



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103456854 B

(45)授权公告日 2018.06.29

(21)申请号 201310202914.1

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2013.05.28

H01L 33/22(2010.01)

H01L 33/00(2010.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103456854 A

审查员 倪晓东

(43)申请公布日 2013.12.18

(30)优先权数据

101119052 2012.05.28 TW

(73)专利权人 晶元光电股份有限公司

地址 中国台湾新竹市

(72)发明人 富振华 李政宪 黄启豪

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 陈小雯

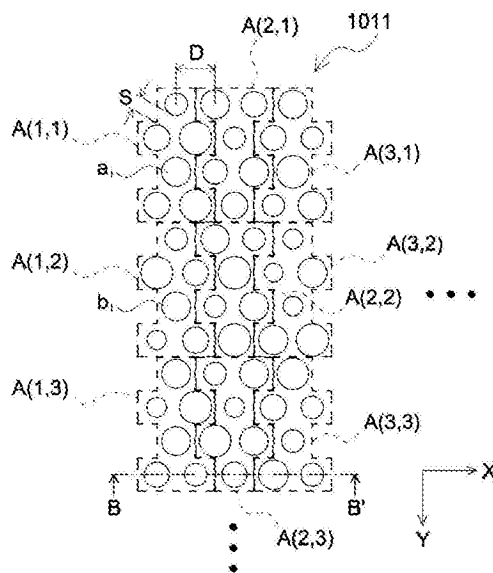
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54)发明名称

具有图形化界面的发光元件及其制造方法

(57)摘要

本发明公开一种具有图形化界面的发光元件及其制造方法。该发光元件包含一图形化界面，由多个彼此相异的预定图案结构组成，其中，各所述的多个彼此相异的预定图案结构重复出现并使得任两相邻的预定图案结构不相同。其制造方法包含以下步骤：提供一基材；根据一模拟运算产生一随机图案排列；形成一掩模层具有所述随机图案排列于基材上；移除部分的基材，使基材表面具有所述的随机图案排列。



1. 一种发光元件, 包含:

基板, 包含多个第一区域与多个第二区域, 该些第一区域和该些第二区域呈一二维阵列排列;

其中, 各该些第一区域内包含 $2n$ 个特征尺寸各不相同的图案结构构成的一第一组图案结构, 各该些第二区域内包含 $2n$ 个特征尺寸各不相同的图案结构构成的一第二组图案结构, 且第一组图案结构中的该些图案结构的特征尺寸与第二组图案结构中的该些图案结构的特征尺寸完全不重复;

其中, 各该些第一组图案结构之间的该些图案结构排列方式彼此不相同;

其中, 各该些第二组图案结构之间的该些图案结构排列方式彼此不相同;

其中, 该些第一区域与该些第二区域分别交错排列;

其中, 各该些图案结构于该基板上呈随机图案排列。

2. 如权利要求1所述的发光元件, 其中, 该第一组图案结构中各该些图案结构具有相同的上视形状。

3. 如权利要求1所述的发光元件, 其中, 该第一组图案结构中各该些图案结构包含正多边形或圆形的上视形状。

4. 如权利要求1所述的发光元件, 其中, 该些特征尺寸介于 $0.5\mu\text{m}$ 至 $10\mu\text{m}$ 之间。

5. 如权利要求1所述的发光元件, 其中, 各该些第一组图案结构中该些图案结构各自包含几何中心, 并且任两相邻的该些几何中心的距离相同。

6. 如权利要求1所述的发光元件, 其中, 该些特征尺寸满足以下公式:

$$R_i = r_m + (2i - 1) * \frac{(r_M - r_m)}{2n - 1}; \quad i = 1 \sim n;$$

其中,  $r_m$ 及 $r_M$ 分别为该些结构中的该些特征尺寸的最小及最大值。

7. 如权利要求1所述的发光元件, 其中, 各该些第一组图案结构中的图案结构包含圆锥或角锥的上视形状。

8. 如权利要求1所述的发光元件, 还包含外延叠层; 其中, 该些图案结构形成于该基板及该外延叠层之间。

9. 如权利要求8所述的发光元件, 其中该基板与该外延叠层为单晶结构。

10. 如权利要求1所述的发光元件, 还包含外延叠层; 其中, 该些图案结构形成于该外延叠层远离该基板的表面上。

11. 如权利要求10所述的发光元件, 还包含粘着层, 介于该基板及该外延叠层之间。

12. 如权利要求1所述的发光元件, 其中, 各该些图案结构表面还包含一高低不超过 $0.5\mu\text{m}$ 的微结构。

13. 一发光元件的制造方法, 包含以下步骤:

提供一基材;

根据一模拟运算产生一随机图案排列;

形成一掩模层, 具有该随机图案; 以及

移除部分的该基材, 使该基材表面具有该随机图案排列;

其中, 该随机图案排列包含多个第一区域与多个第二区域;

其中, 每一该些第一区域内包含 $2n$ 个特征尺寸各不相同的图案结构构成的一第一组图

案结构,每一该些第二区域内包含 $2n$ 个特征尺寸各不相同的图案结构构成的一第二组图案结构,且该第一组图案结构中的该些图案结构与该第二组图案结构中的该些图案结构完全不重复;

其中,各该些第一组图案结构之间的该些图案结构排列方式彼此不相同。

14.如权利要求13所述的制造方法,其中该模拟运算包括蒙地卡罗模拟运算(Monte Carlo Simulation)。

15.如权利要求13所述的制造方法,还包括移除该掩模层。

16.如权利要求13所述的制造方法,还包括外延成长一外延叠层于该基材上。

## 具有图形化界面的发光元件及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有图形化界面的发光元件。

### 背景技术

[0002] 近几年来发光二极管元件致力于亮度提升,期能最终应用于照明领域,以发挥节能省碳的功效。亮度的提升主要分两部分,一为内部量子效率(Internal Quantum Efficiency;IQE)的提升,主要通过外延品质的改善以增进电子空穴的结合效率;另一方面为光摘出效率(Light Extraction Efficiency;LEE)的提升,主要着重在使发光层发出的光线能有效穿透至元件外部,降低光线被发光二极管内部结构所吸收。

[0003] 表面粗化技术被视为有效提升亮度的方法之一,现有的表面粗化技术为以机械研磨方法造成基板表面形成随机分布的粗糙表面,此方法无法有效控制粗化尺寸,例如:深度或宽度,造成产品再现性不佳。况且于量产时,于此凌乱不一的表面上成长外延层,容易造成外延层品质不佳以及外延层的品质控制不易。

### 发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明的一方面在于提供一发光元件,其包含一图形化界面由多个彼此相异的预定图案结构组成,其中,各所述的多个彼此相异的预定图案结构重复出现并使得任两相邻的预定图案结构不相同。在一实施例中,所述的图形化界面包含多个第一区域及多个第二区域交错排列,其中,所述的多个彼此相异的预定图案结构于各所述的多个第一区域及/或各所述的多个第二区域的排列各异。在另一实施例中,所述的发光元件还包含一基板及一外延叠层;其中,所述的图形化界面形成于所述的基板及所述的外延叠层之间或形成于所述的外延叠层远离所述的基板的表面上。

[0005] 本发明的另一方面在于提供一发光元件的制造方法包含以下步骤:提供一基材;根据一模拟运算产生一随机图案排列;形成一掩模层具有所述的随机图案排列于所述的基材上;移除部分的所述的基材,使所述的基材表面具有所述的随机图案排列。在一实施例中,所述的模拟运算包括蒙地卡罗模拟运算(Monte Carlo Simulation)。

### 附图说明

[0006] 图1为一剖面示意图,显示依本发明发光元件的第一实施例;

[0007] 图2A~图2E为上视示意图,显示依本发明发光元件的图形化界面的第一至第五实施例;

[0008] 图3A~图3D为剖面示意图,显示依本发明发光元件的第一实施例的制造方法;

[0009] 图4A~图4D为剖面示意图,显示依本发明发光元件的第二实施例及其制造方法。

[0010] 主要元件符号说明

[0011] 100:发光元件;

[0012] 10、100、101:成长基板;

- [0013] 1011、1012、2032:图形化表面;
- [0014] 102、202:非掺杂半导体层;
- [0015] 103、203:第一接触层;
- [0016] 104、204:第一束缚层;
- [0017] 105、205:活性层;
- [0018] 106、206:第二束缚层;
- [0019] 107、207:第二接触层;
- [0020] 108:电流分散层;
- [0021] 109:第一电极;
- [0022] 110:第二电极;
- [0023] 20:图形化光致抗蚀剂层;
- [0024] 208:反射层;
- [0025] 209:第一接合层;
- [0026] 301:载体;
- [0027] 302:第二接合层
- [0028]  $A(1,1) \sim A(3,3)$ 、 $A(x,y)$ :图案化区域;
- [0029]  $a_i$ :第一群组的任一图案结构;
- [0030]  $b_i$ :第二群组的任一图案结构;
- [0031]  $BB'$ :剖面线;
- [0032]  $D$ :任二图案结构几何中心至几何中心的距离;
- [0033]  $S$ :任二图案结构边界的最短距离。

### 具体实施方式

[0034] 图1揭示一符合本发明的发光元件100,包含一成长基板101、一非掺杂半导体层102外延成长于成长基板101上、一具有第一掺杂质的第一接触层103外延成长于非掺杂半导体层102上、一具有第一掺杂质的第一束缚层104外延成长于第一接触层103上、一活性层105外延成长于第一束缚层104上,活性层105可受驱动发出具有一主波长(dominant wavelength)的光线、一具有第二掺杂质的第二束缚层106外延成长于活性层105上、一具有第二掺杂质的第二接触层107外延成长于第二束缚层106上、一电流分散层108形成于第二接触层107上,并与第二接触层107形成良好的欧姆接触、一第一电极109蒸镀或溅镀形成于裸露的第一接触层103上、以及一第二电极110蒸镀或溅镀形成于电流分散层108上。其中,基板101与外延叠层皆为单晶结构,而外延叠层包含上述的第一束缚层104、第一接触层103、活性层105、第一束缚层104、第二束缚层106、第二接触层107、第二束缚层106、与电流分散层108。

