



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102683534 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 25

(21) 申请号 201210157568. 5

KR 20090036374 A, 2009. 04. 14, 说明书第 [0029]-[0039] 段, 附图 2-5.

(22) 申请日 2012. 05. 21

CN 101740557 A, 2010. 06. 16, 全文.

(73) 专利权人 厦门市三安光电科技有限公司  
地址 361009 福建省厦门市思明区吕岭  
1721-1725 号

审查员 祁恒

(72) 发明人 陈顺平 曾晓强 黄少华 潘群峰  
吴志强

(51) Int. Cl.

H01L 33/36(2010. 01)

H01L 33/00(2010. 01)

(56) 对比文件

TW 201121027 A1, 2011. 06. 16, 说明书第 6  
页第 14 行 - 第 13 页第 15 行, 附图 2A-4.

CN 101933166 A, 2010. 12. 29, 全文.

CN 1866532 A, 2006. 11. 22, 全文.

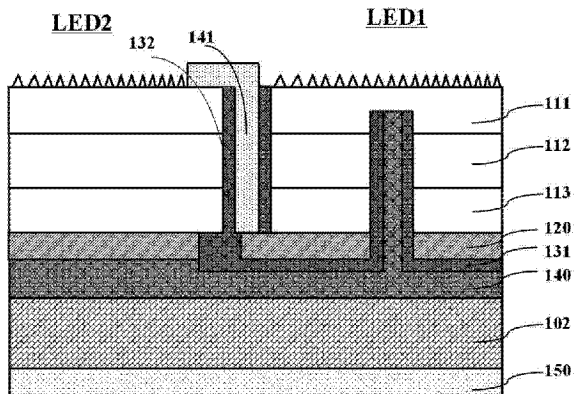
权利要求书3页 说明书7页 附图12页

(54) 发明名称

垂直式交流发光二极管器件及其制作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种垂直式交流发光二极管器件及其制作方法。其中, 所述垂直式交流发光二极管器件, 包括: 导电基板; 发光模块, 位于所述导电基板之上, 其包含两个水平并列且相互隔离的发光二极管, 所述第一、第二发光二极管至上而下包括第一半导体层, 发光层, 第二半导体层; 所述第一发光二极管的第二半导体层与所述导电基板之间设有一第一绝缘层, 实现相互隔离; 所述第二发光二极管的第二半导体层与所述导电基板形成欧姆接触; 第一导电结构, 连接所述第一发光二极管的第一半导体层、第二发光二极管第二半导体层及所述导电基板; 第二导电结构, 连接所述第一发光二极管的第二半导体层与第二发光二极管的第一半导体层。



1. 垂直式交流发光二极管器件,包括:

导电基板;

发光模块,位于所述导电基板之上,其包含水平并列且相互隔离的第一、第二发光二极管,所述第一、第二发光二极管自上而下包括第一半导体层,发光层,第二半导体层;所述第一发光二极管的第二半导体层与所述导电基板之间设有一第一绝缘层,实现相互隔离;所述第二发光二极管的第二半导体层与所述导电基板形成欧姆接触;

第一导电结构,位于所述第一发光二极管与所述导电基板之间,一端与该导电基板连接,另一端贯穿所述第一发光二极管的发光层、第二半导体层及第一绝缘层,并与所述第一发光二极管的发光层连接,从而连接所述第一发光二极管的第一半导体层、第二发光二极管的第二半导体层及所述导电基板;

第二导电结构,位于所述第一、第二发光二极管之间,一端与所述第一发光二极管的第二半导体层连接,另一端与所述第二发光二极管的第一半导体层连接,从而连接所述第一发光二极管的第二半导体层与第二发光二极管的第一半导体层。

2. 根据权利要求1所述的垂直式交流发光二极管器件,其特征在于:在所述发光模块的出光面上有且只有一个电极结构,其与所述第二导电结构连接。

3. 根据权利要求1所述的垂直式交流发光二极管器件,其特征在于:所述第一、第二发光二极管之间设有一第一沟道,在所述沟道的侧壁覆盖一第二绝缘层,中间填充导电材料形成导电柱。

4. 根据权利要求3所述的垂直式交流发光二极管器件,其特征在于:所述导电柱的两端分别连接所述第一发光二极管的第二半导体层与第二发光二极管的第一半导体层,构成所述第二导电结构。

5. 根据权利要求4所述的垂直式交流发光二极管器件,其特征在于:在所述导电基板与发光模块之间还设有欧姆接触层。

6. 根据权利要求5所述的垂直式交流发光二极管器件,其特征在于:所述第二导电结构的两端分别与第二发光二极管的第一半导体层、所述欧姆接触层连接,实现所述第一发光二极管的第二半导体层与第二发光二极管的第一半导体层的连接。

7. 根据权利要求1所述的垂直式交流发光二极管器件,其特征在于:所述发光模块通过一金属键合层与所述导电基板连接。

8. 根据权利要求7所述的垂直式交流发光二极管器件,其特征在于:所述第一绝缘层位于所述金属键合层与所述第一发光二极管的第二半导体之间。

9. 根据权利要求8所述的垂直式交流发光二极管器件,其特征在于:所述第一发光二极管设有一通道,其贯穿第二半导体层、发光层,底部位于第一半导体层,侧壁覆盖一层绝缘层,所述金属键合层完全覆盖所述发光模块的第二半导体层并填充所述通道,构成所述第一导电结构。

10. 根据权利要求7所述的垂直式交流发光二极管器件,其特征在于:所述第一绝缘层位于所述导电基板上,通过所述金属键合层与发光模块粘结。

11. 垂直式交流发光二极管器件的制作方法,包括步骤:

1) 提供一生长衬底,在其上外延生长发光外延层,其至下而上包括第一半导体层,发光层和第二半导体层;

2) 定义单个发光模块的大小,将所述发光外延层划分为若干个发光模块,每个发光模块包括一正向导通区域、一反向导通区域和位于两者之间的隔离区域;

3) 在所述反向导通区域制作第一导电结构,其贯穿所述反向导通区域的发光层和第二半导体层,与所述反向导通区域的第一半导体层电性连接,并与所述反向导通区域的发光层和第二半导体层电性隔离,提供一导电基板,将所述发光外延层与导电基板连接;其中,所述反向导通区域的第二半导体层与所述导电基板之间设有一第一绝缘层,实现相互隔离;所述正向导通区域的第二半导体层与所述导电基板形成欧姆接触;第一导电结构连接所述反向导通区域的第一半导体层、正向导通区域的第二半导体层及所述导电基板;

4) 移除生长衬底;

5) 隔离正向导通区域、反向导通区域的发光外延层,形成第一发光二极管和第二发光二极管,其中第一发光二极管对应所述反向导通区域,第二发光二极管对应所述正向导通区域;

6) 在所述隔离区域制作第二导电结构,其连接所述第一发光二极管的第二半导体层与第二发光二极管的第一半导体层。

12. 根据权利要求 11 所述的垂直式交流发光二极管器件的制作方法,其特征在于:还包括如下步骤:在所述发光外延层的第二半导体层之上形成一图形化欧姆接触层,其覆盖前述每个发光模块的正向导通区域、反向导通区域和靠近反向导通区域一侧的部分隔离区域。

13. 根据权利要求 12 所述的垂直式交流发光二极管器件的制作方法,其特征在于:步骤 3 通过下面方法实现:

在所述反向导通区域定义一导电区,蚀刻所述导电区的发光外延层的第二半导体层和发光层,露出第一半导体层;

在所述发光外延层的第二半导体层之上形成一图形化欧姆接触层,其覆盖前述每个发光模块的正向导通区域、反向导通区域和靠近反向导通区域一侧的部分隔离区域;

在所述欧姆接触层上形成图形化所述第一绝缘层,其覆盖所述反向导通区域的欧姆接触层上表面、所述导电区侧壁和正、反向导通区域交界处;

在经过前面步骤处理的发光外延层表面形成金属键合层,其覆盖整个发光外延层的表面,并在反向导通区域的导通区形成导电柱,构成第一导电结构;

提供一导电基板,利用晶片键合技术将所述发光外延层与导电基板连接。

14. 根据权利要求 11 所述的垂直式交流发光二极管器件的制作方法,其特征在于:所述第二导电结构通过下面方法形成:在所述发光外延层的隔离区域形成一沟道,在所述沟道的侧壁覆盖一第二绝缘层,中间填充导电材料形成导电柱,两端分别连接所述第一发光二极管的第二半导体层与第二发光二极管的第一半导体层,构成所述第二导电结构。

15. 垂直式交流发光二极管器件的制作方法,包括步骤:

1) 提供一生长衬底,在其上外延生长发光外延层,其至下而上包括第一半导体层,发光层和第二半导体层;

2) 定义单个发光模块的大小,将所述发光外延层划分为若干个发光模块,每个发光模块包括一正向导通区域、一反向导通区域和位于两者之间的隔离区域;

3) 隔离所述正向导通区域、反向导通区域的发光外延层,形成第一发光二极管和第二

发光二极管,其中第一发光二极管对应所述反向导通区域,第二发光二极管对应所述正向导通区域;

4) 在所述反向导通区域制作第一导电结构,其贯穿所述反向导通区域的发光层和第二半导体层,与所述反向导通区域的第一半导体层电性连接,并与所述反向导通区域的发光层和第二半导体层电性隔离,提供一导电基板,将所述发光外延层与导电基板连接;其中,所述反向导通区域的第二半导体层与所述导电基板之间设有一第一绝缘层,实现相互隔离;所述正向导电区域的第二半导体层与所述导电基板形成欧姆接触;第一导电结构连接所述第一发光二极管的第一半导体层、第二发光二极管的第二半导体层及所述导电基板;

5) 移除生长衬底;

6) 在所述隔离区域制作第二导电结构,其连接所述第一发光二极管的第二半导体层与第二发光二极管的第一半导体层。

16. 根据权利要求 15 所述的垂直式交流发光二极管器件的制作方法,其特征在于:还包括如下步骤:在所述发光外延层的第二半导体层之上形成一图形化欧姆接触层,其覆盖前述每个发光模块的正向导通区域、反向导通区域。

17. 根据权利要求 16 所述的垂直式交流发光二极管器件的制作方法,其特征在于:步骤 4 通过下面方法实现:

在所述反向导通区域定义一导电区,蚀刻所述导电区的发光外延层的第二半导体层和发光层,露出第一半导体层;

