



(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 I380481B1

(45) 公告日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 21 日

(21) 申請案號：098101053

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 01 月 13 日

(51) Int. Cl. : **H01L33/44 (2010.01)**

(71) 申請人：廣鎳光電股份有限公司 (中華民國) HUGA OPTOTECH, INC. (TW)

臺中市西屯區工業區三十四路 40 號

(72) 發明人：林素慧 LIN, SU HUI (TW)；許聖賢 HSU, SHENG HSIEN (TW)；戴俊傑 DAI, JING JIE (TW)；蔡宗良 TSAI, TZONG LIANG (TW)

(74) 代理人：郭曉文

(56) 參考文獻：

US 2006/0076565A1

US 2008/0088932A1

審查人員：李宗衛

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：9 共 0 頁

(54) 名稱

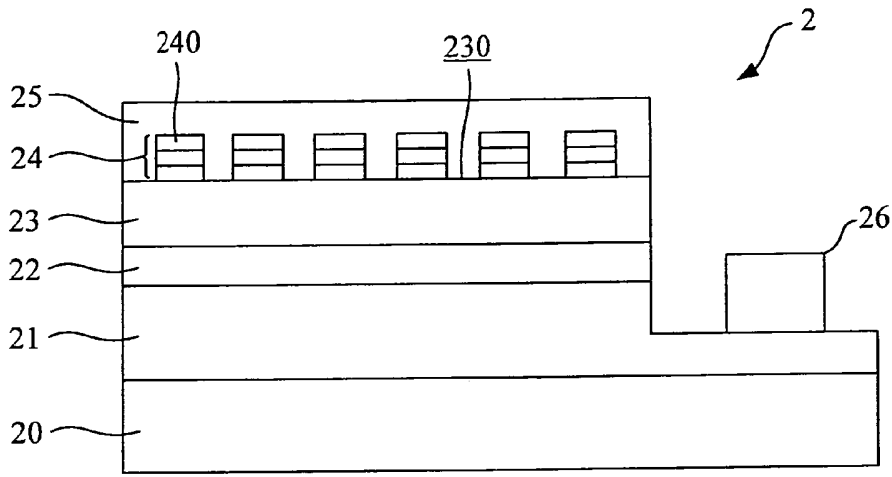
具有高度發光效率之發光二極體

LIGHT-EMITTING DIODE WITH HIGH LIGHT-EMITTING EFFICIENCY

(57) 摘要

本發明係揭露一種發光二極體。於一實施例中，發光二極體包含基板、第一傳導型態半導體層、發光層、第二傳導型態半導體層以及複數個層狀結構。第一傳導型態半導體層、發光層及第二傳導型態半導體層依序形成於基板上。複數個層狀結構形成於第二傳導型態半導體層之上表面上，致使該上表面中之部份區域外露。每一個層狀結構係由複數個透明絕緣層構成，且該複數個透明絕緣層具有個別的折射率。此外，該複數個透明絕緣層係依照該複數個折射率由下往上遞減之一規則依序向上堆疊而成，以提高發光二極體之光取出效率及發光效率。

The invention discloses a light-emitting diode. In an embodiment, the light-emitting diode includes a substrate, a first conductive type semiconductor layer, a second conductive type semiconductor layer, a light-emitting layer, and plural laminated structures. The first conductive type semiconductor layer, the light-emitting layer, and the second conductive type semiconductor layer are formed on the substrate in sequence. The plural laminated structures are formed on the upper surface of the second conductive type semiconductor layer such that the upper surface is partially exposed. Each laminated structure consists of plural transparent and insulated layers which have their respective refractive indices. Additionally, the plural laminated structures are formed upwardly in sequence with the refractive indices decreasing gradually and upwardly in value, which enhances the light-extraction efficiency and the light-emitting efficiency of the light-emitting diode.



- 2 . . . 發光二極體
- 20 . . . 基板
- 21 . . . 第一傳導型態半導體層
- 22 . . . 發光層
- 23 . . . 第二傳導型態半導體層
- 24 . . . 層狀結構
- 25 . . . 透明導電層
- 26 . . . 電極
- 230 . . . 外露區域
- 240 . . . 透明絕緣層

圖二 A

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明有關於一種發光二極體，且特別是有關一種具有高度發光效率之發光二極體。

【先前技藝】

時至今日，發光二極體的應用領域已甚為廣泛，例如按鍵系統、手機螢幕背光模組、車輛照明系統、裝飾用燈飾及遙控領域等產品，皆見到發光二極體被廣泛地應用。為了讓發光二極體儘可能地確保較高的功能可靠性以及較低的能源消耗，因此對於發光二極體要求其本身的發光效率。

請參閱圖一。圖一係繪示一習知的發光二極體 1。如圖一所示，該發光二極體 1 包含一基板 10、一 N-type 氮化鎵層 11、一發光層 12、一 P-type 氮化鎵層 13 以及電極 14、15。為了導通 P-type 氮化鎵層 13 及 N-type 氮化鎵層 11 以使該發光二極體 1 運作，電極 15 係形成於於 P-type 氮化鎵層 13 上，電極 14 係形成於 N-type 氮化鎵層 11 上。

