

申請日期	89.11.24
案 號	89125077
類 別	H01L 33/00

A4  
C4

(以上各欄由本局填註)

579608

**公告本**

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	發光元件形成電極的方法與結構
	英 文	
二、發明 創作人	姓 名	林明德
	國 籍	中華民國
	住、居所	新竹市東區竹村二路 12-3 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	連勇科技股份有限公司
	國 籍	中華民國
	住、居所 (事務所)	新竹縣竹北市四維街 40 號 1 樓
	代 表 人 姓 名	林 明 德

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝

訂

線

## 五、發明說明( )

### 發明領域：

本發明是有關於一種發光元件形成電極的方法與結構，且特別是有關於一種以歐姆接觸點形成發光元件電極的方法與結構。

### 發明背景：

近年來，許多的焦點集中於以氮化鎵為主(gallium nitride-based)的半導體所形成的發光元件，例如氮化鎵(GaN)、氮化鋁鎵(AlGaN)、氮化銦鎵(InGaN)以及氮化鋁銦鎵(AlInGaN)。而此類的發光元件半導體大多成長於藍寶石(sapphire)基板上，與其他可導電的發光元件半導體的基板不同，此種基板為絕緣體，所以不可能直接製作電極於基板上，因此電極的製作必須直接與P型的半導體層以及N型的半導體層做個別接觸，才能完成此類發光元件的製作。

請參照第1與第2圖，其所繪示為習知以氮化鎵為主的半導體所形成的發光元件上視圖以及沿著IV-IV線所形成的剖面圖。根據圖示，在藍寶石基板10表面上依序形成N型氮化鎵層20、N型氮化鋁鎵層30、主動層40(active layer，此主動層為成長雙異質接面或者量子井結構的氮化銦鎵、氮化鋁鎵銦或者氮化鎵)、P型氮化鋁鎵層50以及P型氮化鎵

## 五、發明說明( )

層 60 的堆疊狀結構，經過蝕刻製程之後部分區域的 N 型氮化鎵層 20 會暴露出來，接著，依序在 N 型氮化鎵層 20 以及 P 型氮化鎵層 60 表面形成第一電極 70 與第二電極 80，為了達成歐姆接觸 (ohmic contact)，在習知的製程中第一電極 70 係依序形成鈦 (titanium) 和鋁 (aluminum) 金屬接觸於 N 型氮化鎵層 20 上，經過高於 400°C 的熱退火製程 (annealing) 後形成具有歐姆接觸的第一電極 70。

而由於 P 型氮化鎵的載子濃度只有  $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ ，故無法像習知發光二極體只蒸鍍一個正電極焊墊，而靠 P 型半導體層來達到分散電流的目的。故第二電極 80 係大部分覆蓋於 P 型氮化鎵層 60 上以增加電流擴散的效果。但是第二電極 80 會將發光元件所產生的光線遮住，因此，為了達成高亮度的發光元件，習知在第二電極 80 上的製作必須非常注意電極的厚度，而根據號碼美國專利第 5,563,422 號標題 "Gallium nitride-based III-V group compound semiconductor device and method of producing the same" (在 1996 年 10 月 8 號發給 Nakamura)，揭露一個在 P 型氮化鎵層 60 上製作出具有傳送光 (light-transmitting) 能力的第二電極 80，此第二電極 80 的製作係在 P 型氮化鎵層 60 上依序形成鎳 (nickel) 與金 (gold) 層接觸於 P 型氮化鎵層 60 上，而總層厚度約在 10 埃至 10000 埃，經過高於 400°C 的熱退火製程後形成具有歐姆接觸的第二電極 80。由於具有傳送光能力的第二電極 80

## 五、發明說明( )

非常的薄，所以必須在第二電極 80 上製作焊墊(bounding pad)90，以利於在焊墊 90 上焊線並達成與第二電極 80 電性連接，而焊墊 90 的製作係在第二電極 80 上形成一個窗口(window)95 並暴露出部分的 P 型氮化鎵層 60，接著形成一個黏著於 P 型氮化鎵層 60 並部分覆蓋於第二電極 80 的焊墊 90。

