



(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 I623111 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 05 月 01 日

(21) 申請案號：101125796

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 18 日

(51) Int. Cl. : *H01L33/00 (2010.01)**H01L21/304 (2006.01)*

(30) 優先權：2011/07/21 日本

2011-160027

(71) 申請人：濱松赫德尼古斯股份有限公司 (日本) HAMAMATSU PHOTONICS K.K. (JP)
日本

(72) 發明人：內山直己 UCHIYAMA, NAOKI (JP)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

TW 200848190A

TW 201117901A

TW 201121690A

審查人員：陳聖

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：24 共 65 頁

(54) 名稱

發光元件的製造方法

METHOD FOR MANUFACTURING LIGHT-EMITTING DEVICE

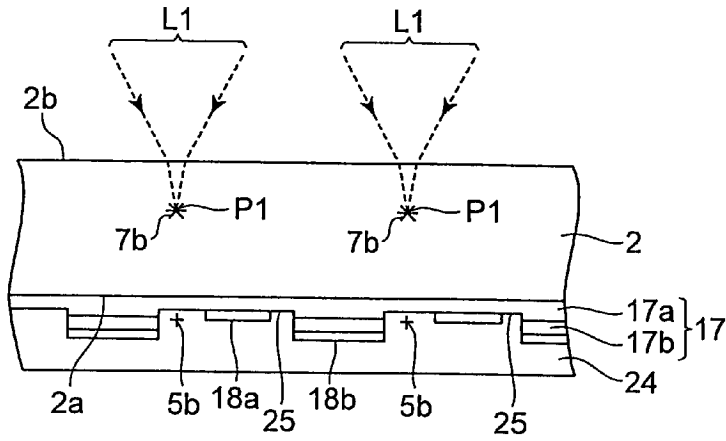
(57) 摘要

該發光元件的製造方法具備：將聚光點(P1)對準在表面(2a)上形成有 III-V 族化合物半導體層(17)的藍寶石基板(2)的內部，以基板(2)的背面(2b)作為雷射光入射面，沿著切斷預定線(5a、5b)照射雷射光(L1)，由此沿著切斷預定線(5a、5b)，在基板(2)的內部形成改質區域(7a、7b)的步驟；其後，在基板(2)的背面(2b)形成光反射層的步驟；其後，藉由使以改質區域(7a、7b)為起點，而產生的龜裂在基板(2)的厚度方向上伸展，從而沿著切斷預定線(5a、5b)切斷基板(2)、半導體層(17)和光反射層，製造發光元件的步驟。

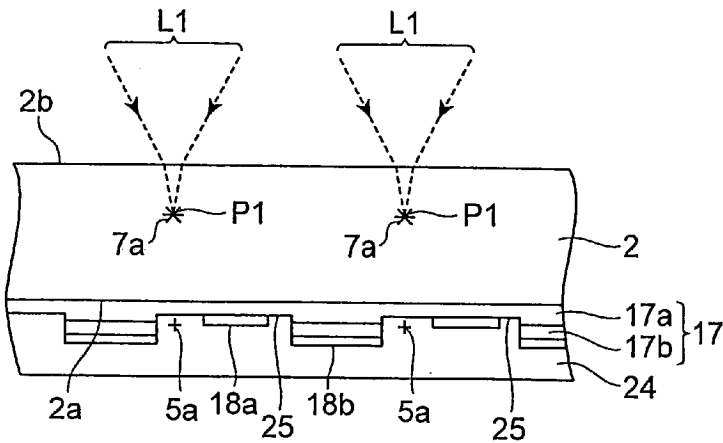
指定代表圖：

圖 13

(a)



(b)



符號簡單說明：

2 . . . 藍寶石基板

2a . . . 表面

2b . . . 背面

5a、5b . . . 切斷預定線

7a、7b . . . 改質區域

17 . . . 半導體層

17a . . . n型半導體層

17b . . . P型半導體層

18a、18b . . . 電極

24 . . . 保護膠帶

25 . . . 凹部

L1 . . . 雷射光

P1 . . . 聚光點

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及一種發光元件的製造方法。

【先前技術】

作為切斷藍寶石基板的表面上形成有 III-V 族化合物半導體層的晶片，而製造發光元件的方法，已知有如下述的方法。即，藉由將聚光點對準藍寶石基板的內部，而照射雷射光，從而沿著切斷預定線，在藍寶石基板的內部形成改質區域，並以該改質區域作為起點，切斷藍寶石基板和 III-V 族化合物半導體層的方法（例如，參照日本特開 2005-166728 號公報）。

【發明內容】

然而，在上述那樣的發光元件中，有時為了提高發光效率，而在藍寶石基板的背面形成光反射層。

因此，本發明的目的在於，提供一種能夠高成品率地製造在藍寶石基板的背面上，形成有光反射層的發光元件的製造方法。

本發明的一個觀點的發光元件的製造方法，具備有將聚光點對準在表面上形成有 III-V 族化合物半導體層的藍寶石基板的內部，以藍寶石基板的背面作為雷射光入射面，沿著規定的切斷預定線，照射第 1 雷射光，由此沿著切斷預定線，在藍寶石基板的內部形成改質區域的第 2 步

驟；在第 2 步驟之後，在藍寶石基板的背面，形成光反射層的第 3 步驟；在第 3 步驟之後，藉由使以改質區域為起點，而產生的龜裂在藍寶石基板的厚度方向上伸展，從而沿著切斷預定線，切斷藍寶石基板、III-V 族化合物半導體層和光反射層，製造發光元件的第 4 步驟。

在該發光元件的製造方法中，在藍寶石基板的背面形成光反射層之前，藉由以藍寶石基板的背面作為雷射光入射面，來照射第 1 雷射光，在藍寶石基板的內部形成改質區域。由此，第 1 雷射光的聚光不會被光反射層阻礙，因此，可以在藍寶石基板的內部形成期望的改質區域。而且，由於藍寶石基板的背面成為雷射光入射面，因此可以抑制由於第 1 雷射光的照射，而對 III-V 族化合物半導體層產生損傷。此外，由於在藍寶石基板的內部形成改質區域，因此可以在藍寶石基板的背面形成期望的光反射層。如上述，根據該發光元件的製造方法，由於可以以期望的改質區域為起點，來切斷形成有期望的 III-V 族化合物半導體層和光反射層的藍寶石基板，因此，可以高成品率地製造在藍寶石基板的背面，形成有光反射層的發光元件。再者，所謂藍寶石基板的內部，也包含形成有 III-V 族化合物半導體層的藍寶石基板的表面上的意思。另外，發光元件的製造方法，也可以還具備在第 2 步驟之前，在藍寶石基板的表面上形成 III-V 族化合物半導體層的第 1 步驟。

另外，在第 2 步驟中，也可以沿著切斷預定線，在藍

寶石基板的內部形成改質區域，以使第 4 步驟中，在藍寶石基板的厚度方向上伸展的龜裂，至少預先到達藍寶石基板的表面。在該情況下，在第 4 步驟中，容易沿著切斷預定線，切斷藍寶石基板、III-V 族化合物半導體層和光反射層，特別是，可以提高 III-V 族化合物半導體層的切斷精度。

或者，在第 2 步驟中，也可以沿著切斷預定線，在藍寶石基板的內部形成改質區域，以使第 4 步驟中，在藍寶石基板的厚度方向上伸展的龜裂，預先到達藍寶石基板的背面。在該情況下，在第 4 步驟中，容易沿著切斷預定線，切斷藍寶石基板、III-V 族化合物半導體層和光反射層，特別是，可以提高光反射層的切斷精度。

另外，在第 4 步驟中，也可以藉由從光反射層的一側，沿著切斷預定線擠壓刀口，使以改質區域為起點，而產生的龜裂在藍寶石基板的厚度方向上伸展。在該情況下，可以抑制由於刀口的擠壓而對 III-V 族化合物半導體層產生損傷，並可以容易地沿著切斷預定線，切斷藍寶石基板、III-V 族化合物半導體層和光反射層。

另外，發光元件的製造方法，還具備在第 3 步驟之後且第 4 步驟之前，藉由從光反射層的一側，沿著切斷預定線，照射相對於光反射層具有吸收性的第 2 雷射光，使以改質區域為起點而產生的龜裂在藍寶石基板的厚度方向上伸展的步驟，在第 4 步驟中，也可以藉由使以改質區域為起點，而產生的龜裂在藍寶石基板的厚度方向上進一步伸

展，從而沿著切斷預定線，切斷藍寶石基板、III-V 族化合物半導體層和光反射層。或者，在第 4 步驟中，也可以藉由從光反射層的一側，沿著切斷預定線，照射相對於光反射層具有吸收性的第 2 雷射光，使以改質區域為起點，而產生的龜裂在藍寶石基板的厚度方向上伸展。在這些情況下，可以抑制由於第 2 雷射光的照射，而對 III-V 族化合物半導體層產生損傷，並可以使以改質區域為起點，而產生的龜裂在藍寶石基板的厚度方向上伸展。

另外，發光元件的製造方法，還具備在第 3 步驟之後且第 4 步驟之前，藉由將聚光點對準藍寶石基板的內部，並從 III-V 族化合物半導體層的一側，沿著切斷預定線，照射相對於 III-V 族化合物半導體層具有透過性的第 3 雷射光，使以改質區域為起點，而產生的龜裂在藍寶石基板的厚度方向上伸展的步驟，在第 4 步驟中，也可以藉由使以改質區域為起點，而產生的龜裂在藍寶石基板的厚度方向上進一步伸展，從而沿著切斷預定線，切斷藍寶石基板、III-V 族化合物半導體層和光反射層。或者，在第 4 步驟中，也可以藉由將聚光點對準藍寶石基板的內部，並從 III-V 族化合物半導體層的一側，沿著切斷預定線，照射相對於 III-V 族化合物半導體層具有透過性的第 3 雷射光，使以改質區域為起點，而產生的龜裂在藍寶石基板的厚度方向上伸展。在這些情況下，由於第 3 雷射光相對於 III-V 族化合物半導體層具有透過性，因此，可以抑制由於第 3 雷射光的照射，而對 III-V 族化合物半導體層產生

損傷，並可以使以改質區域為起點，而產生的龜裂在藍寶石基板的厚度方向上伸展。

此時，可以僅在切斷預定線的交叉部分，從 III-V 族化合物半導體層的一側，沿著切斷預定線，照射第 3 雷射光。在該情況下，可以進一步抑制由於第 3 雷射光的照射，而對 III-V 族化合物半導體層產生損傷，並在要求切斷精度的切斷預定線的交叉部分中，使以改質區域為起點，而產生的龜裂在藍寶石基板的厚度方向上伸展。

【實施方式】

以下，參照附圖，詳細地說明本發明的合適的實施方式。另外，各圖中相同或相當的部分使用相同符號，省略重複的說明。

本實施方式的發光元件的製造方法，具備藉由將聚光點對準藍寶石基板的內部而照射雷射光，從而沿著切斷預定線，在藍寶石基板的內部形成改質區域的步驟。因此，首先，不限定於藍寶石基板，參照圖 1~圖 6，對相對於板狀的加工對象物的改質區域的形成進行說明。

如圖 1 所示，雷射加工裝置 100 具備雷射光源 101，其對雷射光 L 進行脈衝振盪；分色鏡（dichroic mirror）103，其以將雷射光 L 的光軸（光路）的方向改變 90 度的方式配置；以及聚光用透鏡 105，其用於對雷射光 L 進行聚光。另外，雷射加工裝置 100 具備支撐台 107，其用於支撐照射有經聚光用透鏡 105 所聚光的雷射光 L 的加工對

象物 1；平臺（stage）111，其用於使支撐台 107 移動；雷射光光源控制部 102，其爲了調節雷射光 L 的輸出或脈衝寬度等，而控制雷射光源 101；以及平臺控制部 115，其控制平臺 111 的驅動。

在該雷射加工裝置 100 中，從雷射光源 101 射出的雷射光 L，藉由分色鏡 103，使其光軸的方向改變 90 度，且藉由聚光用透鏡 105，聚光至被載置於支撐台 107 上的加工對象物 1 的內部。與此同時，平臺 111 進行移動，加工對象物 1 相對於雷射光 L，沿著切斷預定線 5 進行相對移動。由此，沿著切斷預定線 5 的改質區域，被形成於加工對象物 1。

作爲加工對象物 1，可以使用由各種材料（例如玻璃、半導體材料、壓電材料等）構成的板狀的構件（例如基板、晶片等）。如圖 2 所示，在加工對象物 1 上，設定有用於切斷加工對象物 1 的切斷預定線 5。切斷預定線 5 爲以直線狀延伸的假想線。在加工對象物 1 的內部形成改質區域的情況下，如圖 3 所示，在將聚光點 P 對準加工對象物 1 的內部的狀態下，使雷射光 L 沿著切斷預定線 5（即，圖 2 的箭頭 A 方向）相對地移動。由此，如圖 4~圖 6 所示，改質區域 7，沿著切斷預定線 5，而形成在加工對象物 1 的內部，且沿著切斷預定線 5 而形成的改質區域 7 成爲切斷起點區域 8。

另外，所謂聚光點 P，是指雷射光 L 聚光之處。另外，切斷預定線 5 並不限於直線狀，也可以爲曲線狀，且

不限於假想線，也可以是實際上畫在加工對象物 1 的表面 3 上的線。另外，改質區域 7 有連續形成的情況，也有斷斷續續地形成的情況。另外，改質區域 7 可以是列狀，也可以是點狀，總之，改質區域 7 只要是至少形成於加工對象物 1 的內部即可。另外，有將改質區域 7 當作起點而形成龜裂的情況，龜裂及改質區域 7 也可以露出於加工對象物 1 的外表面（表面、背面、或者外周面）。