在所述发光外延层的第二半导体层之上形成一图形化欧姆接触层,其覆盖前述每个发光模块的正向导通区域、反向导通区域;

在所述导电区形成一导电柱,其侧壁覆盖一绝缘层;

提供一导电基板,其表面划分为两个区域,其中第一区域为绝缘区,其表层为绝缘性材料,第二区域为导电区;

在所述导电基板上覆盖一层金属键合层,其完全覆盖所述导电区及绝缘区的中央区域;

将经过前面步骤处理的发光外延层与所述导电基板键合;

其中,所述反向导通区域位于所述导电基板的绝缘区且其第二半导体层与导电基板之间实现电性绝缘,所述正向导通区域位于所述导电基板的导电区且其第二半导体层与导电基板之间实现欧姆接触;所述导电柱与所述导电基板的导电区金属键合层连接,实现连接所述第一发光二极管的第一半导体层、第二发光二极管的第二半导体层及所述导电基板。

## 垂直式交流发光二极管器件及其制作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体发光元件及其制作方法,更具体地说是一种垂直交流发光二极管(AC-LED)。

### 背景技术

[0002] 固态发光器件的发光二极管具有低能耗,高寿命,稳定性好,体积小,响应速度快以及发光波长稳定等良好光电特性,被广泛应用于照明、家电、显示屏及指示灯等领域。此类型发光器件在光效、使用寿命等方面均已有了可观的进步,有希望成为新一代照明及发光器件主流。

[0003] 传统 LED 必须以直流电源(DC)驱动,而电力供应一般为交流电(AC),这就造成电源对 LED 供电的时候还需要经过一个转换器,转换器不但增加了应用产品的成本,DC-AC 转换过程中亦有电能损失,使原本不能以节能为主要目的的 LED 应用大打折扣,交流二极管需求通过 DC-AC 转换,一般市电通过降压后即可供 AC-LED 使用,省去转换器,节省了成本和空间,使 LED 与传统光源相比更加有竞争力。

[0004] 一般 AC-LED 常保留原有的生长衬底,通过水平方向引线互联水平结构交流二极管,亦或者单颗芯片制作完成后通过管芯粘贴、倒装焊键合等方式形成垂直结构 AC-LED,制程较为复杂。

### 发明内容

[0005] 本发明旨在一种水平放置管芯的垂直结构交流发光二极管器件结构及其制作方法,该结构既具有垂直芯片结构的散热性能佳及过载能力强的特性外,还具有交流 LED 结构节省转换器件成本等优势。

[0006] 根据本发明的第一个方面,垂直式交流发光二极管器件,包括:导电基板;发光模块,位于所述导电基板之上,其包含两个水平并列且相互隔离的发光二极管,所述第一、第二发光二极管自上而下包括第一半导体层,发光层,第二半导体层;所述第一发光二极管的第二半导体层与所述导电基板之间设有一第一绝缘层,实现相互隔离;所述第二发光二极管的第二半导体层与所述导电基板形成欧姆接触;第一导电结构,连接所述第一发光二极管的第一半导体层、第二发光二极管第二半导体层及所述导电基板;第二导电结构,连接所述第一发光二极管的第二半导体层与第二发光二极管的第一半导体层。

[0007] 在本发明的第一个优选实施例中,在所述导电基板与发光模块之间还设有欧姆接触层;所述发光模块通过一金属键合层与所述导电基板连接;所述第一绝缘层位于所述金属键合层与所述第一发光二极管的第二半导体层之上的欧姆接触层之间;在所述第一发光二极管设置一通道,其贯穿第二半导体层、发光层,底部位于第一半导体层,侧壁覆盖一绝缘层,所述金属键合层完全覆盖所述发光模块的第二半导体层并填充所述通道,构成所述第一导电结构;所述第一、第二发光二极管之间设有一沟道,在所述沟道的侧壁覆盖一第二绝缘层,中间填充导电材料形成导电柱,其两端分别连接所述第一发光二极管的第二半

导体层与第二发光二极管的第一半导体层,构成所述第二导电结构;在所述发光模块的出光面上有且只有一个电极结构,其与所述第二导电结构连接。

[0008] 在本发明的第二个优选实施例中,区别于第一个实施例;所述第一绝缘层位于所述导电基板上,通过所述金属键合层与发光模块粘结。

[0009] 根据本发明的第二个方面,垂直式交流发光二极管器件的制作方法,包括步骤:

[0010] 1) 提供一生长衬底,在其上外延生长发光外延层,其至下而上包括第一半导体层,发光层和第二半导体层;

[0011] 2) 定义单个发光模块的大小,将所述发光外延层划分为若干个发光模块,每个发光模块包括一正向导通区域、一反向导通区域和位于两者之间的隔离区域;

[0012] 3) 制作第一导电结构,提供一导电基板,将所述发光外延层与导电基板连接;其中,所述反向导通区域的第二半导体层与所述导电基板之间设有一第一绝缘层,实现相互隔离;所述正向导电区域的第二半导体层与所述导电基板形成欧姆接触;第一导电结构连接所述反向导通区域的第一半导体层、正向导通区域的第二半导体层及所述导电基板;

[0013] 4) 移除生长衬底;

[0014] 5) 隔离正向导通区域、反向导通区域的发光外延层,形成第一发光二极管和第二发光二极管,其中第一发光二极管对应所述反向导通区域,第二发光二极管对应所述正向导通区域;

[0015] 6) 制作第二导电结构,其连接所述第一发光二极管的第二半导体层与第二发光二极管的第一半导体层。

[0016] 在本发明的制作方法中,还可以包括如下步骤:在所述发光外延层的第二半导体层之上形成一图形化欧姆接触层,其覆盖前述每个发光模块的正向导通区域、反向导通区域和靠近反向导通区域一侧的部分隔离区域。

[0017] 优选地,步骤3可以通过下面方法实现:在所述反向导通区域定义一导电区,蚀刻所述导电区的发光外延层的第二半导体层和发光层,露出第一半导体层;在所述发光外延层的第二半导体层之上形成一图形化欧姆接触层,其覆盖前述每个发光模块的正向导通区域、反向导通区域和靠近反向导通区域一侧的部分隔离区域;在所述欧姆接触层上形成图形化所述第一绝缘层,其覆盖所述反向导通区域的欧姆接触层上表面、所述导电区侧壁和正、反向导通区域交界处;在经过前面步骤处理的发光外延层表面形成金属键合层,其覆盖整个发光外延层的表面,并在反向导通区域的导通区形成导电柱,构成第一导电结构;提供一导电基板,利用晶片键合技术将所述发光外延层与导电基板连接。

[0018] 优选地,所述第二导电结构通过下面方法形成:在所述发光外延层的隔离区域形成一沟道,在所述沟道的侧壁覆盖一第二绝缘层,中间填充导电材料形成导电柱,两端分别连接所述第一发光二极管的第二半导体层与第二发光二极管的第一半导体层,构成所述第二导电结构。

[0019] 根据本发明的第三个方面,垂直式交流发光二极管器件的制作方法,包括步骤:

[0020] 1) 提供一生长衬底,在其上外延生长发光外延层,其至下而上包括第一半导体层,发光层和第二半导体层;

[0021] 2) 定义单个发光模块的大小,将所述发光外延层划分为若干个发光模块,每个发光模块包括一正向导通区域、一反向导通区域和位于两者之间的隔离区域;

[0022] 3) 隔离所述正向导通区域、反向导通区域的发光外延层,形成第一发光二极管和第二发光二极管,其中第一发光二极管对应所述反向导通区域,第二发光二极管对应所述正向导通区域;

[0023] 4) 制作第一导电结构,提供一导电基板,将所述发光外延层与导电基板连接;其中,所述反向导通区域的第二半导体层与所述导电基板之间设有一第一绝缘层,实现相互隔离;所述正向导电区域的第二半导体层与所述导电基板形成欧姆接触;第一导电结构连接所述第一发光二极管的第一半导体层、第二发光二极管的第二半导体层及所述导电基板;

[0024] 5) 移除生长衬底;

[0025] 6) 制作第二导电结构,其连接所述第一发光二极管的第二半导体层与第二发光二极管的第一半导体层。

[0026] 在本发明的制作方法中,还可以包括如下步骤:在所述发光外延层的第二半导体层之上形成一图形化欧姆接触层,其覆盖前述每个发光模块的正向导通区域、反向导通区域和靠近反向导通区域一侧的部分隔离区域。

[0027] 优选地,步骤4通过下面方法实现:在所述反向导通区域定义一导电区,蚀刻所述导电区的发光外延层的第二半导体层和发光层,露出第一半导体层;在所述发光外延层的第二半导体层之上形成一图形化欧姆接触层,其覆盖前述每个发光模块的正向导通区域、反向导通区域;在所述导电区形成一导电柱,其侧壁覆盖一绝缘层;提供一导电基板,其表面划分为两个区域,其中第一区域为绝缘区,其表层为绝缘性材料,第二区域为导电区;在所述电基板上覆盖一层金属键合层,其完全覆盖所述导电区及绝缘区的中央区域;将经过前面步骤处理的发光外延层与所述导电基板键合;其中,所述反向导通区域位于所述导电基板的绝缘区且其第二半导体层与导电基板之间实现电性绝缘,所述正向导通区域位于所述导电基板的导电区且其第二半导体层与导电基板之间实现欧姆接触;所述导电柱与所述导电基板的导电区金属键合层连接,实现连接所述第一发光二极管的第一半导体层、第二发光二极管的第二半导体层及所述导电基板。

[0028] 本发明的有益效果包括:相较于传统水平结构 AC-LED 一般通过引线把已经制作好的芯粒电性连接或者在封装环节上把 DC-LED 通过一定电性连接形成 AC-LED,本发明所公开的垂直交流发光二极管在芯片制程上即可实现,其制程简单;且导电衬底相比蓝宝石等绝缘衬底导热性更好,更适合大电流驱动。另外,本发明所述垂直交流发光二极管出光面只需要一个电极焊盘,很好地解决了电极遮光的问题,提高了光效,同时也降低了原材料的成本。

[0029] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

## 附图说明

[0030] 根据以上所述配合附图对实施例进行说明,本领域技术人员当能对本发明的目的,特征以及优点有更全面的了解。为了描述清楚起见,说明书之附图并未按照比例尺加以描绘。

