



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：93131856

※ 申請日期：93.10.20.

※IPC 分類：H05B³³/00

一、發明名稱：(中文/英文)

具多孔性發光層之發光元件

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

新世紀光電股份有限公司

代表人：(中文/英文)

鍾 寬 仁

住居所或營業所地址：(中文/英文)

台南科學園區台南縣善化鎮大利三路五號

國 籍：(中文/英文)

中華民國

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

陳 政 權

國 籍：(中文/英文)

中華民國

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.

2.

☒ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 本案在向中華民國提出申請前未曾向其他國家提出申請專利。

2.

☐ 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】

本發明係關於一種發光元件，詳言之，係關於一種具有多孔性發光層之發光元件。

【先前技術】

近年來隨著發光二極體之售價越趨便宜，各種利用發光二極體輕薄短小，省電，多彩化特性之應用產品越來越普遍，如各種電子儀器裝飾輔助背光，汽車儀表版，公共場所裝飾燈，各種室內指示燈，商店看板廣告燈等。展望未來，利用固態發光二極體取代所有既有發光元件已並非夢想。

回顧發光二極體之發展歷史，其最早之發光層結構為簡單之P、N結合，但由於電子，電洞復合機率不高，因此效率欠佳。自從人們知道如何利用量子工程(Quantum engineering)或稱能障(Energy band Gap)工程來製作具有異質介面之量子井結構發光層結構後，發光二極體之發光效率因而被大幅度改善。

參考圖1所示，習知之量子井發光層10具有一量子井結構12、一第一阻障層11及一第二阻障層(圖未示出)。該第一阻障層11在該量子井結構12之下；該第二阻障層在該量子井結構12之上。量子井發光層10係為利用成長有限厚度之低能障材料(量子井結構12)被上下兩層具有較大能障材料(第一阻障層11及第二阻障層)所包含。以能障角度來看，此結構可提供一度空間之載子侷限，因此可有效將載子侷限

(trap)在此低能障之量子井結構內。

但是其缺點為雖然此量子井可將大部分之載子捕獲進而侷限在井內無法跳出，但是此載子依然有兩度空間之載子活動能力，因此導致量子井性能受到限制。其中包括驅動電壓無法進一步降低，抗靜電能力無法有效提升，發光效率受限於量子井有限之載子復合效率等缺點。此外雖然發光二極體發展至今已是非常商業化之產品，但市場上所見之發光二極體依然侷限於單晶片單波長之特性。

因此，有必要提供一種創新且具進步性的發光元件，以解決上述問題。

【發明內容】

本發明之目的在於提供一種具多孔性發光層之發光元件，包括：一基板、一第一導電性披覆層、一第二導電性披覆層及至少一多孔性發光層。該多孔性發光層形成於該第一導電性披覆層及該第二導電性披覆層之間，該多孔性發光層具有一上阻障層、一下阻障層及一載子侷限層，該載子侷限層係於該上阻障層及下阻障層之間，該載子侷限層具有複數個山形結構，該等山形結構界定複數個山谷形結構，該載子侷限層係為含銦之氮化物結構，該載子侷限層之能障小於該上阻障層及該下阻障層之能障。

利用本發明之發光元件，其元件驅動電壓可大幅下降，因此可利用此發光層結構來減少於發光層中之摻雜濃度而不影響驅動電壓，進而可得到較佳之晶體結構進而改善抗靜電能力與元件可靠度。

再者，本發明之發光元件可成長不同波長之複數層多孔性發光層，以有效提升發光元件之性能，更可實現單晶片混光元件，同時具有高發光效益、高可靠度、高混光調變性及低成本等特性。並且，本發明之多孔性發光層結構可克服習知技術上發光元件僅能發光單一波長之缺點，本發明之發光元件可實現將不同發光頻譜之發光層結合而產生有效率，高彈性混光比例之元件。

【實施方式】

由研究發現利用習知量子井平面結構已無法進一步改良PN結合特性。因此，本發明開發出具有多孔性結構之發光層來改進發光二極體特性。此想法為希望利用創造一不同於傳統平面連續結構之量子井發光層，改之以一具有多孔性發光層結構來以改進發光元件之特性。

