



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118712879 A

(43) 申请公布日 2024.09.27

(21) 申请号 202411005409.2

H01L 33/14 (2010.01)

(22) 申请日 2017.03.07

H01L 33/10 (2010.01)

(30) 优先权数据

15/062,995 2016.03.07 US

(62) 分案原申请数据

201710130811.7 2017.03.07

(71) 申请人 晶元光电股份有限公司

地址 中国台湾新竹市

(72) 发明人 徐子杰 黄意雯 林羿宏 吕志强

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理人 王锐

(51) Int.Cl.

H01S 5/125 (2006.01)

H01L 33/00 (2010.01)

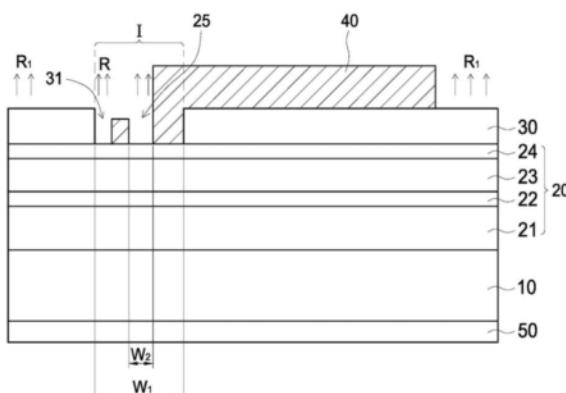
权利要求书1页 说明书15页 附图26页

(54) 发明名称

发光元件

(57) 摘要

本发明公开一种发光元件。发光元件包含：基板；位于基板上的外延结构，外延结构包含第一部分具有多个第一辐射发射区域以及第二部分具有多个第二辐射发射区域；电极位于外延结构上且具有多个第一开口对应于多个第一辐射发射区域及多个第二开口对应于多个第二辐射发射区域，其中在操作下，多个第一辐射发射区域及多个第二辐射发射区域是同时发光，且流经各该第一辐射发射区域的第一电流小于流经各第二辐射发射区域的第二电流；其中，多个第一辐射发射区域的数量大于多个第二辐射发射区域的数量。



1. 一种发光元件,包含:

基板;

外延结构,位于该基板上,且包含:

第一部分,具有多个第一辐射发射区域;以及

第二部分,具有多个第二辐射发射区域;

电极,位于该外延结构上且具有多个第一开口对应于该多个第一辐射发射区域及多个第二开口对应于该多个第二辐射发射区域;

其中,该第一部分及该第二部分依序各包含第一分布布拉格反射镜叠层、发光叠层、第二分布布拉格反射镜叠层和接触层;

其中,在操作下,该多个第一辐射发射区域及该多个第二辐射发射区域是同时发光,且流经各该第一辐射发射区域的第一电流小于流经各该第二辐射发射区域的第二电流;

其中,该多个第一辐射发射区域的数量大于该多个第二辐射发射区域的数量。

2. 一种发光元件,包含:

基板;

外延结构,位于该基板上,且包含:

第一部分,具有第一辐射发射区域且可产生同调光;以及

第二部分,具有第二辐射发射区域且可产生同调光;

电极,位于外延结构上,且具有第一开口对应于该第一辐射发射区域及第二开口对应于该第二辐射发射区域;

接触层,具有互相分离的第一接触部及第二接触部,且该第一接触部位于该第一部分上、该第二接触部位于该第二部分上;以及

导电层,覆盖该接触层,且位于该电极及该外延结构之间;

其中,该第一部分及该第二部分依序各包含第一分布布拉格反射镜叠层、发光叠层、第二分布布拉格反射镜叠层,且该发光元件缺乏氧化层或离子注入层。

3. 如权利要求1或2所述的发光元件,其中,该电极电连接于该第一部分及该第二部分。

4. 如权利要求1或2所述的发光元件,其中,该第一辐射发射区域与该第二辐射发射区域发出具有相同的峰值波长的辐射。

5. 如权利要求1所述的发光元件,其中,该基板具有边缘,该第二部分较该第一部分远离该边缘。

6. 如权利要求1所述的发光元件,还包含导电层位于该电极及该外延结构之间。

7. 如权利要求1所述的发光元件,其中,各该第一开口的宽度等于各该第二开口的宽度。

8. 如权利要求2所述的发光元件,其中,该导电层覆盖该第一接触部及该第二接触部,且该第一接触部具有第一侧表面,该第二接触部具有第二侧表面,该导电层接触该第一侧表面及该第二侧表面。

9. 如权利要求2所述的发光元件,其中,该第一接触部的宽度不同于该第二接触部的宽度。

10. 如权利要求2所述的发光元件,其中,该第一开口小于该第二开口,且该第一辐射发射区域较该第二辐射发射区域靠近该发光表面的中央。

发光元件

[0001] 本申请是中国发明专利申请(申请号:201710130811.7,申请日:2017年03月07日,发明名称:发光元件)的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种发光元件,尤其是涉及一种具有激光以及发光二极管特性的发光元件。

背景技术

[0003] 发光二极管被广泛地用于固态照明光源。相较于传统的白炽灯泡和荧光灯,发光二极管具有耗电量低以及寿命长等优点,因此发光二极管已逐渐取代传统光源,并且应用于各种领域,如交通号志、背光模块、路灯照明、医疗设备等。

[0004] 图24为一既有的垂直腔面发射激光器(Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser,VCSEL)的剖视图。垂直腔面发射激光器可以发出同调光,其方向垂直于一活性区域。VCSEL包含一结构,其包含一基板300、一对位于基板300上且夹设一活性区域230的分布布拉格反射镜(distributed Bragg reflector,DBR)叠层200、210,其中活性区域230为电子以及空穴相结合以产生光的地方。为了注射一电流于活性区域230用于产生光,设置一第一电极240以及一第二电极250,且光是自位于VCSEL的上表面的孔洞(aperture)逃逸。

[0005] 在其中一DBR叠层210中,垂直腔面发射激光器可能具有一底切260。以图24为例,底切260是通过选择性地移除DBR叠层210中的其中一层的周围部位而形成一间隙,间隙可填入空气,相较于半导体材料的导电率,空气的导电率明显较低,因此相较于DBR叠层210中其他层的导电率,形成于DBR叠层210中的底切260具有较低的导电率。

发明内容

[0006] 本发明公开一种发光元件。发光元件包含:基板;位于基板上的外延结构,外延结构包含第一部分具有多个第一辐射发射区域以及第二部分具有多个第二辐射发射区域;电极位于外延结构上且具有多个第一开口对应于多个第一辐射发射区域及多个第二开口对应于多个第二辐射发射区域,其中在操作下,多个第一辐射发射区域及多个第二辐射发射区域是同时发光,且流经各该第一辐射发射区域的第一电流小于流经各第二辐射发射区域的第二电流;其中,多个第一辐射发射区域的数量大于多个第二辐射发射区域的数量。

附图说明

[0007] 图1A为本发明的第一实施例的发光元件的俯视图;

[0008] 图1B为本发明的第一实施例的发光元件沿着如图1A的A-A'线的剖视图;

[0009] 图2为本发明的第一实施例的发光元件的光功率(optical output power)以及正向电流(forward current)的关系曲线图;

[0010] 图3A至图4B为制造如图1A以及图1B所示的发光元件的方法的示意图;

- [0011] 图5A为本发明的第二实施例的发光元件的俯视图；
- [0012] 图5B为本发明的第一实施例的发光元件沿着如图5A的A-A'线的剖视图；
- [0013] 图6为本发明的第三实施例的发光元件的剖视图；
- [0014] 图7为本发明的第四实施例的发光元件的剖视图；
- [0015] 图8A为本发明的第五实施例的发光元件的俯视图；
- [0016] 图8B为本发明的第五实施例的发光元件沿着如图8A的A-A'线的剖视图；
- [0017] 图9A为本发明的第六实施例的发光元件的俯视图；
- [0018] 图9B为本发明的第六实施例的发光元件沿着如图9A的A-A'线的剖视图；
- [0019] 图10A为本发明的如图9A所示的第六实施例的发光元件的电流阻挡层的俯视图；
- [0020] 图10B为本发明的发光元件沿着如图10A的A-A'线的剖视图；
- [0021] 图11A为本发明的第七实施例的发光元件的俯视图；
- [0022] 图11B为本发明的发光元件沿着如图11A的A-A'线的剖视图；
- [0023] 图12A为本发明的第七实施例的发光元件的光功率(optical output power)以及正向电流(forward current)的关系曲线图；
- [0024] 图12B为图12A中区域I的放大图；
- [0025] 图13A至图16B为制造如图11A以及图11B所示的发光元件的方法的示意图；
- [0026] 图17A为本发明的第八实施例的发光元件的俯视图；
- [0027] 图17B为本发明的发光元件沿着如图17A的A-A'线的剖视图；
- [0028] 图18为本发明的第九实施例的发光元件的剖视图；
- [0029] 图19A至图19D为制造如图18所示的发光元件的方法的示意图；
- [0030] 图20A为本发明的第十实施例的发光元件的俯视图；
- [0031] 图20B为本发明的发光元件沿着如图20A的A-A'线的剖视图；
- [0032] 图21A为本发明的第十一实施例的发光元件的俯视图；
- [0033] 图21B为本发明的发光元件沿着如图21A的A-A'线的剖视图；
- [0034] 图22为本发明的第十二实施例的发光元件的俯视图；
- [0035] 图23为本发明的第十三实施例的发光元件的俯视图；以及
- [0036] 图24为一既有的垂直腔面发射激光器(Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser, VCSEL)的剖视图。
- [0037] 符号说明
- [0038] 10:基板 20:外延结构
- [0039] 30:电流阻挡层 40第一电极
- [0040] 50:第二电极 60:导电层
- [0041] 21:第一DBR叠层 31:第一开口
- [0042] 22:发光叠层 23:第二DBR叠层
- [0043] 24:接触层 25:第二开口
- [0044] W_1 :第一最大宽度 W_2 :第二最大宽度
- [0045] R:辐射 41:打线部分
- [0046] 42:电流注入部 43:桥接部
- [0047] I:辐射发射区 26:突出部

- [0048] 261:平台侧壁 301:内部
- [0049] 302:外部 W_3 :第三宽度
- [0050] W_4 :第四宽度 W_5 :第五宽度
- [0051] W'_3 :第三宽度 I_{th} :激光阈值电流
- [0052] 110:钝化层 111:开孔
- [0053] 90:永久基板 100:粘结层
- [0054] 70:暂时基板 44:第一延伸电极
- [0055] 45:第二延伸电极 46:第三延伸电极
- [0056] 241:接触区 I_{sat} :饱和电流 I_{sat}

具体实施方式

[0057] 以下实施例将伴随着附图说明本发明的概念,在附图或说明中,相似或相同的部分使用相同的标号,并且在附图中,元件的形状或厚度可扩大或缩小。需特别注意的是,图中未绘示或说明书未描述的元件,可以是熟悉此技术的人士所知的形式。

[0058] 在发明中,如果没有特别的说明,通式 A_1GaAs 代表 $A_1xGa_{(1-x)}As$,其中 $0 \leq x \leq 1$;通式 A_1InP 代表 $A_1xIn_{(1-x)}P$,其中 $0 \leq x \leq 1$;通式 A_1GaInP 代表 $(A_1yGa_{(1-y)})_{1-x}In_xP$,其中 $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$;通式 A_1GaN 代表 $A_1xGa_{(1-x)}N$,其中 $0 \leq x \leq 1$;通式 A_1AsSb 代表 $A_1As_{(1-x)}Sb_x$,其中 $0 \leq x \leq 1$;以及通式 $InGaP$ 代表 $In_xGa_{1-x}P$,其中 $0 \leq x \leq 1$ 。调整元素的含量可以达到不同的目的,例如调整能阶或是调整主发光波长。

[0059] 图1A为本发明的第一实施例的发光元件的俯视图。图1B为本发明的第一实施例的发光元件沿着如图1A的A-A'线的剖视图。在本实施例中,发光元件包含一基板10、一位于基板10上的外延结构20、一电流阻挡层30、一第一电极40和一第二电极50。外延结构20依序包含一第一分布布拉格反射镜(distributed Bragg reflector,DBR)叠层21、一发光叠层22、一第二DBR叠层23和一接触层24。第一DBR叠层21的导电型态不同于第二DBR叠层23的导电型态。在本实施例中,第一DBR叠层21是n型,且第二DBR叠层23是p型。电流阻挡层30是在接触层24和第一电极40之间。一第一开口31形成在电流阻挡层30之中以暴露接触层24,且第一开口31具有一第一最大宽度 W_1 。第一电极40的一部分填入第一开口31里且与接触层24直接接触。一第二开口25形成在第一电极40中以暴露接触层24,且第二开口25具有一小于第一最大宽度 W_1 的第二最大宽度 W_2 。第二电极50位于基板10相对外延结构20的一侧。发光元件可发出一辐射R,其具有600纳米(nm)至1600纳米之间的峰值波长,且优选的,峰值波长介于830纳米至1000纳米之间。

[0060] 如图1B所示,在本实施例中,基板10的宽度、外延结构20的宽度和电流阻挡层30的宽度大致上相同。在本实施例中,第一开口31的形状为圆形,并且第一最大宽度 W_1 是圆形的直径。第一开口31的形状并不限于本实施例,可以是椭圆形,矩形,正方形,菱形或任何其它形状。第一最大宽度 W_1 为,但不限于,介于20微米(μm)和50微米之间。电流阻挡层30包含绝缘材料,其包含氧化铝(Al_2O_3)、氧化硅(SiO_2)、氮氧化硅(SiO_xN_y)、氮化硅(Si_xN_y)、环氧树脂(epoxy)、聚酰亚胺(polyimide)、全氟环丁烷(perfluorocyclobutane)、苯并环丁烯(benzocyclobutene,BCB)或硅胶(silicone)。更佳地,发光叠层所发射的辐射大致上可穿透电流阻挡层30。电流阻挡层30具有一大于100nm的厚度,且优选地,小于2 μm ,且更佳地,接

近或等于 $n\lambda/4$,其中 λ 为发光叠层22发射的辐射的峰值波长,并且n为奇数正整数。

[0061] 在本实施例中,第二开口25的形状为圆形,并且第二最大宽度 W_2 是圆形的直径。第二开口25的形状并不限于本实施例,可以是椭圆形,矩形,正方形,菱形或任何其它形状。优选地,第二开口25的形状大致上与第一开口31的形状相同。优选地,第一开口31和第二开口25大致上为同心圆。

[0062] 如图1A和图1B所示,第一电极40是一个连续的层,并且包含一用于与一引线接合的打线部分41、一用于注入电流使其通过外延结构20的电流注入部42以及一用于连接打线部分41和电流注入部42的桥接部43。打线部分41位于电流阻挡层30上。电流注入部42填入第一开口31内且与接触层24接触。在一实施例中,第二开口25形成在电流注入部42内,因此电流注入部42为环状的形式。具体地,在本实施例中,如图1A和图1B所示,部分的电流注入部42与电流阻挡层30的侧壁分离,因此,电流注入部42和电流阻挡层30的侧壁之间形成一间隙,因而暴露外延结构20的一部分。本实施例的第一电极40覆盖小于50%电流阻挡层30的表面积。电流阻挡层30位于桥接部43和外延结构20之间的部分以及位于打线部分41和外延结构20之间的部分是为了防止电流直接从打线部分41和桥接部43流入外延结构20。

[0063] 在本实施例中,发光元件于第二DBR叠层23中,缺乏一高电阻结构,其中高电阻结构是指第二DBR叠层23中位于第一电极下40的正下方因此被第一电极40覆盖的一层,其相较于第二DBR叠层23中其他位于第一电极下40的正下方而被第一电极下40覆盖的层,具有相对低的导电率。具体地,高电阻结构为氧化层、离子注入层或如图24所示的底切。优选地,在第二DBR叠层23中位于电流阻挡层30的正下方和/或位于第一电极下40的正下方缺乏一氧化层、一离子注入层或一底切。亦即,第二DBR叠层23的位于第一开口31正下方的部位的导电率整体来说大致上相当于第二DBR叠层23的被电流阻挡层30覆盖的部位的导电率。

[0064] 优选地,第二DBR叠层23大致上由三五族半导体材料组成,例如AlGaAs。第二DBR叠层23缺乏氧化物,例如刻意形成的氧化铝,其中氧化铝具有为 Al_aO_b 的实验式,其中a和b为不含0的自然数。此外,第二DBR叠层23缺乏任何降低导电率的离子,降低导电率的离子是刻意形成用于降低第二DBR叠层23部分部位的导电率,且相较于其他导电部位的第二DBR叠层23的导电率,降低超过3个数量级,且更佳地,超过5个数量级。降低导电率的离子包含氩(Ar)离子,氦(He)离子或氢(H)离子。第二DBR叠层23可能包含环境中存在的不可避免的离子,然而,由于不可避免的离子大致上不改变第二DBR叠层23的导电率,例如,相较于其他导电部位的第二DBR叠层23的导电率,不可避免的离子大致上不减少超过1个数量级的导电率,因此不可避免的离子不应该被考虑在本发明之中。在一实施例中,由于发光元件于第二DBR叠层23中缺乏一如图24所示的底切,第二DBR叠层23的各层大致上由三五族半导体材料组成且不会有空气间隙于第二DBR叠层23的任一层之中。

[0065] 当一电流流入外延结构20,因为在第一开口31中的电流注入部42直接接触外延结构20的接触层24,而且由于打线部分41和桥接部43通过电流阻挡层30与外延结构20分离且绝缘,电流主要流经外延结构20中未被电流阻挡层30覆盖且直接接触电流注入部42的部位。亦即,当一电流流入外延结构20时,第二DBR叠层23位于电流阻挡层30正下方的部位的电流密度远低于第二DBR叠层23未被电流阻挡层30覆盖的部位的电流密度。因此,外延结构20直接接触电流注入部42且大致上位于第一开口31的正下方的部位作为一辐射发射区I,其用于产生辐射R。辐射R通过第一开口31自发光元件逃逸。具体地,外延结构20的最上层,

在本实施例中，即接触层24，是外延结构20中第一层传导发光元件中限制后的电流的半导体层。图2为本发明的第一实施例的发光元件的光功率(optical output power, P0)以及正向电流(forward current, If)的关系曲线图。在本实施例中，发光元件具有一正向电压Vf、一激光阈值电流I_{th}以及一饱和电流I_{sat}。发光元件于正向电压Vf开始传导显著的正向电流，例如，在本实施例中，显著的正向电流为5毫安培(mA)。激光阈值电流I_{th}是发光元件的辐射发射区发射的辐射中受激辐射(stimulated emission)超过自发辐射(spontaneous emission)时的最小电流，因此于激光阈值电流I_{th}下辐射为同调性。饱和电流I_{sat}是辐射输出不再随正向电流增加而增加的电流。发光元件在大于发光元件的正向电压Vf的操作电压Vop以及在正向电流小于激光阈值电流I_{th}的下运作时，本发明的发光元件的辐射发射区I发射的辐射是非同调光。优选地，当发光元件在大于发光元件的正向电压Vf的操作电压Vop以及在正向电流小于激光阈值电流I_{th}之下运作时，非同调光具有大于60度的远场角。当发光元件在正向电流大于激光阈值电流I_{th}以及小于饱和电流I_{sat}之下运作时，发光元件的辐射发射区I发出的辐射R为同调光，其远场角小于15度。具体地，当发光元件在一正向电流大致上等于激光阈值电流I_{th}时，外延结构20中非辐射发射区的电流密度远小于辐射发射区I的电流密度，加上打线部分41以及桥接部43遮蔽外延结构20发出的辐射，外延结构20非辐射发射区且未被第一电极40覆盖的区域发射出一非同调光R1。

[0066] 在本实施例中，激光阈值电流I_{th}约为20毫安培。激光阈值电流I_{th}、饱和电流I_{sat}和激光阈值电流I_{th}和饱和电流I_{sat}之间的差异可以依不同的应用需求通过第一开口31的第一最大宽度W₁调整。例如，如果需要较高的激光阈值电流I_{th}、较高的饱和电流I_{sat}和较高的激光阈值电流I_{th}和饱和电流I_{sat}的差异，第一最大宽度W₁可以较大。具体地，激光阈值电流I_{th}和第一最大宽度W₁满足以下公式：

$$[0067] 0.4W_1(\mu\text{m}) - 7 \leq I_{th}(\text{毫安培}) \leq 0.4W_1(\mu\text{m}) + 7$$

[0068] 表1显示出在不同的正向电流之下，发光元件的辐射的远场角。为了明确说明光束发散度，本发明的远场角为半波宽的发散角。

[0069] 表1

| [0070] | 正向电流(mA) | 远场角 |
|--------|----------|-------|
| | 20 | 65.6° |
| | 23 | 5.6° |
| | 25 | 5.8° |
| | 30 | 6.5° |
| | 40 | 7.9° |

