I360891

100年10月31日修(更)正本

公告本

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：96112473

※ 申請日期：96.4.9.　　※IPC 分類：H01L 33/00 (2010.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

一發光元件 / Light Emitting Device

二、申請人：（共 1 人）

姓名或名稱：（中文/英文）

晶元光電股份有限公司 / EPISTAR CORPORATION

代表人：（中文/英文）陳致遠 /CHEN CHIH YUAN

住居所或營業所地址：（中文/英文）

新竹科學工業園區力行五路五號/ 5Li-hsin 5th Rd., Science-based Industrial Park

國　籍：（中文/英文）中華民國 / REPUBLIC OF CHINA

三、發明人：（共 3 人）

姓　名：（中文/英文）

林鼎洋/Ting-Yang Lin　　歐震/Chen Ou

賴世國/Shih-Kuo Lai

國　籍：（中文/英文）中華民國 / REPUBLIC OF CHINA

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：

☐ 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。

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 3 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明:

30~發光元件；31~基板；32~緩衝層；33~n 型半導體層；34~p 型半導體層；35~發光層；35A*i*~靠 n 側區域；35B*i*~靠 p 側區域；35C*i*~中間區域；35A1~第一 A 層；35A2~第二 A 層；35A3~第三 A 層；35B1~第一 B 層；35B2~第二 B 層；35B3~第三 B 層。

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一發光元件，尤其是一種具有多重量子井結構之發光元件。

【先前技術】

發光二極體（Light Emitting Diode）在具有光電轉換特性的固態元件裡十分重要。一般而言，它具一發光層(Active layer)，被兩種不同電性的半導體層(p-type & n-type semiconductor layers)所包夾而成。當於兩半導體層上方之接觸電極施加一驅動電流時，兩半導體層之電子與電洞會注入發光層，於發光層中結合而放出光線，其光線具全向性，會通過此發光二極體元件的各個表

面而射出。通常，發光層可為單一量子井結構層（SQW）或多重量子井結構層(MQW)。與單一量子井結構（SQW）相較，多重量子井結構(MQW)被認定具有較高的輸出能力，因為即使在電流很小時，它仍可以透過許多障壁層及井層堆疊而成的小能隙結構，將電流轉換為光。

圖 1 係顯示一習知技藝之發光元件 10 的剖面圖。如圖所示，一 p 型氮化物半導體層 14 與一 n 型氮化物半導體層 13 之間有一具有多重量子井結構之發光層 15，在最靠近 p 型氮化物半導體層 14 之障壁層，並不摻雜 n 型雜質，並於多重量子井結構層中其餘所有的障壁層，摻雜 n 型雜質。圖 2 係顯示另一習知技藝之發光元件 20 的剖面圖。如圖所示，一 p 型氮化物半導體層 24 與一 n 型氮化物半導體層 23 之間有一具有多重量子井結構之發光層 25，並於多重量子井結構層中最靠近 n 型氮化物半導體層 23 之數個障壁層，摻雜 n 型雜質，但其他障壁層並不摻雜 n 型雜質。如上所述，透過多重量子井結構層中 n 型雜質之摻雜的位置變化，可以獲得到一個電性優異，而且發光效能提昇的發光元件。

【發明內容】

本發明之一目的在於：提供一發光元件，包含一基板、一n型氮化物半導體層、一p型氮化物半導體層、一發光層位於上述n型氮化物半導體層與上述p型氮化物半導體層之間。其中，上述發光層為具有n型雜質之多重量子井結構層，且上述n型雜質係摻雜於上述多重量子井結構層中，靠近上述n型半導體層之區域與

靠近上述p型半導體層之區域，而中間區域則無摻雜或摻雜比兩側區域之濃度較低的n型雜質。又有另一實施方式，其結構如上所述，但其中上述多重量子井結構層於最靠近p型氮化物半導體層之一層，並不摻雜n型雜質。

本發明之另一目的在於：提供一發光元件，包含一發光層，係由障壁層與井層交錯堆疊而成之具有 n 型雜質的多重量子井結構層，且位於一 n 型氮化物半導體層與一 p 型氮化物半導體層之間；其中上述之 n 型雜質，係位於靠近上述 n 型氮化物半導體層與上述 p 型氮化物半導體層兩側區域之上述障壁層，而中間區域則無摻雜或摻雜比兩側區域之濃度為低的 n 型雜質。又有另一實施例，其結構如上所述，但其中上述多重量子井結構層於最靠近上述 p 型氮化物半導體層之障壁層，並不摻雜 n 型雜質。