- [0031] 图 1 为本发明第一优选实施例之一种垂直式交流发光二极管器件的结构剖视图。
- [0032] 图 2 为本发明第二优选实施例之一种垂直式交流发光二极管器件的结构剖视图。
- [0033] 图 3~12 为图 1 所示的垂直式交流发光二极管器件的制作过程示意图。
- [0034] 图 13~20 为图 2 所示的垂直式交流发光二极管器件的制作过程示意图。
- [0035] 图中各标号表示：
- [0036] 101：生长衬底；102：导电基板；110：发光外延层；111：n 型半导体层；112：发光层；113：p 型半导体层；120：高反射欧姆接触层；131、第一绝缘层；132：第二绝缘层；140：金属键合层；141：共用电极层；150：背电极；160：导电孔；170：沟道；201：生长衬底；202：导电基板；210：发光外延层；211：n 型半导体层；212：发光层；213：p 型半导体层；220：高反射欧姆接触层；231, 232：绝缘层；240, 导电柱；241, 242：金属键合层；243：共用电极层；250：背电极；260：第一发光二极管的导电区；270：沟道；A：反向导通区域；B：正向导通区域；C：隔离区域。

### 具体实施方式

[0037] 以下将结合附图及实施例来详细说明本发明的实施方式，借此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题，并达成技术效果的实现过程能充分理解并据以实施。需要说明的是，只要不构成冲突，本发明中的各个实施例以及各实施例中的各个特征可以相互结合，所形成的技术方案均在本发明的保护范围之内。

#### [0038] 实施例一

[0039] 如图 1 所示，一种垂直式交流发光二极管器件，包括：导电基板 102，发光模块，高反欧姆接触层 120、金属键合层 140，第一导电结构，第二导电结构，背电极 150。导电基板 102 一般选用散热性较佳的材料。发光模块通过金属键合层粘结于导电基板 102 上，由发光二极管 LED1、LED2 构成。LED1、LED2 自上而下包括 n 型半导体层 111、发光层 112、p 型半导体层 113，彼此中间相互隔离，其中 LED1 与导电基板 102 之间通过绝缘层 131 实现电绝缘，高反欧姆接触层 120 覆盖在 LED1、LED2 的 p 型半导体层下表面及靠近 LED1 一侧的部分隔离区域。LED1 设有一通道，其贯穿 P 型半导体 113、发光层 112，底部位于 n 型半导体层 111，侧壁覆盖一层绝缘层，金属键合层 140 完全覆盖 LED1、LED2 的 p 型半导体层下表面并填充所述通道，构成第一导电结构。在 LED1、LED2 之间设有一沟道，在沟道的侧壁覆盖一第二绝缘层 132，中间填充导电材料形成共用电极层 141，其两端分别连接 LED2 的 n 型半导体层和 LED1 下方的高反欧姆接触层 120，构成第二导电结构。

[0040] 在本器件结构中，通过图形化发光外延层的外表面，在 LED1 的 p 型层远离发光层的一侧形成绝缘层，控制高反欧姆接触层 120 及绝缘层 131 的位置，在 LED1、LED2 之间的隔离区形成共用电极层 141，正面共用电极层将另两端电连接，只需单一电极焊盘于两区交界中间，并通过晶片键合技术便可形成垂直型交流发光二极管。

[0041] 下面结合制备方法对上述结构做具体描述。上述垂直式交流发光二极管器件的制备方法，包括下面步骤：

[0042] 如图 3 所示，利用 MOCVD 技术在生长衬底 101（蓝宝石等）上依次成长 n 型半导体层 111，发光层 112 及 P 型半导体层 113，构成发光外延层 110。

[0043] 下一步，定义单个发光模块的大小，将发光外延层划分为若干个发光模块，每个发



光模块包括正向导通区域 A、反向导通区域 B 和位于两者之间的隔离区域 C。在反向导通区域 A 定义一导电区,通过黄光微影、干法蚀刻等技术刻蚀该导电区至 n 型半导体层 110,形成导电孔 160,其侧面剖视图如图 3 所示,导电孔可为圆形或者矩形,至少含有一个或者以上。

[0044] 下一步,如图 6 所示,通过黄光微影、电子束蒸镀等技术在发光外延层形成高反射性 p 型欧姆接触层 120,该层可由能与 p 型半导体形成良好接触的第一金属接触层(Pt, Ni, Pd 的一种或者以上)和反射金属层(Ag, Al 其中一种,或者 Ag, Al 经过特殊制作的具有高反射的合金)组成,第一金属接触层应能保证尽量少的吸收活性层发出的光;该层亦可直接由能与 p 型半导体层形成良好接触并且具备对可见光高反射的金属材料构成(例如 Ag)。如图 5 所示,上图为未形成高反射性 p 型欧姆接触层 120 的俯视图,正向导通区域 A、反向导通区域 B 通过隔离区域 C 隔离开;下图为形成高反射性 p 型欧姆接触层 120 后的俯视图,高反射性 p 型欧姆接触层 120 覆盖正向导通区域 B、反向导通区域 A 和靠近反向导通区域 A 一侧的部分隔离区域。

[0045] 下一步,利用 PECVD、黄光微影、化学蚀刻在高反射层 p 型欧姆接触层 120 上形成图形化所述第一绝缘层 131,其覆盖反向导通区域一侧的高反射层 p 型欧姆接触层 120 上表面、导电孔 160 侧壁和正、反向导通区域交界处未覆盖欧姆接触层 120 的 p 型半导体层上表面,其侧面剖视图如图 7 所示。该绝缘层有两种作用,一是使反向导通区 n 型半导体层与 p 型半导体层电绝缘,二是使正向导通区与反向导通区反射性 p 型欧姆接触层分离,此绝缘材料可为  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiN}_x$ , BCB 等。

[0046] 下一步,在经过前面步骤处理的发光外延层表面形成金属键合层 140,其覆盖了包括反向导通区域的通孔、第一绝缘层、正向导通区域的 p 型欧姆接触层在内的整个表面,并填充反向导通区域的导电孔 160 形成导电柱,构成第一导电结构。该层可包含 Cr, Ti, Pt, Au 的多种组合。

[0047] 下一步,提供一导电基板 102,利用晶片键合技术将发光外延层与导电基板连接,其侧面剖视图如图 8 所示。

[0048] 下一步,移除生长衬底 101,其侧面剖视图如图 9 所示。在本实施例中,采用蓝宝石作为生长衬底,可利用激光剥离方式移除生长衬底。

[0049] 下一步,结合黄光微影、干法蚀刻等工艺在发光外延层形成沟道 170,从而隔离正向导通区域、反向导通区域的发光外延层,形成第一发光二极管 LED1 和第二发光二极管 LED2,其中第一发光二极管对应反向导通区域,第二发光二极管对应正向导通区域,其侧面剖视图如图 10 所示。

[0050] 下一步,在沟道 170 的侧壁形成第二绝缘层 132,其侧面剖视图如图 11 所示。具体工艺如下:利用 PECVD 或者旋转涂布在形成绝缘材料,再通过黄光微影、干法、湿法蚀刻结合制作第二绝缘层 110,此绝缘层应由 gap 填充能力较好的透明绝缘材料构成,如 SOG、 $\text{SiN}_x$ 、BCB 的一种或者多种组合。

[0051] 下一步,制作第二导电结构。利用真空电子束以及黄光微影、金属玻璃技术在沟道 170 制作共用电极层 111,两端分别连接所述 LED1 的 p 型半导体层与 LED2 的 n 型半导体层,构成所述第二导电结构。此共用电极层应能与 n 型半导体层以及 p 型反射性欧姆接触层形成良好电性接触,厚度应满足后续封装焊接引线,该层可包含 Cr, Ti, Pt, Au 的多种组合。通过衬底减薄技术将导电基板 102 减薄,并镀上背电极 150,形成垂直交流发光二极

管。为了取得更佳的出光效果,一般可在 n 型半导体表面上做粗化处理,完成后的器件的侧面剖视图如图 12 所示。

[0052] 在本制作方法中,设置图形化的 p 型欧姆接触层 120、绝缘层 131,并通过在 LED1 中设置一导电通孔,在晶片键合的过程中,同时将导电金属注入通孔中,形成垂直式的交流发光二极管器件结构,工艺简单。

[0053] 实施例二

[0054] 如图 2 所示,一种垂直式交流发光二极管器件,包括:导电基板 202,发光模块,高反欧姆接触层 220、金属键合层 240,绝缘层 231、232,第一导电结构,第二导电结构,背电极 250。本实施例与实施例一的主要区别的在于:绝缘层的位置。在实施例一中,其位于金属键合层与所述 LED1 的 p 型半导体层之间,通过图形化外延层,在 LED1 的 p 型半导体层上形成绝缘层;而本实施例,其位于金属键合层与导电基板之间,图形化导电基板,将其表面划分为两个区域,其中第一区域为绝缘区,其表层为绝缘性材料,第二区域为导电区,金属键合层 241、242 完全覆盖所述导电区及绝缘区的中央区域,保证了 LED1 的 p 型半导体不与导电基板 202 导通。金属键合层 241 形成于导电区,金属键合层 242 形成绝缘区,两金属键合层互不导通过。导电柱 240、金属键合层 241 构成第一导电结构,连通了 LED1 的 n 型半导体层、导电基板 202 和 LED2 的 p 型半导体;共用电极层 243、金属键合层 242 构成了第二导电结构,连通过了 LED1 的 p 型半导体层和 LED2 的 n 型半导体层,从而形成了垂直式交流发光二极管。

[0055] 下面结合制备方法对该结构做具体描述。上述垂直式交流发光二极管器件的制备方法,包括下面步骤:

[0056] 首先,如图 13 所示,利用 MOCVD 技术在生长衬底 101 (蓝宝石等)上依次成长 n 型半导体层 211,发光层 212 及 P 型半导体层 213,构成发光外延层 210。

[0057] 下一步,定义单个发光模块的大小,将发光外延层划分为若干个发光模块,每个发光模块包括正向导通区域 A、反向导通区域 B 和位于两者之间的隔离区域 C。在反向导通区域 A 定义一导电区,利用 ICP 干法刻蚀打穿隔离区域 C 发光外延层及导电区的 p 型半导体层、发光层。如图 14 所示,在导电区露出 n 型半导体层;在隔离区域 C 露出生长衬底,发光外延层被分隔为两个 LED,其中 LED1 对应反向导通区域,LED2 对应正向导通区域。

[0058] 下一步,利用电子束蒸发在 P 型半导体层上形成高反射层 p 型欧姆接触层 220。在上述用 ICP 打出的 n 型半导体层上蒸镀与高反射层 p 型欧姆接触层 220 厚度一致的导电柱 240。其侧面剖视图如图 15 所示。