順便提及，這裏的雷射光 L，透過加工對象物 1 並且在加工對象物 1 的內部的聚光點附近被特別地吸收，由此，在加工對象物 1 形成改質區域 7（即，內部吸收型雷射加工）。因而，由於雷射光 L 在加工對象物 1 的表面 3 幾乎不被吸收，因此加工對象物 1 的表面 3 不會熔融。一般而言，在從表面 3 開始被熔融且被去除，而形成孔或溝槽等的去除部（表面吸收型雷射加工）時，加工區域從表面 3 側慢慢地朝背面側進行。

然而，改質區域是指成為密度、折射率、機械強度或其他的物理特性與周圍不同的狀態的區域。作為改質區域，例如有熔融處理區域、裂紋（crack）區域、絕緣破壞區域、折射率變化區域等，也有這些區域混合而成的區域。另外，作為改質區域，在加工對象物的材料中，改質區域的密度與非改質區域的密度相比較，有發生變化的區域、或者形成有晶格缺陷的區域（這些概括起來也稱為高密度轉移區域）。

另外，熔融處理區域或折射率變化區域、改質區域的

密度與非改質區域的密度相比較，發生變化的區域、形成有晶格缺陷的區域，還在這些區域的內部或在改質區域與非改質區域的介面，存在包含龜裂（割裂、微裂紋等）的情況。存在所包含的龜裂，遍及改質區域的整個面的情況、或者僅形成在一部分或形成在多個部分的情況。作為加工對象物 1，可以舉出例如由矽、玻璃、 LiTaO_3 或藍寶石（ Al_2O_3 ）構成的基板或晶片、或者含有這樣的基板或晶片的加工對象物。

另外，改質區域 7 是沿著切斷預定線 5，形成有多個改質點（加工痕）的區域。改質點，是由脈衝雷射光的 1 個脈衝的射擊（shot）（即 1 個脈衝的雷射照射：雷射射擊）所形成的改質部分，藉由聚集改質點而形成改質區域 7。作為改質點，可以舉出裂紋點、熔融處理點或折射率變化點、或者這些中的至少一個混合而成的改質點等。

關於該改質點，考慮所要求的切斷精度、所要求的切斷面的平坦性、加工對象物的厚度、種類、結晶方位等，來適當控制其大小或所產生的龜裂的長度為較佳。

[第 1 實施方式]

在第 1 實施方式中，如以下所示，製造作為發光元件的發光二級管。首先，如圖 7 和圖 8 所示，準備藍寶石基板 2。藍寶石基板 2，是將 C 面作為表面 2a 和背面 2b 的圓板狀的單晶體藍寶石基板。藍寶石基板 2 的 M 面，大致垂直於定向平面（以下稱為“OF”）19，藍寶石基板 2 的

A 面大致平行於 OF 19。

接著，如圖 9 所示，在藍寶石基板 2 的表面 2a，形成 III-V 族化合物半導體層（以下，只稱為“半導體層”）17。半導體層 17，具有層疊在藍寶石基板 2 的表面 2a 上的第 1 導電類型半導體層，即 n 型半導體層 17a，以及層疊在 n 型半導體層 17a 上的第 2 導電類型半導體層，即 p 型半導體層 17b。n 型半導體層 17a 和 p 型半導體層 17b，由例如 GaN 等的氮化物半導體（III-V 族化合物半導體）構成，彼此 pn 接合。

再者，爲了使在 n 型半導體層 17a 和 p 型半導體層 17b 中產生的熱能高效率地散熱，使藍寶石基板 2 的厚度爲 $50\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ ， $50\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ 爲較佳。另外，n 型半導體層 17a 的厚度例如是 $6\mu\text{m}$ ，p 型半導體層 17b 的厚度例如是 $1\mu\text{m}$ 。

接著，如圖 10 所示，在藍寶石基板 2 的背面 2b 上，貼上保護膠帶 23。然後，如圖 11 所示，藉由在由切斷預定線 5a、5b（參照圖 8），所劃定的每個區域上，蝕刻半導體層 17 以使 p 型半導體層 17b 以島狀殘留，從而形成凹部 25。此時，使凹部 25 的底面位於 n 型半導體層 17a 的中途。

再者，對於蝕刻方法而言，有濕蝕刻和乾蝕刻，但形成凹部 25 時可以使用其中的任一種。作爲濕蝕刻，例如有利用磷酸和硫酸的混合酸的蝕刻。另外，作爲乾蝕刻，例如有反應性離子蝕刻（RIE）、反應性離子束蝕刻

(RIB)、離子銑 (iron milling) 等。另外，也可以用蝕刻以外的方法形成凹部 25。

另外，如圖 8 所示，對於藍寶石基板 2，切斷預定線 5a、5b 被設定為例如 2mm 間隔的格子狀。切斷預定線 5a，沿著藍寶石基板 2 的 M 面設定有多條，切斷預定線 5b，沿著藍寶石基板 2 的 A 面設定有多條。這裏，所謂沿著 M 面所設定的切斷預定線 5a，不僅包含切斷預定線 5a 平行於 M 面的情況，而且也包含相對於 M 面在 $\pm 10^\circ$ 的範圍內傾斜的情況。同樣地，所謂沿著 A 面所設定的切斷預定線 5b，不僅包含切斷預定線 5b 平行於 A 面的情況，而且也包含相對於 A 面在 $\pm 10^\circ$ 的範圍內傾斜的情況。

接著，如圖 12 所示，在凹部 25 的底面（即藉由蝕刻而露出的 n 型半導體層 17a 的表面）形成電極 18a，並在以島狀殘留的 p 型半導體層 17b 的表面，形成電極 18b。由此，將 n 型半導體層 17a 與電極 18a 電連接，將 p 型半導體層 17b 與電極 18b 電連接。

接著，如圖 13 所示，以覆蓋半導體層 17 的方式，在半導體層 17 上貼上保護膠帶 24，並從藍寶石基板 2 的背面 2b 除去保護膠帶 23。在該狀態下，使用上述的雷射加工裝置 100，如下前述，在藍寶石基板 2 的內部，形成改質區域 7a、7b。

即，如圖 13 (a) 所示，將聚光點 P1 對準藍寶石基板 2 的內部，以藍寶石基板 2 的背面 2b 作為雷射光入射面，沿著切斷預定線 5b，照射作為脈衝雷射光的雷射光（第 1

雷射光) L1。這裏，藉由支撐台 107 的移動，使雷射光 L1 的聚光點 P1，以比後面所述的第 1 相對速度慢的第 2 相對速度，沿著切斷預定線 5b 相對地移動。

藉由該雷射光 L1 的照射，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 A 面的方式，設定的切斷預定線 5b，在藍寶石基板 2 的內部形成改質區域 7b。作為改質區域 7b，形成了熔融處理區域、裂紋區域、絕緣破壞區域、折射率變化區域等、或者這些區域混合而成的區域。

再者，藉由 1 個脈衝的雷射光 L1 的照射形成改質部分，但藉由以比後面所述的第 1 形成間距 (pitch) 狹窄的第 2 形成間距，沿著切斷預定線 5b 排列多個改質部分，從而形成改質區域 7b。第 2 形成間距，為用雷射光 L1 的重複頻率除以第 2 相對速度的值。例如，若使第 2 相對速度為 600mm/秒，雷射光 L1 的重複頻率為 100kHz，則第 2 形成間距為 $6\mu\text{m}$ ($=600\text{ mm/秒} \div 100\text{kHz}$)。

接著，如圖 13 (b) 所示，將聚光點 P1 對準藍寶石基板 2 的內部，以藍寶石基板 2 的背面 2b 作為雷射光入射面，沿著切斷預定線 5a 照射雷射光 L1。這裏，藉由支撐台 107 的移動，使雷射光 L1 的聚光點 P1 以第 1 相對速度，沿著切斷預定線 5a 相對地移動。

藉由該雷射光 L1 的照射，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 M 面的方式，設定的切斷預定線 5a，在藍寶石基板 2 的內部形成改質區域 7a。作為改質區域 7b，形成了熔融處理區域、裂紋區域、絕緣破壞區域、折射率變化區域

等、或者這些混合而成的區域。

再者，藉由 1 個脈衝的雷射光 L1 的照射形成改質部分，但藉由以第 1 形成間距，沿著切斷預定線 5a，排列多個改質部分，從而形成改質區域 7a。第 1 形成間距，為用雷射光 L1 的重複頻率除以第 1 相對速度的值。例如，若使第 1 相對速度為 1000mm/秒，雷射光 L1 的重複頻率為 100kHz，則第 1 形成間距為 $10\mu\text{m}$ ($=1000\text{ mm/秒} \div 100\text{kHz}$)。

接著，如圖 14 所示，在保護膠帶 24 被貼於半導體層 17 的狀態下，在反射膜形成裝置上搬送藍寶石基板 2，在內部形成有改質區域 7a、7b 的藍寶石基板 2 的背面 2b 上，形成光反射層 21。光反射層 21 包含 DBR (Distributed Bragg Reflector, 分佈布拉格反射鏡) 膜、以及該 DBR 膜的外側所形成的金屬膜，使雷射光 L1 幾乎不透過 (或反射)。該光反射層 21 用於提高所製造的發光二極體的發光效率。還有，也可以將保護膠帶 24 重新貼於其他的保護膠帶 (或保護構件)，在其他的保護膠帶 (或保護構件) 被貼於半導體層 17 的狀態下，在反射膜形成裝置上搬送藍寶石基板 2。在該情況下，其他的保護膠帶 (或保護構件) 具有耐熱性為較佳。

接著，如圖 15 所示，以覆蓋光反射層 21 的方式，在光反射層 21 上貼上擴展 (expand) 膠帶 29，並從半導體層 17 除去保護膠帶 24。在該狀態下，如下，切斷藍寶石基板 2、半導體層 17 和光反射層 21 (以下稱為“藍寶石

基板 2 等”) 。

即，如圖 15 (a) 所示，藉由從光反射層 21 的一側透過擴展膠帶 29，而沿著切斷預定線 5b 擠壓刀口 28，使以改質區域 7b 為起點而產生的龜裂 26b，在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展。由此，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 A 面的方式，設定的切斷預定線 5b，將藍寶石基板 2 等切斷成條 (stripe) 狀。

接著，如圖 15 (b) 所示，藉由從光反射層 21 的一側，透過擴展膠帶 29，而沿著切斷預定線 5a 擠壓刀口 28，使以改質區域 7a 為起點而產生的龜裂 26a，在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展。由此，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 M 面的方式，設定的切斷預定線 5a，將藍寶石基板 2 等切斷成晶片 (chip) 狀。

再者，在第 1 實施方式中，直到即將藉由刀口 28 的擠壓來切斷藍寶石基板 2 等之前為止，龜裂 26a、26b 不到達藍寶石基板 2 的表面 2a 和背面 2b。但是，直到即將藉由刀口 28 的擠壓來切斷藍寶石基板 2 等之前為止，龜裂 26a、26b 有可能以改質區域 7a、7b 為起點，而產生在藍寶石基板 2 的內部，也有可能不產生。

接著，如圖 16 所示，藉由使擴展膠帶 29 擴張，從而使藉由將藍寶石基板 2 等切斷成晶片狀，而形成的多個發光二極體 31 相互分離。各發光二極體 31，具有藍寶石基板 2、pn 接合的 n 型半導體層 17a 和 p 型半導體層 17b、與 n 型半導體層 17a 電連接的電極 18a、與 p 型半導體層

17b 電連接的電極 18b、以及光反射層 21。

如以上說明的那樣，在第 1 實施方式的發光元件的製造方法中，藉由在藍寶石基板 2 的背面 2b 形成光反射層 21 之前，以藍寶石基板 2 的背面 2b 作為雷射光入射面，而照射雷射光 L1，從而在藍寶石基板 2 的內部形成改質區域 7a、7b。由此，雷射光 L1 的聚光不會被光反射層 21 阻礙，因而可以在藍寶石基板 2 的內部，形成所期望的改質區域 7a、7b。而且，由於藍寶石基板 2 的背面 2b 成為雷射光入射面，因此可以抑制由於雷射光 L1 的照射而對半導體層 17 產生損傷。此外，由於在藍寶石基板 2 的內部形成改質區域 7a、7b，因此可以在藍寶石基板 2 的背面 2b，形成期望的光反射層 21。這樣，根據第 1 實施方式的發光元件的製造方法，由於可以以期望的改質區域 7a、7b 為起點，來切斷形成有期望的半導體層 17 和光反射層 21 的藍寶石基板 2，因此，可以高成品率地製造在藍寶石基板 2 的背面 2b，形成有光反射層 21 的發光二極體 31。

另外，在切斷藍寶石基板 2 等時，藉由從光反射層 21 的一側，沿著切斷預定線 5a、5b 擠壓刀口 28，使以改質區域 7a、7b 為起點，產生的龜裂 26a、26b 在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展。由此，可以抑制由於刀口 28 的擠壓而對半導體層 17 產生損傷，並可以沿著切斷預定線 5a、5b，容易地切斷藍寶石基板 2 等。

另外，對於沿著藍寶石基板 2 的 M 面所設定的切斷預定線 5a，以第 1 形成間距形成多個改質部分，對於沿著藍

寶石基板 2 的 A 面所設定的切斷預定線 5b，以比第 1 形成間距小的第 2 形成間距，形成多個改質部分。藉由如上前述形成改質部分，對於從沿著切斷預定線 5a 所形成的改質區域 7a 產生的龜裂 26a，以及從沿著切斷預定線 5b 所形成的改質區域 7b 產生的龜裂 26b 的兩者而言，可以抑制它們的曲折（蛇行）。

這是基於如下見解：對於切斷預定線 5b 而言，若與切斷預定線 5a 相同以第 1 形成間距形成多個改質部分，則有從沿著切斷預定線 5b 所形成的改質區域 7b，產生的龜裂 26b 的曲折變大的趨勢。作為其理由，可以認為原因在於，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 A 面的方式，設定的切斷預定線 5b，比沿著以沿著藍寶石基板 2 的 M 面的方式，設定的切斷預定線 5a 更難劈開（即，需要更大的切斷力）。