本發明透過上述 n 型雜質之特定摻雜分布設計，不但可以獲得電性優異的元件，更可以有效提昇發光二極體之發光效率。

【實施方式】

詳細說明

圖3係依本發明第一實施例之發光元件30的剖面圖。發光元件30包含：基板31、緩衝層32、n型氮化物半導體層33、發光層35及p型氮化物半導體層34。其中，發光層35是由障壁層與井層所間隔堆疊而成之多重量子井結構層(multi quantum well)。在一較佳實施例中，發光層35可區分為靠n側區域35Ai（i=1,2,3,....,x）、靠p側區域35Bi（i=1,2,3,....,y）、及中間區域35Ci（i=1,2,3,....,z）；其

中靠n側區域35A*i*，依序包含靠近n型氮化物半導體層33之第一A層35A1、第二A層35A2、第三A層35A3、、、等；靠p側區域35B*i*，包含最靠近p型氮化物半導體層34之第一B層35B1、第二B層35B2、第三B層35B3、、、等。上述第一A層35A1、第三A層35A3、第一B層35B1及第三B層35B3為障壁層，第二A層35A2及第二B層35B2為井層，亦即奇數層為障壁層，偶數層為井層。在本實施例中，發光層35所摻雜之n型雜質具有特定分布，係在靠n側區域35A*i*及靠p側區域35B*i*，摻雜n型雜質(如圖所示之第一A層35A1、第二A層35A2、第三A層35A3、第一B層35B1、第二B層35B2及第三B層35B3)，中間區域35C*i*則無n型雜質，或具有比靠n側區域35A*i*及靠p側區域35B*i*之濃度較低的n型雜質。

圖4係依本發明第二實施例之發光元件40的剖面圖。發光元件40包含：基板41、緩衝層42、n型氮化物半導體層43、發光層45及p型氮化物半導體層44。其中，發光層45係由障壁層與井層所間隔堆疊而成之多重量子井結構層。在一較佳實施例中，發光層45可區分為靠n側區域45A*i*（*i*=1,2,3,....,x）、靠p側區域45B*i*（*i*=1,2,3,....,y）、及中間區域45C*i*（*i*=1,2,3,....,z）；其中靠n側區域45A*i*，依序包含最靠近n型氮化物半導體層43之第一A層45A1、第二A層45A2、第三A層45A3、、、等；靠p側區域45B*i*，依序包含最靠近p型氮化物半導體層44之第一B層45B1、第二B層45B2、第三B層45B3、、、等。上述第一A層45A1、第三A層45A3、第一

B層45B1及第三B層45B3為障壁層，第二A層45A2及第二B層45B2為井層，亦即奇數層為障壁層，偶數層為井層。在本實施例中，發光層45中所摻雜之n型雜質具有特定分布，係在靠n側區域45A*i*及部份靠p側區域45B*i*摻雜n型雜質(如圖所示之第一A層45A1、第二A層45A2、第三A層45A3、第二B層45B2及第三B層45B3)，但在最靠近p型氮化物半導體層44之第一B層45B1並不摻雜n型雜質，且中間區域45C*i*亦無n型雜質，或具有比靠n側區域45A*i*及靠p側區域45B*i*之濃度較低的n型雜質。

圖5係本發明之第三實施例發光元件50的剖面圖。發光元件50包含：基板51、緩衝層52、n型氮化物半導體層53、發光層55及p型氮化物半導體層54。其中，發光層55是由障壁層與井層所間隔堆疊而成之多重量子井結構層。在一較佳實施例中，發光層55可區分為靠n側區域55A*i*（*i*=1,2,3,....,x）、靠p側區域55B*i*（*i*=1,2,3,....,y）、及中間區域55C*i*（*i*=1,2,3,....,z）；其中靠n側區域55A*i*，依序包含最靠近n型氮化物半導體層53之第一A層55A1、第二A層55A2、第三A層55A3、、、等；靠p側區域55B*i*，依序包含最靠近p型氮化物半導體層54之第一B層55B1、第二B層55B2、第三B層55B3、、、等。上述之第一A層55A1、第三A層55A3、第一B層55B1及第三B層55B3為障壁層，第二A層55A2及第二B層55B2為井層，亦即奇數層為障壁層，偶數層為井層。在本實施例中，發光層55所摻雜之n型雜質具有特定分布，係在靠n側區域55A*i*

