



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108054250 B

(45) 授权公告日 2022. 12. 16

(21) 申请号 201711383219.4

H01L 33/08 (2010.01)

(22) 申请日 2017.12.20

H01L 33/32 (2010.01)

H01L 33/36 (2010.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108054250 A

(56) 对比文件

CN 105206728 A, 2015.12.30

CN 105720151 A, 2016.06.29

CN 101071841 A, 2007.11.14

CN 102130144 A, 2011.07.20

CN 102130242 A, 2011.07.20

CN 106057863 A, 2016.10.26

CN 105226147 A, 2016.01.06

US 2011210351 A1, 2011.09.01

(43) 申请公布日 2018.05.18

(73) 专利权人 山东晶大光电科技有限公司

地址 250000 山东省济南市高新区开拓路  
2269号维旺生物产业园3号楼1层1-101-1

(72) 发明人 张捷

(74) 专利代理机构 北京方舟长风知识产权代理  
事务所(普通合伙) 16077

专利代理师 贾年龙

审查员 刘辉

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2010.01)

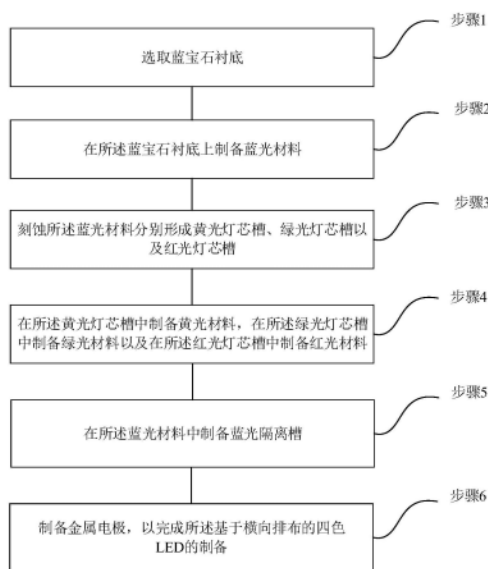
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

基于横向排布的四色LED制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于横向排布的四色LED制备方法。该制备方法包括:选取蓝宝石衬底;在所述蓝宝石衬底上制备蓝光材料;刻蚀所述蓝光材料分别形成黄光灯芯槽、绿光灯芯槽以及红光灯芯槽;在所述黄光灯芯槽中制备黄光材料,在所述绿光灯芯槽中制备绿光材料以及在所述红光灯芯槽中制备红光材料;在所述蓝光材料中制备蓝光隔离槽;制备金属电极,以完成所述基于横向排布的四色LED的制备。本发明通过将四种色彩的材料制备在同一LED器件中,产生多种颜色的光,可以解决现有技术中LED封装器件涂覆荧光粉导致LED器件发光效率低、集成度低的缺陷。



1. 一种基于横向排布的四色LED制备方法,其特征在于,包括:

选取蓝宝石衬底;

在所述蓝宝石衬底上制备蓝光材料;

刻蚀所述蓝光材料分别形成黄光灯芯槽、绿光灯芯槽以及红光灯芯槽;

在所述黄光灯芯槽中制备黄光材料,在所述绿光灯芯槽中制备绿光材料以及在所述红光灯芯槽中制备红光材料;

在所述蓝光材料中制备蓝光隔离槽;

制备金属电极,以完成所述基于横向排布的四色LED的制备;

在所述蓝宝石衬底上制备蓝光材料,包括:在所述蓝宝石衬底上依次生长第一Ga<sub>N</sub>缓冲层、第一Ga<sub>N</sub>稳定层、第一n型Ga<sub>N</sub>层、第一多量子阱层、第一AlGa<sub>N</sub>阻挡层以及第一p型Ga<sub>N</sub>层以完成所述多量子阱蓝光材料的制备;其中,所述第一多量子阱层为第一Ga<sub>N</sub>势垒层和第一InGa<sub>N</sub>量子阱层依次周期性层叠分布;

刻蚀所述蓝光材料分别形成黄光灯芯槽、绿光灯芯槽以及红光灯芯槽,包括:利用PECVD工艺在所述第一p型Ga<sub>N</sub>表面淀积第一氧化层;利用湿法刻蚀工艺在所述第一氧化层上分别刻蚀黄光矩形窗口、绿光矩形窗口以及红光矩形窗口;利用干法刻蚀工艺刻蚀所述黄光矩形窗口、所述绿光矩形窗口以及所述红光矩形窗口下的材料,一直刻蚀到所述第一Ga<sub>N</sub>缓冲层,且不完全将所述第一Ga<sub>N</sub>缓冲层刻蚀掉,对应形成所述黄光灯芯槽、所述绿光灯芯槽以及所述红光灯芯槽;

在所述黄光灯芯槽中制备黄光材料,包括:在所述黄光灯芯槽中依次生长第二Ga<sub>N</sub>缓冲层、第二Ga<sub>N</sub>稳定层、第二n型Ga<sub>N</sub>层、第二多量子阱层、第二AlGa<sub>N</sub>阻挡层以及第二p型Ga<sub>N</sub>层以完成所述多量子阱黄光材料的制备;其中,所述第二多量子阱层为第二Ga<sub>N</sub>势垒层和第二nGa<sub>N</sub>量子阱层依次周期性层叠分布;

在所述绿光灯芯槽中制备绿光材料,包括:在所述绿光灯芯槽中依次生长第三Ga<sub>N</sub>缓冲层、第三Ga<sub>N</sub>稳定层、第三n型Ga<sub>N</sub>层、第三多量子阱层、第三AlGa<sub>N</sub>阻挡层以及第三p型Ga<sub>N</sub>层以完成所述多量子阱绿光材料的制备;其中,所述第三多量子阱层为第三Ga<sub>N</sub>势垒层和第三nGa<sub>N</sub>量子阱层依次周期性层叠分布;

在所述红光灯芯槽中制备红光材料,包括:在所述红光灯芯槽中依次生长第四Ga<sub>N</sub>缓冲层、n型GaAs缓冲层、n型GaAs稳定层、第四多量子阱层、p型AlGaInP阻挡层以及p型GaAs层以完成所述多量子阱绿光材料的制备;其中,所述第四多量子阱层为GaInP势垒层和AlGaInP量子阱层依次周期性层叠分布;

制备金属电极,包括:利用刻蚀工艺刻蚀所述蓝光材料的第一p型Ga<sub>N</sub>层、第一AlGa<sub>N</sub>阻挡层、第一多量子阱层和第一n型Ga<sub>N</sub>层,直至刻蚀到第一Ga<sub>N</sub>稳定层;在所述第一Ga<sub>N</sub>稳定层表面制备整个器件的负电极;在所述第一p型Ga<sub>N</sub>层表面制备蓝光材料的正电极;在所述第二p型Ga<sub>N</sub>层表面制备黄光材料的正电极;在所述第三p型Ga<sub>N</sub>层表面制备绿光材料的正电极;在所述p型GaAs层表面制备红光材料的正电极。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,刻蚀所述蓝光材料分别形成黄光灯芯槽、绿光灯芯槽以及红光灯芯槽之后,还包括:

去掉器件表面的所述第一氧化层;

在整个器件上表面淀积第二氧化层;

利用干法刻蚀工艺刻蚀所述第二氧化层,分别在所述黄光灯芯槽、所述绿光灯芯槽以及所述红光灯芯槽四周形成氧化隔离层。

3.如权利要求1所述的制备方法,其特征在于,在所述蓝光材料中制备蓝光隔离槽,包括:

利用PECVD工艺在整个器件表面淀积第三氧化层;

利用湿法刻蚀工艺在所述第三氧化层上制备矩形边框窗口;

利用干法刻蚀工艺刻蚀矩形边框窗口下的材料形成所述蓝光隔离槽。

4.如权利要求1所述的制备方法,其特征在于,在所述蓝光材料中制备蓝光隔离槽之后,还包括:

在所述蓝光隔离槽内填充第四氧化层;

利用化学机械抛光工艺去除整个器件表面的所述第四氧化层,形成蓝光隔离。

## 基于横向排布的四色LED制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及集成电路技术领域,特别涉及一种基于横向排布的四色LED制备方法。

### 背景技术

[0002] LED (Lighting Emitting Diode) 即发光二极管,是一种半导体固体发光器件。它是利用固体半导体芯片作为发光材料,在半导体中通过载流子发生复合放出过剩的能量而引起光子发射,直接发出红、黄、蓝、绿色的光。LED为一种新型的固态光源,其具有体积小、发光效率高、能耗低、寿命长、无汞污染、全固态、响应迅速、工作电压低、安全可靠等诸多方面的优点。

