



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103681997 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201210323673. 1

审查员 张佳良

(22) 申请日 2012. 09. 04

(73) 专利权人 鹤山丽得电子实业有限公司

地址 529728 广东省江门市鹤山市共和镇祥和路 326 号 H 栋

(72) 发明人 樊邦扬

(51) Int. Cl.

H01L 33/06(2010. 01)

H01L 33/00(2010. 01)

H01L 27/15(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2006081871 A1, 2006. 04. 20,

US 2006081871 A1, 2006. 04. 20,

CN 101689586 A, 2010. 03. 31,

JP 2002026393 A, 2002. 01. 25,

JP H1174566 A, 1999. 03. 16,

CN 101203966 A, 2008. 06. 18,

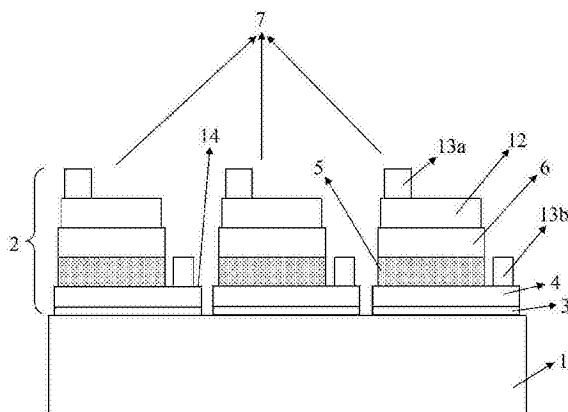
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种所需颜色发光二极管芯片的制造方法

(57) 摘要

本发明涉及发光二极管芯片领域,具体公开了一种所需颜色发光二极管芯片及其制作方法,包括衬底和形成于衬底上的外延层,所述外延层包括自下而上形成于衬底上的N型半导体层、有源层、P型半导体层;所述衬底上的外延层分离成至少两个发光模块,所述各发光模块的有源层分别注入有不同比例浓度的包含In和Al元素的离子,以对各发光模块的发光波长进行调节,从而使各发光模块实现所需颜色的发光。本发明结构简单,散热性好且出光效率高。



1. 一种所需颜色发光二极管芯片的制作方法,其特征在于:该制作方法包括以下步骤:

(1)、利用金属有机气相淀积 MOCVD 或分子束外延 MBE 技术,在衬底上生长 N 型半导体层,形成电子发射区;继续生长量子阱有源层,作为二极管的高亮度有源发光区;在高亮度有源发光区上生长 P 型半导体层,形成空穴发射区,完成外延片的制备;

(2)、通过图形曝光半导体平面工艺技术,并结合 ICP 刻蚀,使外延层根据芯片尺寸要求分离成多个大发光模块,且每个大发光模块至少分离成两个小发光模块,并同时在每个小发光模块上刻蚀出用于形成 N 电极的 N 型半导体层台面结构;

(3)、通过图形曝光技术,使用 ICP 刻蚀或者使用激光切割方式,使步骤 2 的大模块中的各小模块之间相互绝缘并独立,具体是将各小模块之间的导电物质全部去除,具体深度到衬底上表面;

(4)、分别在小模块的 P 型半导体层表面通过离子注入方式注入不同比例浓度的包含 In 和 Al 元素的离子至量子阱区域;

(5)、在 P 型半导体层表面蒸镀一层透明导电层,通过图形曝光蚀刻后蒸镀 P、N 电极,并且曝光的图形连接各小颗发光模块,再用蒸镀或者电镀金属的方式制作出各个小发光模块之间的电路连接桥和各小发光模块的 P、N 电极焊垫,各小颗发光模块可串联或者并联;