及靠p側區域55B*i*之各障壁層摻雜n型雜質(如圖所示之第一A層55A1、第三A層55A3、第一B層55B1、及第三B層55B3)，中間區域55C*i*則無n型雜質或具有比靠n側區域55A*i*及靠p側區域55B*i*之濃度較低的n型雜質。

圖6係依本發明第四實施例之發光元件60的剖面圖。發光元件60包含：基板61、緩衝層62、n型氮化物半導體層63、發光層65及p型氮化物半導體層64。其中，發光層65是由障壁層與井層所間隔堆疊而成之多重量子井結構層。在一較佳實施例中，發光層65可區分為靠n側區域65A*i*（*i*=1,2,3,....,x）、靠p側區域65B*i*（*i*=1,2,3,....,y）、及中間區域65C*i*（*i*=1,2,3,....,z）；其中靠n側區域65A*i*，依序包含最靠近n型氮化物半導體層63之第一A層65A1、第二A層65A2、第三A層65A3、、、等；靠p側區域65B*i*，依序包含最靠近p型氮化物半導體層64之第一B層65B1、第二B層65B2、第三B層65B3、、、等。上述第一A層65A1、第三A層65A3、第一B層65B1及第三B層65B3為障壁層，第二A層65A2及第二B層65B2為井層，亦即奇數層為障壁層，偶數層為井層。在本實施例中，發光層65所摻雜之n型雜質具有特定分布，係在靠n側區域65A*i*及部份靠p側區域65B*i*之障壁層摻雜n型雜質(如圖所示之第一A層65A1、第三A層65A3、及第三B層65B3)，但在最靠近p型氮化物半導體層64之障壁層（即第一B層65B1 ）並不摻雜n型雜質，且中間區域65C*i*無n型雜質，或具有比靠n側區域65A*i*及靠p側區域65B*i*之

障壁層之濃度較低的n型雜質。

本發明所述之n型雜質摻雜係指將矽(Si)、鍺(Ge)、錫(Sn)、硫(S)、或氧(O)等元素，加入薄膜磊晶過程中，而形成具有上述元素濃度在$5x10^{16}$~$1x10^{19}/cm^3$之間的氮化物半導體薄膜。其他不摻雜n型雜質之各層並非完全不含上述元素，有可能會因製程中之污染物或擴散現象，而具有非常低濃度的上述元素，其濃度約小於$1X10^{17}/cm^3$左右。再者，各層所摻雜之n型雜質濃度大致上相同，或於越靠近n型半導體層與越靠近p型半導體層之區域的摻雜濃度越高。

雖然本發明已藉各實施例說明如上，然其並非用以限制本發明之範圍。對於本發明所作之各種修飾與變更，皆不脫本發明之精神與範圍。

【圖式簡單說明】

圖 1 係一習知技藝發光元件 10 的剖面圖。

圖 2 係另一習知技藝發光元件 20 的剖面圖。

圖 3 係依本發明第一實施例之發光元件 30 的剖面圖。

圖 4 係依本發明第二實施例之發光元件 40 的剖面圖。

圖 5 係依本發明第三實施例之發光元件 50 的剖面圖。

圖 6 係依本發明第四實施例之發光元件 60 的剖面圖。

【元件代表符號簡單說明】

10~發光元件；11~基板；12~緩衝層；13~n 型半導體層；14~p 型半導體層；15~發光層； 20~發光元件；21~基板；22~緩衝層；

23~n 型半導體層；24~p 型半導體層；25~發光層；30~發光元件；31~基板；32~緩衝層；33~n 型半導體層；34~p 型半導體層；35~發光層；35A*i*~靠 n 側區域；35B*i*~靠 p 側區域；35C*i*~中間區域；35A1~第一 A 層；35A2~第二 A 層；35A3~第三 A 層；35B1~第一 B 層；35B2~第二 B 層；35B3~第三 B 層；40~發光元件；41~基板；42~緩衝層；43~n 型半導體層；44~p 型半導體層；45~發光層；45A*i*~靠 n 側區域；45B*i*~靠 p 側區域；45C*i*~中間區域；45A1~第一 A 層；45A2~第二 A 層；45A3~第三 A 層；45B1~第一 B 層；45B2~第二 B 層；45B3~第三 B 層；50~發光元件；51~基板；52~緩衝層；53~n 型半導體層；54~p 型半導體層；55~發光層；55A*i*~靠 n 側區域；55B*i*~靠 p 側區域；55C*i*~中間區域；55A1~第一 A 層；55A2~第二 A 層；55A3~第三 A 層；55B1~第一 B 層；55B2~第二 B 層；55B3~第三 B 層；60~發光元件；61~基板；62~緩衝層；63~n 型半導體層；64~p 型半導體層；65~發光層；65A*i*~靠 n 側區域；65B*i*~靠 p 側區域；65C*i*~中間區域；65A1~第一 A 層；65A2~第二 A 層；65A3~第三 A 層；65B1~第一 B 層；65B2~第二 B 層；65B3~第三 B 層。