[0003] 利用三基色原理,在LED器件封装时添加荧光粉,可以发出任意颜色的光,因此可以利用LED作为光源进行照明。现有技术中,LED涂敷荧光粉的方式主要有:荧光粉远离芯片、荧光粉均匀分布在封装材料和荧光粉紧贴芯片表面的封装方式。其中荧光粉均匀分布在封装材料的封装方式容易操作,但该封装方式荧光粉的激发效率较低;由于荧光粉远离芯片的工艺繁杂且难以控制至今还未实现工业化生产;荧光粉紧贴芯片的封装方式是借助中介封装材料与芯片粘结在一起,缺陷是中介封装材料的折射率较低,芯片发出的光容易产生全反射而导致热量聚集,反而降低芯片的出光效率并影响荧光粉的激发(荧光粉所处的激发温度相对较高)。将荧光粉直接涂覆已固晶焊线的半成品上,这又会造成荧光粉的大量浪费。因此,如何设计出一种新型的LED,减少荧光粉的涂敷成为亟待解决的问题。

### 发明内容

[0004] 因此,为解决现有技术存在的技术缺陷和不足,本发明提出一种基于横向排布的四色LED制备方法。

[0005] 具体地,本发明一个实施例提出的一种基于横向排布的四色LED制备方法,包括:

[0006] 选取蓝宝石衬底;

[0007] 在所述蓝宝石衬底上制备蓝光材料;

[0008] 刻蚀所述蓝光材料分别形成黄光灯芯槽、绿光灯芯槽以及红光灯芯槽;

[0009] 在所述黄光灯芯槽中制备黄光材料,在所述绿光灯芯槽中制备绿光材料以及在所述红光灯芯槽中制备红光材料;

[0010] 在所述蓝光材料中制备蓝光隔离槽;

[0011] 制备金属电极,以完成所述基于横向排布的四色LED的制备。

[0012] 在本发明的一个实施例中,在所述蓝宝石衬底上制备蓝光材料,包括:在所述蓝宝石衬底上依次生长第一GaN缓冲层、第一GaN稳定层、第一n型GaN层、第一多量子阱层、第一AlGaIn阻挡层以及第一p型GaIn层以完成所述多量子阱蓝光材料的制备;其中,所述第一多量子阱层为第一GaIn势垒层和第一InGaIn量子阱层依次周期性层叠分布。

[0013] 在本发明的一个实施例中,刻蚀所述蓝光材料分别形成黄光灯芯槽、绿光灯芯槽以及红光灯芯槽,包括:

- [0014] 利用PECVD工艺在所述第一p型GaN表面淀积第一氧化层；
- [0015] 利用湿法刻蚀工艺在所述第一氧化层上分别刻蚀黄光矩形窗口、绿光矩形窗口以及红光矩形窗口；
- [0016] 利用干法刻蚀工艺刻蚀所述黄光矩形窗口、所述绿光矩形窗口以及所述红光矩形窗口下的材料，对应形成所述黄光灯芯槽、所述绿光灯芯槽以及所述红光灯芯槽。
- [0017] 在本发明的一个实施例中，刻蚀所述蓝光材料分别形成黄光灯芯槽、绿光灯芯槽以及红光灯芯槽之后，还包括：
- [0018] 去掉器件表面的所述第一氧化层；
- [0019] 在整个器件上表面淀积第二氧化层；
- [0020] 利用干法刻蚀工艺刻蚀所述第二氧化层，分别在所述黄光灯芯槽、所述绿光灯芯槽以及所述红光灯芯槽四周形成氧化隔离层。
- [0021] 在本发明的一个实施例中，在所述黄光灯芯槽中制备黄光材料，包括：在所述黄光灯芯槽中依次生长第二GaN缓冲层、第二GaN稳定层、第二n型GaN层、第二多量子阱层、第二AlGaIn阻挡层以及第二p型GaN层以完成所述多量子阱黄光材料的制备；其中，所述第二多量子阱层为第二GaN势垒层和第二nGaIn量子阱层依次周期性层叠分布。
- [0022] 在本发明的一个实施例中，在所述绿光灯芯槽中制备绿光材料，包括：在所述绿光灯芯槽中依次生长第三GaN缓冲层、第三GaN稳定层、第三n型GaN层、第三多量子阱层、第三AlGaIn阻挡层以及第三p型GaN层以完成所述多量子阱绿光材料的制备；其中，所述第三多量子阱层为第三GaN势垒层和第三nGaIn量子阱层依次周期性层叠分布。
- [0023] 在本发明的一个实施例中，在所述红光灯芯槽中制备红光材料，包括：在所述红光灯芯槽中依次生长第四GaN缓冲层、n型GaAs缓冲层、n型GaAs稳定层、第四多量子阱层、p型AlGaInP阻挡层以及p型GaAs层以完成所述多量子阱绿光材料的制备；其中，所述第四多量子阱层为GaInP势垒层和AlGaInP量子阱层依次周期性层叠分布。
- [0024] 在本发明的一个实施例中，在所述蓝光材料中制备蓝光隔离槽，包括：
- [0025] 利用PECVD工艺在整个器件表面淀积第三氧化层；
- [0026] 利用湿法刻蚀工艺在所述第三氧化层上制备矩形边框窗口；
- [0027] 利用干法刻蚀工艺刻蚀矩形边框窗口下的材料形成所述蓝光隔离槽。
- [0028] 在本发明的一个实施例中，在所述蓝光材料中制备蓝光隔离槽之后，还包括：
- [0029] 在所述蓝光隔离槽内填充第四氧化层；
- [0030] 利用化学机械抛光工艺去除整个器件表面的所述第三氧化层，形成蓝光隔离。
- [0031] 在本发明的一个实施例中，制备金属电极，包括：
- [0032] 利用刻蚀工艺刻蚀所述蓝光材料的第一p型GaN层、第一AlGaIn阻挡层、第一多量子阱层和第一n型GaN层，直至刻蚀到第一GaN稳定层；
- [0033] 在所述第一GaN稳定层表面制备整个器件的负电极；
- [0034] 在所述第一p型GaN层表面制备蓝光材料的正电极；
- [0035] 在所述第二p型GaN层表面制备黄光材料的正电极；
- [0036] 在所述第三p型GaN层表面制备绿光材料的正电极；
- [0037] 在所述p型GaAs层表面制备红光材料的正电极。
- [0038] 本发明具有如下有益效果：

[0039] 1) 本发明将四种色彩的材料制备在同一LED器件中,单LED芯片即可产生多种颜色的光,因此极大地减小荧光粉的涂覆;

[0040] 2) 本发明将四种色彩的材料制备在同一LED器件中,器件集成度高,降低LED的生产成本;

[0041] 3) 本发明通过分别制备四种色彩材料的电极控制四种色彩材料的LED发光,可以更加灵活地调节LED的发光颜色。

[0042] 通过以下参考附图的详细说明,本发明的其它方面和特征变得明显。但是应当知道,该附图仅仅为解释的目的设计,而不是作为本发明的范围的限定,这是因为其应当参考附加的权利要求。还应当知道,除非另外指出,不必要依比例绘制附图,它们仅仅力图概念地说明此处描述的结构和流程。

### 附图说明

[0043] 下面将结合附图,对本发明的具体实施方式进行详细的说明。

[0044] 图1为本发明实施例提供的一种基于横向排布的四色LED制备方法流程图;

[0045] 图2为本发明实施例提供的一种蓝光材料的生长示意图;

[0046] 图3为本发明实施例提供的一种第一多量子阱层的生长示意图;

[0047] 图4为本发明实施例提供的一种黄光灯芯槽的制备示意图;

[0048] 图5为本发明实施例提供的一种黄光材料的生长示意图;

[0049] 图6为本发明实施例提供的一种第二多量子阱层的生长示意图;

[0050] 图7为本发明实施例提供的一种绿光灯芯槽的制备示意图;

[0051] 图8为本发明实施例提供的一种绿光材料的生长示意图;

[0052] 图9为本发明实施例提供的一种第三多量子阱层的生长示意图;

[0053] 图10为本发明实施例提供的一种红光灯芯槽的制备示意图;

[0054] 图11为本发明实施例提供的一种红光材料的生长示意图;

[0055] 图12为本发明实施例提供的一种第四多量子阱层的生长示意图;

[0056] 图13为本发明实施例提供的一种蓝光隔离示意图;

[0057] 图14为本发明实施例提供的一种电极制作俯视示意图;

[0058] 图15为本发明实施例提供的一种电极制作剖面示意图。

### 具体实施方式

[0059] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0060] 实施例一

[0061] 请参见图1,图1为本发明实施例提供的一种基于横向排布的四色LED制备方法流程图。该制备方法包括如下步骤:

[0062] 步骤1、选取蓝宝石衬底;

[0063] 步骤2、在所述蓝宝石衬底上制备蓝光材料;

[0064] 步骤3、刻蚀所述蓝光材料分别形成黄光灯芯槽、绿光灯芯槽以及红光灯芯槽;

[0065] 步骤4、在所述黄光灯芯槽中制备黄光材料,在所述绿光灯芯槽中制备绿光材料以

及在所述红光灯芯槽中制备红光材料；

[0066] 步骤5、在所述蓝光材料中制备蓝光隔离槽；

[0067] 步骤6、制备金属电极，以完成所述基于横向排布的四色LED的制备。

[0068] 其中，对于步骤2，可以包括：在所述蓝宝石衬底上制备蓝光材料，包括：在所述蓝宝石衬底上依次生长第一GaN缓冲层、第一GaN稳定层、第一n型GaN层、第一多量子阱层、第一AlGaIn阻挡层以及第一p型GaInP层以完成所述多量子阱蓝光材料的制备；其中，所述第一多量子阱层为第一GaN势垒层和第一InGaIn量子阱层依次周期性层叠分布。