[0071] 从表1可得知，当一个正向电流比激光阈值电流I_{th}高且低于饱和电流I_{sat}的情况下，辐射的远场角小于15度，且优选地，介于5度和15度之间，更佳地，介于5度和13度之间。

[0072] 在本发明中，虽然发光元件于第二分布布拉格反射镜叠层23中，缺乏一包含一氧化层以及一离子注入层的高电阻结构，通过包含电流阻挡层30和第一电极40，使外延结构20的最上层为外延结构20中传导发光元件中限制后的电流的第一层，当正向电流介于激光阈值电流I_{th}以及饱和电流I_{sat}之间时，发光元件具有小于15度的远场角。此外，既有技术的发光元件于第二分布布拉格反射镜叠层23中包含如氧化层的高电阻的结构，在正常的操作条件下，尤其在高的正向电流的操作下，既有技术的发光元件具有一大的远场角。然而，当

正向电流介于激光阈值电流 I_{th} 以及饱和电流 I_{sat} 之间时,本发明中的发光元件具有一小于15度的远场角。发光元件可应用于例如为接近感测器、夜视系统或血氧检测器等的感测器。

[0073] 图3A至图4B为制造如图1A以及图1B所示的发光元件的方法。图3B为本发明沿着如图3A的A-A'线的剖视图。图4B为本发明沿着如图4A的A-A'线的剖视图。本方法包含以下步骤:

[0074] a.请参阅图3A以及图3B,提供一基板10;

[0075] b.通过外延生长在基板10上形成外延结构20;

[0076] c.通过任何合适的方法,例如溅镀或蒸镀在外延结构20上形成电流阻挡层30;

[0077] d.通过光刻光掩模图案化电流阻挡层30,以任何合适的方法形成第一开口31而暴露一部分的外延结构20;

[0078] e.形成一金属层(图未示)在电流阻挡层30上且覆盖如图图4A以及图4B所示的第一开口31;

[0079] f.通过光刻光掩模图案化金属层以形成第一电极40,其中第一电极40包含一电流注入部42、打线部分41以及连接打线部分41和电流注入部42的桥接部43,其中打线部分41和桥接部43位于电流阻挡层30上,电流注入部42填入第一开口31中,一第二开口25形成在电流注入部42内用于暴露外延结构20;

[0080] g.通过任何合适的方法在基板10相对于外延结构20的另一侧上形成第二电极50;

[0081] 以及

[0082] h.切割在步骤g形成的结构,以获得如图1A以及图1B所示的个别完成的发光元件。

[0083] 本发明的方法不包含一降低在第二DBR叠层23的导电率的步骤,例如氧化第二DBR叠层23内至少一层的氧化步骤、于第二DBR叠层23内的至少一层,注入至少一降低导电率的离子的步骤和/或选择性地蚀刻第二DBR叠层23内至少一层的周围部位用于形成一如图24所示的底切,进而使氧化区域的导电率、离子注入区域的导电率或是如图24所示的底切的导电率低于第二DBR叠层23中除了被处理过的区域以外的其他部位的导电率。氧化步骤、离子注入步骤以及蚀刻第二DBR叠层23中其中一层的步骤是为了将第二DBR叠层23位于第一电极40正下方的部位转变为大致上绝缘的区域,用于在第二DBR叠层23中形成高电阻结构。本发明的方法于图案化制作工艺中,使用不超过4种不同的光刻光掩模。在本实施例中,本方法于图案化制作工艺中,只使用两种不同的光刻光掩模。因此,本发明的制造发光元件的方法简单且符合成本效益。

[0084] 图5A为本发明的第二实施例的发光元件的俯视图。图5B为本发明的第一实施例的发光元件沿着如图5A的A-A'线的剖视图。在本说明书中,除了特别指出说明,相同的元件符号于不同的附图中,具有与本发明任何一处说明的相同或是大致上相同的结构、材料、材料组成和/或制造方法。本发明的第二实施例的发光元件包含与第一实施例大致上相同的结构,不同的地方在于,电流阻挡层30的宽度小于外延结构20的宽度。因此,在一发光元件的俯视图,外延结构20的周围部位自电流阻挡层30暴露出。此外,第一电极40具有与第一实施例不同的形状。具体地,第一电极40覆盖电流阻挡层30包围第一开口31的整个侧壁,因此只有暴露接触层24位于第二开口25正下方的部位。故,外延结构20直接接触电流注入部42且大致上位于第一开口31的正下方的部位作为一辐射发射区I,且辐射R主要通过第二开口25自发光元件的表面逃逸。此外,第一电极40覆盖超过50%的电流阻挡层30的表面积,且第一

电极40具有一大致上与电流阻挡层30相同的形状。优选地,第一电极40覆盖超过80%的电流阻挡层30的表面积,又更佳地,覆盖超过90%的电流阻挡层30的表面积。第一电极40远离第二开口25的部分用于与一引线接合。因为第一电极40覆盖超过50%的电流阻挡层30的表面积且覆盖电流阻挡层30包围第一开口31的整个侧壁,当一正向电流比发光元件的激光阈值电流 I_{th} 高时,大致位于第一电极40的正下方的发光叠层22所发光的非同调光会被第一电极40遮蔽,然而发光叠层22所发光的同调光会自第二开口25逃逸。图5A和图5B所示的发光元件的制造方法大致上相同于图1A和图1B所示的发光元件的制造方法。不同的地方在于,用于图案化金属层的光刻光掩模不同,因此,在第二实施例中第一电极40的图案不同于第一实施例中第一电极40的图案。

[0085] 图6为本发明的第三实施例的发光元件的剖视图。在本说明书中,除了特别指出说明,相同的元件符号于不同的附图中,具有与本发明任何一处说明的相同或是大致上相同的结构、材料、材料组成和/或制造方法。本发明的第三实施例的发光元件包含与第二实施例大致上相同的结构,不同的地方在于,外延结构20的周围部位通过任何合适的方法被移除以形成一突出部26,其具有一宽度。突出部26的宽度小于基板10的宽度,且包含一裸露的平台侧壁261,其相较于基板10的最外侧边缘,较靠近第二开口25。具体地,电流阻挡层30覆盖平台侧壁261以及第一DBR叠层21的一上表面。在本实施例中,电流阻挡层30保护外延结构20的突出部26的平台侧壁261。因此,提高外延结构20的可靠性以及发光元件的可靠性。图6所示的发光元件的制造方法大致上相同于图5A和图5B所示的发光元件的制造方法。不同的地方在于,在外延结构20上形成电流阻挡层30之前,本方法还包含图案化外延结构20的步骤,其以任何合适的方式移除外延结构20的第二DBR叠层23的周围部位、发光叠层22的周围部位以及第一DBR叠层21的周围部位以形成包含平台侧壁261的突出部26。在本实施例中,本发明的方法于图案化制作工艺中,使用不超过3个不同光刻光掩模。因此,本发明的制造发光元件的方法简单且符合成本效益。

[0086] 图7为本发明的第四实施例的发光元件的剖视图。除了特别指出说明,相同的元件符号于不同的附图中,具有与本发明任何一处说明的相同或是大致上相同的结构、材料、材料组成和/或制造方法。本发明的第四实施例的发光元件包含与第三实施例大致上相同的结构,不同的地方在于,第一电极40沿着平台侧壁261覆盖,因此电流阻挡层30介于外延结构20和第一电极40之间。第一电极40沿着平台侧壁261覆盖电流阻挡层30可防止发光叠层22发出的辐射自平台侧壁261发出。图7所示的发光元件的制造方法大致上相同于图6所示的发光元件的制造方法。不同的地方在于,用于图案化金属层的光刻光掩模不同。

[0087] 图8A为本发明的第五实施例的发光元件的俯视图;图8B为本发明的第五实施例的发光元件沿着如图8A的A-A'线的剖视图。除了特别指出说明,相同的元件符号于不同的附图中,具有与本发明任何一处说明的相同或是大致上相同的结构、材料、材料组成和/或制造方法。本发明的第五实施例的发光元件包含与第四实施例大致上相同的结构,不同的地方在于,第一开口31是由电流阻挡层30界定的环形。电流阻挡层30包含一内部301、一外部302,其中外部302包围形成的圆形其直径为第一最大宽度 W_1 。第一开口31将电流阻挡层30的内部301以及电流阻挡层30的外部302分开,用于使电流阻挡层30的内部301保护辐射发射区。在本实施例中,电流阻挡层30具有一大致上等于 $n\lambda/4$ 的厚度,其中 λ 为从发光叠层发射的辐射的峰值波长,且n为奇数正整数。第一电极40填入第一开口31,沿着电流阻挡层30

的内部301的侧壁覆盖且位于电流阻挡层30的内部301的外围区域上。第二开口25暴露下面的电流阻挡层30的内部301。图8A以及图8B所示的发光元件的制造方法大致上相同于图7所示的发光元件的制造方法。不同的地方在于,用于图案化电流阻挡层30的光刻光掩模不同。

[0088] 图9A为本发明的第六实施例的发光元件的俯视图;图9B为本发明的第六实施例的发光元件沿着如图9A的A-A'线的剖视图。图10A为本发明的如图9A所示的第六实施例的发光元件的电流阻挡层30的俯视图;图10B为本发明的发光元件沿着如图10A的A-A'线的剖视图;除了特别指出说明,相同的元件符号于不同的附图中,具有与本发明任何一处说明的相同或是大致上相同的结构、材料、材料组成和/或制造方法。本发明的第六实施例的发光元件包含与第四实施例大致上相同的结构,不同的地方在于,本实施例的发光元件于单一管芯中,包含多个以二维阵列排列的辐射发射区I。具体地,多个第一开口31形成在电流阻挡层30内以暴露接触层24。如图10A所示,电流阻挡层30为一连续层。第一开口31彼此通过电流阻挡层分离。多个以二维阵列排列的第二开口25形成在第一电极40内且彼此分离,其中每一第二开口25相应地形成在其中一第一开口31内以暴露接触层24,因此相应的第一开口31以及第二开口25为同心圆。第一电极40为一连续层且具有一打线部分41,其缺乏任何第二开口25用于与一引线接合。第一电极40的一部分填入第一开口31内,沿着包围第一开口31的电流阻挡层30的侧壁覆盖且直接接触外延结构20的接触层24。外延结构20直接接触第一电极40且大致上位于第一开口31正下方的部位作为一辐射发射区。辐射发射区I的设置方式不限于本实施例,例如,辐射发射区I可以设置为交错排列或两相邻行和/或列的辐射发射区I的数目可以不同。

[0089] 图11A为本发明的第七实施例的发光元件的俯视图;图11B为本发明的发光元件沿着如图11A的A-A'线的剖视图。在本说明书中,除了特别指出说明,相同的元件符号于不同的附图中,具有与本发明任何一处说明的相同或是大致上相同的结构、材料、材料组成和/或制造方法。在本实施例中,基板10、第一DBR叠层21、发光叠层22、第二DBR叠层23大致上和第二实施例相同。不同的地方在于,接触层24具有一第三宽度W₃,第二DBR叠层23具有一大于第三宽度W₃的第四宽度W₄。发光元件还包含一导电层60,其覆盖接触层24以及插设于第一电极40和接触层24之间。导电层60具有第五宽度W₅,其大致上与第二DBR叠层23的第四宽度W₄相同。第一电极40覆盖导电层60的50%以上的表面积。优选地,第一电极40覆盖导电层60的80%以上的表面积,更佳地,导电层60的90%以上的表面积。第一电极40的轮廓大致上与导电层60的轮廓相同。第一电极40直接接触导电层60,而不是直接接触接触层24。一辐射发射区I包含位于接触层24正下方的第二DBR叠层23、发光叠层22以及第一DBR叠层21。辐射R自第二开口25逃逸出发光元件。

[0090] 第二开口25位于接触层24的正上方并暴露出下面的导电层60。接触层24的第三宽度W₃与第二开口25的第二最大宽度W₂的比值介于0.1至3之间,且优选地,介于0.5至1.1之间,且更佳地,介于0.6至0.8之间。通过使第三宽度W₃与第二最大宽度W₂的比值小于1,第一电极40较不易遮蔽辐射发射区I发出的光,因此较多光可以自第二开口25逃逸。

[0091] 位于接触层24正下方的第二DBR叠层23的部位的导电率大致上相同于第二DBR叠层23的未被接触层24覆盖的部位的导电率。导电层60具有一厚度,其接近或等于nλ/4,其中λ为发光叠层22发射的辐射的峰值波长,并且n为奇数正整数。导电层60包含透明导电金属氧化物材料,如氧化铟锡(ITO)、氧化铝锌(AZO)、氧化镉锡(SnCdO)、氧化锑锡(ATO)、氧化锌

(ZnO)、氧化锌锡(ZTO)或氧化铟锌(IZO)。导电层60大致上可让发光叠层22发出的辐射穿透。

[0092] 当一电流从第一电极40流入外延结构20中,因为在接触层24和第二DBR堆叠23之间的接触电阻相对地比导电层60和外延结构20之间的接触电阻低,大部分的电流自导电层60流向接触层24,接着经过接触层24流入外延结构20。也就是说,位于接触层24正下方的第二DBR叠层23的部位的电流密度高于第二DBR叠层23的未被接触层24覆盖的部位的电流密度。具体地,外延结构20的最上层,在本实施例中,即接触层24,是外延结构20中,第一层传导发光元件中限制后的电流的半导体层。

[0093] 图12A为本发明的第七实施例的发光元件的光功率(optical output power)以及正向电流(forward current)的关系曲线图,其中接触层24的第三宽度W₃和第二开口25的第二最大宽度W₂的比值约为1。图12B为图12A中区域I的放大图。在本实施例中,激光阈值电流I_{th}约为13毫安培,饱和电流I_{sat}约为79毫安培。激光阈值电流I_{th}、饱和电流I_{sat}和激光阈值电流I_{th}和饱和电流I_{sat}之间的差异可以依不同的应用需求通过接触层24的第三宽度W₃调整。例如,如果需要较高的激光阈值电流I_{th}、较高的饱和电流的I_{sat}和较高的激光阈值电流I_{th}和饱和电流I_{sat}的差异,第三宽度W₃可以较大。具体地,激光阈值电流I_{th}和第三宽度W₃满足以下公式:

$$0.4W_3 (\mu\text{m}) - 7 \leq I_{th} (\text{毫安培}) \leq 0.4W_3 (\mu\text{m}) + 7$$

[0095] 在一实施例中,辐射具有一约为850±10纳米的峰值波长。在一实施例中,辐射具有一约为940±10纳米的峰值波长。

[0096] 表2显示出在不同的正向电流之下,第七实施例的发光元件的辐射的远场角,辐射具有约为850±10纳米的峰值波长。

[0097] 表2

| [0098] | 正向电流(mA) | 远场角 |
|--------|----------|--------|
| | 15 | 10.54° |
| [0099] | 18 | 10.90° |
| | 22 | 10.9° |

[0100] 表3显示出在不同的正向电流之下,第七实施例的发光元件的辐射的远场角,辐射具有约为940±10纳米的峰值波长。在本实施例中,激光阈值电流I_{th}约为13毫安培,饱和电流I_{sat}约为80毫安培。

[0101] 表3

| [0102] | 注入电流(毫安培) | 远场角 | 功率(毫瓦) |
|--------|-----------|--------|--------|
| | 15 | 9.61° | 1.09 |
| | 18 | 11.03° | 1.95 |
| | 22 | 11.19° | 3.2 |

[0103] 依据表2和表3,当一正向电流比激光阈值电流I_{th}高且比饱和电流I_{sat}低时,辐射的远场角小于15度,且优选地,介于5至15度之间,且更佳地,介于8至13度之间。

[0104] 在本发明中,虽然发光元件于第二DBR叠层23中,缺乏一包含氧化层以及离子注入层的高电阻结构,通过接触层24以及导电层60,使外延结构20的最上层为外延结构20中第一层传导发光元件中限制后的电流的半导体层,当正向电流介于激光阈值电流 I_{th} 以及饱和电流 I_{sat} 之间时,发光元件的远场角小于15度。

[0105] 图13A至图16B为制造如图11A以及图11B所示的发光元件的方法。本方法包含以下步骤:

[0106] a.请参阅图13A以及图13B,提供一基板10;

[0107] b.通过外延生长在基板10上形成外延结构20;

[0108] c.通过光刻光掩模图案化接触层24;

[0109] d.请参阅图14A以及图14B,通过任何合适的方法,例如溅镀或蒸镀,形成一导电层60,其覆盖图案化的接触层24;

[0110] e.请参阅图15A以及图15B,在金属层60上形成一金属层(图未示);

[0111] f.通过光刻光掩模图案化金属层以形成第一电极40以及形成一第二开口25于第一电极40内,其中第一电极40具有一图案,其大致上与接触层24的图案互补,即,接触层24的图案大致等于第一电极40的第二开口25的图案,且第二开口25大致上位于接触层24的正上方;

[0112] g.请参阅图16A以及图16B,移除外延结构20的周围部位以形成一突出部26,突出部26包含裸露的平台侧壁261,其相较于基板10的最外侧边缘,较靠近第二开口25;

[0113] h.在基板10相对于外延结构20的另一侧上形成第二电极50;

[0114] i.切割在步骤h形成的结构,以获得如图11A以及图11B所示的个别完成的发光元件。

[0115] 本发明的方法不包含一降低在第二DBR叠层23中部分区域的导电率的步骤,例如氧化第二DBR叠层23内至少一层的氧化步骤、在第二DBR叠层23内的至少一层,注入至少一降低导电率的离子的步骤和/或选择性地蚀刻第二DBR叠层23内至少一层的周围部位,用于形成一底切,进而使氧化区域的导电率、离子注入区域的导电率或是如图24所示的底切的导电率低于第二DBR叠层23中除了被处理过的区域以外的其他部位的导电率。氧化步骤、离子注入步骤以及蚀刻第二DBR叠层23中其中一层的步骤是为了将第二DBR叠层23位于第一电极40正下方的部位转变为大致上绝缘的区域,用于在第二DBR叠层23中形成高电阻结构。优选地,本发明的方法于图案化制作工艺中,使用不超过3种不同的光刻光掩模。因此,本发明的制造发光元件的方法简单且符合成本效益。

[0116] 图17A为本发明的第八实施例的发光元件的俯视图。图17B为本发明的发光元件沿着如图17A的A-A'线的剖视图;在本说明书中,除了特别指出说明,相同的元件符号于不同的附图中,具有与本发明任何一处说明的相同或是大致上相同的结构、材料、材料组成和/或制造方法。本发明的第八实施例的发光元件包含与第七实施例大致上相同的结构,不同的地方在于,发光元件还包含一钝化层110,其大致上共形地覆盖外延结构20、导电层60以及第一电极40。钝化层110包含一开孔111,其暴露底下的第一电极40且远离接触层24,以与一引线接合。制作如图17A以及图17B所示的发光元件的方法大致上相当于制作如图16A以及图16B所示的发光元件的方法。不同的地方在于,在形成包含裸露的平台侧壁261的突出部26之后,本方法还包含沿着外延结构20的裸露的平台侧壁261、沿着导电层60的侧壁、沿

着第一电极40的侧壁共形地形成一钝化层110，且钝化层110覆盖导电层60以及第一电极40。接着，图案化钝化层110用于在钝化层110内形成一开孔111进而裸露底下的第一电极40。本发明的方法于图案化制作工艺中，使用不超过4个不同光刻光掩模。因此，本发明的制造发光元件的方法简单且符合成本效益。

[0117] 图18为本发明的第九实施例的发光元件的剖视图，其俯视图大致上与图11A相同。在本说明书中，除了特别指出说明，相同的元件符号于不同的附图中，具有与本发明任何一处说明的相同或是大致上相同的结构、材料、材料组成和/或制造方法。本发明的第九实施例的发光元件包含与第七实施例大致上相同的结构，不同的地方在于，本实施例的发光元件包含一永久基板90以及一介于永久基板90以及外延结构20之间的粘结层100。在本实施例中，永久基板90具有一热导率，其高于基板10的热导率。粘结层100是用于连接永久基板90和外延结构20。图19A至图19D为制造如图18所示的发光元件的方法。制作如图18所示的发光元件的方法大致上相当于制作如图11A以及图11B所示的发光元件的方法。不同的地方在于，在图案化接触层24之前，如图19A所示，本方法还包含通过暂时粘结层80粘结外延结构20至一暂时基板70，其中于本实施例中，暂时基板包含玻璃；如图19B所示，通过任何合适的方法移除基板10；如图19C所示，通过粘结层100粘结外延结构20至一永久基板90；以及如图19D所示，移除暂时基板70以及暂时粘结层80。在本实施例中，通过粘结步骤，发光元件包含具有较高的热导率的永久基板90。因此，发光元件可达到较高的输出功率。

