344] 在子反射层135的倾斜部分与第二导电半导体层127的第一表面之间形成的角度 $\theta_4$ 可以在90度至145度的范围内。当倾斜角 $\theta_4$ 小于90度时,难以刻蚀第二导电半导体层127。当倾斜角 $\theta_4$ 大于145度时,有源层的刻蚀面积太大以至于发光效率可能减小。

[0345] 第二导电层150可以覆盖子反射层135和第二电极246。因此,第二电极焊盘166、第二导电层150、子反射层135和第二电极246可以形成一个电通道。可以应用所有上述配置作为第二导电层150的配置。

[0346] 参照图36b,子反射层135可以设置在多个凹槽128之间以限定多个发光区域。可以根据注入的电流和铝组分的水平来调节发光区域的面积。

[0347] 图37是图34的第三改型例。

[0348] 第二导电层150可以包括包含铝的反射层151和设置在第二电极246和反射层151之间的第一中间层152。当第二电极246由ITO形成时,氧可能渗透到反射层151中形成 $Al_2O_3$ 。在这种情况下,反射层151的反射效率降低。在一个实施例中,第一中间层152可以设置在反射层151和第二电极246之间,从而提高其间的粘合强度并且还防止氧的渗透。

[0349] 第一中间层152可包含铬(Cr)、钛(Ti)和镍(Ni)中的至少一种。第一中间层152可以具有范围从0.7 $\mu$ m至7nm的厚度。第一中间层152还可包含铝。在这种情况下,可以提高第一中间层152和铝之间的粘合强度。

[0350] 第一中间层152可以在第二部分S12和第三部分S13中与第二导电半导体层127的第一表面127G接触。因此,可以借助于肖特基结来提高电流扩散效率。

[0351] 第二电极246与反射层151的厚度比率可以在1:2至1:120的范围内。反射层151可以具有范围从30nm到120nm的厚度。当反射层151的厚度小于30nm时,紫外线波段中的反射率降低。甚至当厚度大于120nm时,反射效率也几乎不增加。

[0352] 图38是根据本发明第十五实施例的半导体器件的概念图。图39是图38的平面图。

[0353] 参照图38,参照图1至图3描述的发光结构120和参照图4描述的每层的配置可以按原样应用于根据实施例的半导体器件。

[0354] 参照图39,第一表面127G可以包括具有凹槽128(设置在第一区域127G-1中)的第一区域127G-1和设置在第一区域127G-1之间的第二区域127G-2。

[0355] 第一区域127G-1的直径可以是凹槽128的直径的1.0至1.5倍。当第一区域127G-1的直径超过凹槽128的直径的1.5倍时,第二电极246的面积太小以至于电流扩散效率可能降低。第一区域127G-1可以是第二电极246和凹槽128之间的区域。

[0356] 第二区域127G-2可以是除第一区域127G-1之外的剩余区域。第二电极246可以整体设置在第二区域127G-2上。

[0357] 第二电极246可以包含具有低电阻的金属或金属氧化物。因此,第二电极246吸收紫外线光。因此,需要通过减小第二电极246的面积来减少第二电极246吸收的光量。

[0358] 第二导电层150设置在第一区域127G-1和第二区域127G-2上,因此入射到第一区域127G-1上的光可以被第二导电层150反射。因此,通过减小设置第二电极246的第二区域127G-2的面积并增加第一区域127G-1的面积,可以提高光提取效率。在这种情况下,重要的是最大限度地确保反射区域,同时确保扩散电流所需的第二电极246的面积。

[0359] 第二区域127G-2的面积可以在发光结构120的最大面积的35%至60%的范围。当第二区域127G-2的面积小于35%时,第二电极246的接触面积太小以至于电流扩散效率可能降低。而且,当第二区域127G-2的面积超过60%时,第一区域127G-1的面积太小以至于光提取效率可能降低。

[0360] 第一区域127G-1的面积可以在发光结构120的最大面积的10%至55%的范围内。当第一区域127G-1的面积小于10%时,难以具有充足的反射效率。当第一区域127G-1的面积大于55%时,第二区域127G-2的面积太小以至于电流注入效率可能降低。

[0361] 因此,第一区域127G-1的面积与第二区域127G-2的面积的比率可以在1:0.7至1:6的范围内。当满足该关系时,电流扩散效率充足,因此可以提高光输出功率。而且,确保了充足的反射区域,因此可以提高光提取效果。

[0362] 图40是沿图39的C-C截取的剖视图。

[0363] 第二导电半导体层的第一表面127G可以包括1-1表面S10,1-1表面S10设置在沿第一方向(X方向)彼此最邻近的两个第一凹槽128a和第二凹槽128b的中心之间。在这种情况下,第一方向可以是垂直于发光结构120的厚度方向的方向。

[0364] 1-1表面S10可包括第一部分S21和设置在第一部分S21与第一和第二凹槽128a和128b之间的第二部分S22a和S22b。

[0365] 第二部分S22a和S22b可以包括设置在第一部分S21和第一凹槽128a之间的2-1部分S22a以及设置在第一部分S21和第二凹槽128b之间的2-2部分S22b。

[0366] 第二电极246可以设置在第一部分S21中。当第二电极246仅设置在第二部分S22a和S22b中时,第二部分S22a和S22b的电流密度可以增加,但是第一部分S21的电流密度相对减小。而且,当第二电极246设置在第一部分S21和第二部分S22a和S22b中的所有部分中时,在第一部分S21和第二部分S22a和S22b的所有部分中都可能发生光吸收。这可能对光提取效率不利。

[0367] 第二导电层可以设置在第一部分S21和第二部分S22a和S22b中。因此,未设置第二电极246的第二部分S22a和S22b可以执行反射功能。

[0368] 根据一个实施例,重要的是适当地确定第一电极142和第二电极246之间的距离,以确保光提取效率,同时确保光发射所需的电流密度。

[0369] 例如,当第一电极142的面积大时,电流扩散区域变宽,因此可以增加第二部分S22a和S22b的面积。因此,可以加宽反射区域。然而,当第一电极142的面积小时,电流扩散区域变窄,因此第二部分S22a和S22b可以变窄。

[0370] 第一方向上的2-1部分S22b的宽度与第一凹槽128a的直径W1的比率可以在1:1.25

至1:14的范围内。当该比率小于1:1.25时,凹槽128的直径减小,因此第一电极142的面积减小。因此,通过第一电极142注入的电流强度减弱,因此第二部分S22a和S22b的电流密度可能减小。

[0371] 当比率大于1:14时,凹槽128的直径过度增加,因此第二导电半导体层的第一表面127G的面积减小。也就是说,1-1表面S10的宽度减小。因而,有源层126的面积减小,因此发光区域减小。

[0372] 凹槽128的直径W1可以在20 $\mu\text{m}$ 至70 $\mu\text{m}$ 的范围内。当凹槽128的直径小于20 $\mu\text{m}$ 时,难以确保形成设置在凹槽中的第一电极142的工艺裕度。当凹槽128的直径大于70 $\mu\text{m}$ 时,有源层126的面积太小以至于发光效率可能劣化。这里,凹槽128的直径可以是形成在第二导电半导体层的第一表面127G上的最大直径。

[0373] 第一方向上的第一部分S21的宽度可以在6 $\mu\text{m}$ 至12 $\mu\text{m}$ 的范围内。当宽度小于6 $\mu\text{m}$ 时,第二电极246的面积太小以至于电流扩散效率可能降低。当宽度大于12 $\mu\text{m}$ 时,第二部分S22a和S22b太小以至于反射效率可能降低。

[0374] 第一方向上的2-1部分S22a和2-2部分S22b的宽度可以在5 $\mu\text{m}$ 至16 $\mu\text{m}$ 的范围内。也就是说,第二部分S22a和S22b的整个宽度可以在10 $\mu\text{m}$ 至32 $\mu\text{m}$ 的范围内。当第一方向上的2-1部分S22a和2-2部分S22b的宽度小于5 $\mu\text{m}$ 时,难以确保充足的反射区域。当宽度大于16 $\mu\text{m}$ 时,第二电极246变窄。

[0375] 第一部分S21的宽度与第二部分S22a和S22b的整个宽度的比率可以在1:0.8至1:5的范围内。当满足宽度比率范围时,可以将第一区域127G-1的面积与第二区域127G-2的面积比率调整到在1:0.8至1:6的范围内。因此,可以提高电流扩散效率和光提取效果。

[0376] 第一部分S21可以包括与1-1表面S10的1/2对应的点。由于第二电极246设置在1-1表面S10的中心,所以第一部分S21的电流密度可以增加。而且,由于第一部分S21的电流密度增加,所以电流在设置其间的第二部分S22a和S22b中扩散,并且可以确保光发射所需的电流密度。然而,本发明不限于此。当第一凹槽128a的直径不同于第二凹槽128b的直径时,第一部分S21可能偏离对应于1-1表面S10的1/2的点。

[0377] 图41是图40的第一改型例。图42是图40的第二改型例。

[0378] 第二导电层150可以包括第二部分S22a和S22b中的反射槽150-2。入射到第二部分S22a和S22b上的光可以沿着被反射槽150-2的倾斜表面改变的传播路径反射。根据这种配置,可以提高光均匀性。

[0379] 反射槽150-2的深度可以与第一绝缘层131的厚度相同。第一绝缘层131的厚度可以等于第二电极246的厚度的110%至130%。如上所述,第二电极246的厚度可以在1nm至15nm的范围内。

[0380] 透光层131b可以设置在反射槽150-2中。透光层131b的形状可以对应于反射槽150-2的形状。因此,透光层131b可以具有与反射槽150-2相同的厚度。例如,可以通过在透光层131b上形成第二导电层150来形成反射凹150-2。

[0381] 透光层131b的材料可以包括能够透射紫外线波长的光的各种材料。例如,透光层131b可以包含绝缘层材料。透光层131b可包含 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_x\text{O}_y$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{Si}_x\text{N}_y$ 、 $\text{SiO}_x\text{N}_y$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 和AlN中的至少一种,但不限于此。

[0382] 透光层131b可以由设置在第一凹槽128a(延伸到第二导电半导体层)内的第一绝

缘层131形成。然而,本发明不限于此,可以设置单独的介电层。

[0383] 参照图42,第二电极246可以具有远离1-1表面S10的中心点而减小的密度。也就是说,分隔的第二电极246、246d和246e可以设置成具有远离中心而减小的尺寸。分隔的第二电极246c、246d和246e可以借助掩模通过选择性刻蚀来制造。

[0384] 根据这样的配置,可以在保持第一部分S21的电流密度的同时增加第二部分S22a和S22b的电流密度。而且,通过将第一部分S21与第二部分S22a和S22b的面积比率保持在1:0.8至1:6的范围内,可以获得电流扩散效率和反射效率。

[0385] 图43是根据本发明的实施例的半导体器件封装的概念图。

[0386] 半导体器件可以配置为封装,并且可以用于树脂、抗蚀剂、SOD或SOG的固化。或者,半导体器件可用于医学治疗或者可以用于空气净化器或净水器的消毒。

[0387] 参考图43,半导体器件封装可以包括具有凹槽3的本体2、设置在本体2中的半导体器件1,以及设置在本体2中并且电连接到半导体器件1的一对引线框架5a和5b。

[0388] 本体2可包含反射紫外线光的材料或涂层。本体2可以通过堆叠多个层2a、2b、2c和2d形成。多个层2a、2b、2c和2d可以由相同的材料制成或包含不同的材料。

[0389] 凹槽3可以具有随着远离半导体器件而增加的宽度,并且可以具有倾斜表面,该倾斜表面具有形成在其中的台阶部分。

[0390] 透光层4可以覆盖凹槽3。透光层4可以由玻璃制成,但不限于此。透光层4的材料没有特别限制,只要该材料可以有效地透射紫外线光即可。凹槽3可以具有形成在其中的空的空间。

[0391] 半导体器件可以用作照明系统的光源、图像显示装置的光源或照明装置的光源。也就是说,半导体器件可以应用于各种电子装置,所述电子装置被配置为设置在其壳体中来提供光。例如,当混合并使用半导体器件和RGB磷光体(phosphor)时,可以实现具有高显色指数(CRI)的白光。

[0392] 上述半导体器件可以被配置为发光器件封装并且用作照明系统的光源。例如,半导体器件可以用作图像显示装置的光源或照明装置的光源。

[0393] 当半导体器件用作图像显示装置的背光单元时,半导体器件可以用作边缘式背光单元(edge-type backlight unit)或直接式背光单元(direct-type backlight unit)。当半导体器件用作照明装置的光源时,半导体器件可以用作灯或灯泡。或者,半导体器件可以用作移动终端的光源。

[0394] 图44是根据第十六实施例的半导体器件的平面图。图45是沿图44的H-H'截取的半导体器件的剖视图,图46是示出图45的一部分的详细图。

[0395] 对于图44中的半导体器件,第一电极242和第二导电层250可以分别设置在多个凹槽的内部和外部,反射层可以设置在半导体器件的边缘区域的外部,并且反射层可以通过延伸第二导电层250形成。

[0396] 在半导体器件中,实际上可以设置由多个第一电极、凹槽和第二导电层(第一反射层)组成的结构,并且考虑到半导体器件的尺寸、电流密度和光功率,可以自由地调整凹槽的数量。

[0397] 根据该实施例的半导体器件200A可以包括:半导体结构220,包括第一导电半导体层222、有源层224以及第二导电半导体层226;与第一导电半导体层222接触的第一电极

242;以及第二导电半导体层226接触的第二电极246。

[0398] 可以存在多个区域,在所述多个区域中,凹槽设置在第二导电半导体层226、有源层224、甚至第一导电半导体层226的一部分中,以使第一导电半导体层222被暴露。这些区域可以称为凹槽区域。凹槽区域具有形状为例如圆形、多边形和椭圆形的截面,但不限于此。

[0399] 第一电极242可以设置在暴露在凹槽区域中的第一导电半导体层222下方,第二电极246可以设置在凹槽区域之间的第二导电半导体层226的下表面上。

[0400] 第一导电半导体层222可以由III-V族或II-VI族化合物半导体制成,并且可以掺杂第一导电掺杂剂。第一导电半导体层222可以用具有经验式 $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$  ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$ )的半导体材料中的任何一种生长,例如AlGa<sub>x</sub>In<sub>y</sub>Ga<sub>1-x-y</sub>N、AlGa<sub>x</sub>As、GaP、GaAs、GaAsP和AlGaInP。

[0401] 当第一导电半导体层222是n型半导体层时,第一导电掺杂剂可以包括诸如Si、Ge、Sn、Se和Te的n型掺杂剂。第一导电半导体层222可以生长为单层或多层,但不限于此。

[0402] 有源层224可以包括单阱结构、多阱结构、单量子阱结构、多量子阱(MQW)结构、量子点结构和量子线结构中的任何一种。

[0403] 有源层224可以形成为阱层和势垒层的成对结构,例如,通过使用X族化合物半导体材料AlGa<sub>x</sub>N/AlGa<sub>x</sub>N、InGa<sub>x</sub>N/GaN、InGa<sub>x</sub>N/InGa<sub>x</sub>N、AlGa<sub>x</sub>N/GaN、InAlGa<sub>x</sub>N/GaN、GaAs(InGaAs)/AlGaAs、或GaP(InGaP)/AlGaP,但不限于此。阱层可以由能带隙小于阻挡层的能带隙的材料形成。

[0404] 第二导电半导体层226可以由III-V族或II-VI族化合物半导体制成,并且可以掺杂有第二导电掺杂剂。第二导电半导体层226可以由具有经验式 $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$  ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$ )的半导体材料中的任何一种或多种制成,例如AlGa<sub>x</sub>N、Ga<sub>x</sub>N、AlIn<sub>y</sub>N、AlGa<sub>x</sub>As、GaP、GaAs、GaAsP、AlGaInP。

[0405] 当第二导电半导体层226由AlGa<sub>x</sub>N制成时,由于AlGa<sub>x</sub>N的低导电性,可能不便于空穴注入。该问题可以通过在第二导电半导体层226的底表面上设置具有相对高导电率的Ga<sub>x</sub>N来解决。

[0406] 当第二导电半导体层226是p型半导体层时,第二导电掺杂剂可以包括诸如Mg、Zn、Ca、Sr和Ba的p型掺杂剂。第二导电半导体层226可以形成为单层或多层,但不限于此。

[0407] 方波图案可以形成在第一导电半导体层222的上表面上。方波图案可以提高从半导体器件200A发射的光的提取效率。

[0408] 从第一导电半导体层222到有源层224到电子阻挡层在到第二导电半导体层226,宽度可以增加。这是因为在刻蚀工艺期间发光结构220的下部结构可以被刻蚀成为具有更大的宽度。

[0409] 发光结构220可以具有例如从2 $\mu$ m至3 $\mu$ m的高度范围。当发光结构220发射紫外线光时,上表面的方波图案可以具有从3,000埃到8,000埃的深度范围和大约5,000埃的平均深度,以便提高波长短于蓝色波长的短波长光的提取效率。

[0410] 第一绝缘层131可以与第一电极242相距一定距离设置。第一绝缘层231可以从第一导电半导体层222的暴露表面延伸到凹槽区域的侧表面,因此甚至可以设置在第二导电半导体层226的表面内。第一绝缘层131可以设置在第二导电半导体层246的暴露的下表面上,

与第二电极246的两端相距一定距离。

[0411] 第一绝缘层231、第二绝缘层232和钝化层280可以由绝缘材料制成。作为绝缘材料,可以使用氧化铝或氮化铝。例如,第一绝缘层231、第二绝缘层232和钝化层280可以包含 $\text{SiO}_2$ 或 $\text{SiN}$ ,但是不限于此。

[0412] 第二导电层250可以设置在第二导电半导体层226的下表面上。第二导电层250可以由诸如金属的导电材料制成。详细地,第二导电层250可以由选自铬(Cr)、铝(Al)、钛(Ti)、金(Au)和镍(Ni)中的至少一种材料或者其合金制成。

[0413] 例如,假设第二导电层250由铝制成并且紫外线波长的光从有源层224发射。在这种情况下,当第二导电层250具有大于或等于50nm的厚度时,该厚度足以反射80%或更多的紫外线波长的光。

[0414] 第二导电层250可以用作覆盖层,被配置为将第二电极246电连接到第二电极焊盘266以及围绕并支撑第二电极246以确保第二电极246的稳定性。而且,第二导电层250可以设置为围绕绝缘层的底表面和侧表面的至少一部分。第二导电层250可以与绝缘层具有高粘合强度,从而确保器件可靠性。

[0415] 具体地,发射UV-B或UB-C波长光的半导体器件200A具有基于AlGaIn生长的发光结构,因此与配置为发射蓝色波长光的发光器件相比,发射的光量可以在TM模式中增加,在TM模式中光发射在垂直于发光结构220的生长方向的方向(即,图5的水平方向)上占主导地位。在这种情况下,可以通过第二导电层250反射有源层224中的横向行进的光减少发光结构220中的光吸收,从而改变光的方向并缩短光的路径。

[0416] 为此,第二导电层250可以从发光结构220的边缘区域延伸到高于有源层224的区域。

[0417] 参照图46,可以通过去除第二导电半导体层226、有源层224和第一导电半导体层222的一部分来暴露发光结构220的边缘区域。第二导电层250可以设置在发光结构220已被去除的区域中。

[0418] 在图46中,由线I-I'表示的区域是发光结构220的末端并且可以指代发光结构220的间隔区域。由线J-J'表示的区域可以是发光结构220表面的区域,即第二导电半导体层226尚未被去除并且上表面保留。发光结构的边缘区域可以指示由线J-J'表示的区域的外部。

[0419] 这里,线I-I'和线J-J'之间的距离 $d_1$ 可以在 $3\mu\text{m}$ 至 $7\mu\text{m}$ 的范围内,例如距离可以是 $5\mu\text{m}$ 。当线I-I'与线J-J'之间的距离小于 $3\mu\text{m}$ 时,台面刻蚀区域变窄,因此可能难以将第二导电层250形成为具有阶梯结构。当距离大于 $7\mu\text{m}$ 时,工艺稳定性提高,但有源层224的体积可能减小。

[0420] 第二电极焊盘266可以由导电材料或金属制成,并且具有单层结构或多层结构。详细地,第二电极焊盘266可以具有钛(Ti)/镍(Ni)/Ti/Ni/Ti/金(Au)的结构。

[0421] 第二电极焊盘266可用于反射光。因此,随着第二电极焊盘266更靠近半导体结构220,可以更好地提高光提取效率。由第二电极焊盘266表示的区域与线I-I'和发光结构220的端部之间的距离 $d_2$ 可以在 $20\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ 的范围内。当距离 $d_2$ 小于 $20\mu\text{m}$ 时,可能难以形成第二绝缘层280并确保工艺裕度。当距离 $d_2$ 大于或等于 $30\mu\text{m}$ 时,第二电极焊盘266与发光结构220间隔太远以至于光提取效率可能降低。

[0422] 为了将第二电极焊盘266电连接到第二导电层250,在第一绝缘层231和钝化层280中的至少一个上形成凹槽之后设置第二电极焊盘266。在这种情况下,第二电极焊盘266可以沿着第一绝缘层231和钝化层280中的至少一个的台阶部分形成。当第二电极焊盘266沿着低台阶部分形成时,第二电极焊盘266的上表面可以相对于衬底凹入或凸出。当第二电极焊盘266接合到导线时,凹面或凸面可以增加接合面积,从而提高其间的粘合强度。

[0423] 凹槽区域的深度 $h_1$ 可以与已经去除发光结构220的深度 $h_3$ 相同,以将第二导电层250设置在发光结构220的边缘区域中。

[0424] 此外,发光结构220的侧表面,特别是第二导电半导体层226的侧表面可以与下表面成角度 $\theta_1$ ,并且第二导电层250的侧表面可以与下表面成角度 $\theta_2$ 。这里,角度 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 具有相同的值。

