

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：97128951

※ 申請日期：97.7.31

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

H_{01L} 33/00

(2006.01)

三族氮化物半導體發光裝置

III-NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

艾比維利股份有限公司

EPIVALLEY CO., LTD.

代表人：(中文/英文)(簽章) 曹周煥/CHO, JOO HWAN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

大韓民國 慶尚北道 730-030 龜尾市 工團洞 321 號

#321, Gongdan-Dong, Gumi-city, Gyungbuk 730-030, Republic of Korea

國 籍：(中文/英文) 大韓民國/REPUBLIC OF KOREA

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

朴仲緒 / PARK, JOONG SEO

國 籍：(中文/英文) 大韓民國/REPUBLIC OF KOREA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 韓國 2007 年 7 月 31 日 10-2007-0077218 （主張優先權）

2. 韓國 2007 年 10 月 22 日 10-2007-0106275 （主張優先權）

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種三族氮化物半導體發光裝置，尤係關於一種不僅可解決突起(protrusion)之橫向約束(lateral constraint)且可改良結晶度之三族氮化物半導體發光裝置。

三族氮化物半導體發光裝置係指一種發光裝置，如包含由 $\text{Al}_{(x)}\text{Ga}_{(y)}\text{In}_{(1-x-y)}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$) 所組成之化合物半導體層的發光二極體，且可進一步包含由其他族元素所組成之材料(如 SiC, SiN, SiCN 和 CN)以及由該些材料所製成之半導體層。

【先前技術】

第 1 圖係說明習知三族氮化物半導體發光裝置之實例的圖式。此三族氮化物半導體發光裝置包含：基板 100，磊晶地生長在基板 100 上之緩衝層 200，磊晶地生長在緩衝層 200 上之 n-型氮化物半導體層 300，磊晶地生長在 n-型氮化物半導體層 300 上之活性層(active layer)400，磊晶地生長在活性層 400 上之 p-型氮化物半導體層 500，形成在 p-型氮化物半導體層 500 上之 p-側電極 600，形成在 p-側電極 600 上之 p-側鉀墊 700，形成在藉由高台蝕刻(mesa etching)p-型氮化物半導體層 500 和活性層 400 所曝露出之 n-型氮化物半導體層上之 n-側電極 800，以及保護膜 900。

第 2 圖係說明揭露於國際公開案 WO02/75821 及 WO03/10831 之發光裝置的圖式，特別是顯示在圖案化基板 400 上生長氮化物半導體層 410 之製程。氮化物半導體

層 410 開始分別在圖案化基板 400 之下表面及上表面上生長，再使彼此接觸。在接觸部份中促進氮化物半導體層 410 的生長，因而形成平坦表面。由於使用圖案化基板 400，使光散射而改良外部量子效率(quantum efficiency)，並減少結晶缺陷以改良氮化物半導體層 410 的品質。

第 3 圖係說明揭露於 WO03/10831 之突起之實例的圖式，特別是在基板上具有六角形剖面的突起。同時，依據 WO03/10831，於突起的面位在與氮化物半導體之穩定生長面(例如，基板之平坦區 401；請參照第 4 圖)平行的情形下，氮化物半導體緩慢地生長，其導致結晶缺陷的增加。為了減少結晶缺陷，形成突起的整個面，跨過該穩定生長面。此種突起的橫向約束使其難以在基板上形成突起及/或凹處以改良結晶度。

第 4 圖係說明氮化物半導體之穩定生長面的說明圖，特別是在 C-表面藍寶石基板(C-surface sapphire substrate) 400 上之具有 60° 之角差之三個穩定生長面 402，403 及 404。

【發明內容】

[技術問題]

因此，已完成本發明來解決習知技術中所發生之上述缺點，故本發明之一目的係提供一種可解決前述問題之三族氮化物半導體發光裝置。

本發明之另一目的係提供一種不僅可解決突起之橫向約束且可改良結晶度之三族氮化物半導體發光裝置。

本發明之又一目的係提供一種可藉由調整刻劃線 (scribing line) 對具有突起之基板的角度而改良外部量子效率之三族氮化物半導體發光裝置。

本發明之再一目的係提供一種可確保在基板上生長氮化物半導體之足夠空間之三族氮化物半導體發光裝置。

[技術方案]

為此目的，依據本發明之一態樣，係提供一種三族氮化物半導體發光裝置，包括：複數個三族氮化物半導體層，其係包含藉由電子與電洞的重組而產生光之活性層；以及基板，其係用於生長此複數個三族氮化物半導體層，且包含具有兩個圓形相對側之突起。

依據本發明之另一態樣，突起包含用於連接兩個圓形相對側之兩個連接側。此兩個連接側較佳係由直線所組成，但可依據其遮罩圖案(mask pattern)而些微向外或向內彎曲。