[0069] 利用PECVD工艺在所述第一p型GaInP表面淀积第一氧化层；利用湿法刻蚀工艺在所述第一氧化层上分别刻蚀黄光矩形窗口、绿光矩形窗口以及红光矩形窗口；利用干法刻蚀工艺刻蚀所述黄光矩形窗口、所述绿光矩形窗口以及所述红光矩形窗口下的材料，对应形成所述黄光灯芯槽、所述绿光灯芯槽以及所述红光灯芯槽。

[0070] 进一步地，步骤3之后还可以包括：

[0071] 去掉器件表面的所述第一氧化层；

[0072] 在整个器件上表面淀积第二氧化层；

[0073] 利用干法刻蚀工艺刻蚀所述第二氧化层，分别在所述黄光灯芯槽、所述绿光灯芯槽以及所述红光灯芯槽四周形成氧化隔离层。

[0074] 其中，对于步骤4中在所述黄光灯芯槽中制备黄光材料，可以包括：

[0075] 在所述黄光灯芯槽中制备黄光材料，包括：在所述黄光灯芯槽中依次生长第二GaInP缓冲层、第二GaInP稳定层、第二n型GaInP层、第二多量子阱层、第二AlGaIn阻挡层以及第二p型GaInP层以完成所述多量子阱黄光材料的制备；其中，所述第二多量子阱层为第二GaInP势垒层和第二nGaInP量子阱层依次周期性层叠分布。

[0076] 其中，对于步骤4中在所述绿光灯芯槽中制备绿光材料，可以包括：

[0077] 在所述绿光灯芯槽中制备绿光材料，包括：在所述绿光灯芯槽中依次生长第三GaInP缓冲层、第三GaInP稳定层、第三n型GaInP层、第三多量子阱层、第三AlGaIn阻挡层以及第三p型GaInP层以完成所述多量子阱绿光材料的制备；其中，所述第三多量子阱层为第三GaInP势垒层和第三nGaInP量子阱层依次周期性层叠分布。

[0078] 其中，对于步骤4中在所述红光灯芯槽中制备红光材料，可以包括：

[0079] 在所述红光灯芯槽中制备红光材料，包括：在所述红光灯芯槽中依次生长第四GaInP缓冲层、n型GaAs缓冲层、n型GaAs稳定层、第四多量子阱层、p型AlGaInP阻挡层以及p型GaAs层以完成所述多量子阱绿光材料的制备；其中，所述第四多量子阱层为GaInP势垒层和AlGaInP量子阱层依次周期性层叠分布。

[0080] 其中，对于步骤5，可以包括：

[0081] 利用PECVD工艺在整个器件表面淀积第三氧化层；

[0082] 利用湿法刻蚀工艺在所述第三氧化层上制备矩形边框窗口；

[0083] 利用干法刻蚀工艺刻蚀矩形边框窗口下的材料形成所述蓝光隔离槽。

[0084] 进一步地，步骤5之后还可以包括：

[0085] 在所述蓝光隔离槽内填充第四氧化层；

[0086] 利用化学机械抛光工艺去除整个器件表面的所述第三氧化层，形成蓝光隔离。

[0087] 其中，对于步骤6，可以包括：

[0088] 利用刻蚀工艺刻蚀所述蓝光材料的第一p型GaN层、第一AlGaIn阻挡层、第一多量子阱层和第一n型GaIn层,直至刻蚀到第一GaIn稳定层;

[0089] 在所述第一GaIn稳定层表面制备整个器件的负电极;

[0090] 在所述第一p型GaIn层表面制备蓝光材料的正电极;

[0091] 在所述第二p型GaIn层表面制备黄光材料的正电极;

[0092] 在所述第三p型GaIn层表面制备绿光材料的正电极;

[0093] 在所述p型GaAs层表面制备红光材料的正电极。

[0094] 本实施例通过将多种色彩的材料制备在同一LED器件中,产生多种颜色的光,可以解决现有技术中LED封装器件涂覆荧光粉导致LED器件发光效率低、集成度低的缺陷。

[0095] 实施例二

[0096] 请参见图2~图15,图2为本发明实施例提供的一种蓝光材料的生长示意图;图3为本发明实施例提供的一种第一多量子阱层的生长示意图;图4为本发明实施例提供的一种黄光灯芯槽的制备示意图;图5为本发明实施例提供的一种黄光材料的生长示意图;图6为本发明实施例提供的一种第二多量子阱层的生长示意图;图7为本发明实施例提供的一种绿光灯芯槽的制备示意图;图8为本发明实施例提供的一种绿光材料的生长示意图;图9为本发明实施例提供的一种第三多量子阱层的生长示意图;图10为本发明实施例提供的一种红光灯芯槽的制备示意图;图11为本发明实施例提供的一种红光材料的生长示意图;图12为本发明实施例提供的一种第四多量子阱层的生长示意图;图13为本发明实施例提供的一种蓝光隔离示意图;图14为本发明实施例提供的一种电极制作俯视示意图;图15为本发明实施例提供的一种电极制作剖面示意图。

[0097] 在上述实施例的基础上,本实施例将较为详细地对本发明提出的制备方法进行介绍。该方法包括:

[0098] S10、蓝光材料的生长,如图2和图3所示

[0099] S101、选取蓝宝石衬底11,其中蓝宝石的晶面为(0001),在蓝宝石衬底11上生长第一GaIn缓冲层101,第一GaIn缓冲层101的厚度为3000~5000纳米,生长温度为400-600℃;

[0100] 优选地,第一GaIn缓冲层101的厚度为4000纳米;

[0101] 优选地,第一GaIn缓冲层101的生长温度为500℃。

[0102] S102、将温度升高至900-1050℃,在第一GaIn缓冲层101上生长第一GaIn稳定层102,第一GaIn稳定层102的厚度为500~1500纳米;

[0103] 优选地,第一GaIn稳定层102的厚度为1000纳米;

[0104] 优选地,第一GaIn稳定层102的生长温度为1000℃。

[0105] S103、保持S102中的温度不变,在第一GaIn稳定层102上生长第一n型GaIn层103,第一n型GaIn层103的厚度为200~1000纳米,掺杂杂质为Si,掺杂浓度为 $1 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ ;

[0106] 优选地,第一n型GaIn层103的生长温度为1000℃;

[0107] 优选地,第一n型GaIn层103的厚度为400纳米;

[0108] 优选地,第一n型GaIn层103的掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 。

[0109] S104、在第一n型GaIn层103上生长第一多量子阱层104,第一多量子阱层104为InGaIn/GaIn多量子阱结构。具体地,InGaIn/GaIn多量子阱结构为第一InGaIn量子阱层104b和第一GaIn势垒层104a依次周期层叠形成,层叠周期为8~30。第一InGaIn量子阱层104b的生长温



度为650~750℃,厚度为1.5~3.5纳米,其中In的含量约为10~20%,In的含量依据光波长定,含量越高光波波长越长。第一Ga<sub>N</sub>势垒层104a的生长温度为750~850℃,厚度为5~10纳米;

[0110] 优选地,第一InGa<sub>N</sub>量子阱层104b的生长温度为750℃;

[0111] 优选地,第一InGa<sub>N</sub>量子阱层104b的厚度为2.8纳米;

[0112] 优选地,第一Ga<sub>N</sub>势垒层104a的生长温度为850℃;

[0113] 优选地,第一Ga<sub>N</sub>势垒层104a的厚度为5纳米;

[0114] 优选地,第一InGa<sub>N</sub>量子阱层104b和第一Ga<sub>N</sub>势垒层104a的层叠周期为20。

[0115] S105、将温度升高至850~950℃,在第一多量子阱层104上生长p型第一AlGa<sub>N</sub>阻挡层105,第一AlGa<sub>N</sub>阻挡层105的厚度为10~40纳米;

[0116] 优选地,第一AlGa<sub>N</sub>阻挡层105的生长温度为900℃;

[0117] 优选地,第一AlGa<sub>N</sub>阻挡层105的厚度为20纳米。

[0118] S106、在第一AlGa<sub>N</sub>阻挡层105上生长第一p型Ga<sub>N</sub>层106,作为接触用,第一p型Ga<sub>N</sub>层106的厚度为100~300纳米的;

[0119] 优选地,第一p型Ga<sub>N</sub>层106的生长温度为900℃;

[0120] 优选地,第一p型Ga<sub>N</sub>层106的厚度为200纳米。

[0121] S11、在器件中制作黄光灯芯槽,如图4所示;

[0122] S111、利用PECVD工艺在第一p型Ga<sub>N</sub> 106表面淀积一层第一氧化层(即SiO<sub>2</sub>层),厚度为300~800纳米,优选地SiO<sub>2</sub>层的厚度为500纳米;

[0123] S112、利用湿法刻蚀工艺在SiO<sub>2</sub>层上刻蚀一个矩形窗口,矩形窗口的长和宽分别大于50微米,小于300微米,优选地,矩形窗口的长和宽为100微米;