[0059] 下一步,如图 16 所示,利用填充材料 231 将隔离区填充至与高反射层 p 型欧姆接触层 220 平齐。

[0060] 下一步,提供一导电基板 202,其表面划分为两个区域,其中第一区域为绝缘区,其表层为绝缘性材料 232,第二区域为导电区。该图形化的导电基板可通过以下工艺获得:利用 PECVD 在导电基板 202 上沉积绝缘材料,利用黄光技术,制作绝缘层保护光阻,并利用湿法蚀刻去除导电区的绝缘材料,接着利用电子束蒸发镀膜在裸露的基板形成第一基板金属键合层 241,以及在绝缘材料 232 上沉积第二基板金属键合层 242。该导电基板的侧面剖视图和俯视图如图 17 和 18 所示。

[0061] 下一步,利用晶片键合工艺将发光外延层与导电基板 202 键合,形成电性连接。

其中, LED1 位于导电基板 202 的绝缘区且该 p 型半导体层与导电基板之间实现电性绝缘; LED2 位于导电基板的导电区且该 p 型半导体层与导电基板之间实现欧姆接触; 导电柱 240 与第一基板金属键合层 241 连接, 从而连接所述 LED1 的 n 型半导体层、LED2 的 p 型半导体层及导电基板。其侧面剖视图如图 19 所示。

[0062] 下一步, 移除生长衬底 201。在本实施例中, 采用蓝宝石作为生长衬底, 可利用激光剥离方式移除生长衬底。

[0063] 下一步, 制作第二导电结构。具体工艺如下: 利用 ICP 干法或者湿法蚀刻隔离区域的填充物 231 至基板绝缘部分上的键合金属层 242, 并利用电子束蒸发形成共用电极层 243。通过衬底减薄技术将导电基板 202 减薄, 并镀上背电极 250, 形成垂直交流发光二极管。为了取得更佳的出光效果, 一般可在 n 型半导体表面上做粗化处理, 完成后的器件的侧面剖视图如图 20 所示。