(6)、利用激光或钻石刀切割外延片的衬底,研磨抛光解理,从而形成包含至少两个小发光模块的 LED 芯片。

2. 根据权利要求 1 所述的一种所需颜色发光二极管芯片的制作方法,其特征在于:所述衬底可以是蓝宝石、Si 或 SiC 衬底。

3. 根据权利要求 2 所述的一种所需颜色发光二极管芯片的制作方法,其特征在于:所述 N 型半导体层中掺杂有 Si,所述 P 型半导体层中掺杂有 Mg,所述量子阱层为 GaN/InGaN 单量子阱或 GaN/InGaN 多量子阱。

## 一种所需颜色发光二极管芯片的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及发光二极管技术领域,尤其涉及一种所需颜色发光二极管芯片及其制造方法。

### 背景技术

[0002] 随着国家推动节能减排政策的推出,LED照明必将成为未来照明市场的主流,LED装饰及LED节能显示屏等也将大规模呈现。传统的白光LED一般通过封装工艺或芯片工艺来实现,封装工艺一般是在GaN基蓝光LED芯片上涂覆荧光粉胶水,部分蓝光激发荧光粉产生黄绿光,另一部分透射出来的蓝光则与黄绿光混光产生白光,此方法由于荧光粉长时间处于LED光直射的高温状态下,容易引起性能退化,使白光LED的效率下降和光谱改变,从而使LED长寿命的优点难以发挥;采用芯片工艺实现白光LED的方法,一般是将可以混成白光的两个或三个不同波长的半导体发光二极管芯片层叠起来,复合成白光,如美国专利US6633120和中国专利号200910200961.6所示的层叠结构白光LED,此种结构无需荧光粉,发光效率较高,但其工艺较复杂,生产成本低,产能低,难以实现量产。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种工艺简单,无需荧光粉,在芯片制作阶段即可实现低成本、高性能的所需颜色的发光二极管芯片。

[0004] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:一种所需颜色发光二极管芯片,包括衬底和形成于衬底上的外延层,所述外延层包括自下而上形成于衬底上的N型半导体层、有源层、P型半导体层,其特征在于:所述衬底上的外延层分离成至少两个发光模块,各发光模块都设有独立的正负电极,所述各发光模块的有源层分别注入有不同比例浓度的包含In和Al元素的离子,以对各发光模块的发光波长进行调节,从而使各发光模块实现不同颜色的发光,且可通过调节各发光模块输入电流的大小来调节各发光模块的亮度。

[0005] 进一步地,所述有源层为发射可连续调节波长的单层或者多层量子阱,量子阱周期数为1~30,每个周期中,阱的厚度为1nm~5nm,垒的厚度为6nm~20nm。

[0006] 进一步地,所述N型半导体层为掺杂Si的GaN层,厚度为400nm~1000nm,所述P型半导体层为掺杂Mg的GaN层,厚度为100nm~500nm。

[0007] 进一步地,所述衬底上的外延层分离成三个发光模块,此三个发光模块通过注入不同比例浓度的包含In和Al元素的离子,使三个发光模块分别发出三基色,进而通过三基色混光实现白光。

[0008] 进一步地,所述衬底与N型半导体层之间可设有缓冲层,以减少或避免衬底与N型半导体之间的晶格失配。

[0009] 进一步地,所述LED芯片可以是水平结构、垂直结构或倒装结构,水平结构即N型半导体层和P型半导体层的电极处于衬底的同一侧;垂直结构即N型半导体层和P型半导体层的电极分别处于芯片的顶部和底部;倒装结构即芯片正面朝下向,主出光面为N型半

导体层。

[0010] 本发明的有益效果如下：

[0011] 本发明将普通单颗大芯片衬底上的外延层分离成至少两个发光模块，各发光模块都设有独立的正负电极，这相当于在单一芯片上有多个各自独立的光源，且分离成多个发光模块可以减少芯片外延层内光线的全反射，提高了出光效率；同时各发光模块之间的隔离沟槽可以扩大芯片的散热面积，提高芯片的寿命；