[0124] S113、利用干法刻蚀工艺刻蚀SiO<sub>2</sub>矩形窗口下的材料,一直刻蚀到第一Ga<sub>N</sub>缓冲层101,形成黄光灯芯槽;

[0125] S114、去掉器件表面的SiO<sub>2</sub>层;

[0126] S115、在整个器件上表面淀积一层第二氧化层(即SiO<sub>2</sub>层),厚度为20~100纳米,优选地SiO<sub>2</sub>层的厚度为50纳米;

[0127] S116、利用干法刻蚀工艺刻蚀器件表面SiO<sub>2</sub>层,在黄光灯芯槽四周形成SiO<sub>2</sub>隔离12。

[0128] S12、黄光材料的生长,如图5和图6所示;

[0129] S121、在黄光灯芯槽中生长第二Ga<sub>N</sub>缓冲层201,第二Ga<sub>N</sub>缓冲层201的厚度为3000~5000纳米,生长温度为400~600℃;

[0130] 优选地,第二Ga<sub>N</sub>缓冲层301的厚度为4000纳米;

[0131] 优选地,第二Ga<sub>N</sub>缓冲层301的温度为500℃。

[0132] S122、将温度升高至900-1050℃,在第二Ga<sub>N</sub>缓冲层201上生长第二Ga<sub>N</sub>稳定层202,第二Ga<sub>N</sub>稳定层202的厚度为500~1500纳米;

[0133] 优选地,第二Ga<sub>N</sub>稳定层202的厚度为1000纳米;

[0134] 优选地,第二Ga<sub>N</sub>稳定层202的生长温度为1000℃。

[0135] S123、保持S122中的温度不变,在第二Ga<sub>N</sub>稳定层202上生长第二n型Ga<sub>N</sub>层203,第二n型Ga<sub>N</sub>层203的厚度为200~1000纳米,掺杂杂质为Si,掺杂浓度为 $1 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ;

- [0136] 优选地,第二n型GaN层203的生长温度为1000℃;
- [0137] 优选地,第二n型GaN层203的厚度为400纳米;
- [0138] 优选地,第二n型GaN层203的掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 。
- [0139] S124、在第二n型GaN层203上生长第二多量子阱层204,第二多量子阱层204为InGaN/GaN多量子阱结构。具体地,InGaN/GaN多量子阱结构为第二InGaN量子阱层204b和第二GaN势垒层204a依次周期层叠形成,层叠周期为8~30。第二InGaN量子阱层204b的生长温度为650~750℃,厚度均为1.5~3.5纳米,其中In的含量约为30~40%,In含量依据光波长定,含量越高光波波长越长。第二GaN势垒层204a的生长温度为750~850℃,厚度均为5~10纳米;
- [0140] 优选地,第二InGaN量子阱层204b的生长温度为750℃;
- [0141] 优选地,第二InGaN量子阱层204b的厚度为2.8纳米;
- [0142] 优选地,第二GaN势垒层204a的生长温度为850℃;
- [0143] 优选地,第二GaN势垒层204a的厚度为5纳米;
- [0144] 优选地,第二InGaN量子阱层204b和第二GaN势垒层204a的层叠周期为20。
- [0145] S125、将温度升高至850~950℃,在第二多量子阱层204上生长p型第二AlGaIn阻挡层205,第二AlGaIn阻挡层205的厚度为10~40纳米;
- [0146] 优选地,第二AlGaIn阻挡层205的生长温度为900℃;
- [0147] 优选地,第二AlGaIn阻挡层205的生长温度为20纳米。
- [0148] S126、在第二AlGaIn阻挡层205上生长第二p型GaIn层206,作为接触用,第二p型GaIn层206的厚度为100~300纳米的;
- [0149] 优选地,第二p型GaIn层206的生长温度为850℃;
- [0150] 优选地,第二p型GaIn层206的厚度为200纳米。
- [0151] S13、在器件中制作绿光灯芯槽,如图7所示;
- [0152] S131、利用PECVD工艺在器件表面淀积一层第一氧化层(即 $\text{SiO}_2$ 层),厚度为300~800纳米,优选地 $\text{SiO}_2$ 层的厚度为500纳米;
- [0153] S132、利用湿法刻蚀工艺在 $\text{SiO}_2$ 层上刻蚀一个矩形窗口,矩形窗口的长和宽分别大于50微米,小于300微米,优选地,矩形窗口的长和宽为100微米;
- [0154] S133、利用干法刻蚀工艺刻蚀 $\text{SiO}_2$ 矩形窗口下的材料,一直刻蚀到第一GaIn缓冲层101,形成绿光灯芯槽;
- [0155] S134、去掉器件表面的 $\text{SiO}_2$ 层;
- [0156] S135、在整个器件上表面重新淀积一层第二氧化层(即 $\text{SiO}_2$ 层),厚度为20~100纳米,优选地 $\text{SiO}_2$ 层的厚度为50纳米;
- [0157] S136、利用干法刻蚀工艺刻蚀器件表面 $\text{SiO}_2$ 层,在绿光灯芯槽四周形成 $\text{SiO}_2$ 隔离22。
- [0158] S14、绿光材料的生长,如图8和图9所示;
- [0159] S141、在绿光灯芯槽中生长第三GaIn缓冲层301,第三GaIn缓冲层301的厚度为3000~5000纳米,生长温度为400~600℃;
- [0160] 优选地,第三GaIn缓冲层301的厚度为4000纳米;
- [0161] 优选地,第三GaIn缓冲层301的温度为500℃。

- [0162] S142、将温度升高至900-1050℃,在第三GaN缓冲层301上生长第三GaN稳定层302,第三GaN稳定层302的厚度为500~1500纳米;
- [0163] 优选地,第三GaN稳定层302的厚度为1000纳米;
- [0164] 优选地,第三GaN稳定层302的生长温度为1000℃。
- [0165] S143、保持S142中的温度不变,在第三GaN稳定层302上生长第三n型GaN层303,第三n型GaN层303的厚度为200~1000纳米,掺杂杂质为Si,掺杂浓度为 $1*10^{18} \sim 5*10^{19} \text{cm}^{-3}$ ;
- [0166] 优选地,第三n型GaN层303的生长温度为1000℃;
- [0167] 优选地,第三n型GaN层303的厚度为400纳米;
- [0168] 优选地,第三n型GaN层303的掺杂浓度为 $1*10^{19} \text{cm}^{-3}$ 。
- [0169] S144、在第三n型GaN层303上生长第三多量子阱层304,第三多量子阱层304为InGaN/GaN多量子阱结构。具体地,InGaN/GaN多量子阱结构为第三InGaN量子阱层304b和第三GaN势垒层304a依次周期层叠形成,层叠周期为8~30。第三InGaN量子阱层304b的生长温度为650~750℃,厚度为1.5~3.5纳米,其中In的含量约为20~30%,In含量依据光波长定,含量越高光波波长越长。第三GaN势垒304a的生长温度为750~850℃,厚度均为5~10纳米;
- [0170] 优选地,第三InGaN量子阱层304b的生长温度为750℃;
- [0171] 优选地,第三InGaN量子阱层304b的厚度为2.8纳米;
- [0172] 优选地,第三GaN势垒层304a的生长温度为850℃;
- [0173] 优选地,第三GaN势垒层304a的厚度为5纳米;
- [0174] 优选地,第三InGaN量子阱层304b和第三GaN势垒层304a的层叠周期为20。
- [0175] S145、将温度升高至850~950℃,在第三多量子阱层304上生长p型第三AlGaIn阻挡层305,第三AlGaIn阻挡层305的厚度为10~40纳米;
- [0176] 优选地,第三AlGaIn阻挡层305的生长温度为900℃;
- [0177] 优选地,第三AlGaIn阻挡层305的生长温度为20纳米。
- [0178] S146、在第三AlGaIn阻挡层305上生长第三p型GaIn层306,作为接触用,第三p型GaIn层306的厚度为100~300纳米的;
- [0179] 优选地,第三p型GaIn层306的生长温度为850℃;
- [0180] 优选地,第三p型GaIn层306的厚度为200纳米。
- [0181] S15、在器件中制作红光灯芯槽,如图10所示,
- [0182] S151、利用PECVD工艺在器件表面淀积一层第一氧化层(即 $\text{SiO}_2$ 层),厚度为300~800纳米,优选地 $\text{SiO}_2$ 层的厚度为500纳米;
- [0183] S152、利用湿法刻蚀工艺在 $\text{SiO}_2$ 层上刻蚀一个矩形窗口,矩形窗口的长和宽分别大于50微米,小于300微米,优选地,矩形窗口的长和宽为100微米;
- [0184] S153、利用干法刻蚀工艺刻蚀 $\text{SiO}_2$ 矩形窗口下的材料,一直刻蚀到第一GaIn缓冲层101,形成红光灯芯槽;
- [0185] S154、去掉器件表面的 $\text{SiO}_2$ 层;
- [0186] S155、在整个器件上表面重新淀积一层第二氧化层(即 $\text{SiO}_2$ 层),厚度为20~100纳米,优选地 $\text{SiO}_2$ 层的厚度为50纳米;
- [0187] S156、利用干法刻蚀工艺刻蚀器件表面 $\text{SiO}_2$ 层,在红光灯芯槽四周形成 $\text{SiO}_2$ 隔离