由於習知的第二電極 80 係由金屬所組成，並且在形成第二電極 80 的製程步驟上必須非常小心所形成的厚度，當第二電極 80 厚度太厚時發光元件所產生的光會被第二電極 80 所吸收，使得光的傳送效率會很差，而當第二電極 80 厚度太薄，由第二電極 80 所形成的歐姆接觸特性會變差，因此第二電極 80 的製作非常不容易，再者，由於第二電極 80 具有一定的厚度，發光元件所產生的光會被第二電極 80 所吸收導致發光元件的發光效率很差，僅能夠維持在約 60%~80%之間。

請參照第 3 圖，其所繪示為習知以砷化鎵、磷化鎵、磷化銦為主的發光元件繪示圖。如圖所示，這些發光元件都至少具有 N 型基底層 96、N 型半導體層 98、作用區 100、P 型半導體層 102、N 型電極 104、以及 P 型電極 106。而 N 型基底層 96 的 N 型電極 104 及 P 型半導體層 102 的 P 型電極 106 都是先形成金屬層於半導體層上再經過熱退火製程後所

## 五、發明說明( )

形成的，因此導致電極和半導體層間形成歐姆接觸的部份會形成一很強的吸光區，使得發光元件的發光效率變差，不容易製作出高效率的發光元件。

### 發明目的及概述：

鑒於上述之發明背景中，傳統 P 型氮化鎵層上的電極形成困難之缺點。因此，本發明針對上述需求，提供一種在發光元件形成電極的方法與結構。

本發明的一項目的為本發明提供一種在發光元件形成電極的方法與結構，本發明係在氮化鎵為主的半導體 P 型區表層形成具有透光性質或者具有反射性質的電極，而電極的製作係在氮化鎵為主的半導體 P 型區表層形成多個歐姆接觸點之後，再在 P 型區表層上形成透明導電層或者形成光反射導電層。

本發明的另一項目的為本發明提供一種在發光元件形成電極的方法與結構。而運用本發明，以歐姆接觸點以及透明導電層所形成之電極，相較於習知在氮化鎵為主的半導體 P 型區表層形成的電極，本發明具有高透光性以及製程容易之優點。同時，此種形成電極的方法與結構亦可以適用於所有的發光元件。

## 五、發明說明( )

綜上所述，本發明係提供一種發光元件的電極結構，包括：在發光元件之半導體層具有第一表面以及第二表面，並在第一表面上具有多個歐姆接觸點，以及導電層覆蓋於第一表面以及歐姆接觸點。

此外，本發明係提供一種在發光元件形成電極的方法，包括下列步驟：在發光元件的半導體層之表面上形成多個接觸點附著在表面上，接著進行熱退火製程，以及形成導電層覆蓋於表面以及接觸點。

### 圖式簡單說明：

本發明的較佳實施例將於往後之說明文字中輔以下列圖形做更詳細的闡述：

第 1 圖其所繪示為習知以氮化鎵為主的半導體所形成的發光元件正視圖；

第 2 圖其所繪示為習知以氮化鎵為主的半導體所形成的發光元件沿著第 1 圖 IV - IV 線所形成的剖面圖；

第 3 圖其所繪示為習知以砷化鎵、磷化鎵或磷化銦為主

## 五、發明說明( )

的發光元件繪示圖；

第4圖其所繪示為本發明以氮化鎵為主的半導體所形成的發光元件正視圖；

第5圖其所繪示為本發明以氮化鎵為主的半導體所形成的發光元件沿著第4圖VI-VI線所形成的剖面圖；以及

第6圖所繪示為本發明以第4圖內虛線區域之歐姆接觸點在P型氮化鎵層上所分布的比例繪示圖；以及

第7圖其所繪示為運用本發明所形成砷化鎵、磷化鎵或磷化銦為主的發光元件的電極繪示圖；

圖號對照說明：

10	藍寶石基板	20	N型氮化鎵層
30	N型氮化鋁鎵層	40	主動層
50	P型氮化鋁鎵層	60	P型氮化鎵層
70	第一電極	80	第二電極
90	焊墊	95	窗口
96	N型基底層	98	N型半導體層

