



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105280767 B

(45)授权公告日 2018.02.16

(21)申请号 201410331908.0

H01L 33/00(2010.01)

(22)申请日 2014.07.14

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105280767 A

CN 203983320 U, 2014.12.03,
KR 20090113450 A, 2009.11.02,
KR 20090116410 A, 2009.11.11,
US 2003010986 A1, 2003.01.16,
CN 102610722 A, 2012.07.25,

(43)申请公布日 2016.01.27

(73)专利权人 上海博恩世通光电股份有限公司
地址 201108 上海市闵行区元明路128号一
层、二层

审查员 孙大伟

(72)发明人 林宇杰

(74)专利代理机构 上海光华专利事务所(普通
合伙) 31219

代理人 李仪萍

(51)Int.Cl.

H01L 33/02(2010.01)

H01L 33/06(2010.01)

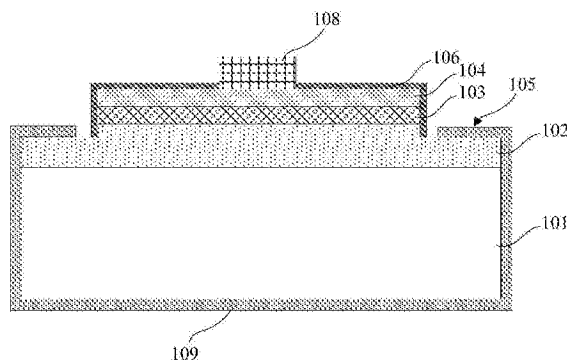
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构及其
制造方法

(57)摘要

本发明提供一种带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构及其制造方法,所述垂直LED芯片结构包括:蓝宝石衬底;发光外延结构,结合于所述蓝宝石衬底表面,包括N型层、量子阱层及P型层,且所述发光外延结构去除了周侧区域的P型层及量子阱层,露出该周侧区域的N型层;P电极,结合于所述P型层表面;绝缘层,结合于所述P型层表面、及P型层与量子阱层侧壁;透明导电层,包覆于所述蓝宝石衬底、N型层侧壁及所述周侧区域的N型层。本发明不需要剥离蓝宝石衬底,工艺简单,成本较低;发光时,电流能从N型层的表面及侧壁流通,最终流向蓝宝石衬底的背面,可以提高LED发光电流的均匀度。本发明结构和工艺步骤简单,适用于工业生产。



1. 一种带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的制造方法,其特征在于,所述制造方法包括以下步骤:

- 1) 于蓝宝石衬底表面形成包括N型层、量子阱层及P型层的发光外延结构;
- 2) 定义LED芯片,去除各LED芯片的发光外延结构周侧区域的P型层及量子阱层,以露出N型层;
- 3) 于各LED芯片的P型层表面、及P型层与量子阱层侧壁形成绝缘层,并制作P电极;
- 4) 依据各LED芯片进行切割裂片,获得独立的LED芯片;
- 5) 采用蒸镀法于各独立的LED芯片中形成包覆于所述蓝宝石衬底、N型层侧壁及周侧区域的N型层表面的透明导电层。

2. 根据权利要求1所述的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的制造方法,其特征在于:步骤1)采用化学气相沉积法于所述蓝宝石衬底表面形成包括N型层、量子阱层及P型层的发光外延结构,所述N型层为N-GaN层,所述量子阱层为InGaN/GaN多量子阱层,所述P型层为P-GaN层。

3. 根据权利要求1所述的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的制造方法,其特征在于:步骤2)去除各LED芯片的发光外延结构周侧区域的P型层及量子阱层后,所保留的P型层及量子阱层的形状包括矩形、圆形或三角形。

4. 根据权利要求1所述的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的制造方法,其特征在于:步骤3)包括以下步骤:

3-1)采用等离子体增强化学气相沉积于各LED芯片的P型层表面、P型层与量子阱层侧壁、及周侧区域的N型层表面形成二氧化硅层,作为绝缘层;

3-2)采用刻蚀工艺去除P型层表面的部分二氧化硅层,形成P电极制备区域,并同时去除周侧区域的N型层表面的二氧化硅层;