另外，形成改質區域 7a、7b 時，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 A 面的方式，設定的切斷預定線 5b，形成改質區域 7b 之後，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 M 面的方式，設定的切斷預定線 5a，形成改質區域 7a。如上述那樣，對於沿著 A 面所設定的切斷預定線 5b，以比第 1 形成間距狹窄的第 2 形成間距，更高精度地形成多個改質部分為較佳。因此，藉由在形成改質區域 7a 之前形成改質區域 7b，從而在改質區域 7b 的形成時，在切斷預定線 5b 與切斷預定線 5a 交叉的部分中，可以防止用於形成改質區域 7b 的雷射光 L1 的照射，被改質區域 7a 阻礙。由此，可

以更有效地抑制從沿著切斷預定線 5b，所形成的改質區域 7b 產生的龜裂 26b 的曲折。

另外，在照射雷射光 L1 時，使雷射光 L1 的聚光點 P1，以第 1 相對速度沿著切斷預定線 5a 相對地移動，使雷射光 L1 的聚光點 P1，以比第 1 相對速度慢的第 2 相對速度，沿著切斷預定線 5b 相對地移動。由此，可以容易而且正確地進行第 1 形成間距和比第 1 形成間距狹窄的第 2 形成間距的調節。

另外，在切斷藍寶石基板 2 等時，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 A 面的方式，設定的切斷預定線 5b，將藍寶石基板 2 等切斷成條狀之後，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 M 面的方式，設定的切斷預定線 5a，將藍寶石基板 2 等切斷成晶片狀。由此，可以減少沿著切斷預定線 5b，切斷藍寶石基板 2 等所需要的力，並可以提高沿著切斷預定線 5b 的藍寶石基板 2 等的切斷精度。這是基於這樣的見解：與將沿著 M 面所形成的改質區域 7a 作為切斷的起點的情況相比，將沿著 A 面所形成的改質區域 7b 作為切斷的起點的情況需要更大的切斷力（切斷所需要的力變大）。另外，其原因在於，與在沿著切斷預定線 5a 不切斷藍寶石基板 2 等的狀態下，與沿著切斷預定線 5b 切斷藍寶石基板 2 等的情況相比，在沿著切斷預定線 5a 切斷藍寶石基板 2 等的狀態下，沿著切斷預定線 5b 切斷藍寶石基板 2 等的情況需要更大的切斷力。

再者，有時沿著以沿著藍寶石基板 2 的 M 面的方式，

設定的切斷預定線 5a，將藍寶石基板 2 等切斷成條狀之後，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 A 面的方式，設定的切斷預定線 5b，將藍寶石基板 2 等切斷成晶片狀為較佳。由於對於切斷預定線 5a，以比第 2 形成間距寬的第 1 形成間距形成多個改質部分，因此，若在沿著切斷預定線 5b 切斷藍寶石基板 2 等的狀態下，沿著切斷預定線 5a 切斷藍寶石基板 2 等，則有時會降低沿著切斷預定線 5a 的藍寶石基板 2 等的切斷精度。相對於此，由於對於切斷預定線 5b，以比第 1 形成間距窄的第 2 形成間距形成多個改質部分，因此，即使在沿著切斷預定線 5a 切斷藍寶石基板 2 等的狀態下，沿著切斷預定線 5b 切斷藍寶石基板 2 等，也可以抑制沿著切斷預定線 5b 的藍寶石基板 2 等的切斷精度的降低。因此，在以改質區域 7b 為起點切斷藍寶石基板 2 等之前，藉由以改質區域 7a 為起點切斷藍寶石基板 2 等，可以抑制沿著切斷預定線 5b 的藍寶石基板 2 等的切斷精度的降低，並提高沿著切斷預定線 5a 的藍寶石基板 2 等的切斷精度。

[第 2 實施方式]

第 2 實施方式的發光元件的製造方法，與第 1 實施方式的發光元件的製造方法的不同點主要在於，藉由雷射光 L1 的照射形成改質區域 7a、7b，並且使龜裂 26a、26b 至少預先到達藍寶石基板 2 的表面 2a。

即，如圖 17(a) 所示，在藍寶石基板 2 的表面 2a

上，形成半導體層 17 之後，使聚光點 P1 對準藍寶石基板 2 的內部，以藍寶石基板 2 的背面 2b 作為雷射光入射面，沿著切斷預定線 5b，照射雷射光 L1。此時，藉由調節雷射光 L1 的照射條件（從藍寶石基板 2 的表面 2a 至聚光點 P1 的距離等），沿著切斷預定線 5b，在藍寶石基板 2 的內部形成改質區域 7b，以使龜裂 26b 至少預先到達藍寶石基板 2 的表面 2a。

接著，如圖 17 (b) 所示，使聚光點 P1 對準藍寶石基板 2 的內部，以藍寶石基板 2 的背面 2b 作為雷射光入射面，沿著切斷預定線 5a，照射雷射光 L1。此時，藉由調節雷射光 L1 的照射條件，沿著切斷預定線 5a，在藍寶石基板 2 的內部形成改質區域 7a，以使龜裂 26a 至少預先到達藍寶石基板 2 的表面 2a。

再者，在對於沿著藍寶石基板 2 的 M 面所設定的切斷預定線 5a，以第 1 形成間距形成多個改質部分，對於沿著藍寶石基板 2 的 A 面所設定的切斷預定線 5b，以比第 1 形成間距狹窄的第 2 形成間距，形成多個改質部分等方面，與第 1 實施方式相同。另外，改質區域 7a、7b 的形成時，所產生的龜裂 26a、26b，如第 1 實施方式所述的那樣，在切斷藍寶石基板 2 等時，在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展。該龜裂 26a、26b 在改質區域 7a、7b 的形成時，可以至少到達藍寶石基板 2 的表面 2a，因而在改質區域 7a、7b 的形成時，可以到達半導體層 17 的內部，也可以到達半導體層 17 的外表面。

如以上說明的那樣，根據第 2 實施方式的發光元件的製造方法，除了與第 1 實施方式的發光元件的製造方法相同的效果以外，如下的效果也奏效了。即，在第 2 實施方式的發光元件的製造方法中，沿著切斷預定線 5a、5b，在藍寶石基板 2 的內部形成改質區域 7a、7b，以使在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展的龜裂 26a、26b，至少預先到達藍寶石基板 2 的表面 2a。由此，例如在從光反射層 21 的一側，沿著切斷預定線 5a、5b 擠壓刀口 28 時，龜裂 26a、26b 會裂開而容易向藍寶石基板 2 的背面 2b 的一側伸展，因而可以沿著切斷預定線 5a、5b，容易地（用比較小的力）切斷藍寶石基板 2 等。此外，藉由使龜裂 26a、26b 至少預先到達藍寶石基板 2 的表面 2a，從而可以提高半導體層 17 的切斷精度。

另外，由於在形成光反射層 21 時，在用於真空蒸鍍等的加熱爐內，配置藍寶石基板 2，因此，由於藍寶石基板 2 與半導體層 17 的熱膨脹率的差，而以藍寶石基板 2 的背面 2b 的一側伸長且藍寶石基板 2 的表面 2a 的一側收縮的方式，使藍寶石基板 2 容易翹曲。此時，由於龜裂 26a、26b 到達藍寶石基板 2 的表面 2a，因此，藍寶石基板 2 以龜裂 26a、26b 閉合的方式翹曲。因此，在藍寶石基板 2 的背面 2b 形成光反射層 21 時，龜裂 26a、26b 難以到達藍寶石基板 2 的背面 2b。

再者，在藍寶石基板 2 的背面 2b 形成光反射層 21 時，從使龜裂 26a、26b 難以到達藍寶石基板 2 的背面 2b

的觀點出發，使改質區域 7a、7b 的形成時，所產生的龜裂 26a、26b 不到達半導體層 17 的外表面，而使其停止在藍寶石基板 2 的表面 2a 或半導體層 17 的內部為較佳。

[第 3 實施方式]

第 3 實施方式的發光元件的製造方法，與第 1 實施方式的發光元件的製造方法的不同點主要在於，藉由雷射光 L1 的照射形成改質區域 7a、7b，並且使龜裂 26a、26b 預先到達藍寶石基板 2 的背面 2b。

即，如圖 18(a) 所示，在藍寶石基板 2 的表面 2a 形成半導體層 17 之後，使聚光點 P1 對準藍寶石基板 2 的內部，以藍寶石基板 2 的背面 2b 作為雷射光入射面，沿著切斷預定線 5b，照射雷射光 L1。此時，藉由調節雷射光 L1 的照射條件（從藍寶石基板 2 的表面 2a 至聚光點 P1 的距離等），沿著切斷預定線 5b，在藍寶石基板 2 的內部形成改質區域 7b，以使龜裂 26b 預先到達藍寶石基板 2 的背面 2b。

接著，如圖 18(b) 所示，使聚光點 P1 對準藍寶石基板 2 的內部，以藍寶石基板 2 的背面 2b 作為雷射光入射面，沿著切斷預定線 5a，照射雷射光 L1。此時，藉由調節雷射光 L1 的照射條件，沿著切斷預定線 5a，在藍寶石基板 2 的內部形成改質區域 7a，以使龜裂 26a 預先到達藍寶石基板 2 的背面 2b。

再者，在對於沿著藍寶石基板 2 的 M 面所設定的切斷

預定線 5a，以第 1 形成間距形成多個改質部分，對於沿著藍寶石基板 2 的 A 面所設定的切斷預定線 5b，以比第 1 形成間距狹窄的第 2 形成間距形成多個改質部分等方面，與第 1 實施方式相同。另外，改質區域 7a、7b 的形成時所產生的龜裂 26a、26b，如第 1 實施方式所述的那樣，在切斷藍寶石基板 2 等時，在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展。

如以上說明的那樣，根據第 3 實施方式的發光元件的製造方法，除了與第 1 實施方式的發光元件的製造方法相同的效果以外，如下的效果也奏效了。即，在第 3 實施方式的發光元件的製造方法中，沿著切斷預定線 5a、5b，在藍寶石基板 2 的內部形成改質區域 7a、7b，以使在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展的龜裂 26a、26b，預先到達藍寶石基板 2 的背面 2b。由此，例如在從半導體層 17 的一側，沿著切斷預定線 5a、5b 擠壓刀口 28、或者使貼在藍寶石基板 2 的背面 2b 的擴展膠帶 29 擴張時，龜裂 26a、26b 會裂開而容易向半導體層 17 的一側伸展，因而可以沿著切斷預定線 5a、5b，容易地（用比較小的力）切斷藍寶石基板 2 等。此外，藉由使龜裂 26a、26b 預先到達藍寶石基板 2 的背面 2b，可以提高光反射層 21 的切斷精度。

另外，在形成改質區域 7a、7b 時，由於可以使雷射光 L1 的聚光點 P1 遠離半導體層 17，因此，可以進一步地抑制因雷射光 L1 的照射，而對半導體層 17 產生損傷。

再者，在形成光反射層 21 時，龜裂 26a、26b 會到達

藍寶石基板 2 的背面 2b，但由於該龜裂 26a、26b 大致閉合，因此不會阻礙向藍寶石基板 2 的背面 2b 的光反射層 21 的形成。

[第 4 實施方式]

第 4 實施方式的發光元件的製造方法，與第 1 實施方式的發光元件的製造方法的不同點主要在於，藉由雷射光 L2 的照射來切斷藍寶石基板 2 等。

即，如圖 19 (a) 所示，在藍寶石基板 2 的內部形成改質區域 7a、7b 之後，藉由使聚光點 P2 對準光反射層 21，並從光反射層 21 的一側沿著切斷預定線 5b，照射相對於光反射層 21 具有吸收性的雷射光 (第 2 雷射光) L2，使以改質區域 7b 為起點產生的龜裂 26b，在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展。該龜裂 26b 的伸展，是由於雷射光 L2 在光反射層 21 被吸收的結果所產生的加熱誘發而引起的。由此，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 A 面的方式設定的切斷預定線 5b，將藍寶石基板 2 等切斷成條狀。

接著，如圖 19 (b) 所示，藉由使聚光點 P2 對準光反射層 21，並從光反射層 21 的一側，沿著切斷預定線 5a 照射雷射光 L2，使以改質區域 7a 為起點產生的龜裂 26a，在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展。該龜裂 26a 的伸展，是由於雷射光 L2 在光反射層 21 被吸收的結果所產生的加熱誘發而引起的。由此，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 M 面的方式設定的切斷預定線 5a，將藍寶石基板 2 等

切斷成晶片狀。

再者，藉由雷射光 L2 的照射，也可以使龜裂 26a、26b 僅在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展，而不到達半導體層 17 的外表面和光反射層 21 的外表面中的至少一方。在該情況下，可以藉由刀口 28 的擠壓或擴展膠帶 29 的擴張等，而沿著切斷預定線 5a、5b 作用外力，使龜裂 26a、26b 在藍寶石基板 2 的厚度方向上進一步伸展，由此沿著切斷預定線 5a、5b，切斷藍寶石基板 2 等。

如以上說明的那樣，根據第 4 實施方式的發光元件的製造方法，除了與第 1 實施方式的發光元件的製造方法相同的效果以外，如下的效果也奏效了。即，在第 4 實施方式的發光元件的製造方法中，由於使雷射光 L2 在光反射層 21 吸收並使龜裂 26a、26b 伸展，因此，可以抑制由於雷射光 L2 的照射而對半導體層 17 產生損傷，並使以改質區域 7a、7b 為起點產生的龜裂 26a、26b，在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展。

[第 5 實施方式]

第 5 實施方式的發光元件的製造方法，與第 1 實施方式的發光元件的製造方法的不同點主要在於，藉由雷射光 L3 的照射來切斷藍寶石基板 2 等。

即，如圖 20(a) 所示，在藍寶石基板 2 的內部形成改質區域 7a、7b 之後，藉由使聚光點 P3 對準藍寶石基板 2 的內部，並從半導體層 17 的一側沿著切斷預定線 5b，