## 五、發明說明( )

100	作用區	102	P型半導體層
104	N型電極	106	P型電極
110	藍寶石基板	120	N型氮化鎵層
130	N型氮化鋁鎵層	140	主動層
150	P型氮化鋁鎵層	160	P型氮化鎵層
170	第一電極	180	第二電極
182	歐姆接觸點	184	透明導電層
190	焊墊	200	N型電極
202	P型電極		

## 發明詳細說明：

本發明揭露一種在氮化鎵為主的半導體 P 型區表層形成電極的結構。為了使本發明之敘述更加詳盡與完備，可參照下列描述並配合第 4 圖至第 7 圖之圖示。

請參照第 4 與第 5 圖，其所繪示為本發明以氮化鎵為主的半導體所形成的發光元件正視圖以及沿著 VI-VI 線所形成的剖面圖。根據圖示，在藍寶石基板 110 表面上依序形成 N 型氮化鎵層 120、N 型氮化鋁鎵層 130、主動層 140、P 型氮化鋁鎵層 150 以及 P 型氮化鎵層 160 的堆疊狀結構，經過蝕刻製程之後部分區域的 N 型氮化鎵層 120 會暴露出來，接著，依序在 N 型氮化鎵層 120 以及 P 型氮化鎵層 160 表面形



## 五、發明說明( )

成第一電極 170 與第二電極 180，為了達成歐姆接觸，與習知的製程相同，在第一電極 170 係依序形成鈦和鋁金屬接觸於 N 型氮化鎵層 120 上，經過高於 400°C 但小於 1200°C 的熱退火製程後形成具有歐姆接觸的第一電極 170。

而本發明第二電極 180 的製作，係根據鎳與金，鉻，鈦，鉑，鈮，鎢，矽化鎢，鉻，金鋅合金，或者金鈹合金等所形成的第二電極 180 接觸於 P 型氮化鎵層 160，經過熱退火製程後可形成歐姆接觸的特性。首先，在 P 型氮化鎵層 160 上方形成複數個接觸點，接著進行熱退火製程，使得這些接觸點與 P 型氮化鎵層 160 形成複數個歐姆接觸點 182。

為了達成具有透光性質的電極，本發明接著形成一層透明導電層 184 覆蓋於 P 型氮化鎵層 160 以及複數個歐姆接觸點 182 上方，根據本實施例此透明導電層 184 係為一銦錫氧化物層 (ITO)、一銦鋅氧化物層 (IZO)、一氧化鋅層 (ZnO)、一氧化鎳層 (NiO)，或者一鎳錫氧化物層 (CTO) 等，由於透明導電層 184 係為透明的導電材料，所以由發光元件所產生的光可以輕而易舉的穿透過透明導電層 184，最後，在第二電極 180 上製作焊墊 190，以利於在焊墊 190 上焊線並達成與第二電極 180 電性連接。

而由於歐姆接觸點 182 係為不透光，這些歐姆接觸點

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明( )

182 可以經過計算使得這些接觸點在 P 型氮化鎵層 160 形成時遮光面積為最小 (即具有高透光性) 以及電流散佈為最均勻。舉例來說, 請參照第 6 圖, 其所繪示為本發明以第 4 圖內虛線區域之歐姆接觸點在 P 型氮化鎵層上所分布的比例繪示圖。在此範例中, 每 5 微米見方的區域中置入直徑 1 微米的一個歐姆接觸點, 因此其透光率即可達到近乎 97% 的穿透率。由於該歐姆接觸點 182 密集均勻分布在 P 型氮化鎵層 160 表面, 故在發光元件操作時可以將電流均勻的分散到 P 型氮化鎵層 160, 故此結構以及製造方法, 不但可以提高發光元件的亮度亦具有極佳的電流分散效果, 故亦有較佳的元件可靠度。

