



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I539624 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：101119052

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 28 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/22 (2010.01)**

(71)申請人：晶元光電股份有限公司 (中華民國) EPISTAR CORPORATION (TW)

新竹市新竹科學工業園區力行五路 5 號

(72)發明人：富振華 FU, JENN HWA (TW)；李政憲 (TW)；黃啟豪 (TW)

(56)參考文獻：

TW 200423437

TW 201025659

TW 201207441A1

US 2011/0024722A1

審查人員：王安邦

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：4 共 35 頁

(54)名稱

具有圖形化界面之發光元件及其製造方法

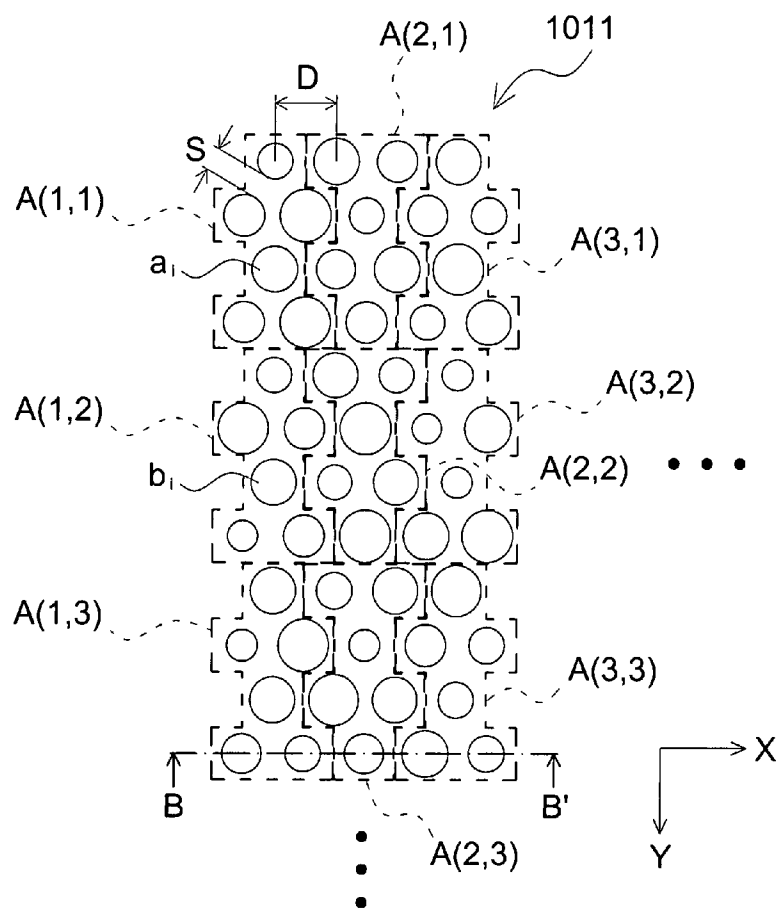
LIGHT-EMITTING DEVICE HAVING PATTERNED INTERFACE AND THE MANUFACTURING METHOD THEREOF

(57)摘要

一發光元件，包含一圖形化界面，由複數個彼此相異之預定圖案結構組成，其中，各所述之複數個彼此相異之預定圖案結構係重覆出現，使得兩相鄰之預定圖案結構不相同。其製造方法包含以下步驟：提供一基材；根據一模擬運算產生一隨機圖案排列；形成一罩幕層具有所述隨機圖案排列於基材上；移除部份之基材，使基材表面具有所述之隨機圖案排列。

The present disclosure provides a light-emitting device having a patterned interface composed of a plurality of predetermined patterned structures mutually distinct, wherein the plurality of predetermined patterned structures are repeatedly arranged in the patterned interface such that any two neighboring patterned structures are different from each other. The present disclosure also provides a manufacturing method of the light-emitting device. The method comprises the steps of providing a substrate, generating a random pattern arrangement by a computing simulation, forming a mask having the random pattern arrangement on the substrate, and removing a portion of the substrate thereby transferring the random pattern arrangement to the substrate.

指定代表圖：



符號簡單說明：

1011 . . . 圖形化界面

A(1,1)~A(3,3) . . . 圖案化區域

a_i . . . 第一群組之任一圖案結構

b_i . . . 第二群組之任一圖案結構

D . . . 任二圖案結構之距離

BB' . . . 剖面線

S . . . 任二圖案結構邊界之最短距離

第2A圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101119052

※申請日：101.5.28 ※IPC分類：H01L33/12 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有圖形化界面之發光元件及其製造方法/ LIGHT-EMITTING
DEVICE HAVING PATTERNED INTERFACE AND THE
MANUFACTURING METHOD THEREOF

二、中文發明摘要：

一發光元件，包含一圖形化界面，由複數個彼此相異之預定圖案結構組成，其中，各所述之複數個彼此相異之預定圖案結構係重覆出現，使得兩相鄰之預定圖案結構不相同。其製造方法包含以下步驟：提供一基材；根據一模擬運算產生一隨機圖案排列；形成一罩幕層具有所述隨機圖案排列於基材上；移除部份之基材，使基材表面具有所述之隨機圖案排列。

三、英文發明摘要：

The present disclosure provides a light-emitting device having a patterned interface composed of a plurality of predetermined patterned structures mutually distinct, wherein the plurality of predetermined patterned structures are repeatedly arranged in the patterned interface such that any two neighboring patterned structures are different from each other. The present disclosure also provides a manufacturing method of the light-emitting device. The method comprises the steps of providing a substrate, generating a random pattern arrangement by a computing simulation, forming a mask having the random pattern arrangement on the substrate, and removing a portion of the substrate thereby transferring the random pattern arrangement to the substrate.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2A)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1011：圖形化界面；

A(1,1)~A(3,3)：圖案化區域；

a_i ：第一群組之任一圖案結構；

b_i ：第二群組之任一圖案結構；

D：任二圖案結構之距離；

BB'：剖面線；

S：任二圖案結構邊界之最短距離。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：
無。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一具有圖形化界面之發光元件及其製造方法。

【先前技術】

近幾年來發光二極體元件致力於亮度提昇，期能最終應用於照明領域，以發揮節能省碳之功效。亮度之提昇主要分兩部份，一為內部量子效率（Internal Quantum Efficiency；IQE）之提昇，主要透過磊晶品質的改善以增進電子電洞的結合效率；另一方面為光摘出效率（Light Extraction Efficiency；LEE）之提昇，主要著重在使發光層發出之光線能有效穿透至元件外部，降低光線被發光二極體內部結構所吸收。

表面粗化技術被視為有效提昇亮度之方法之一，習知之表面粗化技術為以機械研磨方法造成基板表面形成隨機分佈之粗糙表面，此方法無法有效控制粗化尺寸，例如：深度或寬度，造成產品再現性不佳。況且於量產時，於此凌亂不一之表面上成長磊晶層，容易造成磊晶層品質不佳以及磊晶層之品質控制不易。

【發明內容】

本發明之一方面在提供一發光元件包含一圖形化界面由複數個彼此相異之預定圖案結構組成，其中，各所述之複數個彼此相異之預定圖案結構係重覆出現並使得任兩相

鄰之預定圖案結構不相同。於一實施例中，所述之圖形化界面包含複數個第一區域及複數個第二區域交錯排列，其中，所述之複數個彼此相異之預定圖案結構於各所述之複數個第一區域及/或各所述之複數個第二區域之排列各異。於另一實施例中，所述之發光元件更包含一基板及一磊晶疊層；其中，所述之圖形化界面形成於所述之基板及所述之磊晶疊層之間或形成於所述之磊晶疊層遠離所述之基板之表面上。

本發明之另一方面在提供一發光元件之製造方法包含以下步驟：提供一基材；根據一模擬運算產生一隨機圖案排列；形成一罩幕層具有所述之隨機圖案排列於所述之基材上；移除部份之所述之基材，使所述之基材表面具有所述之隨機圖案排列。於一實施例中，所述之模擬運算包括蒙地卡羅模擬運算(Monte Carlo Simulation)。

【實施方式】

第 1 圖揭示一符合本發明之發光元件 100，包含一成長基板 101、一非摻雜半導體層 102 磊晶成長於成長基板 101 上、一具有第一摻雜質之第一接觸層 103 磊晶成長於非摻雜半導體層 102 上、一具有第一摻雜質之第一束縛層 104 磊晶成長於第一接觸層 103 上、一活性層 105 磊晶成長於第一束縛層 104 上，活性層 105 可受驅動發出具有一主波長 (dominant wavelength) 之光線、一具有第二摻雜質之第二束縛層 106 磊晶成長於活性層 105 上、一具有第二摻雜質之第二接觸層 107 磊晶成長於第二束縛層 106 上、一電

流分散層 108 形成於第二接觸層 107 上，並與第二接觸層 107 形成良好之歐姆接觸、一第一電極 109 蒸鍍或濺鍍形成於裸露之第一接觸層 103 上、以及一第二電極 110 蒸鍍或濺鍍形成於電流分散層 108 上。其中，成長基板 101 與非摻雜半導體層 102 之間具有一圖形化界面 1011，且圖形化界面 1011 係由一預定數量 n 且彼此相異之預定圖案結構所組成，所述之預定數量 n 例如介於 10~100、或介於 10~50、或大致與發光元件之所述之基板面積成正比；於本實施例中，例如為凸出於基板 101 平面之複數個彼此相異之預定圖案結構，其中所述之複數個圖案結構可區分為第一群組及第二群組，圖案結構 a_i 泛指屬於第一群組之各圖案結構；圖案結構 b_i 泛指屬於第二群組之各圖案結構。第一群組之任兩圖案結構 a_i 間至少有一特徵相異，此特徵係不限於特徵尺寸、形狀、間距或其他結構特徵；相同地，第二群組之任兩圖案結構 b_i 間至少有一特徵相異，此特徵係不限於特徵尺寸、形狀、間距或其他結構特徵。並且，任一圖案結構選自於第一群組與任一圖案結構選自於第二群組亦至少有一特徵相異，此特徵係不限於特徵尺寸、形狀、間距或其他結構特徵。第一群組之複數個圖案結構與第二群組之複數個圖案結構係重複地分佈於圖形化界面 1011 上相異或不重疊之區域上。所述之圖案結構之特徵尺寸約介於 $0.5\mu\text{m}$ 至 $10\mu\text{m}$ 之間，其中，於本發明說明所指之特徵尺寸係於一圖案結構之圖案邊界上任二點之最大距離，例如於一圓形圖案，所述之特徵尺寸係為圓形之直徑；於一矩形圖案，所述之特徵尺寸係為矩形之對角線長度。關於所述之圖形化界面之具體實施例，詳細說明如下。