[0035] 在成长基板101与非掺杂半导体层102之间具有一图形化界面1011,且图形化界面1011由一预定数量 $n$ 且彼此相异的预定图案结构所组成,该些彼此相异的预定图案结构大致为圆锥或角锥而所述的预定数量 $n$ 介于10~100,较佳地介于10~50;在本实施例中,例如为凸出于基板101平面的多个彼此相异的预定图案结构,其中所述的多个图案结构可区分为第一群组及第二群组,图案结构 $a_i$ 泛指属于第一群组的各图案结构;图案结构 $b_i$ 泛指与属

于第二群组的各图案结构。第一群组的任两图案结构 $a_i$ 间至少有一特征相异,此特征不限于特征尺寸、形状、间距或其他结构特征;相同地,第二群组的任两图案结构 $b_i$ 间至少有一特征相异,此特征不限于特征尺寸、形状、间距或其他结构特征。并且,任一图案结构选自于第一群组与任一图案结构选自于第二群组也至少有一特征相异,此特征不限于特征尺寸、形状、间距或其他结构特征。第一群组的多个图案结构与第二群组的多个图案结构重复地分布于图形化界面1011上相异或不重叠的区域上。所述的图案结构的特征尺寸约介于 $0.5\mu\text{m}$ 至 $10\mu\text{m}$ 之间,其中,于本发明说明所指的特征尺寸于一图案结构的图案边界上任二点的最大距离,例如于一圆形图案,所述的特征尺寸为圆形的直径;于一矩形图案,所述的特征尺寸为矩形的对角线长度。关于所述的图形化界面的具体实施例,详细说明如下。

[0036] 图2A进一步揭示图1的图形化界面1011的第一实施例,包括多个图案化区域呈一矩阵排列,各图案化区域的位置以 $A(x,y)$ 表示,其中 $x$ 及 $y$ 分别对应图示的水平及垂直座标轴方向的座标值, $1 \leq x \leq m, 1 \leq y \leq n$ ;  $x, y, m$ 及 $n$ 均为正整数; $m$ 及 $n$ 取决于发光元件的芯片尺寸;其中,任一 $A(x,y)$ 区域满足 $x+y$ 为偶数时,此区域包含第一群组的多个图案结构(Multiple pattern structures),例如 $A(1,1)$ 、 $A(1,3)$ 、 $A(2,2)$ 、 $A(3,1)$ 、 $A(3,3)$ 等区域;任一 $A(x,y)$ 区域满足 $x+y$ 为奇数时,此区域包含第二群组的多个图案结构,例如 $A(2,1)$ 、 $A(1,2)$ 、 $A(2,3)$ 、 $A(3,2)$ 等区域。因此,具有第一群组的图案结构的区域与具有第二群组的图案结构的区域间隔及/或邻近地排列,使得图形化界面1011上的任两个相邻的图案结构至少有一特征相异,此特征不限于特征尺寸、形状、间距或其他结构特征。在本实施例中, $A(1,1)$ 由6个图案结构组成,分别为 $a_1 \sim a_6$ ,其上视形状均为圆形,但直径各异,并且任二相邻的两个图案结构的几何中心至几何中心的距离为 $D$ ,其中 $D$ 约介于 $1 \sim 10\mu\text{m}$ ;并且任二相邻的两个图案结构其边界的最短距离 $S$ 不小于 $0.1\mu\text{m}$ ,较佳为介于 $0.1 \sim 5\mu\text{m}$ ;  $A(2,1)$ 也由6个图案结构组成,分别为 $b_1 \sim b_6$ ,其形状均为圆形,但直径各异,并且任二相邻的两个图案结构的几何中心至几何中心的距离为 $D$ ;并且任二相邻的两个图案结构其边界的最短距离不小于 $0.1\mu\text{m}$ ,较佳为介于 $0.1 \sim 5\mu\text{m}$ 。其中, $a_1 \sim a_6$ 的特征尺寸(即直径) $r_1 \sim r_6$ 满足以下的方程式:

$$[0037] \quad r_i = r_m + (2i - 2) * \frac{(r_M - r_m)}{2n - 1}, \quad i = 1 \sim n$$

[0038]  $b_1 \sim b_6$ 的直径 $R_1 \sim R_6$ 满足以下的方程式:

$$[0039] \quad R_i = r_m + (2i - 1) * \frac{(r_M - r_m)}{2n - 1}, \quad i = 1 \sim n$$

[0040] 其中, $r_m$ 及 $r_M$ 分别为图案结构 $a_1 \sim a_6$ 及 $b_1 \sim b_6$ 中具有的最小直径及最大直径, $2n$ 为预定图案结构 $a_1 \sim a_6$ 及 $b_1 \sim b_6$ 的总个数,在此实施例中,预定图案结构的数量为12个,即 $2n = 12$ 。例如:当 $r_m$ 及 $r_M$ 分别为 $1.9\mu\text{m}$ 及 $3.0\mu\text{m}$ 时, $r_1 \sim r_6$ 分别为 $1.9, 2.1, 2.3, 2.5, 2.7, 2.9\mu\text{m}$ ,任二相邻的图案结构的距离为一预定值的整数倍,其中 $r_1 = r_m$ ;  $R_1 \sim R_6$ 分别为 $2.0, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3.0\mu\text{m}$ ,任二相邻的图案结构的距离为一预定值的整数倍,其中 $R_6 = r_M$ 。

[0041] 在本实施例中,任一 $A(x,y)$ 区域满足 $x+y$ 为偶数时,包含第一群组的多个图案结构 $a_1 \sim a_6$ ,然而图案结构 $a_1 \sim a_6$ 在这些区域中的排列方式彼此不相同,例如具有相同直径的图案结构于不同区域中的相对位置不同。在本实施例中,图案结构 $a_1 \sim a_6$ 于 $A(1,1)$ 、 $A(1,3)$ 、 $A(2,2)$ 、 $A(3,1)$ 区域的排列均不相同,即至少一相同图案结构于上述二个区域中的相对位置不同。具体而言, $A(x,y)$ 区域满足 $x+y$ 为偶数,其区域总数小于6的阶乘(the factorial of

six;6!),即 $6!=720$ ,可运用现有的随机运算方法,例如蒙地卡罗模拟(Monte-Carlo Simulation)方式,使这些区域的排列方式彼此不相同。相同地,任一 $A(x,y)$ 区域满足 $x+y$ 为奇数时,包含第二群组的多个图案结构 $b_1\sim b_6$ ,然而图案结构 $b_1\sim b_6$ 在这些区域中的排列方式彼此不相同,例如相同的图案结构于不同区域中的相对位置不同。在本实施例中,图案结构 $b_1\sim b_6$ 于 $A(2,1)$ 、 $A(1,2)$ 、 $A(2,3)$ 、 $A(3,2)$ 区域的排列均不相同,即至少一相同图案结构于上述二个区域中的相对位置不同,此可运用现有的随机运算方法,例如蒙地卡罗模拟(Monte-Carlo Simulation)方式,使这些区域的排列方式彼此不相同。具体而言, $A(x,y)$ 区域满足 $x+y$ 为奇数,其区域总数小于6的阶乘(the factorial of six;6!),即 $6!=720$ ,使得这些区域的排列方式彼此不相同。因此,本实施例揭示的图形化界面1011上的多个图案结构,虽然包含有限个预定且彼此相异图案结构,重复地出现于图形化界面1011上的不同区域,仍可达到在图形化界面1011上任二个相邻的图案结构至少有一特征相异,相较于单一周期性图案结构,可进一步达到均匀分散自活性层105发出并射向图形化界面1011的光线,使提高光取出效率。

[0042] 图2B进一步揭示图1的图形化界面1011的第二实施例,包括多个图案化区域呈一矩阵排列,各图案化区域的位置以 $A(x,y)$ 表示,其中 $x$ 及 $y$ 分别对应图示的水平及垂直座标轴方向的座标值, $1\leq x\leq m$ 、 $1\leq y\leq n$ ;  $x$ 、 $y$ 、 $m$ 及 $n$ 均为正整数; $m$ 及 $n$ 取决于发光元件的芯片尺寸;其中,任一 $A(x,y)$ 区域满足 $x+y$ 为偶数时,包含第一群组的多个图案结构,例如 $A(1,1)$ 、 $A(1,3)$ 、 $A(2,2)$ 、 $A(3,1)$ 、 $A(3,3)$ 等区域;任一 $A(x,y)$ 区域满足 $x+y$ 为奇数时,包含第二群组的多个图案结构,例如 $A(2,1)$ 、 $A(1,2)$ 、 $A(2,3)$ 、 $A(3,2)$ 等区域。因此,具有第一群组的图案结构的区域与具有第二群组的图案结构的区域间隔及/或邻近地排列,使得图形化界面1011上的任两个图案结构至少有一特征相异,所述的特征不限于特征尺寸、形状、间距或其他结构特征。具体而言, $A(1,1)$ 由10个图案结构组成,分别为 $a_1\sim a_{10}$ ,其上视形状均为圆形,但直径各异,并且任二相邻的两个图案结构的几何中心至几何中心的距离均为 $D$ ,其中 $D$ 约介于 $1\sim 10\mu\text{m}$ ;并且任二相邻的两个图案结构其边界的最短距离不小于 $0.1\mu\text{m}$ ,较佳为介于 $0.1\sim 5\mu\text{m}$ ;  $A(2,1)$ 也由10个图案结构组成,分别为 $b_1\sim b_{10}$ ,其形状均为圆形,但直径各异,并且任二相邻的两个图案结构的几何中心至几何中心的距离为 $D$ ;并且任二相邻的两个图案结构其边界的最短距离不小于 $0.1\mu\text{m}$ ,较佳为介于 $0.1\sim 5\mu\text{m}$ 。其中, $a_1\sim a_{10}$ 的特征尺寸(即直径) $r_1\sim r_{10}$ 满足以下的方程式:

$$[0043] \quad r_i = r_m + (2i-2) * \frac{(r_M - r_m)}{2n-1}, \quad i=1\sim n$$

[0044]  $b_1\sim b_{10}$ 的直径 $R_1\sim R_{10}$ 满足以下的方程式:

$$[0045] \quad R_i = r_m + (2i-1) * \frac{(r_M - r_m)}{2n-1}, \quad i=1\sim n$$

[0046] 其中, $r_m$ 及 $r_M$ 分别为图案结构 $a_1\sim a_{10}$ 及 $b_1\sim b_{10}$ 中具有的最小直径及最大直径, $2n$ 为预定图案结构 $a_1\sim a_{10}$ 及 $b_1\sim b_{10}$ 的总数量,在此实施例中,预定图案结构的数量为20个,即 $2n=20$ 。例如:当 $r_m$ 及 $r_M$ 分别为 $1.9\mu\text{m}$ 及 $3.8\mu\text{m}$ 时, $r_1\sim r_{10}$ 分别为 $1.9, 2.1, 2.3, \dots, 3.5, 3.7\mu\text{m}$ ,任二相邻的图案结构的距离为一预定值的整数倍,其中 $r_1=r_m$ ;  $R_1\sim R_{10}$ 分别为 $2.0, 2.2, 2.4, \dots, 3.6, 3.8\mu\text{m}$ ,任二相邻的图案结构的距离为一预定值的整数倍,其中 $R_5=r_M$ 。

[0047] 在本实施例中,任一 $A(x,y)$ 区域满足 $x+y$ 为偶数时,包含第一群组的多个图案结构

$a_1 \sim a_{10}$ , 然而图案结构  $a_1 \sim a_{10}$  在这些区域中的排列方式彼此不相同, 例如相同的图案结构于不同区域中的相对位置不同。在本实施例中, 图案结构  $a_1 \sim a_{10}$  于  $A(1, 1)$ 、 $A(1, 3)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $A(3, 1)$  区域的排列均不相同, 即至少一相同图案结构于上述二个区域中的相对位置不同。具体而言,  $A(x, y)$  区域满足  $x+y$  为偶数, 其区域总数小于 10 的阶乘 (the factorial of ten;  $10!$ ), 可运用现有的随机运算方法, 例如蒙地卡罗模拟 (Monte-Carlo Simulation) 方式使这些区域的排列方式彼此不相同。相同地, 任一  $A(x, y)$  区域满足  $x+y$  为奇数时, 包含第二群组的多个图案结构  $b_1 \sim b_{10}$ , 然而图案结构  $b_1 \sim b_{10}$  在这些区域中的排列方式彼此不相同, 例如相同的图案结构于不同区域中的相对位置不同。在本实施例中, 图案结构  $b_1 \sim b_{10}$  于  $A(2, 1)$ 、 $A(1, 2)$ 、 $A(2, 3)$ 、 $A(3, 2)$  区域的排列均不相同, 即至少一相同图案结构于上述二个区域中的相对位置不同, 此可运用现有的随机运算方法, 例如蒙地卡罗模拟 (Monte-Carlo Simulation) 方式, 使这些区域的排列方式彼此不相同。具体而言,  $A(x, y)$  区域满足  $x+y$  为奇数, 其区域总数小于 10 的阶乘 (the factorial of ten;  $10!$ ), 使得这些区域的排列方式彼此不相同。因此, 本实施例揭示的图形化界面 1011 上的多个图案结构, 虽然包含有限个预定且彼此相异图案结构, 重复地出现于图形化界面 1011 上的不同区域, 仍可达到任二个相邻的图案结构至少有一特征相异, 相较于单一周期性图案结构, 可进一步达到均匀分散自活性层 105 发出并射向图形化界面 1011 的光线, 使提高光取出效率。

[0048] 图 2C 进一步揭示图 1 的图形化界面 1011 的第三实施例, 包括多个图案化区域呈一矩阵排列, 各图案化区域的位置以  $A(x, y)$  表示, 其中  $x$  及  $y$  分别对应图示的水平及垂直座标轴方向的座标值,  $1 \leq x \leq m$ 、 $1 \leq y \leq n$ ;  $x$ 、 $y$ 、 $m$  及  $n$  均为正整数;  $m$  及  $n$  取决于发光元件的芯片尺寸; 其中, 任一  $A(x, y)$  区域满足  $x+y$  为偶数时, 包含第一群组的多个图案结构, 例如  $A(1, 1)$ 、 $A(1, 3)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $A(3, 1)$ 、 $A(3, 3)$  等区域; 任一  $A(x, y)$  区域满足  $x+y$  为奇数时, 包含第二群组的多个图案结构, 例如  $A(2, 1)$ 、 $A(1, 2)$ 、 $A(2, 3)$ 、 $A(3, 2)$  等区域。因此, 具有第一群组的图案结构的区域与具有第二群组的图案结构的区域间隔及/或邻近地排列, 使得图形化界面 1011 上的任两个相邻图案结构至少有一特征相异, 所述的特征不限于特征尺寸、形状、间距或其他结构特征。具体而言,  $A(1, 1)$  由 14 个图案结构组成, 分别为  $a_1 \sim a_{14}$ , 其上视形状均为圆形, 但直径各异, 并且任二相邻的两个图案结构的几何中心至几何中心的距离均为一相同距离  $D$ , 其中  $D$  约介于  $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ; 并且任二相邻的两个图案结构其边界的最短距离不小于  $0.1 \mu\text{m}$ , 较佳为介于  $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ ;  $A(2, 1)$  也由 14 个图案结构组成, 分别为  $b_1 \sim b_{14}$ , 其形状均为圆形, 但直径各异, 并且任二相邻的两个图案结构的几何中心至几何中心的距离均为  $D$ ; 并且任二相邻的两个图案结构的距离不小于  $0.1 \mu\text{m}$ , 较佳为介于  $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ 。其中,  $a_1 \sim a_{14}$  的特征尺寸 (即直径)  $r_1 \sim r_{14}$  满足以下的方程式:

$$[0049] \quad r_i = r_m + (2i - 2) * \frac{(r_M - r_m)}{2n - 1}, \quad i = 1 \sim n$$

[0050]  $b_1 \sim b_{14}$  的直径  $R_1 \sim R_{14}$  满足以下的方程式:

$$[0051] \quad R_i = r_m + (2i - 1) * \frac{(r_M - r_m)}{2n - 1}, \quad i = 1 \sim n$$

[0052] 其中,  $r_m$  及  $r_M$  分别为图案结构  $a_1 \sim a_{14}$  及  $b_1 \sim b_{14}$  中具有的最小直径及最大直径,  $2n$  为预定图案结构  $a_1 \sim a_{14}$  及  $b_1 \sim b_{14}$  的总数量, 在此实施例中, 预定图案结构的数量为 28 个, 即  $2n = 28$ 。例如: 当  $r_m$  及  $r_M$  分别为  $1.0 \mu\text{m}$  及  $3.7 \mu\text{m}$  时,  $r_1 \sim r_{14}$  分别为  $1.0, 1.2, 1.4, \dots, 3.4, 3.6 \mu\text{m}$ , 任二

相邻的图案结构其边界的最短距离为一预定值的整数倍,其中 $r_1=r_m$ ;  $R_1 \sim R_{14}$ 分别为1.1, 1.3, 1.5,  $\dots$  3.5, 3.7 $\mu\text{m}$ ,任二相邻的图案结构其边界的最短距离为一预定值的整数倍,其中 $R_5=r_m$ 。

[0053] 在本实施例中,任一 $A(x, y)$ 区域满足 $x+y$ 为偶数时,包含第一群组的多个图案结构 $a_1 \sim a_{14}$ ,然而图案结构 $a_1 \sim a_{14}$ 在这些区域中的排列方式彼此不相同,例如相同的图案结构于不同区域中的相对位置不同。在本实施例中,图案结构 $a_1 \sim a_{14}$ 于 $A(1, 1)$ 、 $A(1, 3)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $A(3, 1)$ 区域的排列均不相同,即至少一相同图案结构于上述二个区域中的相对位置不同。具体而言, $A(x, y)$ 区域满足 $x+y$ 为偶数,其区域总数小于14的阶乘(the factorial of fourteen; 14!),可运用现有的随机运算方法,例如蒙地卡罗模拟(Monte-Carlo Simulation)方式,使这些区域的排列方式彼此不相同。相同地,任一 $A(x, y)$ 区域满足 $x+y$ 为奇数时,包含第二群组的多个图案结构 $b_1 \sim b_{14}$ ,然而图案结构 $b_1 \sim b_{14}$ 于这些区域中的排列方式彼此不相同,例如相同的图案结构于不同区域中的相对位置不同。在本实施例中,图案结构 $b_1 \sim b_{14}$ 于 $A(2, 1)$ 、 $A(1, 2)$ 、 $A(2, 3)$ 、 $A(3, 2)$ 区域的排列均不相同,即至少一相同图案结构于上述二个区域中的相对位置不同,此可运用现有的随机运算方法,例如蒙地卡罗模拟(Monte-Carlo Simulation)方式,使这些区域的排列方式彼此不相同。具体而言, $A(x, y)$ 区域满足 $x+y$ 为奇数,其区域总数小于14的阶乘(the factorial of fourteen; 14!),使得这些区域的排列方式彼此不相同。因此,本实施例揭示的图形化界面1011上的多个图案结构,虽然包含有限个预定且彼此相异图案结构,重复地出现于图形化界面1011上的不同区域,仍可达到任二个相邻的图案结构至少有一特征相异,相较于单一周期性图案结构,可进一步达到均匀分散自活性层105发出并射向图形化界面1011的光线,使提高光取出效率。