再者, 為了使此發光元件所發出的光亦能夠由藍寶石基板 110 的表面發射出去, 本發明更提供一種光反射導電層來取代第 5 圖中的透明導電層, 並覆蓋於 P 型氮化鎵層 160 以及複數個歐姆接觸點 182 上方, 根據本實施例, 此光反射導電層係為銀、鉻、鋁、金或者銅等金屬, 由於這些金屬層具有高反射率的特性, 發光元件所形成的光會被光反射導電層所反射, 使得光可以由藍寶石基板 110 的表面反射出去。

而由於習知焊墊的製程必須再經過蝕刻電極的步驟, 而運用本發明可以省略蝕刻電極的步驟, 並直接將焊墊形成於第二電極 180 上, 具有簡化製程之優點。

## 五、發明說明( )

顯而易見地，請參照第 7 圖其所繪示為運用本發明所形成砷化鎵、磷化鎵或磷化銦為主的發光元件的電極繪示圖。依照本發明，這些發光元件的 N 型電極 200 以及 P 型電極 202 都可以選擇性的以本發明的電極製作方法來製作出高透光性質的透明導電層，或者具有高反射率的光反射導電層。因此，發光元件可成為二個平面都可以穿透光線的發光元件；或者其中一個平面可以反射，另一個平面可以穿透光線的發光元件，使得發光元件可以依選用基板的不同，彈性選擇製作不同特性的導電層（透明導電層或光反射導電層），讓元件具有更高的發光效率。

本發明的優點為本發明提供一種在發光元件形成電極的方法與結構，本發明係在氮化鎵為主的半導體 P 型區表層形成具有透光性質或者具有反射性質的電極，而電極的製作係在氮化鎵為主的半導體 P 型區表層形成多個歐姆接觸點，之後在 P 型區表層上形成透明導電層或者形成光反射導電層。

本發明的另一項優點為本發明提供一種在發光元件形成電極的方法與結構，而運用本發明，以歐姆接觸點以及透明導電層所形成之電極，相較於習知在氮化鎵為主的半導體 P 型區表層形成的電極，本發明具有高透光性以及製程容易

## 五、發明說明( )

之優點。同時，此種電極亦可以適用於所有的發光元件。

以上所述僅為本發明之較佳實施例而已，並非用以限定本發明之申請專利範圍，凡其它未脫離本發明所揭示之精神下所完成之等效改變或修飾，均應包含在下述之申請專利範圍內。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱: )

## 發光元件形成電極的方法與結構

一種在發光元件形成電極的方法與結構。本發明係在氮化鎵為主的半導體 P 型區表層形成具有透光性質或者具有反射性質的電極，而電極的製作係在氮化鎵為主的半導體 P 型區表層形成多個歐姆接觸點，之後在 P 型區表層上形成透明導電層或者形成光反射導電層，並且，以歐姆接觸點以及透明導電層所形成之電極，相較於習知在氮化鎵為主的半導體 P 型區表層形成的電極，本發明具有高透光性以及製程容易之優點。而本發明發光元件形成電極的方法與結構更可適用於所有的發光元件。

英文發明摘要(發明之名稱: )

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

1. 一種發光元件的電極結構，該發光元件具有一半導體層，且該半導體層具有一第一表面以及一第二表面，其中該電極結構至少包括：

複數個歐姆接觸點附著在該第一表面上；以及

一導電層覆蓋於該第一表面以及該些歐姆接觸點，藉以使得該導電層和該些歐姆接觸點作為該發光元件之電極結構。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件的電極結構，其中該發光元件係為以氮化鎵為主的半導體發光元件。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之發光元件的電極結構，其中該半導體層包括一 P 型氮化鎵結構。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之發光元件的電極結構，其中該些歐姆接觸點係由一鎳覆蓋於該第一表面並且一金覆蓋於該鎳上。