第 2A 圖進一步揭示第 1 圖之圖形化界面 1011 之第一實施例，包括複數個圖案化區域呈一矩陣排列，各圖案化區域之位置係以 $A(x,y)$ 表示，其中 x 及 y 係分別對應圖示之水平及垂直座標軸方向之座標值， $1 \leq x \leq m$ 、 $1 \leq y \leq n$ ； x 、 y 、 m 及 n 均為正整數； m 及 n 係取決於發光元件之晶片尺寸；其中，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數時，此區域係包含第一群組之複數個圖案結構，例如 $A(1,1)$ 、 $A(1,3)$ 、 $A(2,2)$ 、 $A(3,1)$ 、 $A(3,3)$ 等區域；任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數時，此區域係包含第二群組之複數個圖案結構，例如 $A(2,1)$ 、 $A(1,2)$ 、 $A(2,3)$ 、 $A(3,2)$ 等區域。因此，具有第一群組之圖案結構之區域與具有第二群組之圖案結構之區域係間隔及/或鄰近地排列，使得圖形化界面 1011 上之任兩個相鄰的圖案結構至少有一特徵相異，此特徵係不限於特徵尺寸、形狀、間距或其他結構特徵。於本實施例中， $A(1,1)$ 係由 6 個圖案結構組成，分別為 $a_1 \sim a_6$ ，其上視形狀均為圓形，但直徑各異，並且任二相鄰的兩個圖案結構之幾何中心至幾何中心之距離為 D ，其中 D 例如約介於 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ；並且任二相鄰的兩個圖案結構其邊界之最短距離 S 例如不小於 $0.1 \mu\text{m}$ ，或介於 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ ； $A(2,1)$ 亦由 6 個圖案結構組成，分別為 $b_1 \sim b_6$ ，其形狀均為圓形，但直徑各異，並且任二相鄰的兩個圖案結構之幾何中心至幾何中心之距離為 D ，其中 D 例如約介於 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ；並且任二相鄰的兩個圖案結構其邊界之最短距離 S 例如不小於 $0.1 \mu\text{m}$ ，或介於 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ 。其中， $a_1 \sim a_6$ 之特徵尺寸（即直徑） $r_1 \sim r_6$ 滿足以下之方程式：

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

$b_1 \sim b_6$ 之直徑 $R_1 \sim R_6$ 滿足以下之方程式：

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

其中， r_m 及 r_M 分別為圖案結構 $a_1 \sim a_6$ 及 $b_1 \sim b_6$ 中具有之最小直徑及最大直徑， $2n$ 為預定圖案結構 $a_1 \sim a_6$ 及 $b_1 \sim b_6$ 之總個數，於此實施例中，預定圖案結構之數量為 12 個，即 $2n=12$ 。例如：當 r_m 及 r_M 分別為 $1.9\mu\text{m}$ 及 $3.0\mu\text{m}$ 時， $r_1 \sim r_6$ 分別為 1.9, 2.1, 2.3, 2.5, 2.7, 2.9 μm ，其中 $r_1=r_m$ ； $R_1 \sim R_6$ 分別為 2.0, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3.0 μm ，其中 $R_6=r_M$ ；任二相鄰之圖案結構其邊界之最短距離係為一預定值之整數倍，所述之預定值例如為 $(r_M - r_m)/(2n - 1)$ 。

於本實施例中，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數時，包含第一群組之複數個圖案結構 $a_1 \sim a_6$ ，然而圖案結構 $a_1 \sim a_6$ 於此些區域中之排列方式彼此不相同，例如具有相同直徑之圖案結構於不同區域中之相對位置不同。於本實施例中，圖案結構 $a_1 \sim a_6$ 於 $A(1,1)$ 、 $A(1,3)$ 、 $A(2,2)$ 、 $A(3,1)$ 、 $A(3,3)$ 區域之排列均不相同，即至少一相同圖案結構於上述二個區域中之相對位置不同。具體而言， $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數，其區域總數小於 6 的階乘(the factorial of six; $6!$)，即 $6!=720$ ，可運用習知之隨機運算方法，例如蒙地卡羅模擬(Monte-Carlo Simulation)方法，使此些區域之排列方式彼此不相同。相同地，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數時，包含第二群組之複數個圖案結構 $b_1 \sim b_6$ ，然而圖案結構 $b_1 \sim b_6$ 於此些區域中之排列方式彼此不相同，例如相同之圖案結

構於不同區域中之相對位置不同。於本實施例中，圖案結構 $b_1 \sim b_6$ 於 $A(2,1)$ 、 $A(1,2)$ 、 $A(2,3)$ 、 $A(3,2)$ 區域之排列均不相同，即至少一相同圖案結構於上述二個區域中之相對位置不同，此係可運用習知之隨機運算方法，例如蒙地卡羅模擬(Monte-Carlo Simulation)方法，使此些區域之排列方式彼此不相同。具體而言， $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數，其區域總數小於 6 的階乘(the factorial of six; $6!$)，即 $6!=720$ ，使得此些區域之排列方式彼此不相同。因此，本實施例揭示之圖形化界面 1011 上之複數個圖案結構，雖然包含有限個預定且彼此相異圖案結構，重複地出現於圖形化界面 1011 上之不同區域，仍可達到任二個相鄰的圖案結構至少有一特徵相異，相較於單一週期性圖案結構，可進一步達到均勻分散自活性層 105 發出並射向圖形化界面 1011 之光線，使提高光取出效率。

第 2B 圖進一步揭示第 1 圖之圖形化界面 1011 之第二實施例，包括複數個圖案化區域呈一矩陣排列，各圖案化區域之位置係以 $A(x,y)$ 表示，其中 x 及 y 係分別對應圖示之水平及垂直座標軸方向之座標值， $1 \leq x \leq m$ 、 $1 \leq y \leq n$ ； x 、 y 、 m 及 n 均為正整數； m 及 n 係取決於發光元件之晶片尺寸；其中，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數時，包含第一群組之複數個圖案結構，例如 $A(1,1)$ 、 $A(1,3)$ 、 $A(2,2)$ 、 $A(3,1)$ 、 $A(3,3)$ 等區域；任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數時，包含第二群組之複數個圖案結構，例如 $A(2,1)$ 、 $A(1,2)$ 、 $A(2,3)$ 、 $A(3,2)$ 等區域。因此，具有第一群組之圖案結構之區域與具有第二群組之圖案結構之區域係間隔及/或鄰近

地排列，使得圖形化界面 1011 上之任兩個圖案結構至少有一特徵相異，所述之特徵係不限於特徵尺寸、形狀、間距或其他結構特徵。具體而言，A(1,1)係由 10 個圖案結構組成，分別為 $a_1 \sim a_{10}$ ，其上視形狀均為圓形，但直徑各異，並且任二相鄰的兩個圖案結構之幾何中心至幾何中心之距離均為 D ，其中 D 例如約介於 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ；並且任二相鄰的兩個圖案結構其邊界之最短距離 S 例如不小於 $0.1 \mu\text{m}$ ，或介於 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ ；A(2,1)亦由 10 個圖案結構組成，分別為 $b_1 \sim b_{10}$ ，其形狀均為圓形，但直徑各異，並且任二相鄰的兩個圖案結構之幾何中心至幾何中心之距離為 D ，其中 D 例如約介於 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ；並且任二相鄰的兩個圖案結構其邊界之最短距離 S 例如不小於 $0.1 \mu\text{m}$ ，或介於 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ 。其中， $a_1 \sim a_{10}$ 之特徵尺寸（即直徑） $r_1 \sim r_{10}$ 滿足以下之方程式：

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

$b_1 \sim b_{10}$ 之直徑 $R_1 \sim R_{10}$ 滿足以下之方程式：

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

其中， r_m 及 r_M 分別為圖案結構 $a_1 \sim a_{10}$ 及 $b_1 \sim b_{10}$ 中具有之最小直徑及最大直徑， $2n$ 為預定圖案結構 $a_1 \sim a_{10}$ 及 $b_1 \sim b_{10}$ 之總數量，於此實施例中，預定圖案結構之數量為 20 個，即 $2n = 20$ 。例如：當 r_m 及 r_M 分別為 $1.9 \mu\text{m}$ 及 $3.8 \mu\text{m}$ 時， $r_1 \sim r_{10}$ 分別為 $1.9, 2.1, 2.3, \dots, 3.5, 3.7 \mu\text{m}$ ，其中 $r_1 = r_m$ ； $R_1 \sim R_{10}$ 分別為 $2.0, 2.2, 2.4, \dots, 3.6, 3.8 \mu\text{m}$ ，其中 $R_5 = r_M$ ；任二相鄰之圖案結構其邊界之最短距離係為一預定值之整數倍，所述之預定值例如為 $(r_M - r_m) / (2n - 1)$ 。