[0054] 图2D进一步揭示图1的图形化界面1011的第四实施例,包括多个图案化区域呈一矩阵排列,各图案化区域的位置以 $A(x, y)$ 表示,其中 $x$ 及 $y$ 分别对应图示的水平及垂直座标轴方向的座标值, $1 \leq x \leq m$ 、 $1 \leq y \leq n$ ;  $x$ 、 $y$ 、 $m$ 及 $n$ 均为正整数; $m$ 及 $n$ 取决于发光元件的芯片尺寸;其中,任一 $A(x, y)$ 区域满足 $x+y$ 为偶数时,包含第一群组的多个图案结构,例如 $A(1, 1)$ 、 $A(1, 3)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $A(3, 1)$ 、 $A(3, 3)$ 等区域;任一 $A(x, y)$ 区域满足 $x+y$ 为奇数时,包含第二群组的多个图案结构,例如 $A(2, 1)$ 、 $A(1, 2)$ 、 $A(2, 3)$ 、 $A(3, 2)$ 等区域。因此,具有第一群组的图案结构的区域与具有第二群组的图案结构的区域间隔及/或邻近地排列,使得图形化界面1011上的任两个图案结构至少有一特征相异,所述的特征不限于特征尺寸、形状、间距或其他结构特征。具体而言, $A(1, 1)$ 由18个图案结构组成,分别为 $a_1 \sim a_{18}$ ,其上视形状均为圆形,但直径各异,并且任二相邻的两个图案结构的几何中心至几何中心的距离均为 $D$ ,其中 $D$ 约介于1 $\sim$ 10 $\mu\text{m}$ ;并且任二相邻的两个图案结构其边界的最短距离不小于0.1 $\mu\text{m}$ ,较佳为介于0.1 $\sim$ 5 $\mu\text{m}$ ;  $A(2, 1)$ 也由18个图案结构组成,分别为 $b_1 \sim b_{18}$ ,其形状均为圆形,但直径各异,并且任二相邻的两个图案结构的几何中心至几何中心的距离均为 $D$ ;并且任二相邻的两个图案结构其边界的最短距离不小于0.1 $\mu\text{m}$ ,较佳为介于0.1 $\sim$ 5 $\mu\text{m}$ 。其中, $a_1 \sim a_{18}$ 的特征尺寸(即直径) $r_1 \sim r_{18}$ 满足以下的方程式:

$$[0055] \quad r_i = r_m + (2i-2) * \frac{(r_M - r_m)}{2n-1}, \quad i=1 \sim n$$

[0056]  $b_1 \sim b_{18}$ 的直径 $R_1 \sim R_{18}$ 满足以下的方程式:

$$[0057] \quad R_i = r_m + (2i-1) * \frac{(r_M - r_m)}{2n-1}, \quad i=1 \sim n$$

[0058] 其中,  $r_m$ 及 $r_M$ 分别为图案结构 $a_1 \sim a_{18}$ 及 $b_1 \sim b_{18}$ 中具有的最小直径及最大直径,  $2n$ 为预定图案结构 $a_1 \sim a_{18}$ 及 $b_1 \sim b_{18}$ 的总数量, 在此实施例中, 预定图案结构的数量为36个, 即 $2n=36$ 。例如: 当 $r_m$ 及 $r_M$ 分别为 $1.0 \mu\text{m}$ 及 $4.5 \mu\text{m}$ 时,  $r_1 \sim r_{18}$ 分别为 $1.0, 1.2, 1.4, \dots, 4.2, 4.4 \mu\text{m}$ , 任二相邻的图案结构其边界的最短距离为一预定值的整数倍, 其中 $r_1=r_m$ ;  $R_1 \sim R_{18}$ 分别为 $1.1, 1.3, 1.5, \dots, 4.3, 4.5 \mu\text{m}$ , 任二相邻的图案结构其边界的最短距离为一预定值的整数倍, 其中 $R_5=r_M$ 。

[0059] 在本实施例中, 任一 $A(x, y)$ 区域满足 $x+y$ 为偶数时, 包含第一群组的多个图案结构 $a_1 \sim a_{18}$ , 然而图案结构 $a_1 \sim a_{18}$ 在这些区域中的排列方式彼此不相同, 例如相同的图案结构于不同区域中的相对位置不同。在本实施例中, 图案结构 $a_1 \sim a_{18}$ 于 $A(1, 1)$ 、 $A(1, 3)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $A(3, 1)$ 区域的排列均不相同, 即至少一相同图案结构于上述二个区域中的相对位置不同。具体而言,  $A(x, y)$ 区域满足 $x+y$ 为偶数, 其区域总数小于18的阶乘(the factorial of eighteen;  $18!$ ), 可运用现有的随机运算方法, 例如蒙地卡罗模拟(Monte-Carlo Simulation)方式, 使这些区域的排列方式彼此不相同。相同地, 任一 $A(x, y)$ 区域满足 $x+y$ 为奇数时, 包含第二群组的多个图案结构 $b_1 \sim b_{18}$ , 然而图案结构 $b_1 \sim b_{18}$ 于这些区域中的排列方式彼此不相同, 例如相同的图案结构于不同区域中的相对位置不同。在本实施例中, 图案结构 $b_1 \sim b_{18}$ 于 $A(2, 1)$ 、 $A(1, 2)$ 、 $A(2, 3)$ 、 $A(3, 2)$ 区域的排列均不相同, 即至少一相同图案结构于上述二个区域中的相对位置不同, 此可运用现有的随机运算方法, 例如蒙地卡罗模拟(Monte-Carlo Simulation)方式, 使这些区域的排列方式彼此不相同。具体而言,  $A(x, y)$ 区域满足 $x+y$ 为奇数, 其区域总数小于18的阶乘(the factorial of eighteen;  $18!$ ), 使得这些区域的排列方式彼此不相同。因此, 本实施例揭示的图形化界面1011上的多个图案结构, 虽然包含有限个预定且彼此相异图案结构, 重复地出现于图形化界面1011上的不同区域, 仍可达到任二个相邻的图案结构至少有一特征相异, 相较于单一周期性图案结构, 可进一步达到均匀分散自活性层105发出并射向图形化界面1011的光线, 使提高光取出效率。

[0060] 图2E进一步揭示图1的图形化界面1011的第五实施例, 包括多个图案化区域呈一矩阵排列, 各图案化区域的位置以 $A(x, y)$ 表示, 其中 $x$ 及 $y$ 分别对应图示的水平及垂直座标轴方向的座标值,  $1 \leq x \leq m$ 、 $1 \leq y \leq n$ ;  $x, y, m$ 及 $n$ 均为正整数;  $m$ 及 $n$ 取决于发光元件的芯片尺寸; 其中, 任一 $A(x, y)$ 区域满足 $x+y$ 为偶数时, 包含第一群组的多个图案结构, 例如 $A(1, 1)$ 、 $A(1, 3)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $A(3, 1)$ 、 $A(3, 3)$ 等区域; 任一 $A(x, y)$ 区域满足 $x+y$ 为奇数时, 包含第二群组的多个图案结构, 例如 $A(2, 1)$ 、 $A(1, 2)$ 、 $A(2, 3)$ 、 $A(3, 2)$ 等区域。因此, 具有第一群组的图案结构的区域与具有第二群组的图案结构的区域间隔及/或邻近地排列, 使得图形化界面1011上的任两个图案结构至少有一特征相异, 所述的特征不限于特征尺寸、形状、间距或其他结构特征。具体而言,  $A(1, 1)$ 由21个图案结构组成, 分别为 $a_1 \sim a_{21}$ , 其上视形状均为圆形, 但直径各异, 并且任二相邻的两个图案结构的几何中心至几何中心的距离均为 $D$ , 其中 $D$ 约介于 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ; 并且任二相邻的两个图案结构其边界的最短距离不小于 $0.1 \mu\text{m}$ , 较佳为介于 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ ;  $A(2, 1)$ 也由21个图案结构组成, 分别为 $b_1 \sim b_{21}$ , 其形状均为圆形, 但直径各异, 并且任二相邻的两个图案结构的几何中心至几何中心的距离均为 $D$ ; 并且任二相邻的两个图案结构其边界的最短距离不小于 $0.1 \mu\text{m}$ , 较佳为介于 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ 。其中,  $a_1 \sim a_{21}$ 的特征尺寸(即直

径)  $r_1 \sim r_{21}$  满足以下的方程式:

$$[0061] \quad r_i = r_m + (2i-2) * \frac{(r_M - r_m)}{2n-1}, \quad i=1 \sim n$$

[0062]  $b_1 \sim b_{21}$  的直径  $R_1 \sim R_{21}$  满足以下的方程式:

$$[0063] \quad R_i = r_m + (2i-1) * \frac{(r_M - r_m)}{2n-1}, \quad i=1 \sim n$$

[0064] 其中,  $r_m$  及  $r_M$  分别为图案结构  $a_1 \sim a_{21}$  及  $b_1 \sim b_{21}$  中具有的最小直径及最大直径,  $2n$  为预定图案结构  $a_1 \sim a_{21}$  及  $b_1 \sim b_{21}$  的总数量, 在此实施例中, 预定图案结构的数量为 42 个, 即  $2n=42$ 。例如: 当  $r_m$  及  $r_M$  分别为  $0.9\mu\text{m}$  及  $5.0\mu\text{m}$  时,  $r_1 \sim r_{21}$  分别为  $0.9, 1.1, 1.3, \dots, 4.7, 4.9\mu\text{m}$ , 任二相邻的图案结构其边界的最短距离为一预定值的整数倍, 其中  $r_1=r_m$ ;  $R_1 \sim R_{21}$  分别为  $1.0, 1.2, 1.4, \dots, 4.8, 5.0\mu\text{m}$ , 任二相邻的图案结构其边界的最短距离为一预定值的整数倍, 其中  $R_5=r_M$ 。