3-3)于所述P电极制备区域制作P电极。

5. 根据权利要求1所述的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的制造方法,其特征在于:步骤5)步骤以下步骤:

5-1)将各独立的LED芯片进行翻转,使蓝宝石衬底一面朝上;

5-2)采用蒸镀法于各独立的LED芯片中形成包覆于所述蓝宝石衬底、N型层侧壁及周侧区域的N型层的透明导电层;

5-3)进行退火工艺使所述透明导电层与所述N型层侧壁及周侧区域的N型层形成欧姆接触。

一种带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体照明器件及其制造方法,特别是涉及一种带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构及其制造方法。

背景技术

[0002] 半导体照明作为新型高效固体光源,具有寿命长、节能、环保、安全等显著优点,将成为人类照明史上继白炽灯、荧光灯之后的又一次飞跃,其应用领域正在迅速扩大,正带动传统照明、显示等行业的升级换代,其经济效益和社会效益巨大。正因如此,半导体照明被普遍看作是21世纪最具发展前景的新兴产业之一,也是未来几年光电子领域最重要的制高点之一。发光二极管LED是由III-IV族化合物,如GaAs(砷化镓)、GaP(磷化镓)、GaAsP(磷砷化镓)等半导体制成的,其核心是PN结。因此它具有一般P-N结的I-N特性,即正向导通,反向截止、击穿特性。此外,在一定条件下,它还具有发光特性。在正向电压下,电子由N区注入P区,空穴由P区注入N区。进入对方区域的少数载流子(少子)一部分与多数载流子(多子)复合而发光。

[0003] 随着LED灯市场爆发的日益临近,LED封装技术的研发竞争也十分激烈。目前GaN基LED封装主要有正装结构、倒装结构和垂直结构三种。当前较为成熟的是III族氮化物氮化镓用蓝宝石材料作为衬底,由于蓝宝石衬底的绝缘性,所以普通的GaN基LED采用正装结构。正装结构有源区发出的光经由P型GaN区和透明电极出射。该结构简单,制作工艺相对成熟。然而正装结构LED有一个明显的缺点,正装结构LED的P、N电极在LED的同一侧,电流须横向流过N-GaN层,导致电流拥挤,局部发热量高,限制了驱动电流。

[0004] 垂直结构发光二极管可以解决正装结构发光二极管电流拥挤的问题,但是,现有的垂直结构发光二极管需要在剥离蓝宝石衬底后再制作电极,蓝宝石衬底的剥离技术难度较大,工艺复杂,工艺时间长,而且在剥离的过程中容易对发光外延结构造成破坏,大大降低了最终发光二极管的成品率。

[0005] 鉴于现有技术的以上缺陷,本发明提供一种带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构及其制造方法,实现一种不需要剥离蓝宝石衬底,工艺简单,能提高LED电流均匀度的垂直LED芯片结构。

发明内容

[0006] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构及其制造方法,以实现一种不需要剥离蓝宝石衬底,工艺简单,成本较低,且能提高LED电流均匀度的垂直LED芯片结构。

[0007] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构,包括:

[0008] 蓝宝石衬底;

[0009] 发光外延结构,结合于所述蓝宝石衬底表面,包括N型层、量子阱层及P型层,且所

述发光外延结构去除了周侧区域的P型层及量子阱层,露出该周侧区域的N型层;

[0010] P电极,结合于所述P型层表面;

[0011] 绝缘层,结合于所述P型层表面、及P型层与量子阱层侧壁;

[0012] 透明导电层,包覆于所述蓝宝石衬底、N型层侧壁及所述周侧区域的N型层。

[0013] 作为本发明的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的一种优选方案,所述N型层为N-GaN层,所述量子阱层为InGaN/GaN多量子阱层,所述P型层为P-GaN层。

[0014] 作为本发明的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的一种优选方案,去除了所述发光外延结构周侧区域的P型层及量子阱层后,所保留的P型层及量子阱层的形状包括矩形、圆形或三角形。

[0015] 作为本发明的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的一种优选方案,所述绝缘层为二氧化硅层,其厚度为1000埃~10000埃。