五、中文發明摘要：

一種發光元件，包含一基板、一 n 型氮化物半導體層、一 p 型氮化物半導體層、一發光層位於上述 n 型氮化物半導體層與上述 p 型氮化物半導體層之間。其中，上述發光層為一摻雜有 n 型雜質之多重量子井結構層，且上述 n 型雜質係摻雜於靠近上述 n 型半導體層與靠近上述 p 型半導體層兩側之區域，而上述多重量子井結構層之中間區域則無 n 型雜質或具有比上述兩側區域之濃度較低的 n 型雜質。透過上述多重量子井結構層之 n 型雜質摻雜的特定分布設計，能夠有效提昇發光二極體之發光效率。

六、英文發明摘要：

A light emitting device includes a substrate, an n-type semiconductor layer, a light emitting layer and a p-type semiconductor layer, wherein the light emitting layer is a multi-quantum-well (MQW) layer with a predetermined n-type doping profile. More specifically, the MQW layer is doped with an n-type dopant in the region near the p-type semiconductor layer and a region near the n-type semiconductor layer, and the central region is not doped with the n-type dopant . By means of the doping profile, the light efficiency of the light emitting device is improved.

100年10月31日修(更)正本

十、申請專利範圍：

1. 一種發光元件，包含：

一 n 型半導體層；

一 p 型半導體層；以及

一發光層，位於該 n 型半導體層與該 p 型半導體層之間，具有靠近該 n 型半導體層之一第一區域、靠近該 p 型半導體層之一第二區域、及位於該第一區域及該第二區域之間之一中間區域，其中該第一區域、該第二區域、及該中間區域各自具有一障壁層與一井層，該第一區域及該第二區域摻雜有一 n 型雜質，而該中間區域則無該 n 型雜質，或具有濃度較該第一區域及該第二區域之濃度為低的該 n 型雜質。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件，其中該發光層係一多重量子井結構層。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件，其中該 n 型半導體層為 n 型氮化物半導體層，且該 p 型半導體層為 p 型氮化物半導體層。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件，其中該 n 型雜質包含矽 (Si) 、鍺 (Ge) 、錫 (Sn) 、硫 (S) 、及氧 (O) 等元素中之至少一種元素。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件，其中該 n 型雜質之濃度實質上介於 $5x10^{16}$~$1x10^{19}/cm^3$ 之間。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件，其中該第二區域包含複數個半導體層，其中在最靠近該 p 型半導體層之半導體層並不摻雜該 n 型雜質。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之發光元件，其中該 n 型半導體層為 n 型氮化物半導體層，且該 p 型半導體層為 p 型氮化物半導體層。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述之發光元件，其中該 n 型雜質包含矽 (Si)、鍺(Ge)、錫(Sn)、硫(S)、及氧(O)等元素中之至少一種元素。

9. 如申請專利範圍第 6 項所述之發光元件，其中該 n 型雜質之濃度實質上介於 $5x10^{16}$~$1x10^{19}/cm^3$ 之間。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件，其中該第一區域及該第二區域所摻雜之該 n 型雜質之濃度大致上相同。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光元件，其中該 n 型雜質於越靠近該 n 型半導體層及越靠近該 p 型半導體層之摻雜濃度越高。

12. 一種發光元件，包含：

一 n 型半導體層；

一 p 型半導體層；以及

一發光層，位於該 n 型半導體層與該 p 型半導體層之間，包含靠近該 n 型半導體層之一第一區域、靠近該 p 型半導體層之一第二區域、及位於該第一區域與該第二區域間之一中間區域；其中該第一區域、該第二區域、及該中間區域各自由複數個障壁層與複數個井層交錯堆疊而成，且該第一區域及該第二區域之該些障壁層摻雜有一 n 型雜質，該中間區域之該些障壁層具有濃度較該第一區域及該第二區域之該些障壁層濃度為低的該 n 型雜質。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之發光元件，其中該 n 型半導體層