理論上，發光二極體的發光效率與其本身的內部量子效率及光取出效率(light-extraction efficiency)有關。所謂的內部量子效率係由材料特性及品質所決定。至於光取出效率則是意謂從發光二極體內部發出至周圍空氣或是封裝的環氧樹脂內之輻射比例。雖然到目前為止已經有許多種不同結構的發光二極體被提出，但是如何充份提高發光二極體之光取出效率及發光效率仍然是亟待克服的問題。

【發明內容】

針對上述之問題，本發明之一範疇在於提供一種具有高度發光效率之發光二極體。

根據本發明之一具體實施例，發光二極體包含一基板、一第一傳導型態半導體層、一發光層、一第二傳導型態半導體層、複數個層狀結構、一透明導電層、一第一電極以及一第二電極。

第一傳導型態半導體層形成於基板上。發光層形成於第一傳導型態半導體層上。第二傳導型態半導體層形成於發光層上並具有一上表面。複數個層狀結構形成於第二傳導型態半導體層之上表面上，致使該上表面中之部份區域外露。透明導電層係形成以覆蓋該複數個層狀結構與第二傳導型態半導體層之上表面中之該部份的外露區域。第一電極形成於第一傳導型態半導體上，而第二電極係形成於以覆蓋該透明導電層。

其中，該複數個層狀結構中之每一個層狀結構係由複數個透明絕緣層構成，且該複數個透明絕緣層具有個別的折射率。另外，該複數個折射率之大小介於第二傳導型態半導體層之折射率與透明導電層之折射率之間，且該複數個透明絕緣層係依照該複數個折射率由下往上遞減之一規則依序向上堆疊而成。

根據本發明之另一具體實施例，發光二極體包含一基板、一第一傳導型態半導體層、一發光層、一第二傳導型態半導體層、複數個層狀結構、一透明導電層、一第一電極以及一第二電極。

第一傳導型態半導體層形成於基板上。發光層形成於第一傳導型態半導體層上。第二傳導型態半導體層形成於發光層上並具有一上表面，且該上表面包含一第一區域以及不同於第一區域之一第二區域。複數個層狀結構形成於第一區域上，致使第一區域中之部份區域外露。透明導電層係形成以覆蓋該複數個層狀結構與該第一區域中之該部份的外露區域。第一電極係形成以覆蓋該第二區域及部份的該透明導電層，而第二電極形成於第一傳導型態半導體層上。

其中，該複數個層狀結構中之每一個層狀結構係由複數個透明絕緣層構成，且該複數個透明絕緣層具有個別的折射率。另外，該複數個折射率之大小介於第二傳導型態半導體層之折射率與透明導電層之折射率之間，且該複數個透明絕緣層係依照該複數個折射率由下往上遞減之一規則依序向上堆疊而成。

關於本發明之優點與精神可以藉由以下的發明詳述及所附圖式得到進一步的瞭解。

【實施方式】

請參閱圖二 A。圖二 A 係繪示根據本發明之一具體實施例之發光二極體 2 之截面視圖。

如圖二 A 所示，發光二極體 2 包含基板 20、第一傳導型態半導體層 21、發光層 22、第二傳導型態半導體層 23、複數個層狀結構 24、透明導電層 25 以及電極 26。

第一傳導型態半導體層 21 形成於基板 20 上。發光層 22 形成於第一傳導型態半導體層 21 上。第二傳導型態半導體層

23 形成於發光層 22 上並具有一上表面。

於實際應用中，基板 20 可以由玻璃(SiO_2)、矽(Si)、鍺(Ge)、氮化鎵(GaN)、砷化鎵(GaAs)、磷化鎵(GaP)、氮化鋁(AlN)、藍寶石(sapphire)、尖晶石(spinnel)、碳化矽(SiC)、氧化鋅(ZnO)、氧化鎂(MgO)、二氧化鋁(LiAlO_2)、二氧化鋁鎵(LiGaO_2)或四氧化鎂二鋁(MgAl_2O_4)製成，但不以此為限。第一傳導型態半導體層 21 及第二傳導型態半導體層 23 可由氮化物材料所製成。於一具體實施例中，第一傳導型態可為 N 型態，而第二傳導型態可為 P 型態。舉例來說，第一傳導型態半導體層 21 可以是一 N 型氮化鎵層，而第二傳導型態半導體層 23 可以是一 P 型氮化鎵層。

複數個層狀結構 24 係獨立地形成於第二傳導型態半導體層 23 之上表面上，致使該上表面中之部份區域外露。請參閱圖二 B。圖二 B 係繪示圖二 A 中之第二傳導型態半導體層 23 之上視圖。如圖二 B 所示，於一具體實施例中，複數個層狀結構 24 可以是圓柱型的結構，但不以此為限。由於複數個層狀結構 24 彼此之間存在著間隙，故在複數個層狀結構 24 形成之後，第二傳導型態半導體層 23 之上表面上會有部份外露的區域，如標號 230 所示。需注意的是，該複數個層狀結構 24 中之每一個層狀結構 24 係由複數個透明絕緣層 240 構成，且該複數個透明絕緣層 240 具有個別的折射率。