依據本發明之又一態樣，基板係藉由至少一個切割表面予以分開，且兩個連接面之延伸線跨過至少一個切割表面。此處，此至少一個切割表面係定義發光裝置的外形，且可藉由鑽石切割或刻劃/斷裂製程形成。

依據本發明之再一態樣，基板係包含具有形成於其上之複數個突起之第一陣列，及具有形成於其上之複數個突起之第二陣列，且第一陣列之複數個突起與第二陣列之複數個突起係以交替位置予以配置。

[優越效果]

依據本發明，三族氮化物半導體發光裝置不僅可解決突起之橫向約束且可改良結晶度。

依據本發明，三族氮化物半導體發光裝置可藉由調整刻劃線對具有突起之基板的角度而改良外部量子效率。

依據本發明，三族氮化物半導體發光裝置可藉由確保在基板上生長氮化物半導體之足夠空間而改良氮化物半導體層的結晶度。

【實施方式】

以下，本發明將參照隨附的圖式予以詳細說明。

第 5 圖係說明依據本發明之三族氮化物半導體發光裝置之實例的圖式。此三族氮化物半導體發光裝置包含具有形成於其上之突起 90 之藍寶石基板 10，生長在藍寶石基板 10 上之緩衝層 20，生長在緩衝層 20 上之 n-型氮化物半導體層 30，生長在 n-型氮化物半導體層 30 上之活性層 40，生長在活性層 40 上之 p-型氮化物半導體層 50，形成在 p-型氮化物半導體層 50 上之發光電極 60，形成在發光電極 60 上之 p-側電極 70，以及形成在藉由高台蝕刻 p-型氮化物半導體層 50 和活性層 40 所曝露出之 n-型氮化物半導體層 31 上之 n-側電極 80。

第 6 圖係說明依據本發明之突起的形狀及配置之說明圖。突起 90 係形成在藍寶石基板 10 上。各突起 90 具有兩個圓形側 91，及連接兩個圓形側 91 之兩個連接側 92。圓形側 91 面對藍寶石基板 10 之平坦區 401，亦即，氮化物半導體之穩定生長面。然而，面 91 係圓形而不與穩定生長

面平行，因而防止氮化物半導體層的生長延遲，從而減少結晶缺陷。同時，能夠對準陣列 A 之突起的圓形側與陣列 B 之突起的圓形側。在此，必須保證陣列 A 與 B 之間有足夠間隔用於生長氮化物半導體。因此，當陣列 A 之突起的圓形側與陣列 B 之突起的圓形側係以交替位置予以配置時，可減少陣列 A 與 B 間之間隔。又，相較於具有直線側之矩形突起，依據本發明之具有圓形側 91 之突起確保其間之區域 93。因此，雖然陣列 A 與 B 間之間隔減小，但能夠確保用於生長氮化物半導體的空間。

第 7 及 8 圖係說明形成依據本發明之突起之製程之實例的說明圖。首先，在基板 10 上塗佈光阻劑(photoresist) 11，再於其上進行圖案化製程。圖案化製程係藉由光蝕刻製程進行。此處，欲塗佈之光阻劑 11 的厚度係依據欲形成在基板 10 上之突起的高度而改變。也就是說，光阻劑的厚度係根據突起的目標高度而作調整。第 8 圖係顯示圖案的形狀。例如，圖案可為 $4.2\ \mu\text{m}$ 之高度 H， $2.4\ \mu\text{m}$ 之寬度 W， $1.6\ \mu\text{m}$ 之突起間隔 D1，及 $0.8\ \mu\text{m}$ 之陣列間隔 D2，且在邊緣部份切割。第 9 圖係顯示藉由上述製程所形成之突起之一個實例。若有需要，突起的頂表面可為平坦者。在此情形下，氮化物半導體亦生長在突起的頂表面上。

之後，藉由反應性離子蝕刻(RIE)正常地蝕刻基板 10。同時，活性地蝕刻遮罩圖案的邊緣。即使遮罩圖案並非圓形，亦能依據本發明形成突起 90。可使用具有圓形邊緣之圖案或用於圓形化之烘烤製程。此處，藉由蝕刻以直線形