於本實施例中，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數時，包含第一群組之複數個圖案結構 $a_1 \sim a_{10}$ ，然而圖案結構 $a_1 \sim a_{10}$ 於此些區域中之排列方式彼此不相同，例如相同之圖案結構於不同區域中之相對位置不同。於本實施例中，圖案結構 $a_1 \sim a_{10}$ 於 $A(1,1)$ 、 $A(1,3)$ 、 $A(2,2)$ 、 $A(3,1)$ 、 $A(3,3)$ 區域之排列均不相同，即至少一相同圖案結構於上述二個區域中之相對位置不同。具體而言， $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數，其區域總數小於 10 的階乘(the factorial of five; 10!)，可運用習知之隨機運算方法，例如蒙地卡羅模擬(Monte-Carlo Simulation)方法使此些區域之排列方式彼此不相同。相同地，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數時，包含第二群組之複數個圖案結構 $b_1 \sim b_{10}$ ，然而圖案結構 $b_1 \sim b_{10}$ 於此些區域中之排列方式彼此不相同，例如相同之圖案結構於不同區域中之相對位置不同。於本實施例中，圖案結構 $b_1 \sim b_{10}$ 於 $A(2,1)$ 、 $A(1,2)$ 、 $A(2,3)$ 、 $A(3,2)$ 區域之排列均不相同，即至少一相同圖案結構於上述二個區域中之相對位置不同，此係可運用習知之隨機運算方法，例如蒙地卡羅模擬(Monte-Carlo Simulation)方法，使此些區域之排列方式彼此不相同。具體而言， $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數，其區域總數小於 10 的階乘(the factorial of five; 10!)，使得此些區域之排列方式彼此不相同。因此，本實施例揭示之圖形化界面 1011 上之複數個圖案結構，雖然包含有限個預定且彼此相異圖案結構，重複地出現於圖形化界面 1011 上之不同區域，仍可達到任二個相鄰的圖案結構至少有一特徵相異，相較於單一週期性圖案結構，可進一步達到均勻分散自活性層 105 發出並射向圖形化界面 1011 之光線，使

提高光取出效率。

第 2C 圖進一步揭示第 1 圖之圖形化界面 1011 之第三實施例，包括複數個圖案化區域呈一矩陣排列，各圖案化區域之位置係以 $A(x,y)$ 表示，其中 x 及 y 係分別對應圖示之水平及垂直座標軸方向之座標值， $1 \leq x \leq m$ 、 $1 \leq y \leq n$ ； x 、 y 、 m 及 n 均為正整數； m 及 n 係取決於發光元件之晶片尺寸；其中，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數時，包含第一群組之複數個圖案結構，例如 $A(1,1)$ 、 $A(1,3)$ 、 $A(2,2)$ 、 $A(3,1)$ 、 $A(3,3)$ 等區域；任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數時，包含第二群組之複數個圖案結構，例如 $A(2,1)$ 、 $A(1,2)$ 、 $A(2,3)$ 、 $A(3,2)$ 等區域。因此，具有第一群組之圖案結構之區域與具有第二群組之圖案結構之區域係間隔及/或鄰近地排列，使得圖形化界面 1011 上之任兩個圖案結構至少有一特徵相異，所述之特徵係不限於特徵尺寸、形狀、間距或其他結構特徵。具體而言， $A(1,1)$ 係由 14 個圖案結構組成，分別為 $a_1 \sim a_{14}$ ，其上視形狀均為圓形，但直徑各異，並且任二相鄰的兩個圖案結構之幾何中心至幾何中心之距離均為一相同距離 D ，其中 D 例如約介於 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ；並且任二相鄰的兩個圖案結構其邊界之最短距離 S 例如不小於 $0.1 \mu\text{m}$ ，或介於 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ ； $A(2,1)$ 亦由 14 個圖案結構組成，分別為 $b_1 \sim b_{14}$ ，其形狀均為圓形，但直徑各異，並且任二相鄰的兩個圖案結構之幾何中心至幾何中心之距離均為 D ，其中 D 例如約介於 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ；並且任二相鄰的兩個圖案結構其邊界之最短距離 S 例如不小於 $0.1 \mu\text{m}$ ，或介於 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ 。其中， $a_1 \sim a_{14}$ 之特徵尺寸（即直徑） $r_1 \sim r_{14}$ 滿足以

下之方程式：

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

$b_1 \sim b_{14}$ 之直徑 $R_1 \sim R_{14}$ 滿足以下之方程式：

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

其中， r_m 及 r_M 分別為圖案結構 $a_1 \sim a_{14}$ 及 $b_1 \sim b_{14}$ 中具有之最小直徑及最大直徑， $2n$ 為預定圖案結構 $a_1 \sim a_{14}$ 及 $b_1 \sim b_{14}$ 之總數量，於此實施例中，預定圖案結構之數量為 28 個，即 $2n=28$ 。例如：當 r_m 及 r_M 分別為 $1.0\mu\text{m}$ 及 $3.7\mu\text{m}$ 時， $r_1 \sim r_{10}$ 分別為 1.0, 1.2, 1.4, ... 3.4, $3.6\mu\text{m}$ ，其中 $r_1=r_m$ ； $R_1 \sim R_{14}$ 分別為 1.1, 1.3, 1.5, ... 3.5, $3.7\mu\text{m}$ ，其中 $R_5=r_M$ ；任二相鄰之圖案結構其邊界之最短距離係為一預定值之整數倍，所述之預定值例如為 $(r_M - r_m)/(2n - 1)$ 。

於本實施例中，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數時，包含第一群組之複數個圖案結構 $a_1 \sim a_{14}$ ，然而圖案結構 $a_1 \sim a_{14}$ 於此些區域中之排列方式彼此不相同，例如相同之圖案結構於不同區域中之相對位置不同。於本實施例中，圖案結構 $a_1 \sim a_{14}$ 於 $A(1,1)$ 、 $A(1,3)$ 、 $A(2,2)$ 、 $A(3,1)$ 、 $A(3,3)$ 區域之排列均不相同，即至少一相同圖案結構於上述二個區域中之相對位置不同。具體而言， $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數，其區域總數小於 14 的階乘(the factorial of five；14!)，可運用習知之隨機運算方法，例如蒙地卡羅模擬(Monte-Carlo Simulation)方法，使此些區域之排列方式彼此不相同。相同地，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數時，包含第二群組之複數個圖案結構 $b_1 \sim b_{14}$ ，然而圖案結構 $b_1 \sim b_{14}$

於此些區域中之排列方式彼此不相同，例如相同之圖案結構於不同區域中之相對位置不同。於本實施例中，圖案結構 $b_1 \sim b_{14}$ 於 $A(2,1)$ 、 $A(1,2)$ 、 $A(2,3)$ 、 $A(3,2)$ 區域之排列均不相同，即至少一相同圖案結構於上述二個區域中之相對位置不同，此係可運用習知之隨機運算方法，例如蒙地卡羅模擬(Monte-Carlo Simulation)方法，使此些區域之排列方式彼此不相同。具體而言， $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數，其區域總數小於 14 的階乘(the factorial of five; $14!$)，使得此些區域之排列方式彼此不相同。因此，本實施例揭示之圖形化界面 1011 上之複數個圖案結構，雖然包含有限個預定且彼此相異圖案結構，重複地出現於圖形化界面 1011 上之不同區域，仍可達到任二個相鄰的圖案結構至少有一特徵相異，相較於單一週期性圖案結構，可進一步達到均勻分散自活性層 105 發出並射向圖形化界面 1011 之光線，使提高光取出效率。

第 2D 圖進一步揭示第 1 圖之圖形化界面 1011 之第四實施例，包括複數個圖案化區域呈一矩陣排列，各圖案化區域之位置係以 $A(x,y)$ 表示，其中 x 及 y 係分別對應圖示之水平及垂直座標軸方向之座標值， $1 \leq x \leq m$ 、 $1 \leq y \leq n$ ； x 、 y 、 m 及 n 均為正整數； m 及 n 係取決於發光元件之晶片尺寸；其中，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數時，包含第一群組之複數個圖案結構，例如 $A(1,1)$ 、 $A(1,3)$ 、 $A(2,2)$ 、 $A(3,1)$ 、 $A(3,3)$ 等區域；任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數時，包含第二群組之複數個圖案結構，例如 $A(2,1)$ 、 $A(1,2)$ 、 $A(2,3)$ 、 $A(3,2)$ 等區域。因此，具有第一群組之圖案結構之

區域與具有第二群組之圖案結構之區域係間隔及/或鄰近地排列，使得圖形化界面 1011 上之任兩個圖案結構至少有一特徵相異，所述之特徵係不限於特徵尺寸、形狀、間距或其他結構特徵。具體而言，A(1,1)係由 18 個圖案結構組成，分別為 $a_1 \sim a_{18}$ ，其上視形狀均為圓形，但直徑各異，並且任二相鄰的兩個圖案結構之幾何中心至幾何中心之距離均為 D ，其中 D 例如約介於 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ；並且任二相鄰的兩個圖案結構其邊界之最短距離 S 例如不小於 $0.1 \mu\text{m}$ ，或介於 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ ；A(2,1)亦由 18 個圖案結構組成，分別為 $b_1 \sim b_{18}$ ，其形狀均為圓形，但直徑各異，並且任二相鄰的兩個圖案結構之幾何中心至幾何中心之距離均為 D ，其中 D 例如約介於 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ；並且任二相鄰的兩個圖案結構其邊界之最短距離 S 例如不小於 $0.1 \mu\text{m}$ ，或介於 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ 。其中， $a_1 \sim a_{18}$ 之特徵尺寸（即直徑） $r_1 \sim r_{18}$ 滿足以下之方程式：