透明導電層 25 係形成以覆蓋該複數個層狀結構 24 與第二傳導型態半導體層 23 之上表面中之該部份的外露區域 230。電極 26 形成於部份蝕刻後之第一傳導型態半導體層 21

上。於實際應用中，透明導電層 25 可由一銦錫氧化物(ITO)所製成，但不以此為限。

需注意的是，針對每一個層狀結構 24 來說，該複數個透明絕緣層 240 之該複數個折射率之大小介於第二傳導型態半導體層 23 之折射率與透明導電層 25 之折射率之間，且該複數個透明絕緣層 240 係依照該複數個折射率由下往上遞減之一規則依序向上堆疊而成。此外，該複數個層狀結構 24 中之每一個層狀結構 24 可為從 SiO₂ 材料層、TiO₂ 材料層、Ta₂O₅ 材料層及 Si₃N₄ 材料層等類似的透明絕緣材料層中挑選出至少兩個材料層所構成之一組合。

請參閱圖二 C。圖二 C 係繪示於一具體實施例中之層狀結構 24 之結構視圖。如圖二 C 所示，層狀結構 24 可包含三層透明絕緣層(240a、240b、240c)，分別具有折射率 n_1 、 n_2 及 n_3 ，且 $n_1 > n_2 > n_3$ ，亦即三層透明絕緣層之折射率由下往上遞減。需注意的是，每一個層狀結構 24 具有之透明絕緣層數目及折射率之遞減規則可視實際需求而設計之。

本發明之發光二極體的主要功效有以下兩點：

(1)由於每一個層狀結構 24 中之透明絕緣層之折射率由下往上遞減，當由發光二極體之發光層 22 所產生之光線射向層狀結構 24 後，基於漸變折射率之機制，可以降低光線被層狀結構 24 反射之機率，亦即入射光的穿透率獲得提昇。藉此，發光二極體之發光層 22 所產生之光線可大幅度地被導出至發光二極體外以提昇光取出效率。

(2)由於複數個層狀結構 24 由透明絕緣層構成且複數個層狀結構 24 彼此之間存在著間隙，故當發光二極體通電後，當電流在第二傳導型態半導體層 23 及透明導電層 25 之間流動時，電流會被該等層狀結構 24 阻擋而僅能於該等層狀結構 24 之間隙中流動。因此，該等層狀結構 24 可提昇電流密度，進而增加發光二極體之發光效率。

請參閱圖二 D。圖二 D 係繪示圖二 A 中之發光二極體 2 進一步可包含另一個電極 27，形成於透明導電層 25 上。於實際應用中，電極 26、27 皆可由一鉻/金(Cr/Au)合金所製成。

請參閱圖二 E。圖二 E 係繪示根據本發明之另一具體實施例之發光二極體 2 之截面視圖。圖二 E 之發光二極體 2 與圖二 D 之發光二極體 2 的主要不同之處在於，圖二 E 之發光二極體 2 中之電極(26'、27')分別形成於透明導電層 25 上及形成於基板 20 之下表面上。需注意的是，此實施例中之基板 20 係由導電材料所製成。另外，此實施例之發光二極體的優點在於發光層 22 不需要被蝕刻，因此發光面積較大。

請參閱圖三 A。圖三 A 係繪示根據本發明之另一具體實施例之發光二極體 3 之截面視圖。

發光二極體 3 包含一基板 30、一第一傳導型態半導體層 31、一發光層 32、一第二傳導型態半導體層 33、複數個層狀結構 34、一透明導電層 35、一第一電極 36 以及一第二電極 37。

第一傳導型態半導體層 31 形成於基板 30 上。發光層 32 形成於第一傳導型態半導體層 31 上。第二傳導型態半導體層 33 形成於發光層 32 上並具有一上表面，且該上表面包含一第一區域 330 以及不同於第一區域 330 之一第二區域 332。複數個層狀結構 34 形成於第一區域 330 上，致使第一區域 330 中之部份區域外露。透明導電層 35 係形成以覆蓋該複數個層狀結構 34 與該第一區域 330 中之該部份的外露區域。第一電極 36 形成於第一傳導型態半導體層 31 上，而第二電極 37 係形成以覆蓋該第二區域 332 及部份的該透明導電層 35。

請參閱圖三 B。圖三 B 係繪示圖三 A 中之第二傳導型態半導體層 33 之上視圖。由於複數個層狀結構 34 彼此之間存在著間隙，故在複數個層狀結構 34 形成之後，第二傳導型態半導體層 33 之上表面中之第一區域 330 中會有部份外露的區域，如標號 3300 所示。此外，標號 35' 代表透明導電層 35 之邊界。關於層狀結構 34 之敘述及功能請再參閱先前提及的段落，在此便不再贅述。