[0065] 在本实施例中, 任一  $A(x, y)$  区域满足  $x+y$  为偶数时, 包含第一群组的多个图案结构  $a_1 \sim a_{21}$ , 然而图案结构  $a_1 \sim a_{21}$  于此些区域中的排列方式彼此不相同, 例如相同的图案结构于不同区域中的相对位置不同。在本实施例中, 图案结构  $a_1 \sim a_{21}$  于  $A(1, 1)$ 、 $A(1, 3)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $A(3, 1)$  区域的排列均不相同, 即至少一相同图案结构于上述二个区域中的相对位置不同。具体而言,  $A(x, y)$  区域满足  $x+y$  为偶数, 其区域总数小于 21 的阶乘 (the factorial of twenty-one;  $21!$ ), 可运用现有的随机运算方法, 例如蒙地卡罗模拟 (Monte-Carlo Simulation) 方式, 使此些区域的排列方式彼此不相同。相同地, 任一  $A(x, y)$  区域满足  $x+y$  为奇数时, 包含第二群组的多个图案结构  $b_1 \sim b_{21}$ , 然而图案结构  $b_1 \sim b_{21}$  于此些区域中的排列方式彼此不相同, 例如相同的图案结构于不同区域中的相对位置不同。在本实施例中, 图案结构  $b_1 \sim b_{21}$  于  $A(2, 1)$ 、 $A(1, 2)$ 、 $A(2, 3)$ 、 $A(3, 2)$  区域的排列均不相同, 即至少一相同图案结构于上述二个区域中的相对位置不同, 此可运用现有的随机运算方法, 例如蒙地卡罗模拟 (Monte-Carlo Simulation) 方式, 使此些区域的排列方式彼此不相同。具体而言,  $A(x, y)$  区域满足  $x+y$  为奇数, 其区域总数小于 21 的阶乘 (the factorial of twenty-one;  $21!$ ), 使得此些区域的排列方式彼此不相同。因此, 本实施例揭示的图形化界面 1011 上的多个图案结构, 虽然包含有限个预定且彼此相异图案结构, 重复地出现于图形化界面 1011 上的不同区域, 仍可达到任二个相邻的图案结构至少有一特征相异, 相较于单一周期性图案结构, 可进一步达到均匀分散自活性层 105 发出并射向图形化界面 1011 的光线, 使提高光取出效率。

[0066] 图 3A~图 3D 揭示符合图 2A~图 2E 所示的图形化界面 1011 的制造方法, 包括将符合图 2A~图 2E 的图案预先设计形成于一光罩上, 并以传统的光致抗蚀剂曝光、显影等光刻制作工艺形成一图形化光致抗蚀剂层 20 于一成长基板 10 上, 如图 3B 所示; 之后, 再以一干式蚀刻制作工艺将图案化光致抗蚀剂层 20 的图案转移至成长基板 10 以形成一具有图形化界面 1011 的基板 100, 如图 3C 所示。于本发明的另一实施例, 还包含全面湿蚀刻图 3C 的图形化界面 1011, 以形成具有微粗化结构的图形化界面 1012, 其中, 微粗化结构大致沿着图形化界面 1011 形状所形成的微结构, 因此微粗化结构的粗糙度不大于图形化界面 1012 的粗糙度, 以进一步散射光线及提高光取出效率。本发明实施例所揭示的图形化界面可用于大量生产, 并保持基板与基板间、或晶片与晶片间具有较小的产品变异性, 相较于传统的随机粗化方式, 例如通过研磨粒子以机械方式在表面随机形成的粗化表面, 本实施例可达到较稳定且

可控制的品质,具有较小的产品变异性及较佳的产品再现性。

[0067] 图4A~图4D揭示符合本发明的发光元件的第二实施例及其制作方法。所述的制作方法包括首先提供一第一叠层结构S1包含提供成长基板201、外延成长非掺杂半导体层202于成长基板101上、外延成长具有第一掺杂质的第一接触层203于非掺杂半导体层202上、外延成长具有第一掺杂质的第一束缚层204于第一接触层203上、一活性层205外延成长于第一束缚层204上,其中活性层205可受驱动发出具有一主波长(dominant wavelength)的光线、外延成长具有第二掺杂质的第二束缚层206于活性层205上、外延成长具有第二掺杂质的第二接触层207于第二束缚层206上、形成反射层208于第二接触层207上,并与第二接触层207形成欧姆接触、形成第一接合层209于反射层208上以完成第一叠层结构S1如图4A所示。接着提供一第二叠层结构包括提供一载体301,以及形成第二接合层302于载体301上以完成第二叠层结构S2如图4B所示。在完成第一叠层结构S1及第二叠层结构S2后,以一接合步骤接合第一接合层209及第二接合层302使第一叠层结构S1及第二叠层结构S2接合;在接合后,移除成长基板201及非掺杂半导体层202以裸露第一接触层203,如图4C所示。接着于第一接触层203的表面形成一图形化界面2032,图形化界面2032的图案及其形成方法相同于前述诸实施例的描述及图1、图2A~图2D、及图3A~图3D所示。

[0068] 上述各实施例所公开的图形化界面并不限于形成特定二结构的界面或特定某一结构的上表面;亦即,形成于任二结构的界面或任一结构的外表面的符合本发明所述的图形化界面均属本发明的范围。在上述各实施例所公开的图形化界面并不限形成于全部的界面或上表面上;亦即,图形化界面也可仅形成于部分的界面或上表面上。

[0069] 上述的诸实施例,其中,所述的非掺杂半导体层、第一接触层、第一束缚层、第二束缚层、第二接触层、以及活性层的材料包含III-V族化合物,例如 $\text{Al}_p\text{Ga}_q\text{In}_{(1-p-q)}\text{P}$ 或 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$ ,其中, $0 \leq p, q, x, y \leq 1$ ;  $p, q, x, y$ 均为正数;  $(p+q) \leq 1$ ;  $(x+y) \leq 1$ 。所述的第一掺杂质为n型掺杂质,例如Si,或者是p型掺杂质,例如Mg或Zn;所述的第二掺杂质为具有与第一掺杂质相异导电型的掺杂质。所述的电流分散层包含金属导电氧化物,例如为氧化铟锡(ITO)、氧化锌、或导电性良好的半导体层,例如具有高掺杂浓度的磷化物或氮化物。所述的成长基板包括至少一种透明材料选自于磷化镓、蓝宝石、碳化硅、氮化镓、硅、以及氮化铝所组成的群组。所述的第一或第二接合层可依目的弹性选择所需的材质,例如为导电性或非导电性材料以分别适用于垂直式或水平式发光元件,其中导电性材料包含半导体、透明导电氧化物、金属或金属合金等材料;非导电性材料包含高分子材料或介电材料。所述的接合步骤以一热压接合于低于摄氏400度的温度使所述的第一接合层及第二接合层接合。所述的载体可依目的弹性选择所需的材质,例如导电性材质或导电率(conductivity)高于所述的成长基板的材质,例如为半导体、透明导电氧化物、金属或金属合金等材料、对于所述的活性层发出的光线其透光度高于所述的成长基板的透明材质,例如磷化镓、蓝宝石、碳化硅、氮化镓、或氮化铝、导热性高于所述的成长基板的材质例如硅、氧化锌、石墨、钻石、类钻碳(DLC)、金属、或金属合金。所述的反射层包含材料对于所述的活性层发出的光线具有反射率高于80%的金属、介电材料、或其组合。

[0070] 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的任何显而易知的修饰或变更皆不脱离本发明的精神与范围。