[0016] 作为本发明的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的一种优选方案,所述透明导电层包括ITO薄膜或ZnO薄膜,其厚度为100埃~10000埃。

[0017] 作为本发明的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的一种优选方案,所述透明导电层与N型层侧壁及所述周侧区域的N型层的接触方式为欧姆接触。

[0018] 本发明还提供一种带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的制造方法,所述制造方法包括以下步骤:

[0019] 1) 于蓝宝石衬底表面形成包括N型层、量子阱层及P型层的发光外延结构;

[0020] 2) 定义LED芯片,去除各LED芯片的发光外延结构周侧区域的P型层及量子阱层,以露出N型层;

[0021] 3) 于各LED芯片的P型层表面、及P型层与量子阱层侧壁形成绝缘层,并制作P电极;

[0022] 4) 依据各LED芯片进行切割裂片,获得独立的LED芯片;

[0023] 5) 采用蒸镀法于各独立的LED芯片中形成包覆于所述蓝宝石衬底、N型层侧壁及周侧区域的N型层表面的透明导电层。

[0024] 作为本发明的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的制造方法的一种优选方案,步骤1) 采用化学气相沉积法于所述蓝宝石衬底表面形成包括N型层、量子阱层及P型层的发光外延结构,所述N型层为N-GaN层,所述量子阱层为InGaN/GaN多量子阱层,所述P型层为P-GaN层。

[0025] 作为本发明的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的制造方法的一种优选方案,步骤2) 去除各LED芯片的发光外延结构周侧区域的P型层及量子阱层后,所保留的P型层及量子阱层的形状包括矩形、圆形或三角形。

[0026] 作为本发明的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的制造方法的一种优选方案,步骤3) 包括以下步骤:

[0027] 3-1) 采用等离子体增强化学气相沉积于各LED芯片的P型层表面、P型层与量子阱层侧壁、及周侧区域的N型层表面形成二氧化硅层,作为绝缘层;

[0028] 3-2) 采用刻蚀工艺去除P型层表面的部分二氧化硅层,形成P电极制备区域,并同时去除周侧区域的N型层表面的二氧化硅层;

[0029] 3-3) 于所述P电极制备区域制作P电极。

[0030] 作为本发明的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的制造方法的一种优选方案,步

骤5) 步骤以下步骤:

[0031] 5-1) 将各独立的LED芯片进行翻转,使蓝宝石衬底一面朝上;

[0032] 5-2) 采用蒸镀法于各独立的LED芯片中形成包覆于所述蓝宝石衬底、N型层侧壁及周侧区域的N型层的透明导电层;

[0033] 5-3) 进行退火工艺使所述透明导电层与所述N型层侧壁及周侧区域的N型层形成欧姆接触。

[0034] 如上所述,本发明提供一种带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构及其制造方法,所述垂直LED芯片结构包括:蓝宝石衬底;发光外延结构,结合于所述蓝宝石衬底表面,包括N型层、量子阱层及P型层,且所述发光外延结构去除了周侧区域的P型层及量子阱层,露出该周侧区域的N型层;P电极,结合于所述P型层表面;绝缘层,结合于所述P型层表面、及P型层与量子阱层侧壁;透明导电层,包覆于所述蓝宝石衬底、N型层侧壁及所述周侧区域的N型层。本发明不需要剥离蓝宝石衬底,工艺简单,成本较低;发光时,电流能从N型层的表面及侧壁流通,最终流向蓝宝石衬底的背面,可以提高LED发光电流的均匀度。本发明结构和工艺步骤简单,适用于工业生产。

附图说明

[0035] 图1显示为本发明的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的结构示意图。

[0036] 图2~图8显示为本发明的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的制造方法各步骤所呈现的结构示意图。

[0037] 元件标号说明

[0038] 101 蓝宝石衬底

[0039] 102 N型层

[0040] 103 量子阱层

[0041] 104 P型层

[0042] 105 周侧区域

[0043] 106 绝缘层

[0044] 107 P电极制备区域

[0045] 108 P电极

[0046] 109 透明导电层

具体实施方式

[0047] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0048] 请参阅图1~图8。需要说明的是,本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,遂图式中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制,其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变,且其组件布局型态也可能更为复杂。