5. 如申請專利範圍第 3 項所述之發光元件的電極結構，其中該些歐姆接觸點係由一鈷，一鈹，一鎢，一矽化鎢，一鉻，一鉭，一金鋅合金，以及一金鍍合金所組成之群組中所選擇形成的。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

6. 如申請專利範圍第 3 項所述之發光元件的電極結構，其中該些歐姆接觸點係在一熱退火製程下以一高於 400 °C，但低於 1200 °C 的操作溫度所形成。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件的電極結構，其中該導電層係為一透明導電層。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之發光元件的電極結構，其中該透明導電層係選擇性的由一銦錫氧化物層 (ITO)、一銦鋅氧化物層 (IZO)、一氧化鋅層 (ZnO)、一氧化鎳層 (NiO)，以及一鎘錫氧化物層 (CTO) 所組成。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件的電極結構，其中該導電層係為一光反射導電層。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之發光元件的電極結構，其中該光反射導電層係選擇性的由一銀、一鎳、一金、一銅以及一鋁所組成。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件的電極結構，其中更包括形成一焊墊電性連接至該導電層，用以在該焊墊上焊線。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件的電極結構，其中該發光元件，係為以一砷化鎵為主的半導體發光元件。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件的電極結構，其中該發光元件，係為以一磷化鎵為主的半導體發光元件。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件的電極結構，其中該發光元件，係為以一磷化銦為主的半導體發光元件。

15. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件的電極結構，其中該些歐姆接觸點係均勻排列於該第一表面上。

16. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件的電極結構，其中每一該些歐姆接觸點之直徑為  $1\mu\text{m}$ 。

17. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件的電極結構，其中該些歐姆接觸點之間距為  $5\mu\text{m}$ 。

18. 一種在發光元件形成電極的方法，包括下列步驟：  
在一發光元件的一半導體層之一表面上形成

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線



## 六、申請專利範圍

複數個接觸點附著在該表面上；  
進行一熱退火製程；以及  
形成一導電層覆蓋於該表面以及該些接觸點。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該發光元件係為以氮化鎵為主的半導體發光元件。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該半導體層係為一 P 型氮化鎵為主的半導體層。

21. 如申請專利範圍第 18 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該些接觸點係由一鎳覆蓋於該表面並且一金覆蓋於該鎳上。

22. 如申請專利範圍第 18 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該些接觸點係由一鉑，一鈮，一鎢，一矽化鎢，一鉻，一鈷，一金鋅合金，以及一金鈹合金所組成之群組中所選擇形成的。

23. 如申請專利範圍第 18 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該些接觸點係在一熱退火製程下以一高於

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

400°C，但低於 1200°C 的操作溫度所形成。

24. 如申請專利範圍第 18 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該導電層係為一透明導電層。

25. 如申請專利範圍第 24 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該透明導電層係選擇性的由一銦錫氧化物層 (ITO)、一銦鋅氧化物層 (IZO)、一氧化鋅層 (ZnO)、一氧化鎳層 (NiO)，以及一鎘錫氧化物層 (CTO) 所組成。

26. 如申請專利範圍第 18 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該導電層係為一光反射導電層。

27. 如申請專利範圍第 26 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該光反射導電層係選擇性的由一銀、一銻、一金、一銅以及一鋁所組成。

28. 如申請專利範圍第 18 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中更包括形成一焊墊電性連接至該導電層，用以在該焊墊上焊線。

29. 如申請專利範圍第 18 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該發光元件，係為以砷化鎵為主的半導體發

## 六、申請專利範圍

光元件。

30. 如申請專利範圍第 18 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該發光元件，係為以磷化鎵為主的半導體發光元件。