[0118] 图20A为本发明的第十实施例的发光元件的俯视图；图20B为本发明的发光元件沿着如图20A的A-A'线的剖视图。在本说明书中，除了特别指出说明，相同的元件符号于不同的附图中，具有与本发明任何一处说明的相同或是大致上相同的结构、材料、材料组成和/或制造方法。本发明的第十实施例的发光元件包含与第七实施例大致上相同的结构，不同的地方在于，本实施例的发光元件，在单一管芯中，包含多个以阵列排列的辐射发射区I。具体地，接触层24包含多个分离的接触区241，如图20A所示，接触区241以二维阵列排列。每一接触区241具有一第三宽度W₃。在本实施例中，多个接触区241的第三宽度W₃大致上彼此相等。如图20B所示，导电层60是连续的层且覆盖多个分离的接触区241。第一电极40位于导电层60且为连续的层。多个第二开口25形成在第一电极40内且彼此分离，其中每一第二开口25是对应地形成以对齐其中一接触区241。第二开口25暴露出导电层60。其中一接触区241的第三宽度W₃与对应地第二开口25的第二宽度W₂的比值介于0.1至3之间，且优选地，介于0.9至1.1之间。在本实施例中，每个比值大致上相同。位于接触层24正下方的第二DBR叠层23、发光叠层22以及第一DBR叠层21作为一辐射发射区I。接触区241以及第二开口25的数目不限于本实施例，且辐射发射区I的设置方式亦不限于本实施例。例如，辐射发射区I可设置为交错的排列方式，或是两相邻的行和/或列的辐射发射区I的数目可以不同。具体地，外延结构20的最上层，在本实施例中，即接触层24，是外延结构20中第一层传导发光元件中限制后的电流的半导体层。

[0119] 图21A为本发明的第十一实施例的发光元件的俯视图；图21B为本发明的发光元件沿着如图21A的A-A'线的剖视图。在本说明书中，除了特别指出说明，相同的元件符号于不同的附图中，具有与本发明任何一处说明的相同或是大致上相同的结构、材料、材料组成和/或制造方法。本发明的第十一实施例的发光元件包含与第十实施例大致上相同的结构，不同的地方在于，本实施例的发光元件中，至少一接触区241的第三宽度W₃'不同于其他接

触区241的第三宽度 W_3 ,用于具有多个不同的激光阈值电流 I_{th} 。在本实施例中,如图21B所示,中间栏的接触区241的第三宽度 W_3' 小于其他接触区241的第三宽度 W_3 。中间栏的接触区241的第三宽度 W_3' 与其他两栏的接触区241的一的第三宽度 W_3 的差异不小于3微米(μm),且优选地,大于8微米,且更佳地,小于40微米。如图21A~图21B所示,对齐中间栏的接触区241的第二开口25小于其他第二开口25。接触区241的第三宽度和各对应接触区241的第二开口25的第二最大宽度 W_2 的比值介于0.1至3之间,且优选地,介于0.5至1.1之间,且更佳地,介于0.6至0.8之间。发光元件包含多个不同的激光阈值电流 I_{th} 。每一激光阈值电流 I_{th} 是用于使其中一辐射发射区I产生一同调光。具体地,因为中间栏的接触区241的第三宽度 W_3' 小于其他接触区241的第三宽度 W_3 ,因此使中间栏的其中一辐射发射区I发出同调光的激光阈值电流 I_{th} 小于使其他两栏的其中一辐射发射区I发出同调光的激光阈值电流 I_{th} 。故,在本实施例中,在一正向电流大于使中间栏的其中一辐射发射区I发出同调光的激光阈值电流 I_{th} 且小于使其他两栏的其中一辐射发射区I发出同调光的激光阈值电流 I_{th} 时,中间栏的辐射发射区I发出的辐射为具有远场角小于15度的同调光,然而,从其他辐射发射区I发出的辐射为具有远场角大于60度的非同调光。因此,发光元件适用于同时需要远距离以及近距离特性的应用,例如监视器。具有不同第三宽度的接触区241的设置方式不限于本实施例。例如,相较于其他接触区241的第三宽度,具有较小第三宽度的接触区241可设置在第一栏。或者,具有较小第三宽度的接触区241以及具有较大第三宽度的接触区241于一栏和/或一列中可间隔地设置,用于形成交错排列的方式。

[0120] 图22为本发明的第十二实施例的发光元件的俯视图。在本说明书中,除了特别指出说明,相同的元件符号于不同的附图中,具有与本发明任何一处说明的相同或是大致上相同的结构、材料、材料组成和/或制造方法。本发明的第十二实施例的发光元件包含与第十一实施例大致上相同的结构,不同的地方在于,本实施例的发光元件中包含多个彼此相同的激光阈值电流 I_{th} 。每一激光阈值电流 I_{th} 是用于使其中一辐射发射区I产生一同调光。通过第一电极40不同的布局而控制不同量的电流流入不同的接触区241,当一电流流入发光元件时,相较于其他接触区241吸引的电流,其中一接触区241吸引较多的电流。具体地,在本实施例中,中间栏的接触区241的宽度大致上等于其他接触区241的宽度。对齐中间栏的接触区241的第二开口25的宽度大致上等于其他第二开口25的宽度。相较于图21A所示的第一电极40,本实施例的位于导电层60上的第一电极40具有不同的布局。具体地,第一电极包含一打线部分41、多个第一延伸电极44以及第二延伸电极45。打线部分41用于与一引线接合。每一第一延伸电极44环绕其中一第二开口25。每一第二延伸电极45大致上垂直地自打线部分41延伸且连接至少三个第一延伸电极44。在本实施例中,每一第一延伸电极44的宽度大致上彼此相同。每一第二延伸电极45的宽度大致上彼此相同。环绕位于中间栏的第二开口25的第一延伸电极44连接两个第二延伸电极45,环绕位于其他两栏的第二开口25的第一延伸电极44只连接一个第二延伸电极45。因此,当驱动发光元件时,相较于其他接触区241吸引的电流,位于中间栏的每一接触区241吸引较多的电流。当流经中间栏的每一接触区241的正向电流达到对应的辐射发射区I的激光阈值电流 I_{th} 时,流经其他两栏的每一接触区241的正向电流仍低于对应的辐射发射区I的激光阈值电流 I_{th} 。因此,自中间栏的辐射发射区I发出的辐射为远场角小于15度的同调光,而其他辐射发射区I发出的辐射为远场角大于60度的非同调光。故,发光元件适用于同时需要远距离以及近距离特性的应用,例如监视

器。在另一实施例中,为了达到类似的结果,中间栏的其中一第一延伸电极44的宽度可以大于其他两栏的其中一第一延伸电极44的宽度。在另一实施例中,为了达到类似的结果,中间栏的其中一第二延伸电极45的宽度可以大于其他两栏的其中一第二延伸电极45的宽度,而并非包含两个第二延伸电极45与中间栏的第一延伸电极44连接。第一延伸电极44和第二延伸电极45的设置方式不限于本实施例。例如,于第一栏中环绕第二开口25的第一延伸电极44也可以连接两个第二延伸电极45,且第一延伸电极44的宽度以及第二延伸电极45的宽度可以相应地改变。

[0121] 图23为本发明的第十三实施例的发光元件的俯视图。除了特别指出说明,相同的元件符号于不同的附图中,具有与本发明任何一处说明的相同或是大致上相同的结构、材料、材料组成和/或制造方法。本发明的第十三实施例的发光元件包含与第十二实施例大致上相同的结构,不同的地方在于,本实施例的发光元件的位于导电层60上的第一电极40具有不同的图案。第一电极40包含一第三延伸电极46,其具有一宽度,第三延伸电极46的宽度大于第一延伸电极44的宽度以及大于第二延伸电极45的宽度。因此,相较于第二开口25的周围被第一延伸电极44以及第二延伸电极45覆盖的区域,第三延伸电极46覆盖第二开口25的周围较大的区域。故,环绕中间栏的第二开口25的导电层60和第一电极40之间的接触面积大于环绕其他第二开口25的导电层60和第一电极40之间的接触面积。因此,当驱动发光元件时,相较于其他的接触区域241吸引的电流,位于中间栏的每一接触区域241吸引较多的电流。当流经中间栏的每一接触区241的正向电流达到对应的辐射发射区I的激光阈值电流 I_{th} 时,流经其他两栏的每一接触区241的正向电流仍低于对应的辐射发射区I的激光阈值电流 I_{th} 。因此,自中间栏的辐射发射区I发出的辐射为远场角小于15度的同调光,而其他辐射发射区I发出的辐射为远场角大于60度的非同调光。故,发光元件适用于同时需要远距离以及近距离特性的应用,例如监视器。第一延伸电极44和第二延伸电极45的图案不限于本实施例。例如,第一电极40可以覆盖第一栏的第二开口25较多的周围区域,而并非中间栏的第二开口25。

[0122] 发光叠层22包含活性区域,其包含单异质结构(single heterostructure, SH)、双异质结构(double heterostructure, DH)或多重量子阱(MQW)。优选的,活性区域包含多重量子阱(MQW),其包含交替的阱层以及阻障层。每一阻障层的能阶大于其中一阱层的能阶。活性区域发出的峰值波长可以通过改变阱层的厚度或是材料而改变。优选地,阱层的材料包含一三五族半导体材料,例如铝砷化镓(AlGaAs)。阻障层的材料包含一三五族半导体材料,例如铝砷化镓(AlGaAs)。发光叠层22可还包含一间隔层位于活性区域和第一DBR叠层21之间和/或位于活性区域和第二DBR叠层23之间,用于调整发光叠层22的厚度以大致上接近或等于为 $n\lambda/2$ 的厚度,其中 λ 为发光叠层22发射的辐射的峰值波长,并且n为正整数。间隔层材料为包含一三五族半导体材料,例如铝砷化镓(AlGaAs)。

[0123] 第一DBR叠层21和第二DBR叠层23包含多个交替的高折射率半导体层以及低折射率半导体层。第一DBR叠层21和第二DBR叠层23的材料包含一三五族半导体材料,例如铝砷化镓 $Al_xGa_{(1-x)}As/Al_yGa_{(1-y)}As$,其中x不等于y,且铝和镓的含量可以调整用于反射一预定的波长范围。每一半导体层具有一接近或等于 $\lambda/4n$ 的厚度,其中 λ 为发光叠层22发射的辐射的峰值波长,并且n为层的折射率。第一DBR叠层21在峰值波长具有一超过99%的反射率。第二DBR叠层23在峰值波长具有一超过98%的反射率。优选地,第一DBR叠层21的反射率大于第

二DBR叠层23的反射率。第一DBR叠层21的对数大于第二DBR叠层23的对数，其中一高折射率半导体层与一低折射率半导体层视为一对。优选地，第一DBR叠层21的对数大于15，且更佳地，大于30且小于80。第一DBR叠层21的对数大于15，且更佳地，大于20且小于80。

[0124] 在本实施例中，基板10提供一上表面，其用于外延生长外延结构20。基板10具有一足够的厚度以支撑之后生长在基板10上的层或是结构。优选地，基板10的厚度不小于100微米，且优选地，不超过250微米。基板10是单晶且包含半导体材料，例如，包含一个三五族半导体材料或是四族半导体材料。在一实施例中，基板10包含一具有n型或p型的三五族半导体材料。在本实施例中，三五族半导体材料包含n型的砷化镓(GaAs)，n型掺杂物为硅(Si)。

[0125] 永久基板80是导电的，用于在第一电极40以及第二电极50之间传导一电流。永久基板80具有一足够的厚度，用于支撑在其上的层或是结构。例如，大于100微米。永久基板80包含导电材料，其包含硅(Si)、锗(Ge)、铜(Cu)、钼(Mo)、钨钼(MoW)、氮化铝(AlN)、氧化锌(ZnO)或铜钨(CuW)。优选地，永久基板80包含硅或铜钨(CuW)。

[0126] 第一电极40以及第二电极50用于与一外接电源连接且传导一在两者之间的电流。第一电极40以及第二电极50的材料包含透明导电材料或是金属材料。透明导电材料包含透明导电氧化物，金属材料包含金(Au)、铂(Pt)、锗金镍(GeAuNi)、钛(Ti)、镀金(BeAu)、锗金(GeAu)、铝(Al)、锌金(ZnAu)或镍。

[0127] 第一电极40通过接触层24与第二DBR叠层23形成一低电阻接触或是欧姆接触，其中第一电极40与第二DBR叠层23之间的电阻低于 $10^{-2}\text{ ohm}\cdot\text{cm}$ 。接触层24的导电型态与第二DBR叠层23导电型态相同。在一实施例中，接触层24为p型且具有一高p型掺杂浓度，例如高于 $10^{18}/\text{cm}^3$ ，且优选地，高于 $10^{19}/\text{cm}^3$ ，且更佳地，介于 $1\times 10^{19}/\text{cm}^3$ 以及 $5\times 10^{22}/\text{cm}^3$ 之间(两者皆含)。接触层24的材料包含一三五族半导体材料，例如砷化镓(GaAs)或铝砷化镓(AlGaAs)。

[0128] 粘结层100和/或暂时粘结层80包含透明导电氧化物、金属材料、绝缘氧化物或高分子。透明导电氧化物包含氧化铟锡(ITO)、氧化铟(InO)、氧化锡(SnO)、氧化镉锡(CTO)、氧化锑锡(ATO)、氧化铝锌(AZO)、氧化锌锡(ZTO)、氧化镓锌(GZO)、氧化铟钨(IWO)、氧化锌(ZnO)或氧化铟锌(IZO)。金属材料包含铟、锡、金、钛、镍、铂、钨或其等的合金。绝缘氧化物包含氧化铝(AlO_x)、氧化硅(SiO_x)或氮氧化硅(SiO_xN_y)。高分子材料包含环氧树脂(epoxy)、聚酰亚胺(polyimide)、八氟环丁烷(perfluorocyclobutane)、苯并环丁烯(benzocyclobutene, BCB)或硅氧树脂(silicone)。粘结层100具有一介于400纳米至5000纳米之间的厚度。

[0129] 外延的方法包含，但不限于，金属有机化学气相沉积(metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD)、氢化物气相外延法(hydride vapor phase epitaxy, HVPE)、分子束外延(molecular beam epitaxy, MBE)或液相外延法(liquid-phase epitaxy, LPE)。

[0130] 根据本发明的又一实施例，前述实施例中的结构可以结合或是改变。举例说明，图1A或图1B所示的发光元件可包含钝化层。

[0131] 需注意的是，本发明所列举的各实施例仅用以说明本发明，并非用以限制本发明的范围。任何人对本发明所作显而易见的修饰或变更皆不脱离本发明的精神与范围。不同实施例中相同或相似的构件，或者不同实施例中具相同标号的构件皆具有相同的物理或化

学特性。此外，本发明中上述的实施例在适当的情况下，是可互相组合或替换，而非仅限于所描述的特定实施例。在一实施例中详细描述的特定构件与其他构件的连接关系亦可以应用于其他实施例中，且均落于如上的本发明的权利保护范围的范畴中。