另外，要補充說明的是，圖三 A 中之第二電極 37 同時接觸第二傳導型態半導體層 33 及透明導電層 35，其優點乃利用第二電極 37-第二傳導型態半導體層 33 之間阻抗大於透明導電層 35-第二傳導型態半導體層 33 之間阻抗，使得電流流向透明導電層 35 的趨勢增加，亦即使流向透明導電層 35 之電流密度增加，進一步增加發光效率。

請參閱圖三 C。圖三 C 係繪示根據本發明之另一具體實施例之發光二極體 3 之截面視圖。圖三 C 之發光二極體 3 與

圖三 A 之發光二極體 3 的主要不同之處在於，圖三 C 之發光二極體 3 中之電極(36'、37')分別形成以覆蓋第二區域 332 與部份的該透明導電層 35，及形成於基板 30 之下表面上。需注意的是，此實施例中之基板 30 係由導電材料所製成。另外，此實施例之發光二極體的優點在於發光層 32 不需要被蝕刻，因此發光面積較大。

藉由以上較佳具體實施例之詳述，希望能更加清楚描述本發明之特徵與精神，而並非以上述所揭露的較佳具體實施例來對本發明之範疇加以限制。相反地，其目的是希望能涵蓋各種改變及具相等性的安排於本發明所欲申請之專利範圍的範疇內。因此，本發明所申請之專利範圍的範疇應該根據上述的說明作最寬廣的解釋，以致使其涵蓋所有可能的改變以及具相等性的安排。

【圖式簡單說明】

圖一係繪示一習知的發光二極體之截面視圖。

圖二 A 係繪示根據本發明之一具體實施例之發光二極體之截面視圖。

圖二 B 係繪示圖二 A 中之第二傳導型態半導體層之上視圖。

圖二 C 係繪示於一具體實施例中之層狀結構之結構視圖。

圖二 D 係繪示圖二 A 中之發光二極體進一步包含一電極之截面視圖。

圖二 E 係繪示根據本發明之另一具體實施例之發光二極體之截面視圖。

圖三 A 係繪示根據本發明之另一具體實施例之發光二極體之截面視圖。

圖三 B 係繪示圖三 A 中之第二傳導型態半導體層之上視圖。

圖三 C 係繪示根據本發明之另一具體實施例之發光二極體之截面視圖。

【主要元件符號說明】

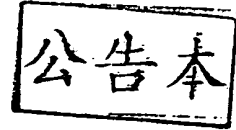
1：發光二極體

10：基板

11：N-type 氮化鎵層

12：發光層

- 13 : P-type 氮化鎵層
- 14、15 : 電極
- 2、3 : 發光二極體
- 20、30 : 基板
- 21、31 : 第一傳導型態半導體層
- 22、32 : 發光層
- 23、33 : 第二傳導型態半導體層
- 24、34 : 層狀結構
- 25、35 : 透明導電層
- 35' : 透明導電層邊界
- 26、27、36、37、26'、27'、36'、37' : 電極
- 230、3300 : 外露區域
- 240、240a、240b、240c、340 : 透明絕緣層
- 330 : 第一區域
- 332 : 第二區域
- n_1 、 n_2 、 n_3 : 折射率



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： 98101053

※申請日： 98. 1. 13 ※IPC 分類：H01L 33/44 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有高度發光效率之發光二極體/ LIGHT-EMITTING DIODE
WITH HIGH LIGHT-EMITTING EFFICIENCY

二、中文發明摘要：

本發明係揭露一種發光二極體。於一實施例中，發光二極體包含基板、第一傳導型態半導體層、發光層、第二傳導型態半導體層以及複數個層狀結構。第一傳導型態半導體層、發光層及第二傳導型態半導體層依序形成於基板上。複數個層狀結構形成於第二傳導型態半導體層之上表面上，致使該上表面中之部份區域外露。每一個層狀結構係由複數個透明絕緣層構成，且該複數個透明絕緣層具有個別的折射率。此外，該複數個透明絕緣層係依照該複數個折射率由下往上遞減之一規則依序向上堆疊而成，以提高發光二極體之光取出效率及發光效率。

三、英文發明摘要：

The invention discloses a light-emitting diode. In an embodiment, the light-emitting diode includes a substrate, a first conductive type semiconductor layer, a second conductive type semiconductor layer, a light-emitting layer, and plural laminated structures. The first conductive type semiconductor layer, the light-emitting layer, and the second conductive type semiconductor layer are formed on the substrate in sequence. The plural laminated structures are formed on the upper surface of the second conductive type semiconductor layer such that the upper surface is partially

exposed. Each laminated structure consists of plural transparent and insulated layers which have their respective refractive indices. Additionally, the plural laminated structures are formed upwardly in sequence with the refractive indices decreasing gradually and upwardly in value, which enhances the light-extraction efficiency and the light-emitting efficiency of the light-emitting diode.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(二A)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