[0049] 如图1所示,本实施例提供一种带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构,包括:

[0050] 蓝宝石衬底101;

[0051] 发光外延结构,结合于所述蓝宝石衬底101表面,包括N型层102、量子阱层103及P型层104,且所述发光外延结构去除了周侧区域105的P型层104及量子阱层103,露出该周侧区域105的N型层102;

[0052] P电极108,结合于所述P型层104表面;

[0053] 绝缘层106,结合于所述P型层104表面、及P型层104与量子阱层103侧壁;

[0054] 透明导电层109,包覆于所述蓝宝石衬底101、N型层102侧壁及所述周侧区域105的N型层102。

[0055] 作为示例,所述蓝宝石衬底101可以替换为如SiC等其他的生长衬底,并不限定于蓝宝石衬底101一种。另外,在本实施例中,所述N型层102为N-GaN层,所述量子阱层103为InGaN/GaN多量子阱层,所述P型层104为P-GaN层。当然,如GaAs基发光外延结构等也同样适用。

[0056] 作为示例,去除了所述发光外延结构周侧区域105的P型层104及量子阱层103后,所保留的P型层104及量子阱层103的形状包括矩形、圆形或三角形。在本实施例中,去除了所述发光外延结构周侧区域105的P型层104及量子阱层103后,所保留的P型层104及量子阱层103的形状为矩形。当然,本领域技术人员可以依据需求刻蚀出不同形状的发光外延结构,因而并不限定于此处所列举的几种。

[0057] 作为示例,所述绝缘层106为二氧化硅层,其厚度为1000埃~10000埃,在本实施例中,所述二氧化硅层的厚度为2000埃,以保证绝缘性能。当然,如氮化硅等其它的绝缘材料也同样适用。

[0058] 作为示例,所述透明导电层109包括ITO薄膜或ZnO薄膜,其厚度为100埃~10000埃,在本实施例中,所述透明导电层109为ITO薄膜,其厚度为200埃,其用作N型层102的电性引出。

[0059] 作为示例,所述透明导电层109与N型层102侧壁及所述周侧区域105的N型层102的接触方式为欧姆接触,以降低所述透明导电层109于N型层102之间的电阻,提高电性能,降低器件损耗。

[0060] 需要说明的是,本发明的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构,不需要剥离蓝宝石衬底101,工艺简单,成本较低;发光时,电流能从N型层102的表面及侧壁流通,最终流向蓝宝石衬底101的背面,可以提高LED发光电流的均匀度。

[0061] 如图2~图8所示,本实施例还提供一种带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的制造方法,所述制造方法包括以下步骤:

[0062] 如图2所示,首先进行步骤1),于蓝宝石衬底101表面形成包括N型层102、量子阱层103及P型层104的发光外延结构。

[0063] 作为示例采用化学气相沉积法于所述蓝宝石衬底101表面形成包括N型层102、量子阱层103及P型层104的发光外延结构,所述N型层102为N-GaN层,所述量子阱层103为InGaN/GaN多量子阱层,所述P型层104为P-GaN层。当然,所述蓝宝石衬底101可以替换为如SiC等其他的生长衬底,并不限定于蓝宝石衬底101一种。另外,如GaAs基发光外延结构等也同样适用。

[0064] 如图3所示,然后进行步骤2),定义LED芯片,去除各LED芯片的发光外延结构周侧区域105的P型层104及量子阱层103,以露出N型层102。

[0065] 作为示例,采用干法刻蚀方法去除各LED芯片的发光外延结构周侧区域105的P型层104及量子阱层103,去除各LED芯片的发光外延结构周侧区域105的P型层104及量子阱层103后,所保留的P型层104及量子阱层103的形状包括矩形、圆形或三角形。在本实施例中,去除了所述发光外延结构周侧区域105的P型层104及量子阱层103后,所保留的P型层104及量子阱层103的形状为矩形。当然,本领域技术人员可以依据需求刻蚀出不同形状的发光外延结构,因而并不限于此处所列举的几种。