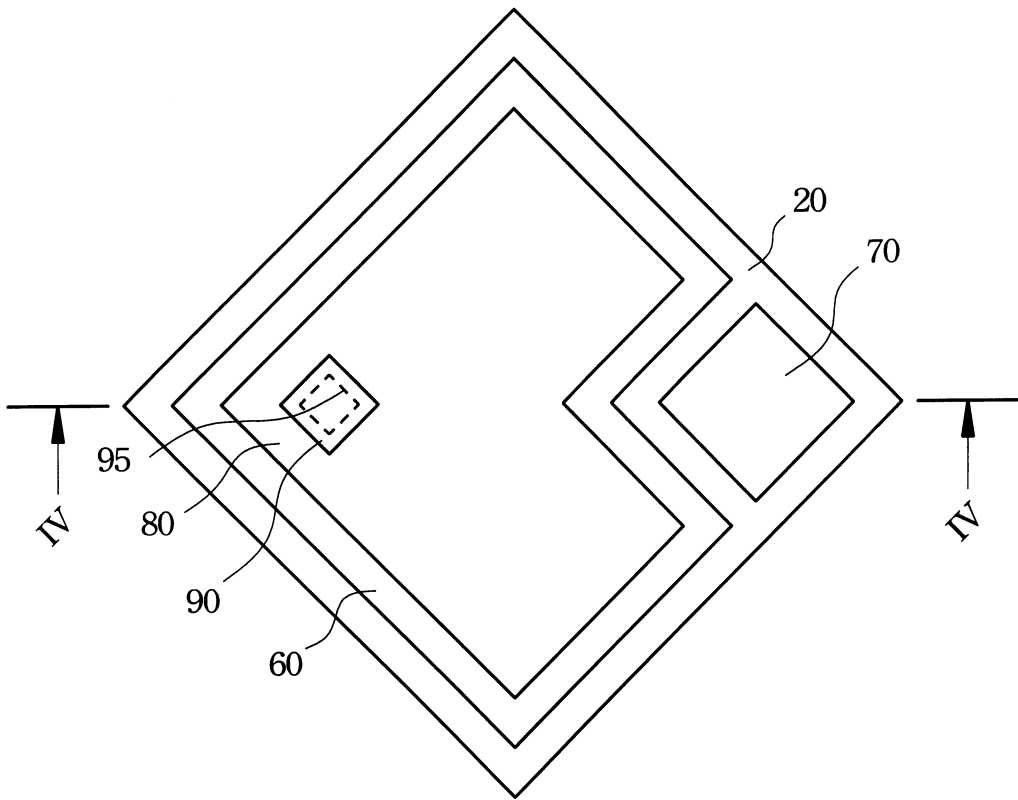
31. 如申請專利範圍第 18 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該發光元件，係為以磷化銦為主的半導體發光元件。

32. 如申請專利範圍第 18 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該些接觸點係均勻排列於該表面上。

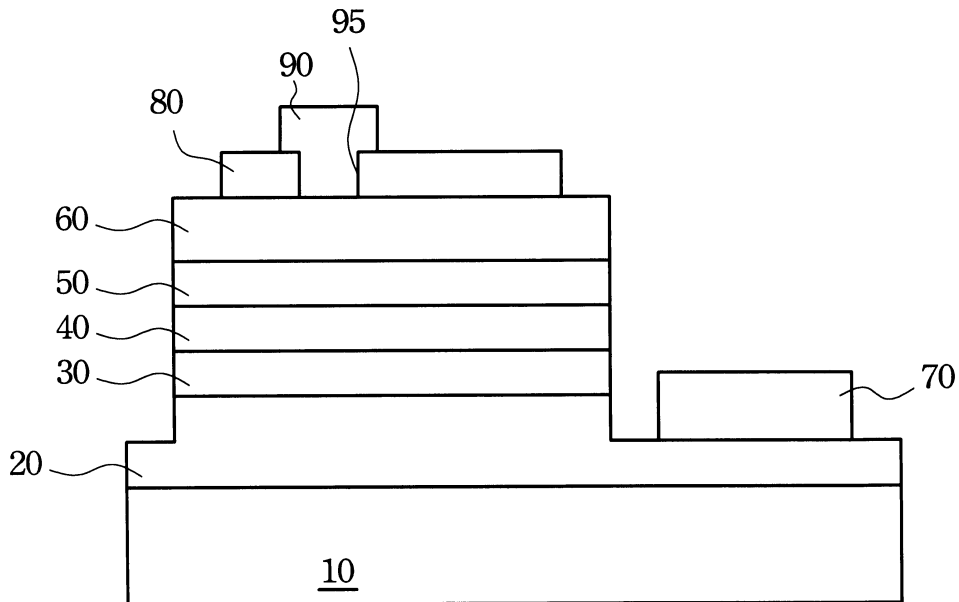
33. 如申請專利範圍第 18 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中每一該些接觸點之直徑為  $1\mu\text{m}$ 。