狀形成連接側。在進行烘烤製程的情形下，連接側可些微地彎曲。

第 10 圖係顯示在依據本發明所製備之基板上所生長之 GaN 磊晶層的光學顯微照片。在左側，焦點係固定在藍寶石基板與磊晶層間之邊界表面上，且經加工之突起係凸出在藍寶石基板上。在右側，焦點係固定在磊晶層的表面上，且得到具有平滑表面之良好磊晶結晶層而沒有任何凹陷或針孔。藉由如下之 MOCVD 生長具有約 $4\mu\text{m}$ 厚度之 GaN 層。將所製備之基板放置在 MOCVD 反應器中由石墨所製成之基座上。在氫環境中使溫度上升至 1100°C 以自基板的表面移除雜質。藉由使用每分鐘 $4.5\mu\text{mol}$ 之 DTBSi 及每分鐘 $17\mu\text{mol}$ 之 CBr_4 作為來源材料而生長 SiC。生長溫度為 950°C 且生長時間為 60 秒，使得形成估計厚度為 $10\text{\AA}$ 的層。之後，針對表面濕潤層，藉由使用每分鐘 $10\mu\text{mol}$ 之 TMIn 、每分鐘 $400\mu\text{mol}$ 之 TMGa 、及每分鐘 12l 之 NH_3 作為來源材料而生長 InGa N 。生長溫度為 500°C 且生長時間為 35 秒，使得生長之層的厚度為 $500\text{\AA}$ 。然後，藉由使用每分鐘 $870\mu\text{mol}$ 之 TMGa 及每分鐘 18l 之 NH_3 作為來源材料而形成未摻雜之 GaN。生長溫度為 1050°C 且生長時間為 7200 秒，使得生長之層的厚度為 $4\mu\text{m}$ 。所生長之磊晶層的結晶度可藉由 XRD 搖擺曲線 (rocking curve) 測量結果而予以確認。XRD(002) 的半寬度為 ~ 250 角秒 (arc-second)，且 XRD(102) 的半寬度為 ~ 300 角秒。亦即，此磊晶層顯示非常高的結晶度。

第 11 圖係說明發光裝置與刻劃線間之關係的說明圖。形成與基板 10 之平坦區 401 平行之四邊形突起 90。以虛線表示各發光裝置之切割表面 10a 及 10b，亦即，刻劃線。可藉由調整刻劃線對四邊形突起 90 之側的角度 y 而控制欲提取之光的量。

第 12 圖係顯示使用具有基底(base)為 $4,5\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之四邊金字塔形突起，藉由角度 y 分析光提取效率變動之模擬結果的圖式。當角度 y 為約 45° 時，光提取效率增加。此結果可完全相同地應用於具有圓形側之突起。在模擬時使用光學研究協會之光工具 5.1 程式。

第 13 圖係說明依據本發明之突起之配置之另一實例的圖式。突起 90 以對著平坦區 401 旋轉之位置形成在藍寶石基板 10 上。以此組構，當第 12 圖的結果應用於發光裝置時，刻劃線不依據突起 90 的方向調整，但突起 90 的方向係依據刻劃線而作調整。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係說明習知三族氮化物半導體發光裝置之實例的圖式。

第 2 圖係說明揭露於國際公開案 WO02/75821 及 WO03/10831 之發光裝置的圖式。

第 3 圖係說明揭露於 WO03/10831 之突起之實例的圖式。

第 4 圖係說明氮化物半導體之穩定生長面的說明圖。

第 5 圖係說明依據本發明之三族氮化物半導體發光裝

置之實例的圖式。

第 6 圖係說明依據本發明之突起的形狀及配置之說明圖。

第 7 及 8 圖係說明形成依據本發明之突起之製程之實例的說明圖。

第 9 圖係說明依據本發明之突起之實例的說明圖。

第 10 圖係顯示在依據本發明所製備之基板上所生長之 GaN 磊晶層的光學顯微照片。

第 11 圖係說明發光裝置與刻劃線間之關係的說明圖。

第 12 圖係顯示使用具有基底為 $4,5\mu\text{m} \times 3\mu\text{m}$ 之四邊金字塔形突起，藉由角度 γ 分析光提取效率變動之模擬結果的圖式。

第 13 圖係說明依據本發明之突起之配置之另一實例的圖式。

【主要元件符號說明】

10	藍寶石基板、基板		
10a、10b	切割表面	11	光阻劑
20	緩衝層	30	n-型氮化物半導體層
31	曝露出之 n-型氮化物半導體層		
40	活性層	50	p-型氮化物半導體層
60	發光電極	70	p-側電極
80	n-側電極	90	突起
91	圓形側	92	連接側
93	區域	100	基板

200	緩衝層	300	n-型氮化物半導體層
400	活性層、圖案化基板、C-表面藍寶石基板		
401	平坦區	402、403、404	穩定生長面
410	氮化物半導體層	500	p-型氮化物半導體層
600	p-側電極	700	p-側鉀墊
800	n-側電極	900	保護膜
A、B	陣列	D1	突起間隔
D2	陣列間隔	H	高度
W	寬度	y	角度

五、中文發明摘要：

本發明係提供一種三族氮化物半導體發光裝置，包括：複數個三族氮化物半導體層，其係包含藉由電子與電洞的重組而產生光之活性層；以及基板，其係用於生長此複數個三族氮化物半導體層，且包含具有兩個圓形相對側之突起。

六、英文發明摘要：

The present invention provides a III-nitride semiconductor light emitting device, including: a plurality of III-nitride semiconductor layers including an active layer for generating light by recombination of electrons and holes; and a substrate used to grow the plurality of III-nitride semiconductor layers, and including a protrusion with two opposite sides rounded.