為 n 型氮化物半導體層，且該 p 型半導體層為 p 型氮化物半導體層。

14.如申請專利範圍第 12 項所述之發光元件，其中該 n 型雜質包含矽 (Si)、鍺(Ge)、錫(Sn)、硫(S)、氧(O)等元素中之至少一種元素。

15.如申請專利範圍第 12 項所述之發光元件，其中該 n 型雜質之濃度實質上介於 $5x10^{16}$~$1x10^{19}/cm^3$ 之間。

16. 如申請專利範圍第 12 項所述之發光元件，其中該第一區域及該第二區域之各該障壁層所摻雜之該 n 型雜質之濃度大致上相同。

17. 如申請專利範圍第 12 項所述之發光元件，其中該 n 型雜質於越靠近該 n 型半導體層與越靠近該 p 型半導體層之摻雜濃度越高。

18.一種發光元件，包含：

一 n 型半導體層；

一 p 型半導體層；以及

一發光層，位於該 n 型半導體層與該 p 型半導體層之間，包含靠近該 n 型半導體層之一第一區域、靠近該 p 型半導體層之一第二區域、及位於該第一區域與該第二區域間之一中間區域；其中該第一區域、該第二區域、及該中間區域各自包括至少一障壁層與至少一井層，靠近 p 型半導體層之第二區域中的障壁層不摻雜 n 型雜質，第一區域與第二區域的其他障壁層摻雜有一 n 型雜質，且該中間區域之該障壁層摻雜有濃度低於該第一區域及該第二區域中摻雜有 n 型摻質的該些障壁層的該 n 型雜質。