[0012] 所述各发光模块的有源层分别注入有不同比例浓度的包含 In 和 Al 元素的离子，以对各发光模块的发光波长进行调节，从而使各发光模块实现不同颜色的发光，且可通过调节各发光模块输入电流的大小来调节各发光模块的亮度；

[0013] 本发明结构简单、无需荧光粉、寿命长，具有较高的光电转换效率，将在白光照明、全色显示和光调控领域发挥重要的作用。

[0014] 本发明还提供一种所需颜色发光二极管芯片的制造方法，其步骤如下：

[0015] 1. 利用金属有机气相淀积 MOCVD 或分子束外延 MBE 技术，在衬底上生长 N 型半导体层，形成电子发射区；继续生长量子阱有源层，作为二极管的高亮度有源发光区；在高亮度有源发光区上生长 P 型半导体层，形成空穴发射区，完成外延片的制备。

[0016] 2. 通过图形曝光半导体平面工艺技术，并结合 ICP 刻蚀，使外延层根据芯片尺寸要求分离成多个大发光模块，且每个大发光模块至少分离成两个小发光模块，并同时在每个小发光模块上刻蚀出用于形成 N 电极的 N 型半导体层台面结构。

[0017] 3. 通过图形曝光技术，使用 ICP 刻蚀或者使用激光切割方式，使步骤 2 的大发光模块中的各小发光模块之间相互绝缘并独立，具体是将各小发光模块之间的导电物质全部去除，具体深度到衬底上表面。

[0018] 4. 分别在各小发光模块的 P 型半导体层表面通过离子注入方式注入不同比例浓度的包含 In 和 Al 元素的离子至量子阱区域。

[0019] 5. 在 P 型半导体层表面蒸镀一层透明导电层，通过图形曝光蚀刻后蒸镀 P、N 电极，并且曝光的图形连接各小颗发光模块，再用蒸镀或者电镀金属的方式制作出各个小发光模块之间的电路连接桥和各小发光模块的 P、N 电极焊垫，各小颗发光模块可串联或者并联。

[0020] 6. 利用激光或钻石刀切割外延片的衬底，研磨抛光解理，从而形成包含至少两个小发光模块的 LED 芯片。

[0021] 优选地，所述衬底可以是蓝宝石、Si 或 SiC 衬底。

[0022] 优选地，所述衬底与 N 型半导体层之间还设有 GaN 或者 AlN 缓冲层，以减少或避免衬底与 N 型半导体之间的晶格失配。

[0023] 优选地，所述 N 型半导体层中掺杂有 Si，所述量子阱层为 GaN/InGaN 单量子阱或 GaN/InGaN 多量子阱，所述 P 型半导体层中掺杂有 Mg。

[0024] 优选地，所述每个大发光模块分割成三个小发光模块，三个小发光模块分别注入不同比例浓度的包含 In 和 Al 元素的离子至量子阱区域以实现三基色的发光波长，通过三个小发光模块发出的三基色混光即可得到白光，无需通过激发荧光粉来实现白光。