[0425] 第二导电层250的倾斜结构可以通过台面刻蚀等倾斜地去除发光结构220的边缘而形成,并且可以被配置为使得从有源层224发射的光能够朝向发光器件200A的上部行进。在图46中,角度 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 可以大于90度且小于150度。

[0426] 第二导电半导体层226的下表面与第一绝缘层231彼此接触的区域之间的距离 $d_3$ 可以在例如 $5\mu\text{m}$ 至 $15\mu\text{m}$ 的范围内。当距离 $d_3$ 小于 $5\mu\text{m}$ 时,可能难以确保工艺裕度。当距离 $d_3$ 大于 $15\mu\text{m}$ 时,第二电极246的设置面积太小以至于器件的工作电压可能增加。而且,第二绝缘层231和第二导电层250在第二导电半导体层226的下表面上彼此重叠的区域的距离 $d_4$ 可以在例如 $4\mu\text{m}$ 至 $8\mu\text{m}$ 的范围内。当距离 $d_4$ 小于 $4\mu\text{m}$ 时,难以确保第二导电层250与第一绝缘层231之间的重叠的工艺裕度。当距离 $d_4$ 大于 $8\mu\text{m}$ 时,难以确保与第一电极242电分离的工艺裕度。

[0427] 第二绝缘层232可以设置在第二导电层250和第一绝缘层231下面。第二绝缘层232与凹槽区域内的第一导电半导体层222接触并覆盖第一电极242。

[0428] 第二绝缘层231可以用于将第一电极与第二电极246电隔离。第二绝缘层232的厚度可以在5,000埃至13,000埃的范围内。当第二绝缘层232的厚度小于5,000埃时,厚度不足以将第一电极242与第二电极246电分离,因此可靠性可能降低。当厚度大于13,000埃时,在接合支撑衬底270的过程中出现的应力很大以至于可靠性可能降低。

[0429] 根据发光结构和凹槽区域的形状,第一导电层265和结层260可以设置在第二绝缘层的下表面上。第一凹槽区域中的第一导电层265可以通过第二绝缘层232的开口与第一电极242接触。

[0430] 第一导电层265可以由诸如铝(A1)的具有高反射率的材料制成。在紫外线波长区域中,当厚度大于或等于500埃时,可以确保80%或更高的光反射率。

[0431] 结层260可以是包括第一导电层265被扩散接合或共晶接合到其下方的支撑衬底270的区域的区域。在该区域中,混合存在Ni、Sn、Au等。

[0432] 结层260可以具有在半导体器件的厚度方向上的底表面上沿着台阶部分形成的突起,该突起出现在第一绝缘层231和设置在第二导电半导体层226底表面上的第二电极246之间的间隔距离 $d_0$ 内。当厚度足够时,结层260可以具有平坦的底表面。

[0433] 此外,第二电极246与第一绝缘层231之间的间隔距离 $d_0$ 可以在例如 $1\mu\text{m}$ 至 $2\mu\text{m}$ 的范围内。第二导电半导体层226可以在间隔距离 $d_0$ 内与第二导电层250接触。可以通过自对准确保间隔距离 $d_0$ 。

[0434] 结层260可以包含导电材料。例如,结层260可以由选自金(Au),锡(Sn)、铟(In)、铝

(Al)、硅(Si)、银(Ag)、(Ni)和铜(Cu)组成的组的材料或其合金形成。扩散阻挡层防止形成结层260的材料扩散到第一电极242附近,从而降低接合工艺期间的可靠性。

[0435] 扩散阻挡层(未示出)可以设置在第一导电层265和结层260之间,并且可以具有诸如钛/镍/钛/镍的多层结构。

[0436] 支撑衬底270可以由导电材料制成。例如,支撑衬底270可以由金属或半导体材料形成。支撑衬底270的材料可以是具有高导电率和导热率的金属。因为在发光器件的工作期间产生的热量应该被充分地辐射,所以支撑基板270可以由具有高导热率的材料形成。例如,支撑衬底270可以由选自硅(Si)、钼(Mo)、钨(W)、铜(Cu)和铝(Al)组成的组的材料或其合金制成。而且,支撑衬底270可以选择性地包含金(Au)、铜合金(Cu合金)、镍(Ni)、铜-钨(Cu-W)、载体晶片(例如,GaN、Si、Ge、GaAs、ZnO、SiGe、SiC和Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)等。

[0437] 当基于AlGaIn形成半导体器件并且包含大量的铝(Al)时,发光结构中的电流扩散特性劣化。特别地,发射UV-B或UV-C波长光的发光器件具有基于包含大量铝(Al)的AlGaIn生长的发光结构,因此与被配置为发射蓝色波长光的发光器件相比,被偏振的光量可以在TM模式中增加,在TM模式中光发射在垂直于发光结构生长方向的方向上占主导。在这种情况下,在有源层中横向行进的光可以被第二导电层250反射。

[0438] 图47至图49是示出根据第十七至第十九实施例的半导体器件的部分的详细图。

[0439] 图47是根据第十七实施例的半导体器件的一部分的截面图。这里,将描述根据第十七实施例的半导体器件,着重于与根据第十六实施例的半导体器件的不同之处。

[0440] 根据该实施例的半导体器件200B与第十六实施例的半导体器件的不同之处在于,第三反射层238设置在凹槽区域中。

[0441] 第三反射层238可以由选自铬(Cr)、铝(Al)、钛(Ti)、金(Au)和镍(Ni)组成的组中的至少一种材料或其合金制成。假设第三反射层238由铝制成并且紫外线波长的光从有源层224发射。在这种情况下,当第三反射层238具有大于或等于50nm的厚度时,该厚度足够反射紫外线波长的光。

[0442] 第三反射层238可以具有电连接到第一电极242的上表面和电连接到第一导电层265的下表面。而且,第三反射层238可以通过第二绝缘层232与第二导电层250电隔离。

[0443] 在这种情况下,第三反射层238可以具有在第二导电半导体层226下方与第二导电层250垂直重叠的部分,从而确保工艺稳定性。而且,第三反射层238可以充分地将有源层224发射的光朝向支撑衬底270反射,从而提高发光器件的光输出功率。

[0444] 图48是根据第十八实施例的半导体器件的一部分的截面图。这里,将描述根据第十八实施例的半导体器件,着重于在与根据第十七实施例的半导体器件的不同之处。

[0445] 在图48中,从发光结构220的底表面到第三反射层238的顶表面的高度h<sub>52</sub>可以大于从发光结构220的底表面到有源层224的高度h<sub>51</sub>。换句话说,第三反射层238的一部分,即第三反射层238的上部区域可以设置在与第一导电半导体层222对应的高度,第三反射层238的下部区域可以是设置为从凹槽区域的底部面对第二导电半导体层226的底表面。而且,第三反射层238的中间区域可以设置在与有源层224对应的高度处并且相对于第二导电半导体层226的底表面倾斜。在这种情况下,从有源层224发射的光特别地可以被第三反射层238的中间区域反射。

[0446] 在根据该实施例的半导体器件200C中,第三反射层238的上部区域可以具有与第

一电极142接触的顶表面以电连接到第一导电半导体层222并且底表面与第一导电层265接触。然而,第三反射层238的中间区域和下部区域可以设置为围绕第二绝缘层232。

[0447] 图49是根据第十九实施例的半导体器件的一部分的截面图。这里,将描述根据第十九实施例的半导体器件,着重于与根据上述实施例的半导体器件的不同之处。

[0448] 在根据该实施例的半导体器件200D中,导电层228可以设置在第二导电半导体层226下面。当第二导电半导体层226由AlGaIn制成时,由于AlGaIn的低导电性,可能不便于空穴注入。该问题可以通过设置包含具有相对高导电率的GaIn的导电层228来解决。

[0449] 结层260穿过第一凹槽与第一导电半导体层222接触。虽然未示出,但是第一电极层可以设置在结层260和第一导电半导体层222之间。

[0450] 第二反射层25设置在第二凹槽中,并且绝缘层230设置为延伸到第二反射层235的上表面,甚至侧表面。在结层260中,第二凹槽(具有设置在其中的第二反射层235)可以具有与第一凹槽相同的高度,并且具有比第一凹槽更小的宽度,所述第一凹槽与第一导电半导体层222接触。

[0451] 绝缘层230可以设置在第二反射层235的顶部上,并且结层260可以设置在第二反射层235的底部上并且电连接到第二反射层235。

[0452] 图50是根据第二十实施例的半导体器件的平面图。图51是沿图50的K-K'截取的半导体器件的剖视图。这里,将描述根据第二十实施例的半导体器件,着重于与根据第十六实施例的半导体器件的不同之处。

[0453] 在半导体器件200E中,反射层235可以设置在第一电极242之间和凹槽之间的低电流密度区域中。低电流密度区域可以与第一电极242隔开距离 $r_0$ 。在半导体器件200E中,实际上,可以设置更多数量的结构,其中每一个结构由第一电极242和凹槽形成,并且可以考虑电流密度来设计结构的数量,因此本文对此没有限制。通过考虑第一电极的电流来设置结构,可以设计低电流密度区域并在低电流密度区域中设置第二反射层。第二反射层235可以由与图46至图49的第三反射层238的材料相同的材料形成。

[0454] 在图50中,多个第一电极242显示为圆形,并且与第一电极间隔距离 $r_0$ 的区域可以称为“边界区域”。边界区域可以具有电流密度 $I_i$ 。

[0455] 边界区域的形状可以是圆形,但是可以依据第一电极242的形状而改变。因此,本发明不限于此。边界区域的电流密度 $I_i$ 可以在电流密度 $I_0$ 的30%至40%的范围内(例如, $I_i = I_0 \times \exp(-1)$ )。

[0456] 此外,低电流密度区域可以指的是多个边界区域之间的区域,并且可以具有小于电流密度 $I_i$ 的电流密度。

[0457] 在该实施例中,第二反射层设置成与围绕一个第一电极242的“边界区域”外部接触,并且多个“边界区域”可以彼此外部直接接触或彼此间隔开。因此,当边界区域彼此接触时,低电流密度区域可以彼此间隔开,并且当边界区域彼此间隔开时,低电流密度区域可以扩展。

[0458] 在图51中,从第二导电半导体层226到有源层224和第一导电半导体层226的一部分设置凹槽,并且存在暴露第一导电半导体层222的多个区域,所述多个区域被分类为第一凹槽区域和第二凹槽区域。第一凹槽区域和第二凹槽区域的横截面是诸如圆形、多边形、椭圆形等,但不限于此。第二凹槽区域可以设置在第一凹槽区域周围。

[0459] 第一电极242可以设置在第一凹槽区域中暴露的第一导电半导体层222上,第二电极246可以设置在第一凹槽区域和第二凹槽区域之间的第二导电半导体层226上。而且,第二反射层235可以插入到第二凹槽区域中,并且第二反射层235的一部分可以延伸到第二凹槽区域外部的区域。第二反射层235的一部分可以设置在与有源层224对应的高度处,并且高度对应于第一导电半导体层222的一部分。也就是说,第二反射层235的顶表面可以设置在与有源层224的高度相同的高度处。

[0460] 发光结构220基于AlGaIn并且包含大量的铝(Al),电流扩散特性在发光结构220中劣化。在这种情况下,从低电流密度区域去除发光结构220,并形成第二反射层235。而且,在TM模式中第二反射层235可以向上改变从有源层发射的光的路径,以减少发光结构中的光吸收。因此,可以调整半导体器件的取向角并提高光提取效率。

[0461] 此外,第二导电层250可以用作覆盖层,被配置为将第二电极246电连接到第二电极焊盘266以及围绕并支撑第二电极246和第二反射层235以确保其稳定性。特别地,可以类似于第十六实施例,通过去除第二导电半导体层226、有源层224和第一导电半导体层222的一部分来暴露发光结构220的边缘区域,第二导电层250可以设置在已经去除了发光结构220的区域中,并且第二导电层250可以延伸到高于有源层的区域。

[0462] 也就是说,通过去除第二导电半导体层226、有源层224和第一导电半导体层222的一部分来暴露发光结构220的边缘区域,并且第二导电层250可以是设置在已经去除发光结构220的区域中。

[0463] 在图51中,由线I-I'表示的区域是发光结构220的端部并且可以指代发光结构220的间隔区域。由线J-J'表示的区域可以是发光结构220表面的区域,即第二导电半导体层226尚未被去除并且上表面保留。

[0464] 这里,线I-I'和线J-J'之间的距离d1可以在 $3\mu\text{m}$ 至 $7\mu\text{m}$ 的范围内,例如距离可以是 $5\mu\text{m}$ 。当线I-I'与线J-J'之间的距离小于 $3\mu\text{m}$ 时,台面刻蚀区域变窄,因此可能难以将第二导电层250形成为具有阶梯结构。当距离大于 $7\mu\text{m}$ 时,工艺稳定性提高,但有源层224的体积可能减小。

[0465] 根据本实施例的半导体器件200E,低电流密度区域中的第二反射层235设置在第二凹槽区域中,并且被配置为向上反射从有源层224发射的横向行进的光,并且发光结构220的边缘区域中的第二导电层250可以延伸到大于有源层224的高度的高度,并且向上反射从有源层发射并行进到边缘区域的光。

[0466] 半导体器件可以被配置为封装,并且可以用于树脂、抗蚀剂、SOD或SOG的固化。或者,半导体器件可用于医学治疗或者可以用于空气净化器或净水器的消毒。而且,半导体器件可以用作照明系统的光源。例如,半导体器件可以用作图像显示装置的光源或照明装置的光源。

[0467] 当半导体器件用作图像显示装置的背光单元时,半导体器件可以被用作边缘式背光单元(edge-type backlight unit)或直接式背光单元(direct-type backlight unit)。当半导体器件用作照明装置的光源时,半导体器件可以用作灯或灯泡。或者,半导体器件可以用作移动终端的光源。

[0468] 图52是示出其中设置有半导体器件的封装的图。

[0469] 根据实施例的发光器件封装300包括封装本体310、第一电极单元321,第二电极单

元322和发光器件200A。

[0470] 封装本体310可以由具有空腔的绝缘材料制成,并且可以包含诸如聚邻苯二甲酰胺(PPA)树脂、硅基材料等。

[0471] 第一电极单元321和第二电极单元322可以设置在封装本体310上,并且电极的一部分可以设置在空腔的底部上。

[0472] 发光器件200A可以是上述的发光器件,并且可以设置在第一电极单元321上并通过导线330与第二电极单元322电连接。

[0473] 发光器件200A和导线330的外围可以充满空气。对于发射紫外线光的发光器件,当在发光器件的外围设置由硅基材料制成的模塑部件时,由于与紫外线波长相对应的能量,在模塑部件中可能出现诸如裂缝的缺陷,因此可靠性可能降低。

[0474] 发光器件200A周围可以包括磷光体(未示出)。磷光体可以是YAG基磷光体、氮化物基磷光体、硅酸盐基磷光体或其混合物,但不限于此。在封装本体310上形成槽,并且盖370设置在槽上。盖370可以由诸如玻璃的透光材料制成。可以使用粘合剂375来组合封装本体310和盖370。例如,硅基粘合剂可以用做粘合剂375。

[0475] 除了图52的封装之外,半导体器件被倒装芯片接合并用作封装。

[0476] 图53是根据本发明的一个实施例的半导体器件封装的平面图,图54是图53的改型例。

[0477] 参照图53,半导体器件10可以设置在第一引线框架5a上并通过导线与第二引线框架5b连接。在这种情况下,第二引线框架5b可以设置为围绕第一引线框架的侧表面。

[0478] 参照图54,半导体器件封装可以具有设置在其中的多个半导体器件10a、10b、10c和10d。在这种情况下,引线框架可以包括第一引线框架5a、第二引线框架5b、第三引线框架5c、第四引线框架5d和第五引线框架5e。

[0479] 第一半导体器件10a可以设置在第一引线框架5a上并且借助导线与第二引线框架5b连接。第二半导体器件10b可以设置在第二引线框架5b上并借助导线与第三引线框架5c连接。第三半导体器件10c可以设置在第三引线框架5c上并借助导线与第四引线框架5d连接。第四半导体器件10d可以设置在第四引线框架5d上并借助导线与第五引线框架5e连接。

[0480] 半导体器件可以应用于各种光源装置。例如,概念上,光源装置可包括照明装置和显示装置。也就是说,半导体器件可以应用于各种电子装置,所述电子装置被配置为设置在其壳体中来提供光。

[0481] 照明装置可以包括:光源模块,该光源模块包括基板和实施例的半导体器件;散热单元,被配置为消散光源模块的热量;以及电源单元,被配置为处理或转换来自外部的电信号并且向电源模块提供电信号。而且,照明装置可包括灯、前照灯或路灯。

[0482] 显示器件可以包括底盖、反射板、发光模块、导光板、光学片、显示板、图像信号输出电路和滤色器。底盖、反射板、发光模块、导光板和光学片可以构成背光单元。

[0483] 反射板可以被放置在底盖上,并且发光模块可以发光。导光板可以被安置在反射板之前,以便向前引导由发光模块发射的光。光学片可以包括棱镜片(增亮膜)等,并且可以被安置在导光板之前。显示板可以被安置在光学片之前。图像信号输出电路可以将图像信号供给到显示板。滤色器可以被安置在显示板之前。

[0484] 当半导体器件被用作显示装置的背光单元时,半导体器件可以被用作边缘式背光

单元(edge-type backlight unit)或直接式背光单元(direct-type backlight unit)。

[0485] 半导体器件可以是激光二极管,而非上述发光二极管。

[0486] 如发光器件,激光二极管可以包括具有上述结构的第一导电型半导体层、有源层和第二导电型半导体层。激光二极管还可以使用场致发光现象,在该现象中在p型第一导电型半导体和n型第二导电型半导体彼此接触之后在电流流动时发射光,但是被发射的光在方向性和相位上具有不同。亦即,激光二极管使用受激发射和相长干涉,使得具有特定的单个波长的光可以以相同的相位和方向被发射。由于这些特性,激光二极管可以被用于光通信器件、医疗器件、半导体处理器件等。

[0487] 受光器件可以包括,例如,光电探测器,其是一种被构造为探测光并且将光的强度转换为电信号的变换器。光电探测器可以包括光电池(硅和硒)、光输出元件(硫化镉和硒化镉)、光电二极管(例如,在可见盲光谱区域或真盲光谱区域中具有峰值波长的PD)、光电晶体管、光电倍增管、光电管(真空和气体填充)、红外线(IR)探测器等,但是并不限于此。

[0488] 通常,诸如光电探测器等的半导体器件可以使用具有优良的光电转换效率的直接带隙半导体制成。可选地,光电探测器可以具有各种结构。作为最为常用的结构,光电探测器可以包括使用p-n结的针型光电探测器、使用肖特基结的肖特基光电探测器、金属-半导体-金属(MSM)光电探测器等。

[0489] 像发光器件那样,光电二极管可以包括具有上述结构的第一导电型半导体层和第二导电型半导体层,并且可以被形成为p-n结或针形结构。在施加反向偏置或零偏置时,光电二极管操作。当光入射到光电二极管上时,产生电子和空穴,从而电流流动。在这种情况下,电流幅值可以与入射到光电二极管上的光强度近似呈比例。

[0490] 作为一种光电二极管的光电池或太阳能电池可以将光转换为电流。像发光器件那样,太阳能电池可以包括具有上述结构的第一导电型半导体层、有源层和第二导电型半导体层。

[0491] 而且,太阳能电池可以被用作通过使用p-n结的通用二极管的整流特性的电子电路的整流器并且可以被应用于微波电路的振荡电路等。

[0492] 而且,上述半导体器件不必仅仅以半导体实施。根据情况,半导体器件可以附加地包括金属材料。例如,诸如受光器件等的半导体器件可以使用Ag、Al、Au、In、Ga、N、Zn、Se、P和As至少其中之一被实施,而且可以使用本征半导体材料或掺杂有p型掺杂物或n型掺杂物的半导体材料来实施。

[0493] 虽然已经参照示例性实施例描述了本发明,但是这些仅是示例而非限制本发明。本领域技术人员将理解,可以在其中进行各种修改和应用,而不会偏离实施例的本质特征。例如,上述实施例中描述的元件可以被修改和实施。此外,与这些修改和应用相关的差异应被解释为包括在由所附权利要求书限定的本发明的范围。