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

$b_1 \sim b_{18}$ 之直徑 $R_1 \sim R_{18}$ 滿足以下之方程式：

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

其中， r_m 及 r_M 分別為圖案結構 $a_1 \sim a_{18}$ 及 $b_1 \sim b_{18}$ 中具有之最小直徑及最大直徑， $2n$ 為預定圖案結構 $a_1 \sim a_{18}$ 及 $b_1 \sim b_{18}$ 之總數量，於此實施例中，預定圖案結構之數量為 36 個，即 $2n = 36$ 。例如：當 r_m 及 r_M 分別為 $1.0 \mu\text{m}$ 及 $4.5 \mu\text{m}$ 時， $r_1 \sim r_{18}$ 分別為 $1.0, 1.2, 1.4, \dots, 4.2, 4.4 \mu\text{m}$ ，其中 $r_1 = r_m$ ； $R_1 \sim R_{18}$ 分別為 $1.1, 1.3, 1.5, \dots, 4.3, 4.5 \mu\text{m}$ ，其中 $R_5 = r_M$ ；任二相鄰之圖案結構其邊界之最短距離係為一預定值之整數倍，所述之

預定值例如為 $(r_M - r_m)/(2n-1)$ 。

於本實施例中，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數時，包含第一群組之複數個圖案結構 $a_1 \sim a_{18}$ ，然而圖案結構 $a_1 \sim a_{18}$ 於此些區域中之排列方式彼此不相同，例如相同之圖案結構於不同區域中之相對位置不同。於本實施例中，圖案結構 $a_1 \sim a_{18}$ 於 $A(1,1)$ 、 $A(1,3)$ 、 $A(2,2)$ 、 $A(3,1)$ 、 $A(3,3)$ 區域之排列均不相同，即至少一相同圖案結構於上述二個區域中之相對位置不同。具體而言， $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數，其區域總數小於 18 的階乘(the factorial of five; 18!)，可運用習知之隨機運算方法，例如蒙地卡羅模擬(Monte-Carlo Simulation)方法，使此些區域之排列方式彼此不相同。相同地，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數時，包含第二群組之複數個圖案結構 $b_1 \sim b_{18}$ ，然而圖案結構 $b_1 \sim b_{18}$ 於此些區域中之排列方式彼此不相同，例如相同之圖案結構於不同區域中之相對位置不同。於本實施例中，圖案結構 $b_1 \sim b_{18}$ 於 $A(2,1)$ 、 $A(1,2)$ 、 $A(2,3)$ 、 $A(3,2)$ 區域之排列均不相同，即至少一相同圖案結構於上述二個區域中之相對位置不同，此係可運用習知之隨機運算方法，例如蒙地卡羅模擬(Monte-Carlo Simulation)方法，使此些區域之排列方式彼此不相同。具體而言， $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數，其區域總數小於 18 的階乘(the factorial of five; 18!)，使得此些區域之排列方式彼此不相同。因此，本實施例揭示之圖形化界面 1011 上之複數個圖案結構，雖然包含有限個預定且彼此相異圖案結構，重複地出現於圖形化界面 1011 上之不同區域，仍可達到任二個相鄰的圖案結構至少有一特

徵相異，相較於單一週期性圖案結構，可進一步達到均勻分散自活性層 105 發出並射向圖形化界面 1011 之光線，使提高光取出效率。

第 2E 圖進一步揭示第 1 圖之圖形化界面 1011 之第五實施例，包括複數個圖案化區域呈一矩陣排列，各圖案化區域之位置係以 $A(x,y)$ 表示，其中 x 及 y 係分別對應圖示之水平及垂直座標軸方向之座標值， $1 \leq x \leq m$ 、 $1 \leq y \leq n$ ； x 、 y 、 m 及 n 均為正整數； m 及 n 係取決於發光元件之晶片尺寸；其中，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數時，包含第一群組之複數個圖案結構，例如 $A(1,1)$ 、 $A(1,3)$ 、 $A(2,2)$ 、 $A(3,1)$ 、 $A(3,3)$ 等區域；任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數時，包含第二群組之複數個圖案結構，例如 $A(2,1)$ 、 $A(1,2)$ 、 $A(2,3)$ 、 $A(3,2)$ 等區域。因此，具有第一群組之圖案結構之區域與具有第二群組之圖案結構之區域係間隔及/或鄰近地排列，使得圖形化界面 1011 上之任兩個圖案結構至少有一特徵相異，所述之特徵係不限於特徵尺寸、形狀、間距或其他結構特徵。具體而言， $A(1,1)$ 係由 21 個圖案結構組成，分別為 $a_1 \sim a_{21}$ ，其上視形狀均為圓形，但直徑各異，並且任二相鄰的兩個圖案結構之幾何中心至幾何中心之距離均為 D ，其中 D 例如約介於 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ；並且任二相鄰的兩個圖案結構其邊界之最短距離 S 例如不小於 $0.1 \mu\text{m}$ ，或介於 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ ； $A(2,1)$ 亦由 21 個圖案結構組成，分別為 $b_1 \sim b_{21}$ ，其形狀均為圓形，但直徑各異，並且任二相鄰的兩個圖案結構之幾何中心至幾何中心之距離均為 D ，其中 D 例如約介於 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ；並且任二相鄰的兩個圖案結構其邊界之最短

距離 S 例如不小於 $0.1\mu\text{m}$ ，或介於 $0.1\sim 5\mu\text{m}$ 。其中， $a_1\sim a_{21}$ 之特徵尺寸（即直徑） $r_1\sim r_{21}$ 滿足以下之方程式：

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

$b_1\sim b_{21}$ 之直徑 $R_1\sim R_{21}$ 滿足以下之方程式：

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

其中， r_m 及 r_M 分別為圖案結構 $a_1\sim a_{21}$ 及 $b_1\sim b_{21}$ 中具有之最小直徑及最大直徑， $2n$ 為預定圖案結構 $a_1\sim a_{21}$ 及 $b_1\sim b_{21}$ 之總數量，於此實施例中，預定圖案結構之數量為 42 個，即 $2n=42$ 。例如：當 r_m 及 r_M 分別為 $0.9\mu\text{m}$ 及 $5.0\mu\text{m}$ 時， $r_1\sim r_{21}$ 分別為 $0.9, 1.1, 1.3, \dots 4.7, 4.9\mu\text{m}$ ，其中 $r_1=r_m$ ； $R_1\sim R_{21}$ 分別為 $1.0, 1.2, 1.4, \dots 4.8, 5.0\mu\text{m}$ ，其中 $R_5=r_M$ ；任二相鄰之圖案結構其邊界之最短距離係為一預定值之整數倍，所述之預定值例如為 $(r_M-r_m)/(2n-1)$ 。

於本實施例中，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數時，包含第一群組之複數個圖案結構 $a_1\sim a_{21}$ ，然而圖案結構 $a_1\sim a_{21}$ 於此些區域中之排列方式彼此不相同，例如相同之圖案結構於不同區域中之相對位置不同。於本實施例中，圖案結構 $a_1\sim a_{21}$ 於 $A(1,1)$ 、 $A(1,3)$ 、 $A(2,2)$ 、 $A(3,1)$ 、 $A(3,3)$ 區域之排列均不相同，即至少一相同圖案結構於上述二個區域中之相對位置不同。具體而言， $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為偶數，其區域總數小於 21 的階乘 (the factorial of five; $21!$)，可運用習知之隨機運算方法，例如蒙地卡羅模擬 (Monte-Carlo Simulation) 方法，使此些區域之排列方式彼此不相同。相同地，任一 $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數時，包

含第二群組之複數個圖案結構 $b_1 \sim b_{21}$ ，然而圖案結構 $b_1 \sim b_{21}$ 於此些區域中之排列方式彼此不相同，例如相同之圖案結構於不同區域中之相對位置不同。於本實施例中，圖案結構 $b_1 \sim b_{21}$ 於 $A(2,1)$ 、 $A(1,2)$ 、 $A(2,3)$ 、 $A(3,2)$ 區域之排列均不相同，即至少一相同圖案結構於上述二個區域中之相對位置不同，此係可運用習知之隨機運算方法，例如蒙地卡羅模擬(Monte-Carlo Simulation)方法，使此些區域之排列方式彼此不相同。具體而言， $A(x,y)$ 區域滿足 $x+y$ 為奇數，其區域總數小於 21 的階乘(the factorial of five; $21!$)，使得此些區域之排列方式彼此不相同。因此，本實施例揭示之圖形化界面 1011 上之複數個圖案結構，雖然包含有限個預定且彼此相異圖案結構，重複地出現於圖形化界面 1011 上之不同區域，仍可達到任二個相鄰的圖案結構至少有一特徵相異，相較於單一週期性圖案結構，可進一步達到均勻分散自活性層 105 發出並射向圖形化界面 1011 之光線，使提高光取出效率。

第 3A~3D 圖揭示符合第 2A~2E 圖所示之圖形化界面 1011 之製造方法，包括將符合第 2A~2E 圖之圖案預先設計形成於一光罩上，並以傳統之光阻曝光、顯影等微影製程形成一圖形化光阻層 20 於一成長基板 10 上，如第 3B 圖所示；之後，再以一乾式蝕刻製程將圖案化光阻層 20 之圖案轉移至成長基板 10 以形成一具有圖形化界面 1011 之基板 100，如第 3C 圖所示。於本發明之另一實施例，更包含全面溼蝕刻第 3C 圖之圖形化界面 1011，以形成具有微粗化結構之圖形化界面 1012，其中，微粗化結構係大致沿著圖

形化界面 1011 形狀所形成之微結構，其高低差例如不超過 $2\mu\text{m}$ 、或介於 $0.5\sim 2\mu\text{m}$ 、或微粗化結構之粗糙度不大於圖形化界面 1012 之粗糙度，以進一步散射光線及提高光摘出效率。本發明實施例所揭示之圖形化界面可用於大量生產，並保持基板與基板間、或晶圓與晶圓間具有較小的產品變異性，相較於傳統之隨機粗化方式，例如透過研磨粒子以機械方式在表面隨機形成之粗化表面，本實施例可達到較穩定且可控制的品質，具有較小的產品變異性及較佳的產品再現性。