照射相對於半導體層 17 具有透過性的雷射光（第 3 雷射光）L3，使以改質區域 7b 為起點產生的龜裂 26b，在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展。該龜裂 26b 的伸展，是由於在已經形成的改質區域 7b 或其周邊部分、透過了半導體層 17 的雷射光 L3 被吸收的結果所產生的加熱誘發、或者新的改質區域的形成而引起的。由此，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 A 面的方式設定的切斷預定線 5b，將藍寶石基板 2 等切斷成條狀。再者，在半導體層 17 由 GaN 構成的情況下，相對於該半導體層 17 具有透過性的雷射光 L3 的波長，為例如 1340nm（使用 Nd:YVO₄ 雷射光的波長）。

接著，如圖 20（b）所示，藉由使聚光點 P3 對準藍寶石基板 2 的內部，並從半導體層 17 的一側沿著切斷預定線 5a，照射雷射光 L3，使以改質區域 7a 為起點產生的龜裂 26a，在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展。該龜裂 26a 的伸展，是由於在已經形成的改質區域 7a 或其周邊部分、透過了半導體層 17 的雷射光 L3 被吸收的結果所產生的加熱誘發、或者新的改質區域的形成而引起的。由此，沿著以沿著藍寶石基板 2 的 M 面的方式設定的切斷預定線 5a，將藍寶石基板 2 等切斷成晶片狀。

再者，藉由雷射光 L3 的照射，可以使龜裂 26a、26b 僅在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展，而不到達半導體層 17 的外表面和光反射層 21 的外表面中的至少一方。在該情況下，可以藉由刀口 28 的擠壓或擴展膠帶 29 的擴張

等，而沿著切斷預定線 5a、5b 作用外力，使龜裂 26a、26b 在藍寶石基板 2 的厚度方向上進一步伸展，由此沿著切斷預定線 5a、5b 切斷藍寶石基板 2 等。

如以上說明的那樣，根據第 5 實施方式的發光元件的製造方法，除了與第 1 實施方式的發光元件的製造方法相同的效果以外，如下的效果也奏效了。即，在第 5 實施方式的發光元件的製造方法中，由於使雷射光 L3 以在透過半導體層 17，而被藍寶石基板 2 的內部中的規定部分吸收，而使龜裂 26a、26b 伸展，因此，可以抑制由於雷射光 L3 的照射而對半導體層 17 產生損傷，並可以使以改質區域 7a、7b 為起點產生的龜裂 26a、26b，在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展。

另外，如圖 21 所示，可以對雷射光 L3 的照射進行 ON/OFF 控制，僅在切斷預定線 5a 與切斷預定線 5b 的交叉部分，進行雷射光 L3 的照射。在該情況下，可以進一步抑制由於雷射光 L3 的照射而對半導體層 17 產生的損傷，並可以在要求切斷精度的切斷預定線 5a、5b 的交叉部分，使以改質區域 7a、7b 為起點產生的龜裂 26a、26b，在藍寶石基板 2 的厚度方向上伸展。

以上，對本發明的實施方式進行了說明，但本發明不限於上述各實施方式。例如，如圖 22 所示，在形成改質區域 7a (7b) 時，也可以對於 1 條切斷預定線 5a (5b)，以在藍寶石基板 2 的厚度方向上排列的方式，形成多列改質區域 7a (7b)。據此，即使在藍寶石基板 2

比較厚的情況下，也可以用更小的力進行切割而切斷藍寶石基板 2 等。

另外，可以製造作為發光元件的半導體雷射。在該情況下，如圖 23 所示，準備藍寶石基板 2，將第 1 導電類型半導體層即 n 型半導體層 33a、活性層 33b、以及第 2 導電類型半導體層即 p 型半導體層 33c，依次形成在藍寶石基板 2 的表面 2a。n 型半導體層 33a、活性層 33b 和 p 型半導體層 33c，例如由 GaN 等的 III-V 族化合物半導體構成，構成量子井構造。接著，以底面位於 n 型半導體層 33a 的中途的方式，沿著切斷預定線 5a (5b) 形成凹部 25，由此，形成夾著活性層 33 而相對的共振面 35。其後，與上述的發光二極體 31 的製造方法相同，形成光反射層，沿著切斷預定線 5a (5b)，切斷 n 型半導體層 33a、活性層 33b 和 p 型半導體層 33c、藍寶石基板 2 以及光反射層。

另外，也可以在形成改質區域 7a (7b) 之前，研磨藍寶石基板 2 的背面 2b，而使藍寶石基板 2 薄型化。在該情況下，如圖 24 (a) 所示，以覆蓋半導體層 17 的方式，將保護膠帶 24 貼在半導體層 17。然後，如圖 24 (b) 所示，研磨藍寶石基板 2 的背面 2b，將藍寶石基板 2 薄型化至規定厚度。

另外，作為半導體層 17 的材料，除了 GaN 等的氮化物半導體以外，還可以使用 GaAlAs、GaAlAsP、GaAlInP 等 III-V 族化合物半導體。再者，半導體層 17 有時直接形

成在藍寶石基板 2 的表面 2a，或者有時透過某些膜或層，而間接形成在藍寶石基板 2 的表面 2a。此外，在藍寶石基板 2 的表面 2a，也可以形成用於電連接的接觸層或光反射層等。另外，在上述實施方式中，第 1 導電類型為 n 型，第 2 導電類型為 p 型，但也可以使第 1 導電類型為 p 型，第 2 導電類型為 n 型。

另外，改質區域不限於僅因多光子吸收而形成的情況，也有因相當於多光子吸收的光吸收等，其他光吸收或熱影響而形成的情況。即，多光子吸收是能夠形成改質區域的現象的一個例子。

另外，為了使雷射光 L1 的聚光點 P1，沿著切斷預定線 5a、5b 相對地移動，可以使雷射光源 101 側（雷射光源 101、分色鏡 103 和聚光用透鏡 105 等）移動，也可以使支撐台 107 和雷射光源 101 側的兩者移動。

另外，在使用保護膠帶 23 的上述實施方式的各個中，只要是在蝕刻時能夠固定藍寶石基板 2，也可以使用保護膠帶 23 以外的構件。例如，除了保護膠帶 23 以外，也可以利用半導體製程中，通常使用的晶片（藍寶石基板）的固定方法。

另外，在使用保護膠帶 24 的上述實施方式的各個中，由於保護膠帶 24 在後面的光反射層 21 的形成時，因基板加熱等而被置於 150℃~300℃ 的環境下，因此，在光反射層 21 的形成時的溫度下，具有耐熱性為較佳。另外，作為保護膠帶 24，為了保護半導體層 17 而使用彈性

的樹脂膠帶，但只要是具有保護半導體層 17 的功能即可，因此，除了保護膠帶 24 以外，也可以使用各種的保持構件。例如，可以利用在表面具備黏著層的基板（由玻璃或陶瓷、金屬等的剛體構成的基板）作為保持構件，該黏著層具有與半導體層 17 接觸並固定的功能。在這樣的保持構件中，也在光反射層 21 的形成時的溫度下具有耐熱性為較佳。還有，保護膠帶 24 在形成光反射層 21 之前，也可以重新貼在在光反射層 21 的形成時的溫度下，具有耐熱性的其他的保護膠帶或保護構件上。

根據本發明，可以高成品率地製造在藍寶石基板的背面上形成有光反射層的發光元件。

【圖式簡單說明】

圖 1 是改質區域的形成所使用的雷射加工裝置的概略結構圖。

圖 2 是成為改質區域的形成的對象的加工對象物的平面圖。

圖 3 是沿著圖 2 的加工對象物的 III-III 線的截面圖。

圖 4 是雷射加工後的加工對象物的平面圖。

圖 5 是沿著圖 4 的加工對象物的 V-V 線的截面圖。

圖 6 是沿著圖 4 的加工對象物的 VI-VI 線的截面圖。

圖 7 是本發明的第 1 實施方式的發光元件的製造方法中，成為加工對象的藍寶石基板的立體圖。

圖 8 是圖 7 的藍寶石基板的平面圖。

圖 9 是在圖 8 的藍寶石基板上，形成有 III-V 族化合物半導體層的狀態下的晶片的部分截面圖。

圖 10 是在圖 9 的藍寶石基板上，貼上保護膠帶的狀態下的晶片的部分截面圖。

圖 11 是在圖 10 的 III-V 族化合物半導體層上，形成有凹部的狀態下的晶片的部分截面圖。

圖 12 是在圖 11 的 III-V 族化合物半導體層上，形成有電極的狀態下的晶片的部分平面圖。

圖 13 是在圖 12 的藍寶石基板上，形成有改質區域的狀態下的晶片的部分截面圖。

圖 14 是在圖 13 的藍寶石基板上，形成有光反射層的狀態下的晶片的部分截面圖。

圖 15 是在圖 14 的晶片被切斷的狀態下的晶片的部分截面圖。

圖 16 是在圖 15 的晶片被切斷成發光元件的狀態下的發光元件的截面圖。

圖 17 是在本發明的第 2 實施方式的發光元件的製造方法中，在藍寶石基板上，形成有改質區域的狀態下的晶片的部分截面圖。

圖 18 是在本發明的第 3 實施方式的發光元件的製造方法中，在藍寶石基板上，形成有改質區域的狀態下的晶片的部分截面圖。

圖 19 是在本發明的第 4 實施方式的發光元件的製造方法中，龜裂伸展的狀態下的晶片的部分截面圖。

圖 20 是在本發明的第 5 實施方式的發光元件的製造方法中，龜裂伸展的狀態下的晶片的部分截面圖。

圖 21 是圖 20 的晶片的部分平面圖。

圖 22 是用於說明發光元件的製造方法的變形例的晶片的部分截面圖。

圖 23 是用於說明發光元件的製造方法的其他變形例的晶片的部分截面圖。

圖 24 是表示研磨基板的背面的方法的一個例子的晶片的部分截面圖。

【主要元件符號說明】

1：加工對象物

2：藍寶石基板

2a：表面

2b：背面

3：表面

5、5a、5b：切斷預定線

7、7a、7b：改質區域

8：切斷起點區域

17：半導體層

17a、33a：n型半導體層

17b、33c：P型半導體層

18a、18b：電極

19：定向平面

21 : 光反射層

23、24 : 保護膠帶

25 : 凹部

26a、26b : 龜裂

28 : 刀口

29 : 擴展膠帶

31 : 發光二極體

33b : 活性層

35 : 共振面

100 : 雷射加工裝置

101 : 雷射光源

102 : 雷射光源光源控制部

103 : 分色鏡

105 : 聚光用透鏡

107 : 支撐台

111 : 平台

115 : 平臺控制部

L、L1、L2、L3 : 雷射光

P、P1、P2、P3 : 聚光點

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101125796

※申請日：101年07月18日

※IPC分類：H01L 33/00 (2010.01)
H01L 21/304 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

發光元件的製造方法

Method for manufacturing light-emitting device

二、中文發明摘要：

該發光元件的製造方法具備：將聚光點(P1)對準在表面(2a)上形成有III-V族化合物半導體層(17)的藍寶石基板(2)的內部，以基板(2)的背面(2b)作為雷射光入射面，沿著切斷預定線(5a、5b)照射雷射光(L1)，由此沿著切斷預定線(5a、5b)，在基板(2)的內部形成改質區域(7a、7b)的步驟；其後，在基板(2)的背面(2b)形成光反射層的步驟；其後，藉由使以改質區域(7a、7b)為起點，而產生的龜裂在基板(2)的厚度方向上伸展，從而沿著切斷預定線(5a、5b)切斷基板(2)、半導體層(17)和光反射層，製造發光元件的步驟。