十、申請專利範圍：

1. 一種三族氮化物半導體發光裝置，包括：

複數個三族氮化物半導體層，其係包含藉由電子與電洞的重組而產生光之活性層；以及

基板，其係用於生長該複數個三族氮化物半導體層，且包含具有兩個圓形相對側之突起。

2. 如申請專利範圍第 1 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該突起包括用於連接該兩個圓形相對側之兩個連接側。

3. 如申請專利範圍第 2 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該基板係藉由至少一個切割表面予以劃分，且該兩個連接側之延伸線跨過該至少一個切割表面。

4. 如申請專利範圍第 3 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該基板為藍寶石基板。

5. 如申請專利範圍第 2 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該兩個連接側之延伸線跨過該複數個氮化物半導體層之穩定生長面。

6. 如申請專利範圍第 2 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該兩個連接側係直線。

7. 如申請專利範圍第 1 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該兩個圓形相對側面對該複數個氮化物半導體層之穩定生長面。

8. 如申請專利範圍第 1 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該基板包括具有形成於其上之複數個突起之第一

陣列，及具有形成於其上之複數個突起之第二陣列，且該第一陣列之該複數個突起與該第二陣列之該複數個突起係以交替位置予以配置。

9. 如申請專利範圍第 1 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該基板係藉由至少一個切割表面予以劃分，該突起包括用於連接兩個圓形相對側之兩個連接直線側，該兩個連接側之延伸線跨過該至少一個切割表面且亦跨過該複數個氮化物半導體層之穩定生長面，該兩個圓形相對側面對該複數個氮化物半導體層之穩定生長面，該基板包括具有形成於其上之複數個突起之第一陣列，及具有形成於其上之複數個突起之第二陣列，且該第一陣列之該複數個突起與該第二陣列之該複數個突起係以交替位置予以配置。

10. 如申請專利範圍第 9 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該基板為藍寶石基板。

11. 一種三族氮化物半導體發光裝置，包括：

複數個三族氮化物半導體層，其係包含藉由電子與電洞的重組而產生光之活性層；以及

基板，其係用於生長該複數個三族氮化物半導體層，且包含具有至少兩側之突起，該至少兩個側包含面對該氮化物半導體層之穩定生長面之圓形側。

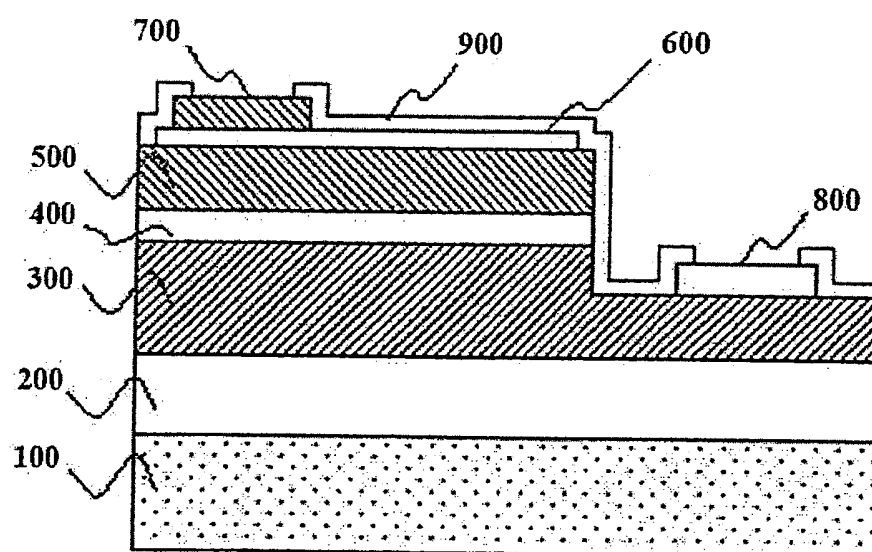
12. 如申請專利範圍第 11 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該基板為藍寶石基板。