[0066] 如图4~图6所示,接着进行步骤3),于各LED芯片的P型层104表面、及P型层104与量子阱层103侧壁形成绝缘层106,并制作P电极108;

[0067] 作为本发明的带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构的制造方法的一种优选方案,步骤3)包括以下步骤:

[0068] 如图4所示进行步骤3-1),采用等离子体增强化学气相沉积于各LED芯片的P型层104表面、P型层104与量子阱层103侧壁、及周侧区域105的N型层102表面形成二氧化硅层,作为绝缘层106;作为示例,所述二氧化硅层的厚度可以为1000埃~10000埃,在本实施例中,所述二氧化硅层的厚度为2000埃,以保证绝缘性能。当然,如氮化硅等其它的绝缘材料也同样适用。

[0069] 如图5所示进行步骤3-2),采用刻蚀工艺去除P型层104表面的部分二氧化硅层,形成P电极制备区域107,并同时去除周侧区域105的N型层102表面的二氧化硅层;

[0070] 如图6所示进行步骤3-3),于所述P电极制备区域107制作P电极108。

[0071] 然后进行步骤4),依据各LED芯片进行切割裂片,获得独立的LED芯片。

[0072] 作为示例,可以采用机械切割或激光切割等方法对LED芯片进行切割,切割后将各LED芯片贴合于蓝膜等贴膜后进行裂片。

[0073] 如图7~图8所示,最后进行步骤5),采用蒸镀法于各独立的LED芯片中形成包覆于所述蓝宝石衬底101、N型层102侧壁及周侧区域105的N型层102表面的透明导电层109。

[0074] 作为示例,步骤5)包括以下步骤:

[0075] 如图7所示进行步骤5-1),将各独立的LED芯片进行翻转,使蓝宝石衬底101一面朝上。

[0076] 如图8所示进行步骤5-2),采用蒸镀法于各独立的LED芯片中形成包覆于所述蓝宝石衬底101、N型层102侧壁及周侧区域105的N型层102的透明导电层109。

[0077] 最后进行步骤5-3),进行退火工艺使所述透明导电层109与所述N型层102侧壁及周侧区域105的N型层102形成欧姆接触,完成LED芯片的制作。

[0078] 如上所述,本发明提供一种带蓝宝石衬底的垂直LED芯片结构及其制造方法,所述垂直LED芯片结构包括:蓝宝石衬底101;发光外延结构,结合于所述蓝宝石衬底101表面,包括N型层102、量子阱层103及P型层104,且所述发光外延结构去除了周侧区域105的P型层104及量子阱层103,露出该周侧区域105的N型层102;P电极108,结合于所述P型层104表面;绝缘层106,结合于所述P型层104表面、及P型层104与量子阱层103侧壁;透明导电层109,包覆于所述蓝宝石衬底101、N型层102侧壁及所述周侧区域105的N型层102。本发明不需要剥离蓝宝石衬底101,工艺简单,成本较低;发光时,电流能从N型层102的表面及侧壁流通,最

终流向蓝宝石衬底101的背面,可以提高LED发光电流的均匀度。本发明结构工艺步骤简单,适用于工业生产。所以,本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0079] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