[0064] 很明显地, 本发明的说明不应理解为仅仅限制在上述实施例, 而是包括利用本发明构思的全部实施方式。

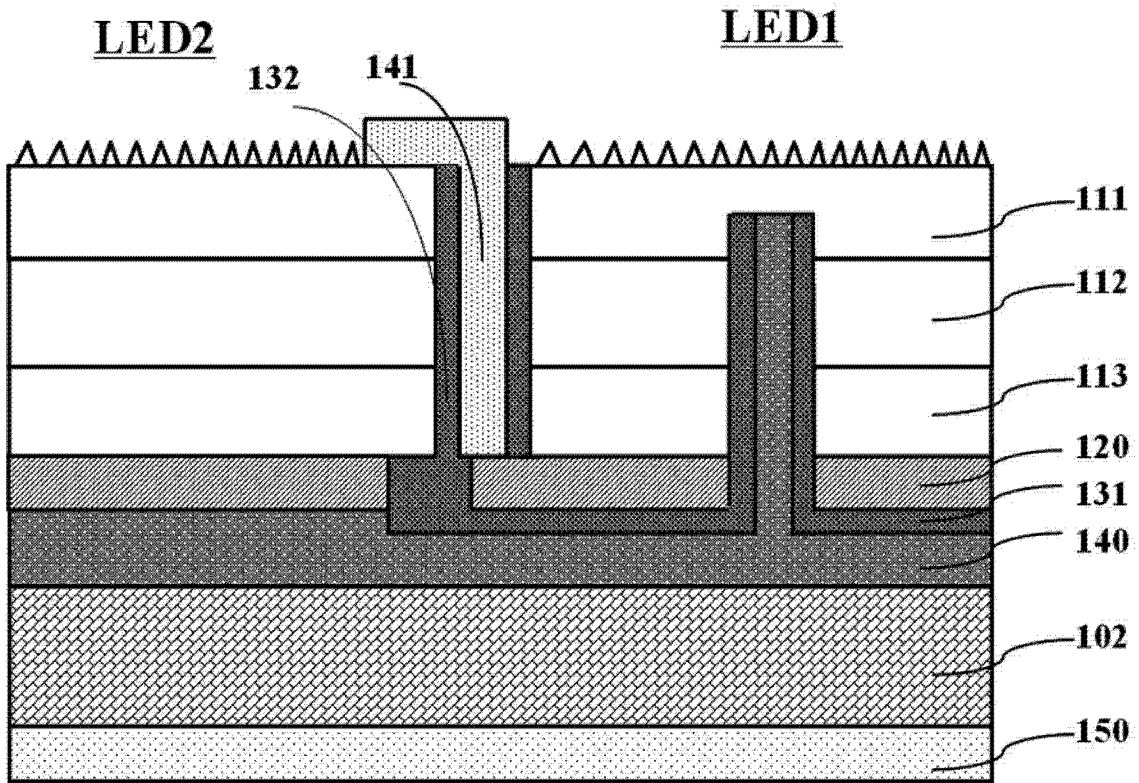


图 1

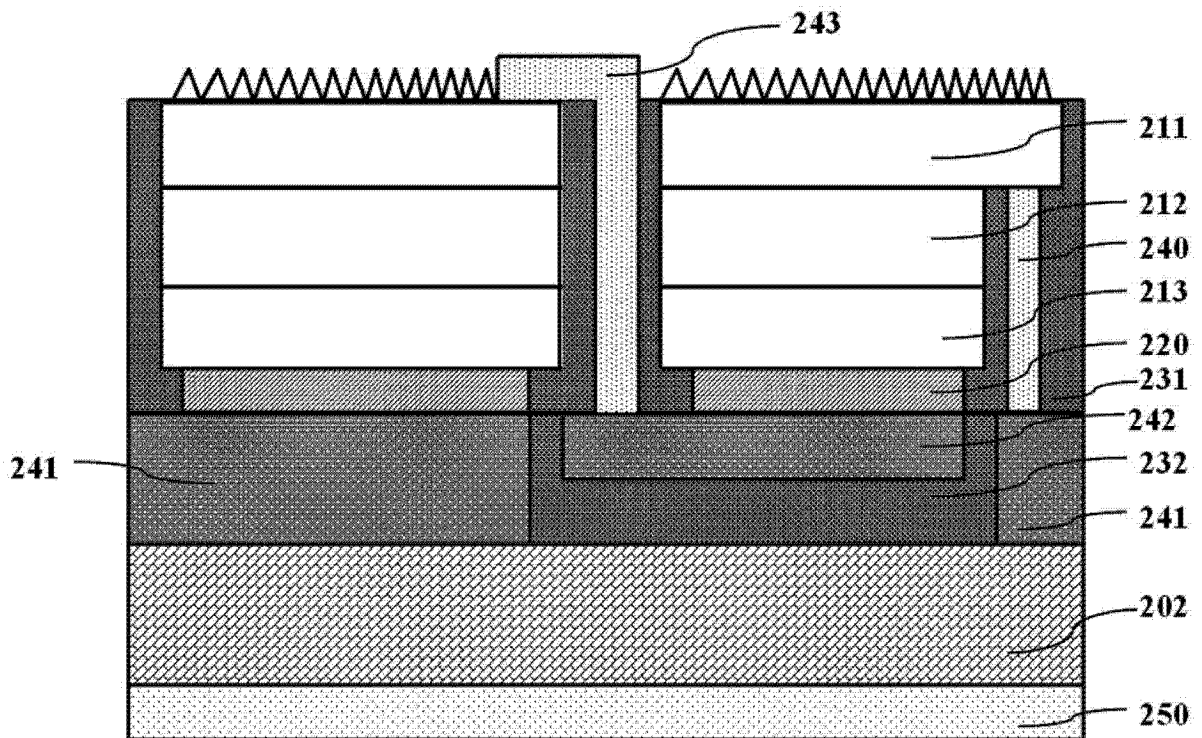


图 2

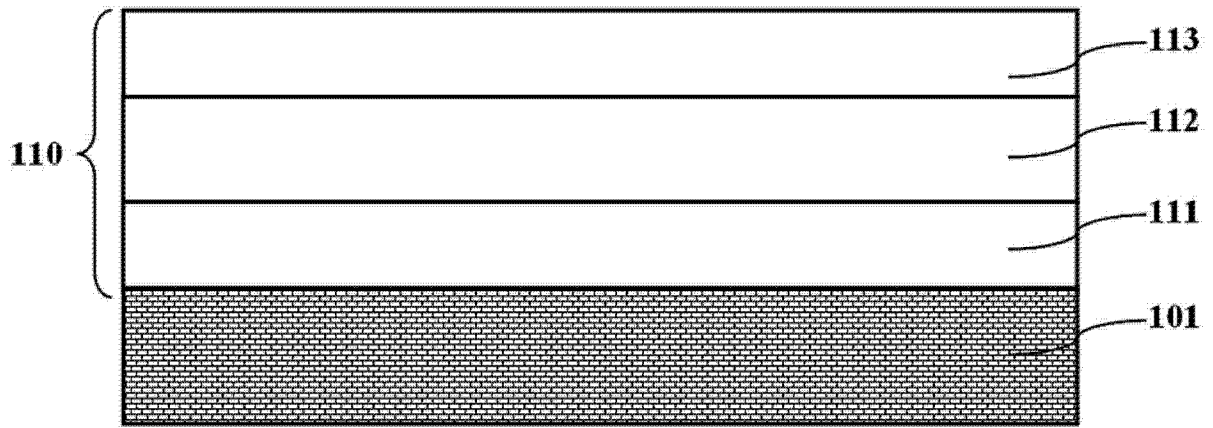


图 3

**100**

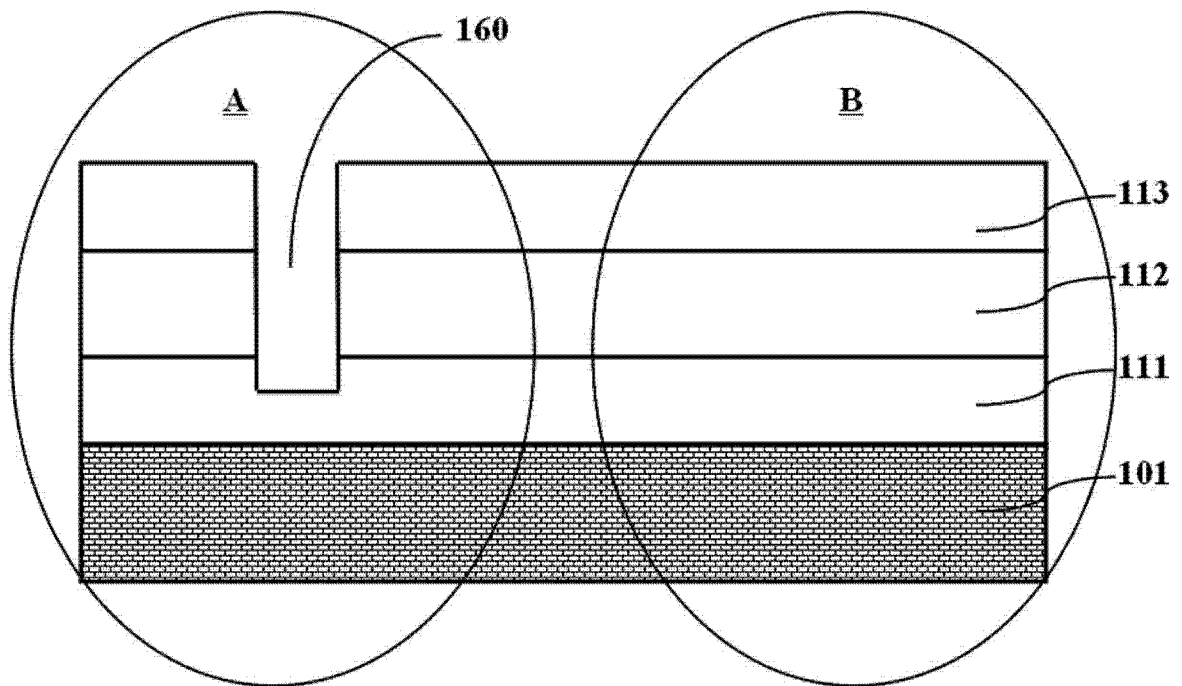


图 4