13. 如申請專利範圍第 11 項之三族氮化物半導體發光裝置，

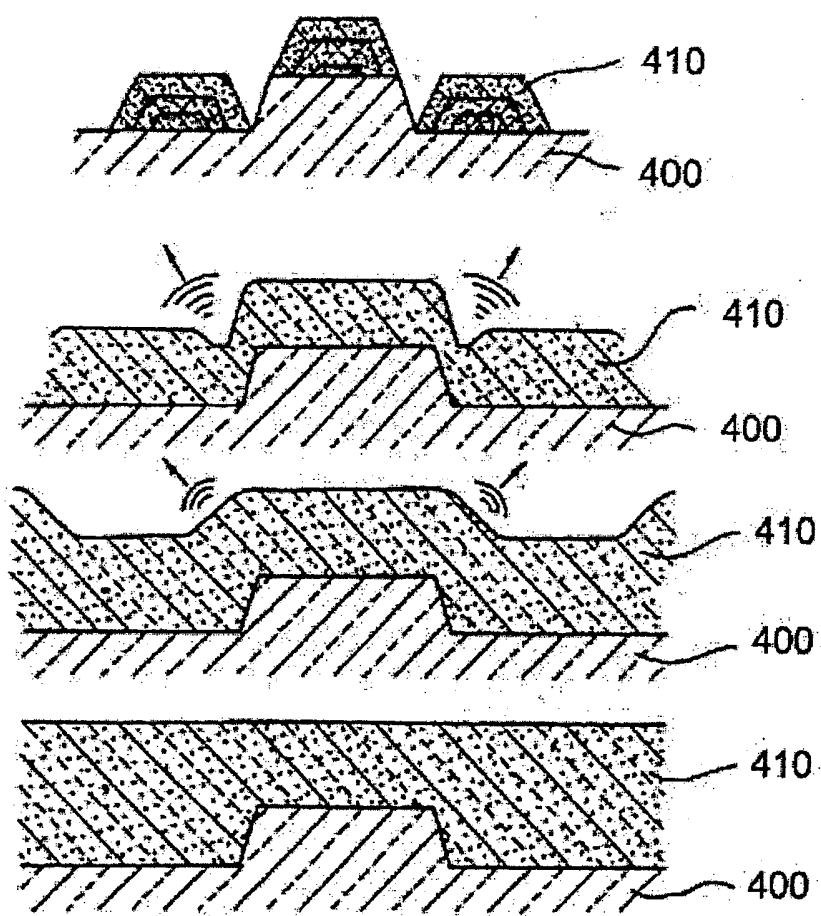
置，其中，該基板係藉由至少一個切割表面予以劃分，且該至少兩側之另一側的延伸線跨過該至少一個切割表面。

14.如申請專利範圍第 13 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該至少兩側之另一側跨過該複數個氮化物半導體層之穩定生長面。

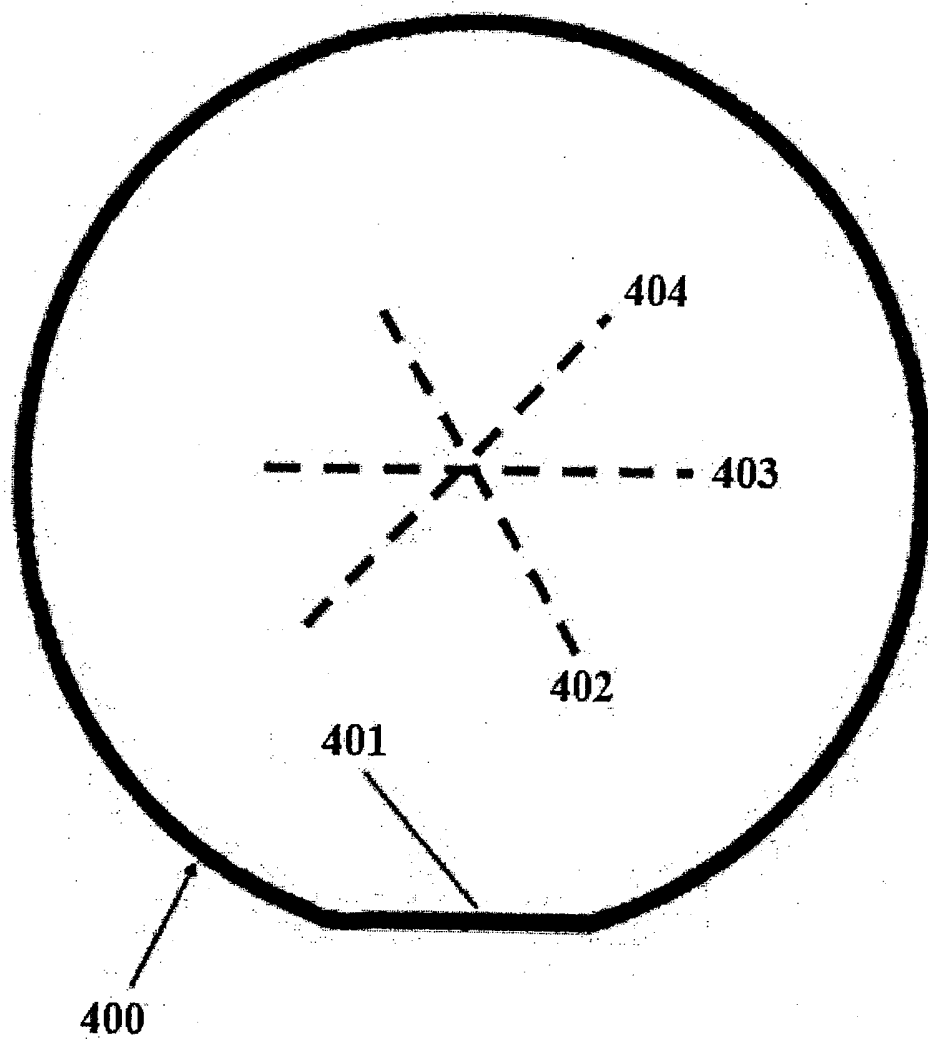
15.如申請專利範圍第 11 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該基板包括具有形成於其上之複數個突起之第一陣列，及具有形成於其上之複數個突起之第二陣列，且該第一陣列之該複數個突起與該第二陣列之該複數個突起係以交替位置予以配置。