第 4A~4D 圖揭示符合本發明之發光元件之第二實施例及其製作方法。所述之製作方法包括首先提供一第一疊層結構 S1 包含提供成長基板 201、磊晶成長非摻雜半導體層 202 於成長基板 101 上、磊晶成長具有第一摻雜質之第一接觸層 203 於非摻雜半導體層 202 上、磊晶成長具有第一摻雜質之第一束縛層 204 於第一接觸層 203 上、一活性層 205 磊晶成長於第一束縛層 204 上，其中活性層 205 可受驅動發出具有一主波長 (dominant wavelength) 之光線、磊晶成長具有第二摻雜質之第二束縛層 206 於活性層 205 上、磊晶成長具有第二摻雜質之第二接觸層 207 於第二束縛層 206 上、形成反射層 208 於第二接觸層 207 上，並與第二接觸層 207 形成歐姆接觸、形成第一接合層 209 於反射層 208 上以完成第一疊層結構 S1 如第 4A 圖所示。接著提供一第二疊層結構包括提供一載體 301，以及形成第二接合層 302 於載體 301 上以完成第二疊層結構 S2 如第 4B 圖所示。於完成第一疊層結構 S1 及第二疊層結構 S2 後，以一接合步

驟接合第一接合層 209 及第二接合層 302 使第一疊層結構 S1 及第二疊層結構 S2 接合；於接合後，移除成長基板 201 及非摻雜半導體層 202 以裸露第一接觸層 203，如第 4C 圖所示。接著於第一接觸層 203 之表面形成一圖形化界面 2032，圖形化界面 2032 之圖案及其形成方法相同於前述諸實施例之描述及第 1 圖、第 2A~2D 圖、及第 3A~3D 圖所示。於一實施例中，所述之發光元件包含氮化鎵材料 (GaN-based material)，例如第一接觸層 203 包含氮化鎵材料，第一接觸層 203 裸露之表面之極性例如大致為氮極性 (N-polar)，以易於被溼蝕刻形成所述之微結構。

上述各實施例所揭露之圖形化界面並不限於形成特定二結構之界面或特定某一結構之上表面；亦即，形成於任二結構之界面或任一結構之外表面之符合本發明所述之圖形化界面均屬本發明之範圍。

上述之諸實施例，其中，所述之非摻雜半導體層、第一接觸層、第一束縛層、第二束縛層、第二接觸層、以及活性層之材料係包含 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 均為正數； $(p+q) \leq 1$ ； $(x+y) \leq 1$ 。所述之第一摻雜質為 n 型摻雜質，例如 Si，或者是 p 型摻雜質，例如 Mg 或 Zn；所述之第二摻雜質為具有與第一摻雜質相異導電型之摻雜質。所述之電流分散層包含金屬導電氧化物，例如為氧化銦錫 (ITO)、氧化鋅、或導電性良好之半導體層，例如具有高摻雜濃度之磷化物或氮化物。所述之成長基板包括至少一種透明材料選自於磷化鎵、藍寶石、碳化矽、氮化鎵、

矽、以及氮化鋁所組成之群組。所述之第一或第二接合層可依目的彈性選擇所需之材質，例如為導電性或非導電性材料以分別適用於垂直式或水平式發光元件，其中導電性材料包含半導體、透明導電氧化物、金屬或金屬合金等材料；非導電性材料包含高分子材料或介電材料。所述之接合步驟係以一熱壓接合於低於攝氏 400 度之溫度使所述之第一接合層及第二接合層接合。所述之載體可依目的彈性選擇所需之材質，例如導電性材質或導電率(conductivity)高於所述之成長基板之材質，例如為半導體、透明導電氧化物、金屬或金屬合金等材料、對於所述之活性層發出之光線其透光度高於所述之成長基板之透明材質，例如磷化鎵、藍寶石、碳化矽、氮化鎵、或氮化鋁、導熱性高於所述之成長基板之材質例如矽、氧化鋅、石墨、鑽石、類鑽石(DLC)、金屬、或金屬合金。所述之反射層包含材料對於所述之活性層發出之光線具有反射率高於 80%之金屬、介電材料、或其組合。

本發明所列舉之各實施例僅用以說明本發明，並非用以限制本發明之範圍。任何人對本發明所作之任何顯而易知之修飾或變更皆不脫離本發明之精神與範圍。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為一剖面示意圖，顯示依本發明發光元件之第一實施例；

第 2A~2E 圖為上視示意圖，顯示依本發明發光元件之圖形化界面之第一至第五實施例；

第 3A~3D 圖為剖面示意圖，顯示依本發明發光元件之第一實施例之製造方法；

第 4A~4D 圖為剖面示意圖，顯示依本發明發光元件之第二實施例及其製造方法。

【主要元件符號說明】

100：發光元件；
10、100、101：成長基板；
1011、1012、2032：圖形化表面；
102、202：非摻雜半導體層；
103、203：第一接觸層；
104、204：第一束縛層；
105、205：活性層；
106、206：第二束縛層；
107、207：第二接觸層；
108：電流分散層；
109：第一電極；
110：第二電極；
20：圖形化光阻層；
208：反射層；
209：第一接合層；
301：載體；
302：第二接合層
A(1,1)~A(3,3)：圖案化區域；
 a_i ：第一群組之任一圖案結構；

b_i ：第二群組之任一圖案結構；

BB'：剖面線；

D：任二圖案結構幾何中心至幾何中心之距離；

S：任二圖案結構邊界之最短距離。

105年 2月 19日
A2012-014-TW

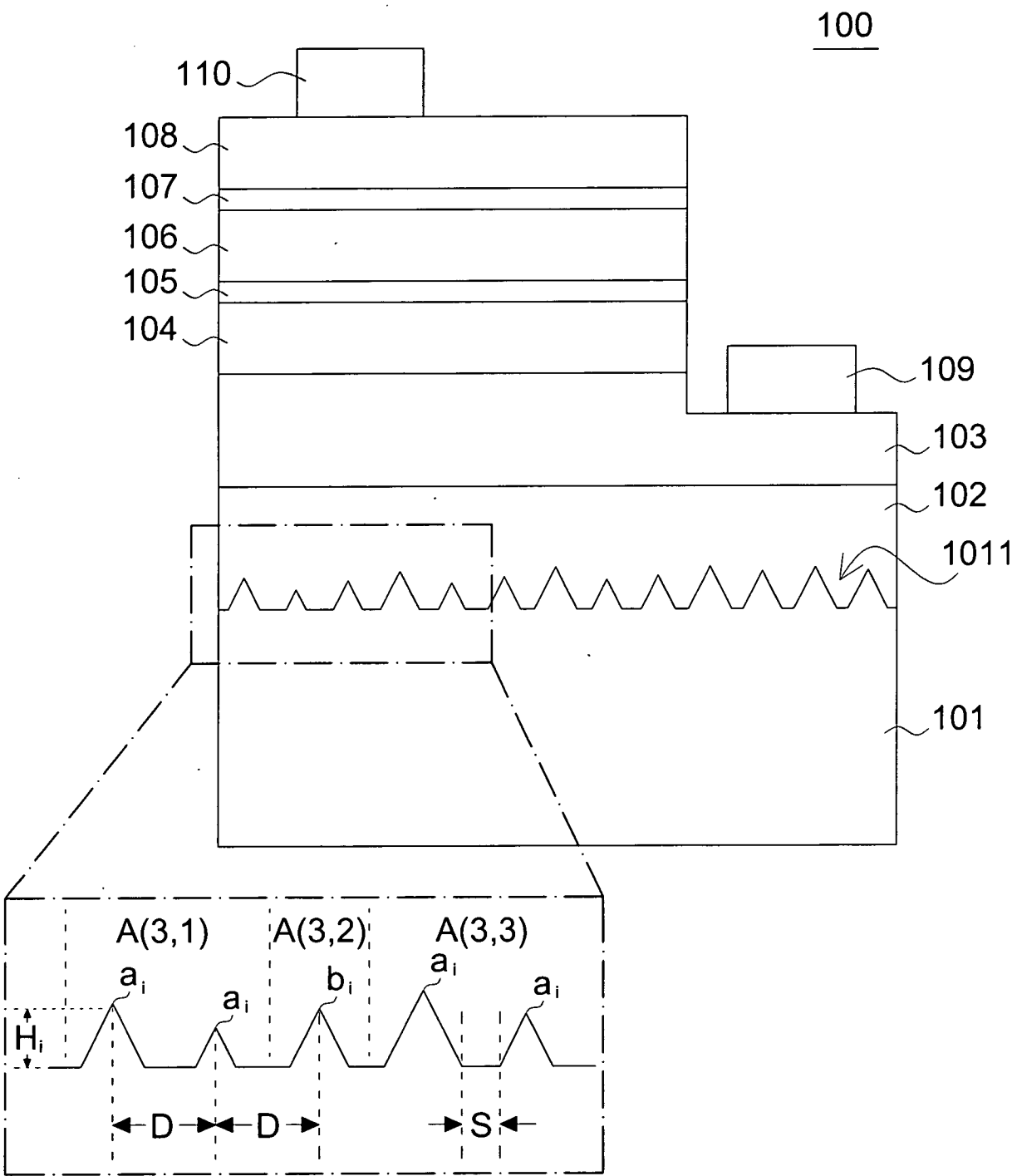
七、申請專利範圍：

1. 一發光元件，包含一圖形化界面，於上視圖中，該圖形化界面包含一第一區與一第二區，該第一區中及該第二區中分別包含複數個預定圖案結構，
其中，該第一區及該第二區中之該些預定圖案結構係彼此重覆，且該些預定圖案結構中任兩相鄰者彼此不相同。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件，其中，各該些預定圖案結構之上視形狀為多邊形或圓形，並具有一介於 $0.5\ \mu\text{m}$ 至 $10\ \mu\text{m}$ 之間的特徵尺寸。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件，其中，該預定圖案結構之排列方式係經蒙地卡羅模擬運算產生。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件，更包含一基板及一磊晶疊層，其中，該圖形化界面位於該基板及該磊晶疊層之間。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件，其中，該圖形化界面包含一粗糙度低於該圖形化介面之粗糙度之微結構。
6. 一發光元件之製造方法，包含以下步驟：
提供一基材；
準備一重覆出現的隨機圖案，且該重覆出現的隨機圖案中任兩相鄰之圖案彼此不同；
形成一罩幕層，具有該重複出現的隨機圖案；以及
移除該基材之部分，使該基材的表面形成該重覆出現的隨機圖案。