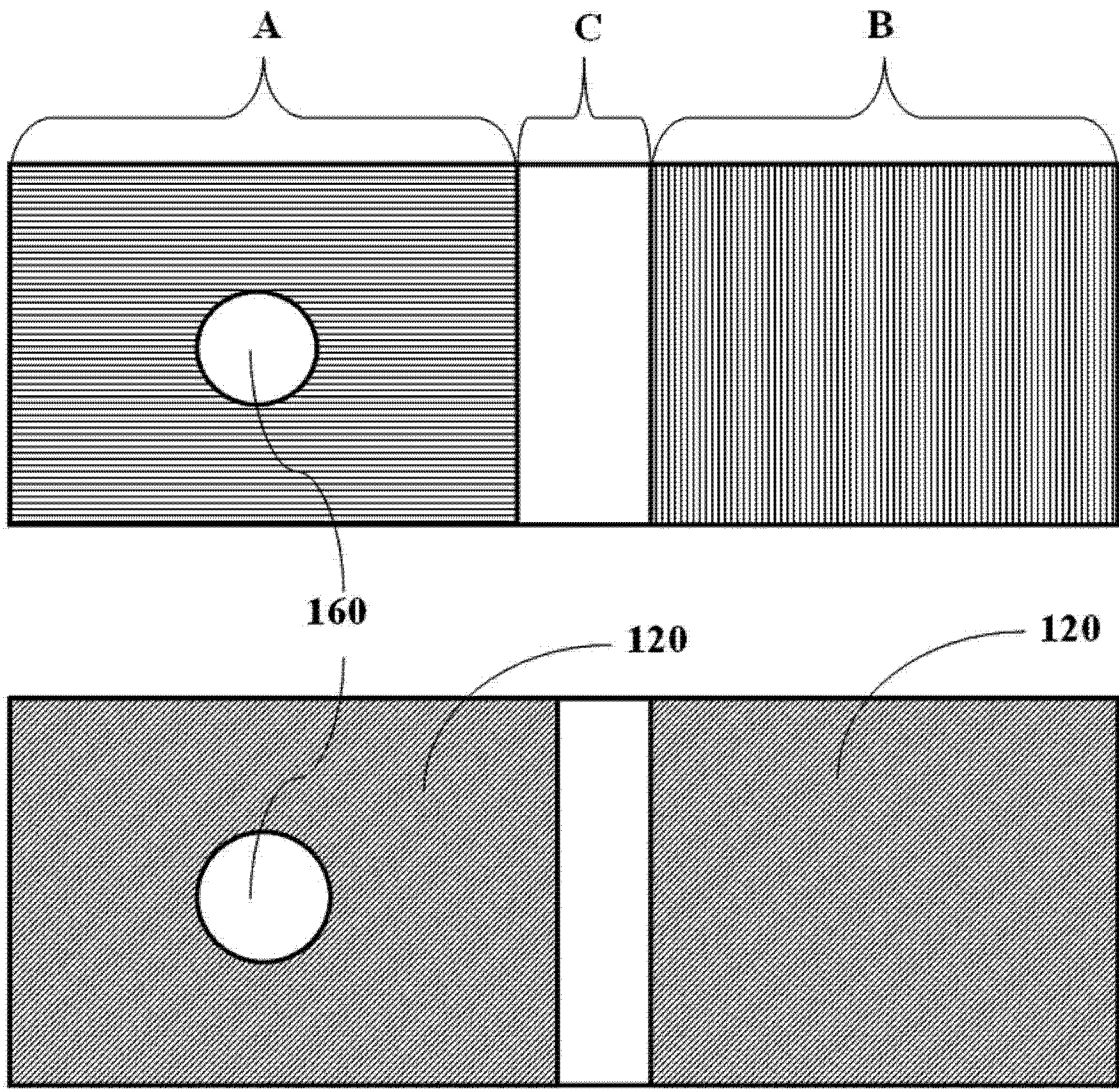


图 5

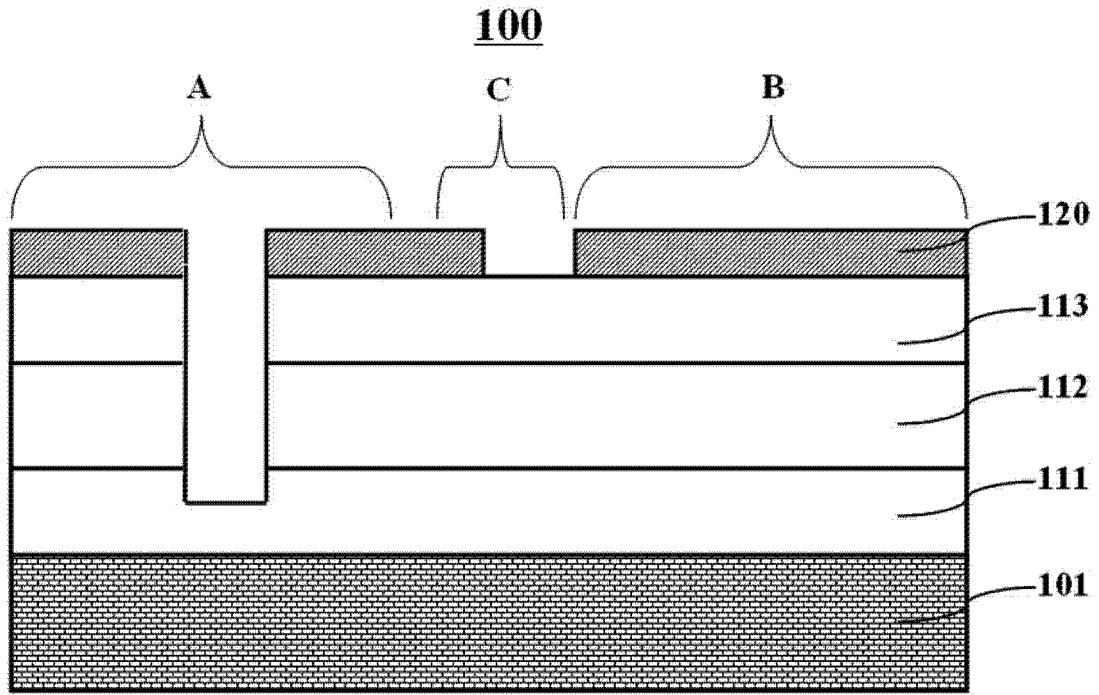


图 6

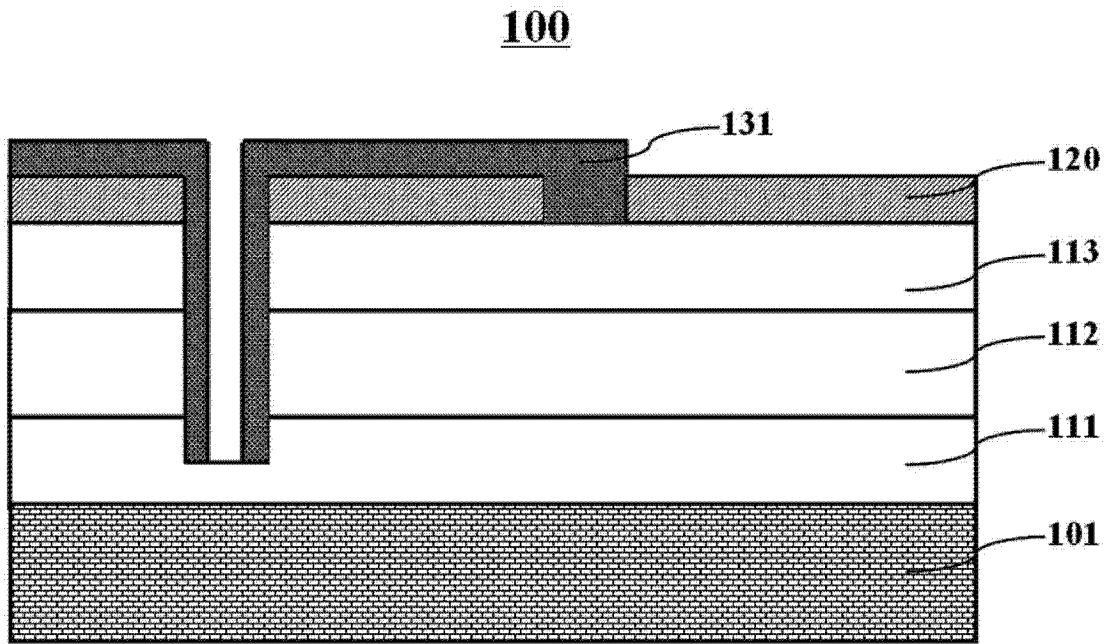


图 7

**100**

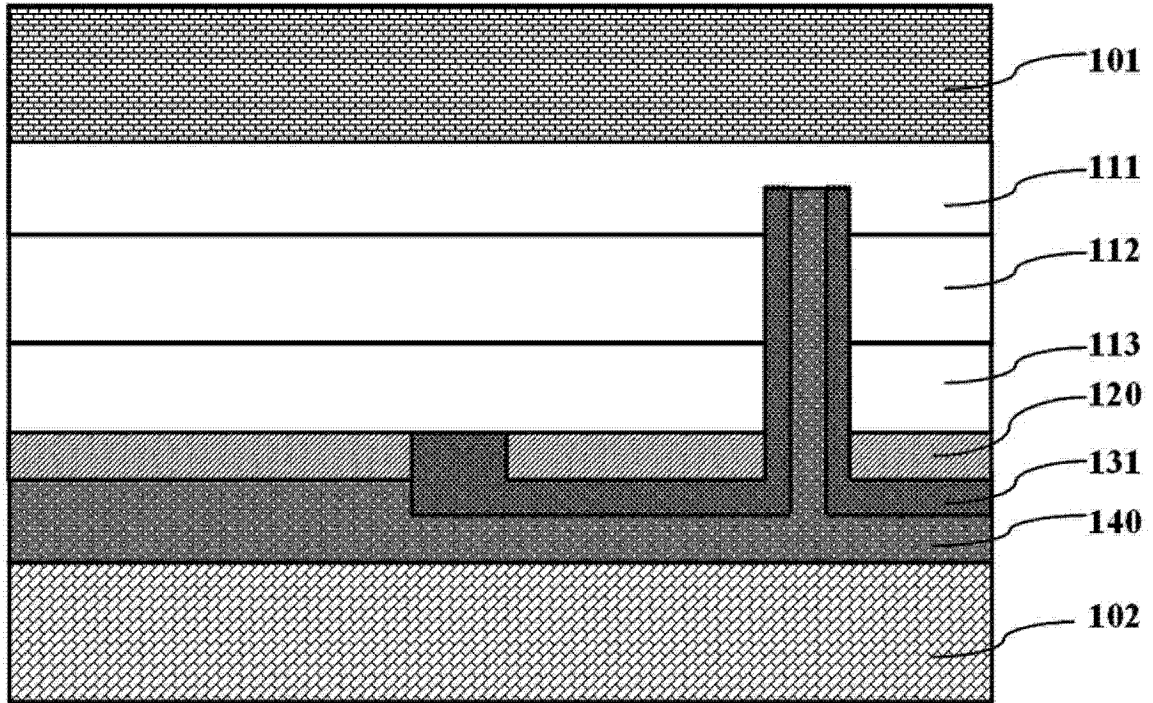


图 8



**100**

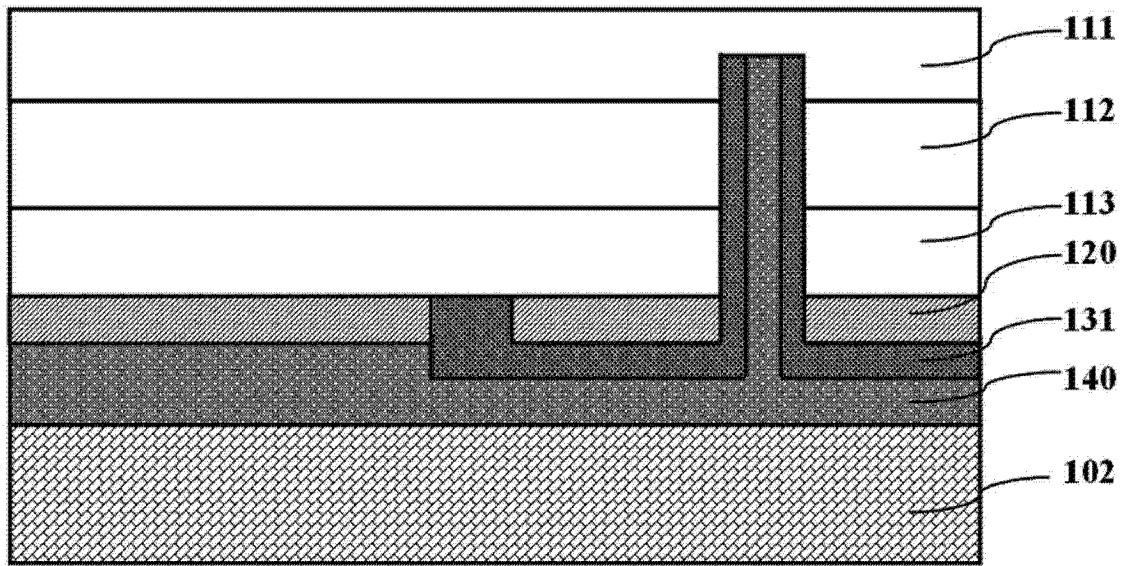


图 9

**100**

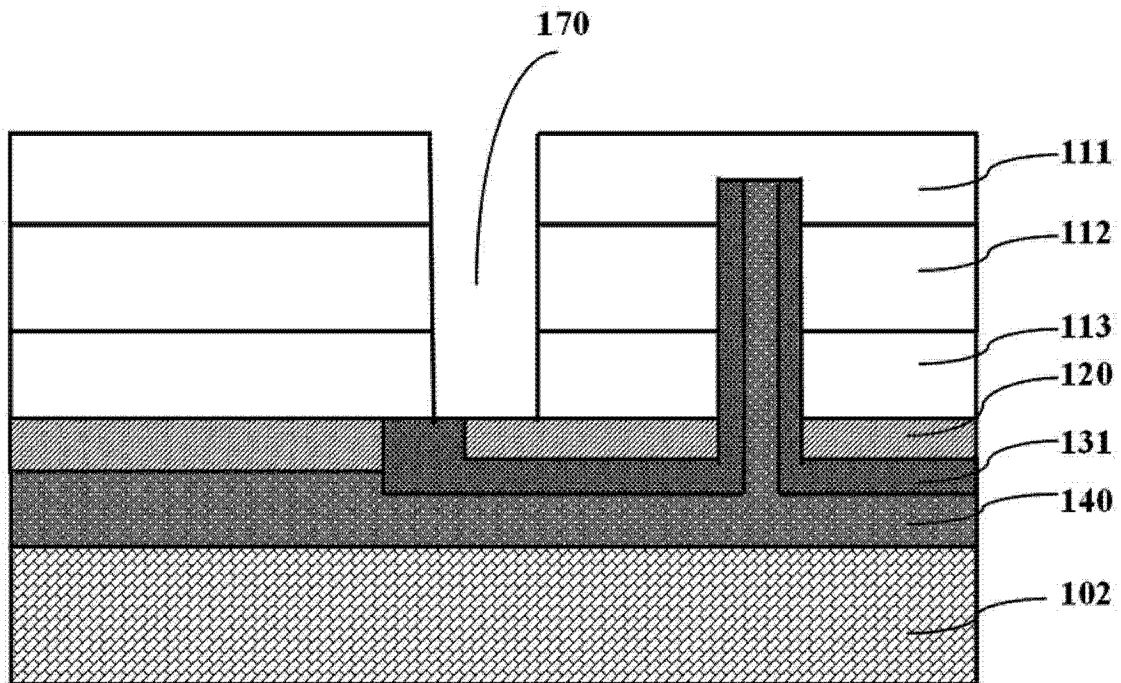