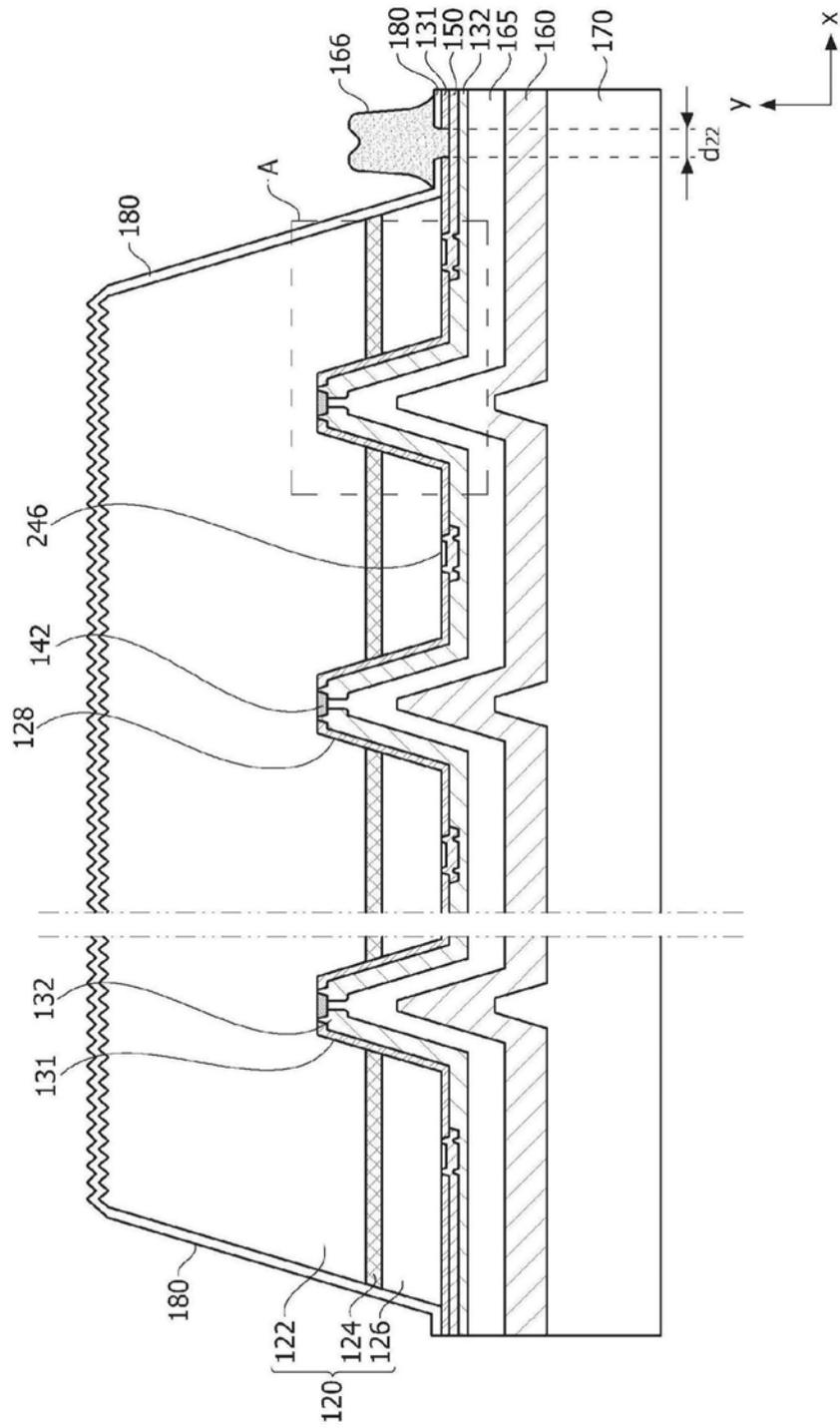


图1

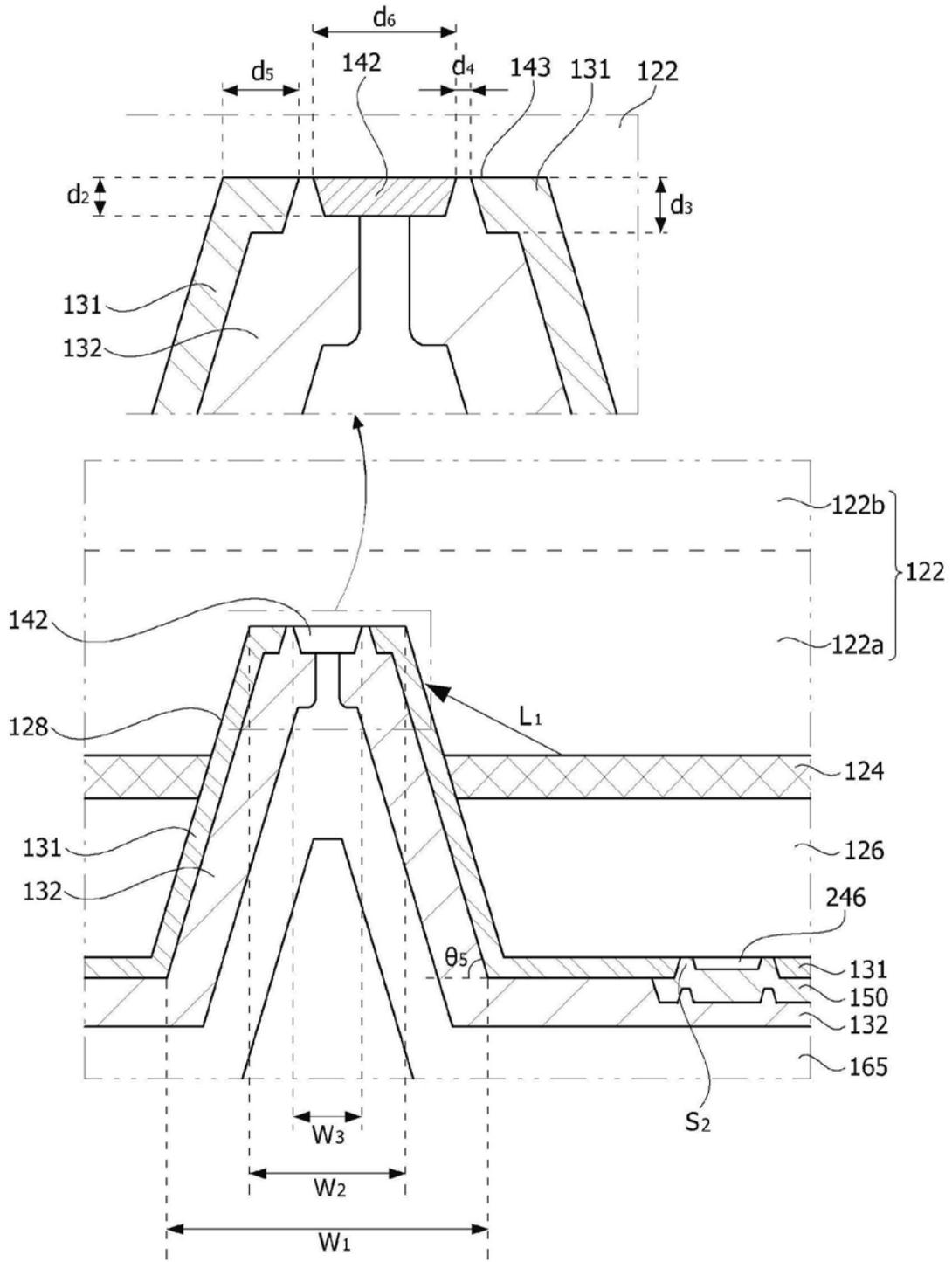


图2

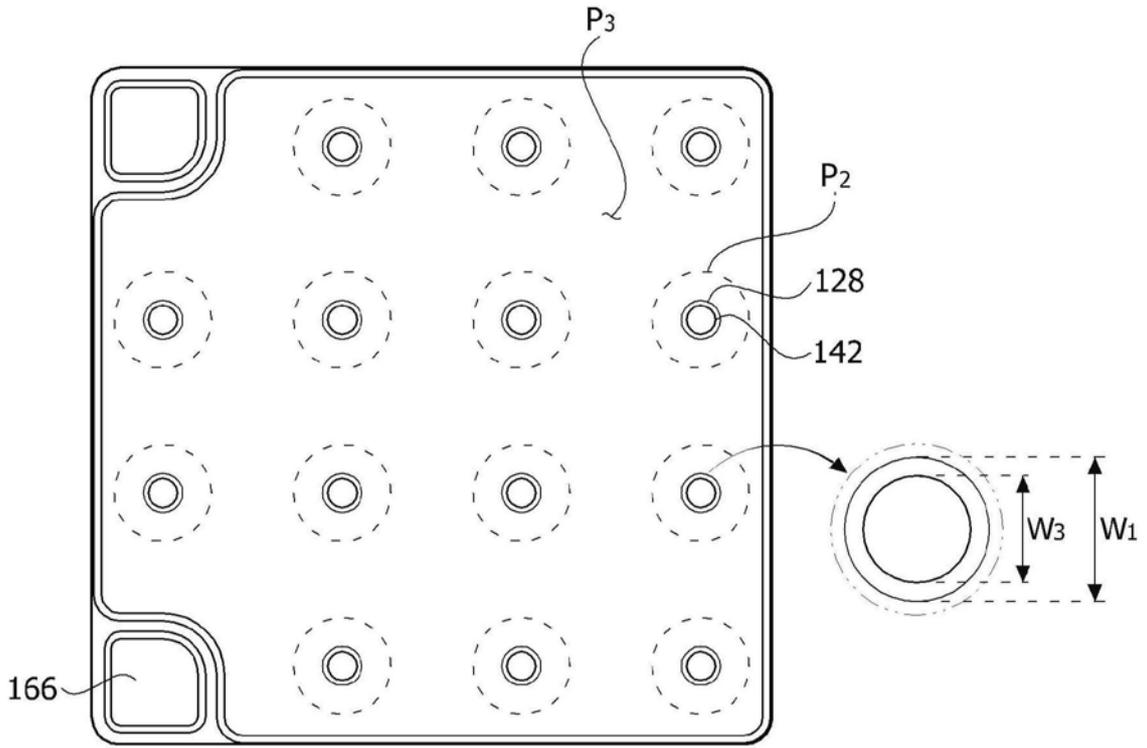


图3

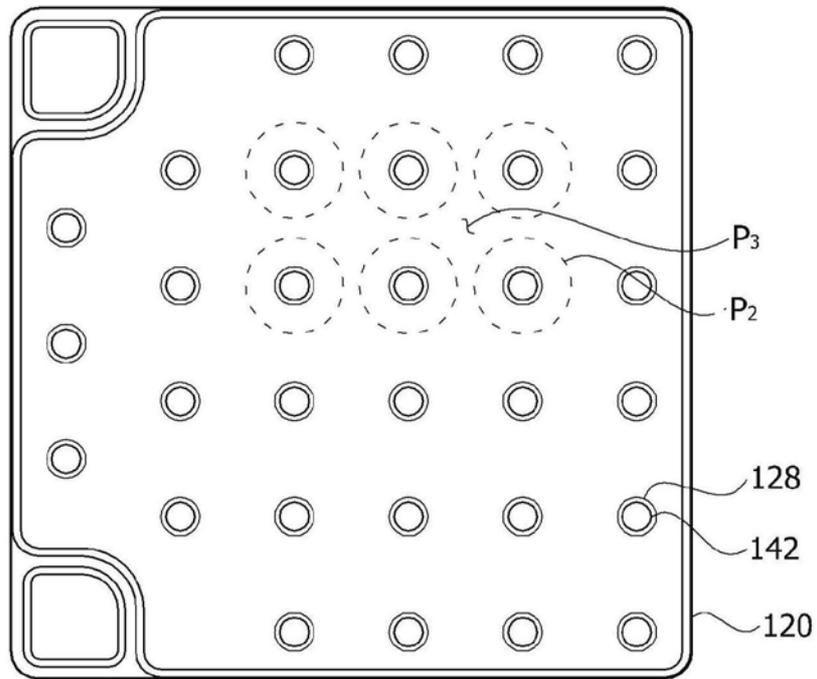


图4

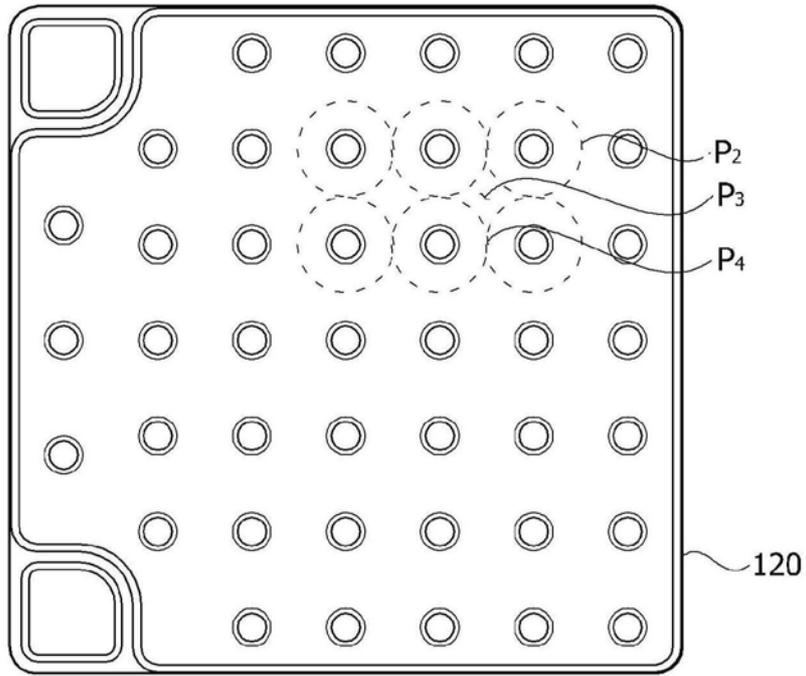


图5

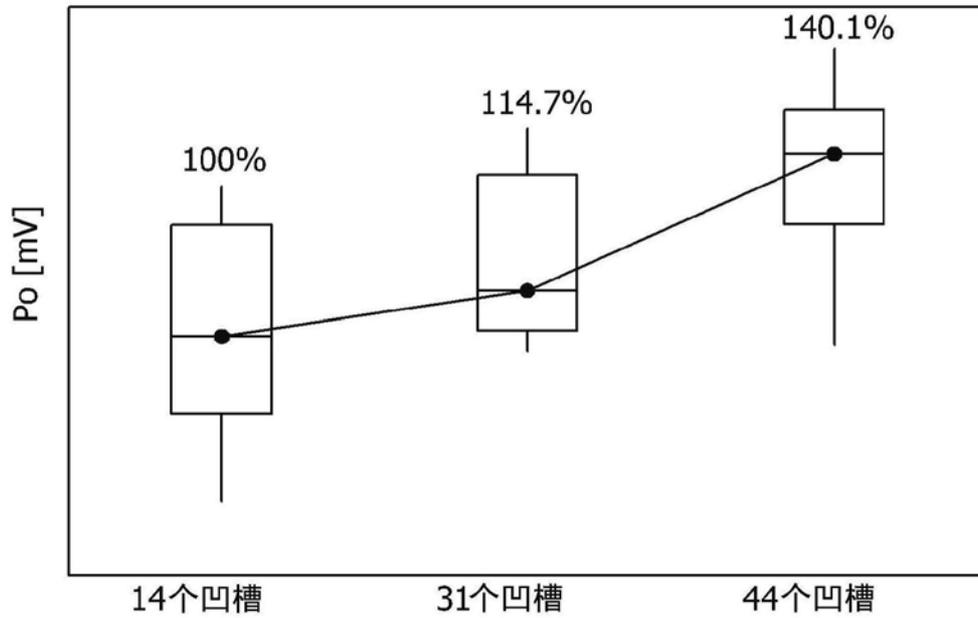


图6

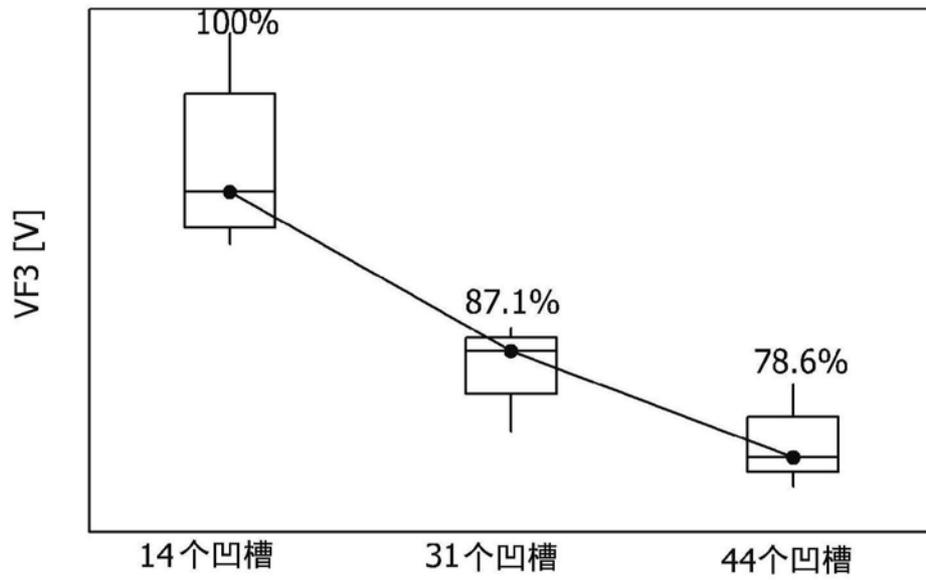


图7

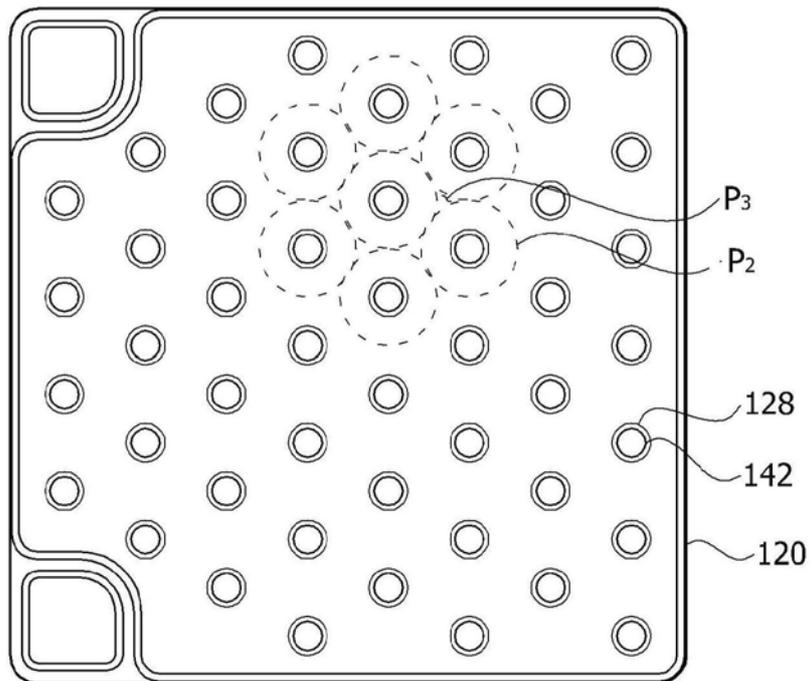


图8

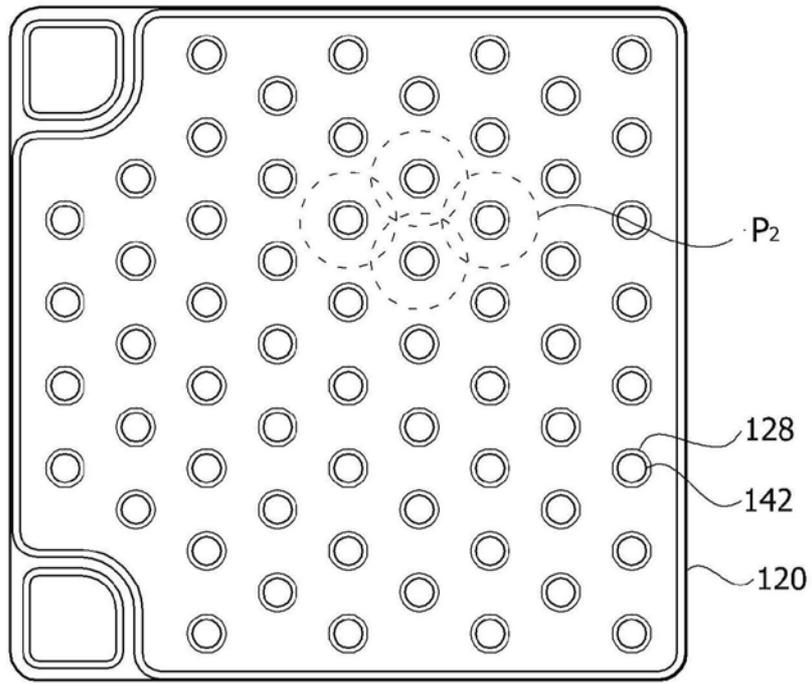


图9