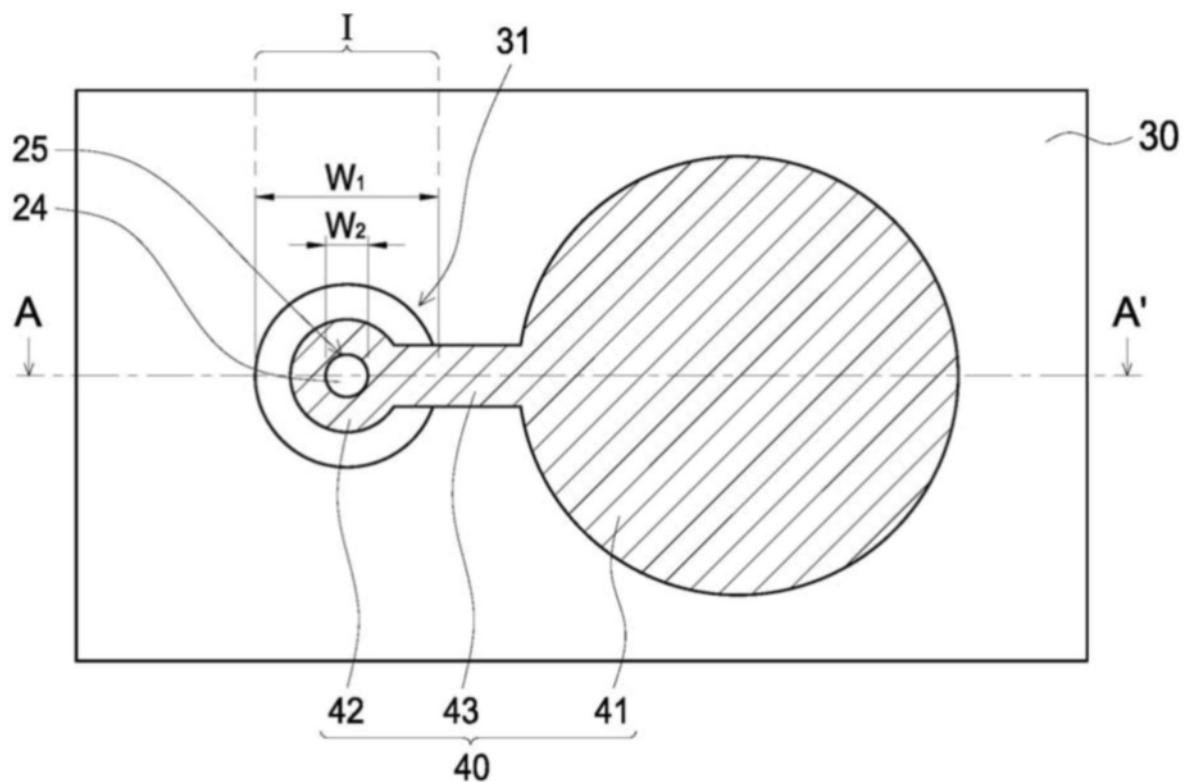


图1A

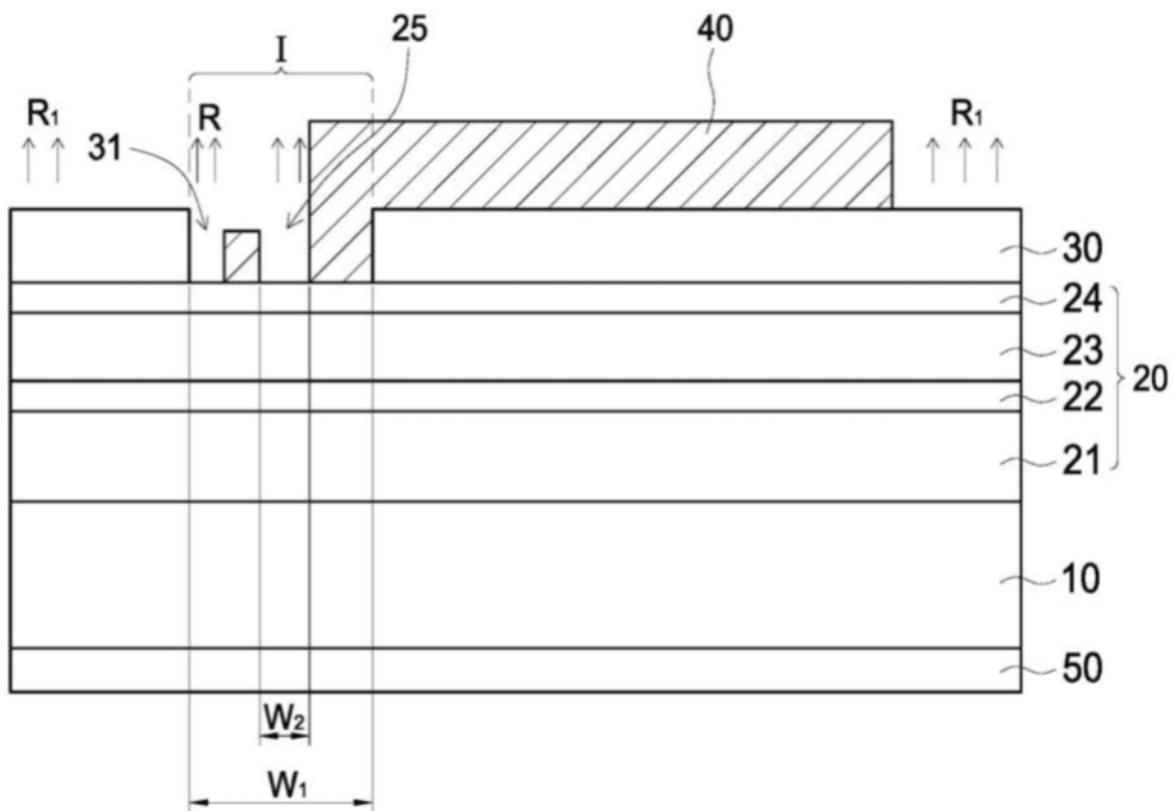


图1B

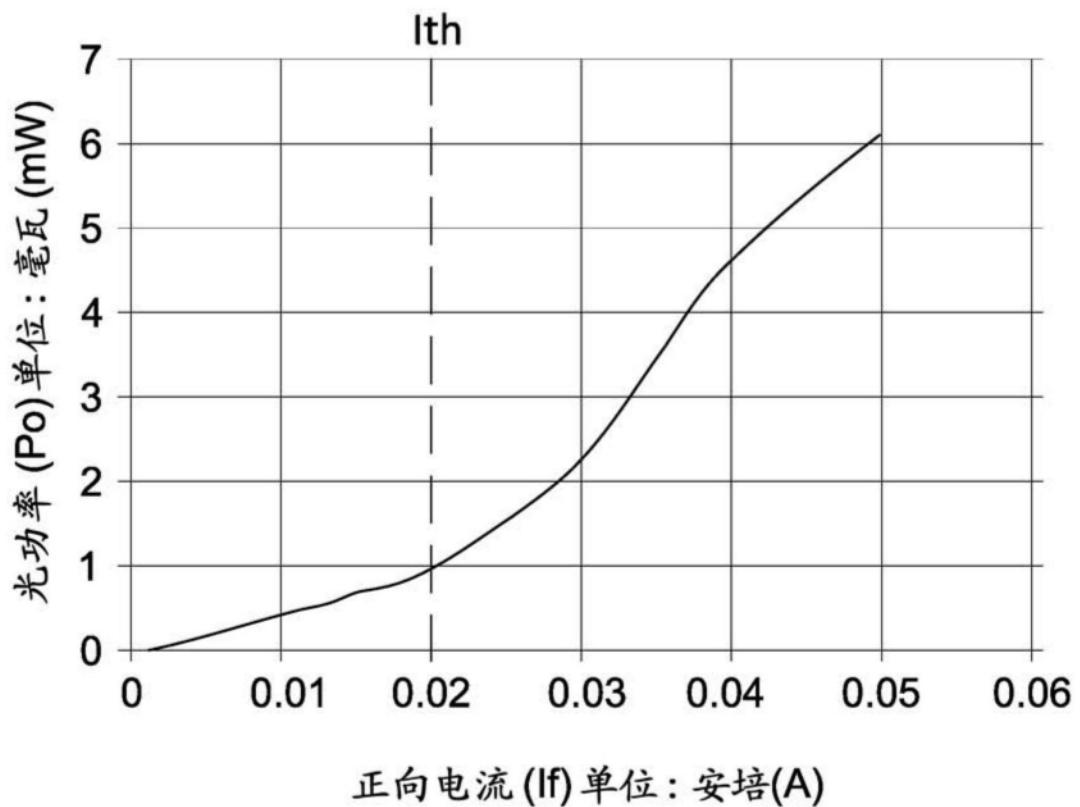


图2

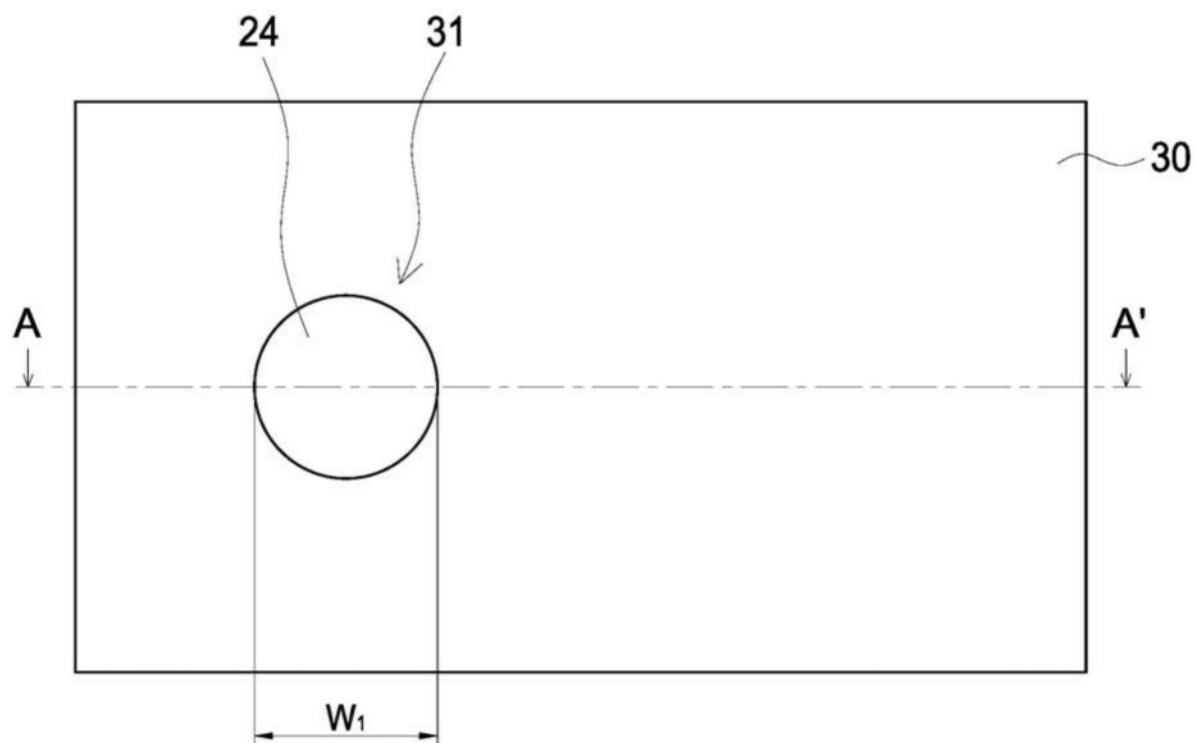


图3A

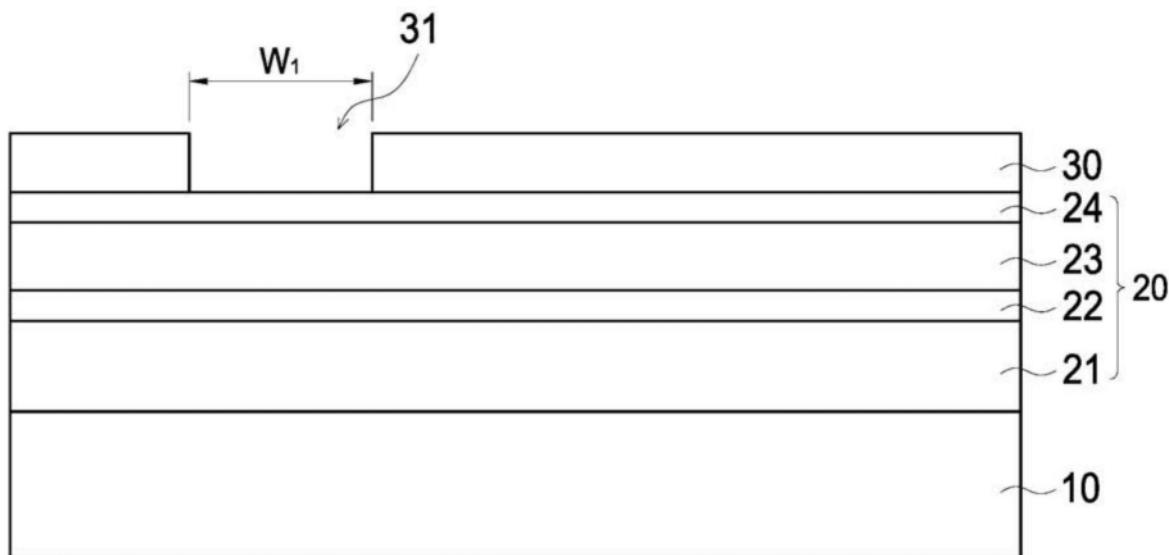


图3B

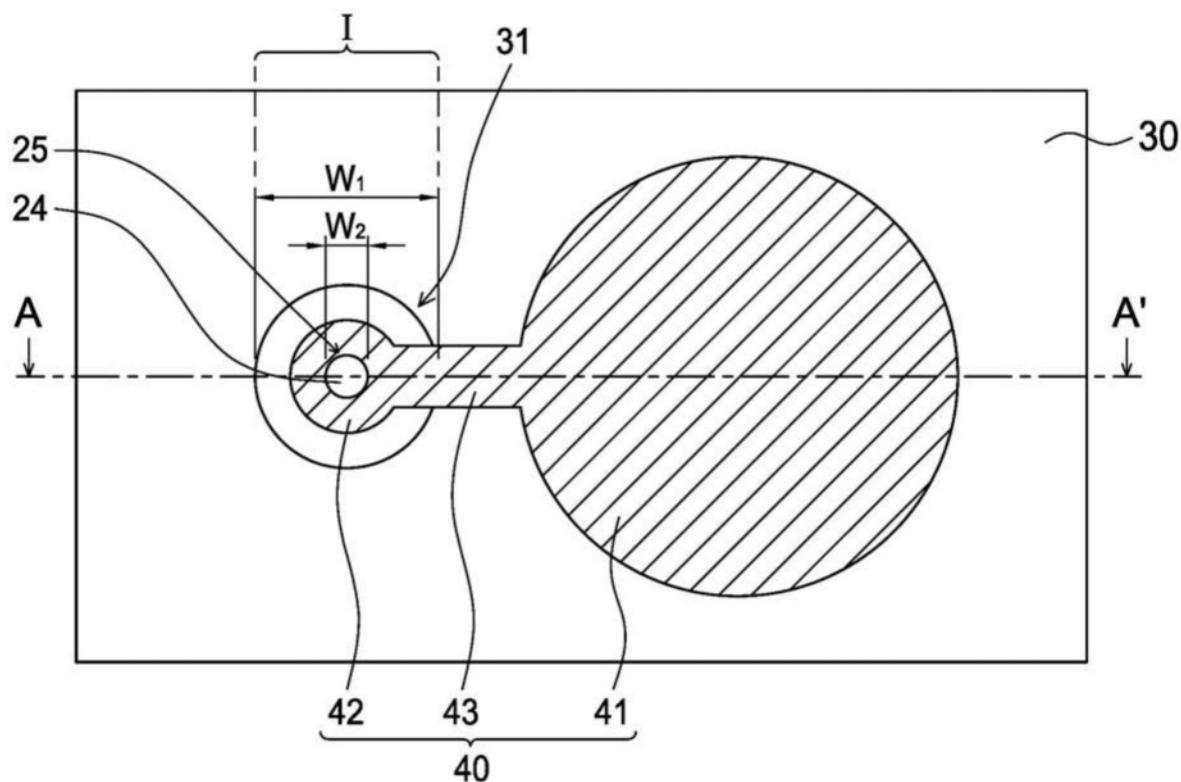


图4A

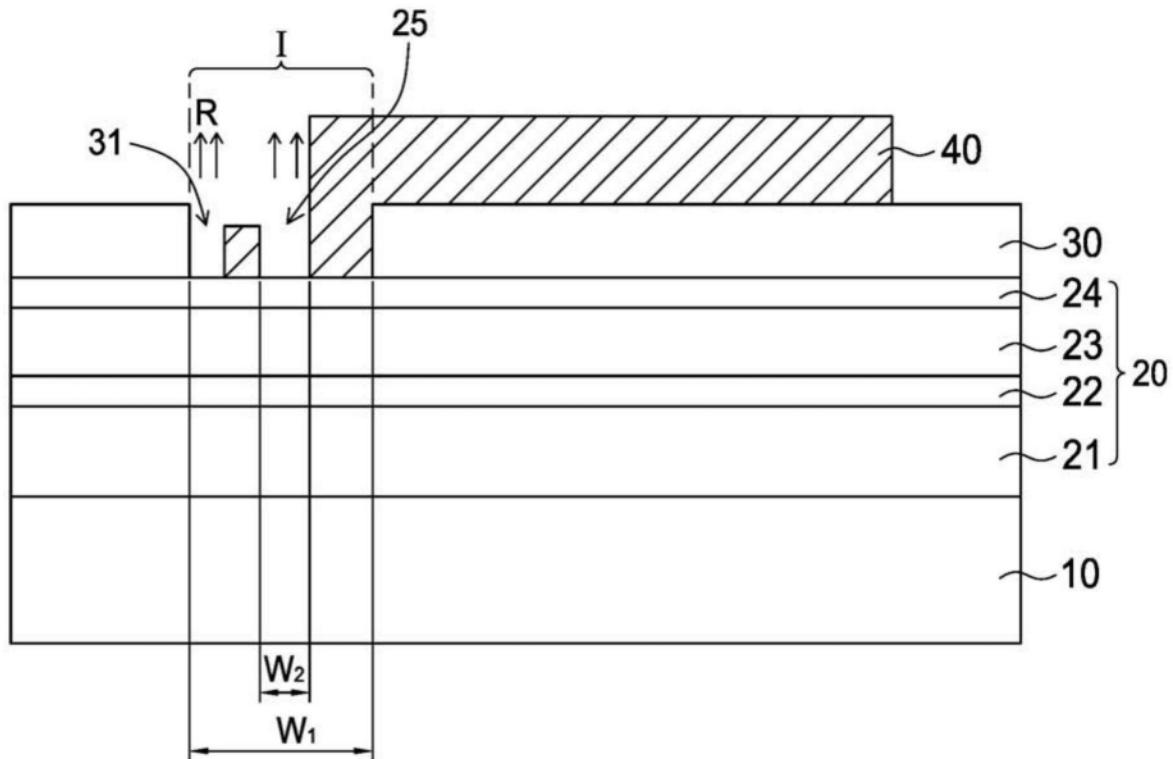


图4B

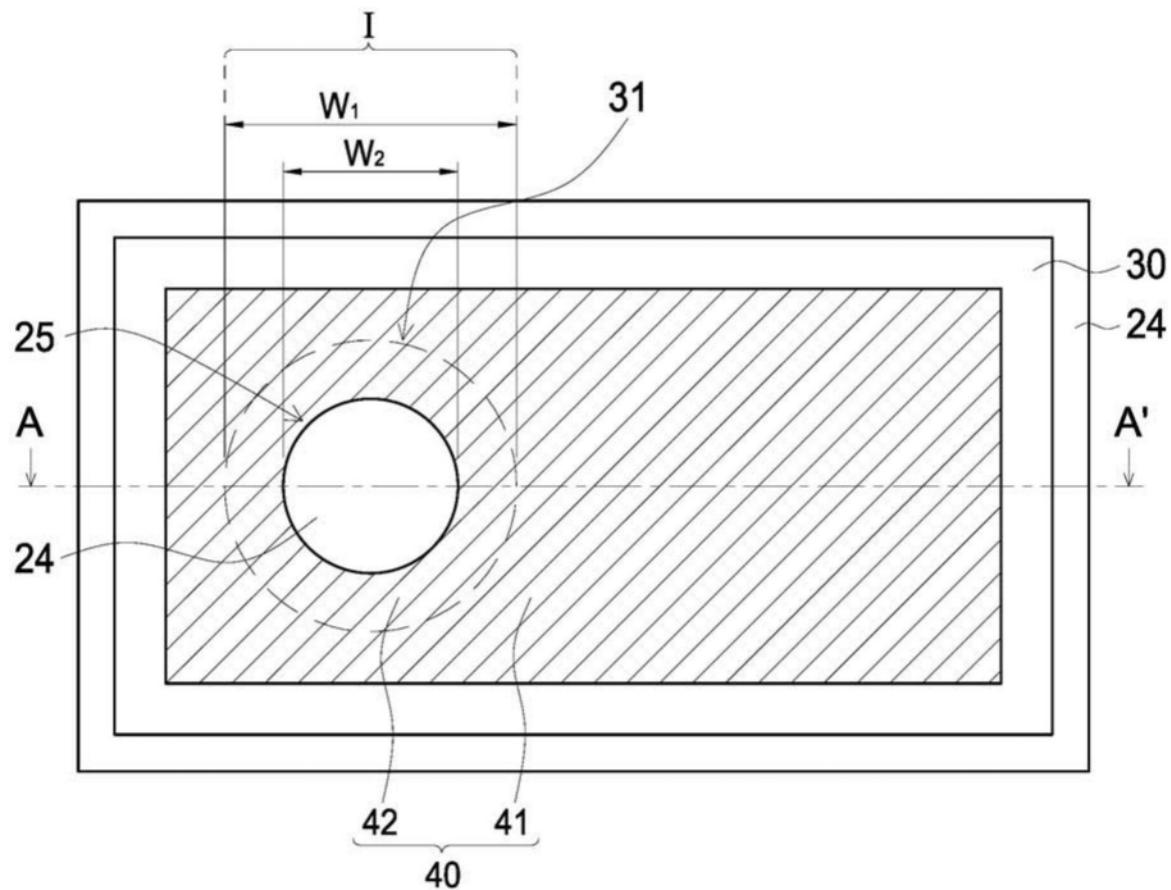


图5A

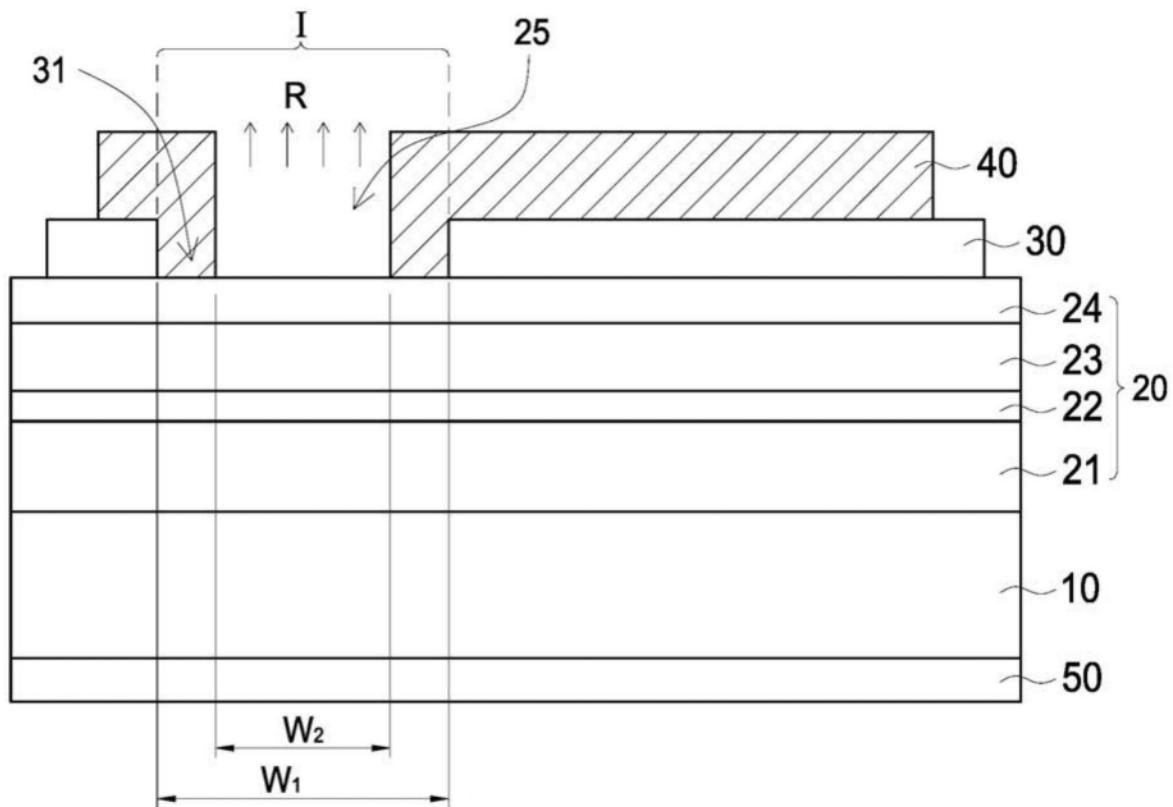