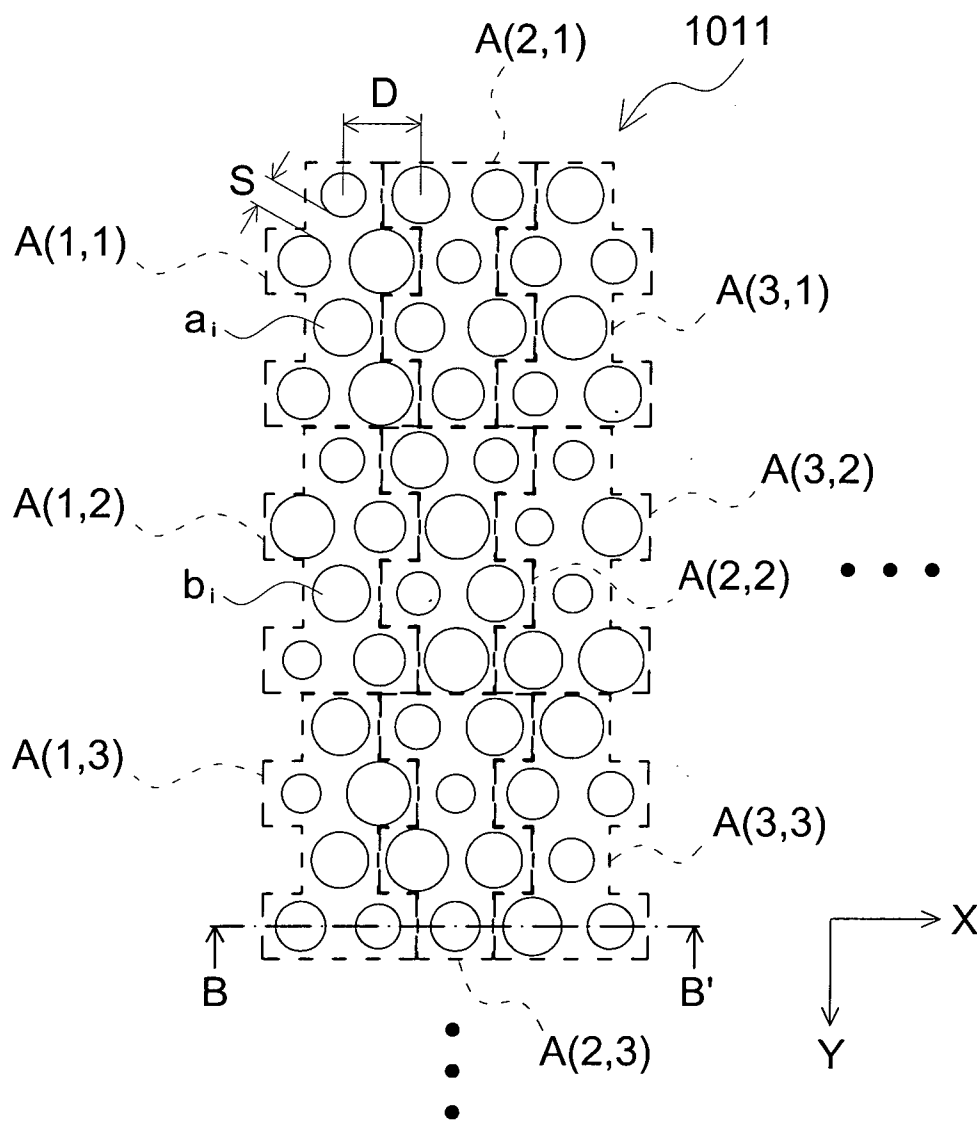
105 年 2 月 19 日
A2012-014-TW

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之製造方法，其中該重覆出現的隨機圖案的排列方式係藉由蒙地卡羅模擬運算(Monte Carlo Simulation)產生。
8. 如申請專利範圍第 6 項所述之製造方法，於上視圖中，其中該複數個相異圖案具有不同的尺寸。
9. 一發光元件，包含：
 - 一基板，包含一第一區與一第二區；
 - 一第一組圖案結構，位於該第一區；以及
 - 一第二組圖案結構，位於該第二區，其中，該第一組圖案結構與該第二組圖案結構分別包含的複數個圖案結構，該第一組圖案結構中之該複數個圖案結構與該第二組圖案中之該複數個圖案結構具有彼此重複但排列方式相異的形狀，該複數個圖案結構之排列方式係經蒙地卡羅模擬運算產生。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之製造方法，其中該第一組圖案結構內的任兩個相鄰的圖案結構彼此尺寸不相同。