32。

[0188] S16、红光材料的生长,如图11和图12所示;

[0189] S161、在红光灯芯槽中生长第四GaN缓冲层401,第四GaN缓冲层401的厚度为2000~3000纳米;

[0190] 优选地,第四GaN缓冲层401的厚度为2500纳米。

[0191] S162、在第四GaN缓冲层401上生长n型GaAs缓冲层402,n型GaAs缓冲层402的厚度为1000~2000纳米,掺杂浓度为 $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ;

[0192] 优选地,n型GaAs缓冲层402的厚度为1500纳米;

[0193] 优选地,n型GaAs缓冲层402的掺杂浓度为 $5 \times 10^{17}$ 。

[0194] S163、在n型GaAs缓冲层402上生长n型GaAs稳定层403,n型GaAs稳定层403的厚度为500~1000纳米,掺杂浓度为 $1 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ;

[0195] 优选地,n型GaAs稳定层403的厚度为400纳米;

[0196] 优选地,n型GaAs稳定层403的掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 。

[0197] S164、在n型GaAs稳定层403上生长第四多量子阱层404,第四多量子阱层404为GaInP/AlGaInP多量子阱结构。具体地,GaInP/AlGaInP多量子阱结构为AlGaInP量子阱层404b和GaInP势垒层404a依次周期层叠形成,层叠周期为8~30。AlGaInP量子阱层404b的厚度均为5~10纳米,其中Al的含量约为10~40%,Al含量依据光波长定,含量越高光波波长越长。GaInP势垒404a的厚度均为5~10纳米;

[0198] 优选地,AlGaInP量子阱层404b的厚度为7纳米;

[0199] 优选地,GaInP势垒层404a的厚度为7纳米;

[0200] 优选地,AlGaInP量子阱层404b和GaInP势垒层404a的层叠周期为20。

[0201] S165、将温度升高至850~950℃,在第四多量子阱层404上生长p型AlGaInP阻挡层405,p型AlGaInP阻挡层405的厚度为50~100纳米,掺杂浓度为 $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ,p型AlGaInP阻挡层405中Al的含量约为>30%;

[0202] 优选地,p型AlGaInP阻挡层405的Al的含量为40%;

[0203] 优选地,p型AlGaInP阻挡层405的厚度为100纳米;

[0204] 优选地,p型AlGaInP阻挡层405的掺杂浓度为 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 。

[0205] S166、在p型AlGaInP阻挡层405上生长p型GaAs层406,作为接触层,p型GaAs层406的厚度为100~500纳米,掺杂浓度为 $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ;

[0206] 优选地,p型GaAs层406的掺杂浓度为 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ;

[0207] 优选地,p型GaAs层406的厚度为150纳米。

[0208] S17、合成蓝光隔离,如图13所示;

[0209] S171、利用PECVD工艺在器件表面淀积一层第三氧化层(即 $\text{SiO}_2$ 层),厚度为300~800纳米,优选地 $\text{SiO}_2$ 层的厚度为500纳米;

[0210] S172、利用湿法刻蚀工艺在 $\text{SiO}_2$ 层上刻蚀一个矩形边框窗口,矩形窗口的长和宽分别大于5~30微米;

[0211] S173、利用干法刻蚀工艺刻蚀 $\text{SiO}_2$ 矩形边框窗口下的材料,一直刻蚀到第一GaInP缓冲层101,形成蓝光隔离槽;

[0212] S174、在矩形边框窗口内填充第四氧化层(即 $\text{SiO}_2$ );

- [0213] S175、化学机械抛光,去掉器件表面的SiO<sub>2</sub>层,形成蓝光隔离42。
- [0214] S18、电极制作与划片,如图14和图15所示;
- [0215] S181、利用PECVD工艺在整个器件上表面淀积SiO<sub>2</sub>层,SiO<sub>2</sub>层的厚度为300~800纳米;
- [0216] 优选地,SiO<sub>2</sub>层的厚度为500纳米。
- [0217] S182、在SiO<sub>2</sub>层刻蚀出整个器件的负电极窗口,利用干法刻蚀工艺刻蚀负电极窗口下的材料,即依次刻蚀第一p型GaN层106、第一AlGaIn阻挡层105、第一多量子阱层104和第一n型GaIn层103,直至刻蚀到第一GaIn稳定层102;
- [0218] S183、去掉器件表面的SiO<sub>2</sub>层,在整个器件上表面淀积SiO<sub>2</sub>层,厚度为300~800纳米,刻蚀SiO<sub>2</sub>层,分别在第一GaIn稳定层102表面形成第一接触电极窗口,在器件两侧的第一p型GaIn层106表面分别形成第二接触电极窗口和第六接触电极窗口,在第二p型GaIn层206表面形成第三接触电极窗口,在第三p型GaIn层306表面形成第四接触电极窗口,在p型GaAs层406表面形成第五接触电极窗口。
- [0219] S184、在接触电极窗口蒸镀金属Cr/Pt/Au,其中,Cr厚度为20~40纳米,Pt厚度为20~40纳米,Au厚度为800~1500纳米;
- [0220] 优选地,Cr厚度为30纳米;
- [0221] 优选地,Pt厚度为30纳米;
- [0222] 优选地,Au厚度为1200纳米。
- [0223] S185、在300~500℃温度下进行退火形成金属化合物,并去掉金属Cr/Pt/Au;
- [0224] 优选地,退火温度为350℃。
- [0225] S186、在金属化合物表面淀积金属,光刻金属,在第一接触电极窗口上形成整个器件的负电极51,在第二接触电极窗口上形成器件一侧蓝光材料的正电极52、在第三接触电极窗口上形成黄光材料的正电极53,在第四接触电极窗口上形成绿光材料的正电极54,在第五接触电极窗口上形成红光材料的正电极55,在第六接触电极窗口上形成器件另一侧蓝光材料的正电极56;
- [0226] S187、利用PECVD工艺,在整个器件表面淀积SiO<sub>2</sub>钝化层107;
- [0227] S188、图形光刻,露出电极焊盘所在的区域,以便后续在器件封装过程中引金线;
- [0228] S189、从蓝宝石衬底11背面开始将蓝宝石衬底11减薄至150微米以下;
- [0229] S190、在蓝宝石衬底11背面镀金属反射层,反射层的金属可以为Al、Ni、Ti等。
- [0230] 本实施例利用一侧的黄光和蓝光灯芯合成白光形成RGBW四色LED,本实施例中的5个电极分别单独接电,可以分别调节一侧黄光和蓝光灯芯上的电压,可以调节合成的白光的色温,实现合理配光,增加色彩丰富度。
- [0231] 综上所述,本文中应用了具体个例对本发明基于横向排布的四色LED制备方法的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制,本发明的保护范围应以所附的权利要求为准。