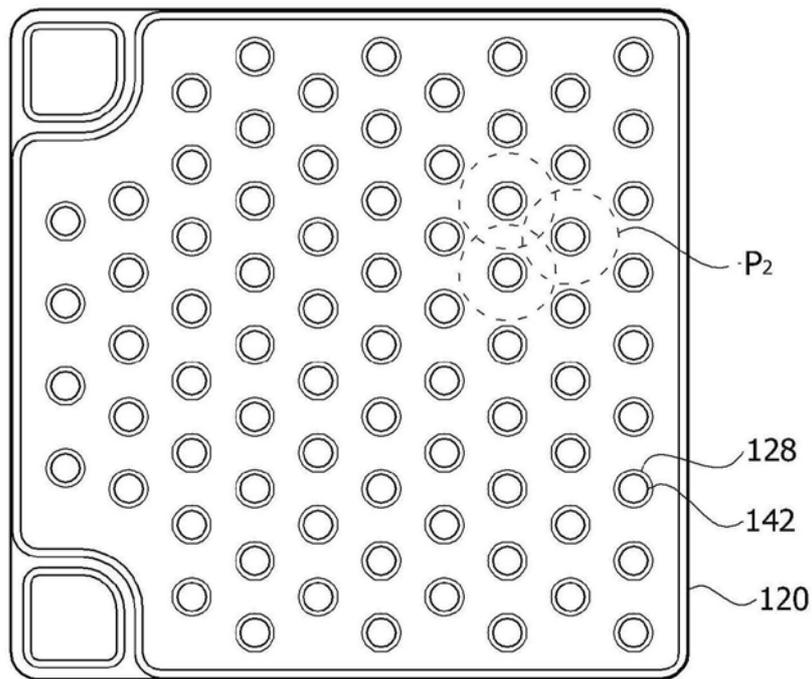


图10

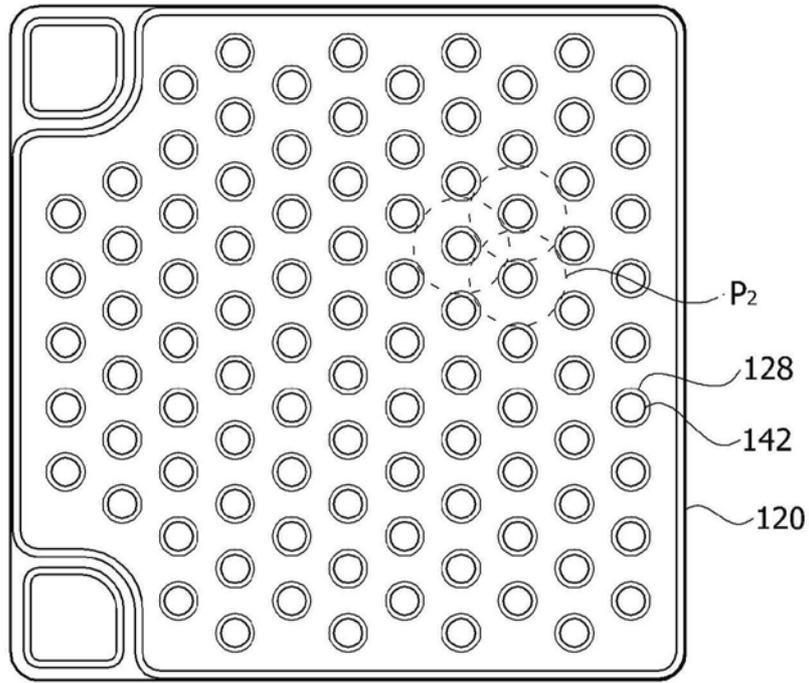


图11

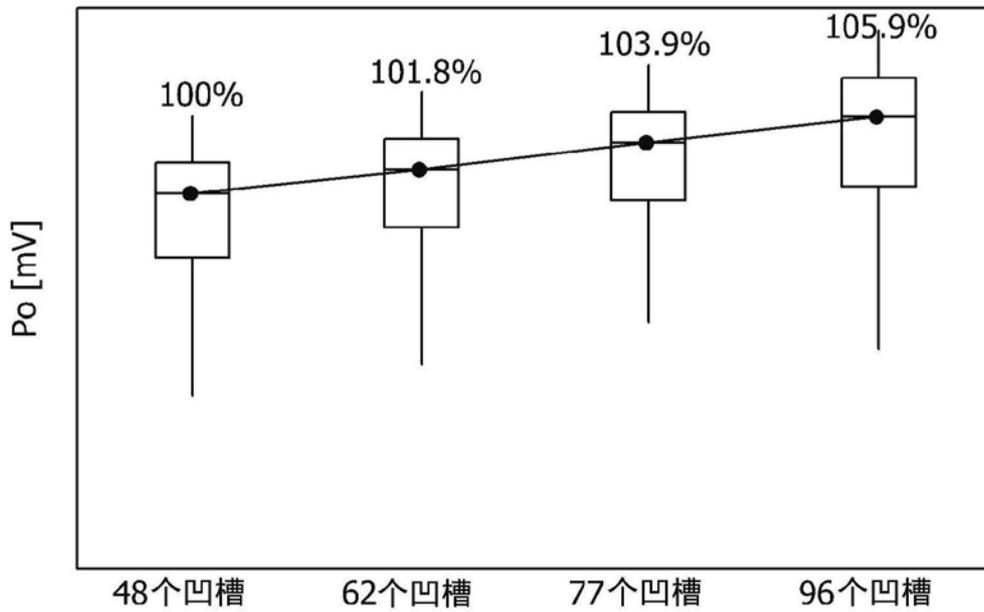


图12

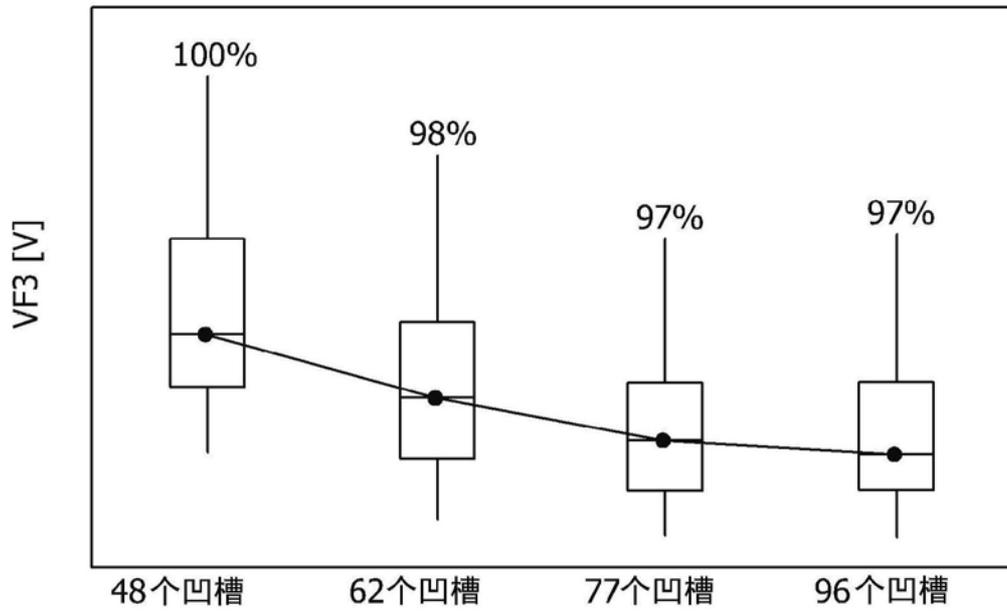


图13

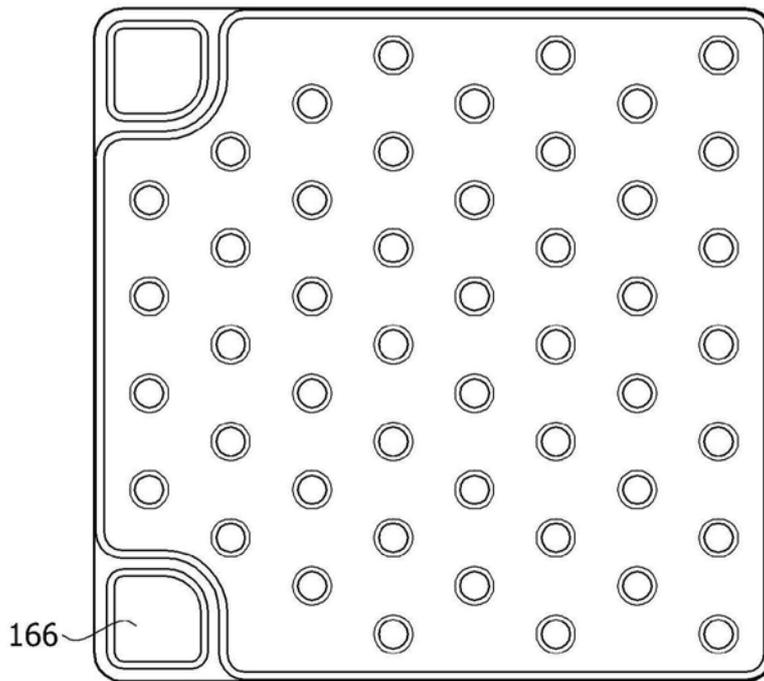


图14

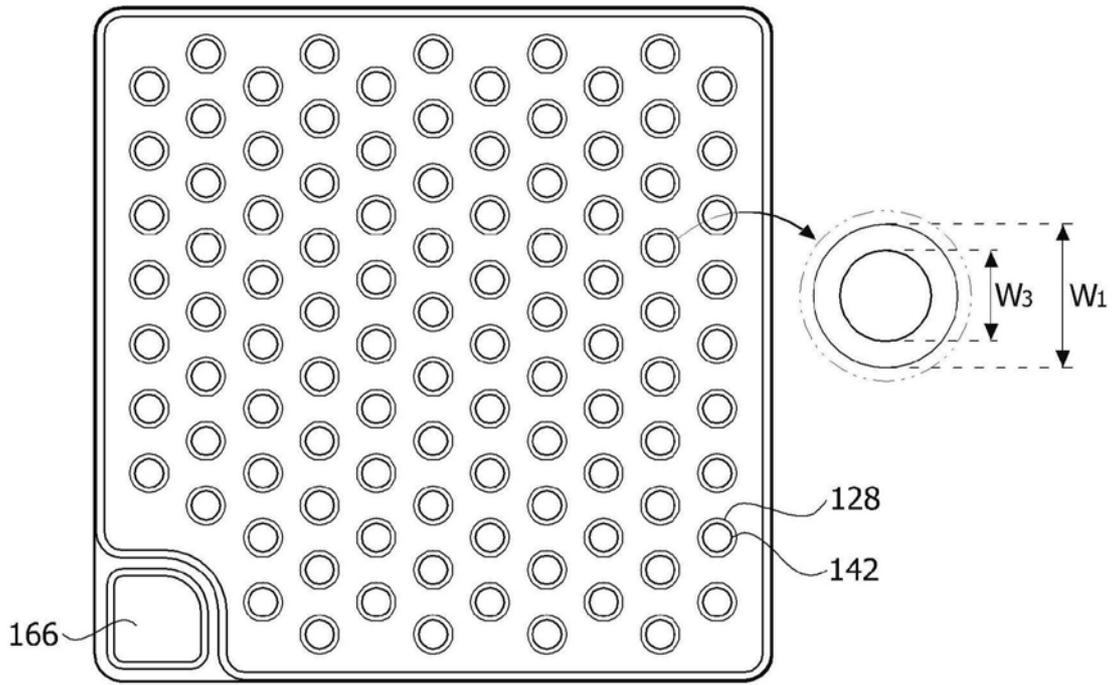


图15

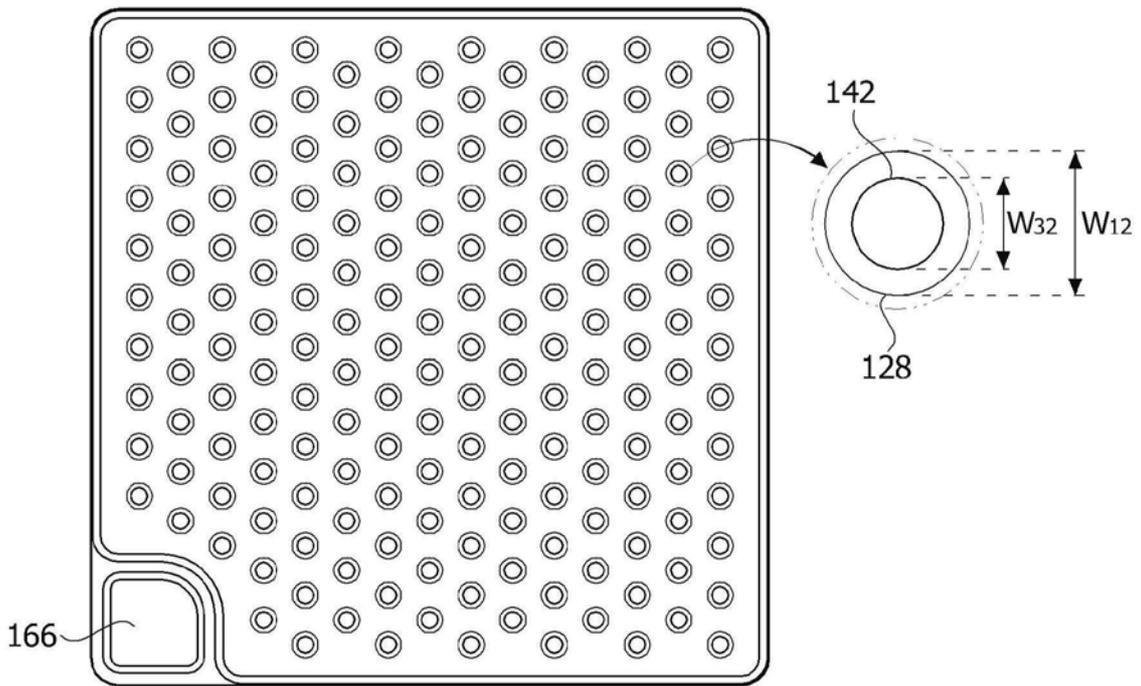


图16

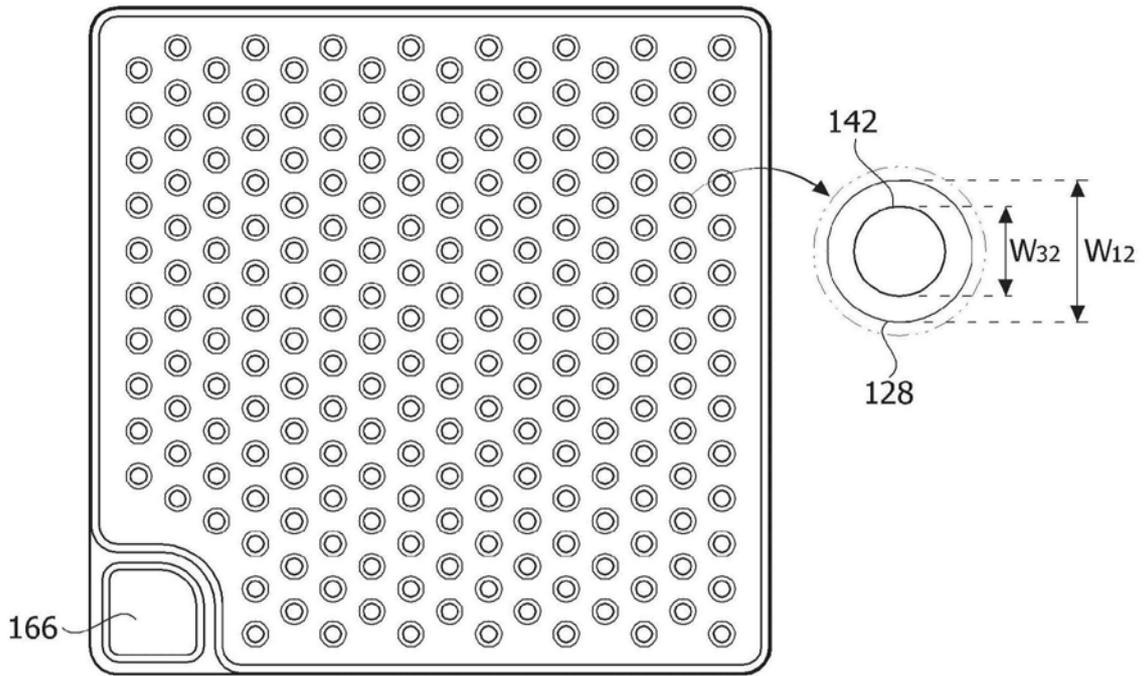


图17

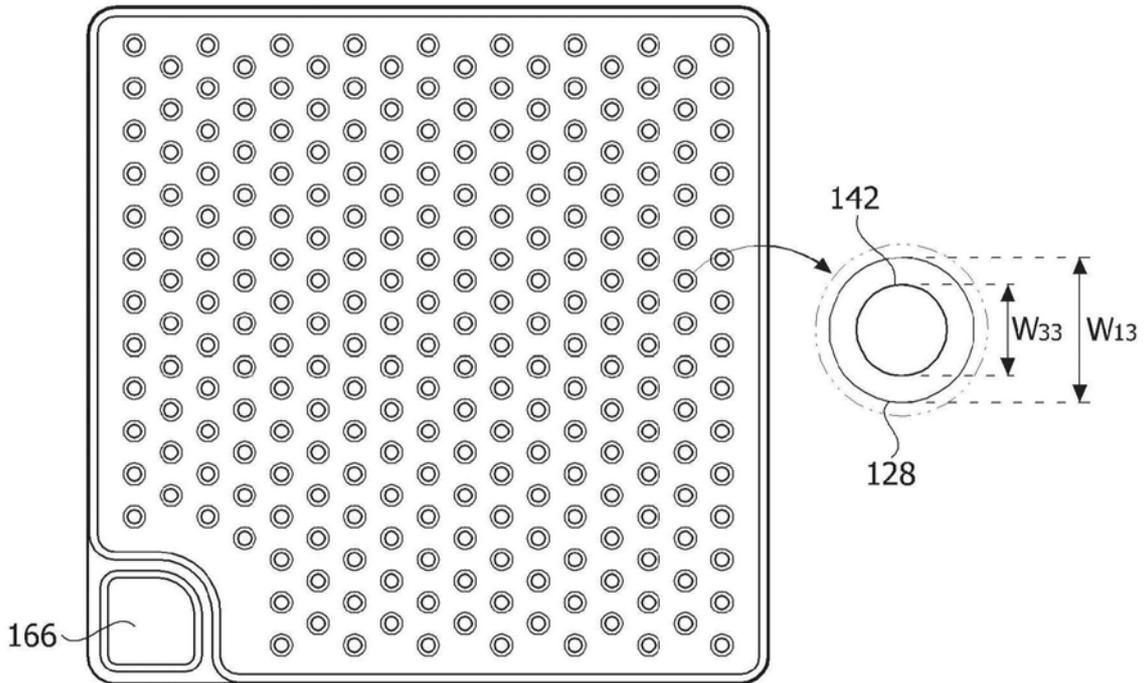


图18

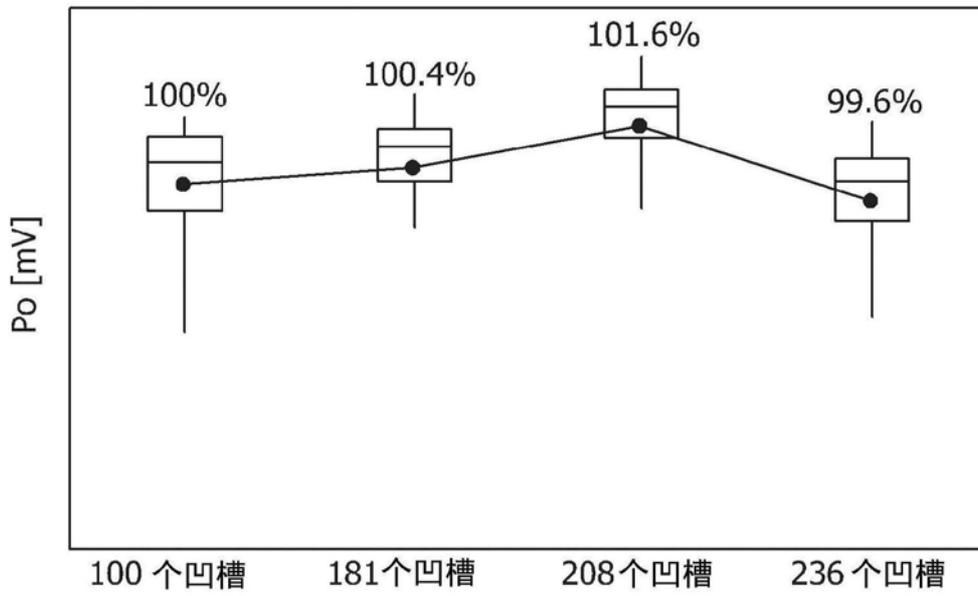