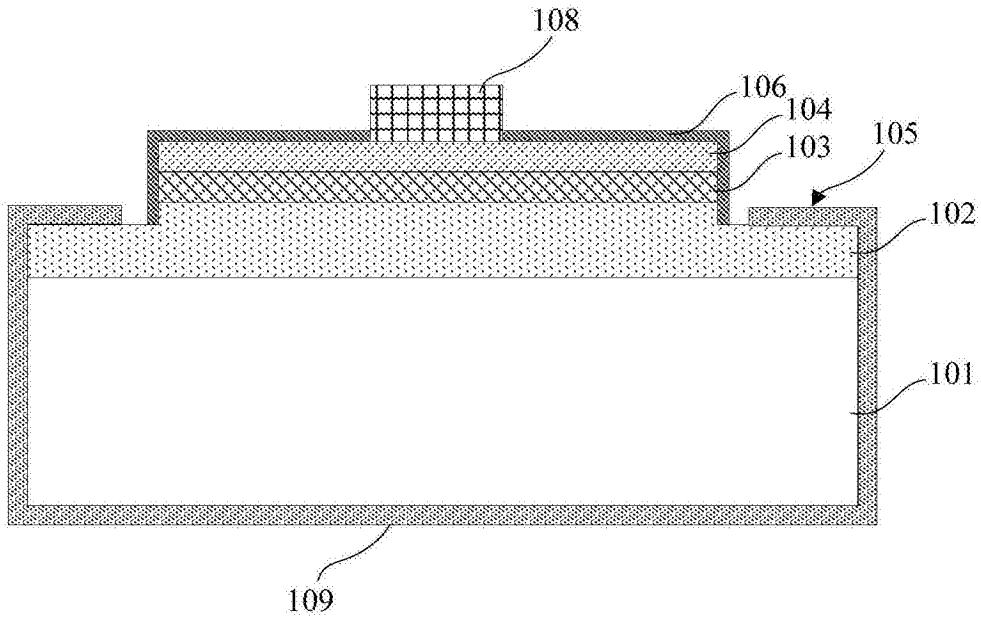


图1

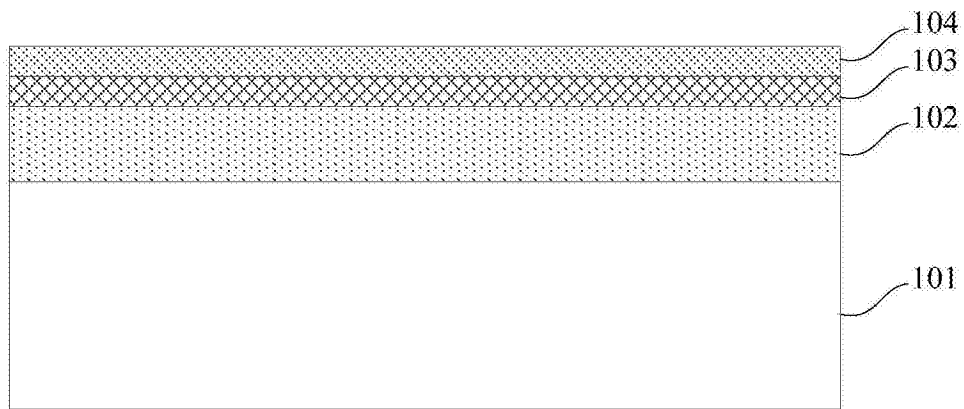


图2

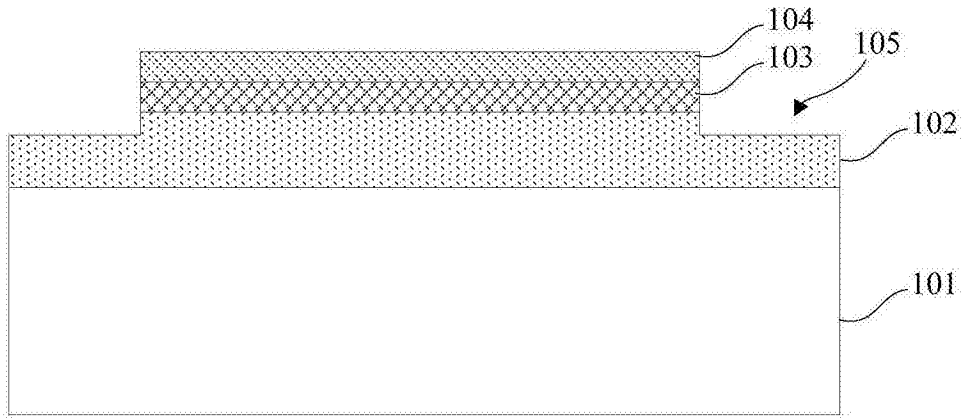