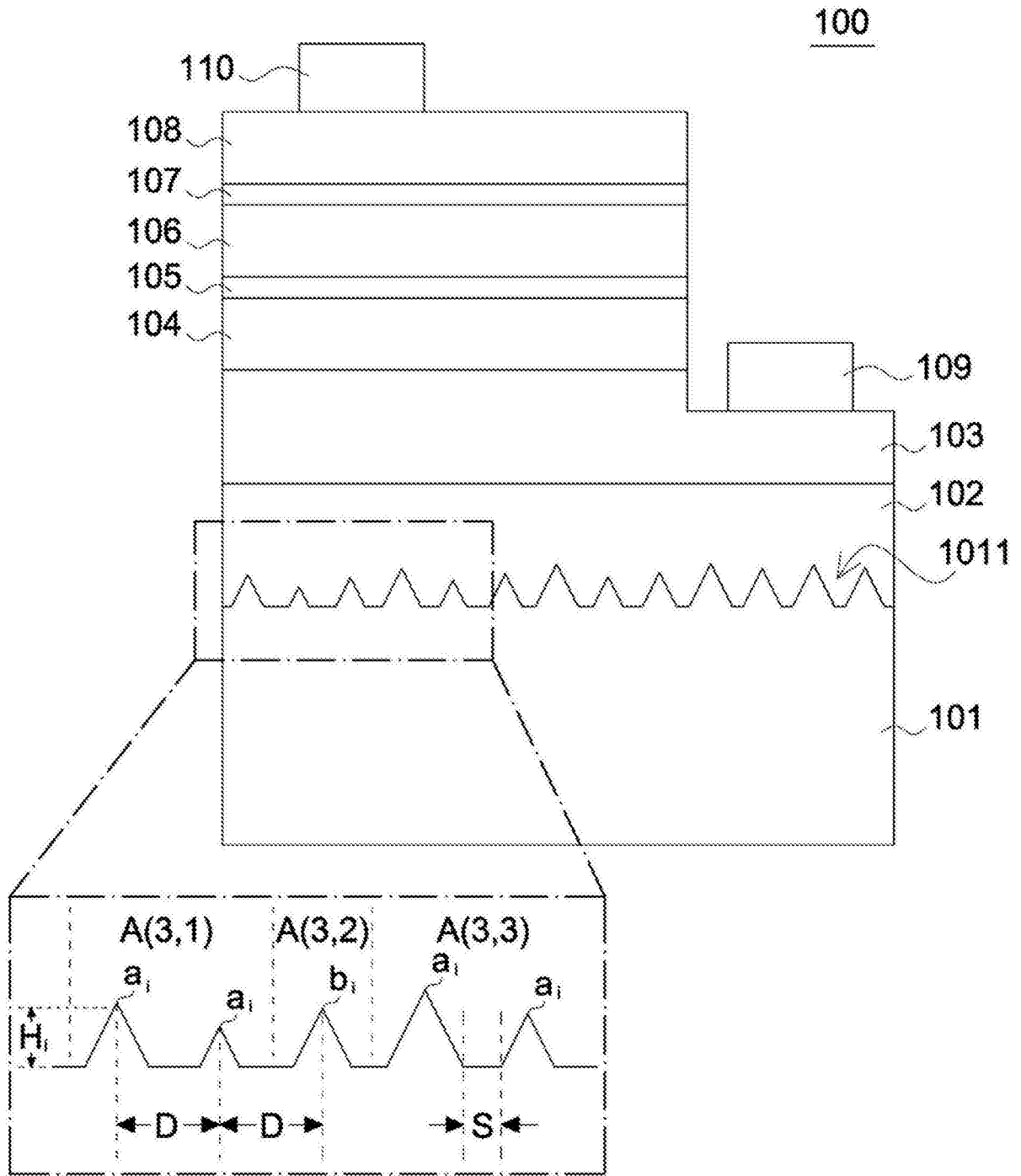


图1

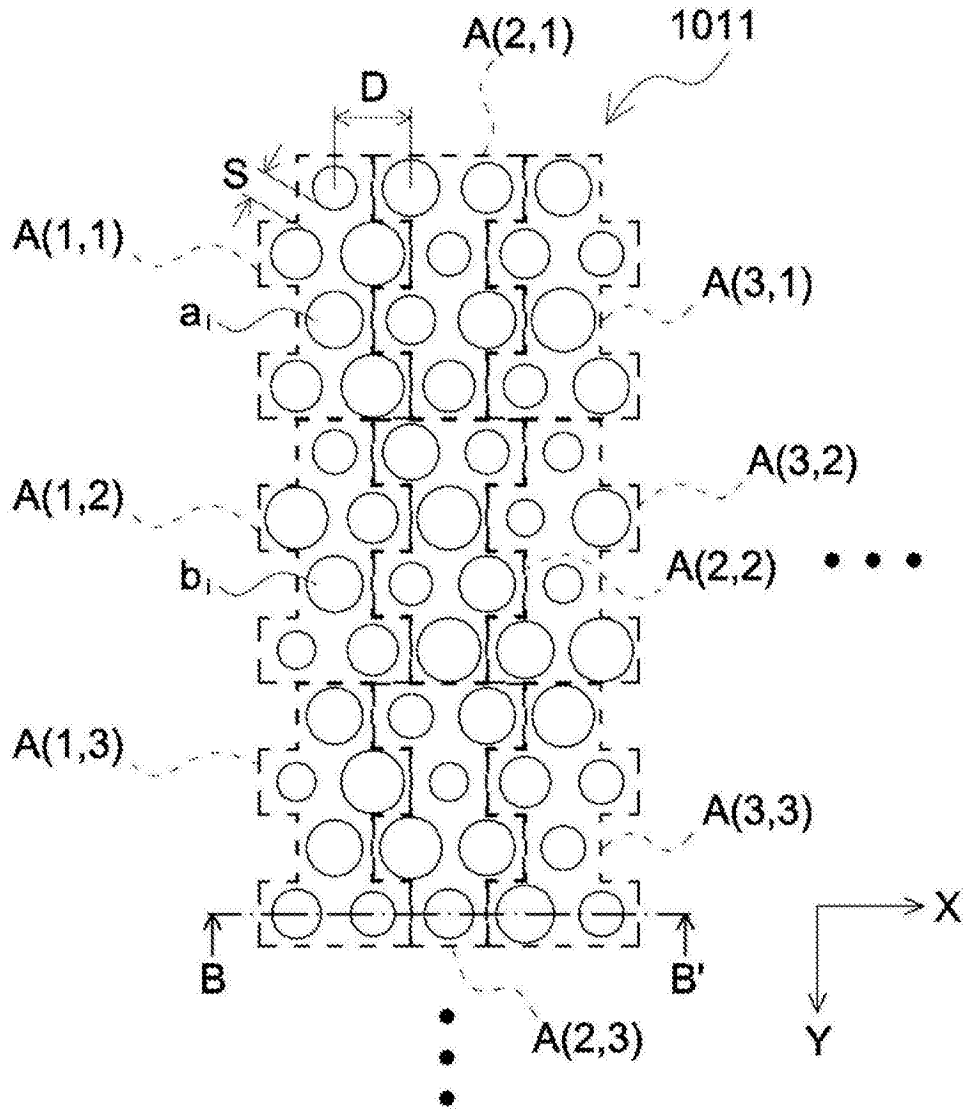


图2A

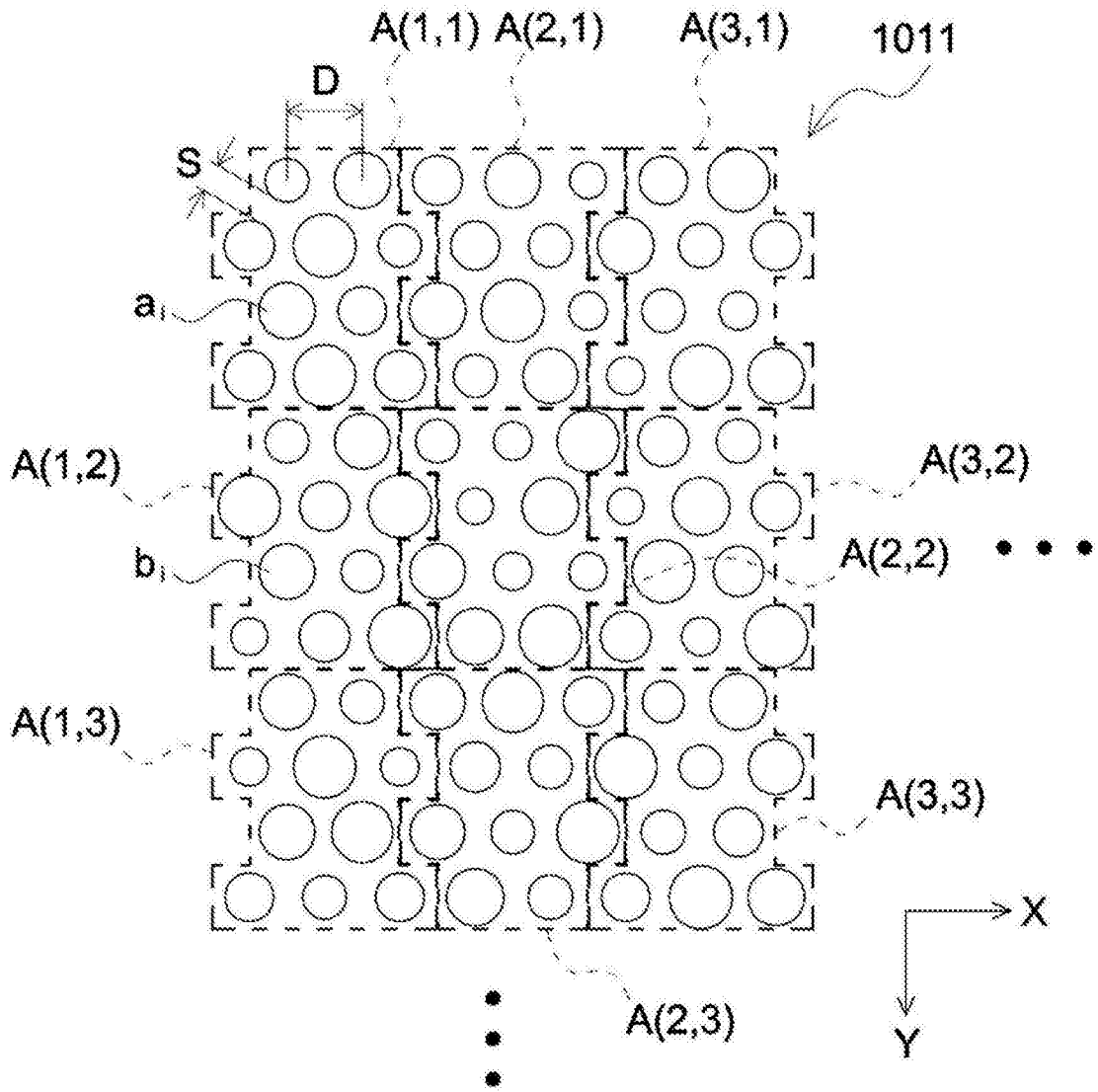


图2B

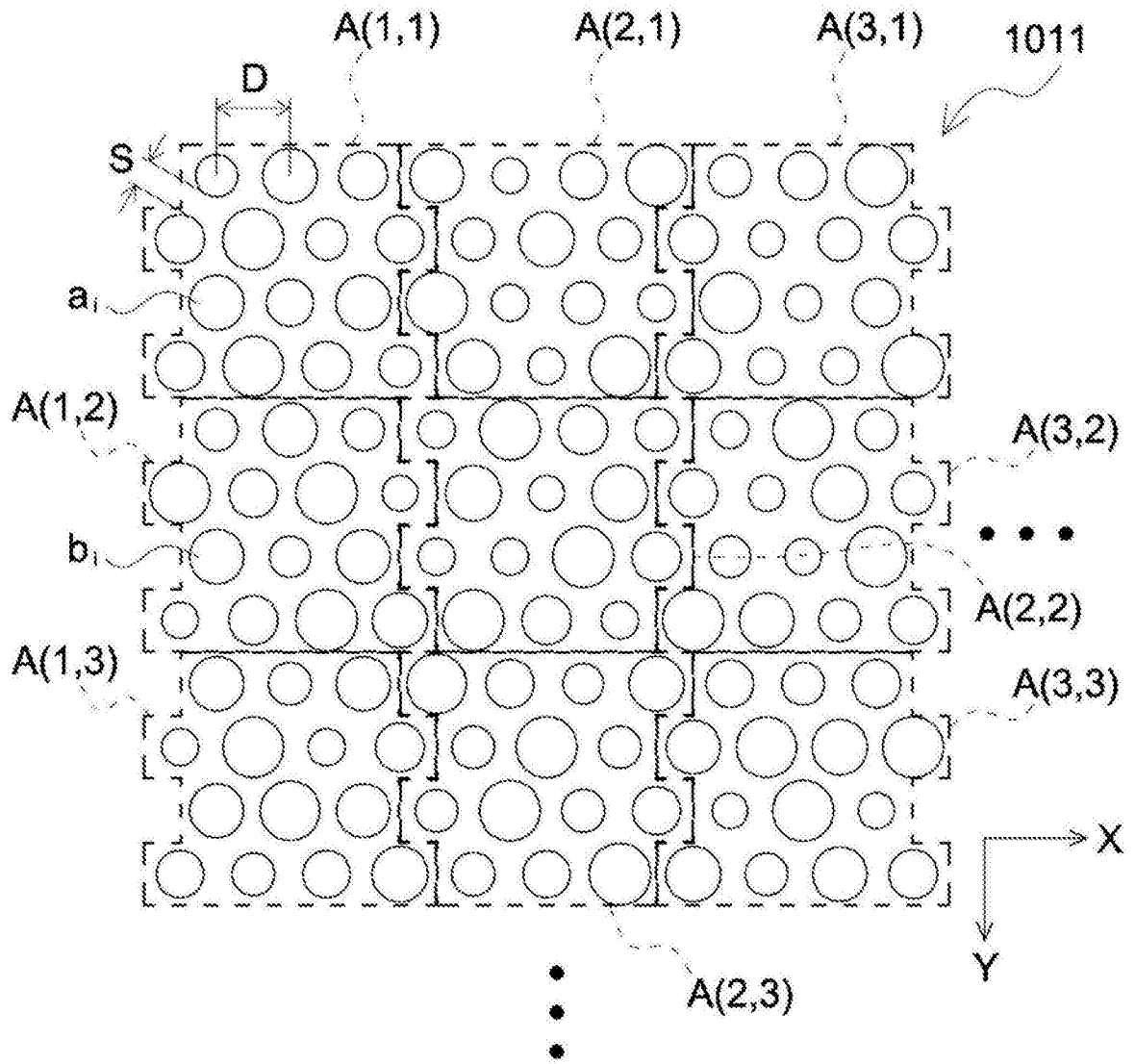


图2C