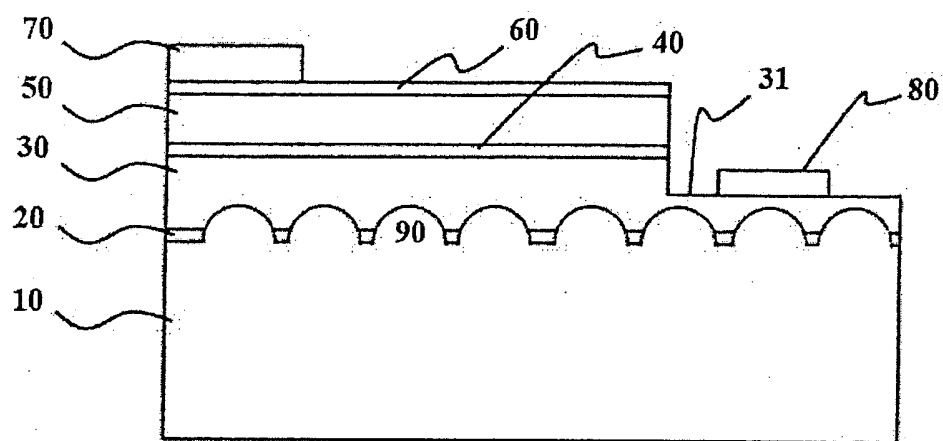
第1圖
先前技術



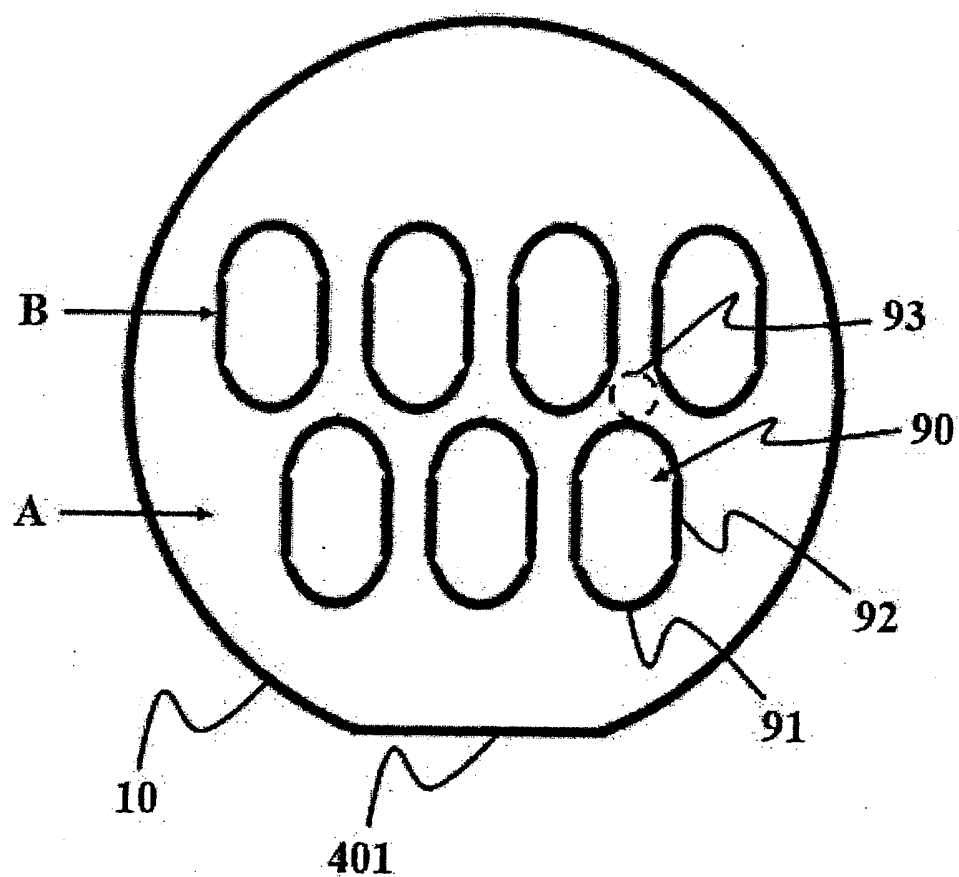
第2圖
先前技術



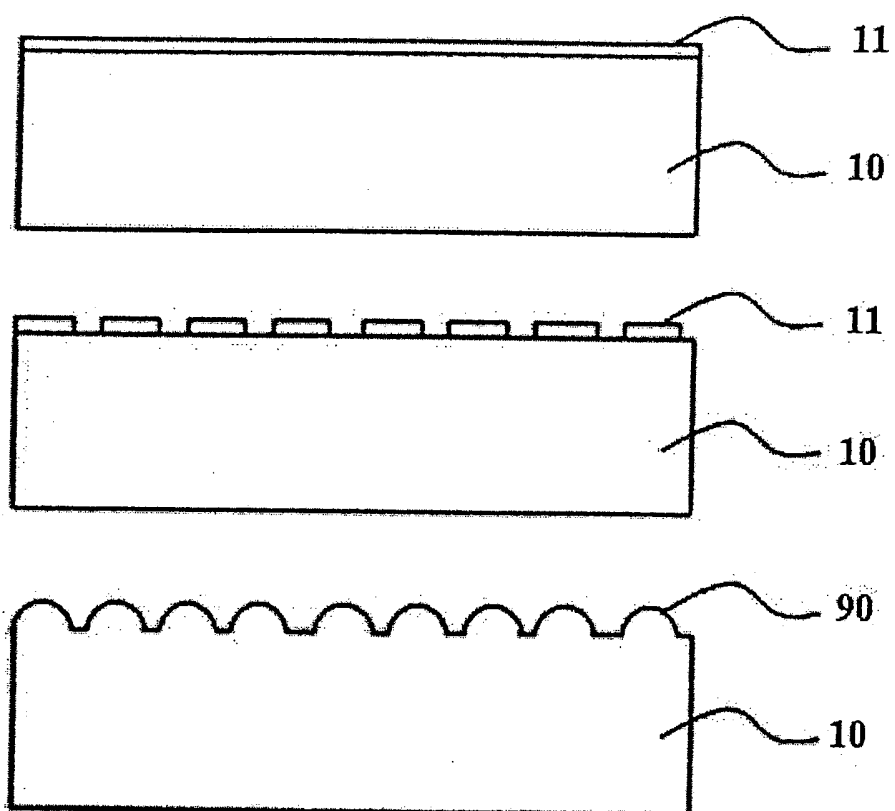
第4圖



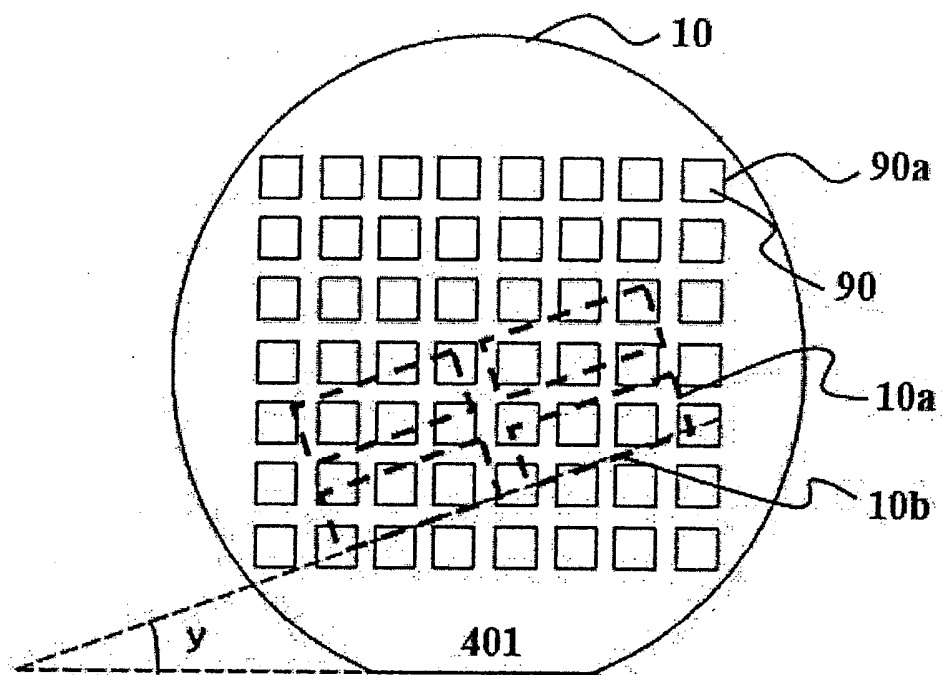