三、英文發明摘要：

圖1

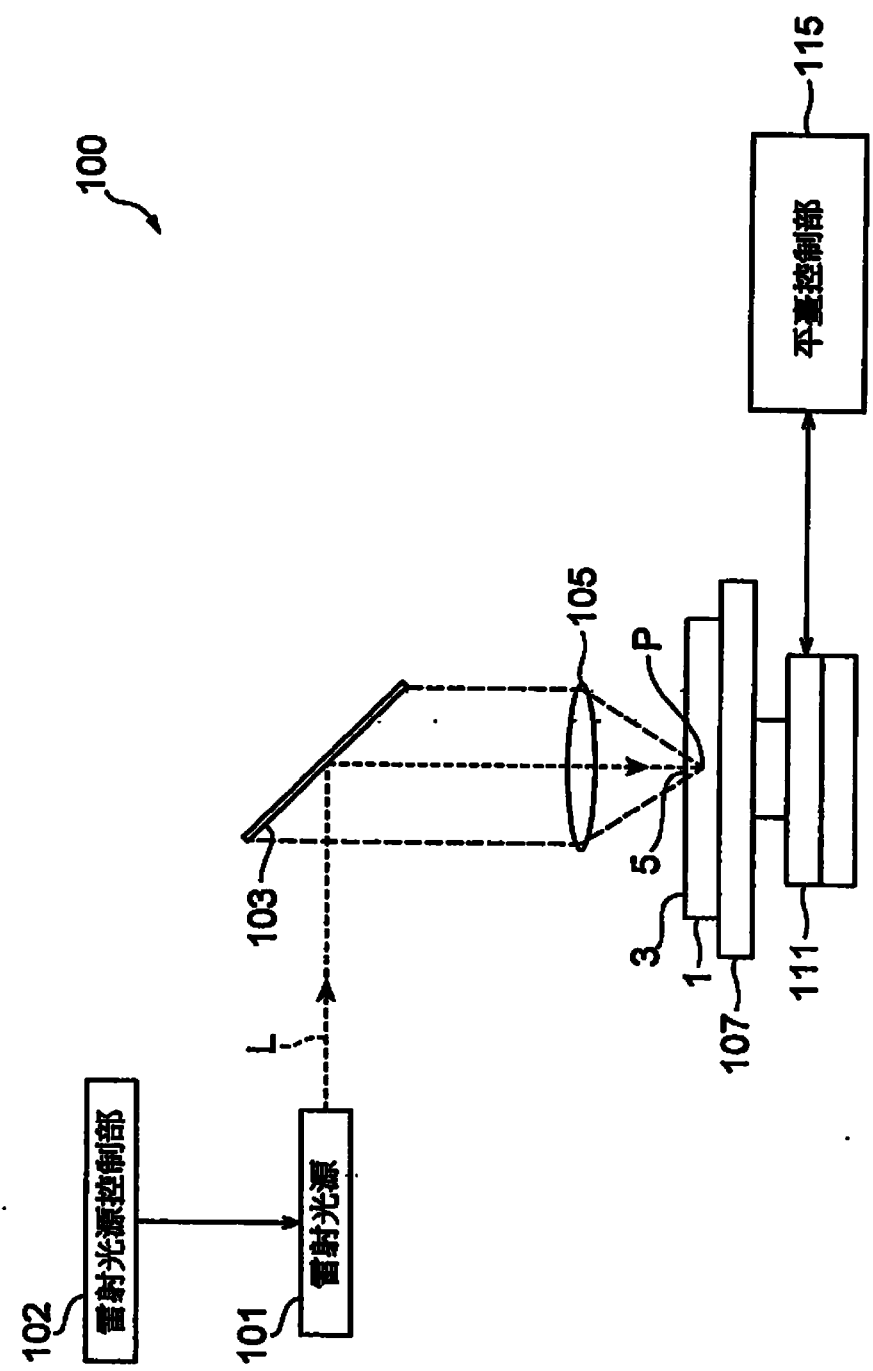


圖2

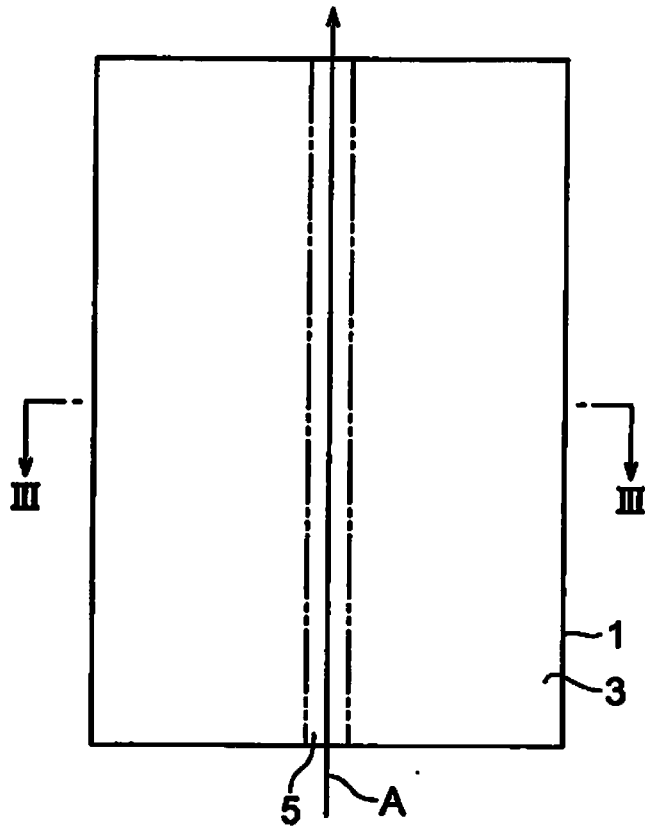


圖3

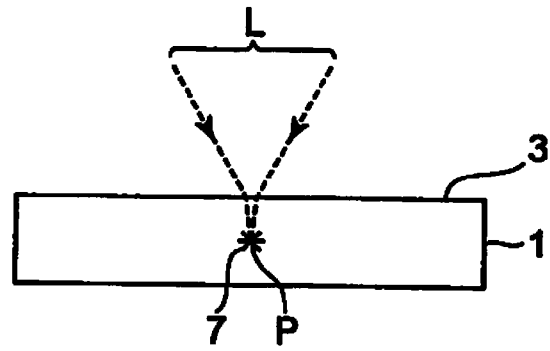


圖4

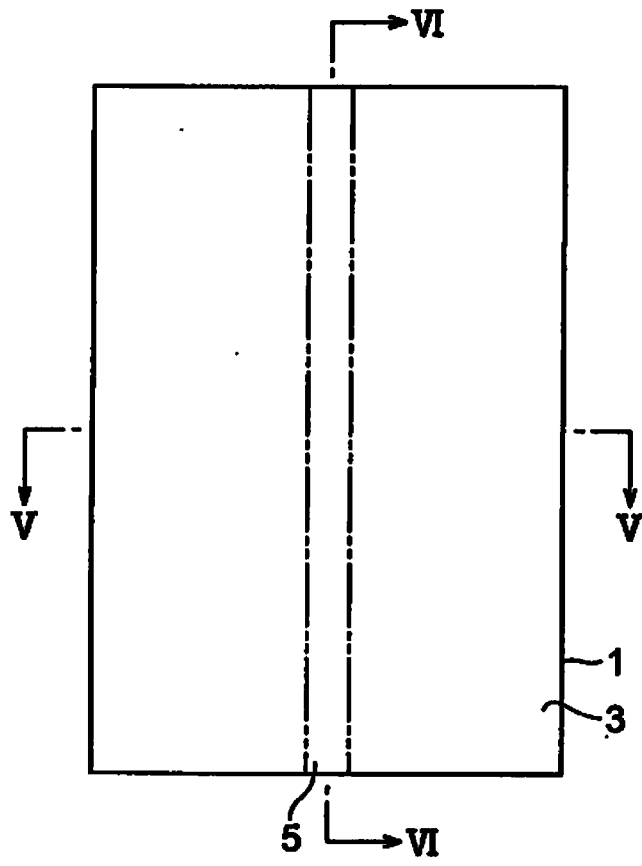


圖5

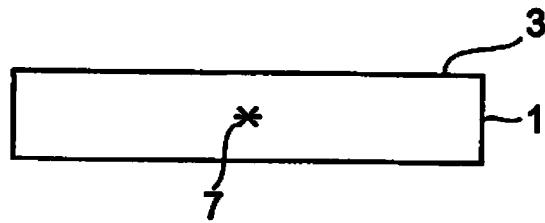


圖6

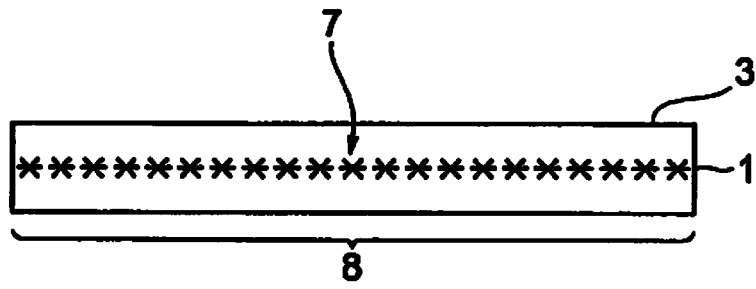


圖7

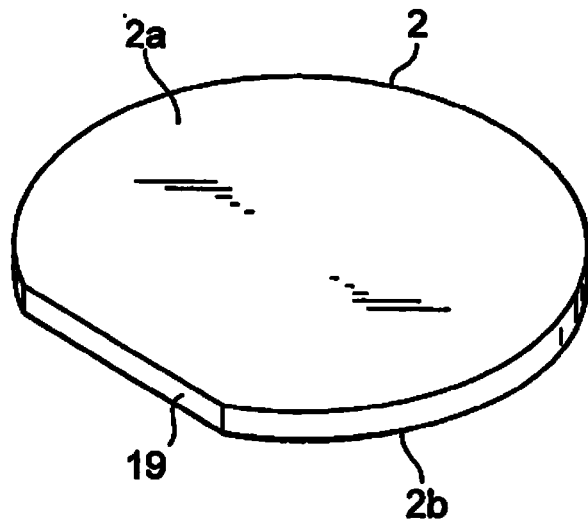


圖 8

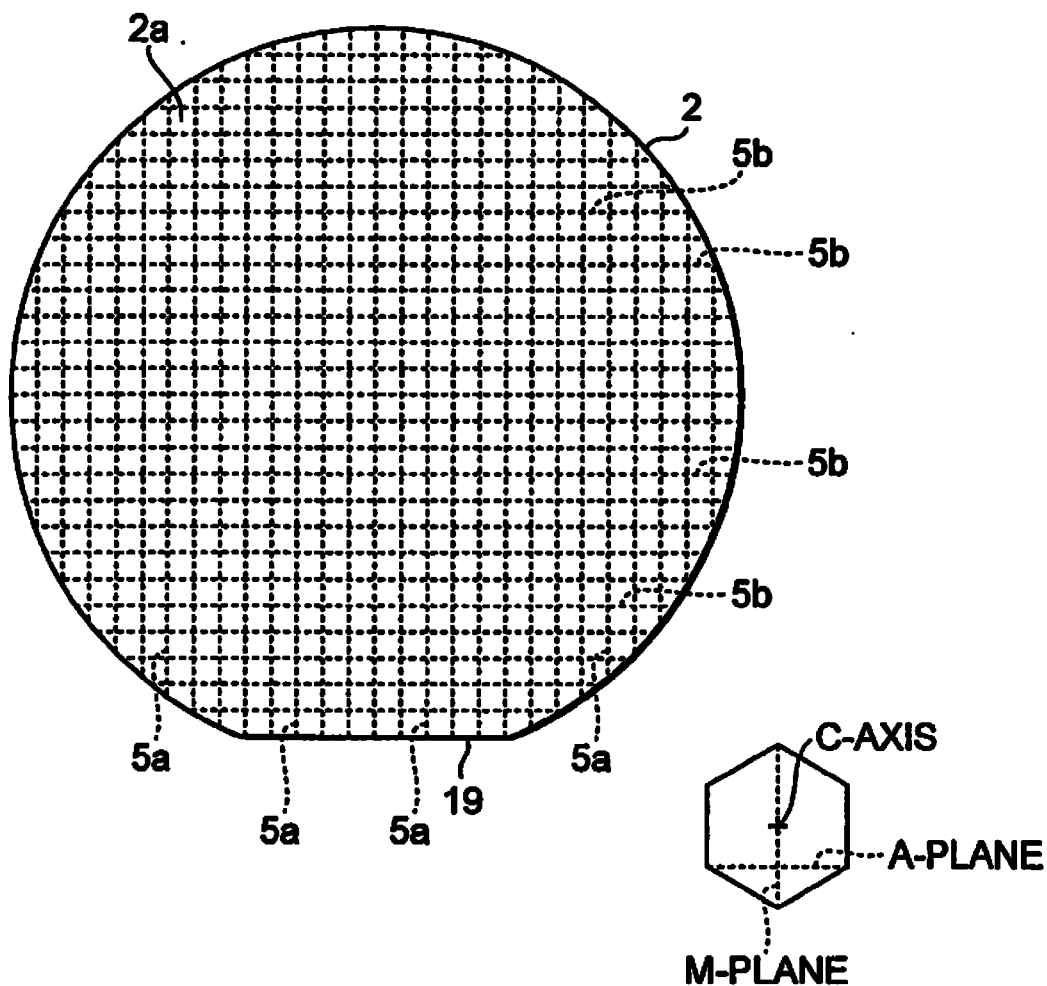


圖 9

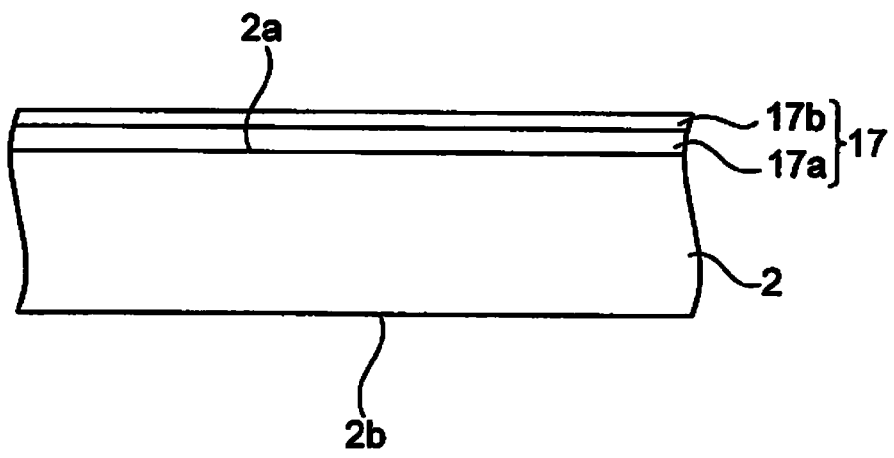