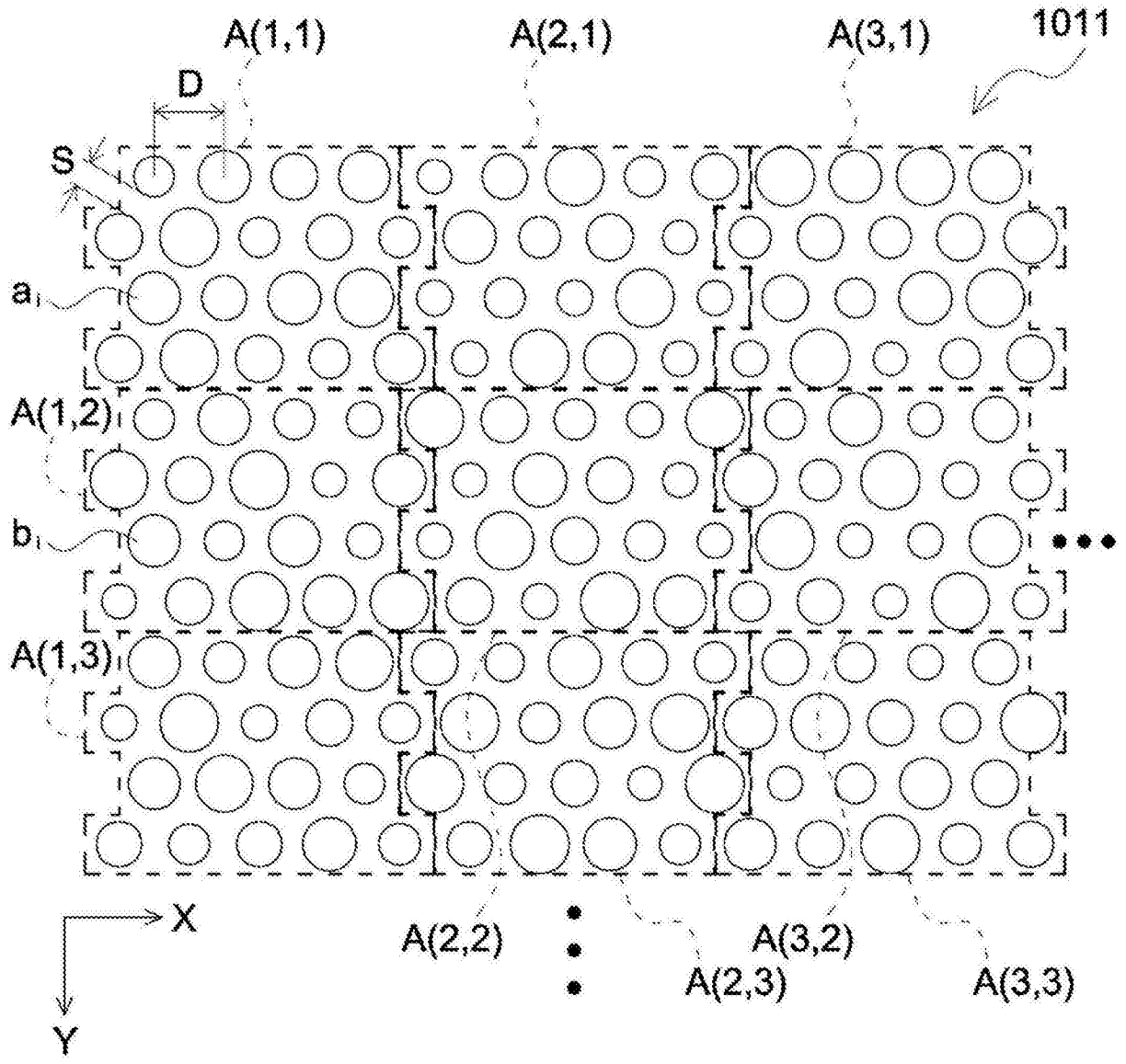


图2D

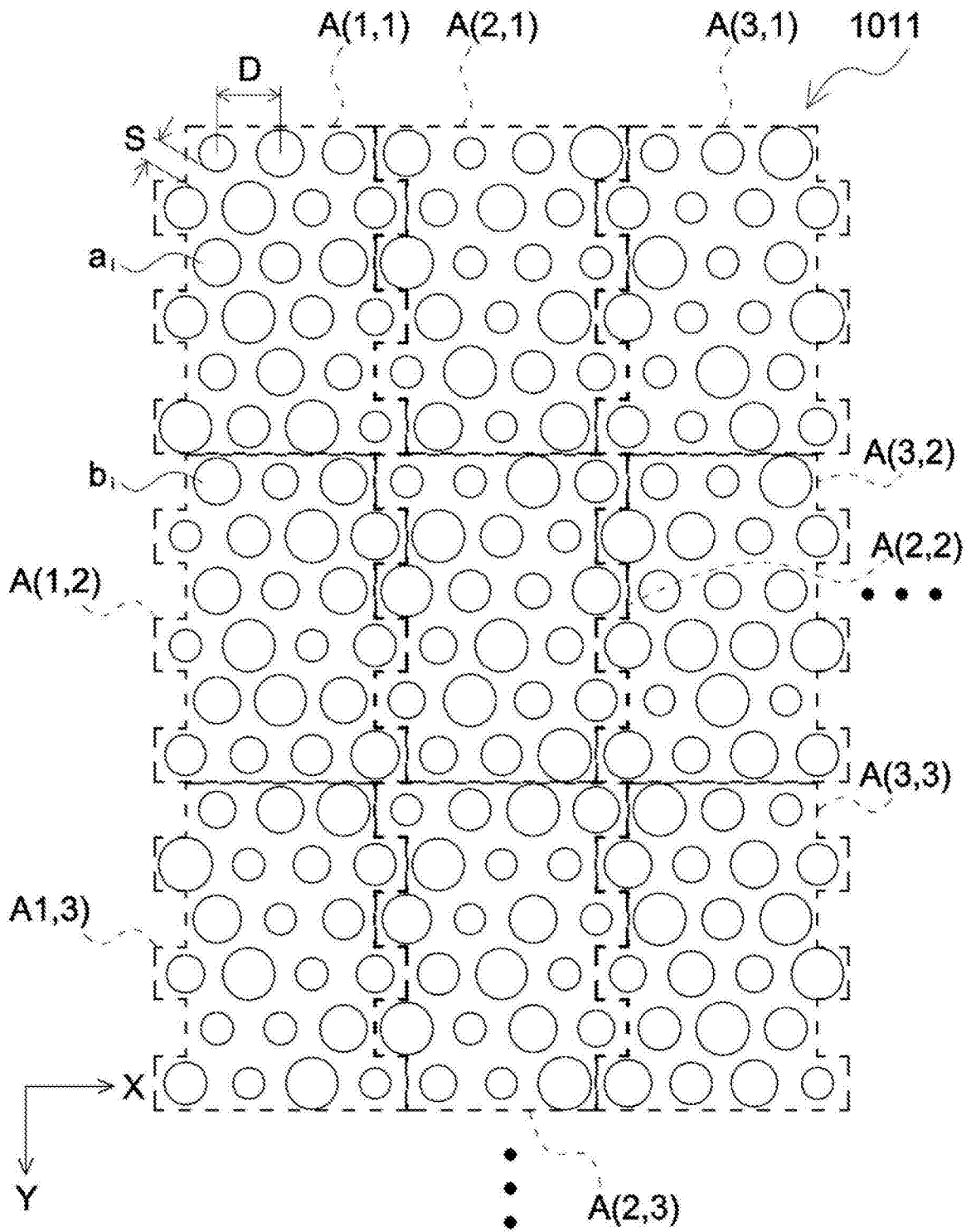


图2E



图3A

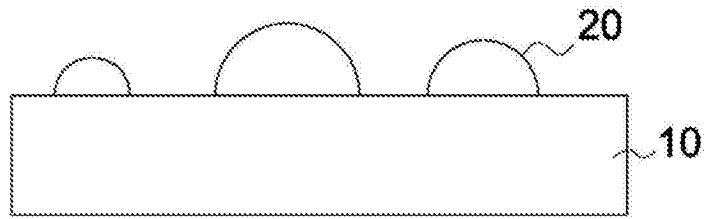


图3B

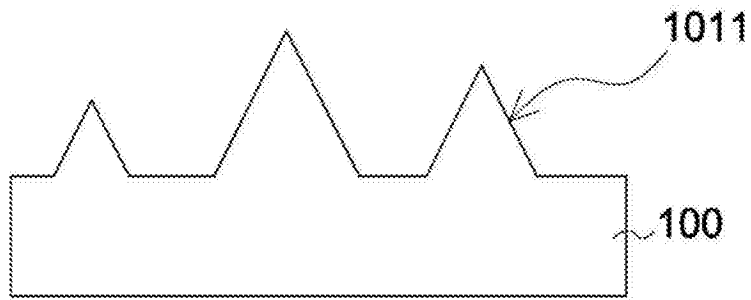


图3C

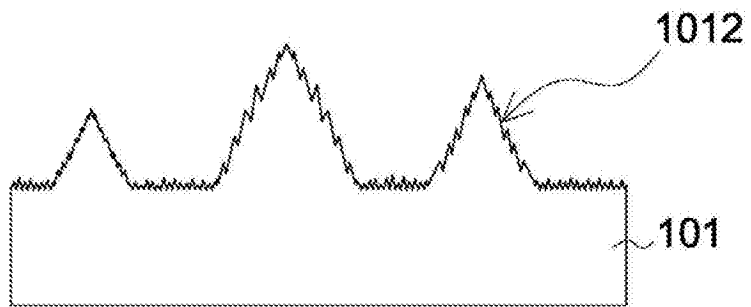