34. 如申請專利範圍第 18 項所述之在發光元件形成電極的方法，其中該些接觸點之間距為  $5\mu\text{m}$ 。

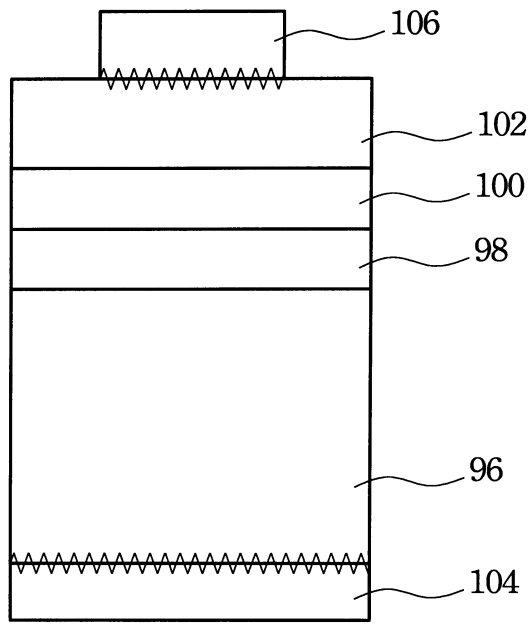
裝  
訂  
線



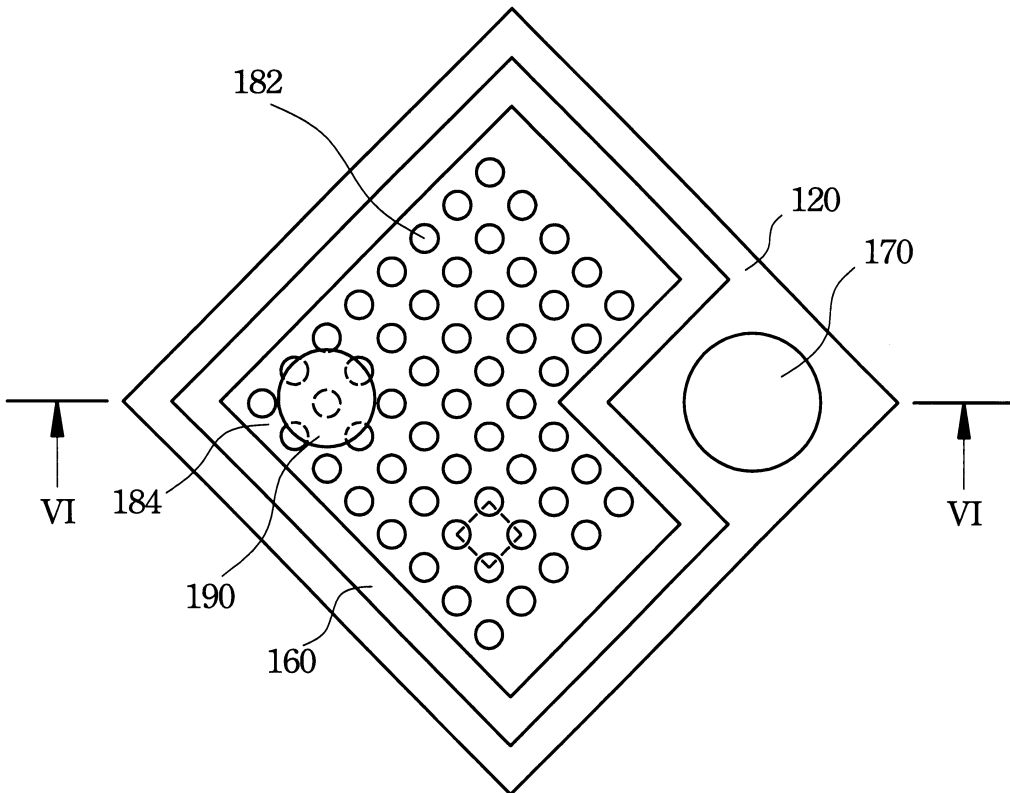
第 1 圖