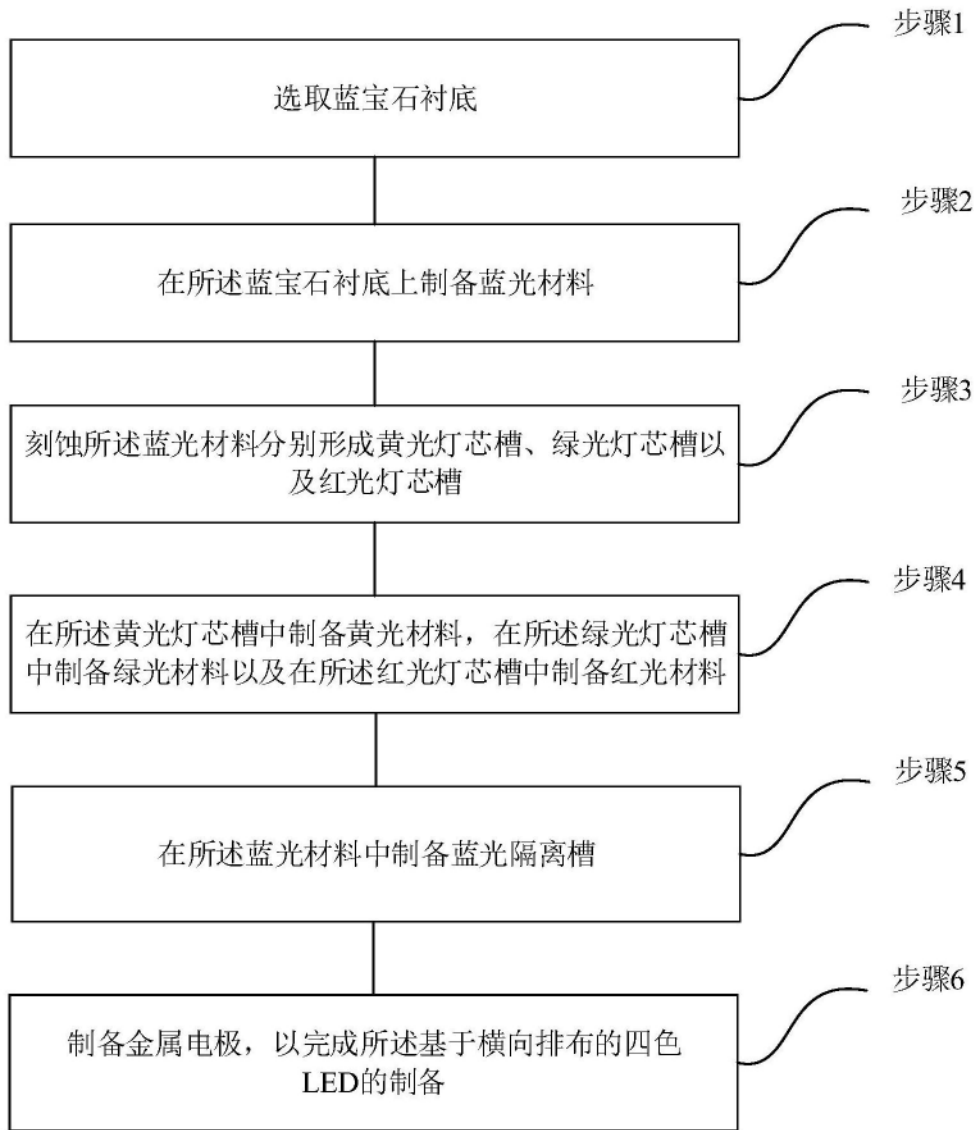


图1

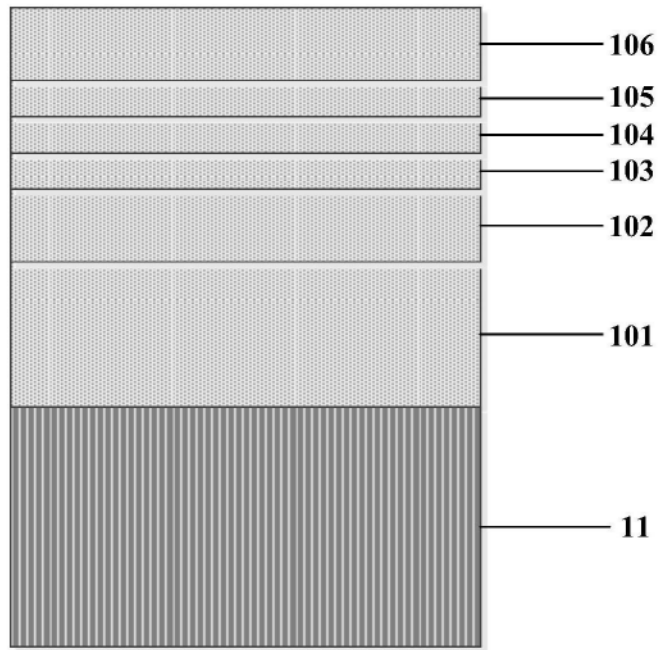


图2

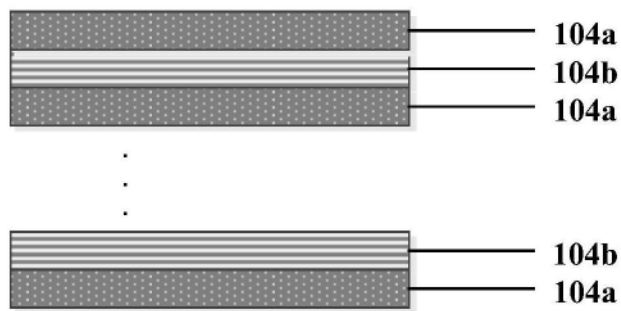


图3

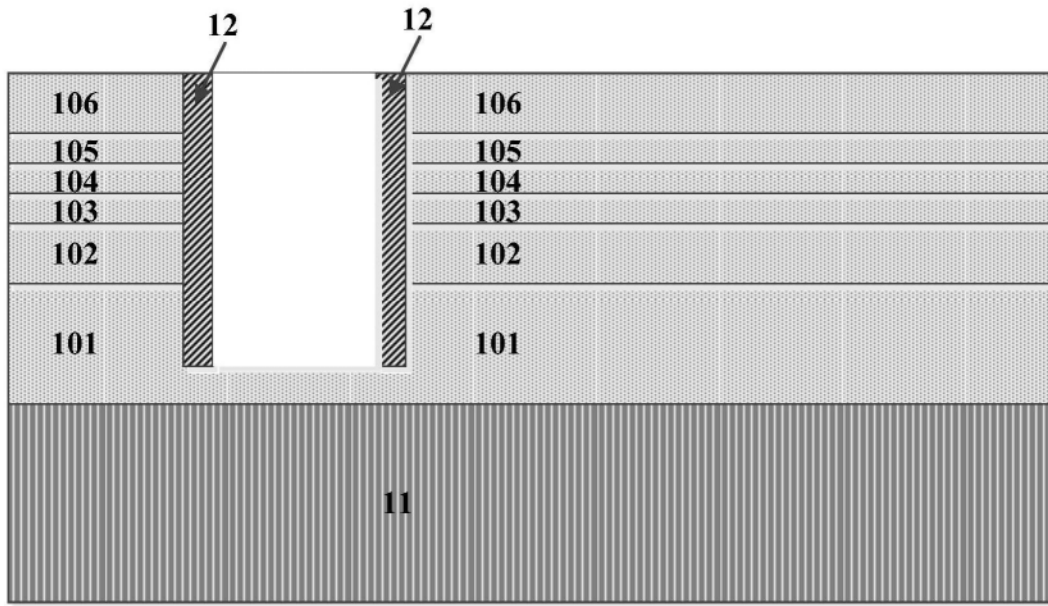


图4

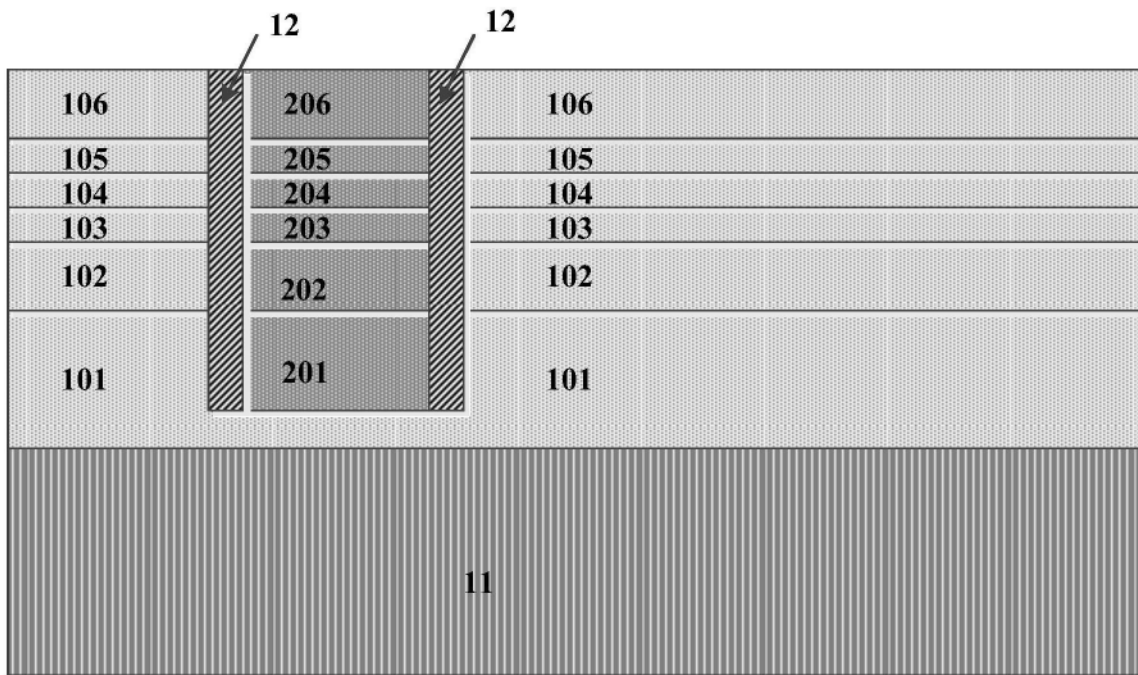


图5