图5B

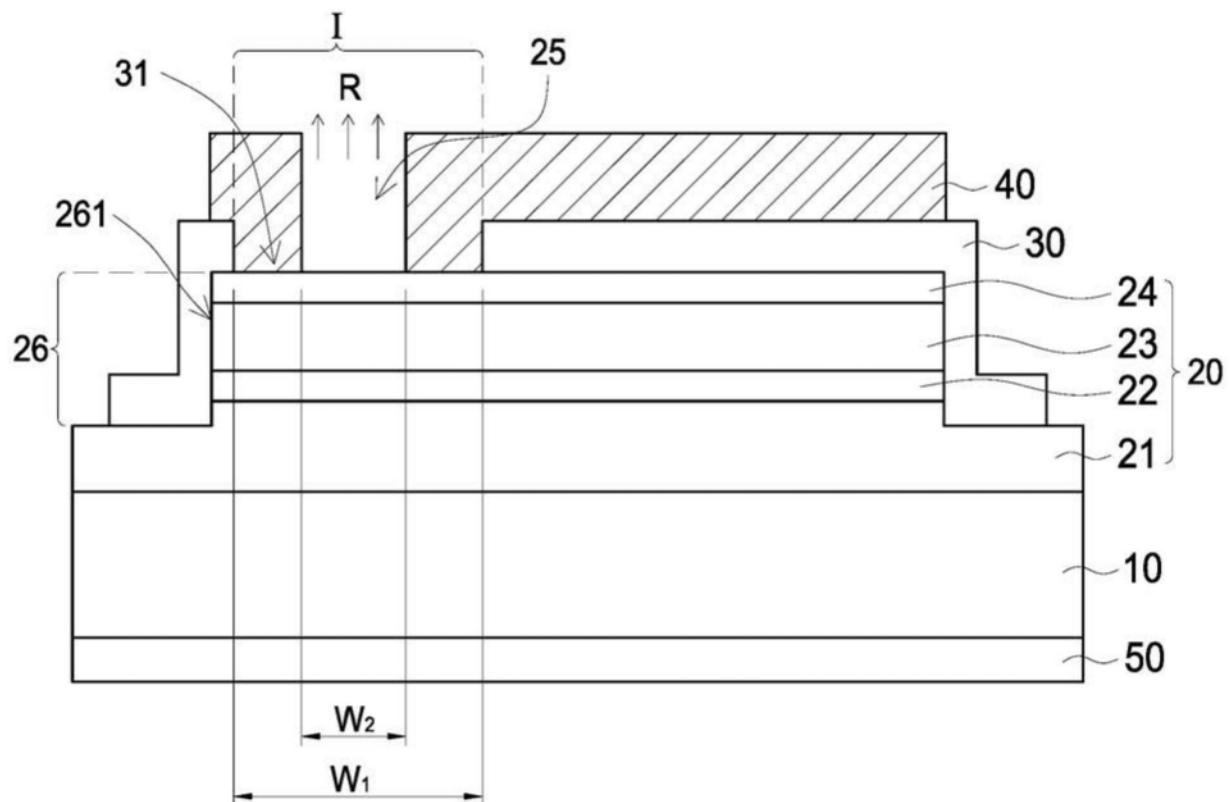


图6

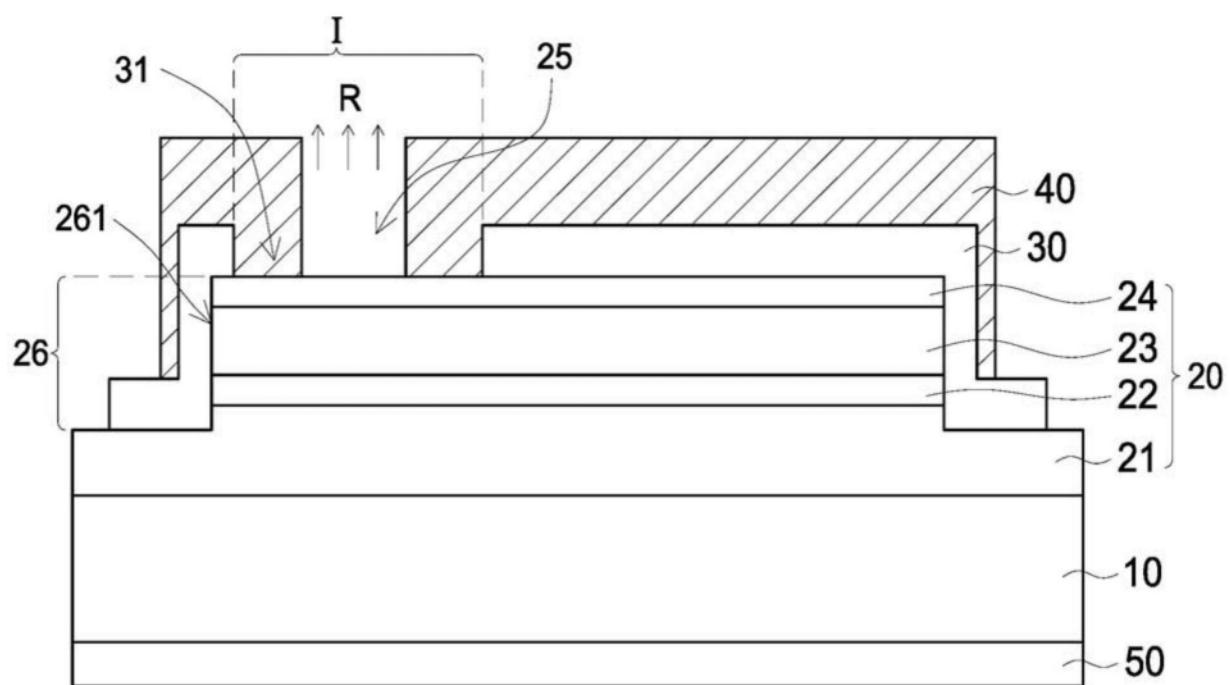


图7

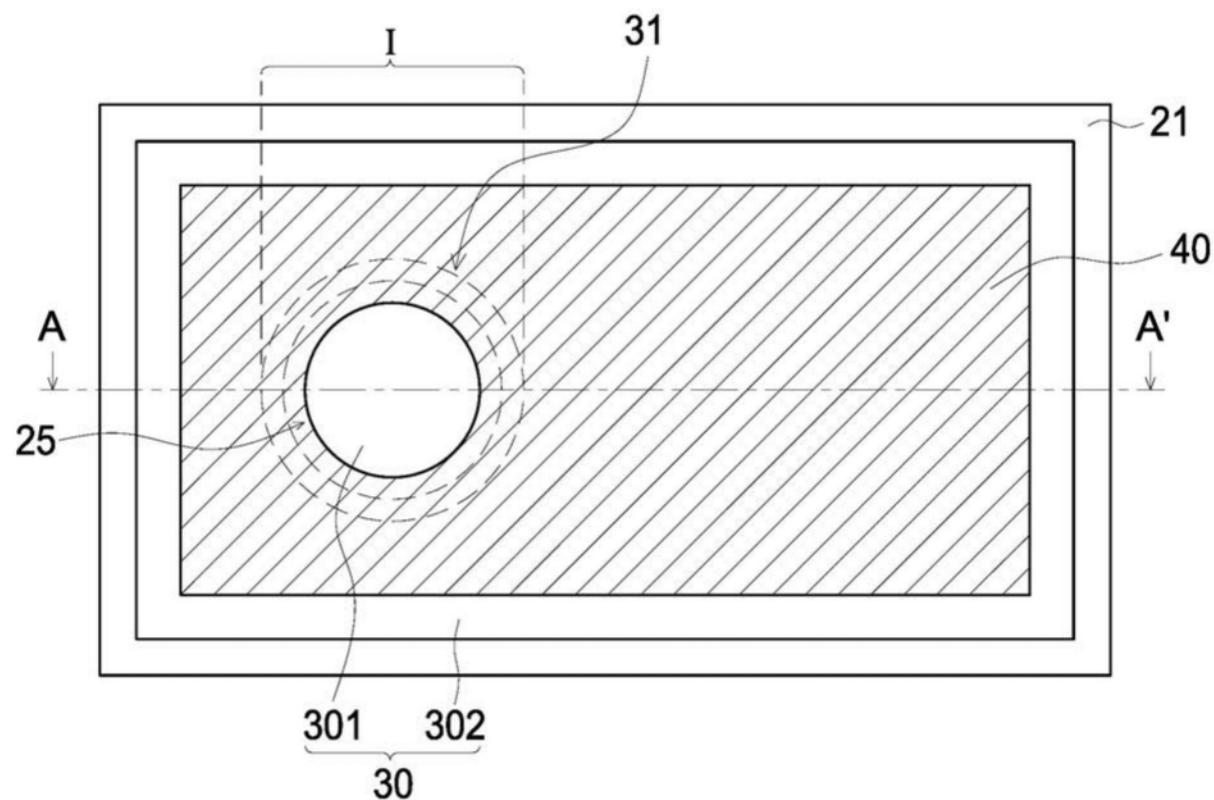


图8A

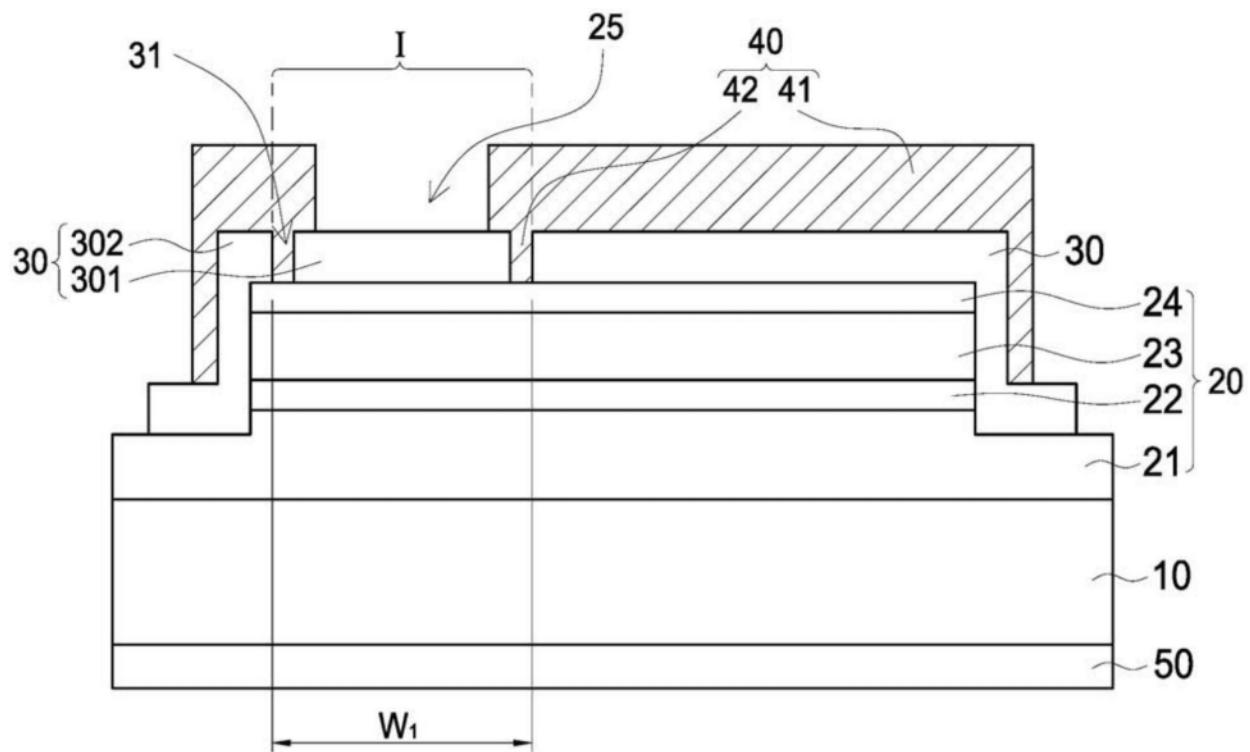


图8B

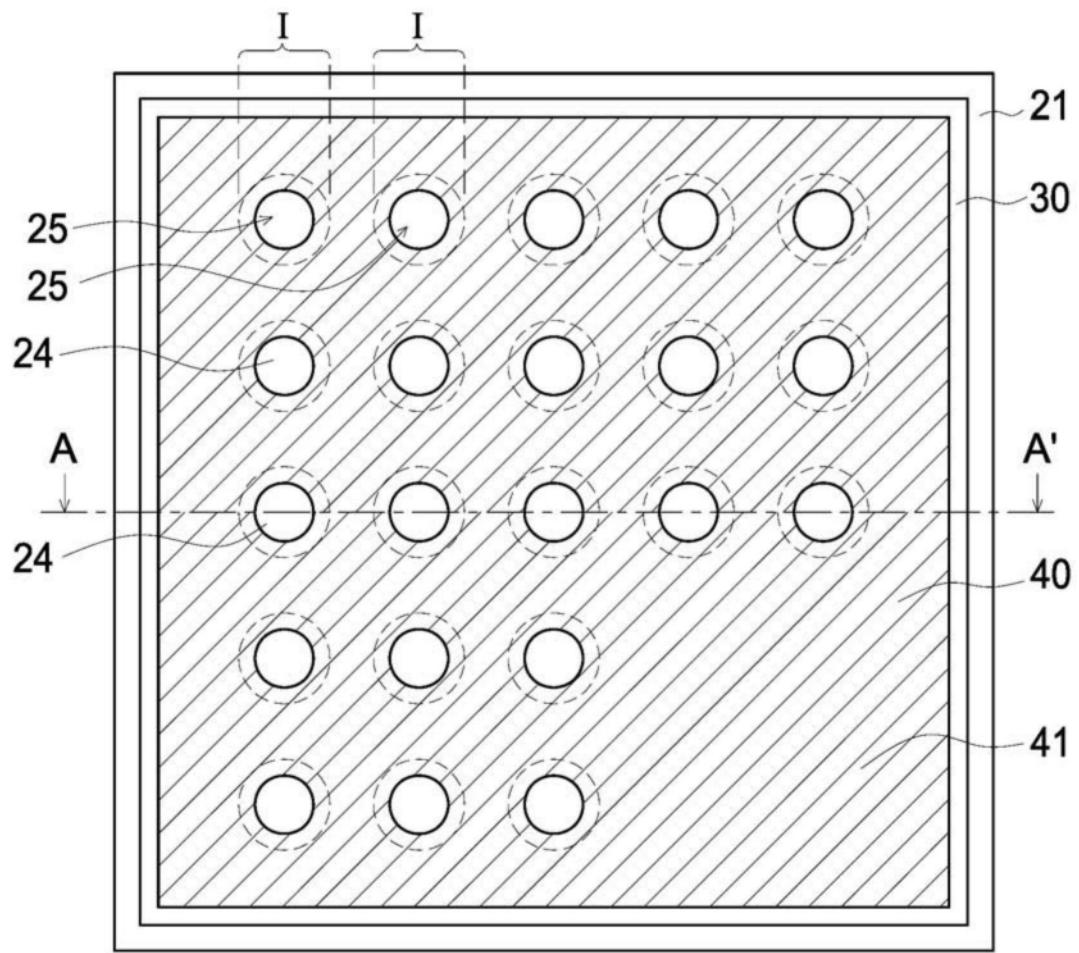


图9A

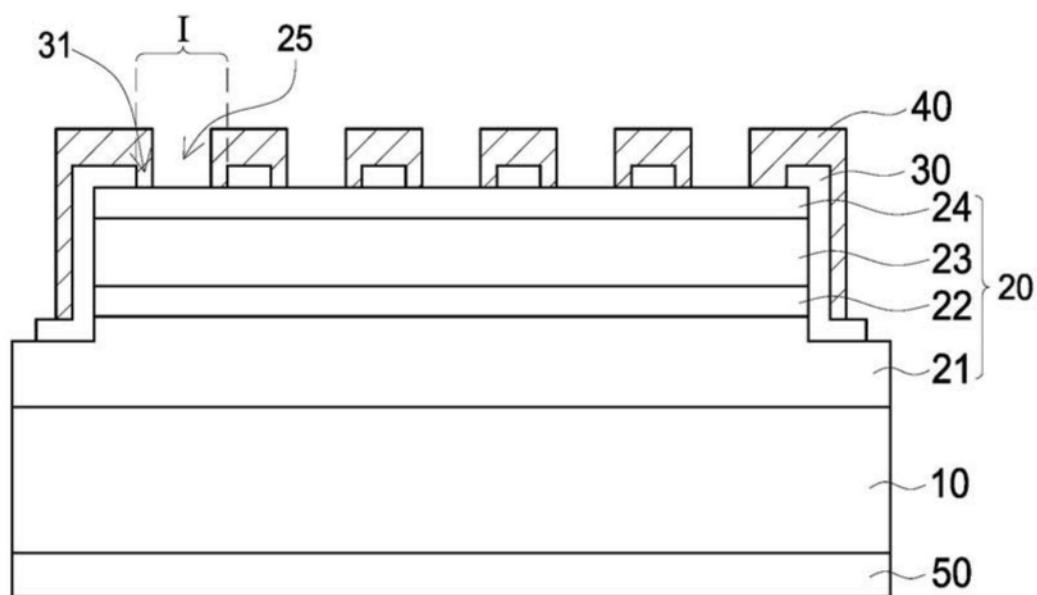


图9B

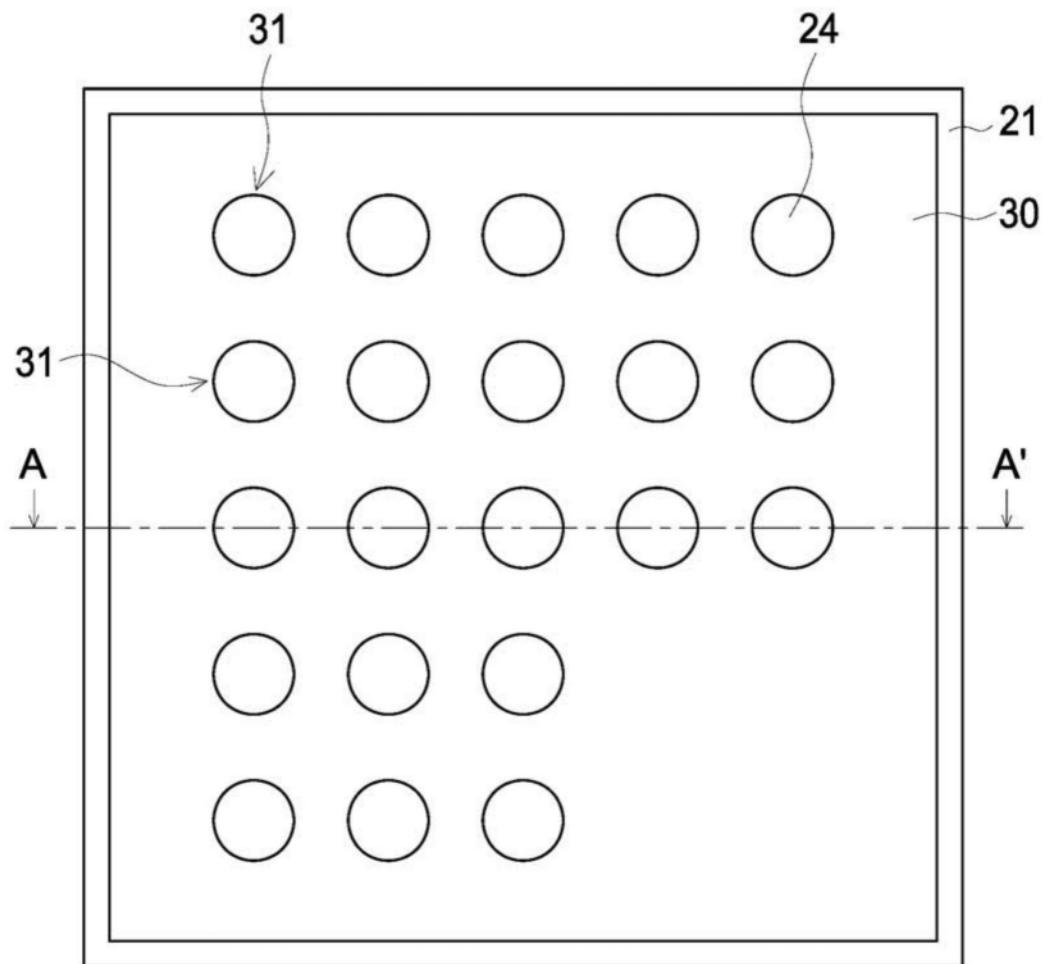


图10A

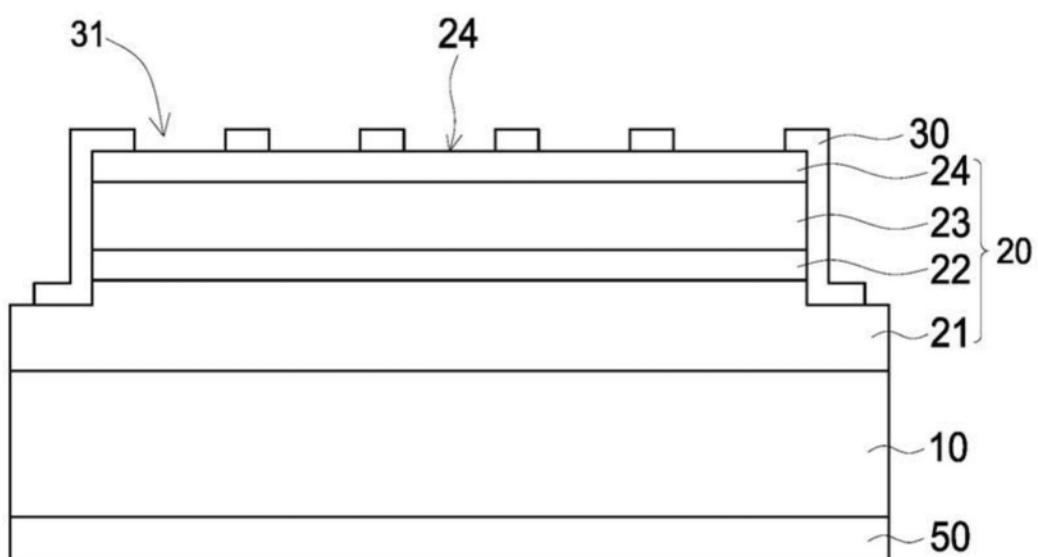


图10B