2：發光二極體

20：基板

21：第一傳導型態半導體層

22：發光層

23：第二傳導型態半導體層

24：層狀結構

25：透明導電層

26：電極

230：外露區域

240：透明絕緣層

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、一種具有高度發光效率之發光二極體，包含：

- 一基板；
- 一第一傳導型態半導體層，形成於該基板上；
- 一發光層，形成於該第一傳導型態半導體層上；
- 一第二傳導型態半導體層，形成於該發光層上並具有一上表面；
- 複數個層狀結構，形成於該第二傳導型態半導體層之該上表面上，致使該上表面中之部份區域外露，其中該複數個層狀結構中之每一個層狀結構係由複數個透明絕緣層構成，且該複數個透明絕緣層具有個別的折射率；
- 複數個間隙，形成於該複數個層狀結構之間；以及
- 一透明導電層，形成以覆蓋該複數個層狀結構與該第二傳導型態半導體層之該上表面中之該部份的外露區域；

其中該複數個透明絕緣層之複數個折射率之大小介於該第二傳導型態半導體層之折射率與該透明導電層之折射率之間，且該複數個透明絕緣層係依照該複數個折射率由下往上遞減之一規則依序向上堆疊而成；

其中該透明導電層穿過該複數個間隙並形成於該複數個層狀結構之間，且直接接觸該第二傳導型態半導體之該上表面中之該部份的外露區域。

2、如申請專利範圍第1項所述之發光二極體，其中該複數個層狀結構中之每一個層狀結構為從一SiO₂材料層、一TiO₂材料層、一Ta₂O₅材料層及一Si₃N₄材料層中挑選出至少兩個材料層所構成之一組合。

- 3、如申請專利範圍第1項所述之發光二極體，進一步包含一第一電極與一第二電極，該第一電極形成於該第一傳導型態半導體層上，而該第二電極形成於該透明導電層上。
- 4、如申請專利範圍第3項所述之發光二極體，其中該第一電極及該第二電極皆由一鉻/金合金所製成。
- 5、如申請專利範圍第1項所述之發光二極體，進一步包含一第一電極與一第二電極，該第一電極形成於該基板之一下表面上，而該第二電極形成於該透明導電層上。
- 6、如申請專利範圍第1項所述之發光二極體，其中該第一傳導型態係N型態，並且該第二傳導型態係P型態。
- 7、如申請專利範圍第1項所述之發光二極體，其中該第一傳導型態半導體層及該第二傳導型態半導體層皆由一氮化物材料所製成。
- 8、如申請專利範圍第1項所述之發光二極體，其中該透明導電層係由一銦錫氧化物所製成。
- 9、一種具有高度發光效率之發光二極體，包含：
 - 一基板；
 - 一第一傳導型態半導體層，形成於該基板上；
 - 一發光層，形成於該第一傳導型態半導體層上；
 - 一第二傳導型態半導體層，形成於該發光層上並具有一上表面，且該上表面包含一第一區域以及不同於該第一區域之一第二區域；複數個層狀結構，形成於該第一區域上，致使該第一區域中之部份區域外露，其中該複數個層狀結構中之每一個層狀結構係由複數個透明絕緣層構成，且該複數個透明絕緣層具有個別的折射率；

一透明導電層，形成以覆蓋該複數個層狀結構與該第一區域中之該部份的外露區域；

複數個間隙，形成於該複數個層狀結構之間；以及

一第一電極，形成以覆蓋該第二區域及部份的該透明導電層；

其中該複數個透明絕緣層之複數個折射率之大小介於該第二傳導型態半導體層之折射率與該透明導電層之折射率之間，且該複數個透明絕緣層係依照該複數個折射率由下往上遞減之一規則依序向上堆疊而成；

其中該透明導電層穿過該複數個間隙並形成於該複數個層狀結構之間，且直接接觸該第二傳導型態半導體之該上表面中之該部份的外露區域。

- 10、如申請專利範圍第9項所述之發光二極體，其中該複數個層狀結構中之每一個層狀結構為從一 SiO_2 材料層、一 TiO_2 材料層、一 Ta_2O_5 材料層及一 Si_3N_4 材料層中挑選出至少兩個材料層所構成之一組合。
- 11、如申請專利範圍第9項所述之發光二極體，進一步包含一第二電極，形成於該第一傳導型態半導體層上。
- 12、如申請專利範圍第11項所述之發光二極體，其中該第一電極及該第二電極皆由一鉻/金合金所製成。
- 13、如申請專利範圍第9項所述之發光二極體，進一步包含一第二電極，形成於該基板之一下表面上。
- 14、如申請專利範圍第9項所述之發光二極體，其中該第一傳導型態係N型態，並且該第二傳導型態係P型態。
- 15、如申請專利範圍第9項所述之發光二極體，其中該第一傳導型態半導體層及該第二傳導型態半導體層皆由一氮化物材料