图3

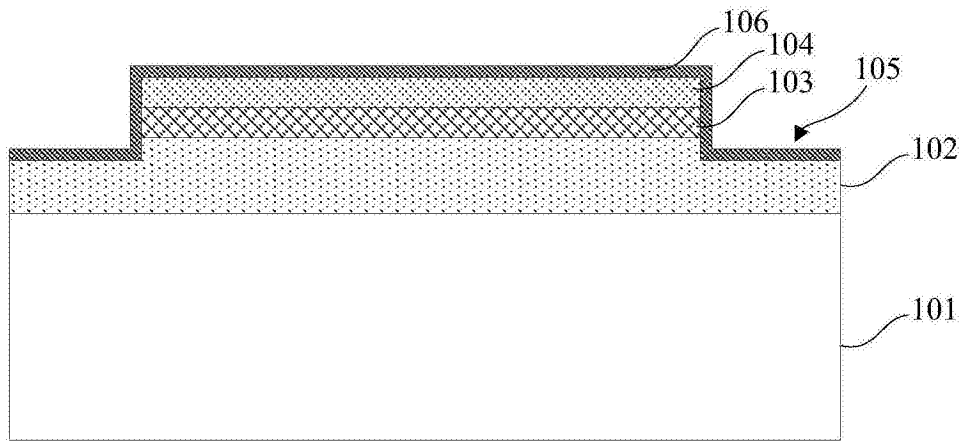


图4

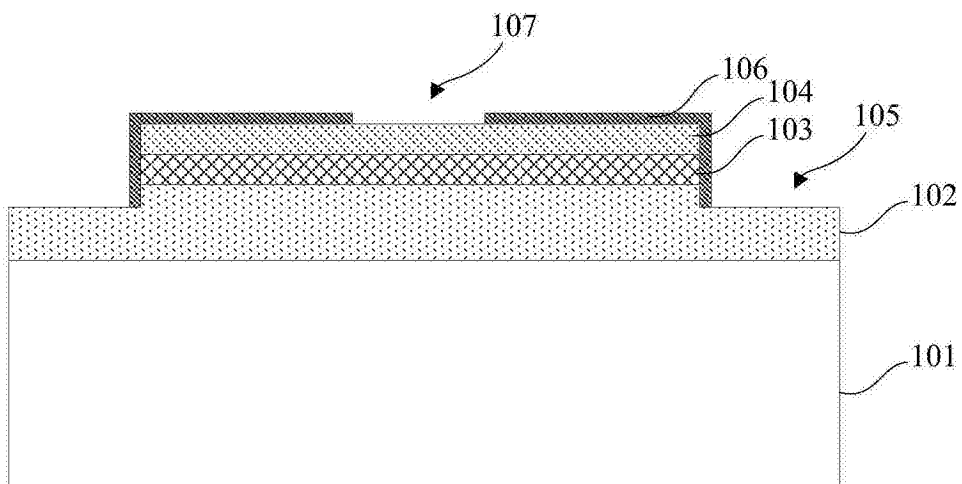


图5