图 10

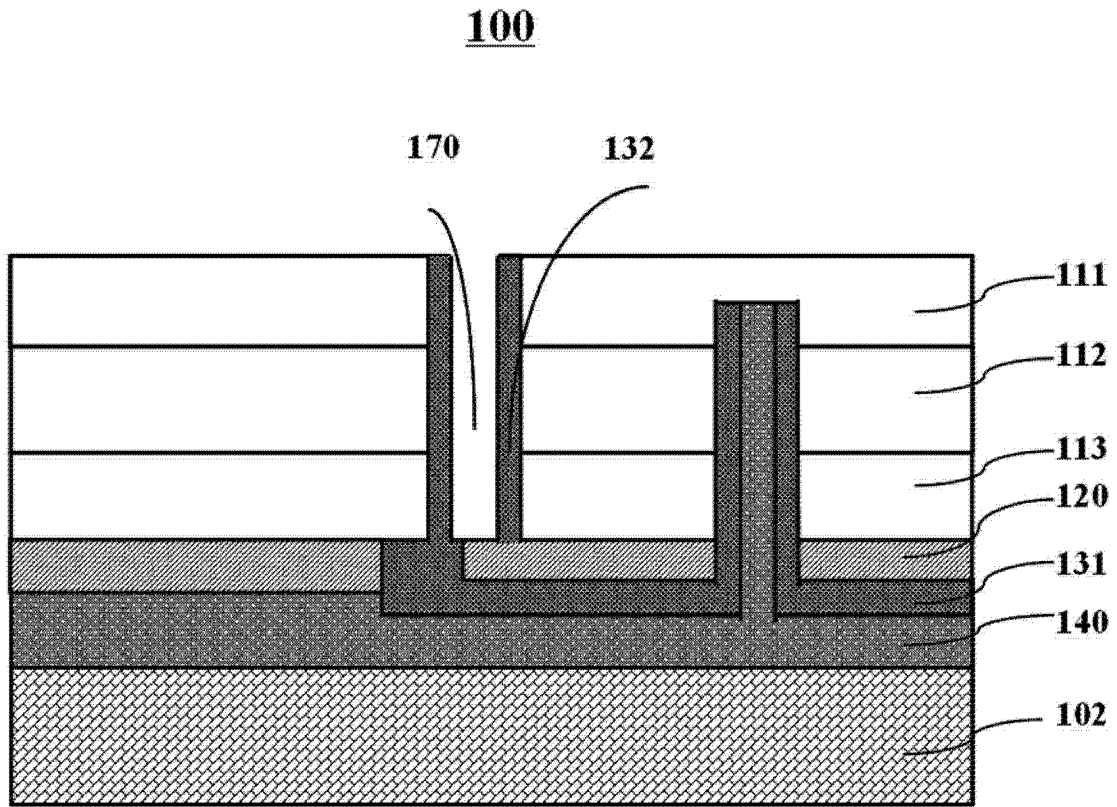


图 11

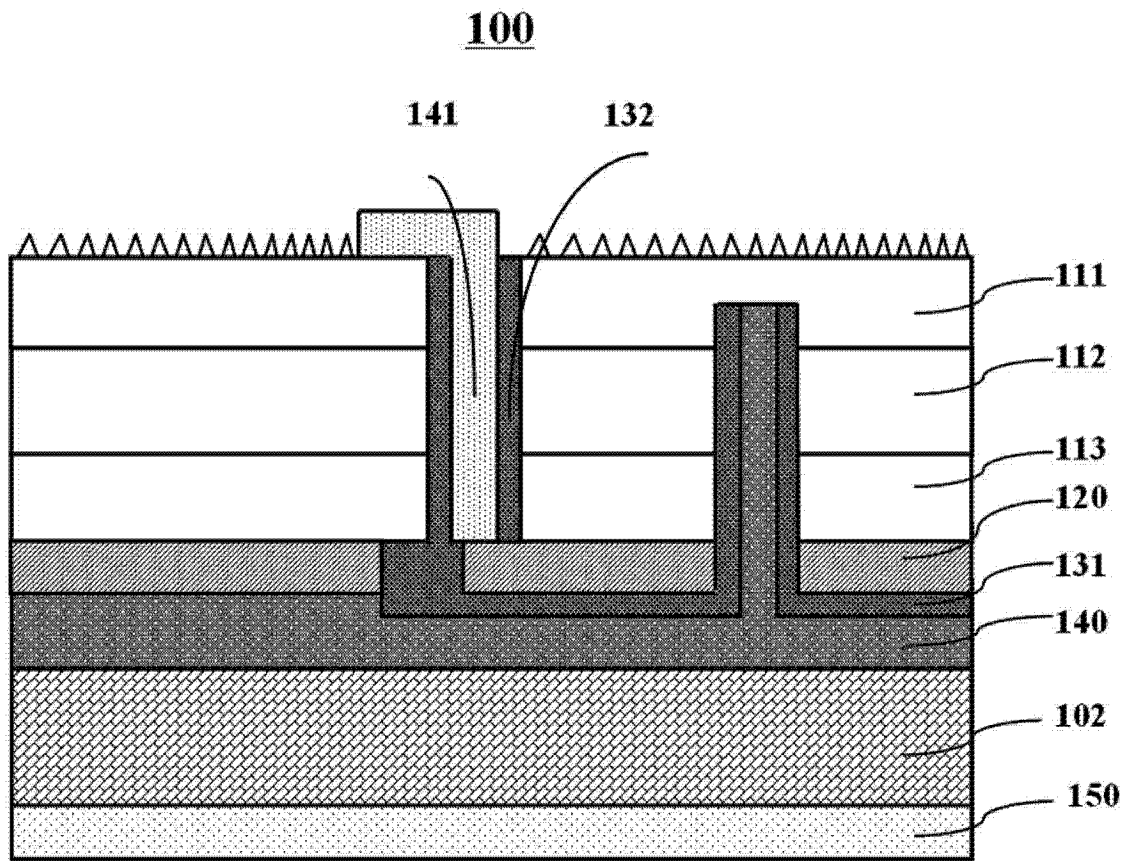


图 12

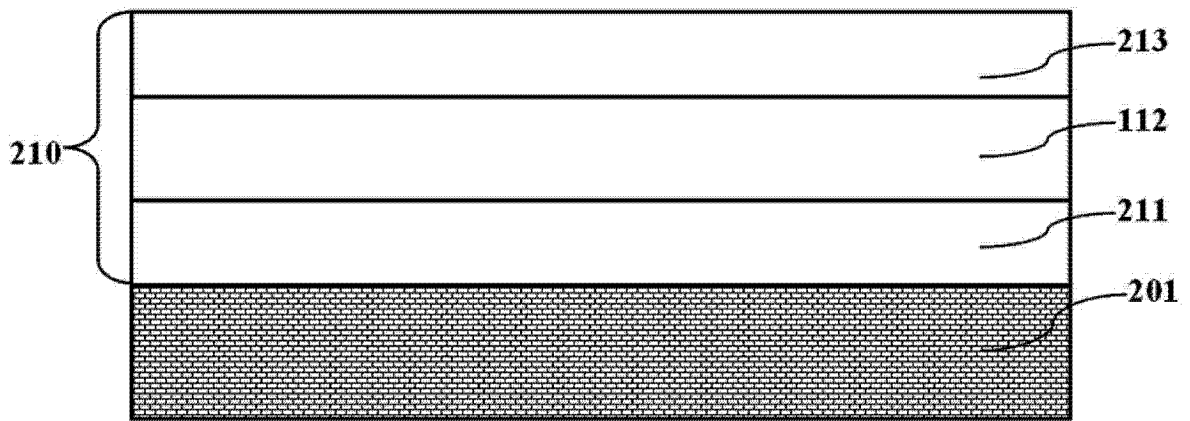


图 13

**200**

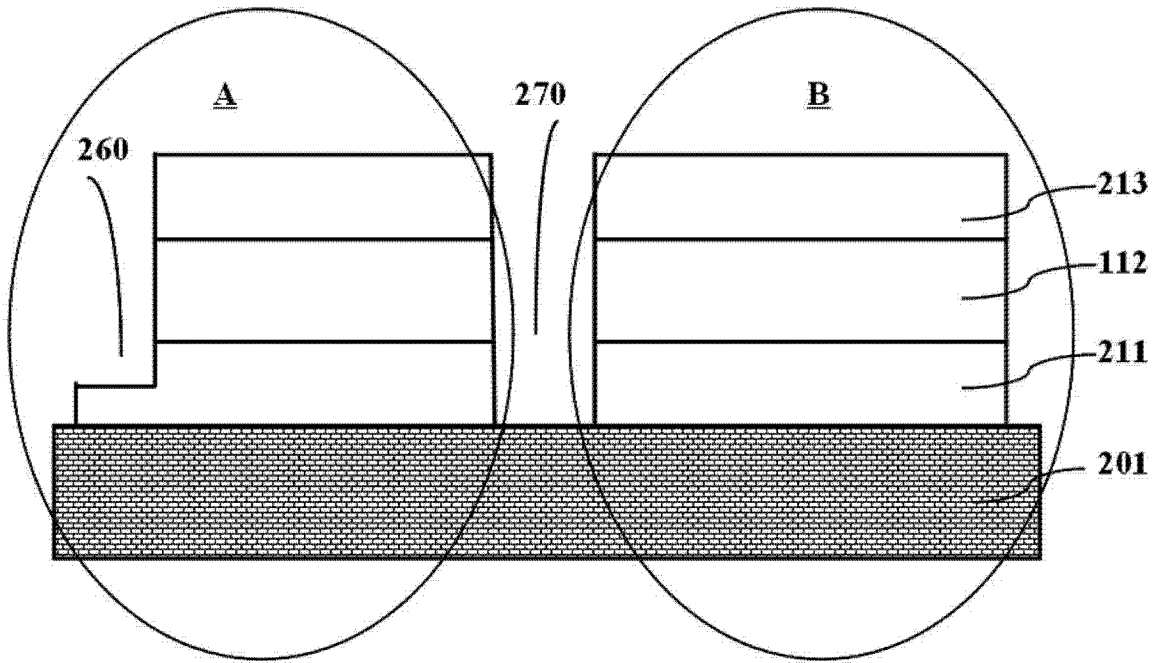


图 14

**200**

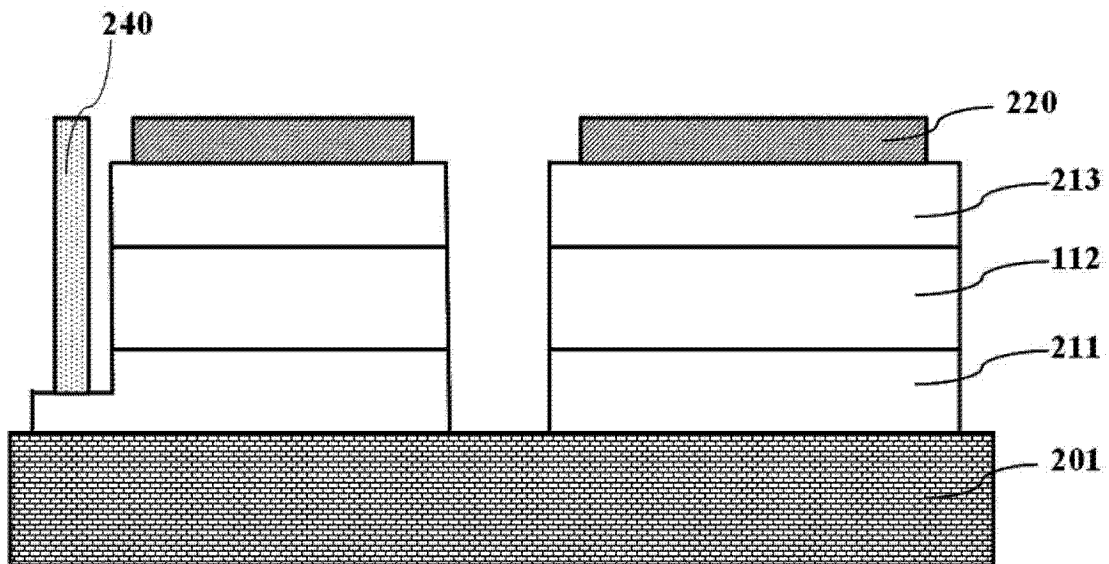