101年8月17日修正替換頁

101年8月17日修正替換頁

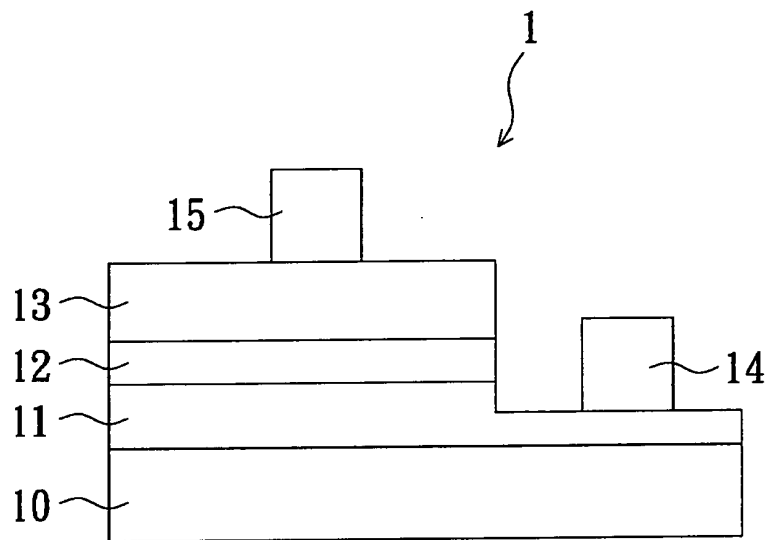
所製成。

- 16、如申請專利範圍第9項所述之發光二極體，其中該透明導電層係由一銦錫氧化物所製成。

101年8月17日修正 替换頁

101年8月17日修正 替换頁

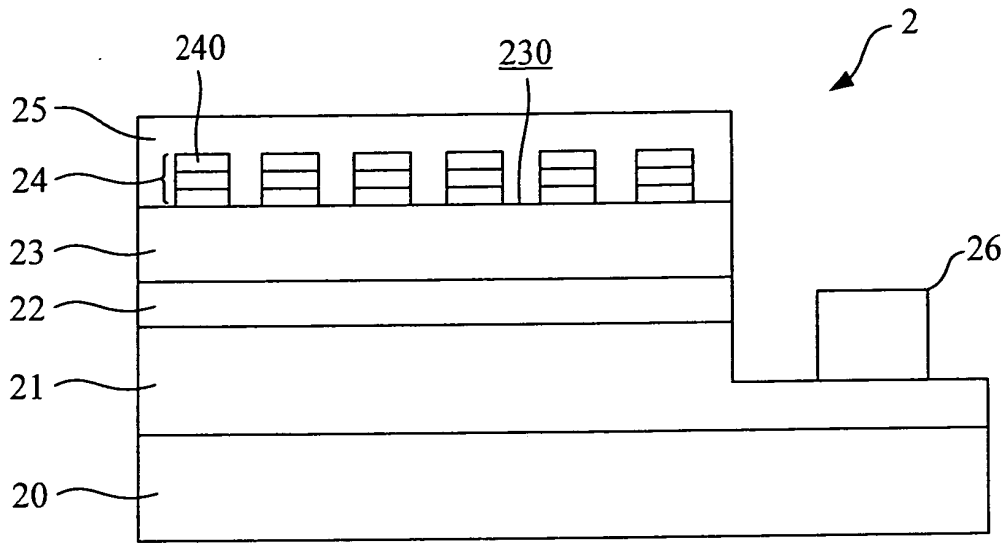
八、圖式：



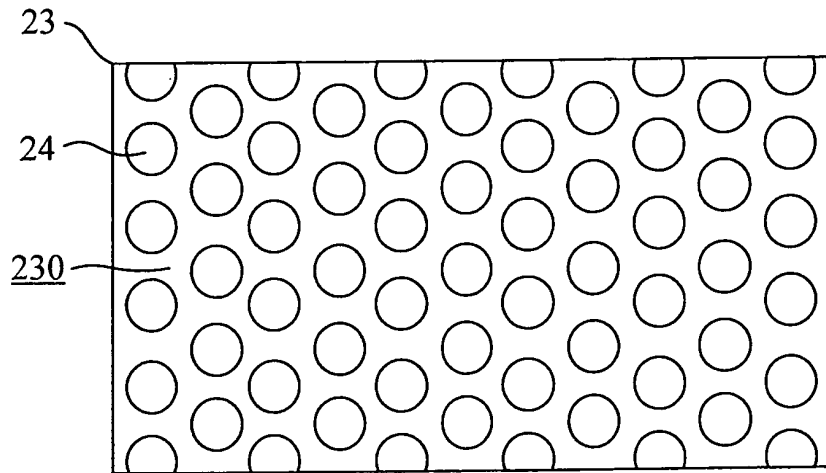
圖一(先前技術)