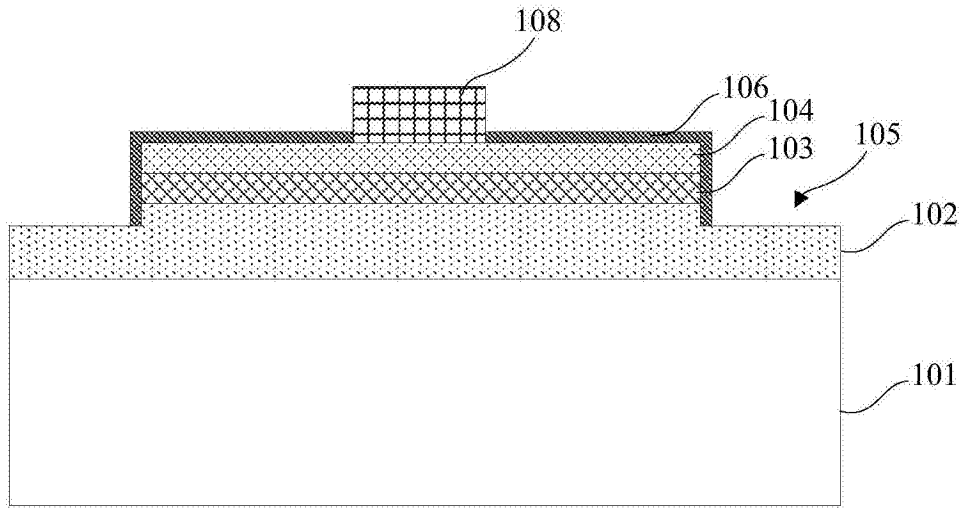


图6

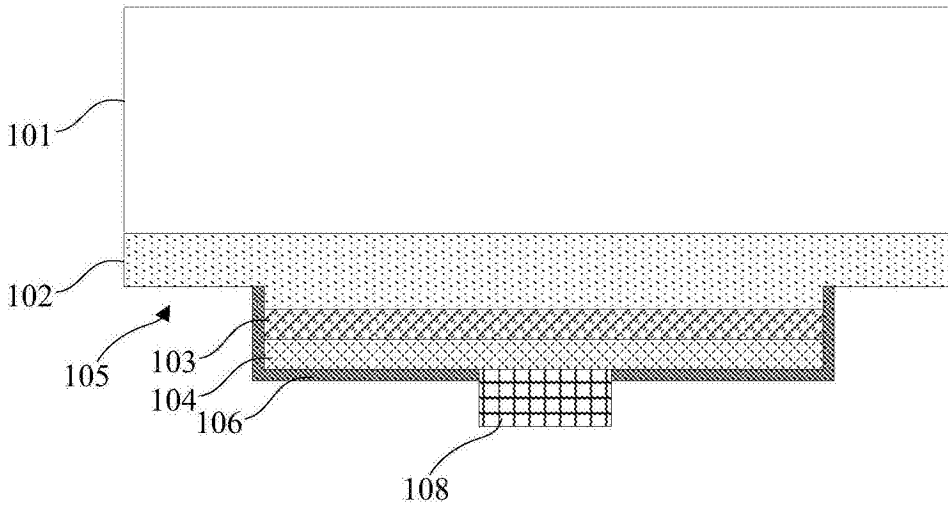


图7

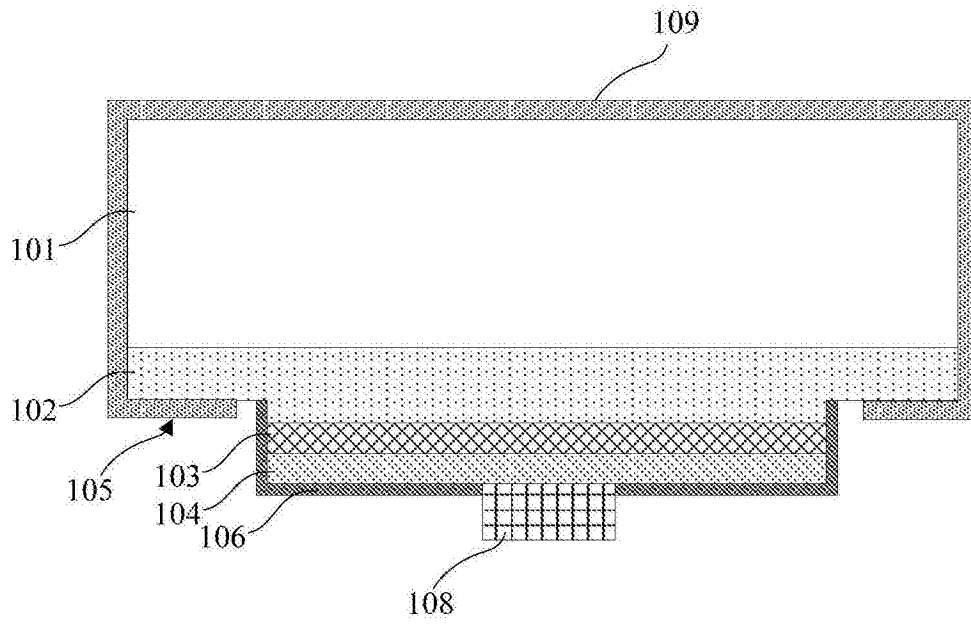


图8