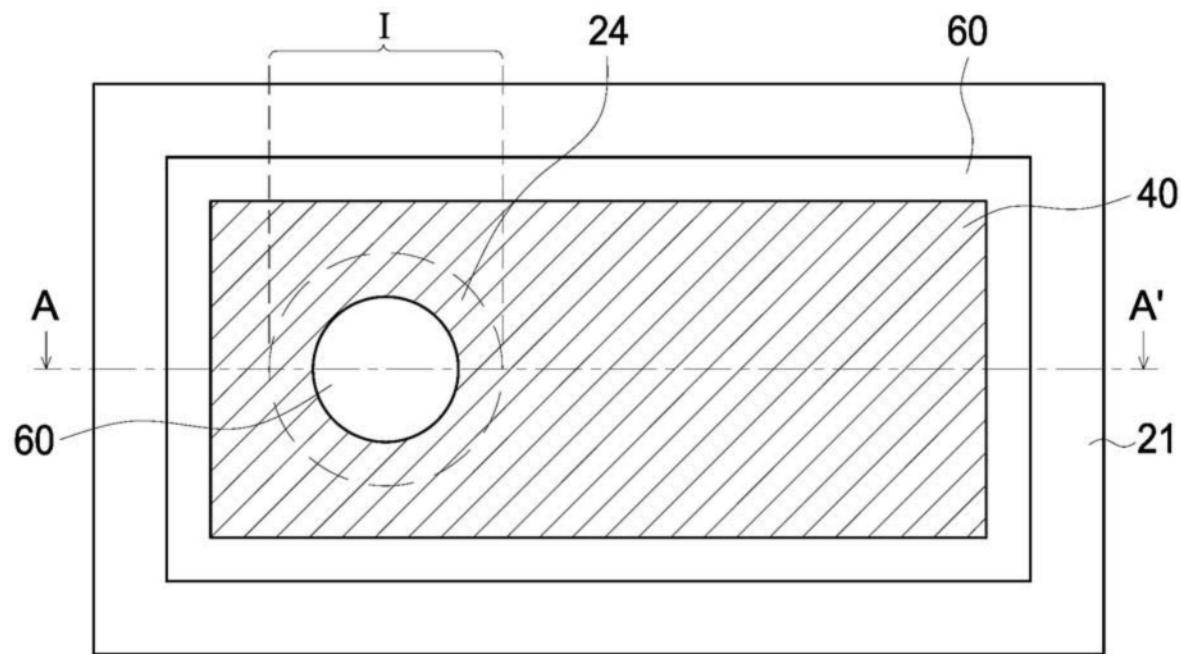


图11A

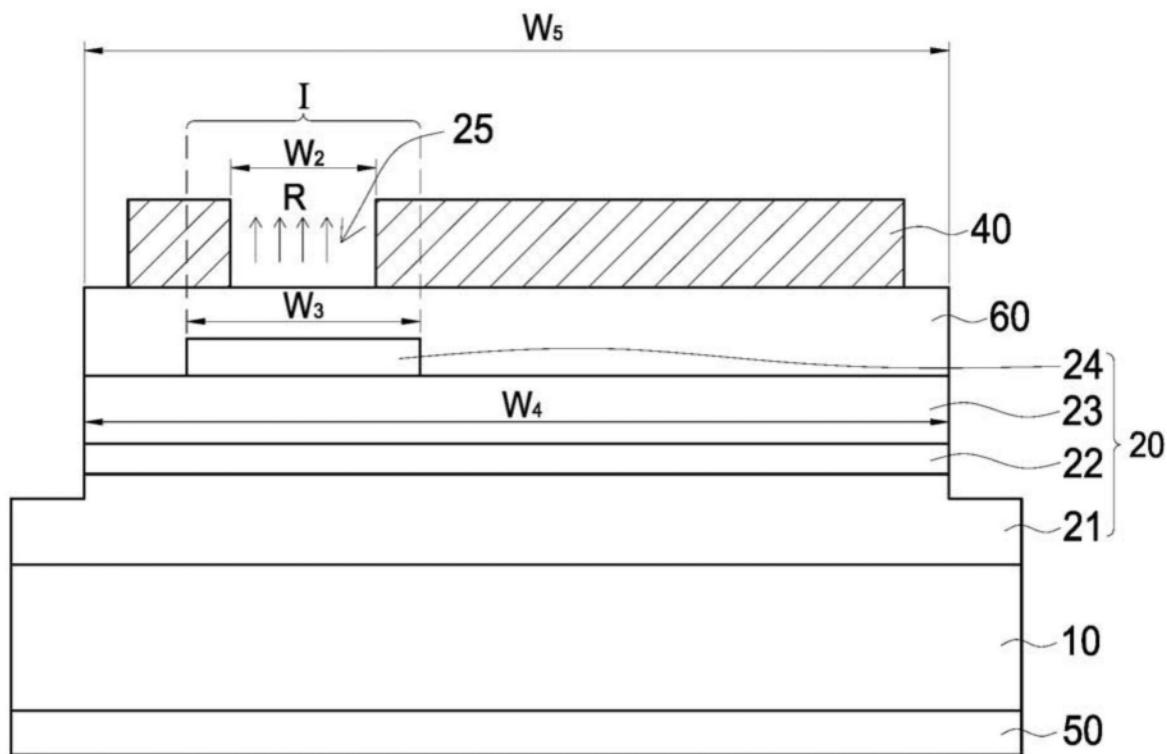


图11B

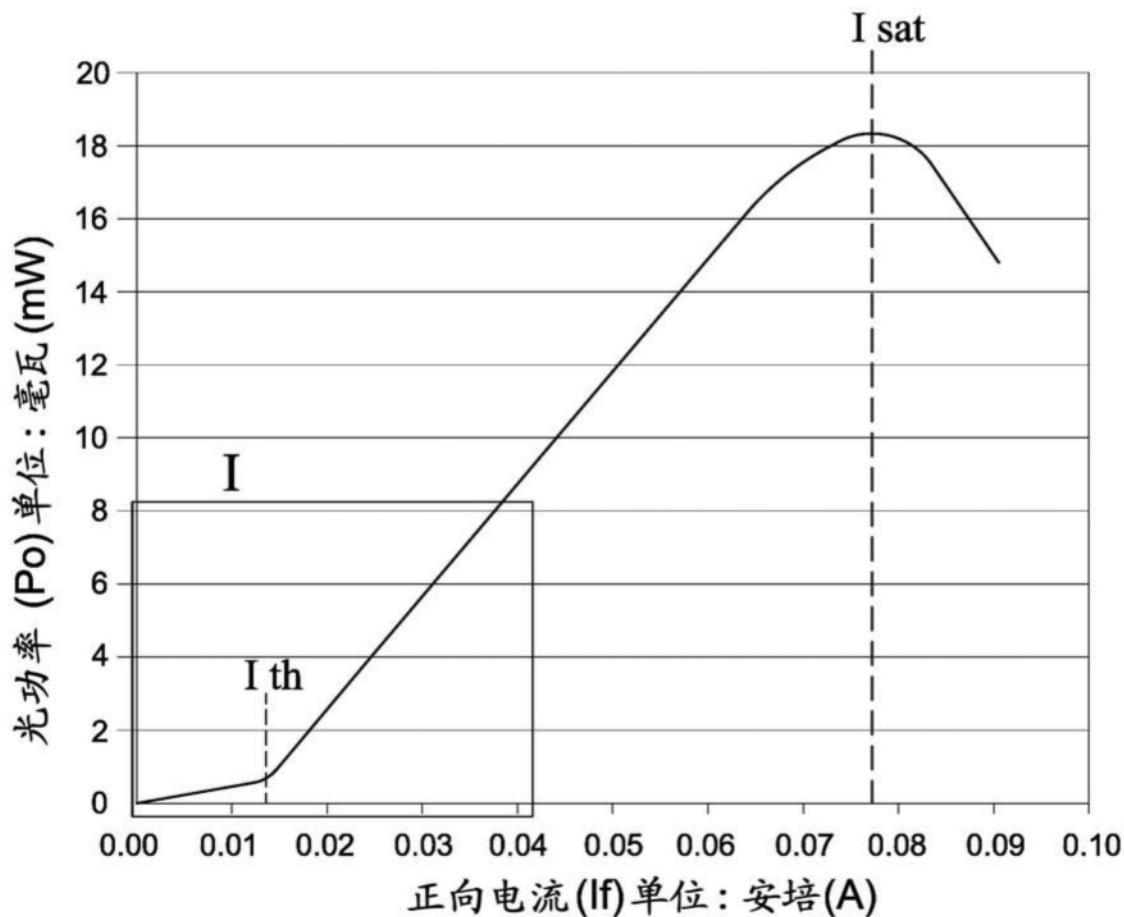


图12A

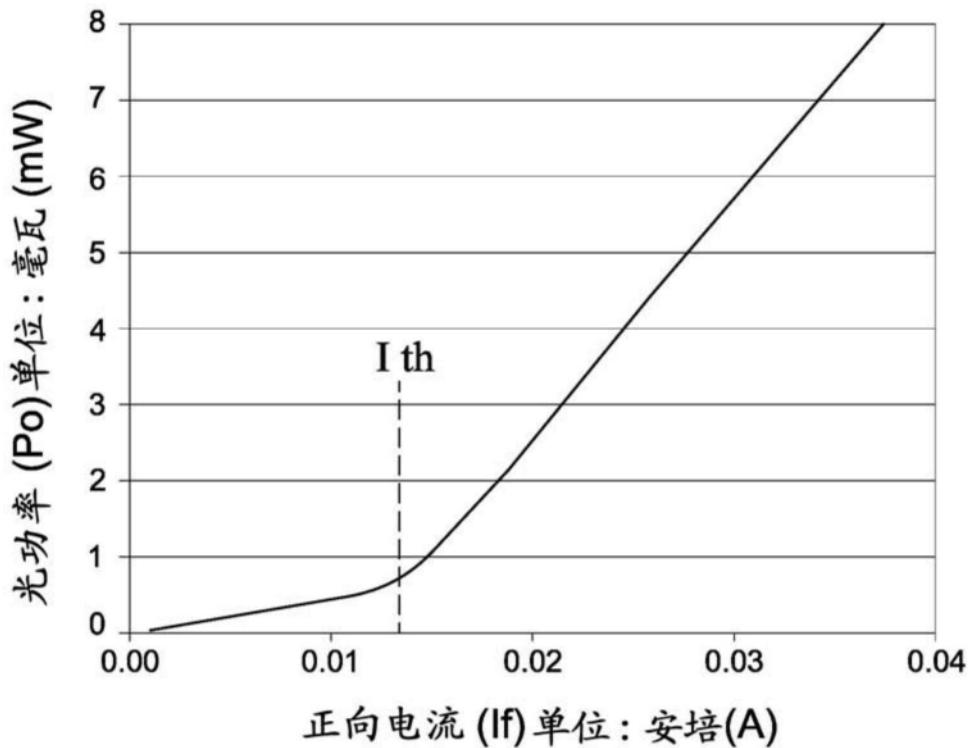


图12B

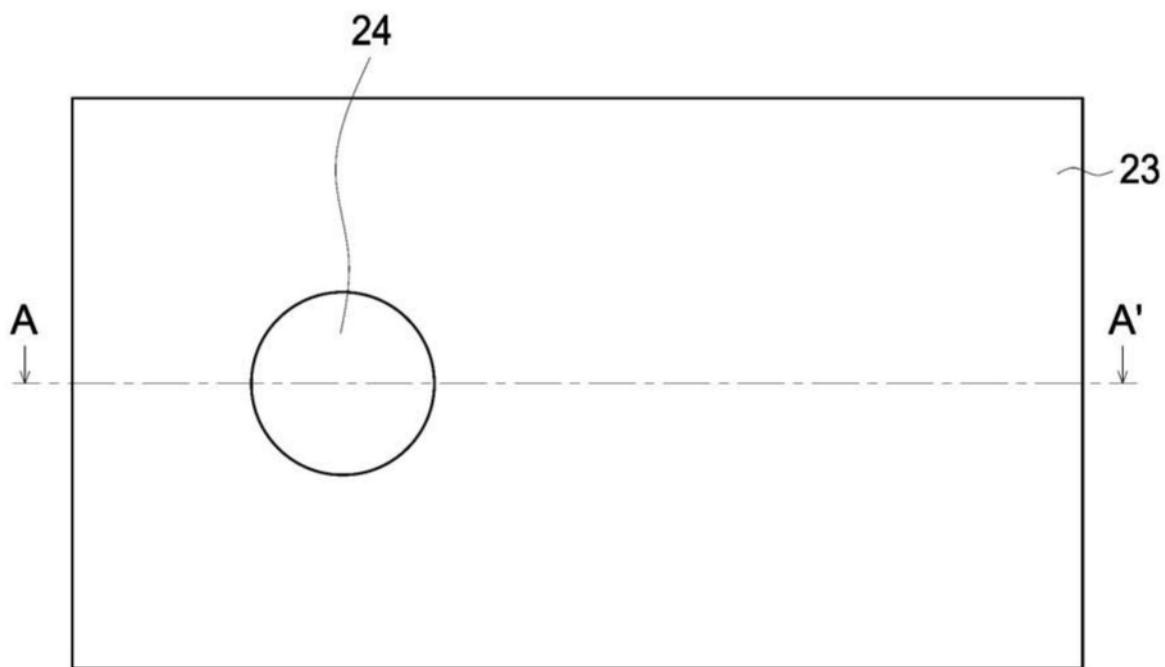


图13A

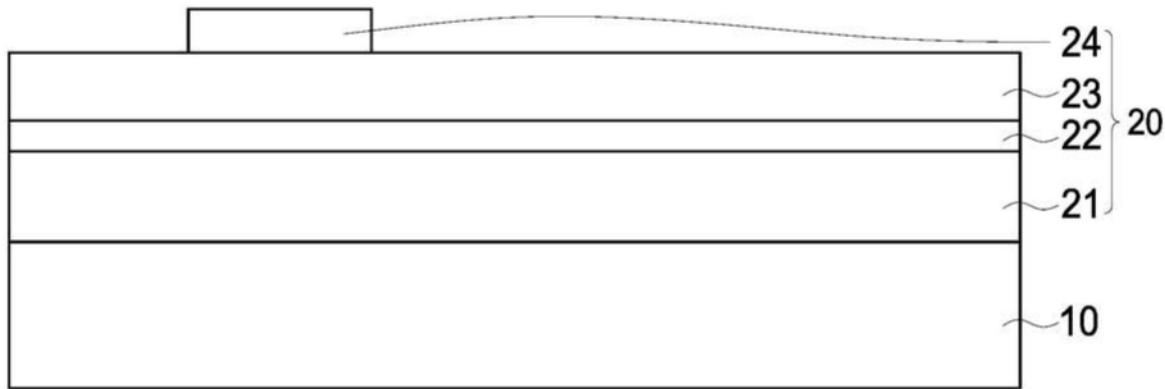


图13B

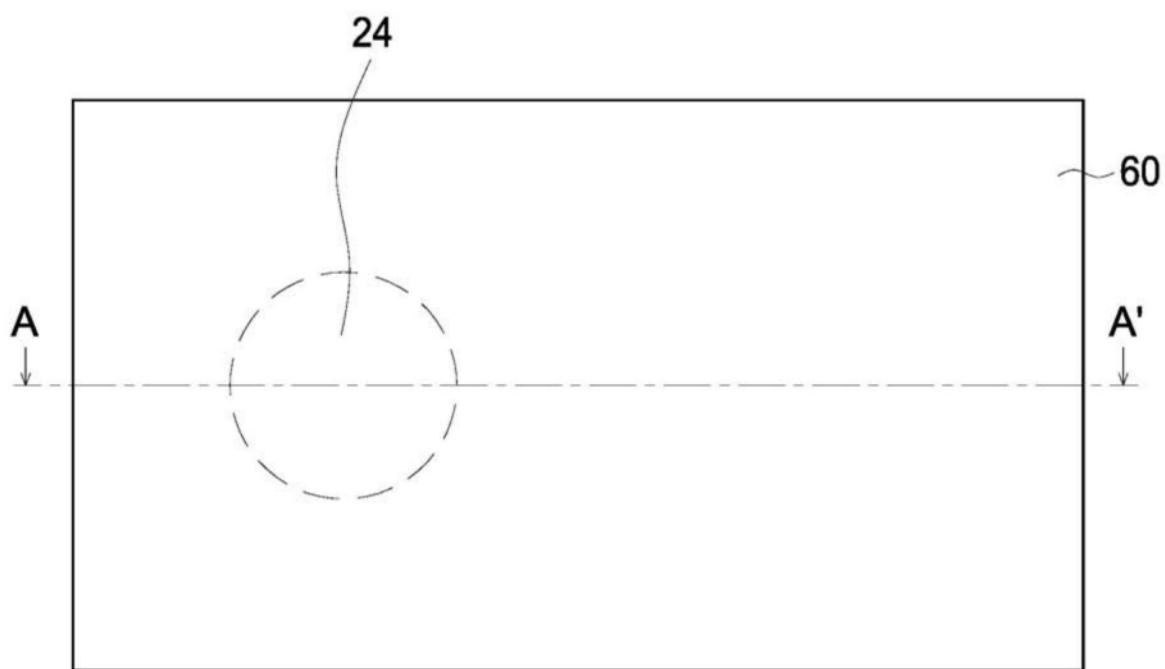


图14A

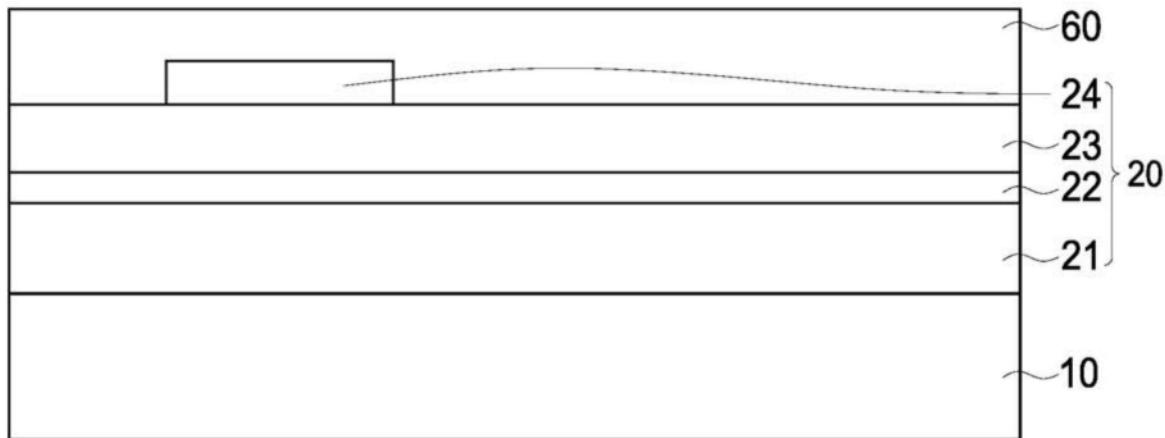


图14B

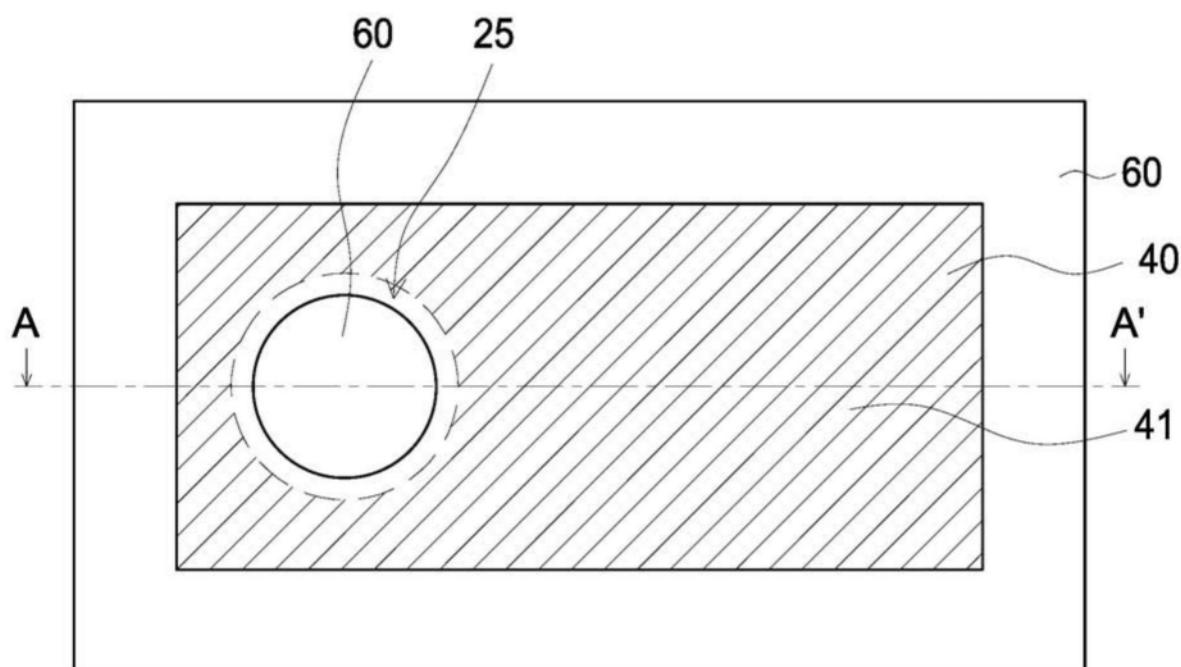