19.如申請專利範圍第 18 項所述之發光元件，其中該 n 型半導體層為 n 型氮化物半導體層，且該 p 型半導體層為 p 型氮化物半導體層。

20.如申請專利範圍第 18 項所述之發光元件，其中該 n 型雜質包含矽 (Si)、鍺(Ge)、錫(Sn)、硫(S)、氧(O)等元素中之至少一種元素。

21.如申請專利範圍第 18 項所述之發光元件，其中該 n 型雜質之濃度實質上介於 $5x10^{16}$~$1x10^{19}/cm^3$ 之間。

100年 10月31 日修(更)正本

十一、圖式：

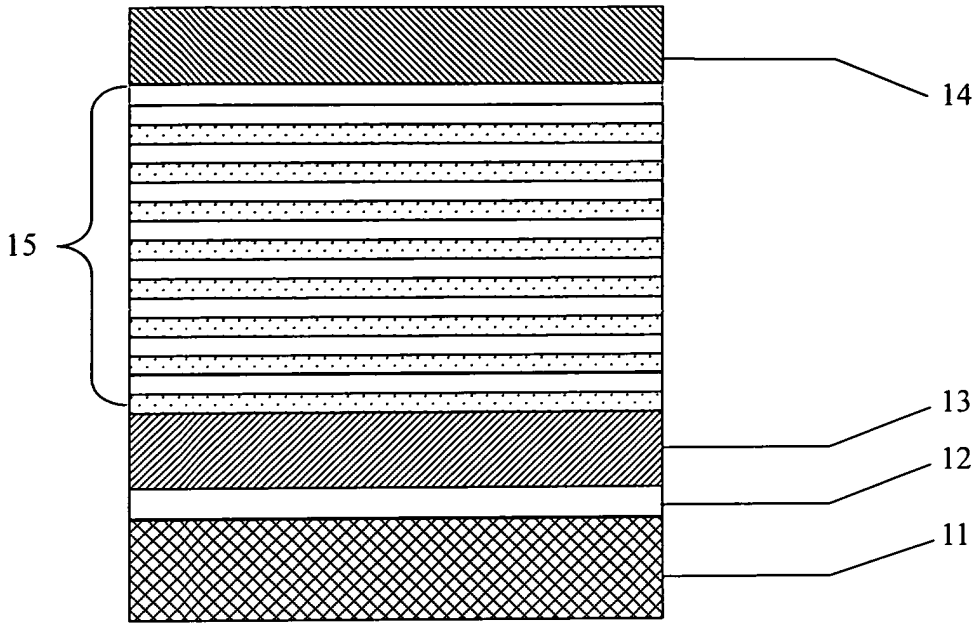

圖 1

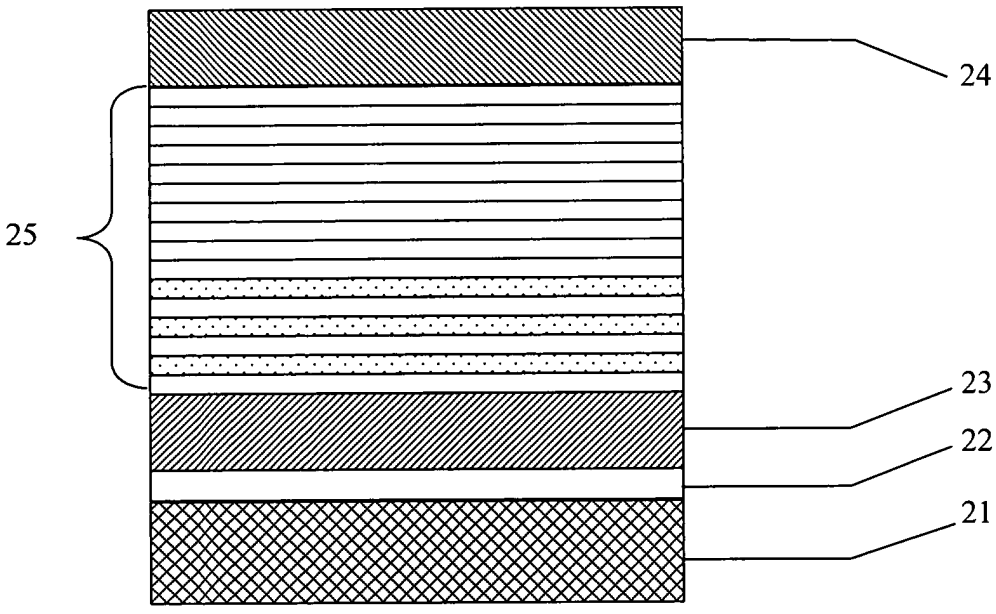

圖 2

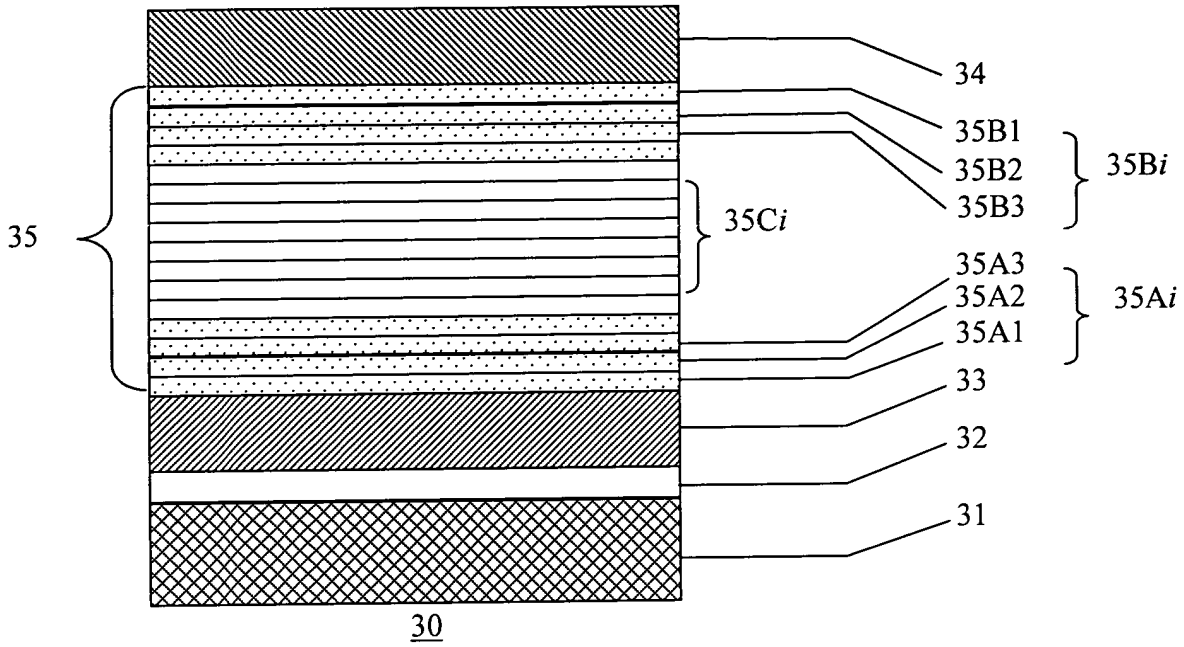
34
35B1
35B2
35B3
35Bi
35
35Ci
35A3
35A2
35A1
35Ai
33
32
31
30