图3D

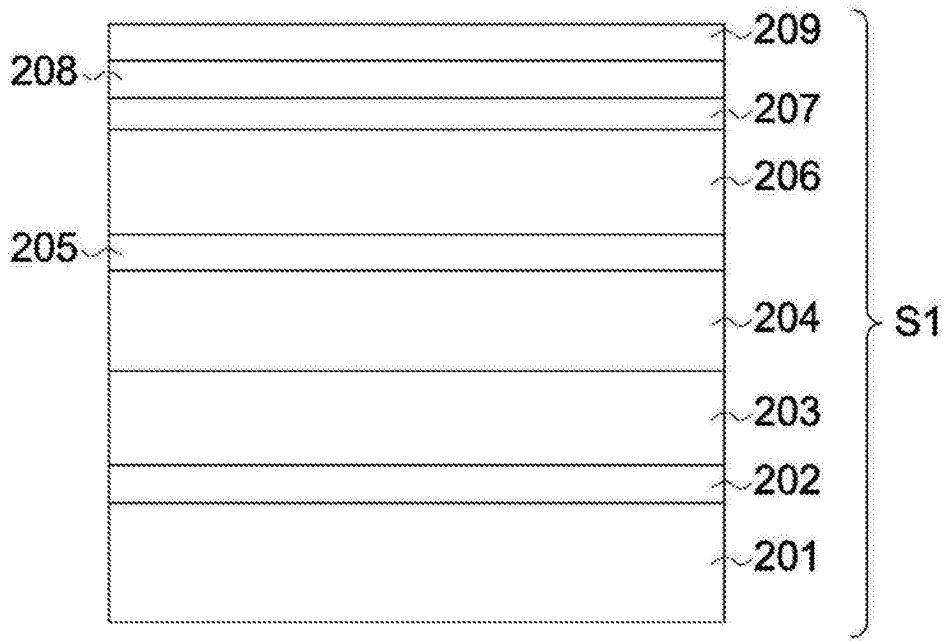


图4A

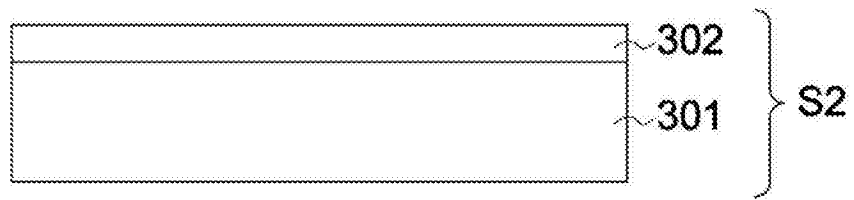


图4B

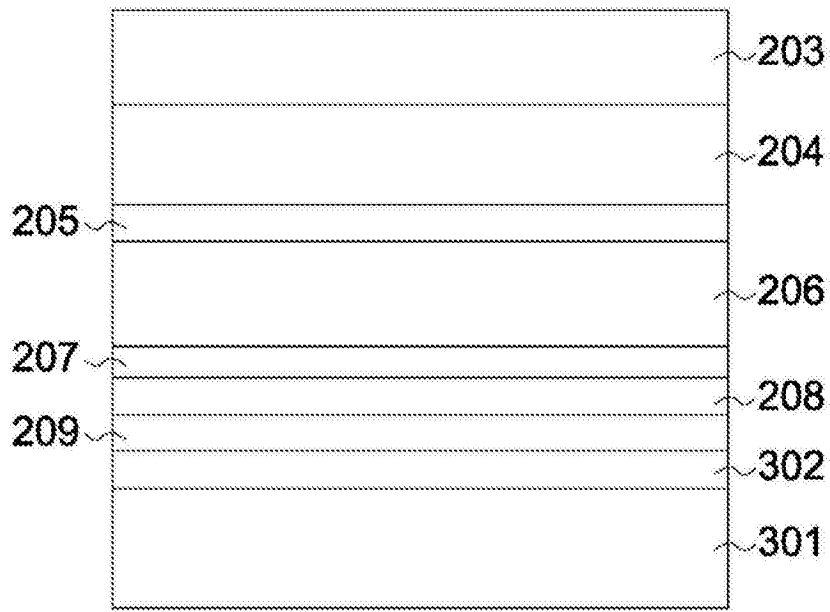


图4C

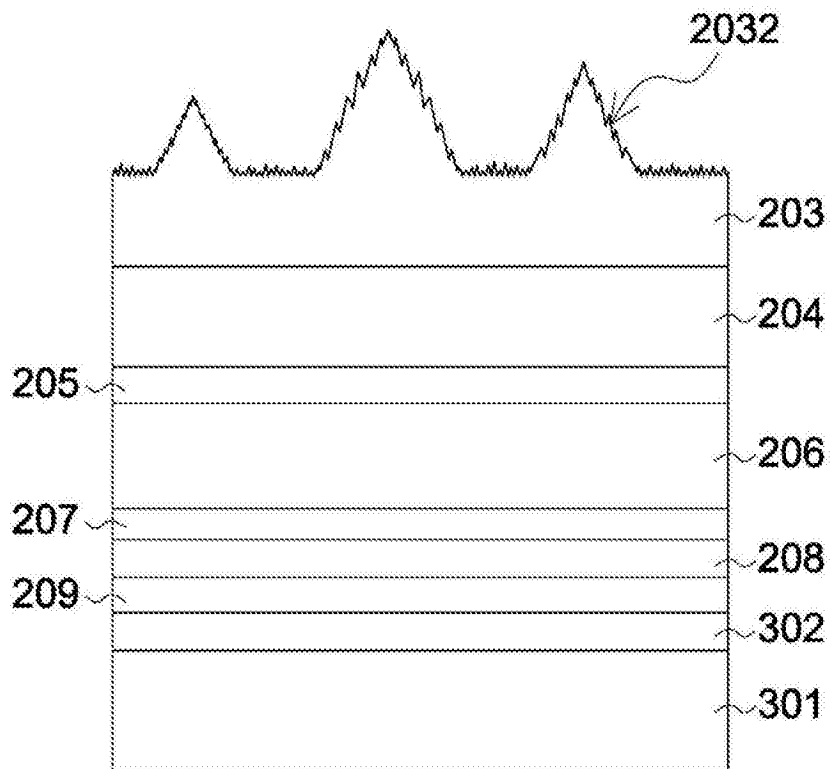


图4D