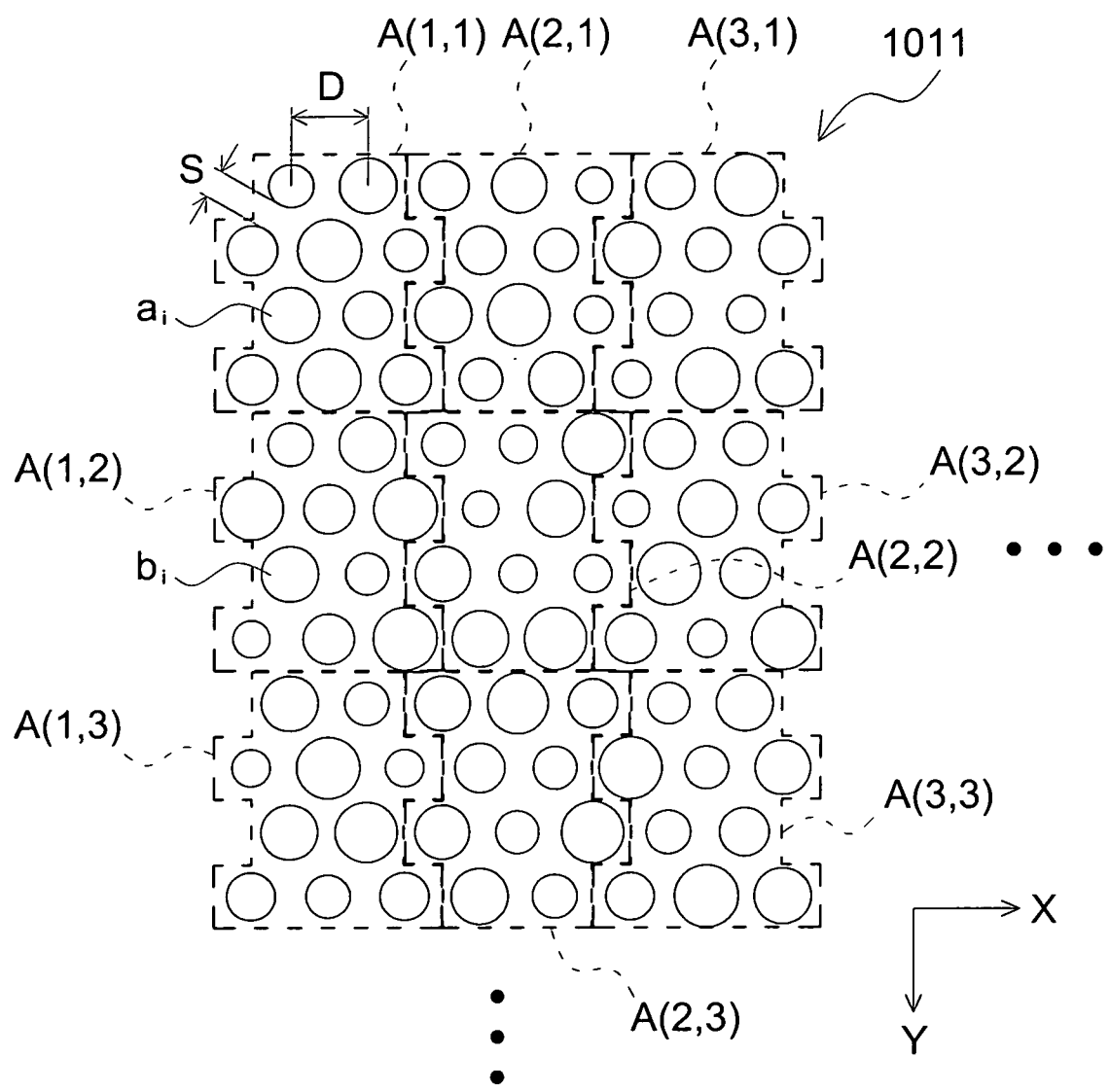
八、圖式



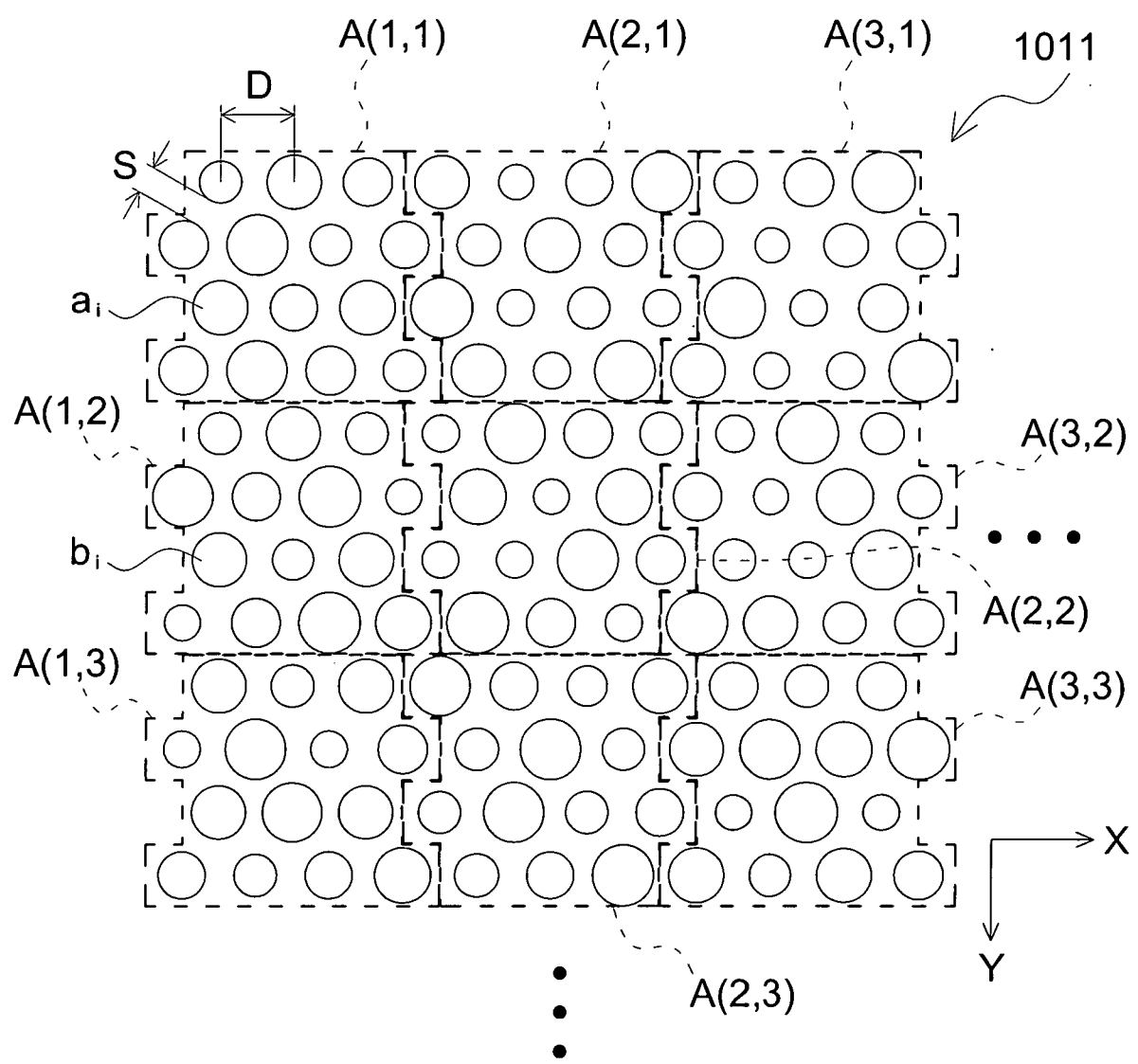
第1圖



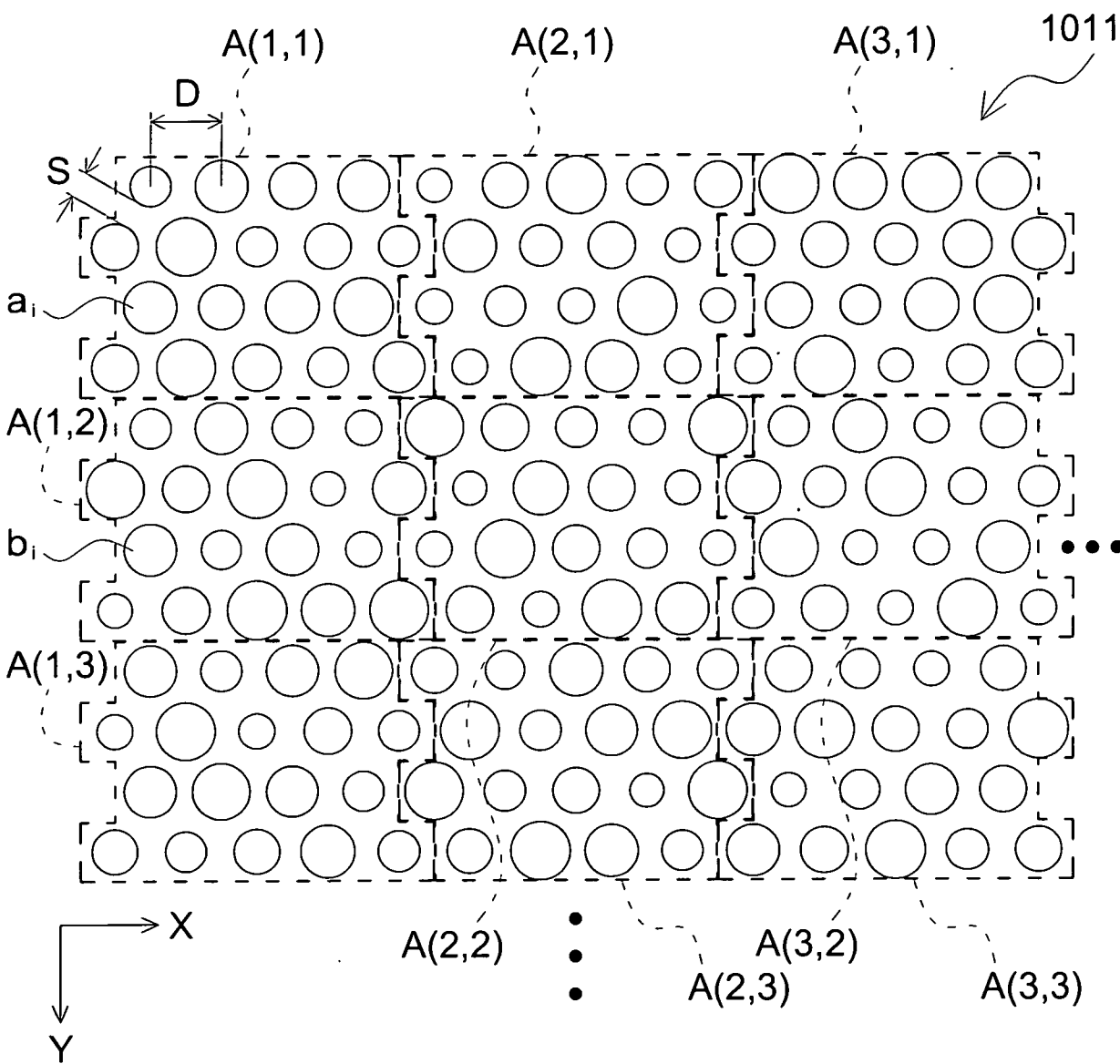
第2A圖



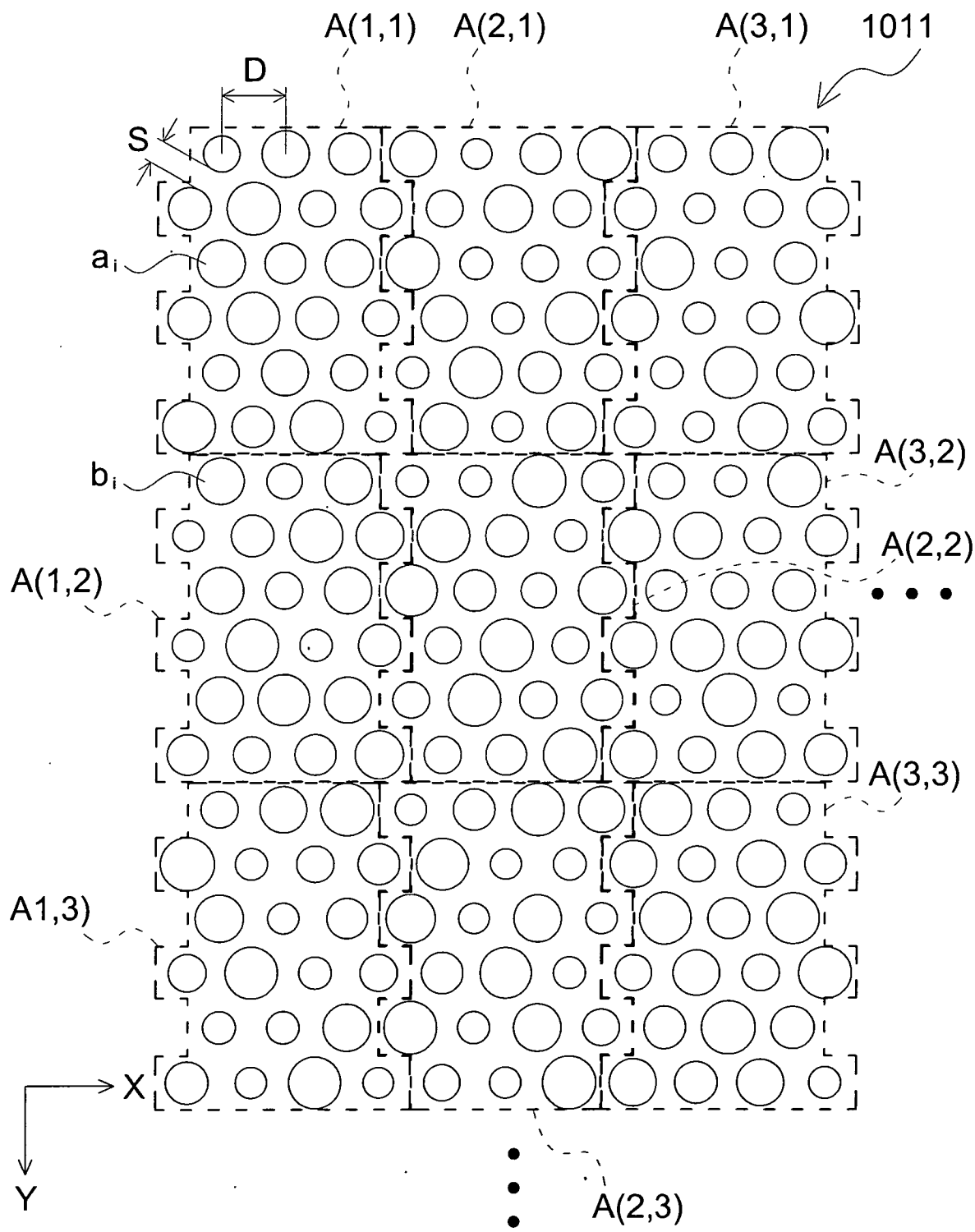
第2B圖



第2C圖



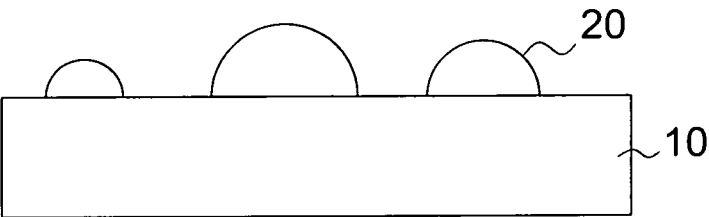
第2D圖



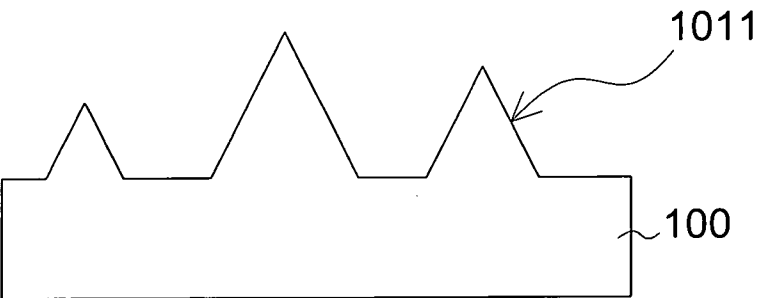