圖 3

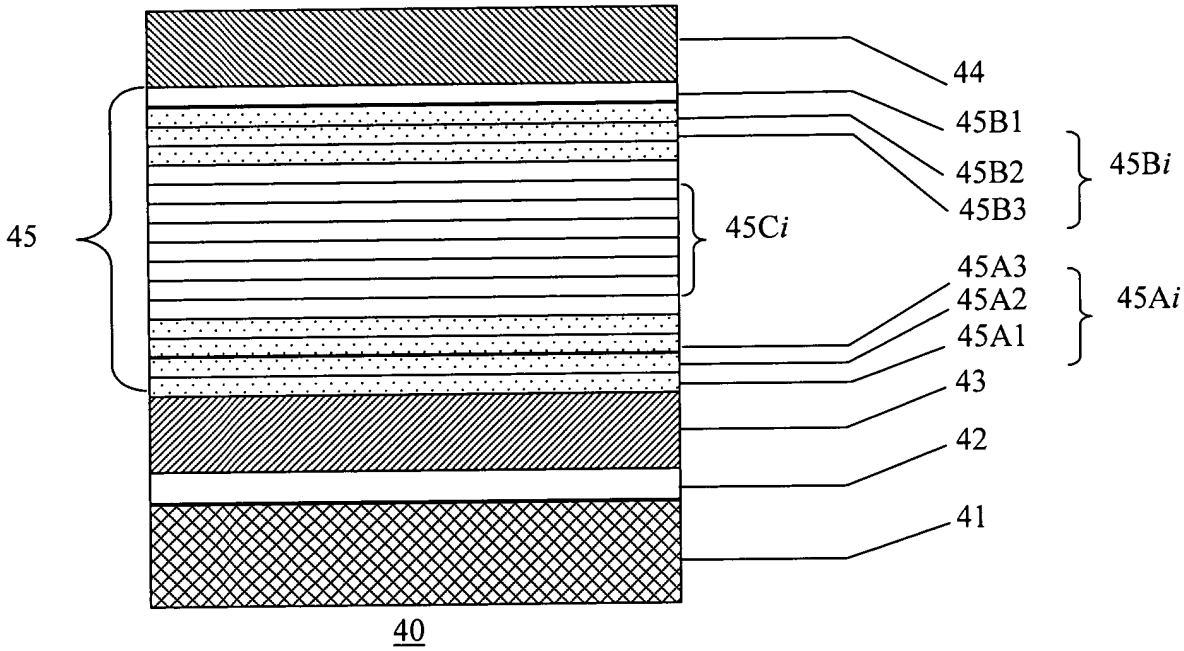
44
45B1
45B2
45B3
45Bi
45
45Ci
45A3
45A2
45A1
45Ai
43
42
41
40

圖 4

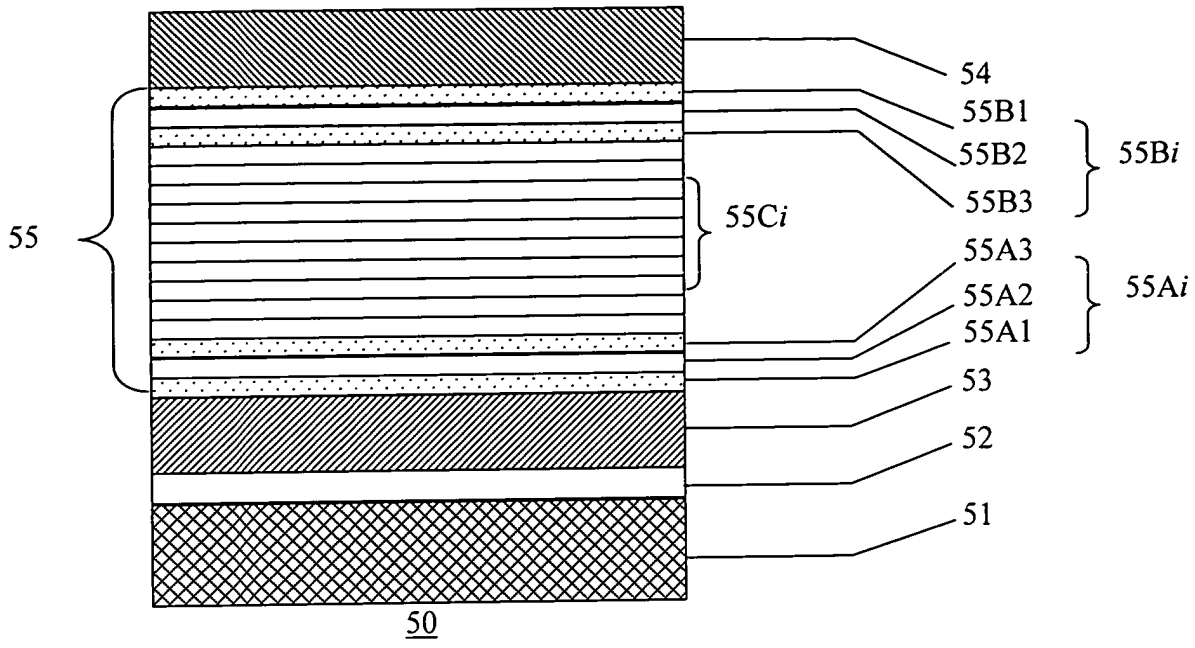
54
55B1
55B2
55B3
55Bi
55Ci
55
55A3
55A2
55A1
55Ai
53
52
51
50