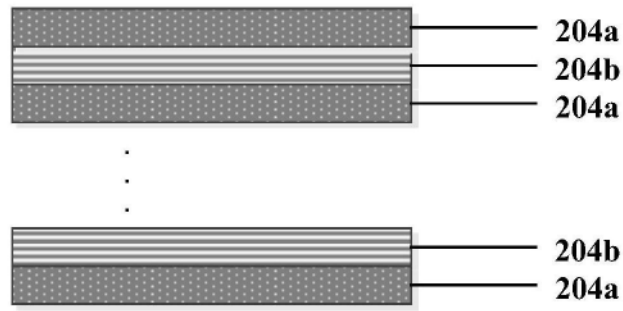


图6

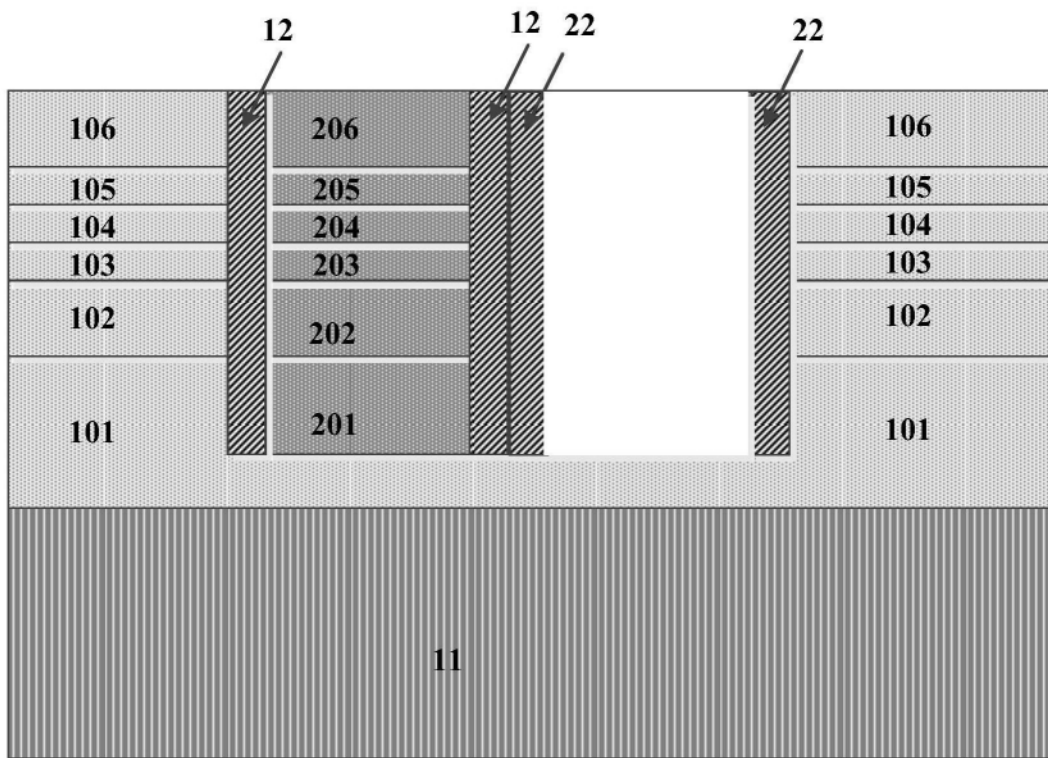


图7

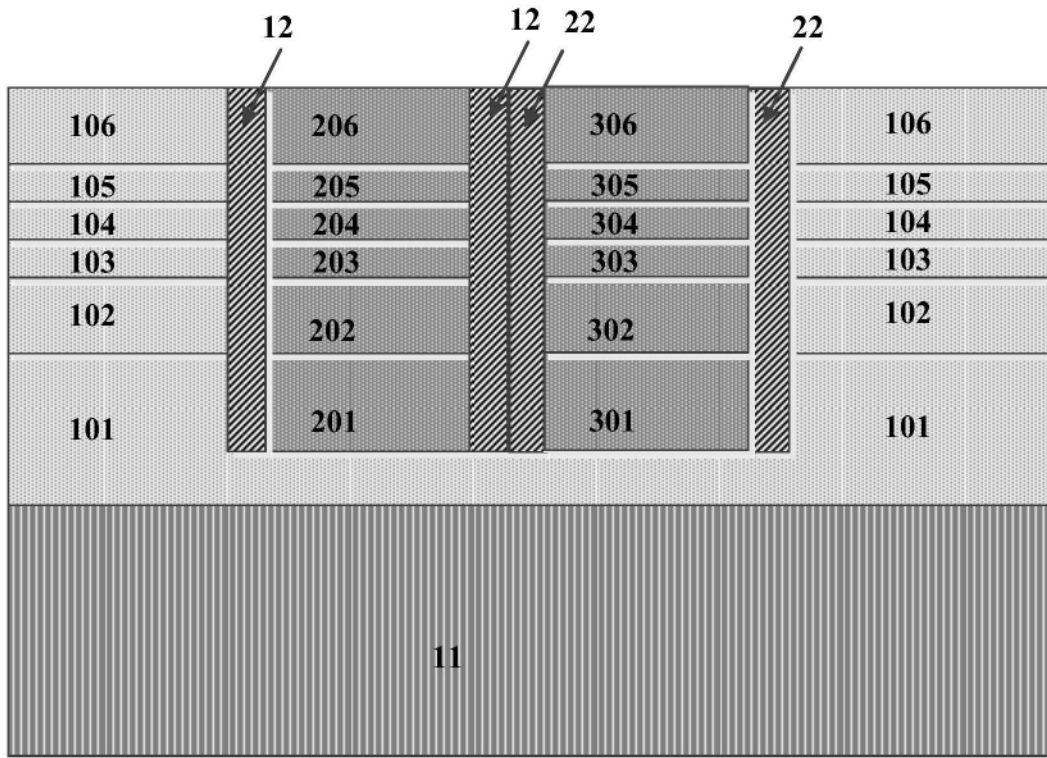


图8

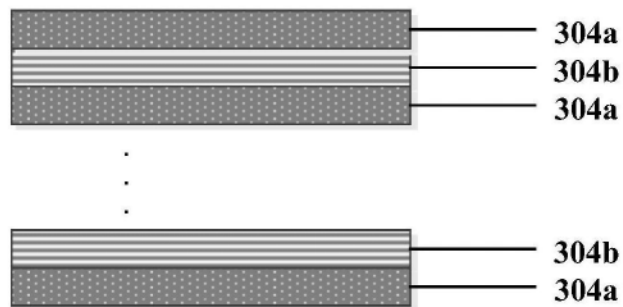


图9

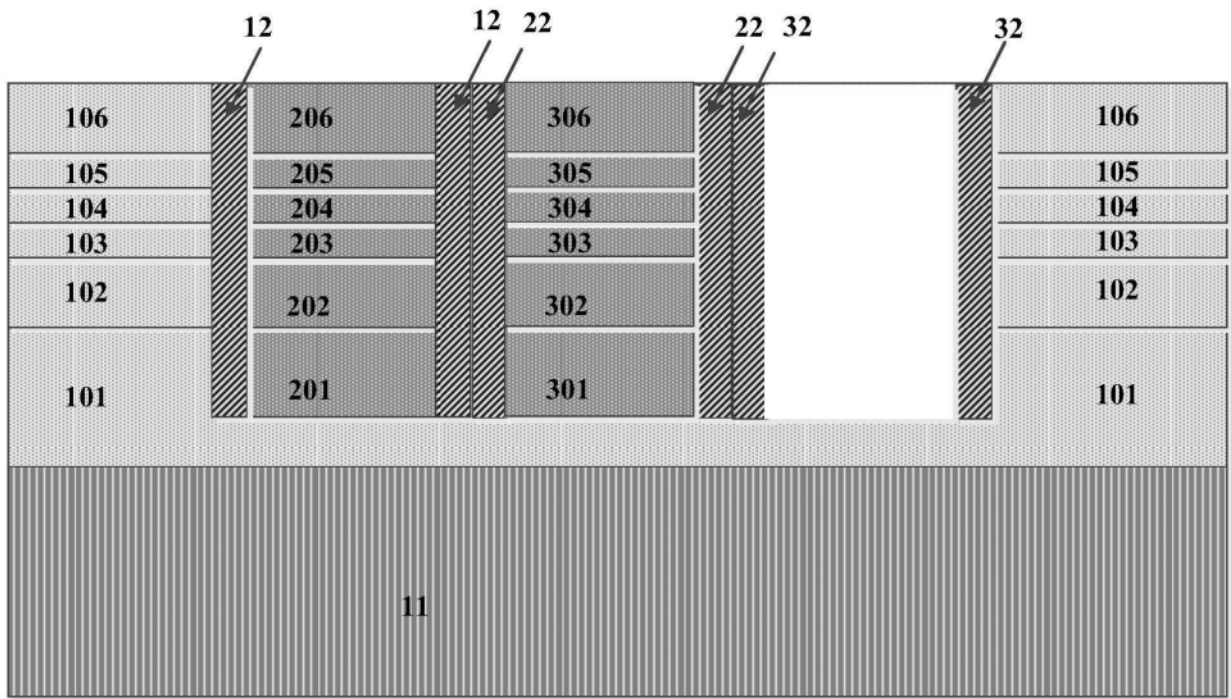


图10