101年8月17日修正 正替換頁

101年8月17日修正替換頁



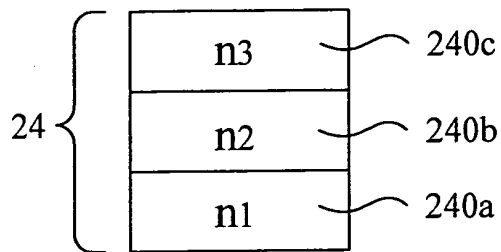
圖二 A



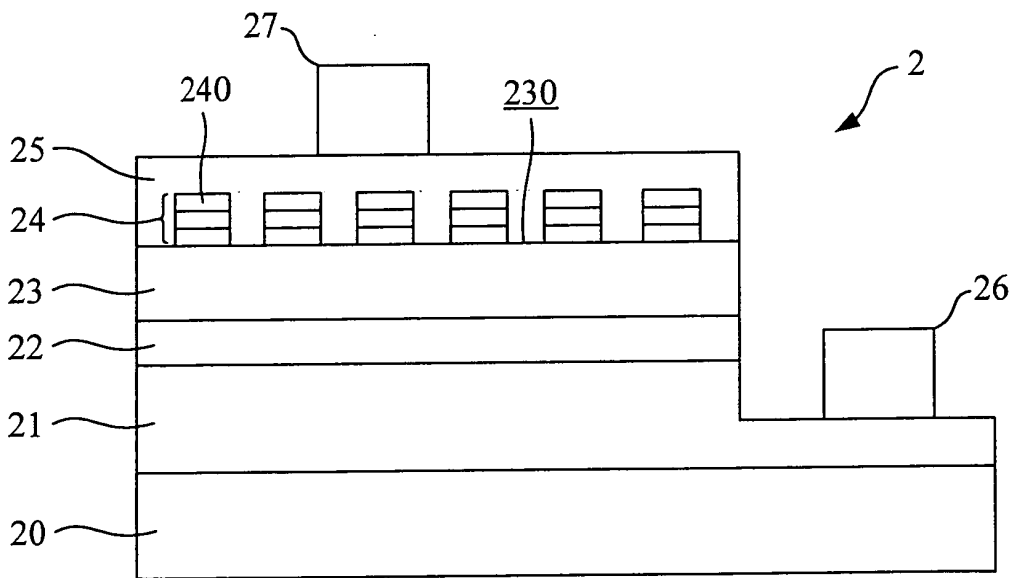
圖二 B

101年8月17日修正替換頁

101年8月17日修正替換頁



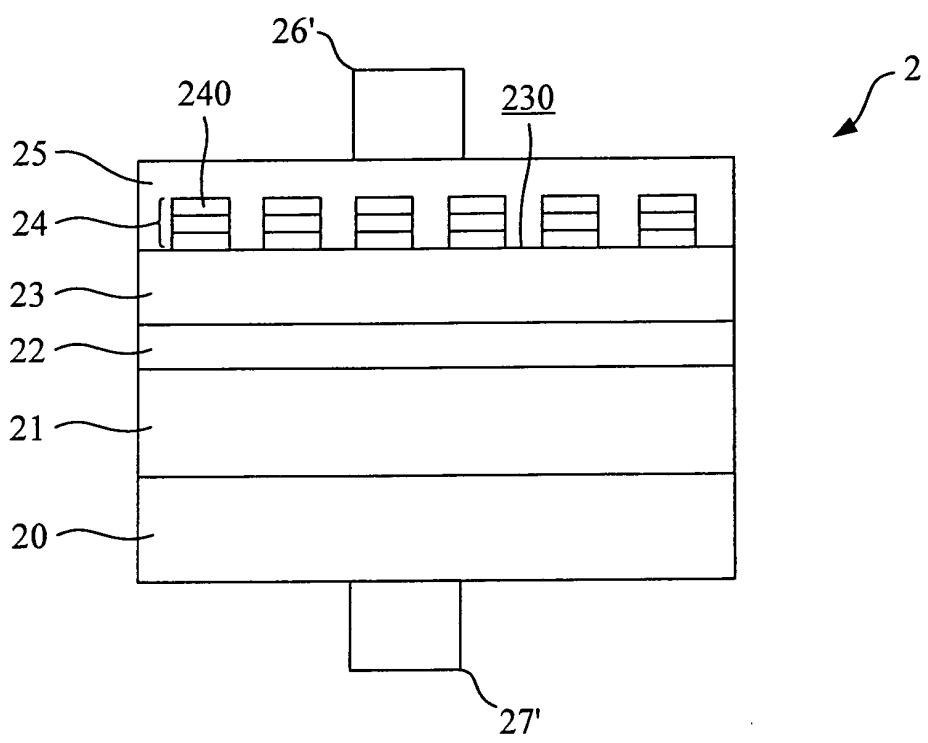
圖二 C



圖二 D

101年8月17日修正 替换頁