第5圖



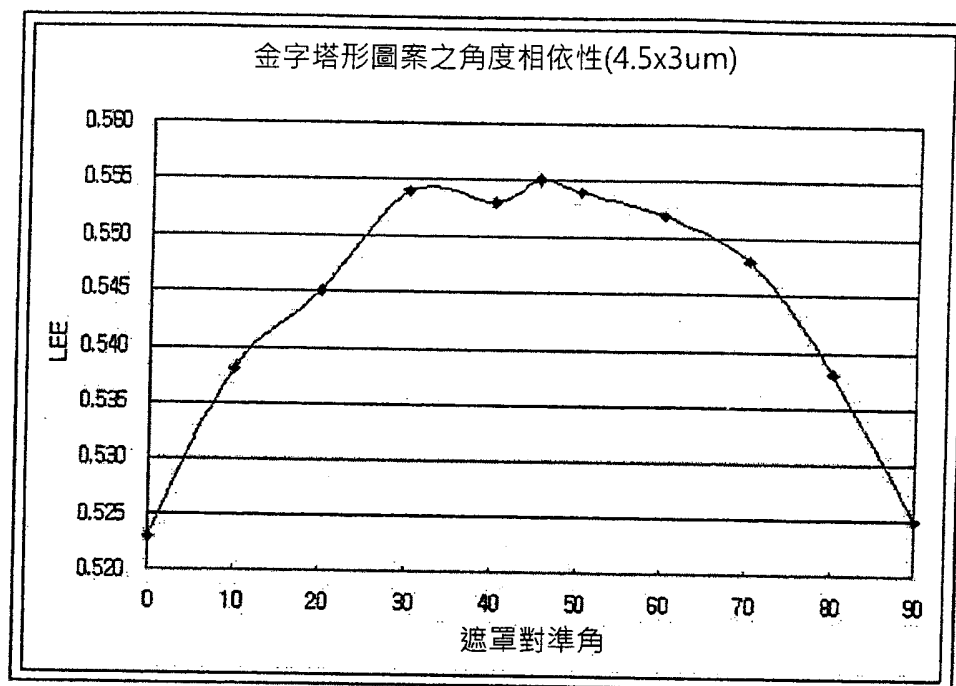
第6圖



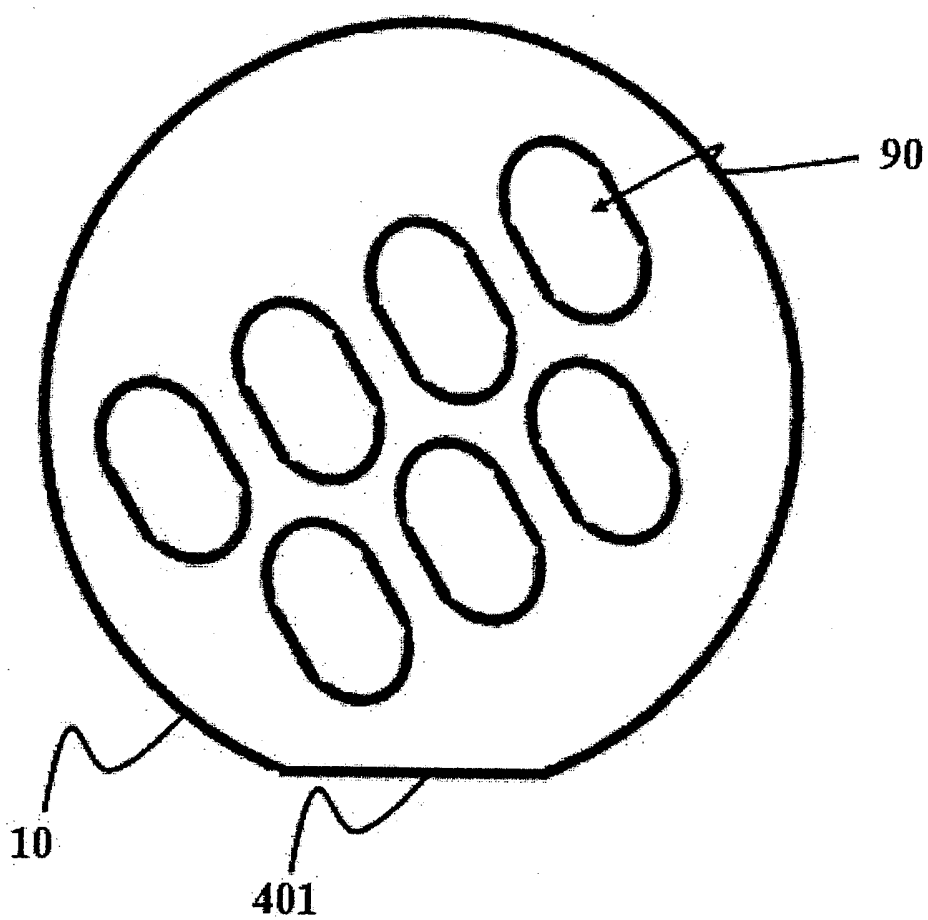
第7圖



第11圖



第12圖



第13圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (5) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	藍寶石基板、基板		
20	緩衝層	30	n-型氮化物半導體層
31	曝露出之 n-型氮化物半導體層		
40	活性層	50	p-型氮化物半導體層
60	發光電極	70	p-側電極
80	n-側電極	90	突起

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無代表化學式