圖10

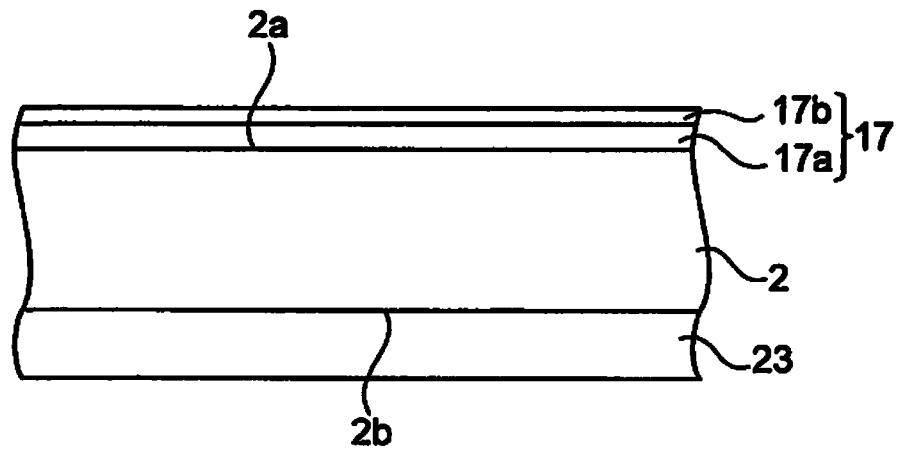


圖11

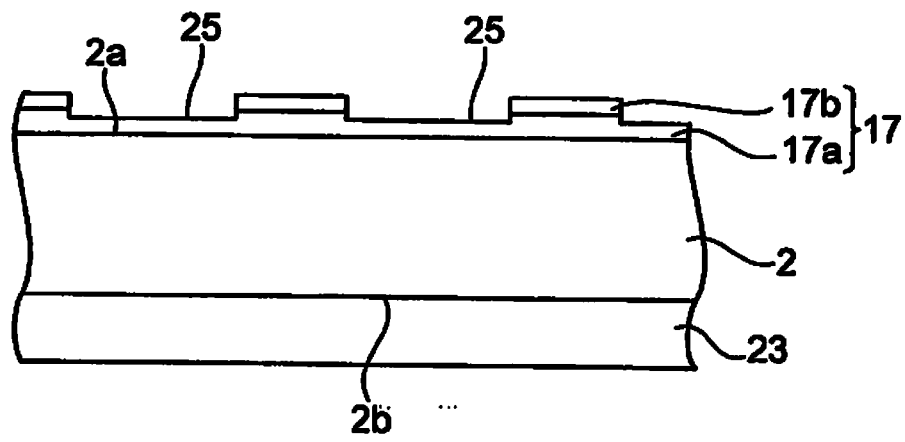


圖12

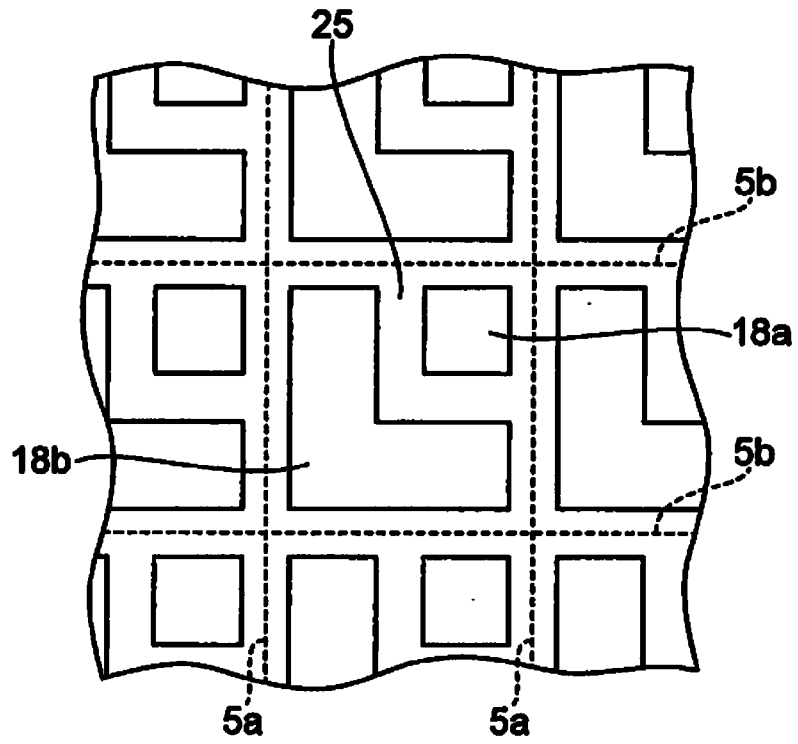


圖 13

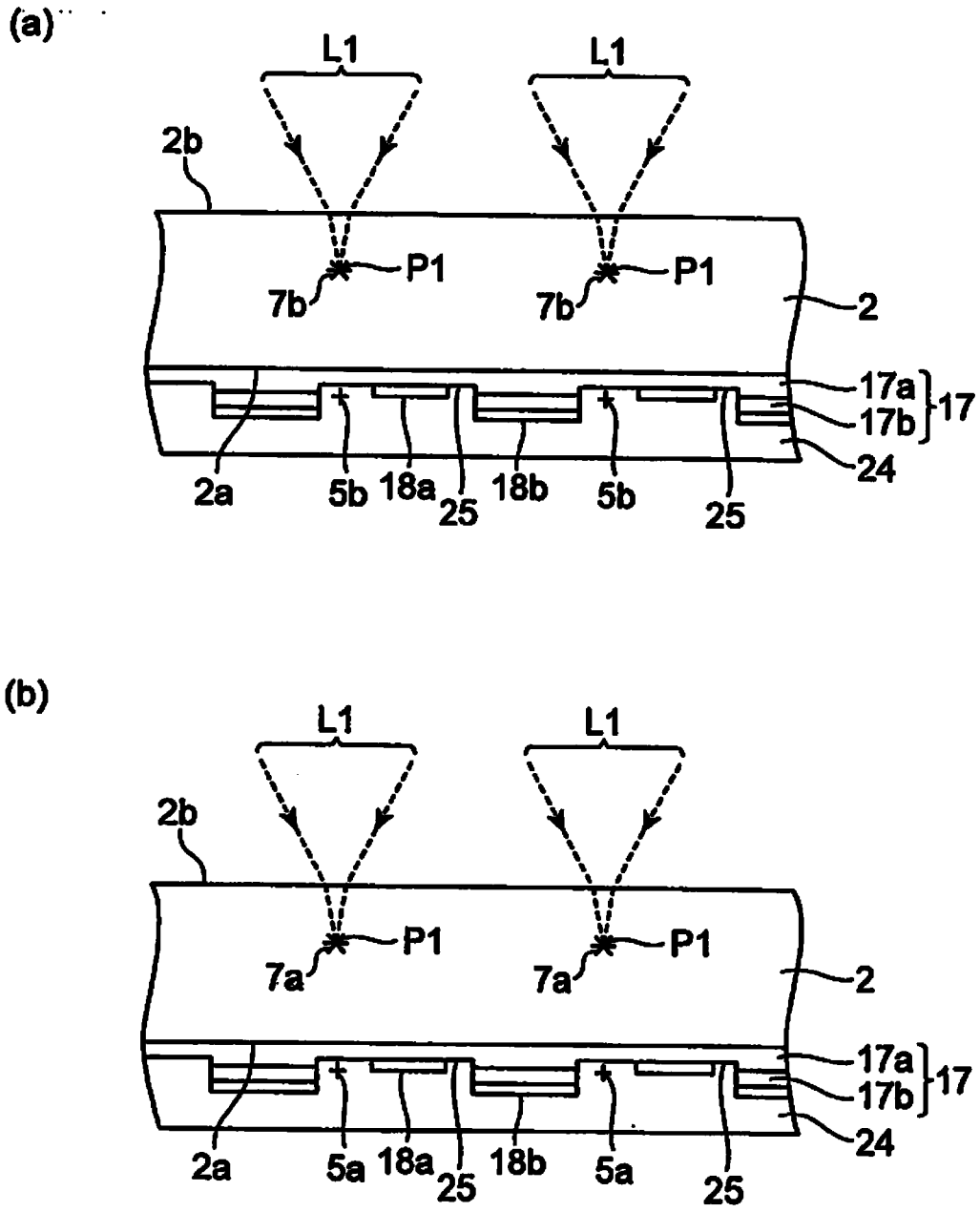


圖 14

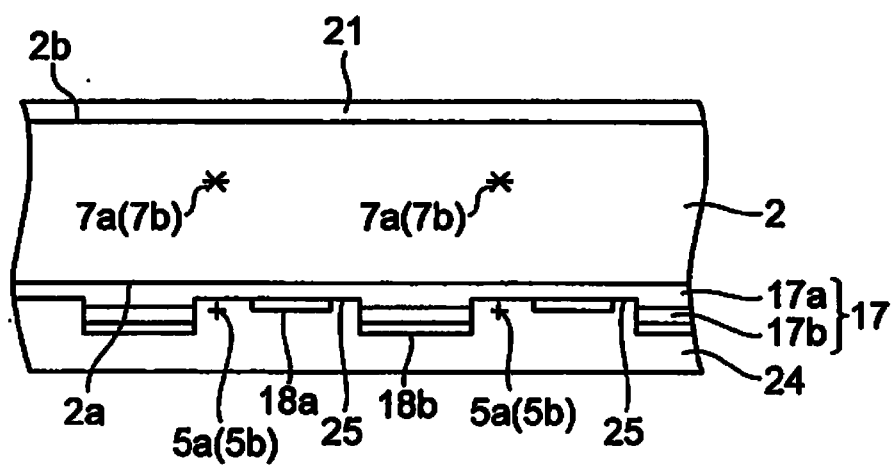
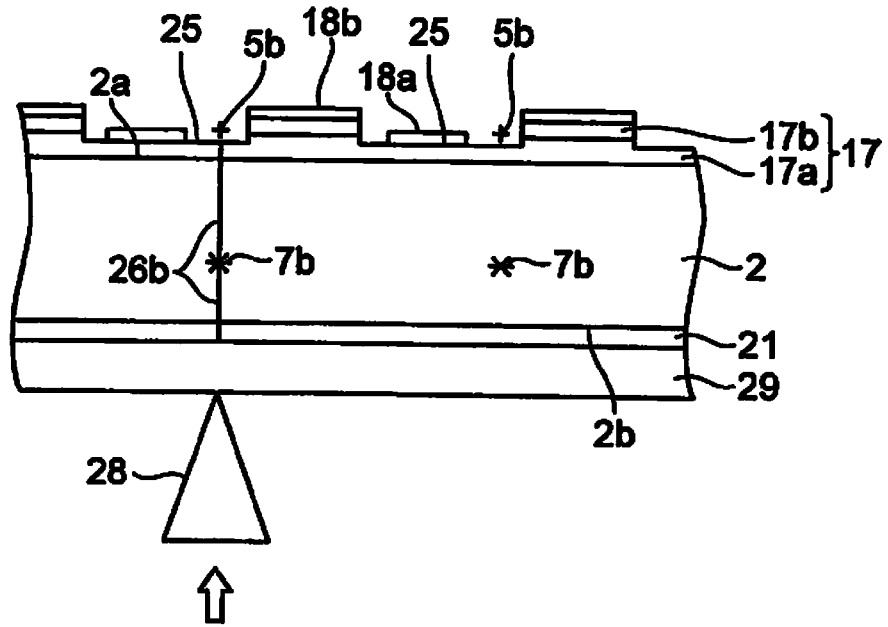


圖 15

(a)



(b)

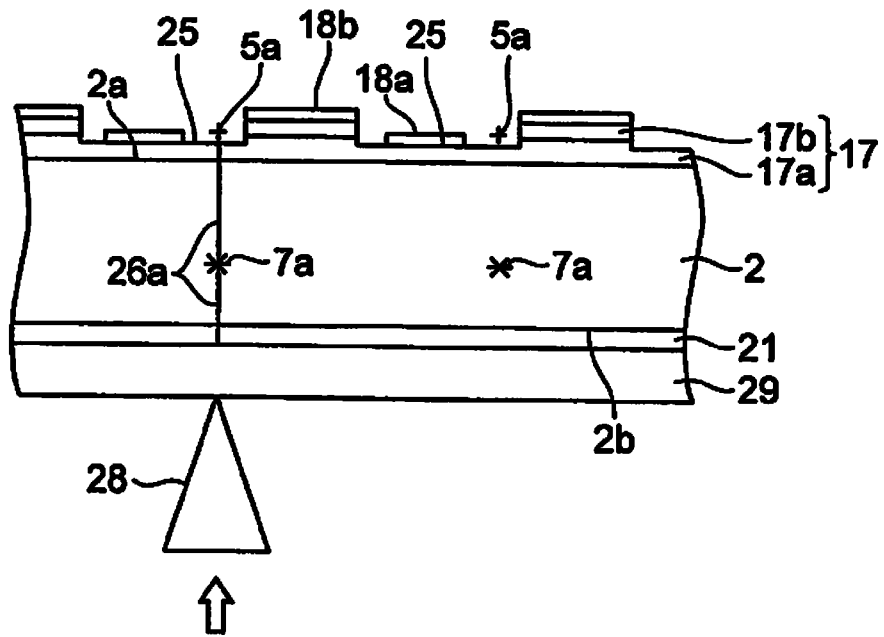


圖 16

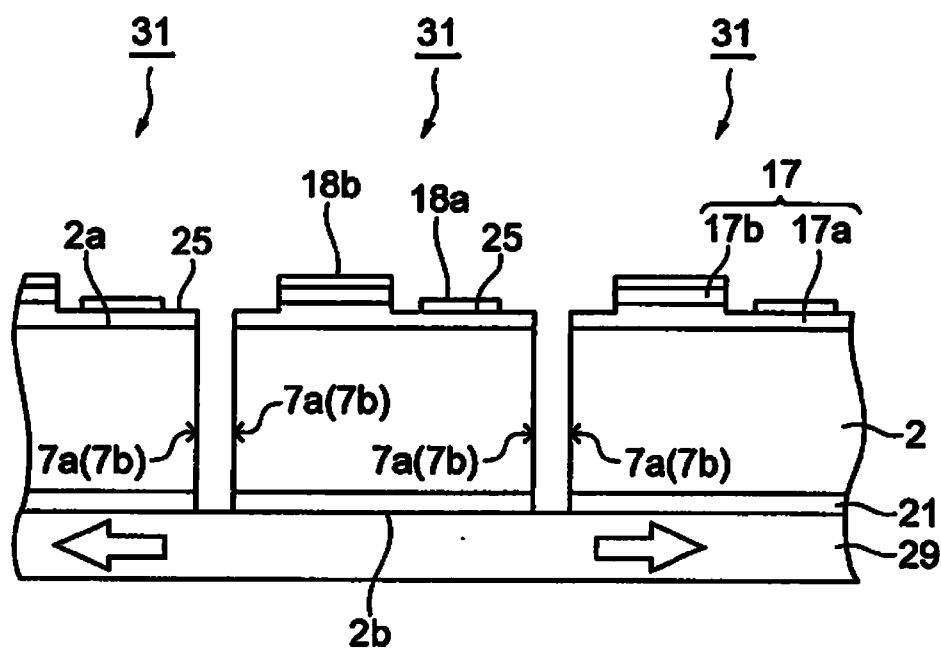
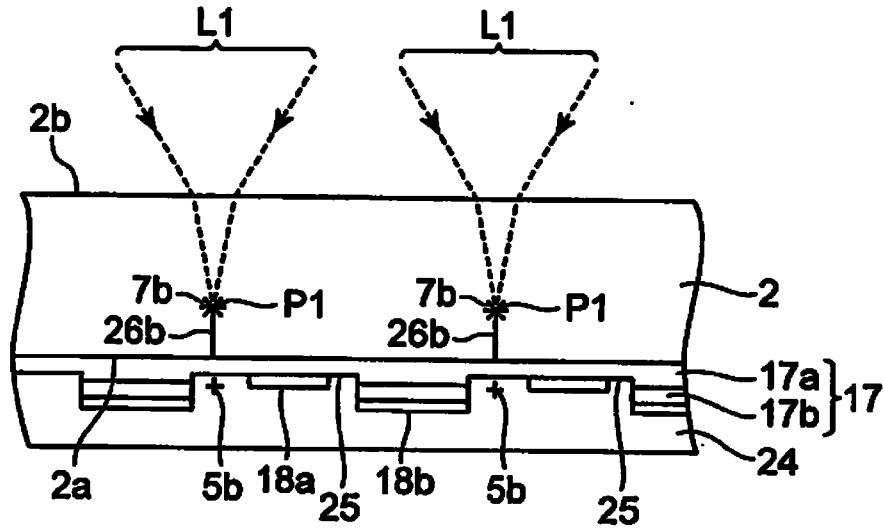