图15A

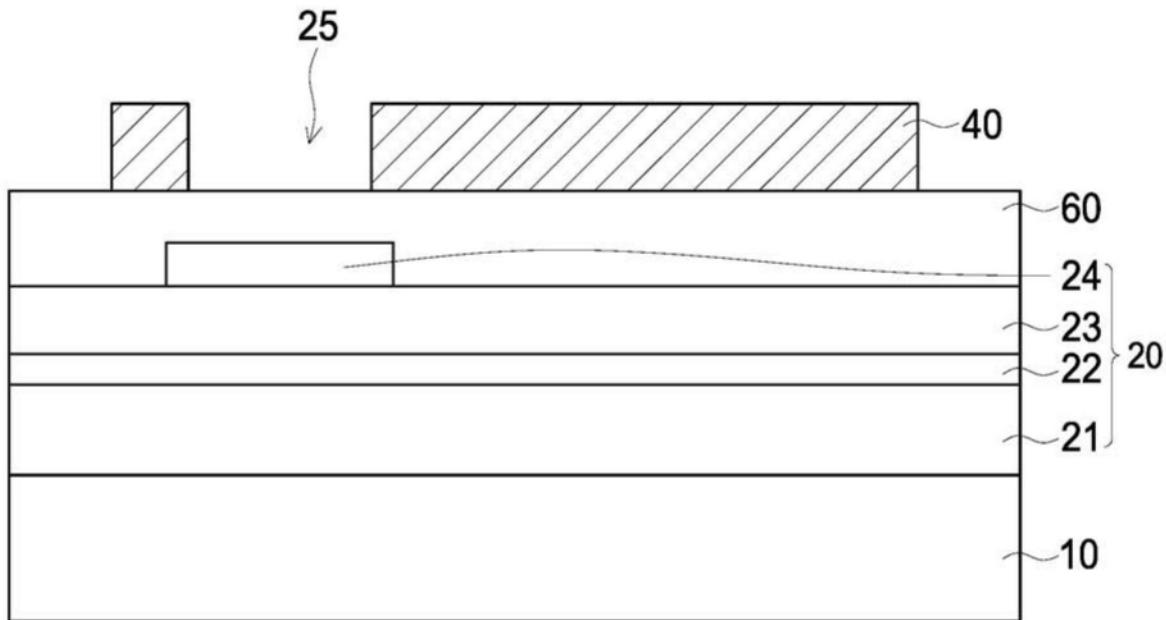


图15B

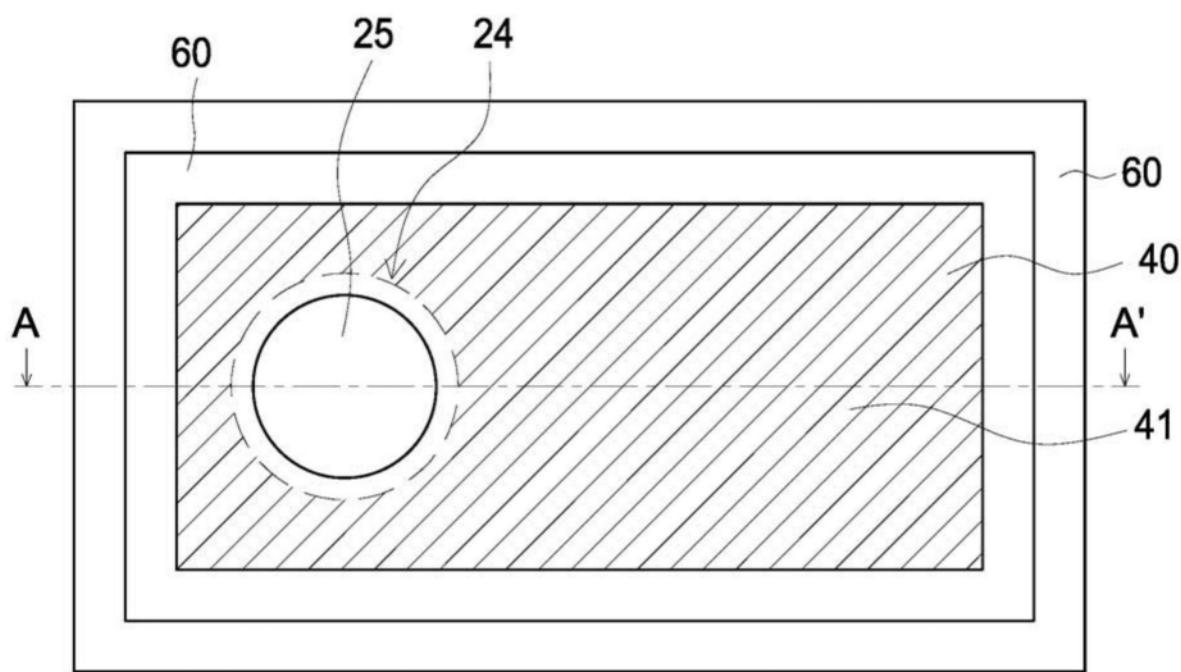


图16A

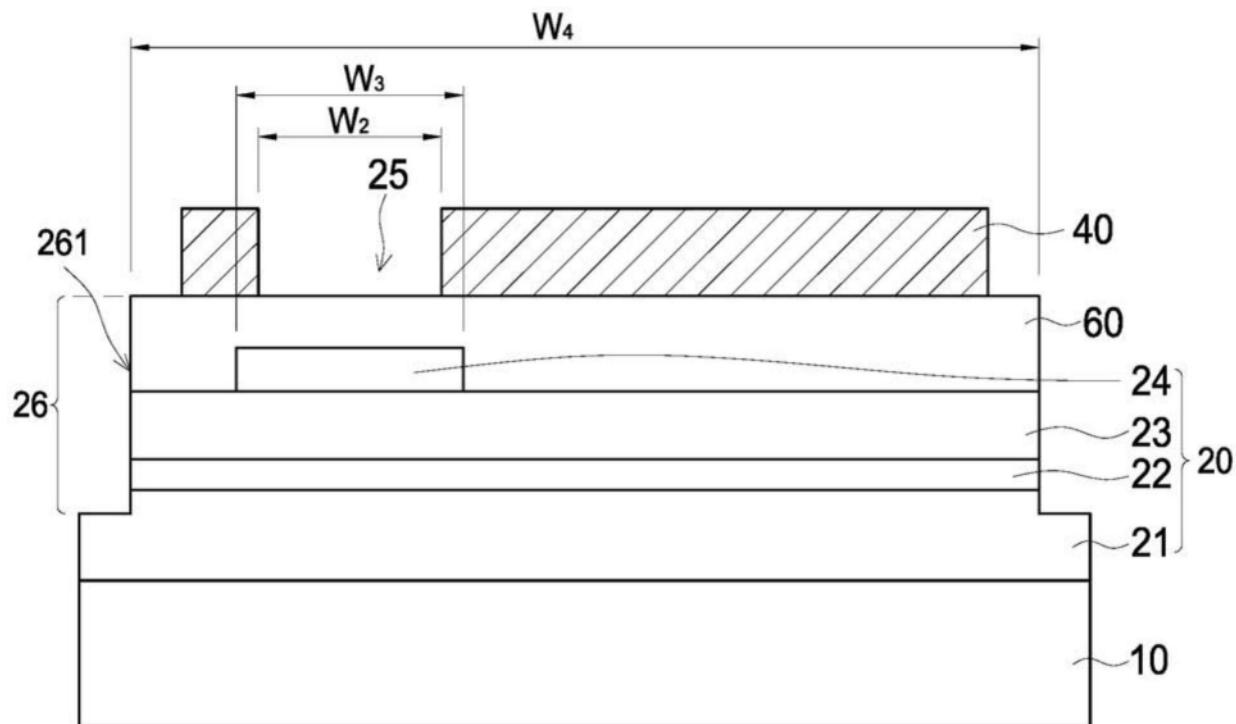


图16B

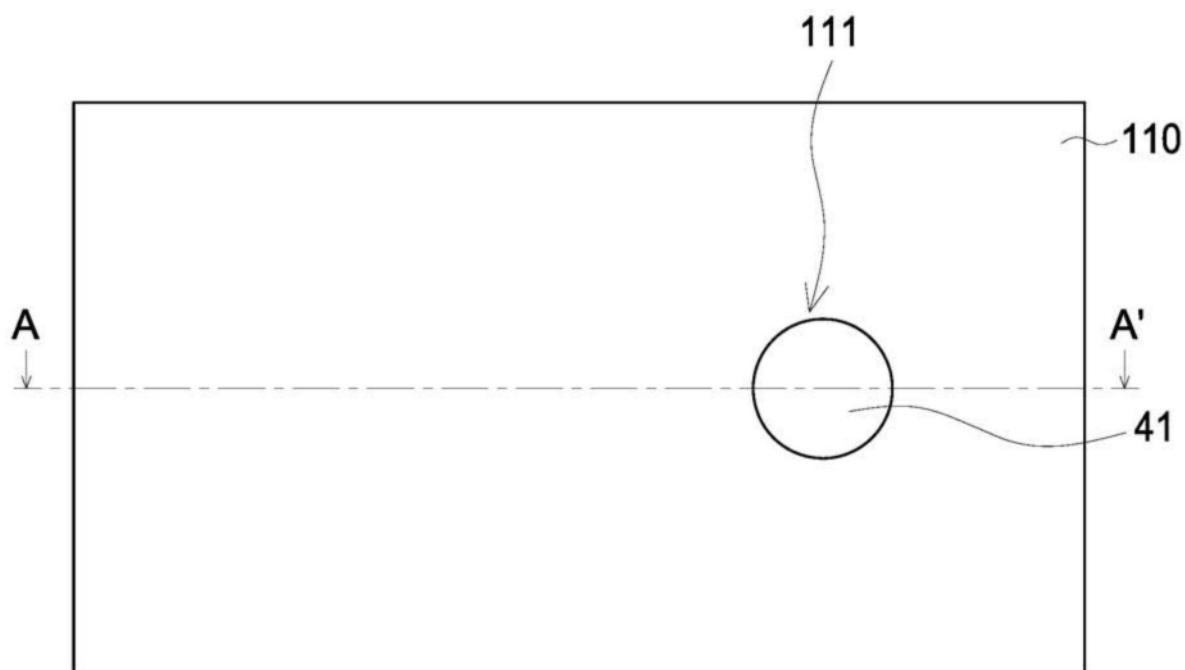


图17A

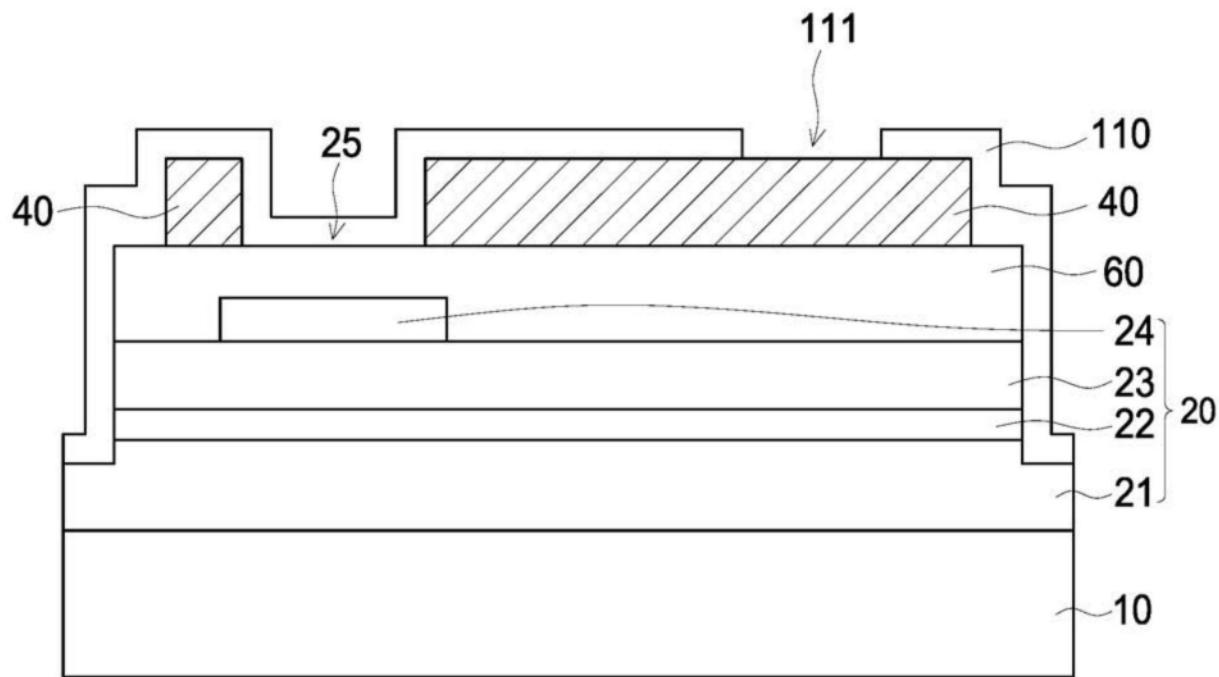


图17B

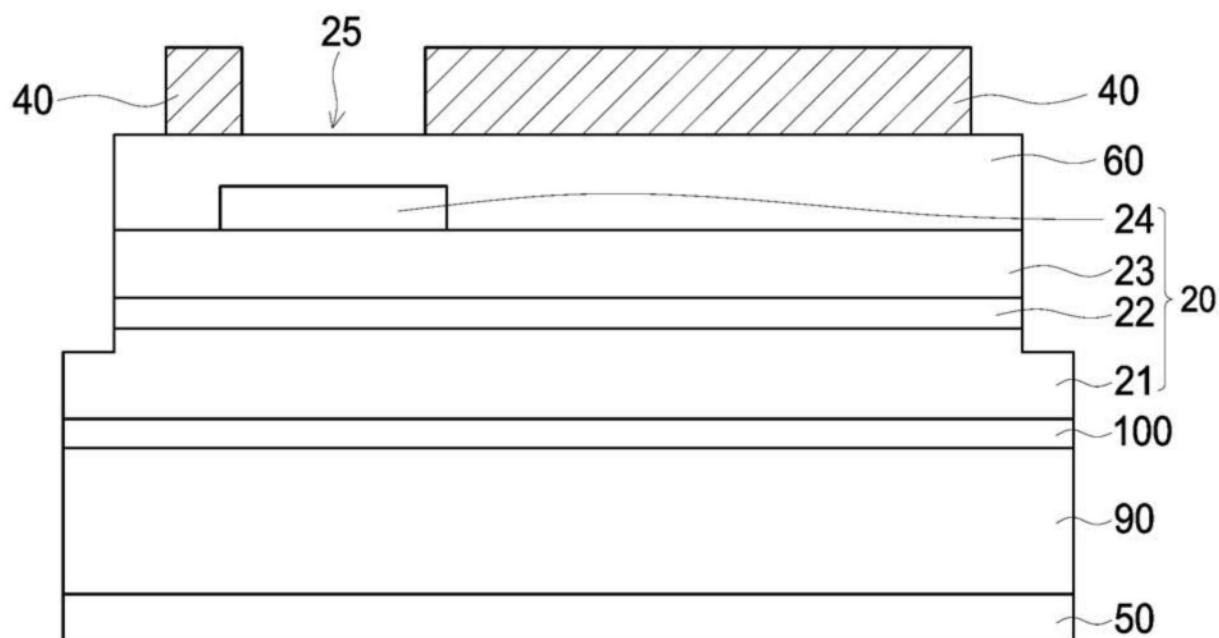


图18

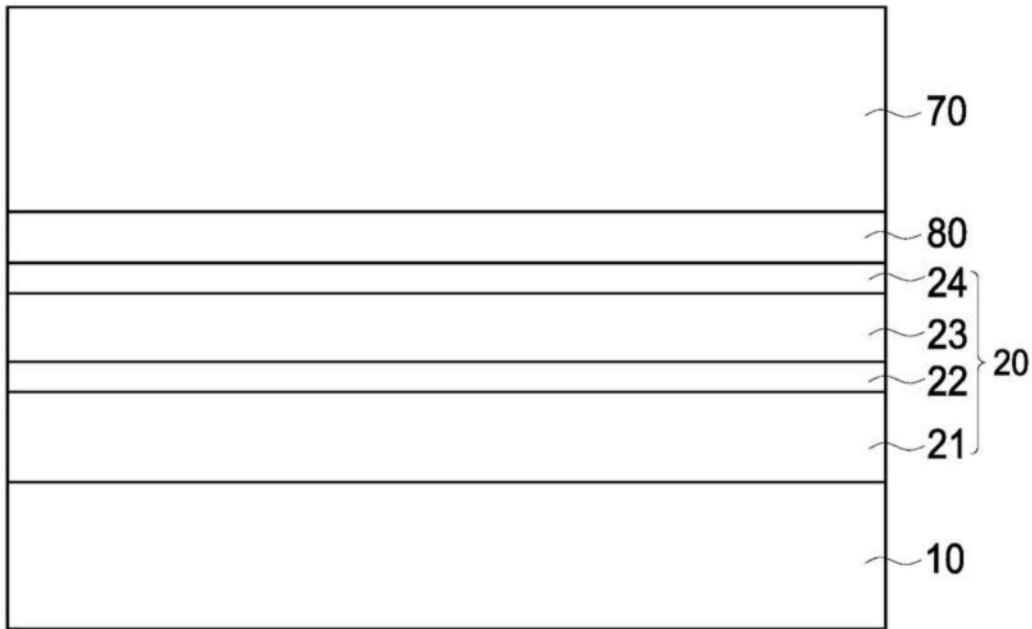


图19A

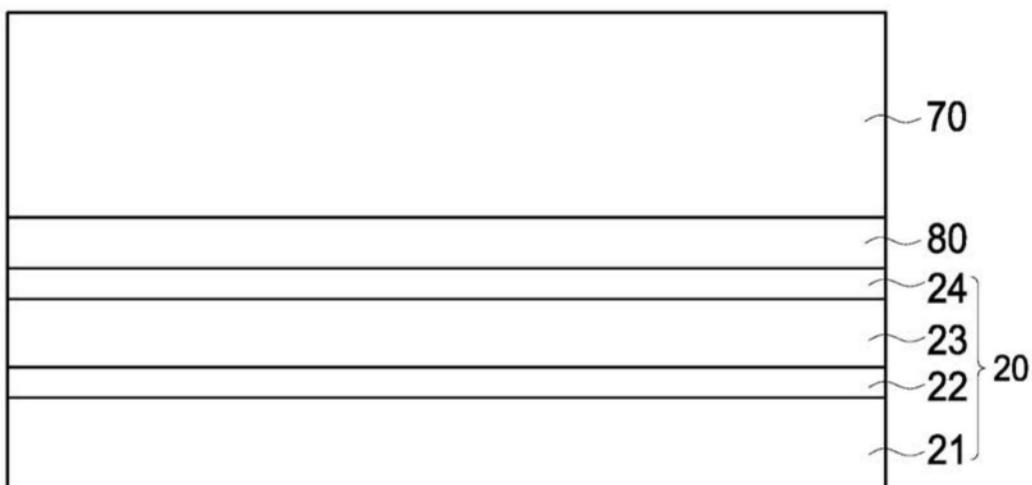


图19B