图19

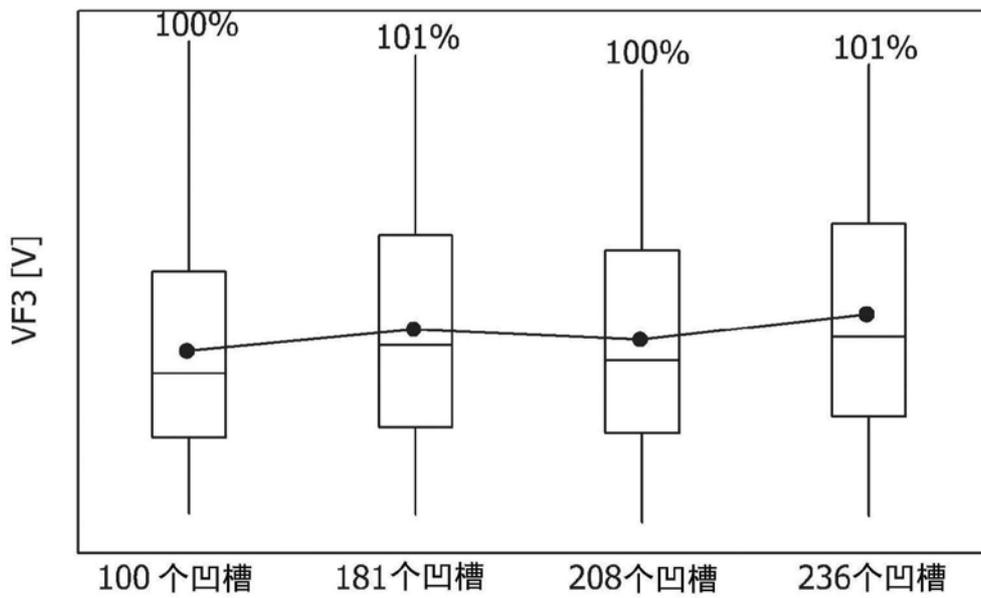


图20

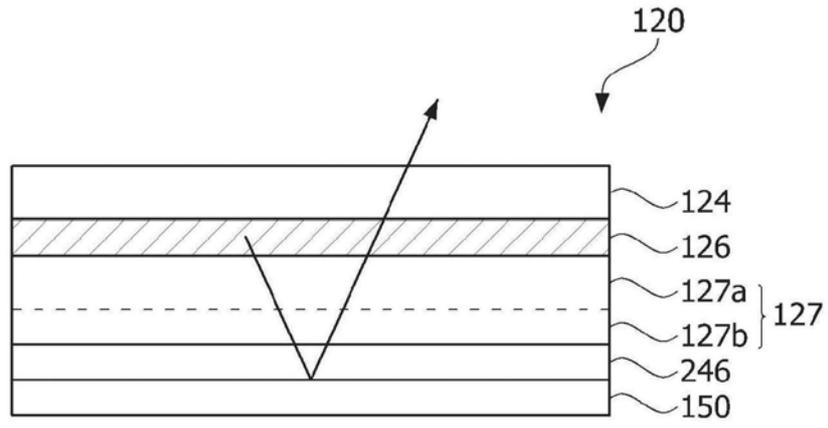


图21

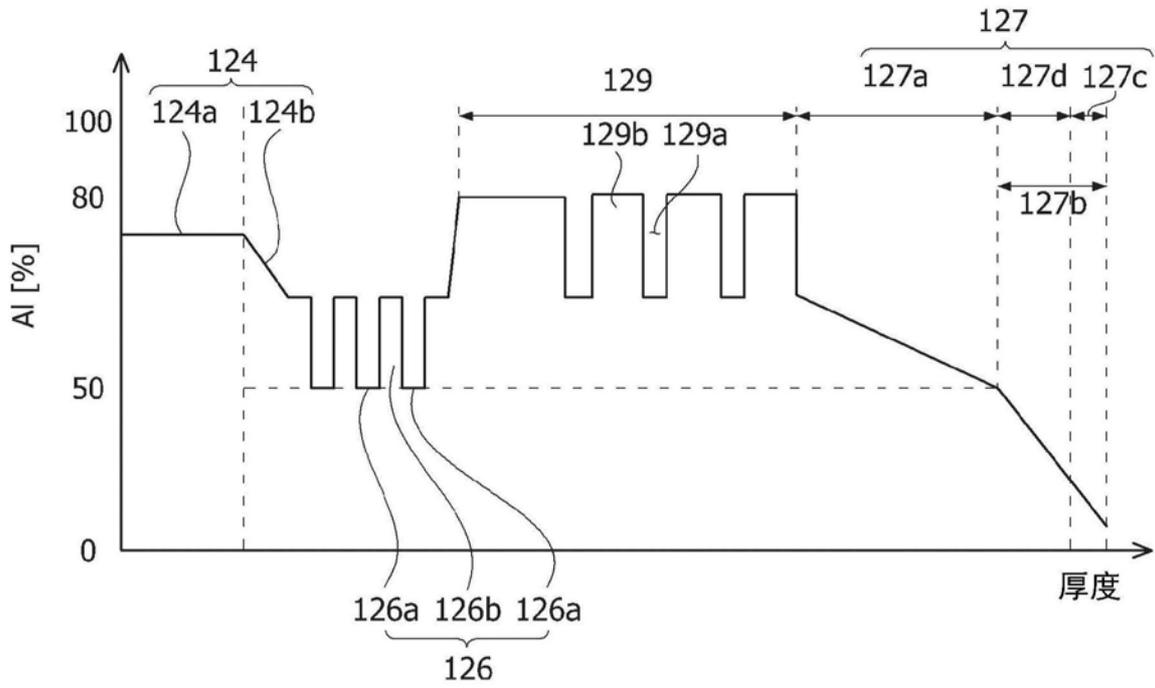


图22

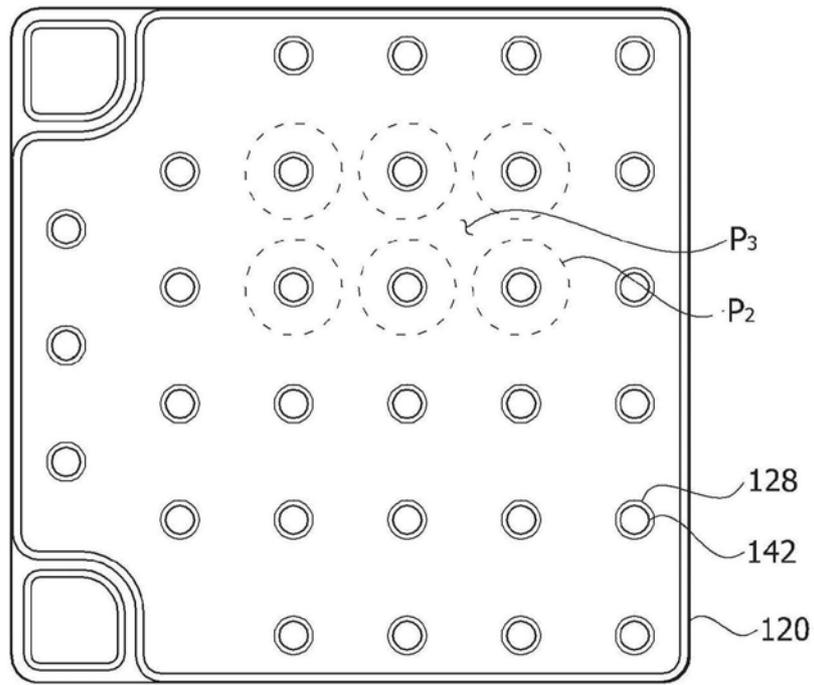


图23a

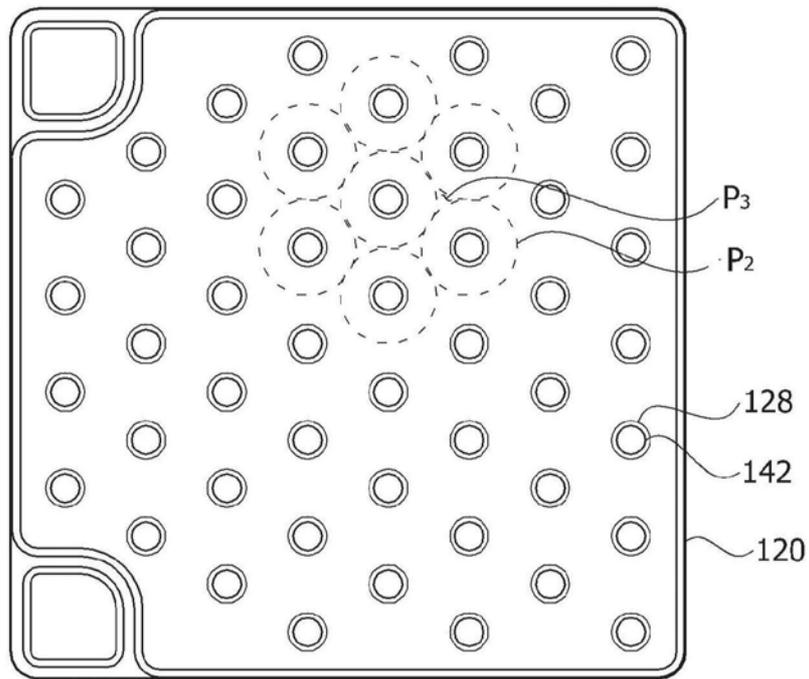


图23b

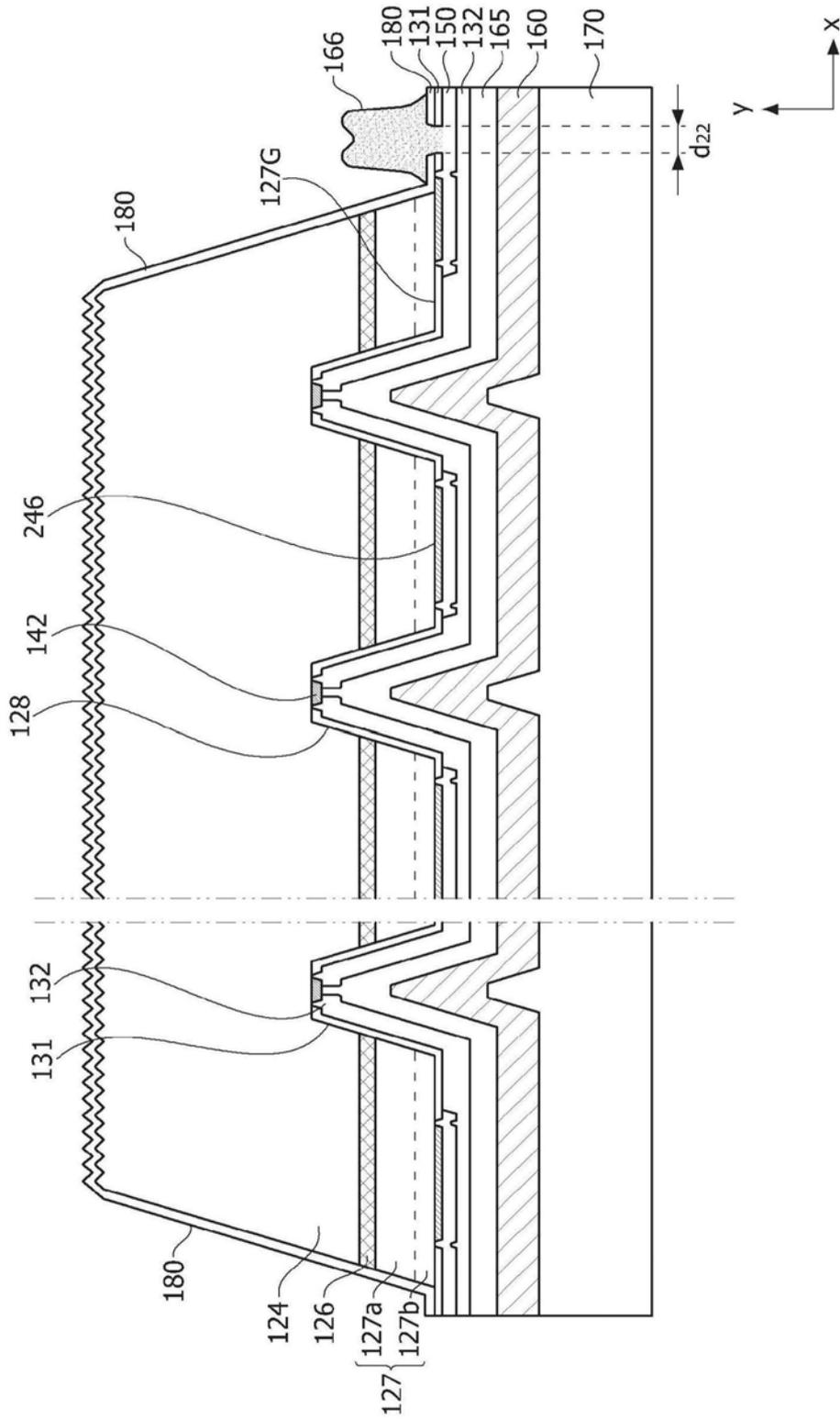


图24

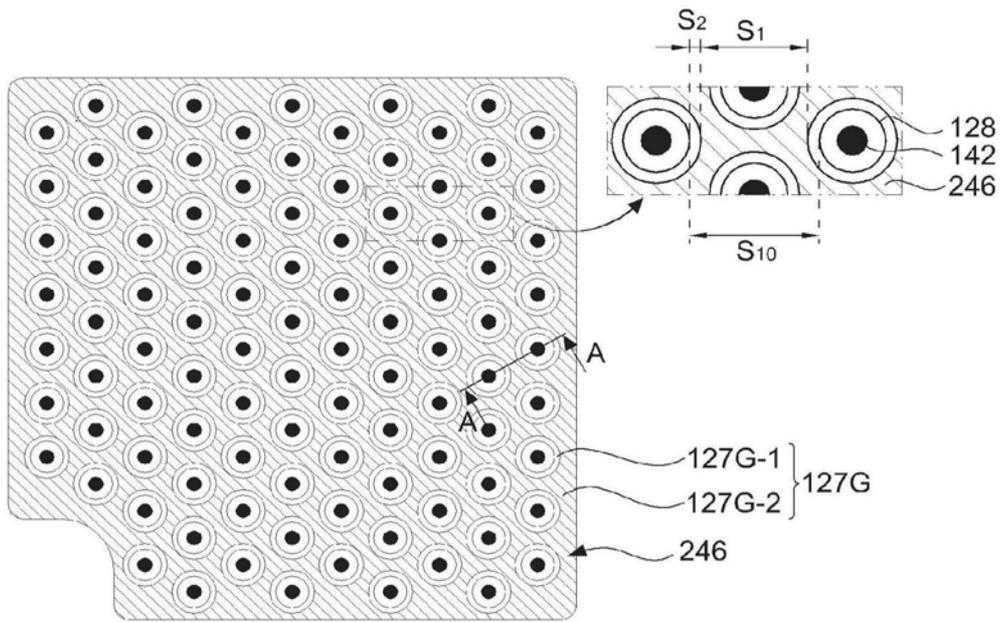


图25

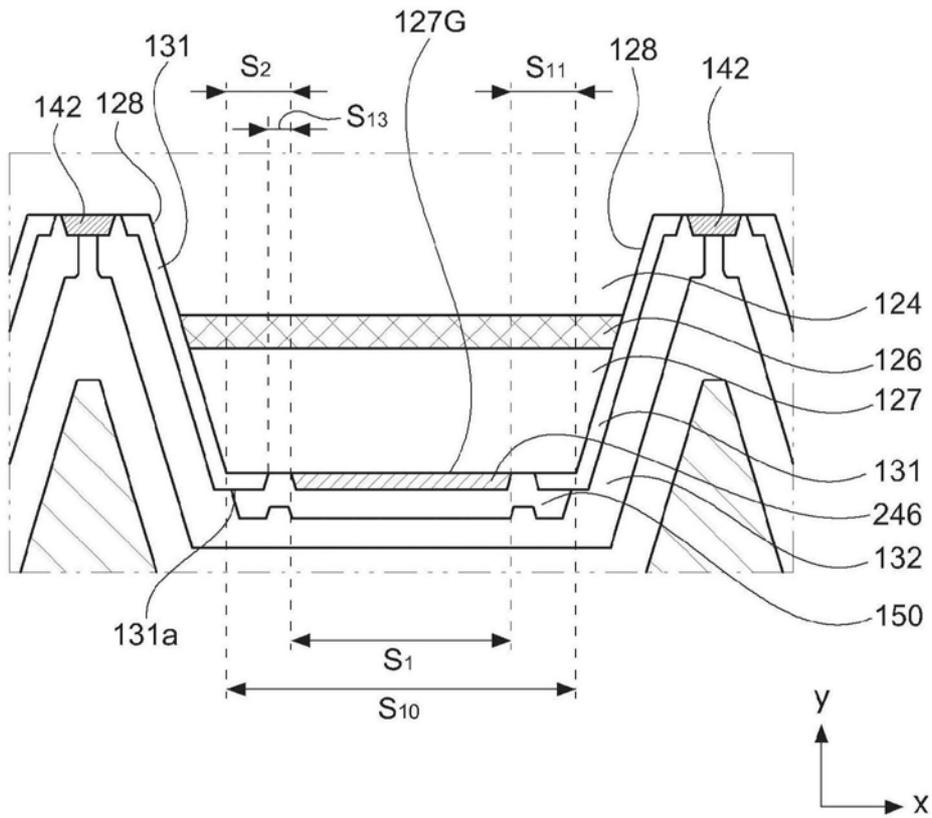


图26

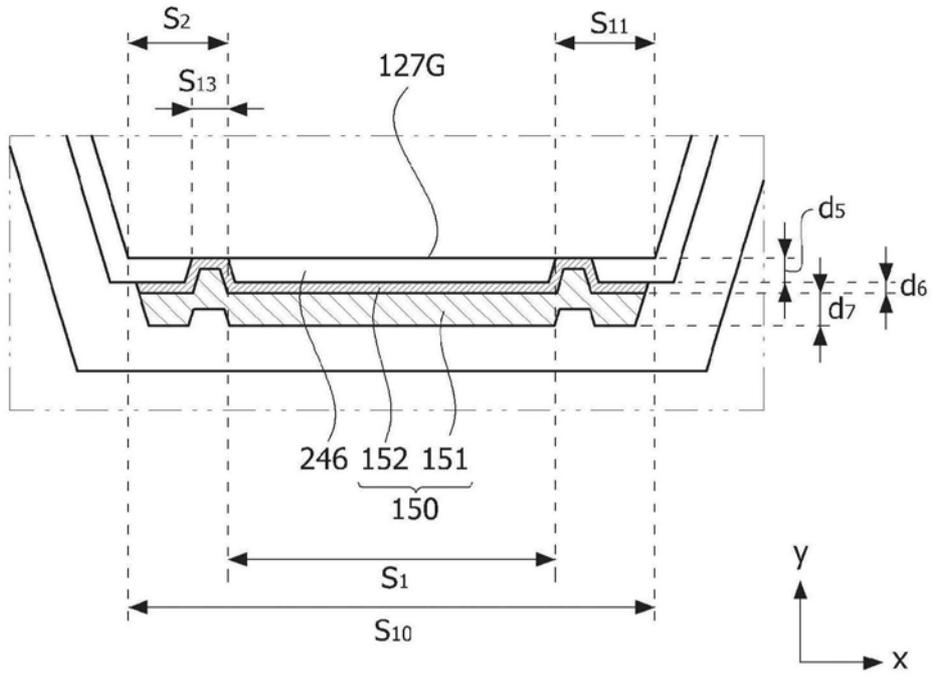