附图说明

[0025] 图 1 为本发明实施例的结构侧视图,其中离子注入区域为图中阴影部分的 MQW 区域。

[0026] 图 2 为本发明实施例单颗大芯片结构正视图,三颗小发光模块可串联或者并联。

[0027] 图 3 为本发明实施例的工艺制作流程图。

[0028] 图 4 为本发明实施例外延片平面示意图。

### 具体实施方式

[0029] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明,为了出示方便,附图并未按照比例绘制。

[0030] 参照图 1、图 2 所示,做为本发明的一个较佳实施例,一种所需颜色发光二极管芯片,包括蓝宝石衬底 1 和形成于蓝宝石衬底 1 上的外延层 2,所述外延层 2 包括自下而上形成于衬底 1 上的 GaN 缓冲层 3、掺杂 Si 的 N 型 GaN 半导体层 4、GaN/InGaN 多量子阱发光层 5、掺杂 Mg 的 P 型 GaN 半导体层 6。所述蓝宝石衬底 1 上的外延层 2 分离成三个发光模块 7,各发光模块 7 都设有独立的正负电极 13a、13b,所述各发光模块 7 的多量子阱发光层 5 分别注入有不同比例浓度的包含 In 和 Al 元素的离子,以对各发光模块 7 的发光波长进行调节,使三个发光模块 7 可以发出三基色的光,通过三个发光模块 7 发出的三基色光进行混光即可得到白光,且可通过调节各发光模块 7 输入电流的大小来调节各发光模块的亮度,并通过混光得到不同颜色的光。同时,单颗大芯片 8 分离成三个发光模块 7 后,其散热面积增大,提高了芯片的寿命;并可减少芯片外延层 2 内光线的全反射,提高出光效率。

[0031] 上述 N 型 GaN 半导体层 4 厚度为 1000nm, P 型 GaN 半导体层 6 厚度为 400nm。

[0032] 上述衬底 1 与 N 型半导体层 4 之间设有 GaN 缓冲层 3,可以减少或避免蓝宝石衬底 1 与 N 型 GaN 半导体 4 之间的晶格失配。

[0033] 上述 LED 芯片可以是水平结构、垂直结构或倒装结构,水平结构即 N 型 GaN 半导体层 4 和 P 型 GaN 半导体层 6 的电极 13a、13b 处于蓝宝石衬底 1 的同一侧;垂直结构即 N 型 GaN 半导体层 4 和 P 型 GaN 半导体层 6 的电极 13a、13b 分别处于芯片的顶部和底部;倒装结构即芯片正面朝下向,主出光面为 N 型 GaN 半导体层 4。

[0034] 参照图 1、图 3 和图 4 所示,本实施例的一种所需颜色发光二极管芯片的制造方法,其步骤如下:

[0035] 步骤 S01. 利用金属有机气相淀积 MOCVD 或分子束外延 MBE 技术,在蓝宝石衬底 1 上生长 GaN 缓冲层 3,在缓冲层 3 上生长掺杂 Si 的 N 型 GaN 半导体层 4 形成电子发射区,继续生长 GaN/InGaN 多量子阱层 5 来作为二极管的高亮度有源发光区,在高亮度有源发光区上生长掺杂 Mg 的 P 型 GaN 半导体层 6 形成空穴发射区,完成外延片 9 的制备。

[0036] 步骤 S02. 通过图形曝光半导体平面工艺技术,并结合 ICP 刻蚀,使外延层 2 根据芯片尺寸要求分成多个大发光模块 10,且每个大发光模块 10 至少分成两个小发光模块 11,并同时每个小发光模块 11 上刻蚀出用于形成 N 电极的 N 型半导体层台面结构 14。

[0037] 步骤 S03. 通过图形曝光技术,使用 ICP 刻蚀或者使用激光切割方式,使步骤 2 的大发光模块 10 中的各小发光模块 11 之间相互绝缘并独立,具体是将各小发光模块 11 之间的导电物质全部去除,具体深度到蓝宝石衬底 1 上表面。

[0038] 步骤 S04. 分别在三颗小发光模块 11 的 P 型半导体层 6 表面通过离子注入方式注

入不同比例浓度的包含 In 和 Al 元素的离子至量子阱 5 区域,使三颗小发光模块 11 分别可以发出三基色的光。

[0039] 步骤 S05. 在 P 型半导体层 6 表面蒸镀一层透明导电层 12, 通过图形曝光蚀刻后蒸镀 P 电极 13a 和 N 电极 13b, 并且曝光的图形连接三颗小发光模块 11, 再用蒸镀或者电镀金属的方式制作出连接桥和 P、N 电极焊垫, 三颗小发光模块 11 可串联或者并联。