图 15

**200**

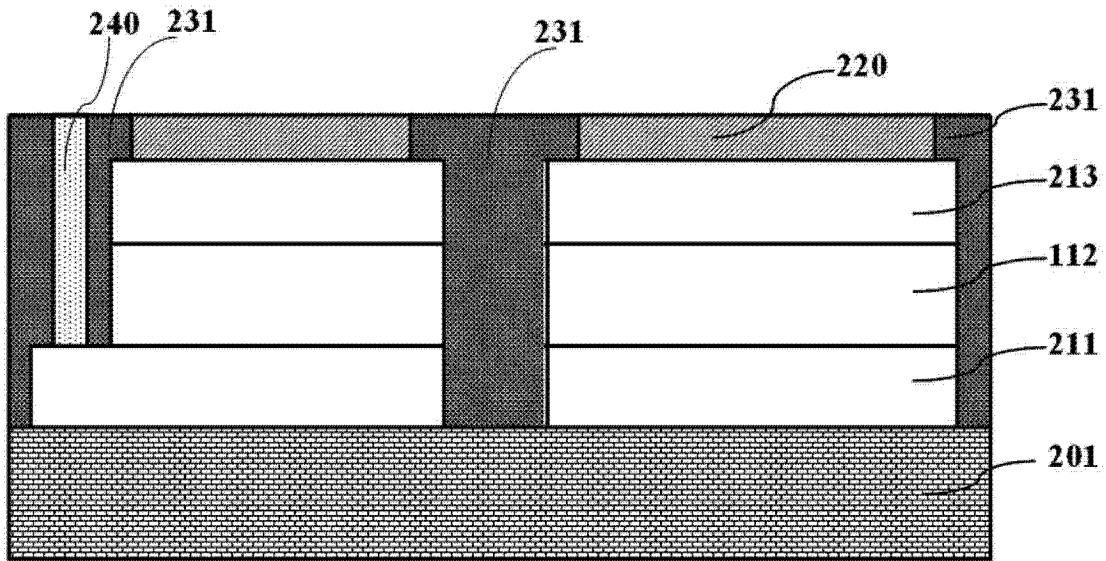


图 16

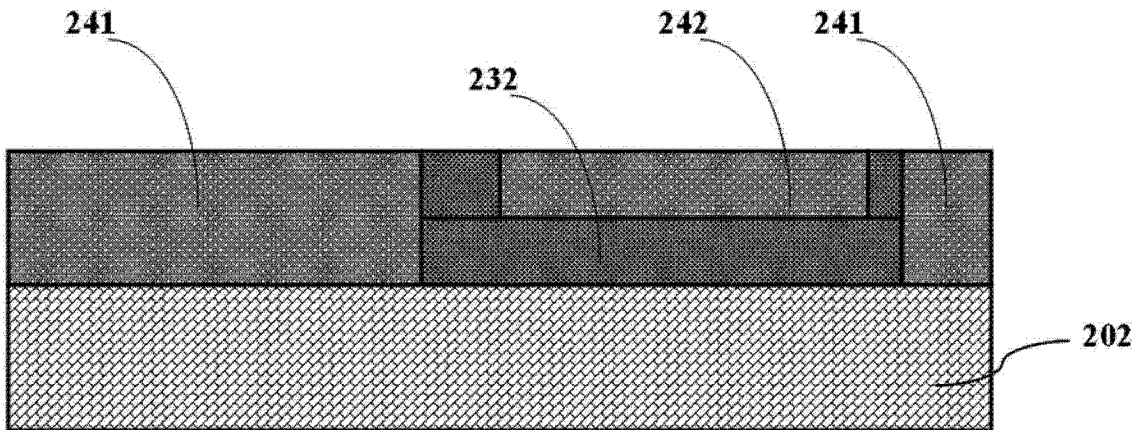


图 17

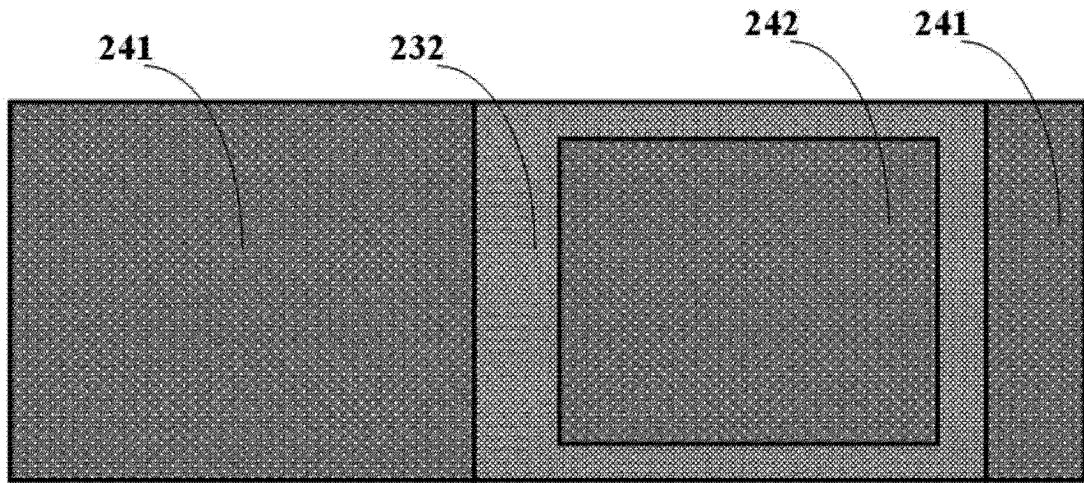


图 18

**200**

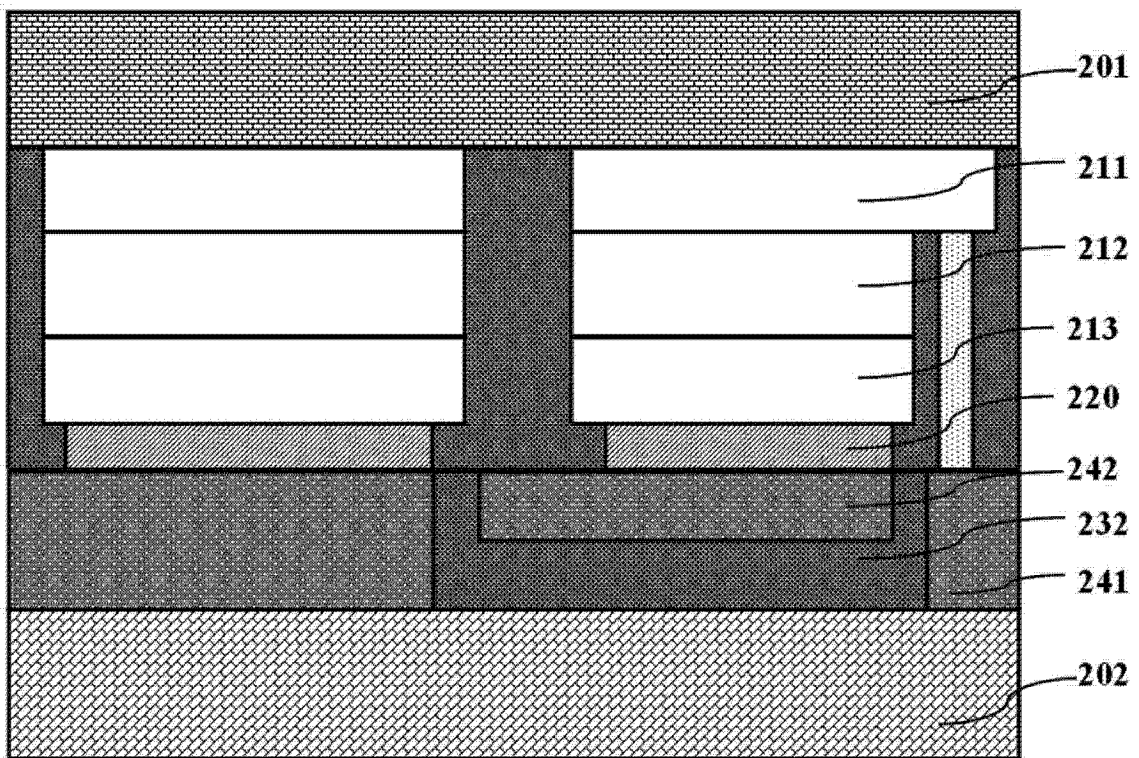


图 19

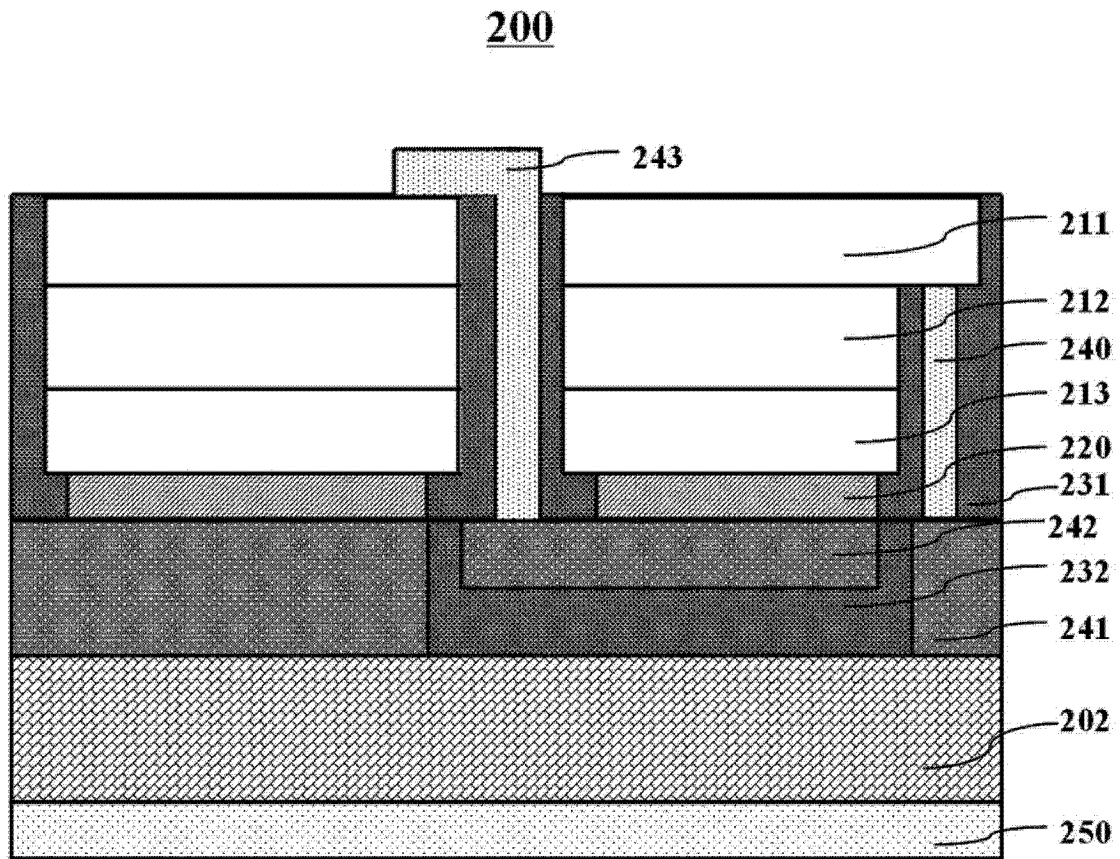


图 20