圖17

(a)



(b)

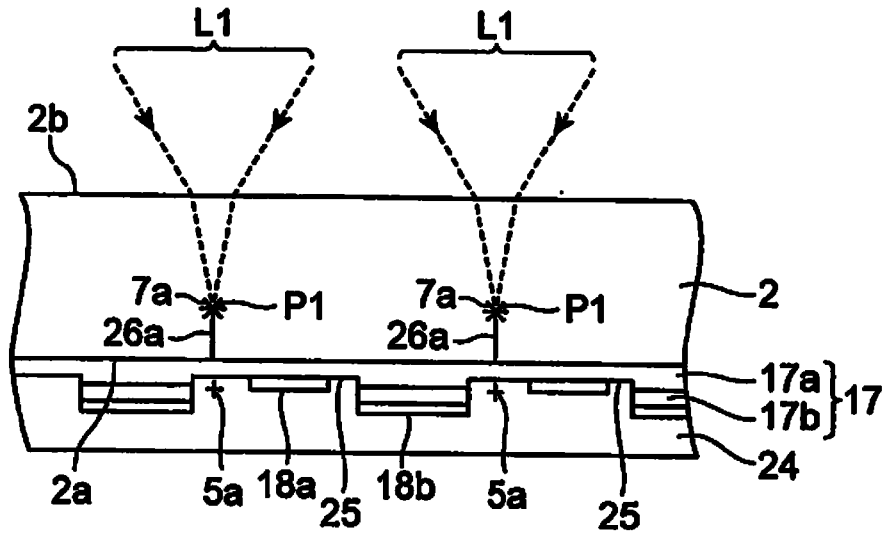
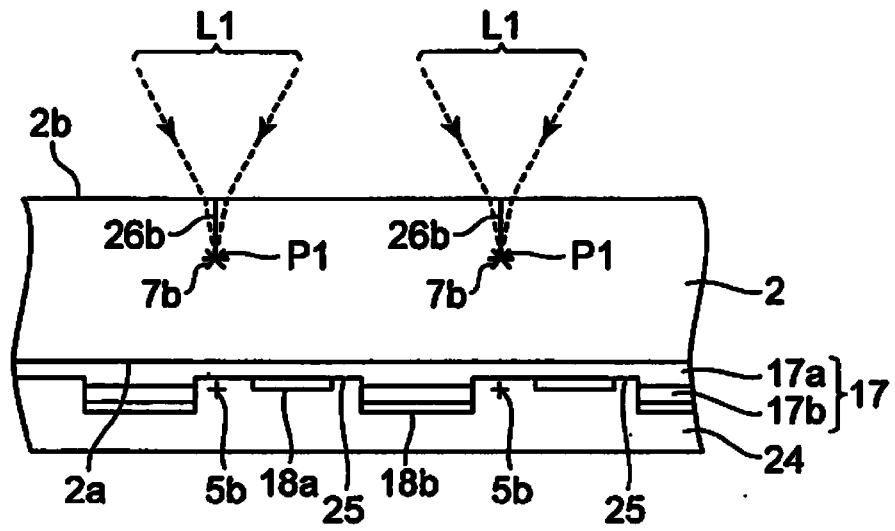


圖 18

(a)



(b)

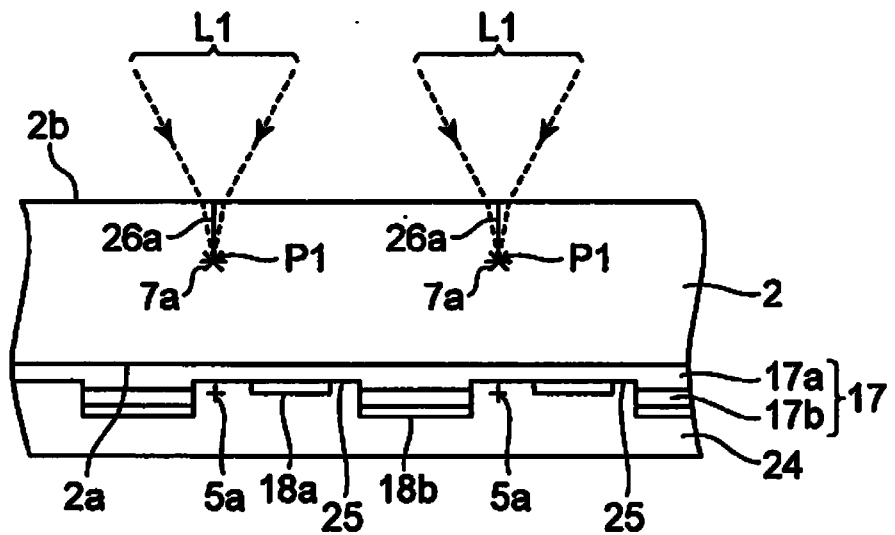
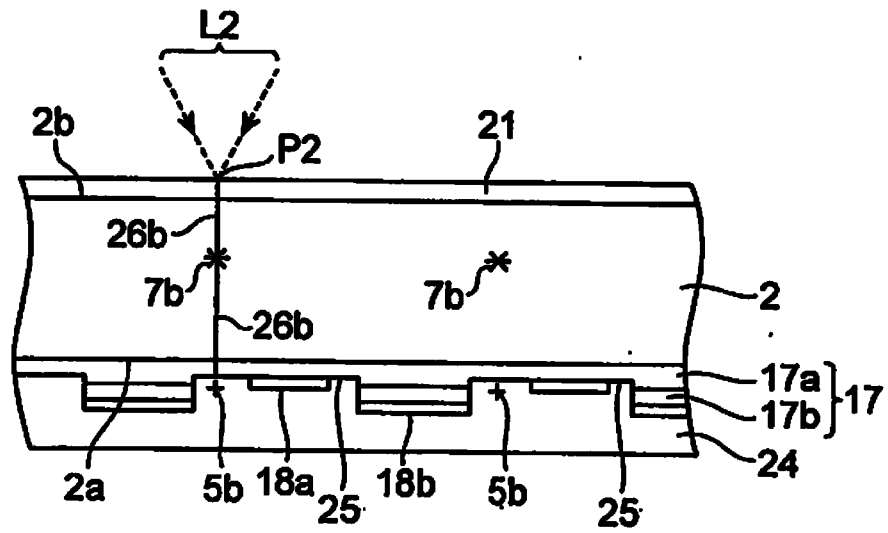


圖 19

(a)



(b)

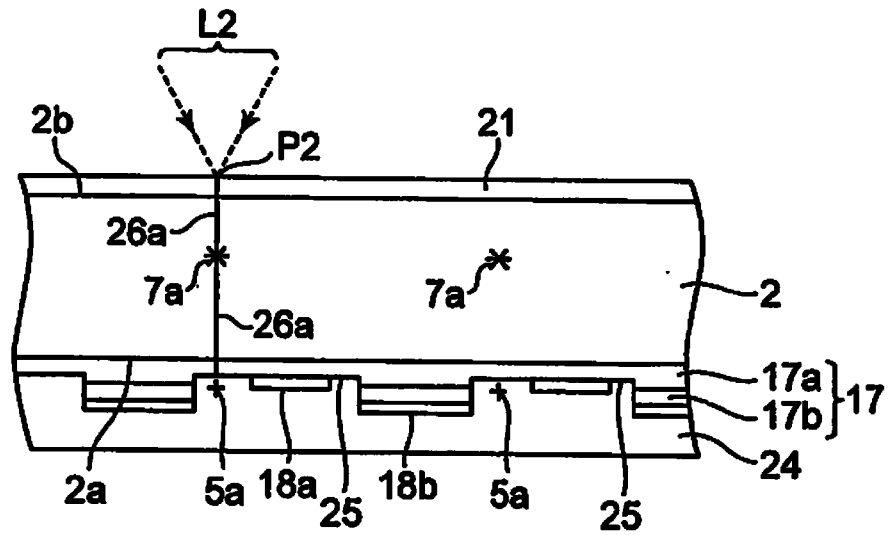
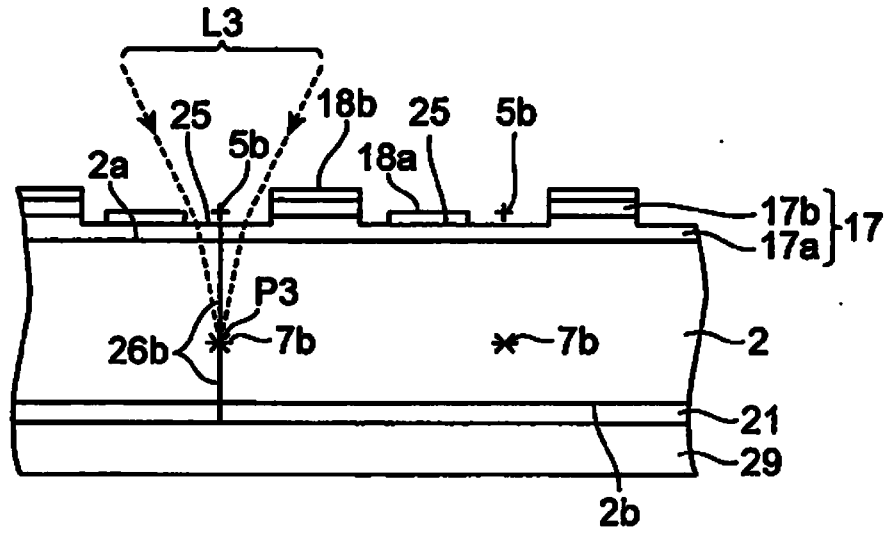


圖 20

(a)



(b)