[0040] 步骤 S06. 利用激光或钻石刀切割外延片的衬底 1, 研磨抛光解理, 从而形成包含三个小发光模块的 LED 芯片。

[0041] 点测时, 在 P 电极 13a 和 N 电极 13b 之间加一电压差激活发光结构, 电流从 P 电极 13a 传导到透明导电层 12 扩散至 N 电极 13b, 每颗大芯片 8 中有三颗不同发光波长的小发光模块 11, 通过对各小发光模块 11 的注入电流大小的调节来得到白光或者所需颜色的光。由于本发明的芯片没有荧光粉, 且散热面积较大, 所以又延长了芯片的使用寿命。

[0042] 以上仅为本发明的具体实施例, 并不以此限定本发明的保护范围; 在不违反本发明构思的基础上所作的任何替换与改进, 均属本发明的保护范围。

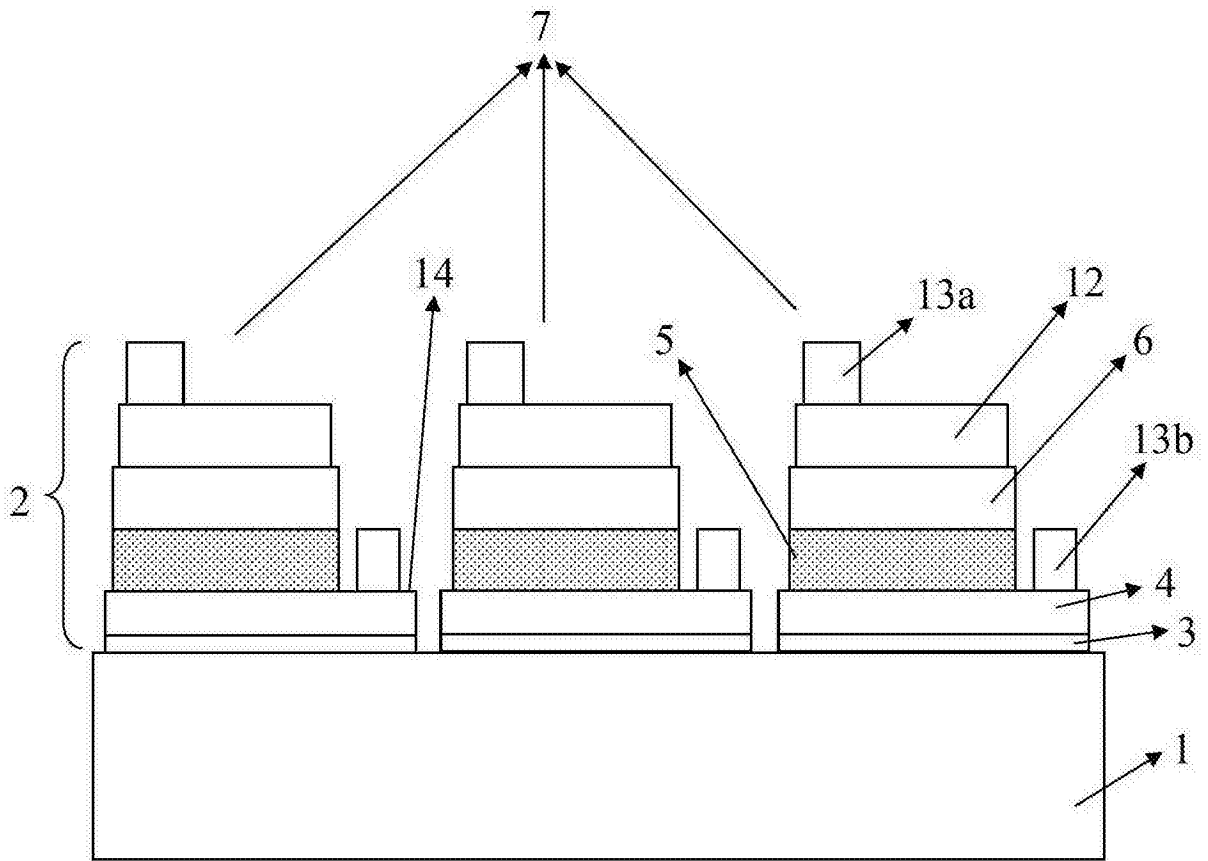


图 1

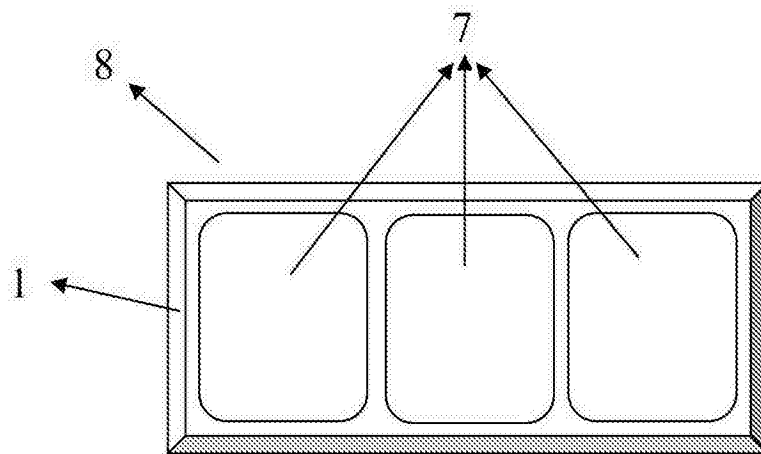


图 2

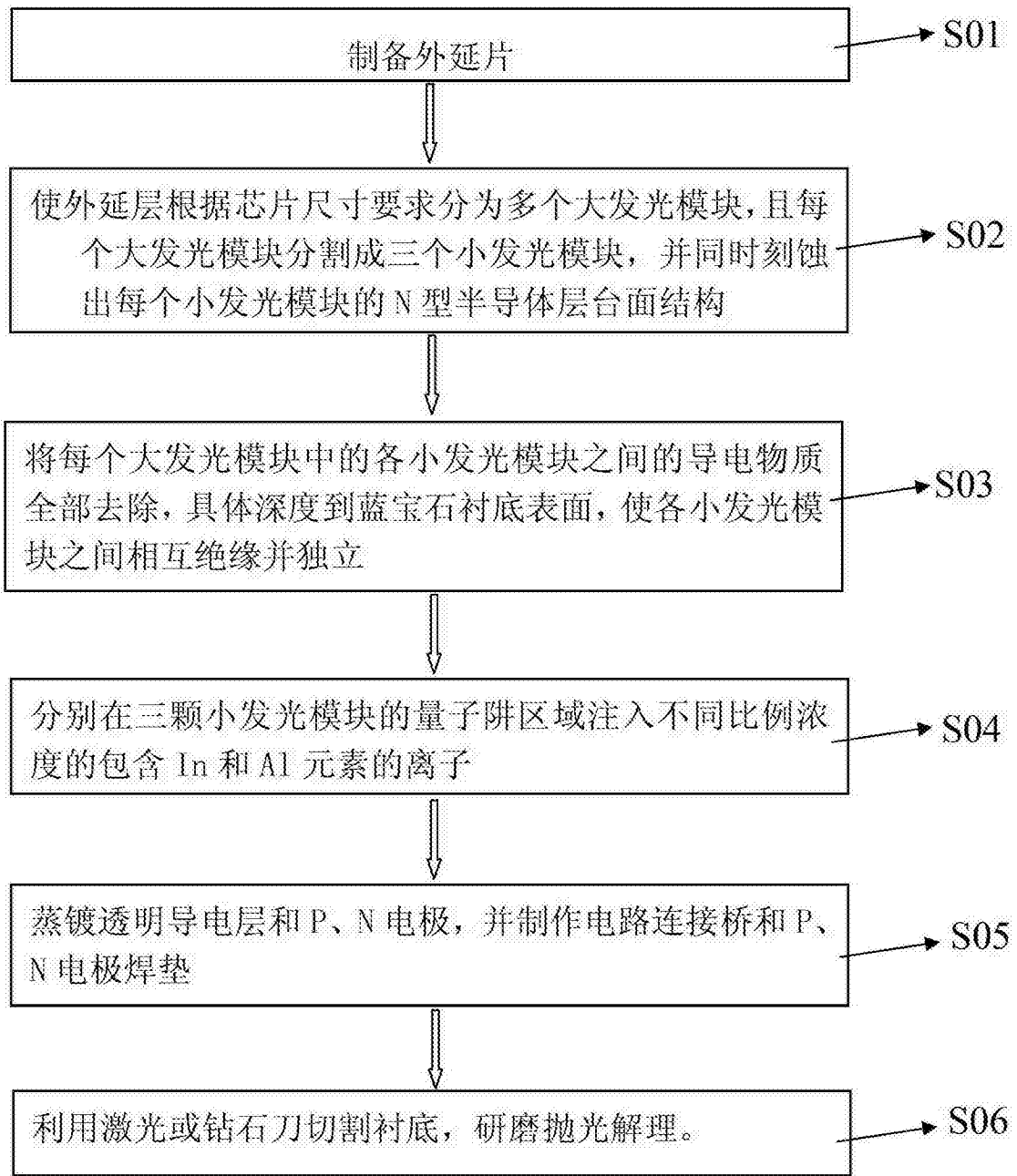


图 3



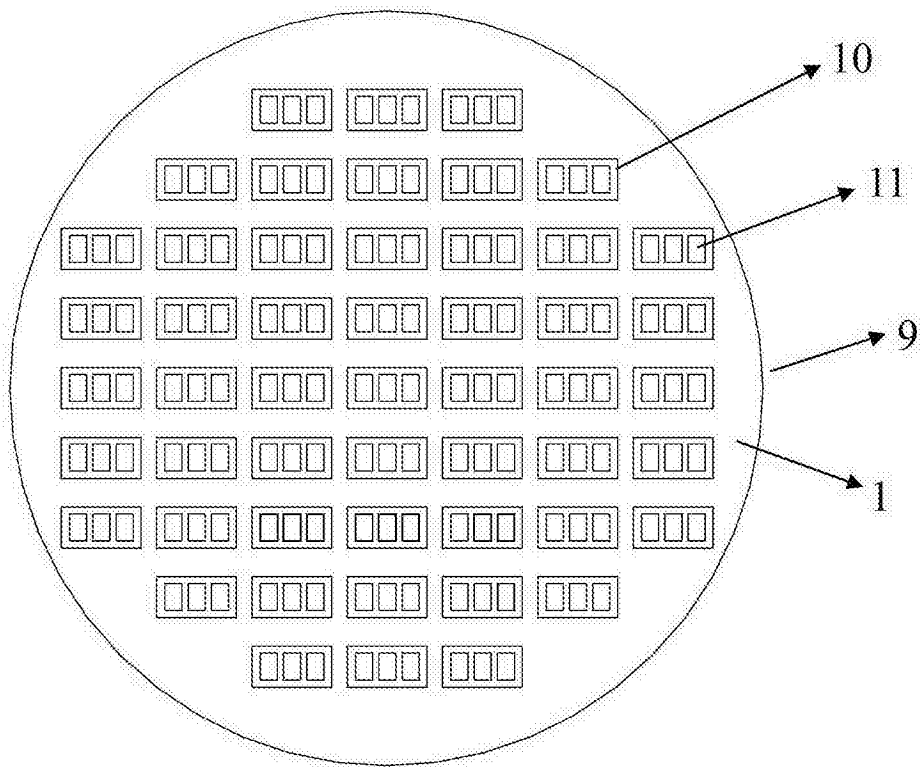


图 4