图27

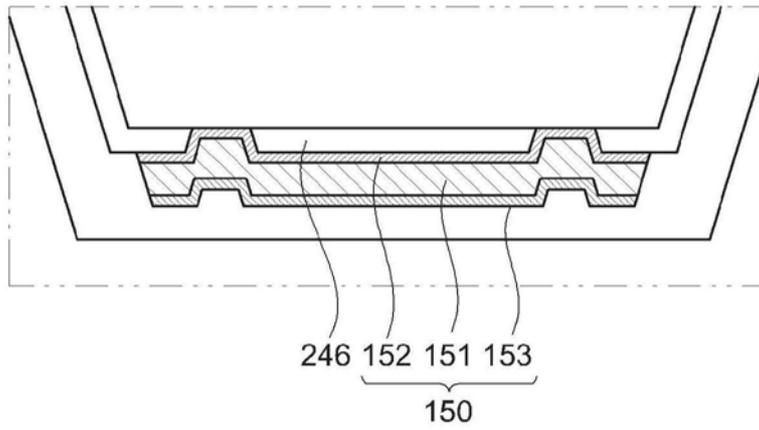


图28

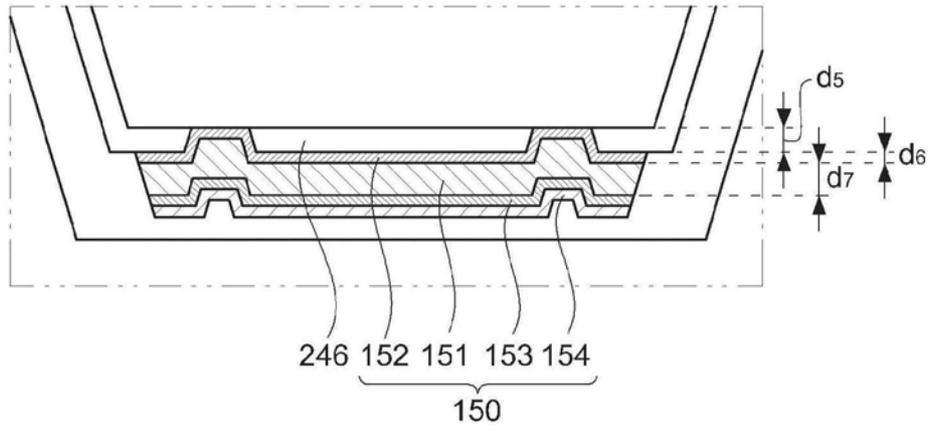


图29



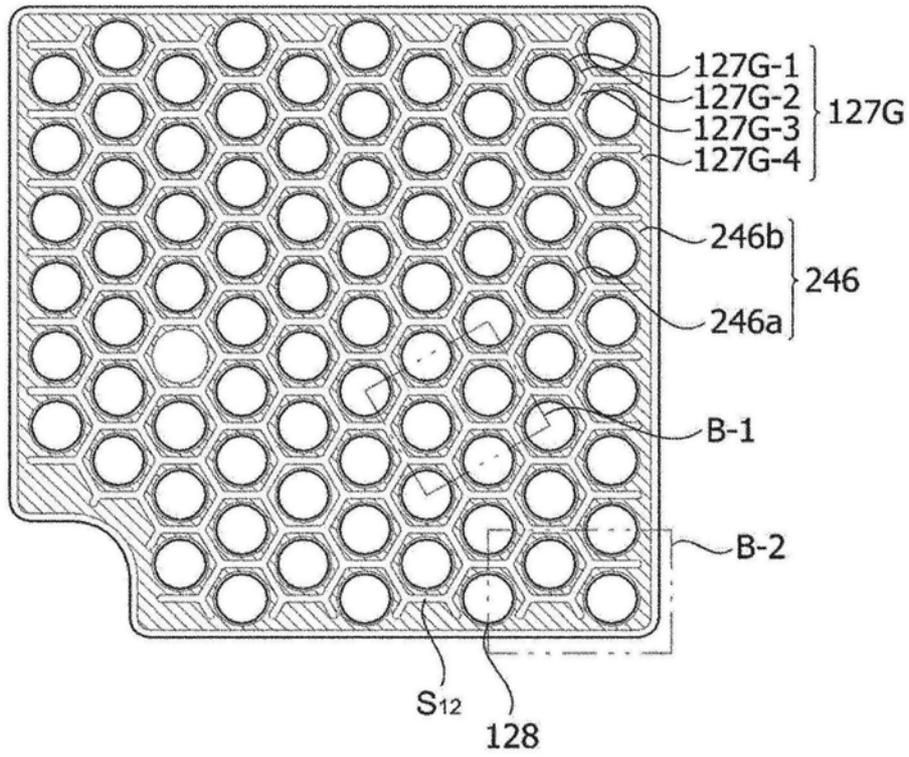


图31

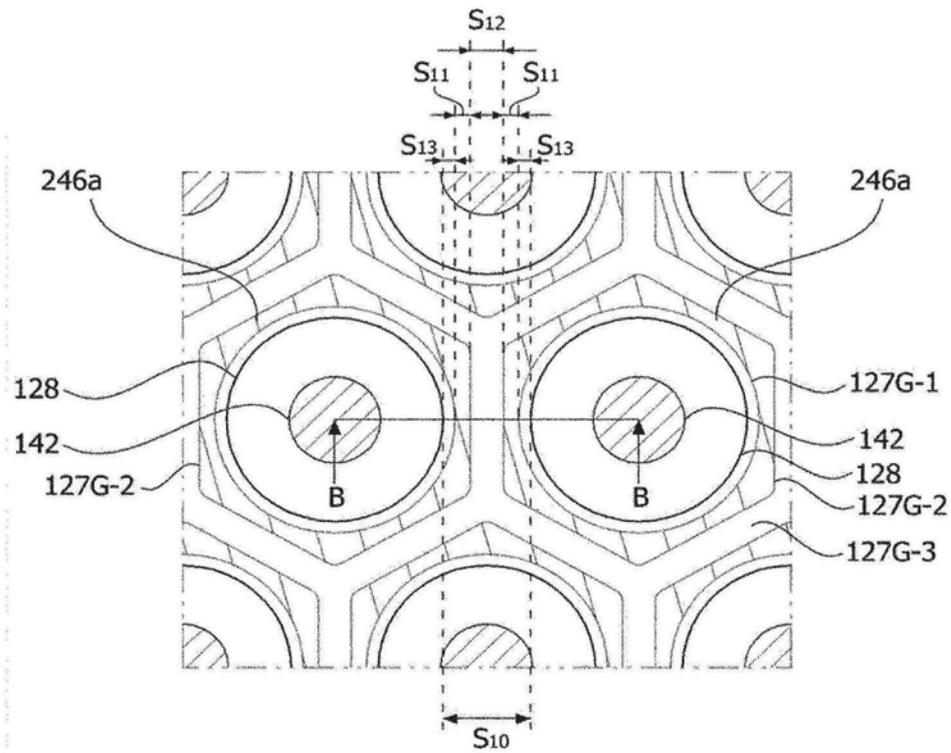


图32

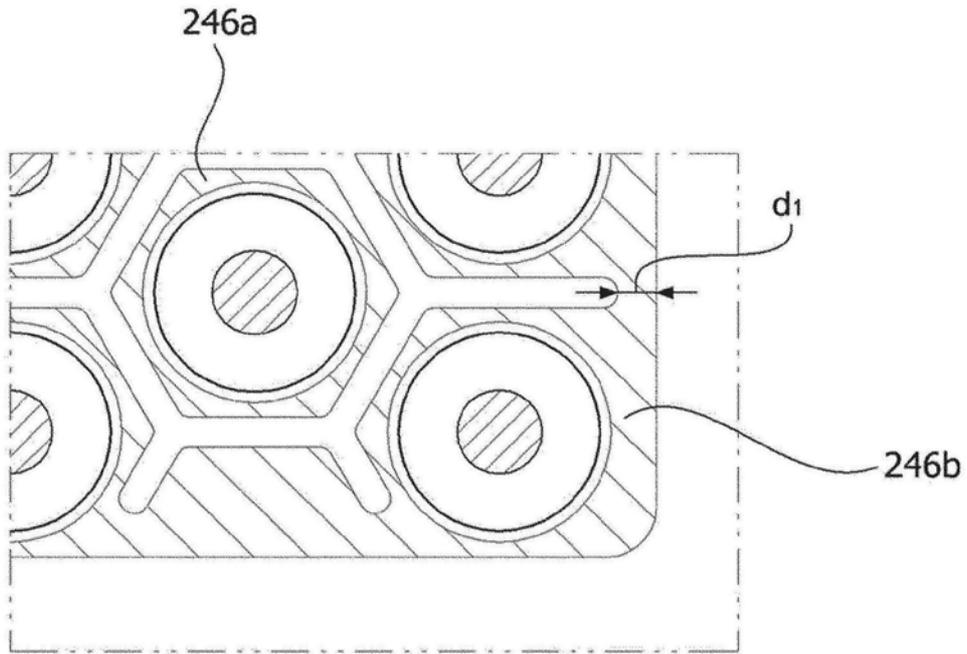


图33

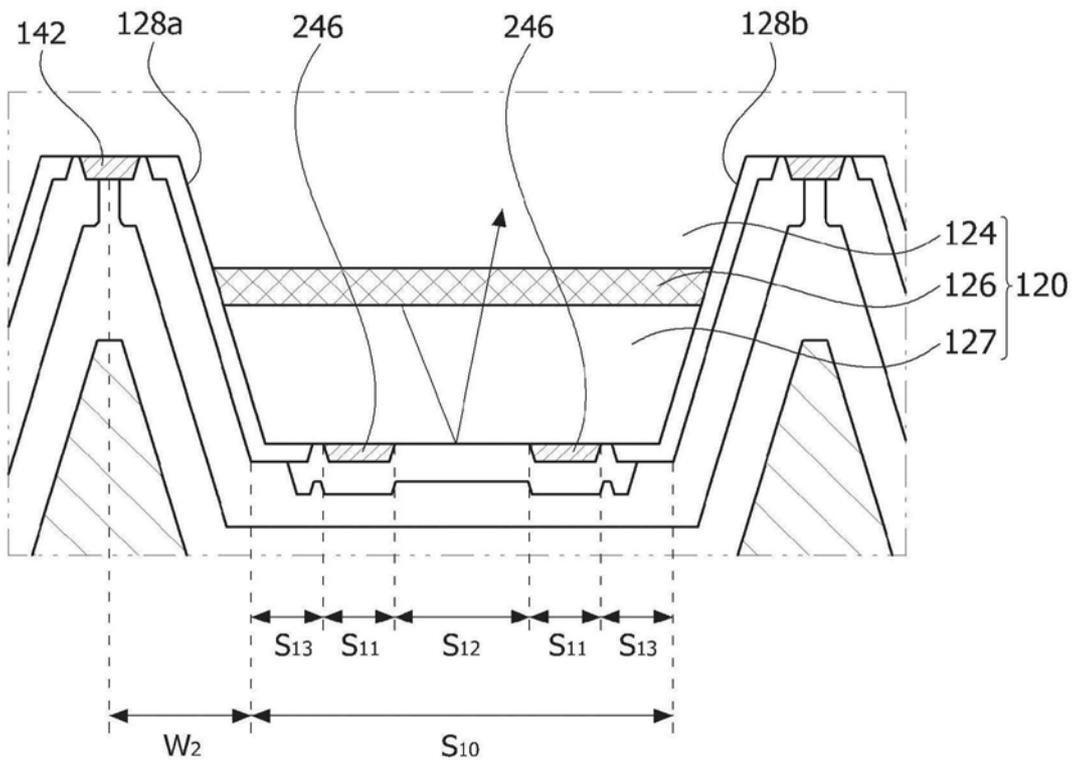


图34

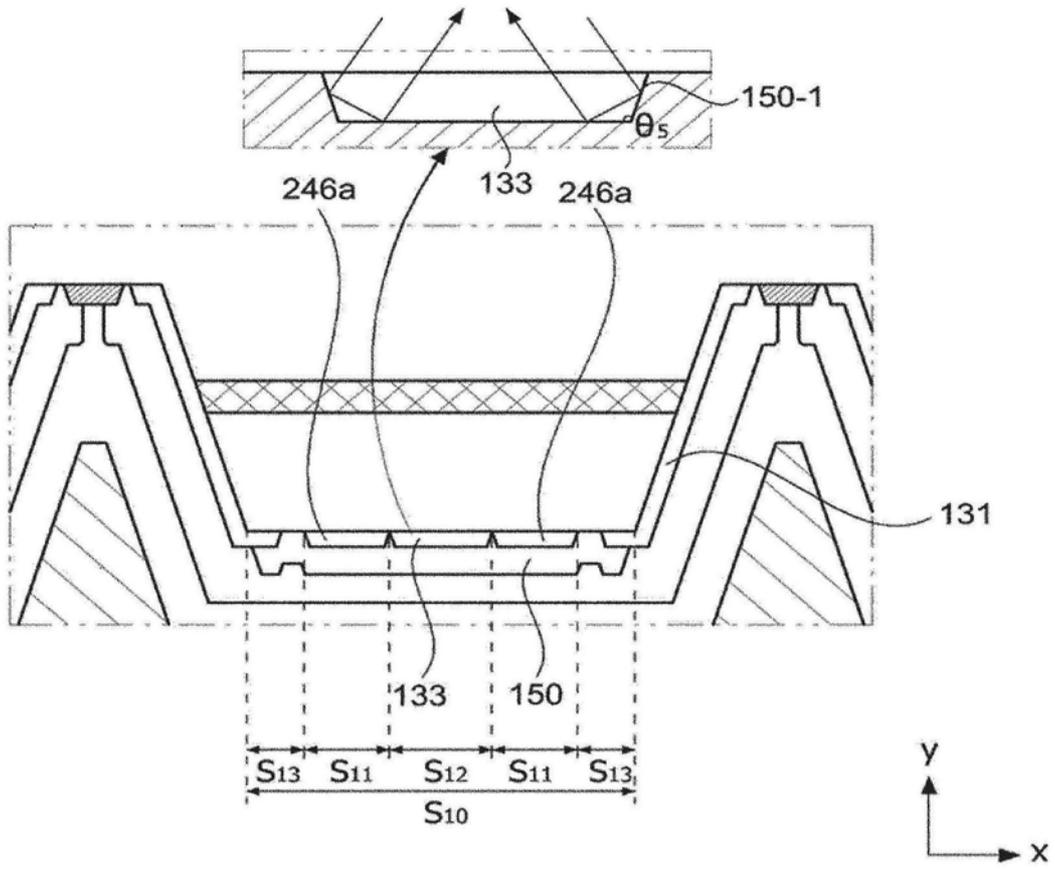


图35

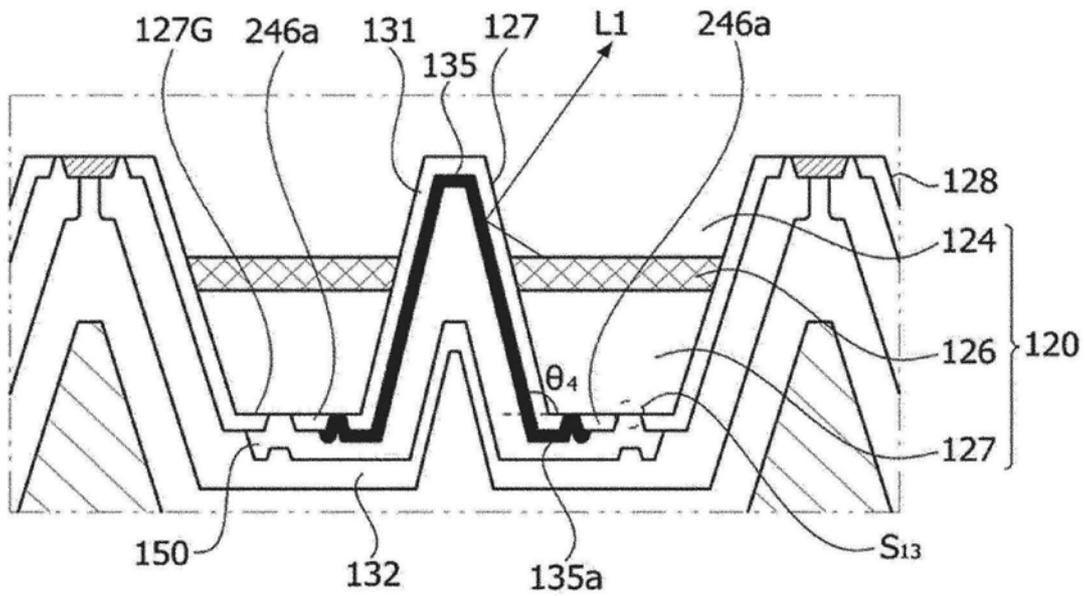


图36a

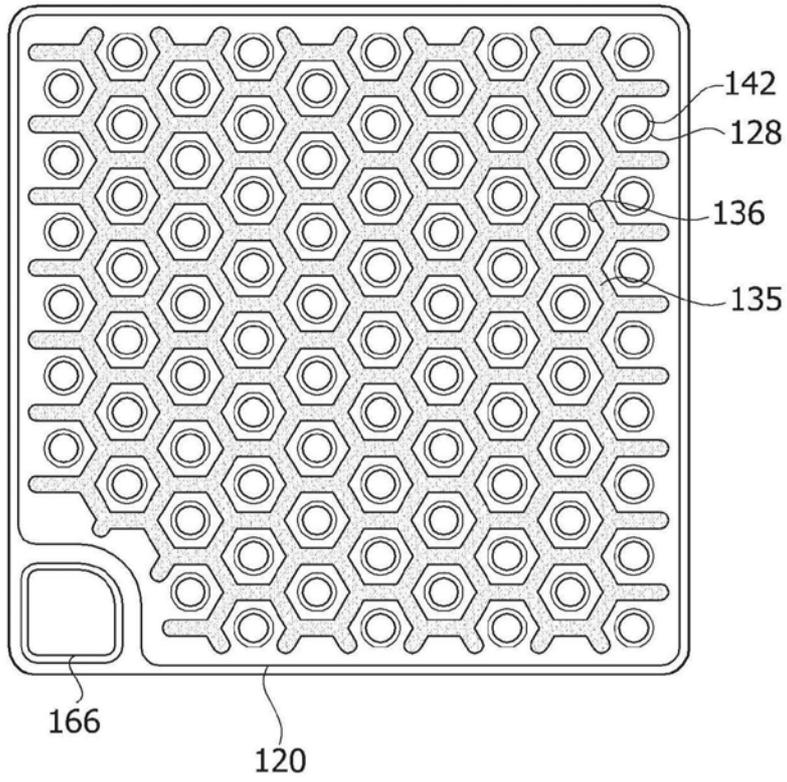