圖 5

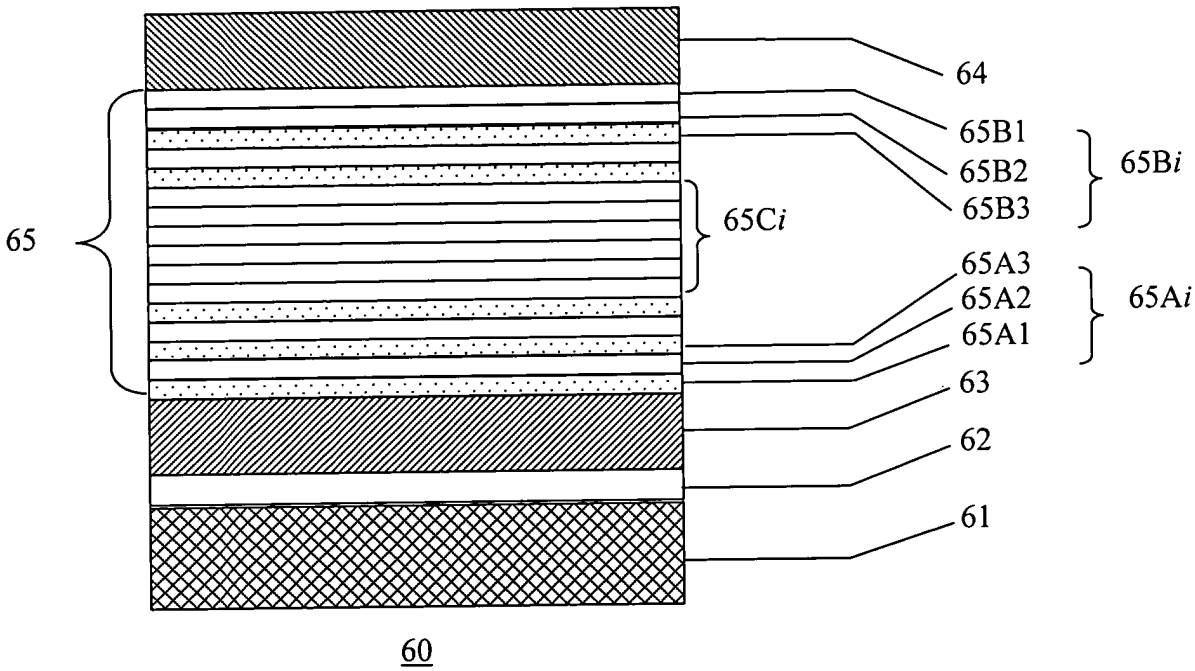
64
65B1
65B2
65B3
65Bi
65Ci
65
65A3
65A2
65A1
65Ai
63
62
61
60

圖 6

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 3 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明:

30~發光元件；31~基板；32~緩衝層；33~n 型半導體層；34~p 型半導體層；35~發光層；35A*i*~靠 n 側區域；35B*i*~靠 p 側區域；35C*i*~中間區域；35A1~第一 A 層；35A2~第二 A 層；35A3~第三 A 層；35B1~第一 B 層；35B2~第二 B 層；35B3~第三 B 層。

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一發光元件，尤其是一種具有多重量子井結構之發光元件。

【先前技術】

發光二極體（Light Emitting Diode）在具有光電轉換特性的固態元件裡十分重要。一般而言，它具一發光層(Active layer)，被兩種不同電性的半導體層(p-type & n-type semiconductor layers)所包夾而成。當於兩半導體層上方之接觸電極施加一驅動電流時，兩半導體層之電子與電洞會注入發光層，於發光層中結合而放出光線，其光線具全向性，會通過此發光二極體元件的各個表