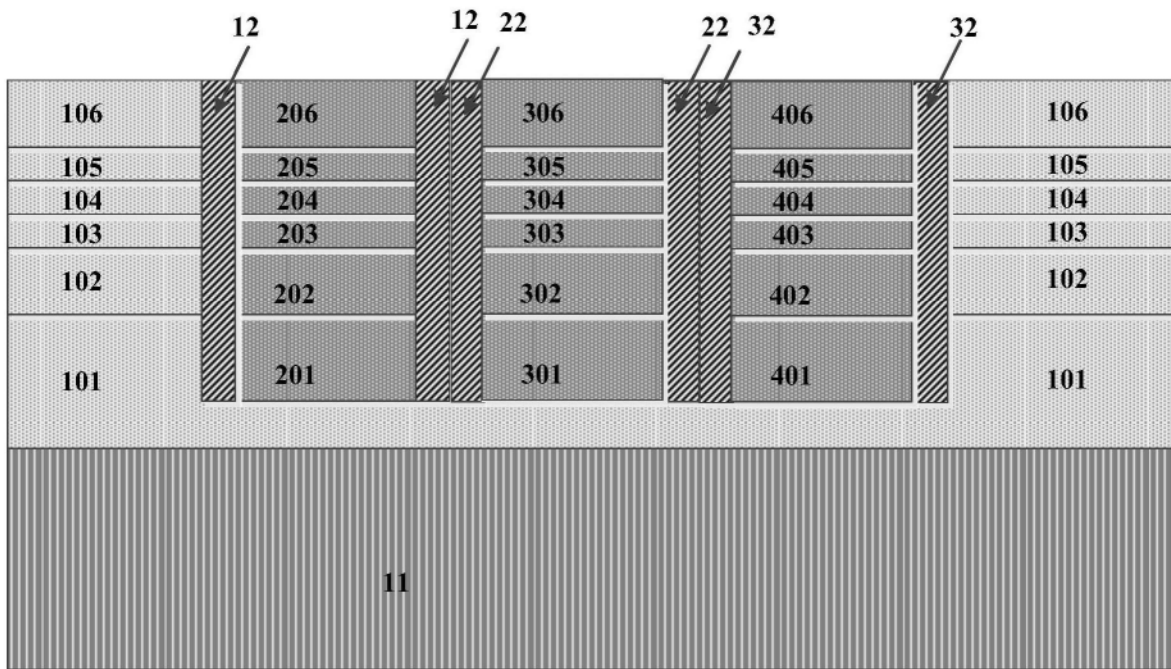


图11

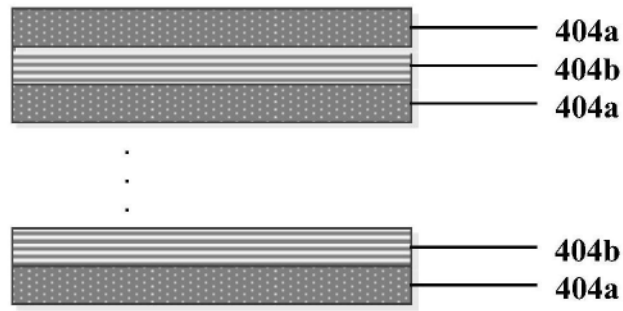


图12

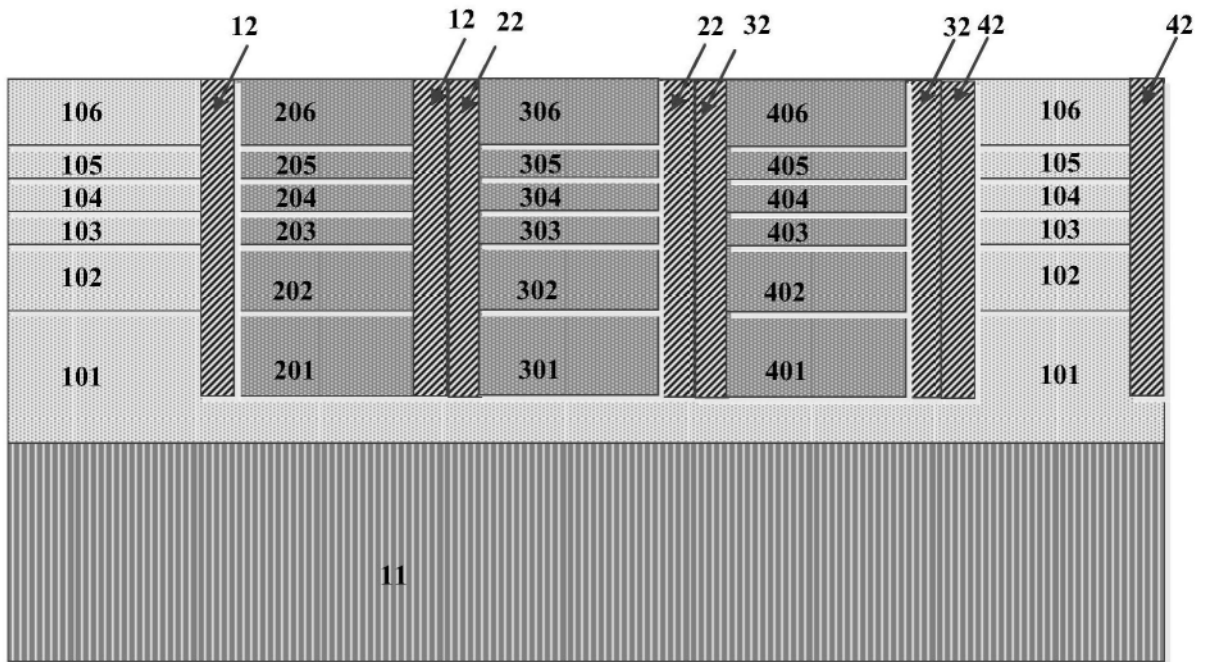


图13

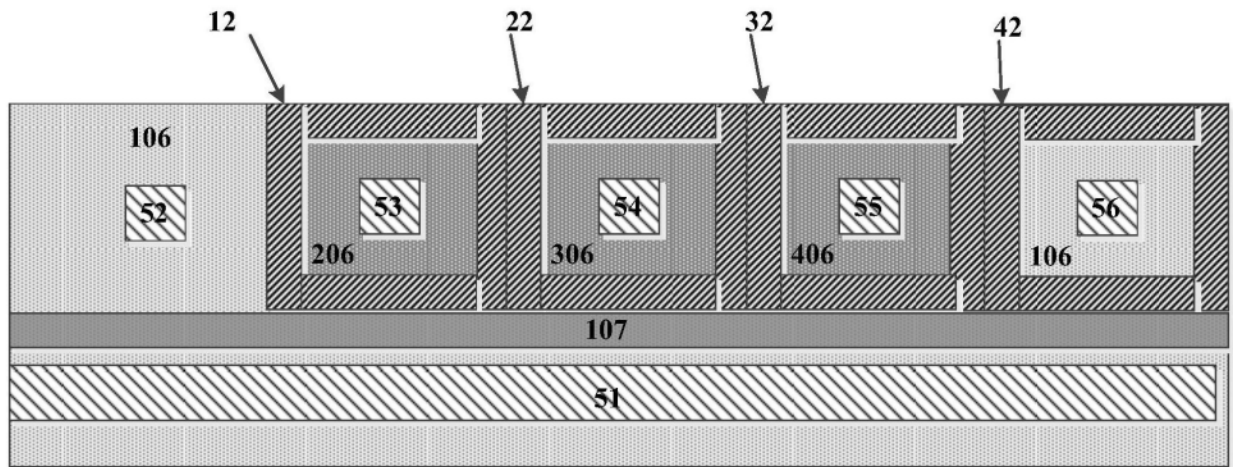


图14

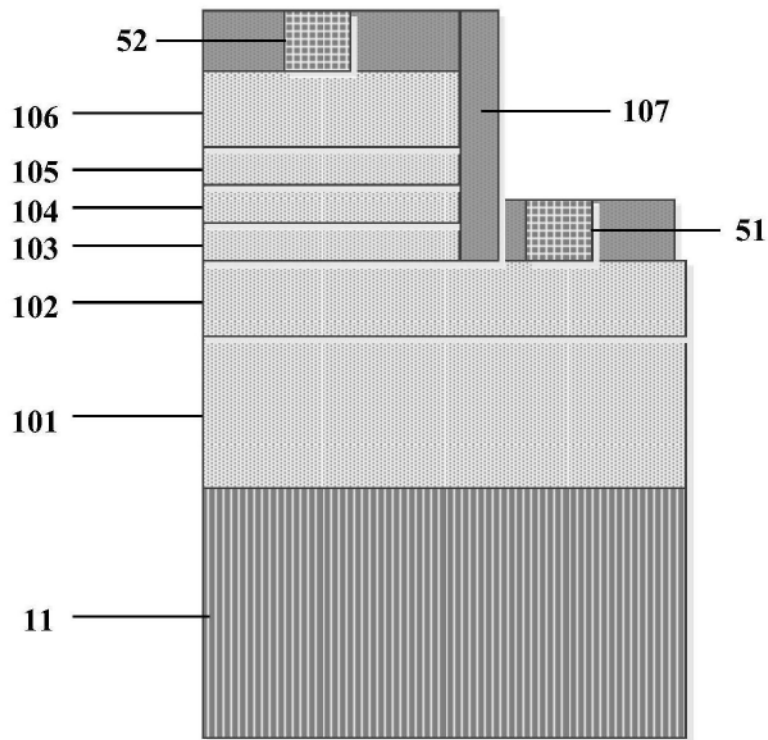


图15