图36b

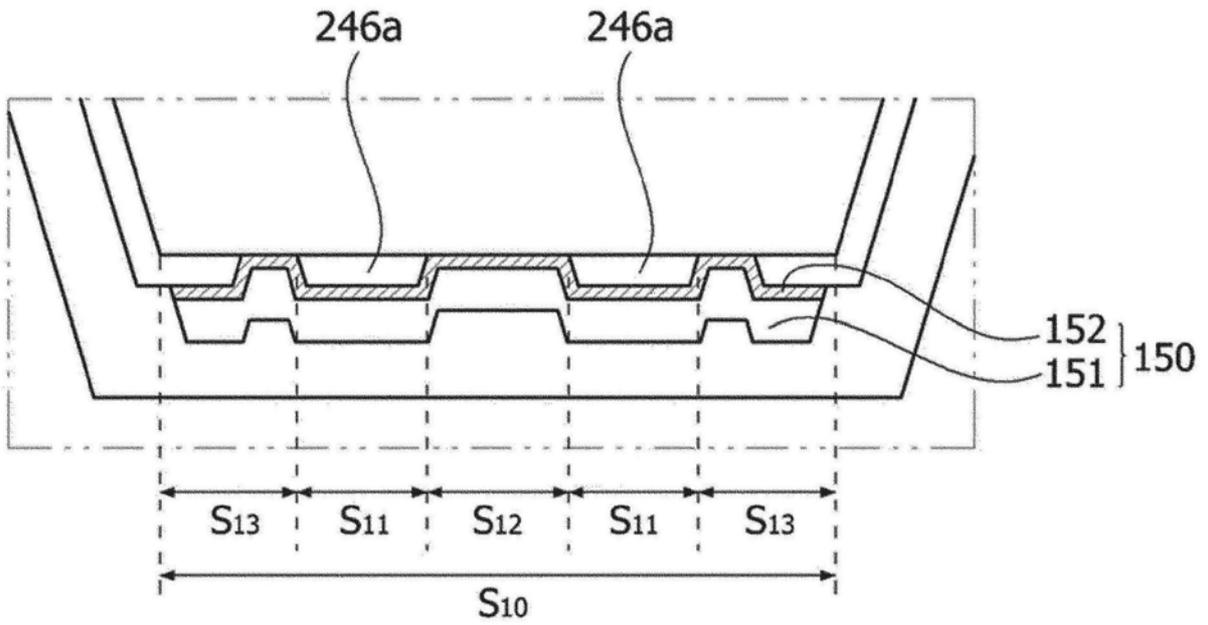


图37

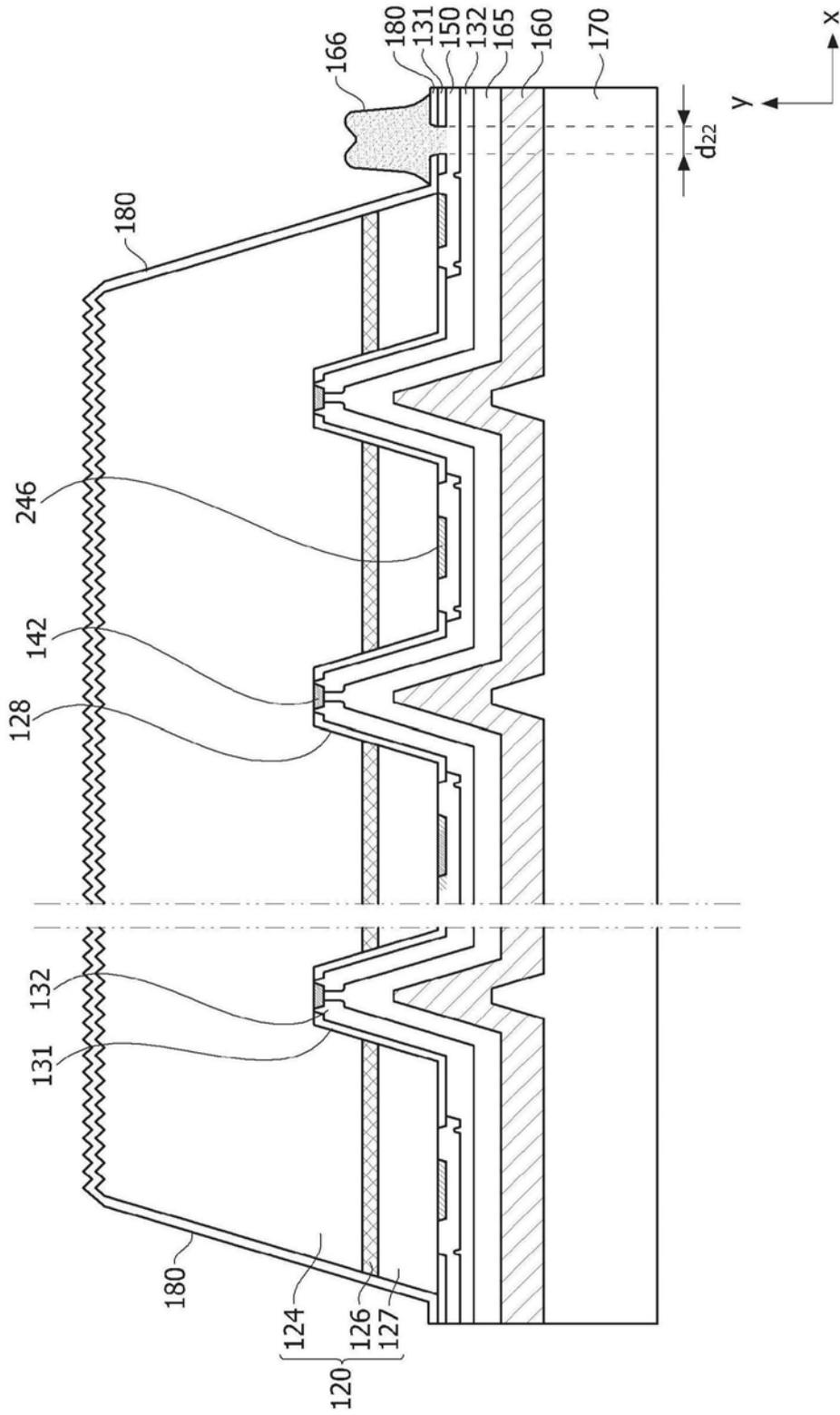


图38

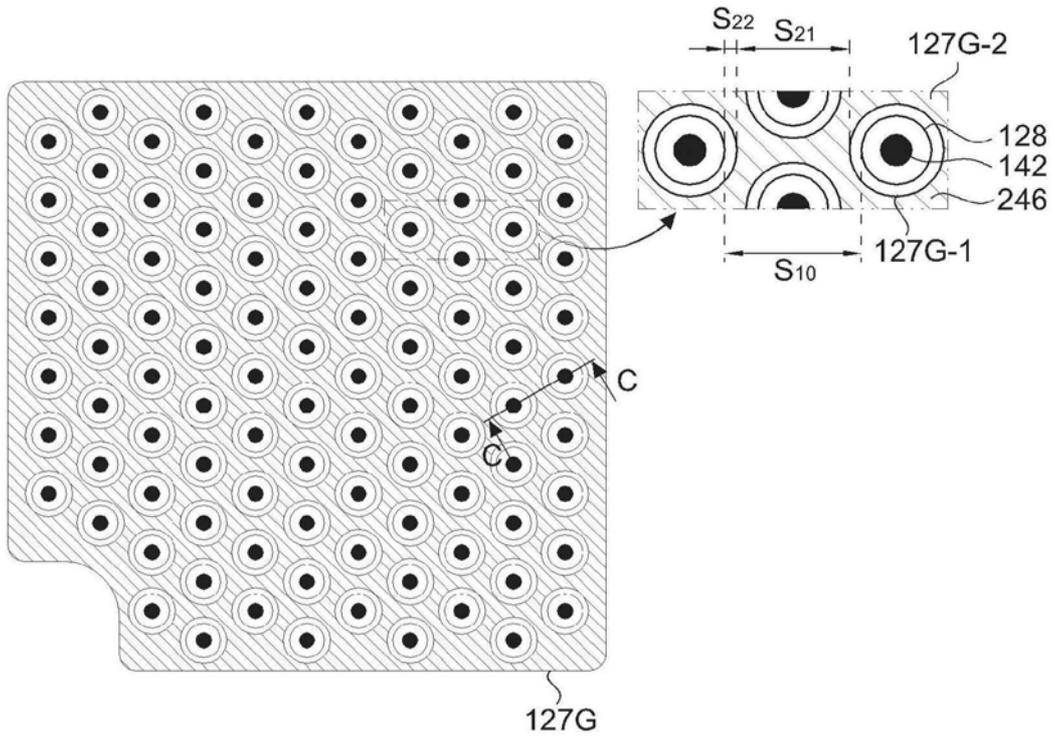


图39

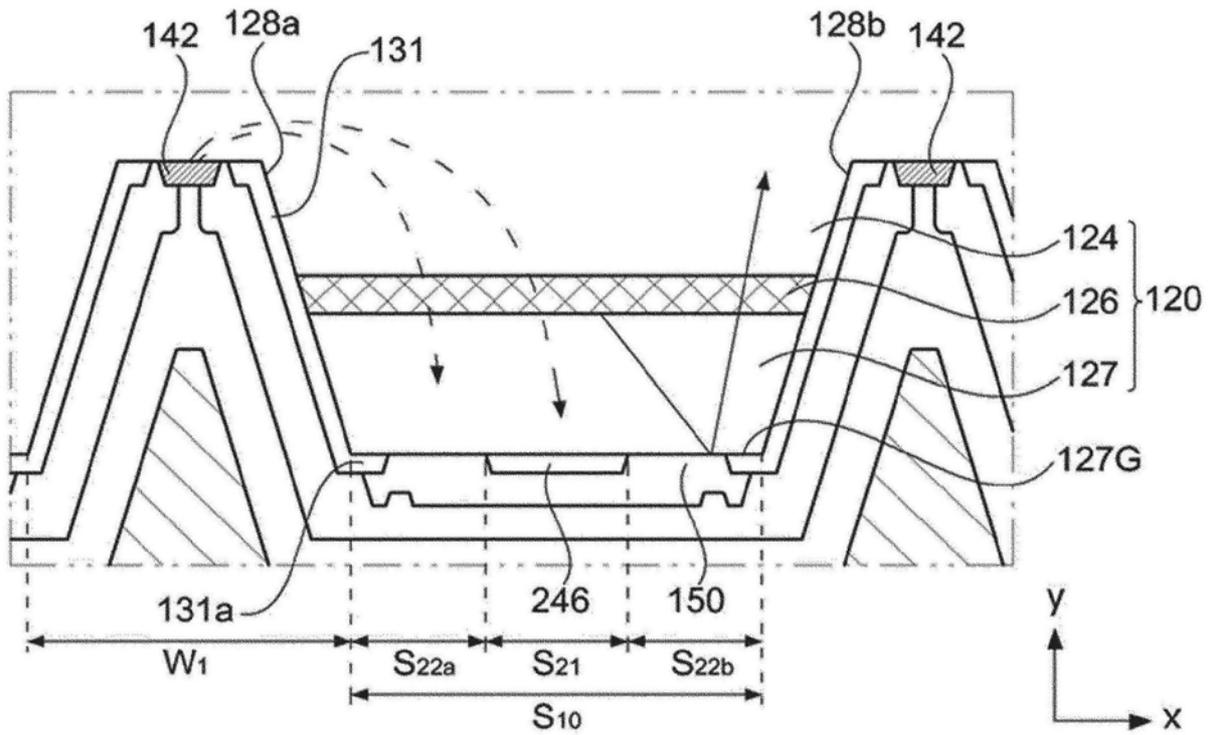


图40

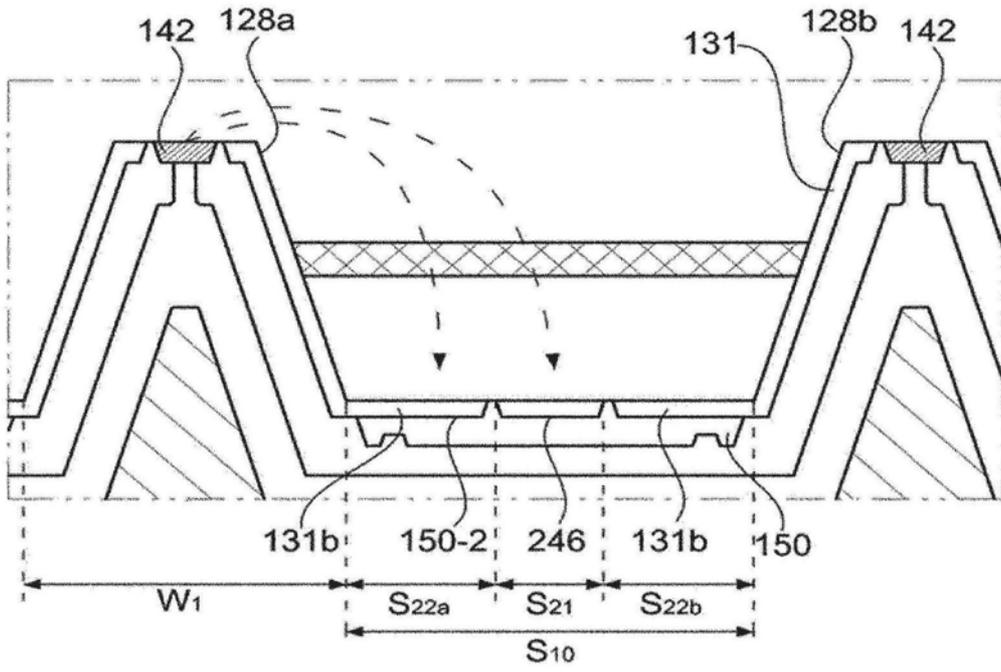


图41

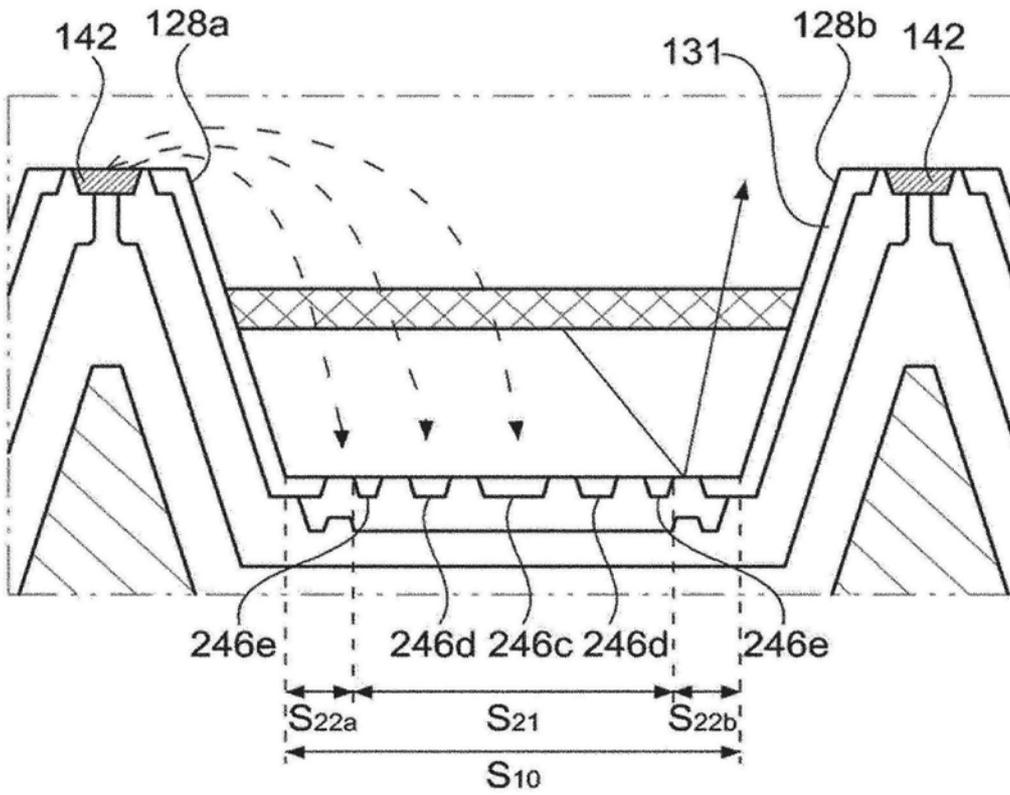


图42

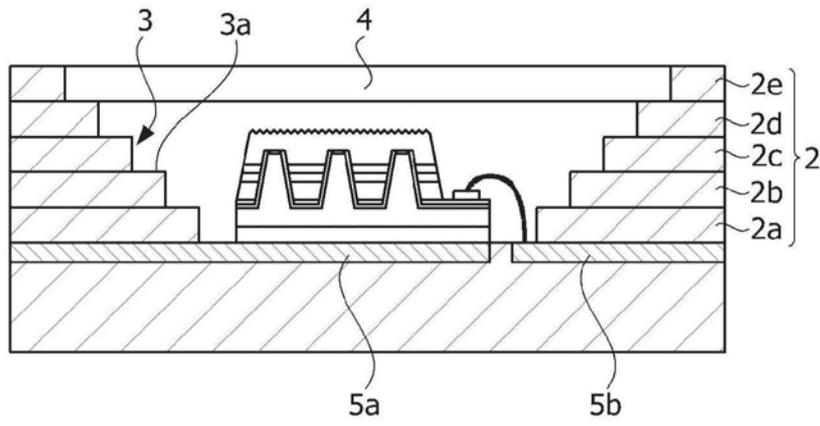


图43

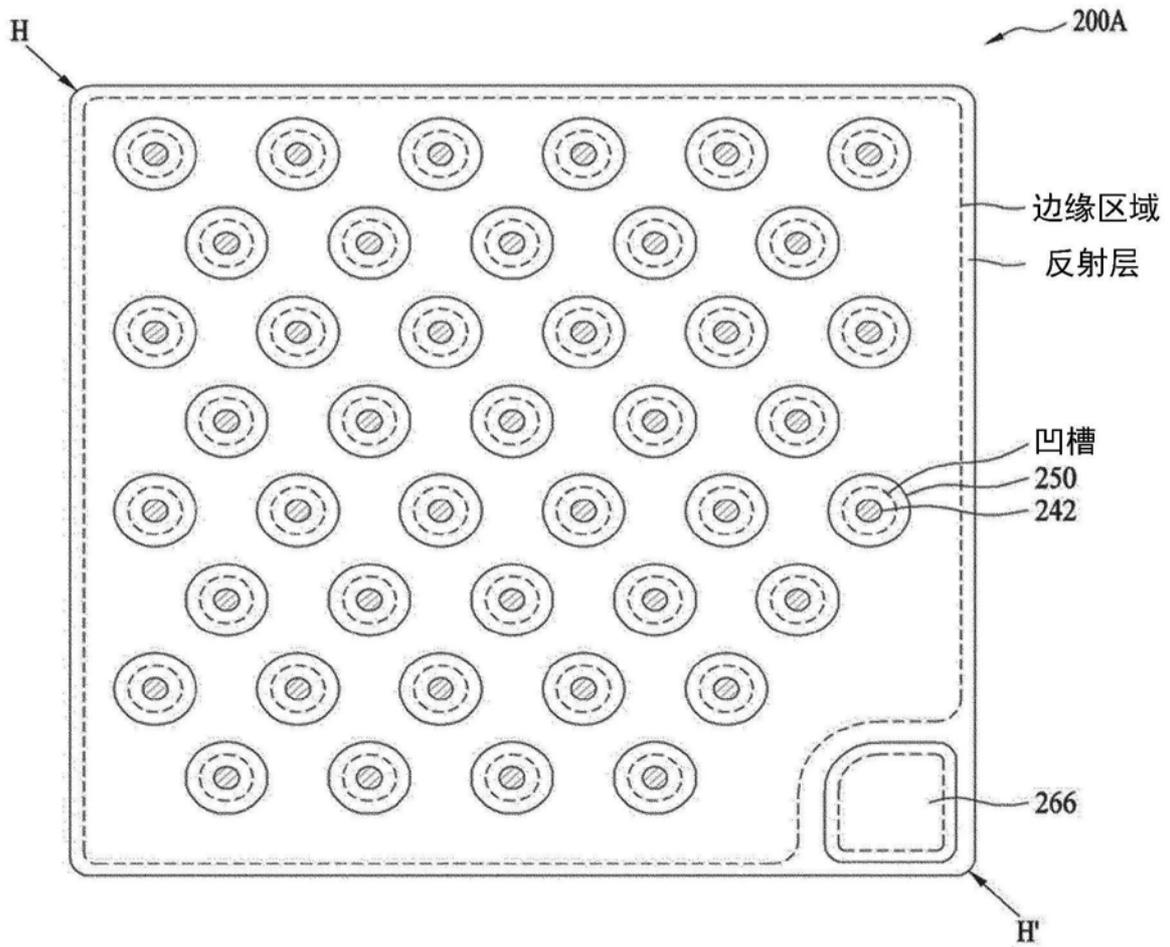


图44

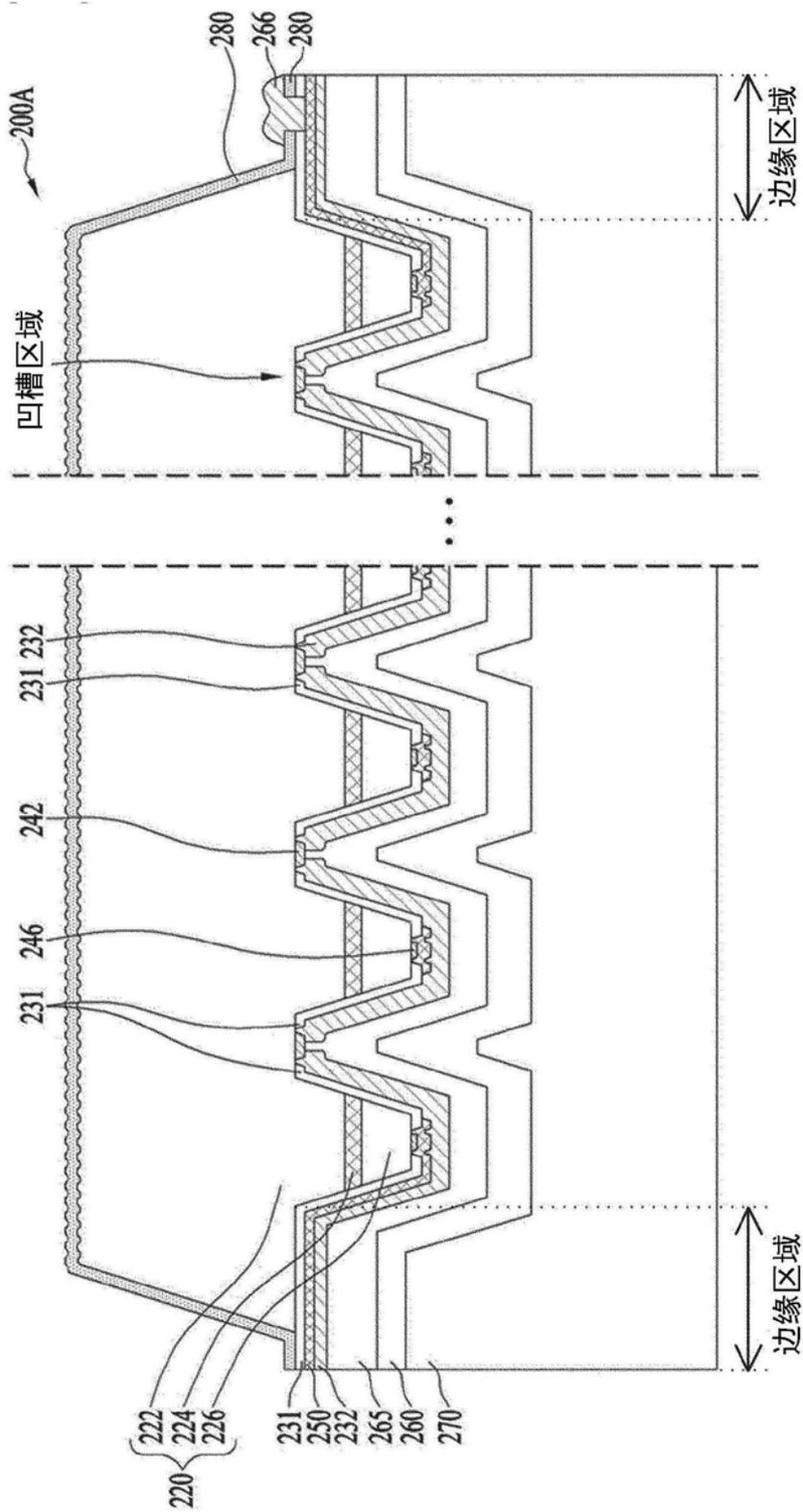