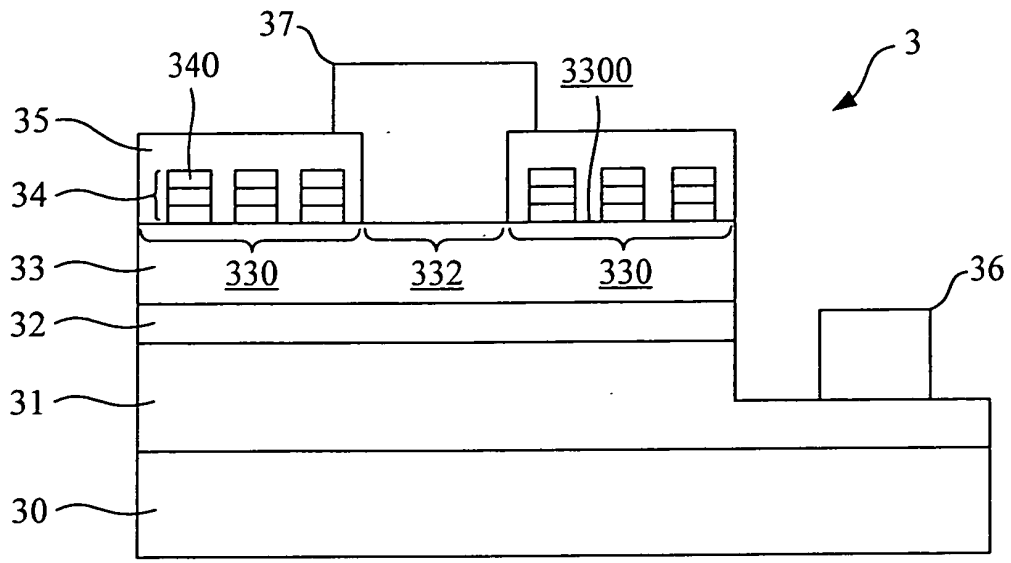
101年8月17日修正替换頁



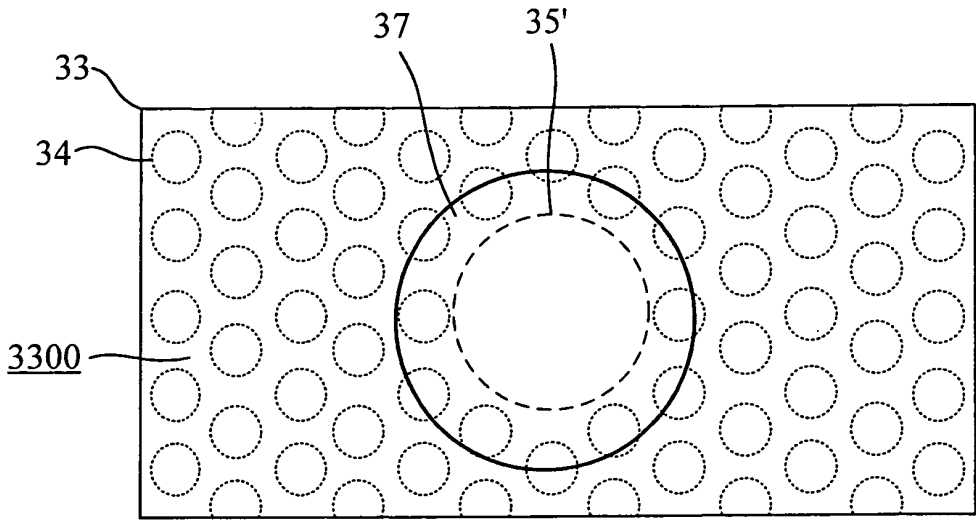
圖二 E

101年8月17日修正 正替換頁

101年8月17日修正替換頁



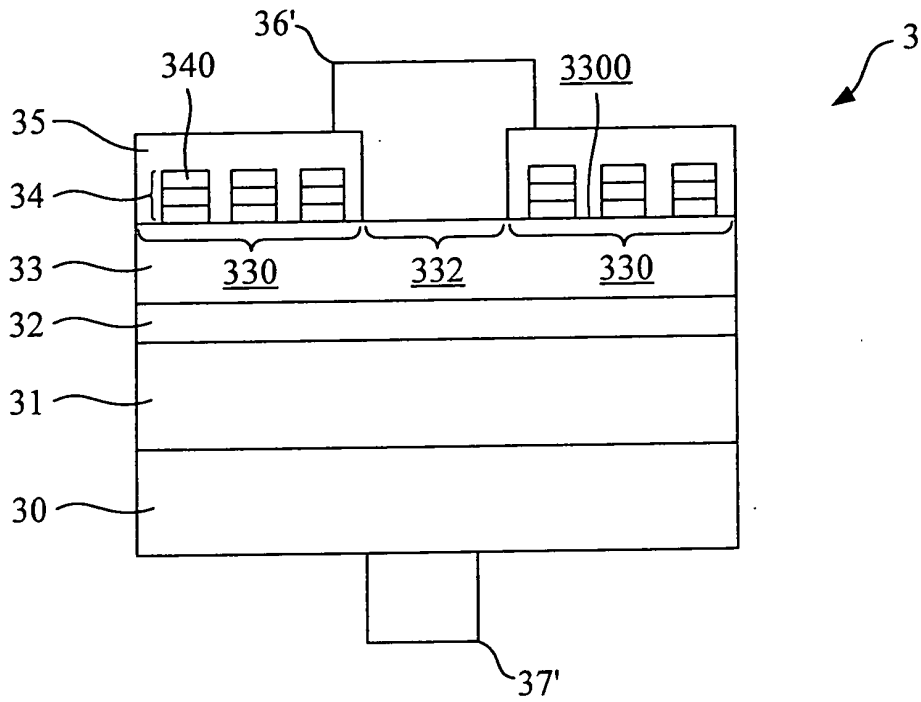
圖三 A



圖三 B

101年8月17日修正 正替換頁

101年8月17日修正替換頁



圖三 C