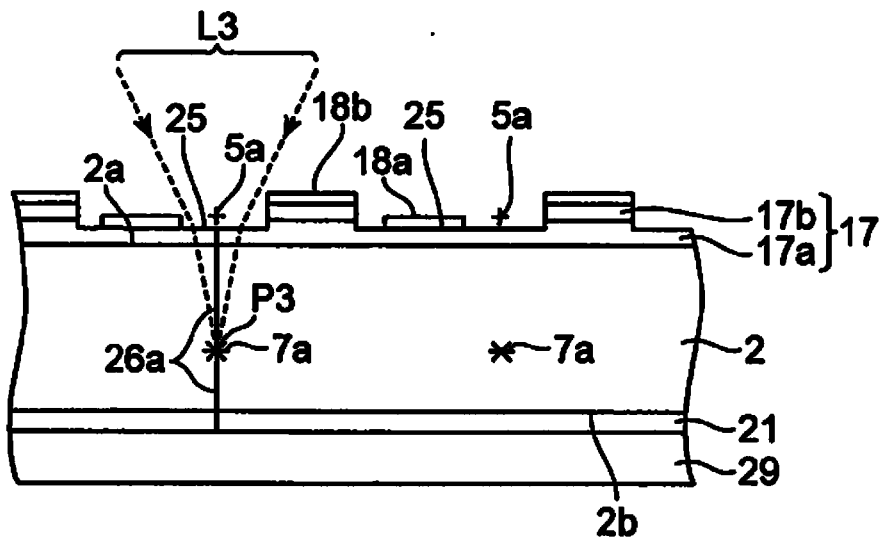


圖21

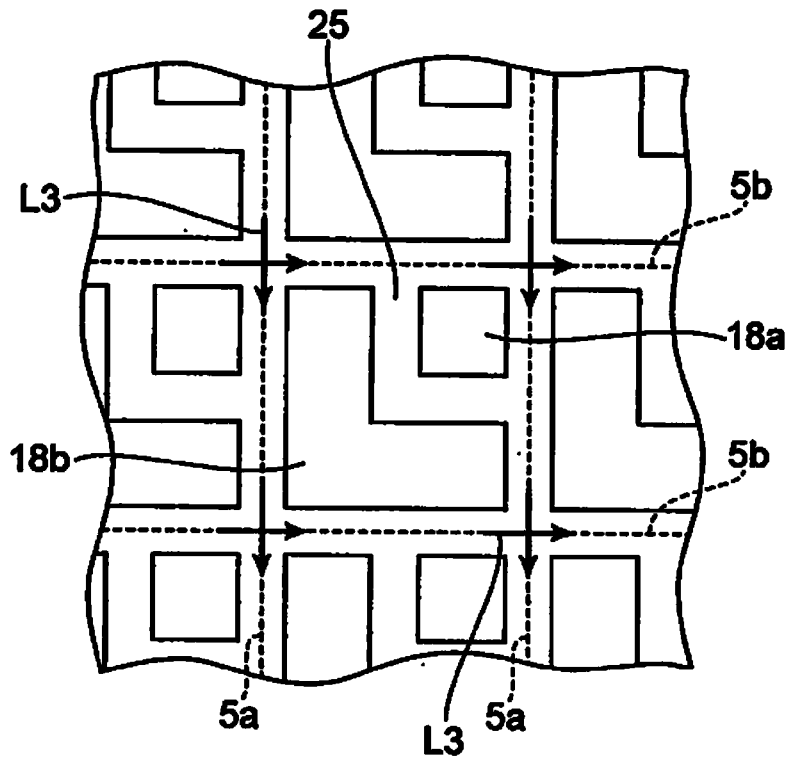


圖 22

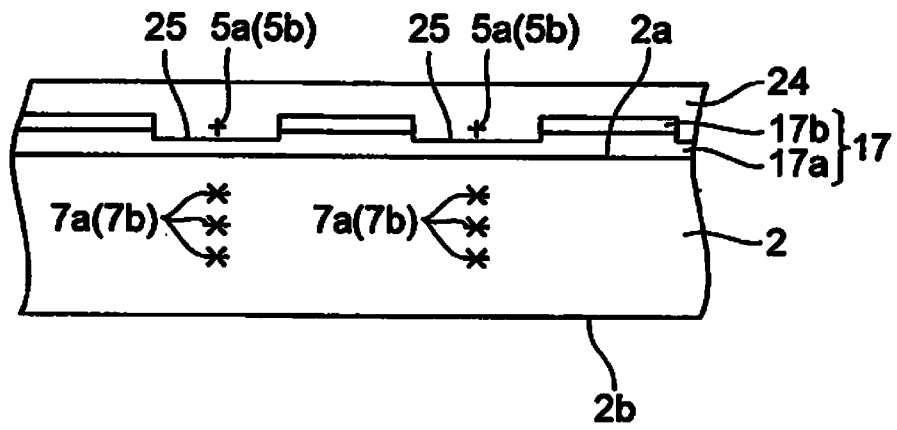
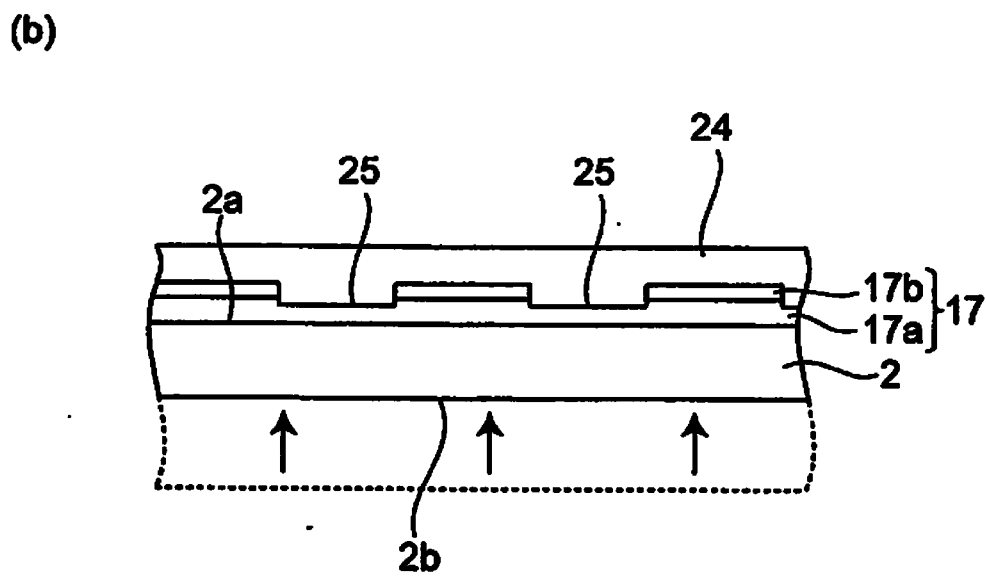
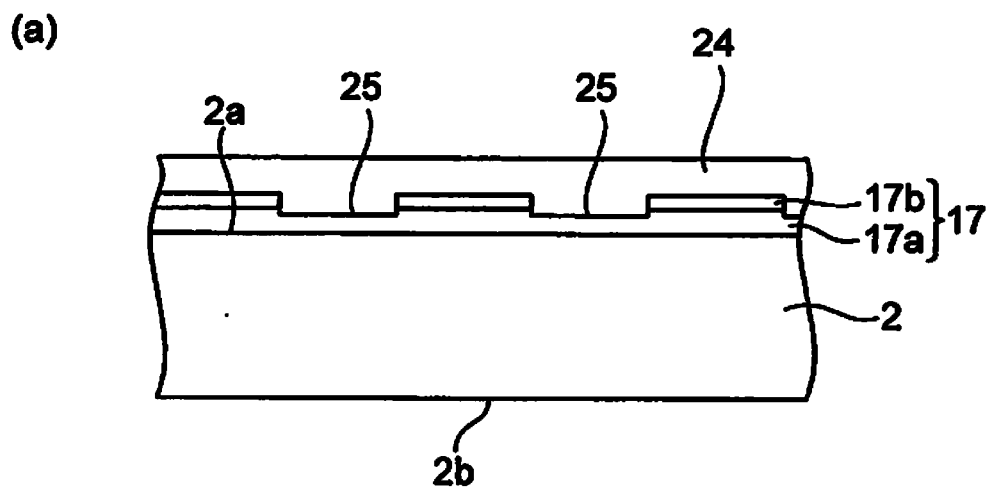


圖24



四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(13)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

2：藍寶石基板

2a：表面

2b：背面

5a、5b：切斷預定線

7a、7b：改質區域

17：半導體層

17a：n型半導體層

17b：P型半導體層

18a、18b：電極

24：保護膠帶

25：凹部

L1：雷射光

P1：聚光點

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

七、申請專利範圍：

1. 一種發光元件的製造方法，

具備：

集光步驟，將聚光點對準在表面上形成有 III-V 族化合物半導體層的藍寶石基板的內部，以前述藍寶石基板的背面作為雷射光入射面，沿著規定的切斷預定線照射第 1 雷射光，由此沿著前述切斷預定線，在前述藍寶石基板的內部形成改質區域；

光反射層形成步驟，在前述集光步驟之後，在於內部形成前述改質區域的前述藍寶石基板的前述背面，形成包含有前述切斷預定線的光反射層；以及

切斷步驟，在前述光反射層形成步驟之後，藉由使以前述改質區域為起點，而產生的龜裂在前述藍寶石基板的厚度方向上伸展，從而沿著前述切斷預定線，切斷前述藍寶石基板、前述 III-V 族化合物半導體層和前述光反射層，製造發光元件；

在前述切斷步驟中，藉由從前述光反射層的一側，沿著前述切斷預定線擠壓刀口，使以前述改質區域為起點，而產生的前述龜裂在前述藍寶石基板的厚度方向上伸展。

2. 一種發光元件的製造方法，

具備：

集光步驟，將聚光點對準在表面上形成有 III-V 族化合物半導體層的藍寶石基板的內部，以前述藍寶石基板的背面作為雷射光入射面，沿著規定的切斷預定線照射第 1

雷射光，由此沿著前述切斷預定線，在前述藍寶石基板的內部形成改質區域；

光反射層形成步驟，在前述集光步驟之後，在於內部形成前述改質區域的前述藍寶石基板的前述背面，形成包含有前述切斷預定線的光反射層；

切斷步驟，在前述光反射層形成步驟之後，藉由使以前述改質區域為起點，而產生的龜裂在前述藍寶石基板的厚度方向上伸展，從而沿著前述切斷預定線，切斷前述藍寶石基板、前述 III-V 族化合物半導體層和前述光反射層，製造發光元件；以及

在前述光反射層形成步驟之後且前述切斷步驟之前，藉由從前述光反射層的一側，沿著前述切斷預定線，照射相對於前述光反射層具有吸收性的第 2 雷射光，使以前述改質區域為起點，而產生的前述龜裂在前述藍寶石基板的厚度方向上伸展的步驟；

在前述切斷步驟中，藉由使以前述改質區域為起點，而產生的前述龜裂在前述藍寶石基板的厚度方向上進一步伸展，從而沿著前述切斷預定線，切斷前述藍寶石基板、前述 III-V 族化合物半導體層和前述光反射層。

3. 一種發光元件的製造方法，

具備：

集光步驟，將聚光點對準在表面上形成有 III-V 族化合物半導體層的藍寶石基板的內部，以前述藍寶石基板的背面作為雷射光入射面，沿著規定的切斷預定線照射第 1

雷射光，由此沿著前述切斷預定線，在前述藍寶石基板的內部形成改質區域；

光反射層形成步驟，在前述集光步驟之後，在於內部形成前述改質區域的前述藍寶石基板的前述背面，形成包含有前述切斷預定線的光反射層；以及

切斷步驟，在前述光反射層形成步驟之後，藉由使以前述改質區域為起點，而產生的龜裂在前述藍寶石基板的厚度方向上伸展，從而沿著前述切斷預定線，切斷前述藍寶石基板、前述 III-V 族化合物半導體層和前述光反射層，製造發光元件；

在前述切斷步驟中，藉由從前述光反射層的一側，沿著前述切斷預定線，照射相對於前述光反射層具有吸收性的第 2 雷射光，使以前述改質區域為起點，而產生的前述龜裂在前述藍寶石基板的厚度方向上伸展。

4. 一種發光元件的製造方法，

具備：

集光步驟，將聚光點對準在表面上形成有 III-V 族化合物半導體層的藍寶石基板的內部，以前述藍寶石基板的背面作為雷射光入射面，沿著規定的切斷預定線照射第 1 雷射光，由此沿著前述切斷預定線，在前述藍寶石基板的內部形成改質區域；

光反射層形成步驟，在前述集光步驟之後，在於內部形成前述改質區域的前述藍寶石基板的前述背面，形成包含有前述切斷預定線的光反射層；

切斷步驟，在前述光反射層形成步驟之後，藉由使以前述改質區域為起點，而產生的龜裂在前述藍寶石基板的厚度方向上伸展，從而沿著前述切斷預定線，切斷前述藍寶石基板、前述 III-V 族化合物半導體層和前述光反射層，製造發光元件；以及

在前述光反射層形成步驟之後且前述切斷步驟之前，藉由將聚光點對準前述藍寶石基板的內部，並從前述 III-V 族化合物半導體層的一側，沿著前述切斷預定線，照射相對於前述 III-V 族化合物半導體層具有透過性的第 3 雷射光，使以前述改質區域為起點，而產生的前述龜裂在前述藍寶石基板的厚度方向上伸展的步驟；

在前述切斷步驟中，藉由使以前述改質區域為起點，而產生的前述龜裂在前述藍寶石基板的厚度方向上進一步伸展，從而沿著前述切斷預定線，切斷前述藍寶石基板、前述 III-V 族化合物半導體層和前述光反射層。

5. 一種發光元件的製造方法，

具備：

集光步驟，將聚光點對準在表面上形成有 III-V 族化合物半導體層的藍寶石基板的內部，以前述藍寶石基板的背面作為雷射光入射面，沿著規定的切斷預定線照射第 1 雷射光，由此沿著前述切斷預定線，在前述藍寶石基板的內部形成改質區域；

光反射層形成步驟，在前述集光步驟之後，在於內部形成前述改質區域的前述藍寶石基板的前述背面，形成包

含有前述切斷預定線的光反射層；以及

切斷步驟，在前述光反射層形成步驟之後，藉由使以前述改質區域為起點，而產生的龜裂在前述藍寶石基板的厚度方向上伸展，從而沿著前述切斷預定線，切斷前述藍寶石基板、前述 III-V 族化合物半導體層和前述光反射層，製造發光元件；

在前述切斷步驟中，藉由將聚光點對準前述藍寶石基板的內部，並從前述 III-V 族化合物半導體層的一側，沿著前述切斷預定線，照射相對於前述 III-V 族化合物半導體層具有透過性的第 3 雷射光，使以前述改質區域為起點，而產生的前述龜裂在前述藍寶石基板的厚度方向上伸展。

6. 如申請專利範圍第 1~5 項中的任一項所述的發光元件的製造方法，其中，

在前述集光步驟中，沿著前述切斷預定線，在前述藍寶石基板的內部形成前述改質區域，以使前述切斷步驟中，在前述藍寶石基板的厚度方向上伸展的前述龜裂至少預先到達前述藍寶石基板的前述表面。

7. 如申請專利範圍第 1~5 項中的任一項所述的發光元件的製造方法，其中，

在前述集光步驟中，沿著前述切斷預定線，在前述藍寶石基板的內部形成前述改質區域，以使前述切斷步驟中，在前述藍寶石基板的厚度方向上伸展的前述龜裂預先到達前述藍寶石基板的前述背面。

8. 如申請專利範圍第 4 項所述的發光元件的製造方法，其中，

僅在前述切斷預定線的交叉部分，從前述 III-V 族化合物半導體層的一側，沿著前述切斷預定線，照射前述第 3 雷射光。

9. 如申請專利範圍第 1~5 項中的任一項所述的發光元件的製造方法，其中，還具備：

在前述集光步驟之前，在前述藍寶石基板的前述表面上，形成前述 III-V 族化合物半導體層的 III-V 族化合物半導體層形成步驟。