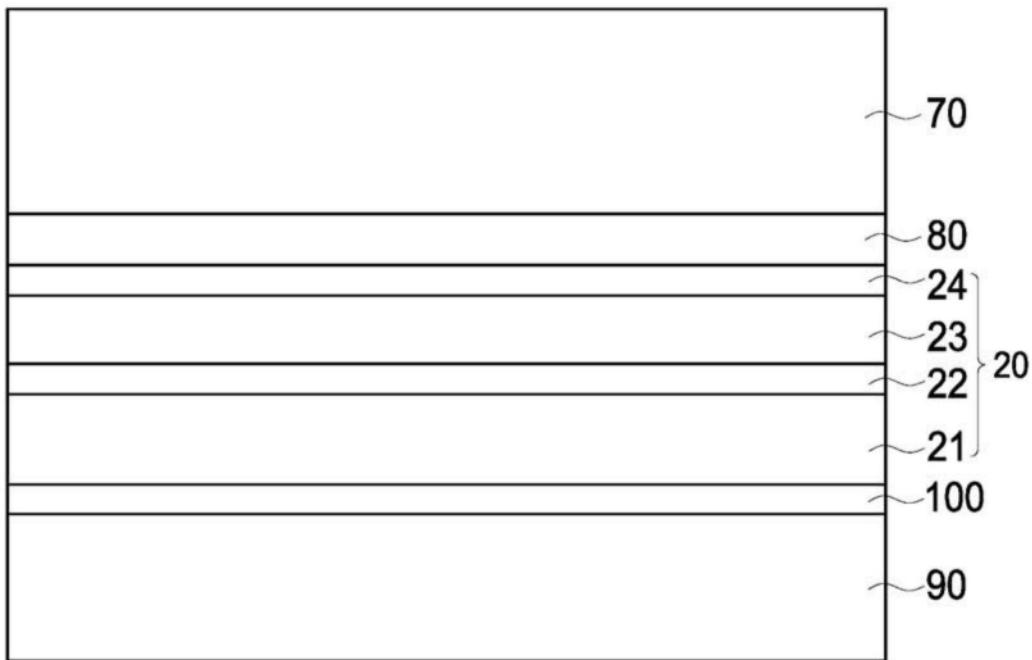


图19C

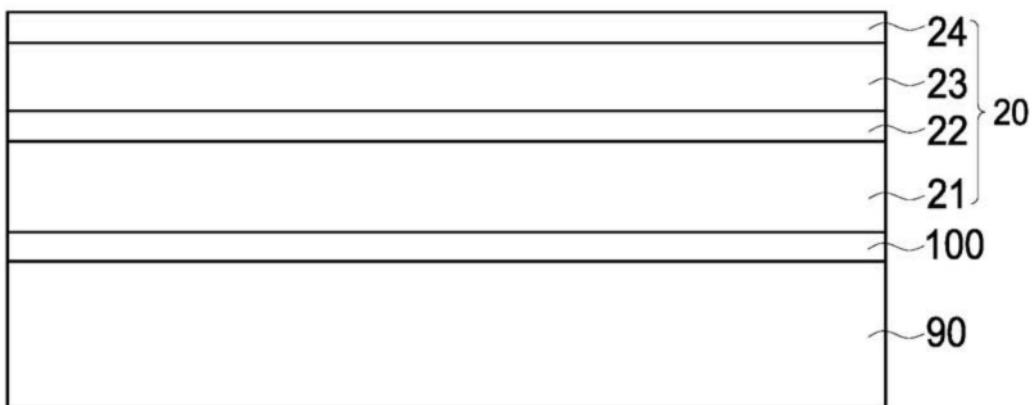


图19D

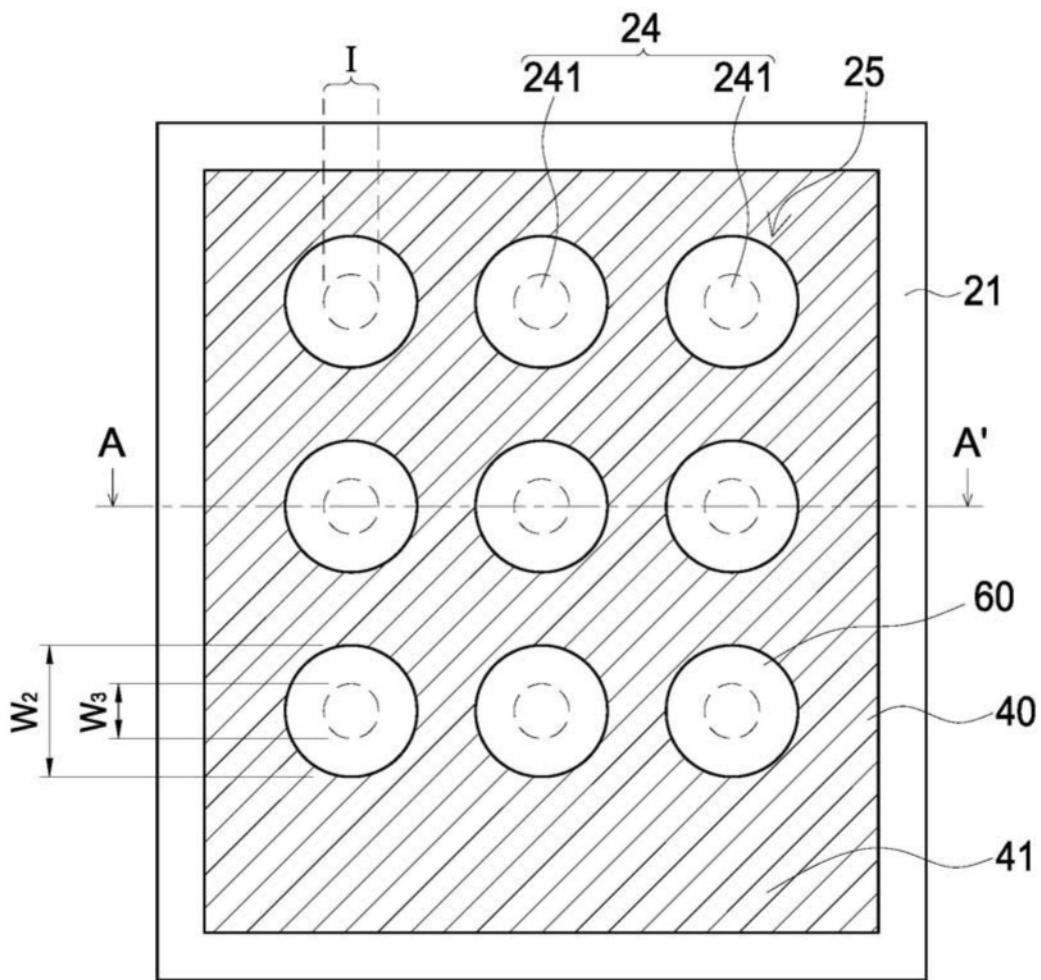


图20A

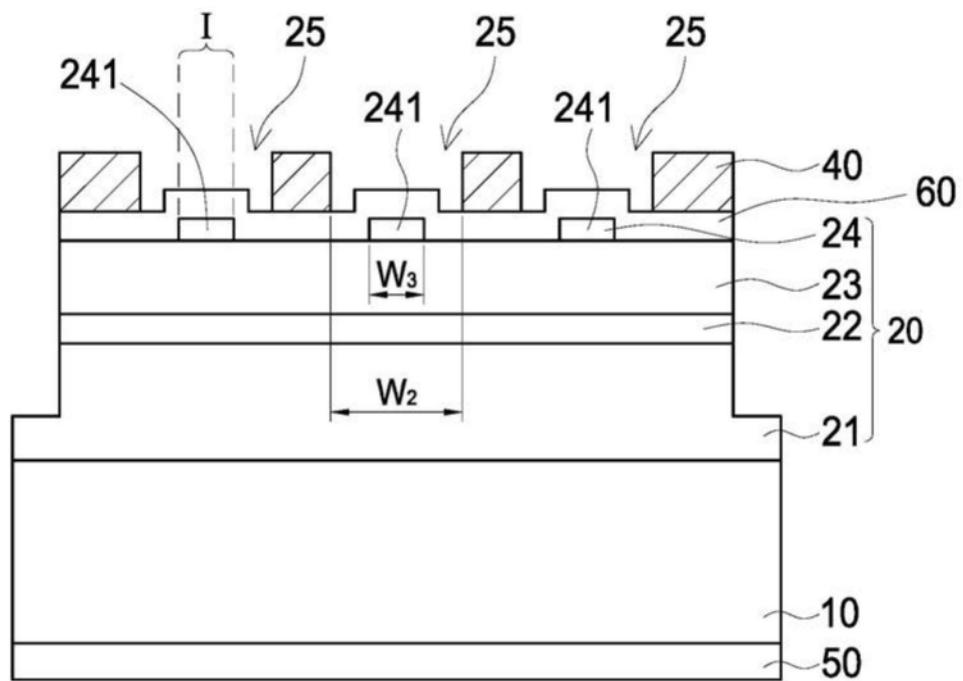


图20B

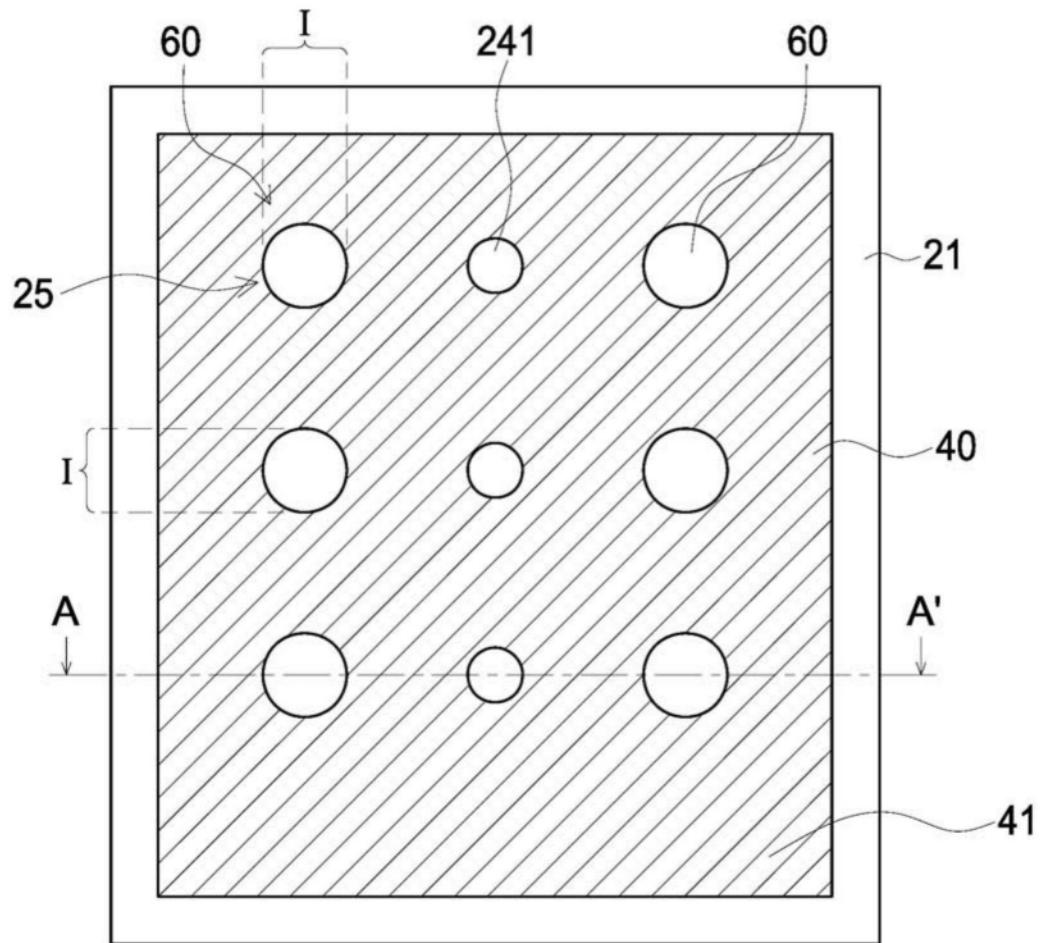


图21A

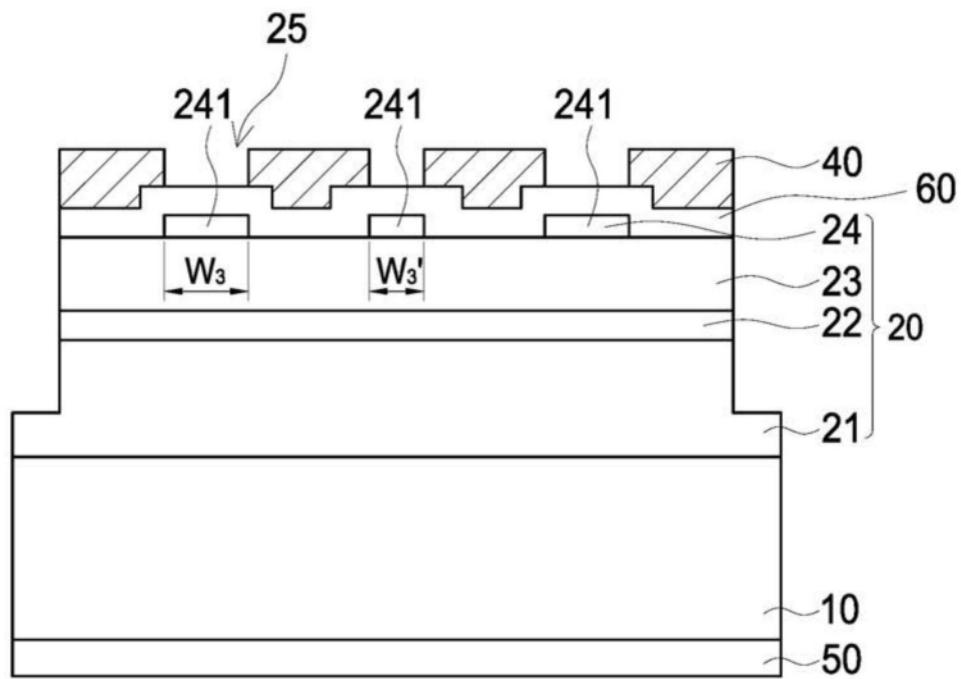


图21B

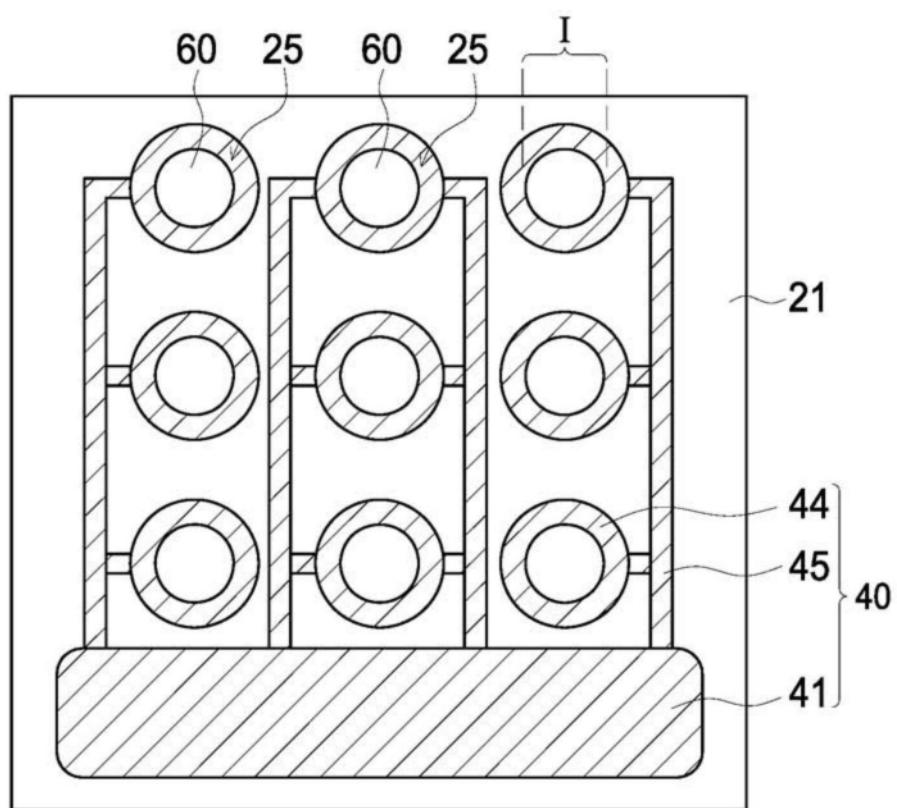


图22

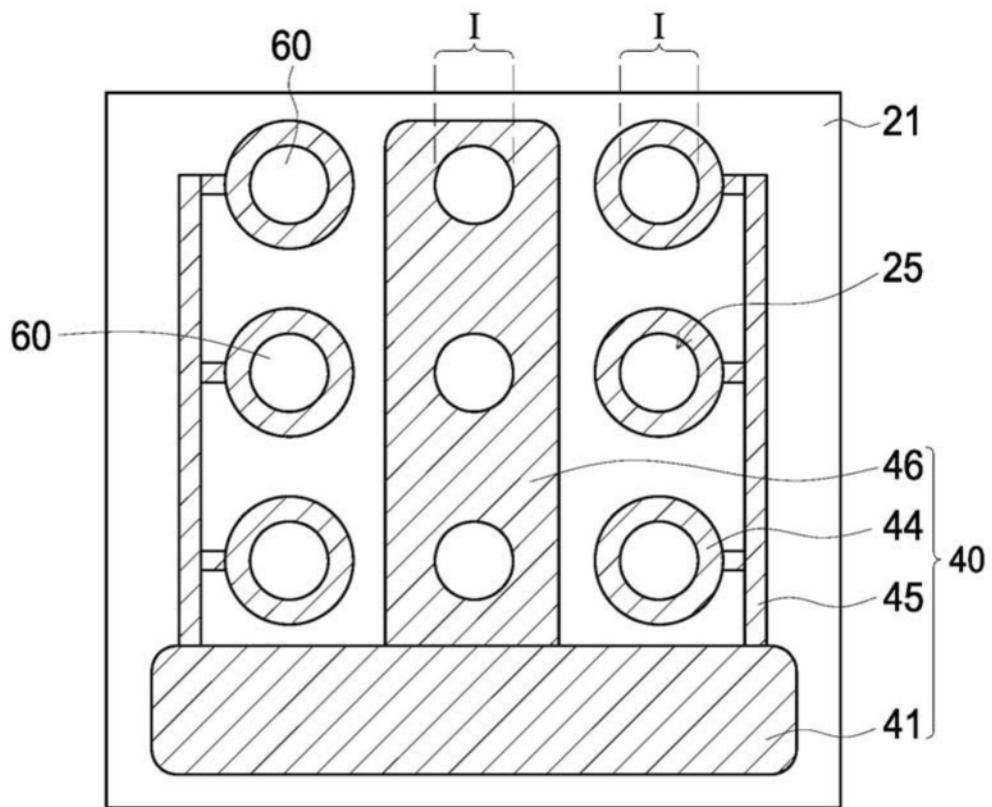


图23

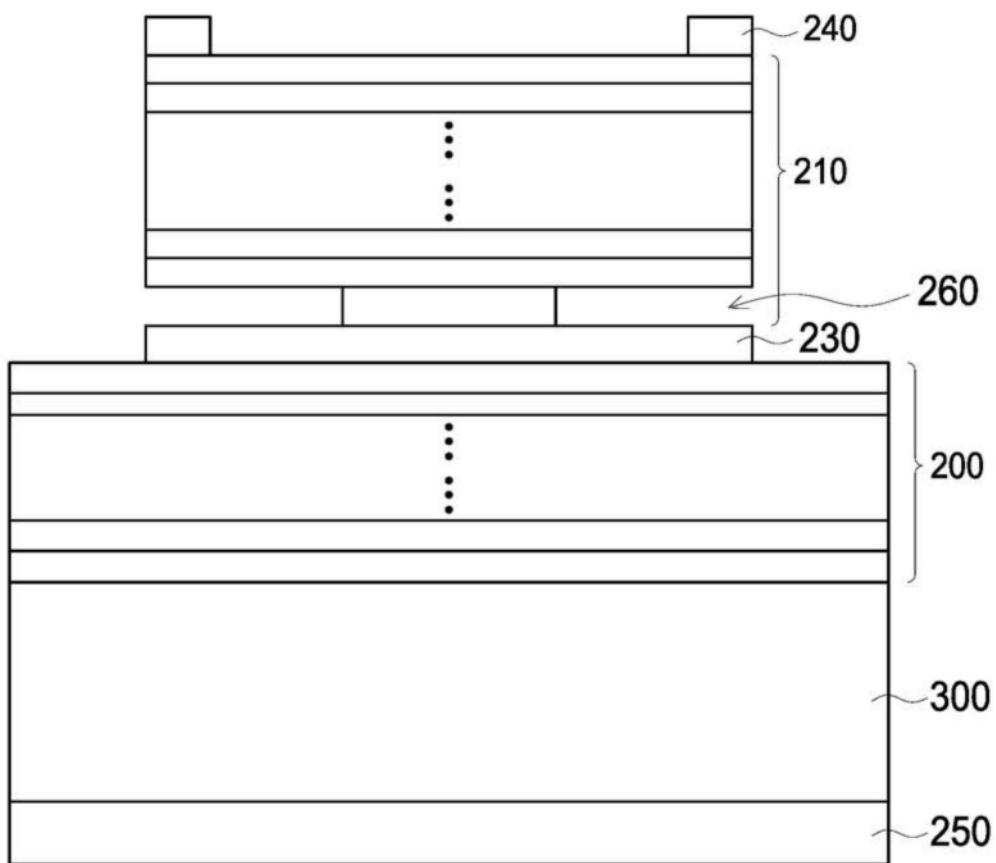


图24