第2E圖



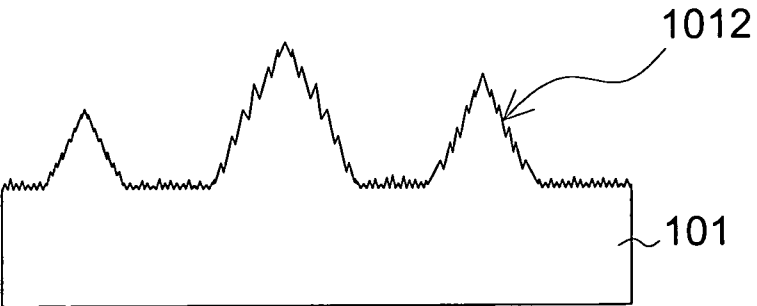
第3A圖



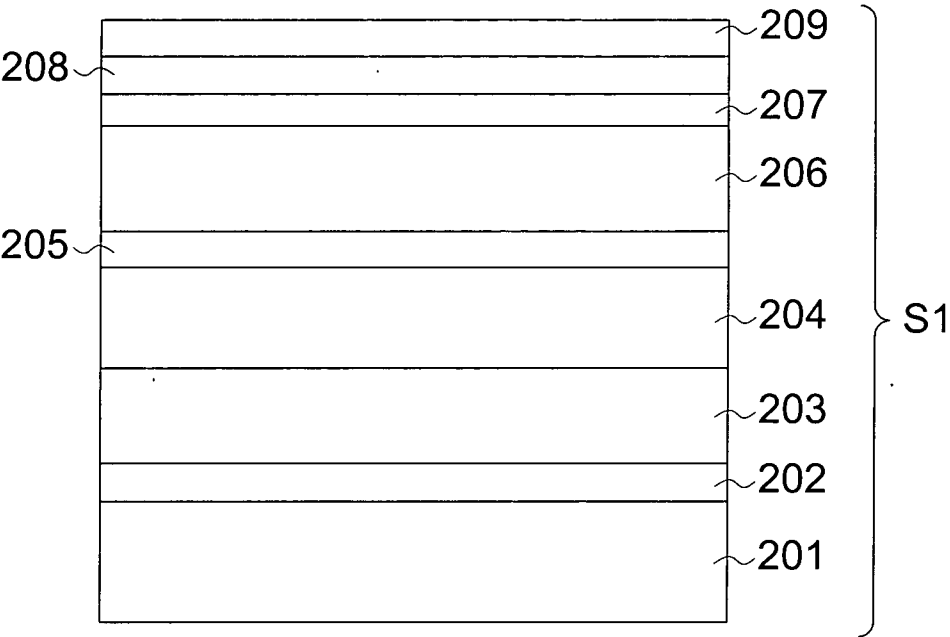
第3B圖



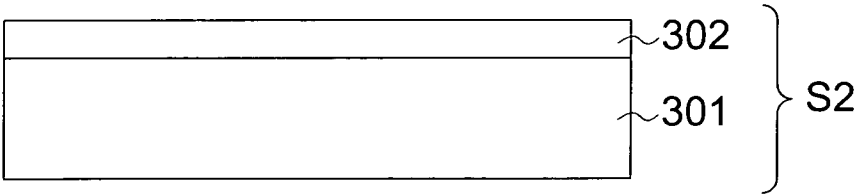
第3C圖



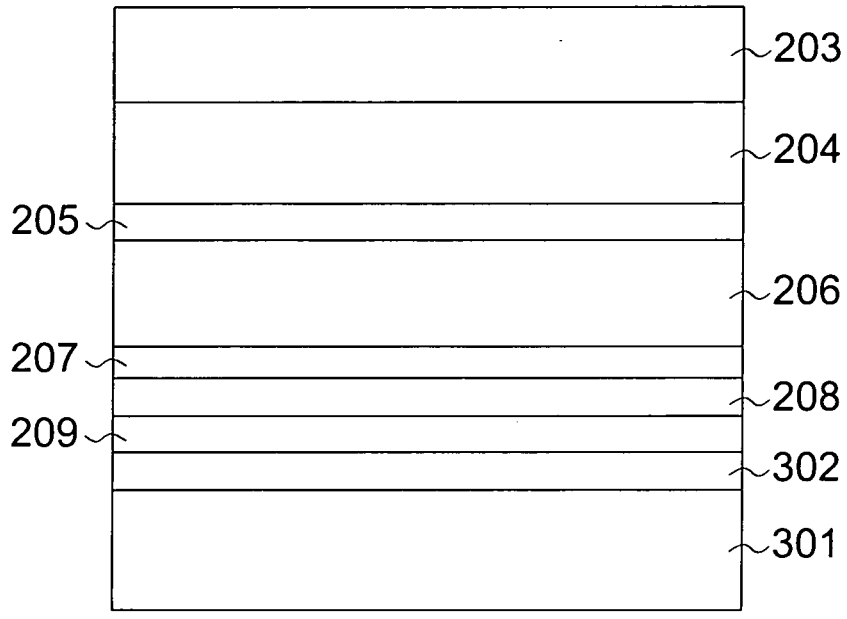
第3D圖



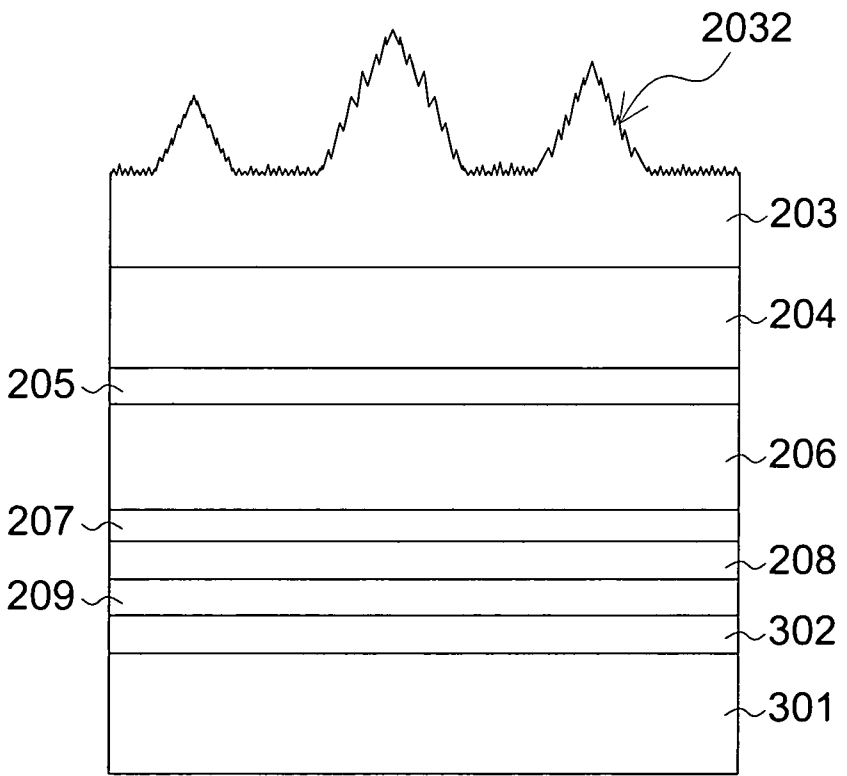
第4A圖



第4B圖



第4C圖



第4D圖