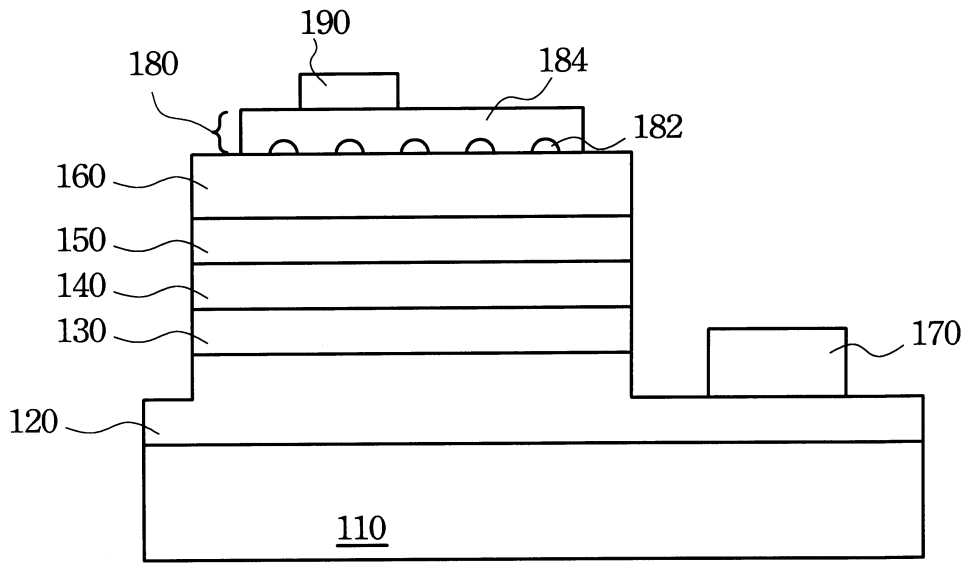
第 2 圖



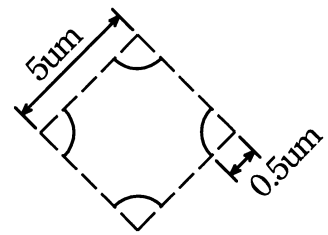
第 3 圖



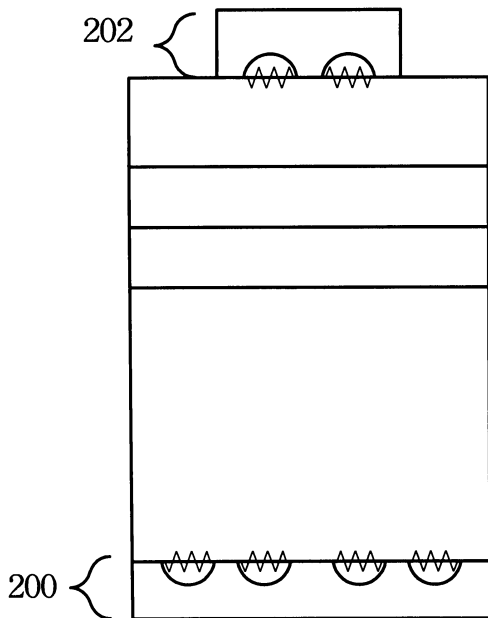
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖



第 7 圖