图45

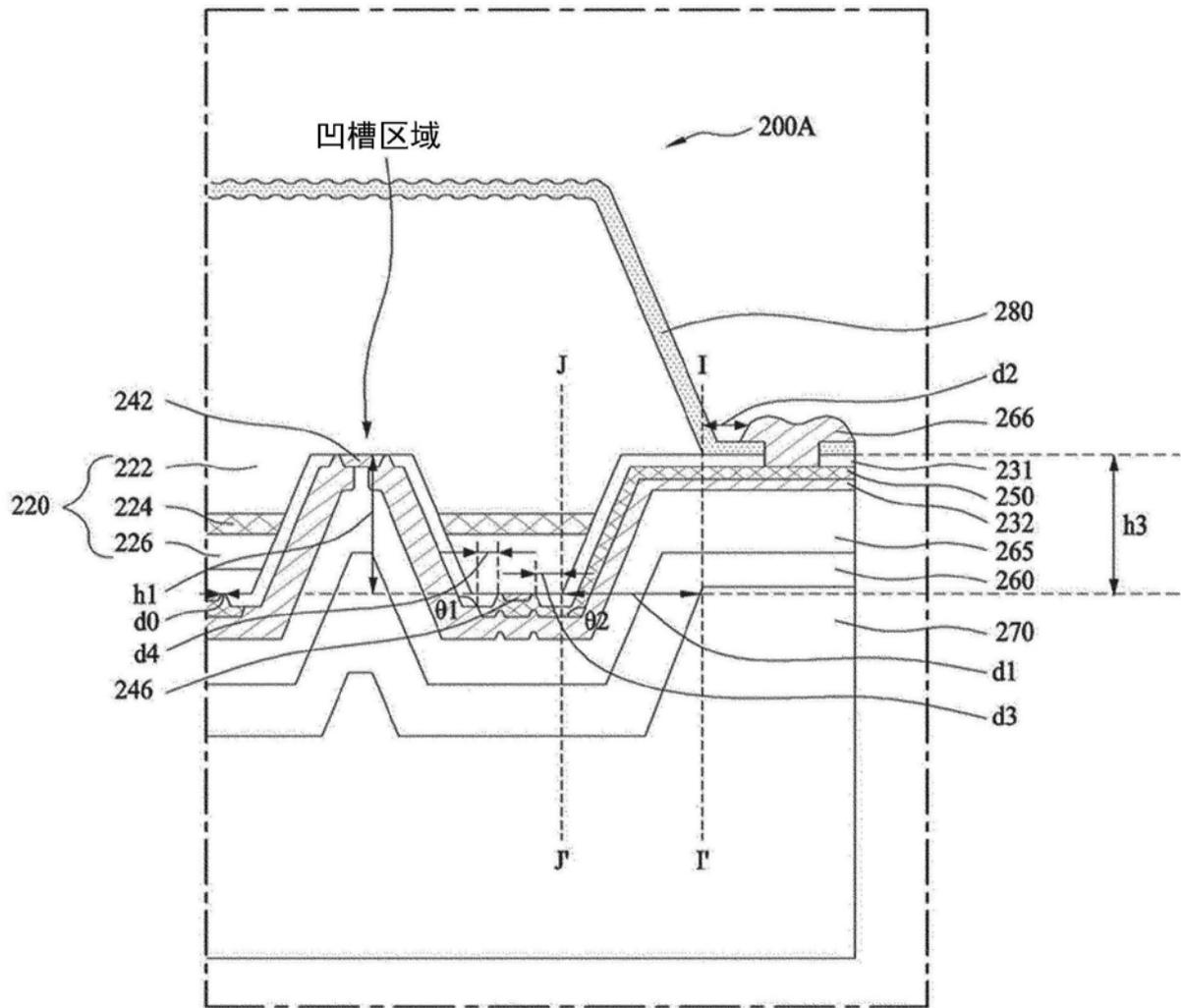


图46

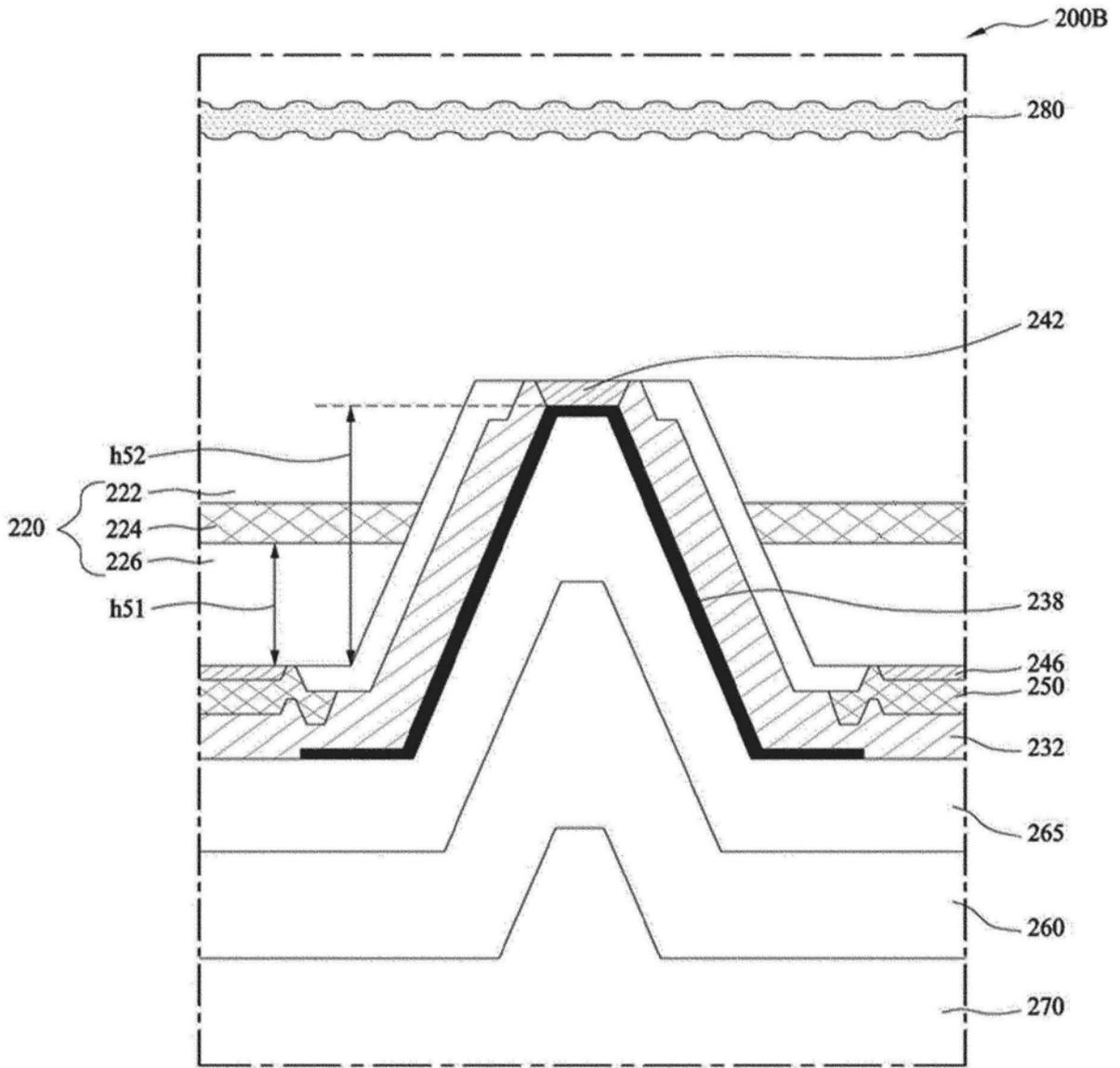


图47

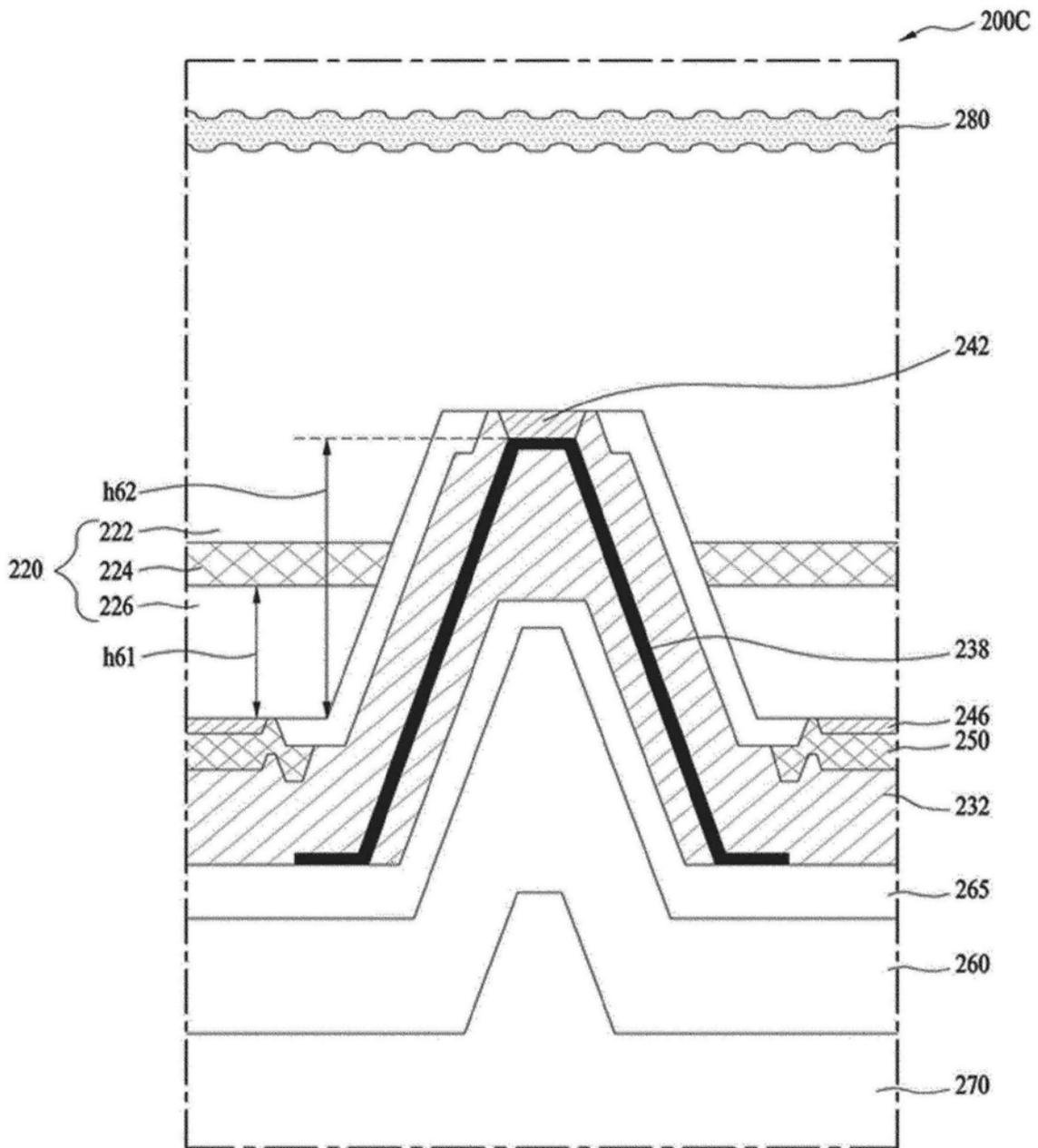


图48

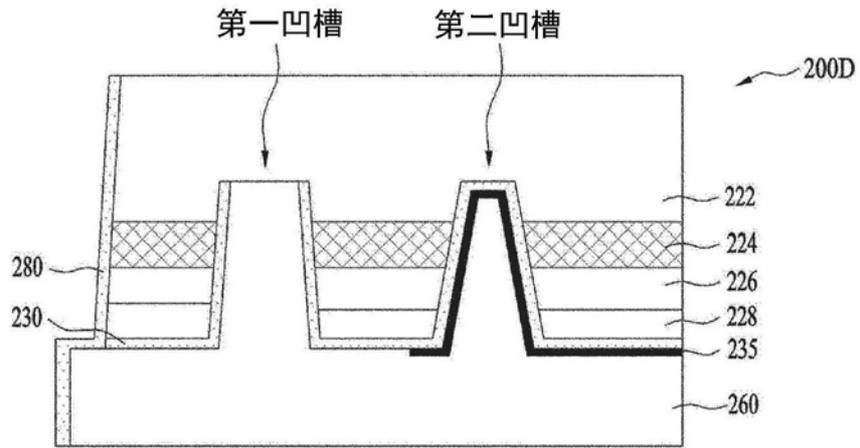


图49

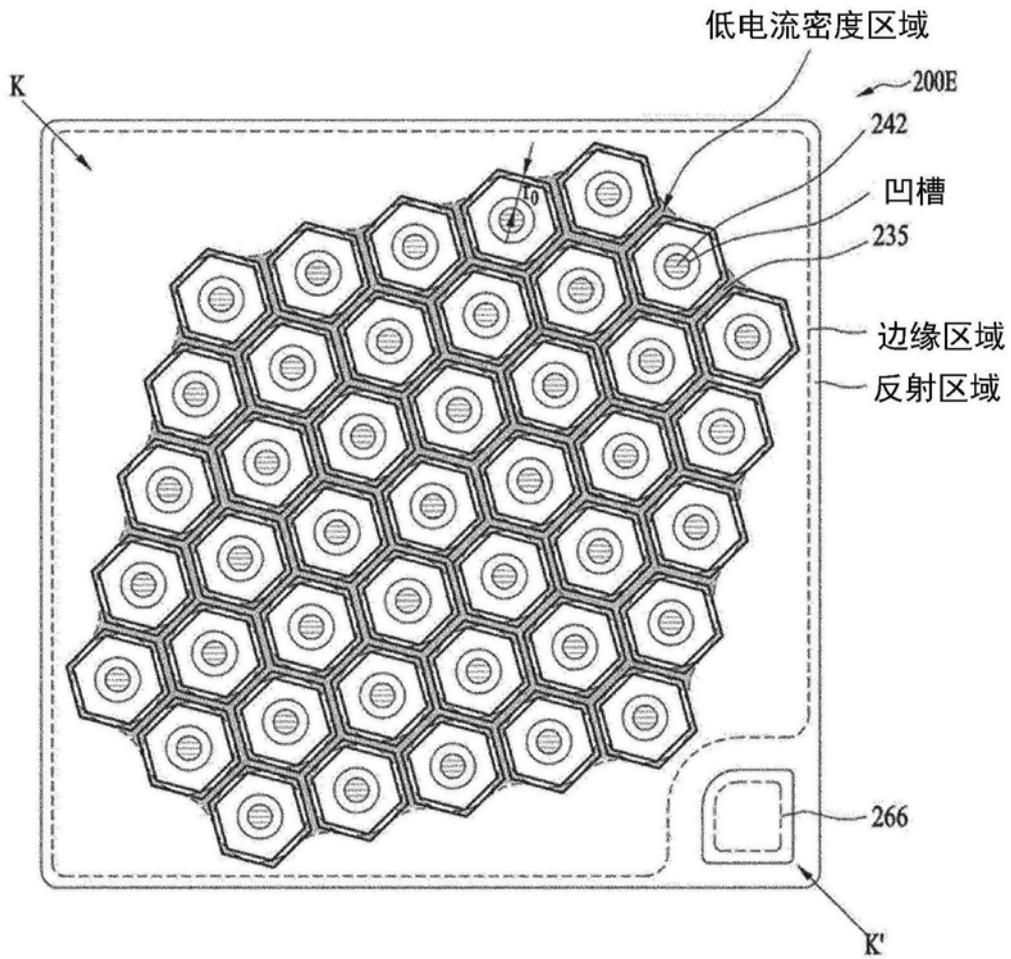


图50

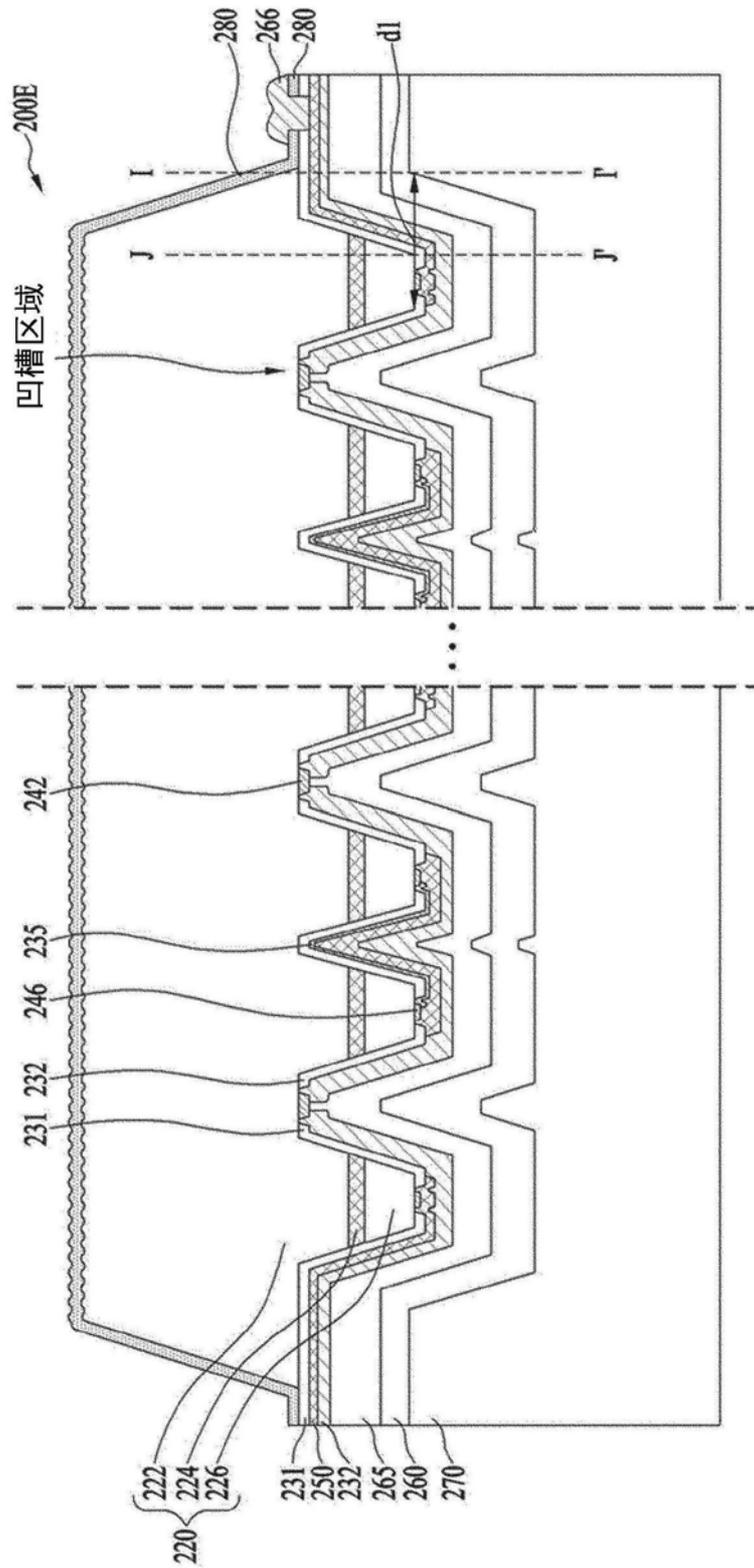


图51

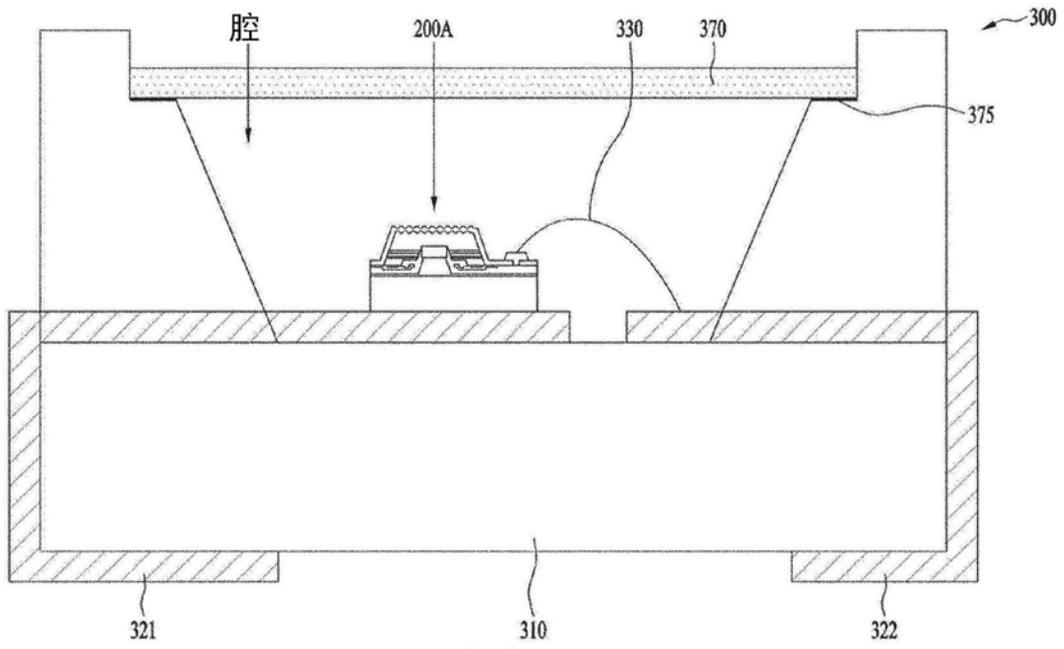


图52

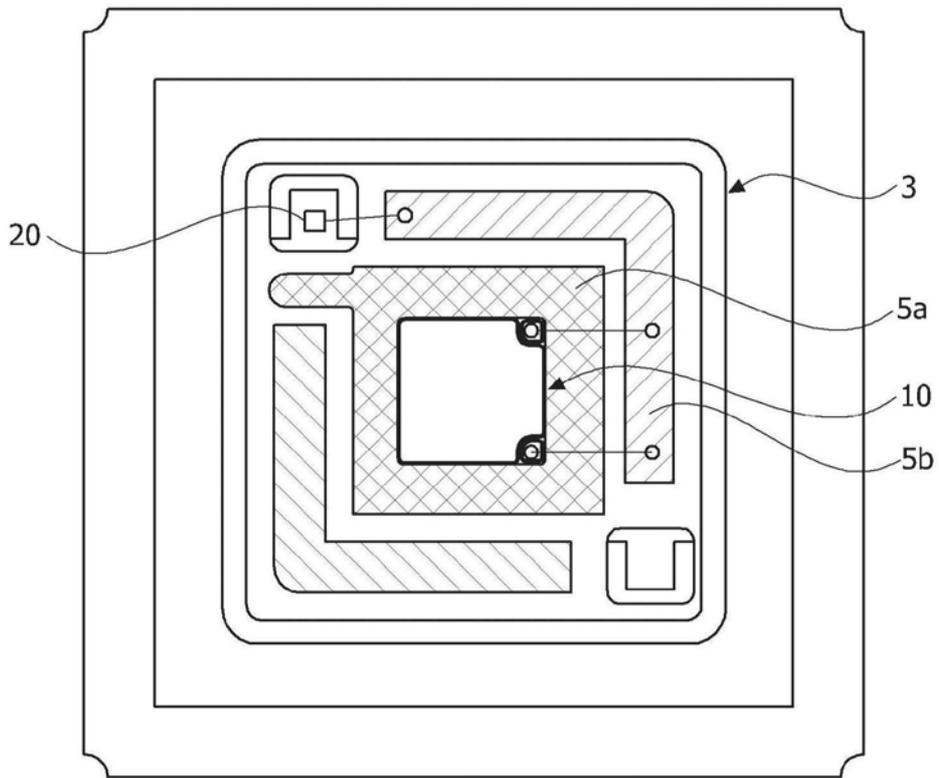


图53

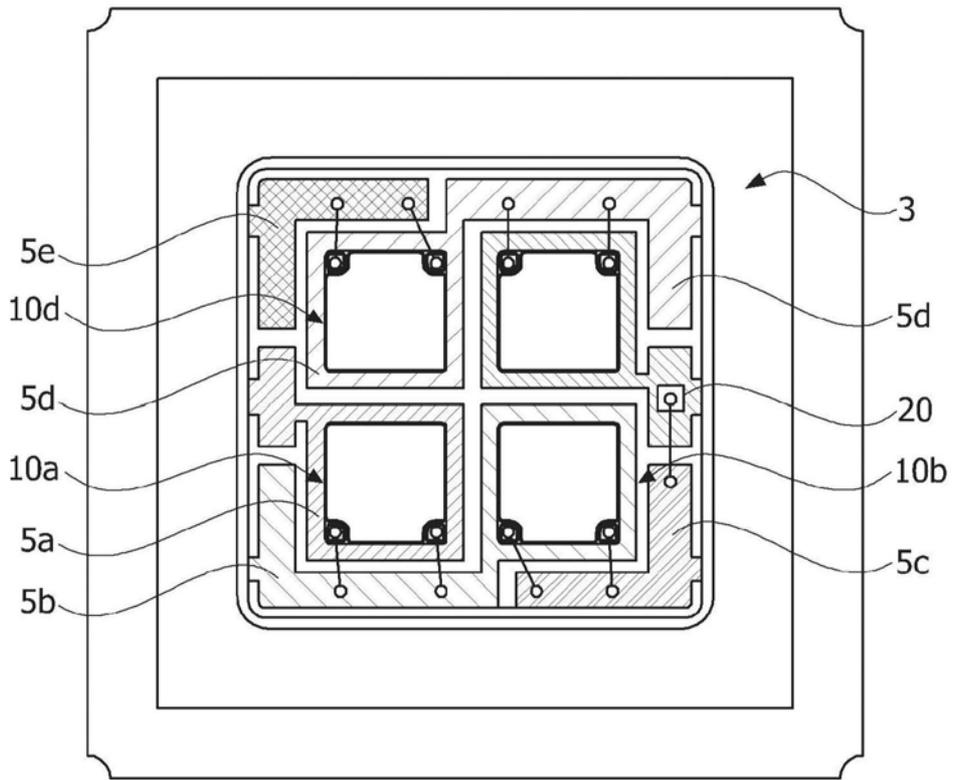


图54