參考圖2及圖3所示，一多孔性發光層結構30包括一載子侷限層31、一下阻障層32及一上阻障層(圖未示出)。該下阻障層32在該載子侷限層31之下；該上阻障層在該載子侷限層31之上。其中，該下阻障層32為具較大能障之材料，如氮化鎵(GaN)，在該下阻障層32上成長該載子侷限層31，該載子侷限層31係為具較低能障之材料(較該下阻障層32之能障低)，如氮化銦鎵(InGaN)。同時利用控制成長溫度，氣體分壓等，使該載子侷限層31具有複數個山形結構311、312、313等，該等山形結構311、312、313界定複數個山谷形結構331、332等。例如：山谷形結構331係於至少二山形結構311、312之間。該等山谷形結構331、332之形狀為多

與實際結構之尺寸比例有所差異。

請參閱圖4，其顯示本發明第一實施例之具有多孔性發光層之發光元件50之構造。該發光元件50包括：一基板41、一緩衝層42、一第一導電性披覆層(cladding layer)43、五層多孔性發光層51、52、53、54及55以及一第二導電性披覆層44。

該發光元件50另包括二電極45、46，以供與外界電源連接，此較佳之實施材料為金(Au)。該緩衝層42係形成於該基板41上。該第一導電性披覆層43係形成於該緩衝層42上，該第一導電性披覆層43可為N型披覆層用以提供電子。該第二導電性披覆層44形成於該量子點發光層37之上，該第二導電性披覆層44可為P型披覆層用以提供電洞。該第一導電性披覆層43及該第二導電性披覆層44均為氮化鋁銦鎵結構，可表示為 $\text{Al}_{(1-x-y)}\text{In}_y\text{Ga}_x\text{N}$ 。該緩衝層42為氮化物結構，較佳之實施方式為先於藍寶石基板41上成長一低溫氮化鎵成核層，接續在低溫氮化鎵成核層上成長一高溫氮化矽層，在於此氮化矽層上成長一高溫氮化鎵層，共同組成一緩衝層42。

該第一導電性披覆層43與該電極45之間為一第一導電性電極接觸層47，此較佳之實施例為蒸鍍一鉻(Cr)金屬層於N型導電性氮化鎵披覆層43上，作為電極45與N型導電性氮化鎵披覆層43之歐姆接觸層。該第二導電性披覆層44與該電極46之間為一第二導電性電極接觸層48，此較佳之實施例為直接蒸鍍一ITO透明導電層於P型導電性氮化鎵披覆層44

上，作為電極46與P型導電性氮化鎵披覆層44之歐姆接觸層。

五層多孔性發光層51、52、53、54及55依序形成於該第一導電性披覆層43上。以該多孔性發光層51為例說明，該多孔性發光層51具有一載子侷限層511、一下阻障層515及一上阻障層516。該載子侷限層511具有複數個山形結構512及513等。該下阻障層515係於該等山形結構512及513等之下，該上阻障層516係於該等山形結構512及513等之上，並覆蓋該等山形結構512及513等。該下阻障層515及該上阻障層516均為氮化鋁銦鎵結構，可表示為 $\text{Al}_{(1-x-y)}\text{In}_y\text{Ga}_x\text{N}$ ，其中， x 大於零； y 大於或等於零； $(1-x-y)$ 大於或等於零。並且該下阻障層515及該上阻障層516之能障均須大於該等山形結構512及513等之能障。

該載子侷限層511係為氮化鋁銦鎵結構，可表示為 $\text{Al}_{(1-x-y)}\text{In}_y\text{Ga}_x\text{N}$ ，其中， x 大於或等於零； y 大於零； $(1-x-y)$ 大於或等於零。該等山形結構512及513等之間界定複數個山谷形結構561、562等。該等山谷形結構561、562最後係由該上阻障層516所覆蓋填滿。該等山谷形結構561、562必須符合上述圖2及圖3之尺寸限制，且該等多孔性發光層51、52、53、54、55之密度較佳係為5%至75%之間。

該多孔性發光層51係摻雜特定濃度雜質。其較佳之實施例為主動摻雜矽(Si)雜質於該多孔性發光層51，使該多孔性發光層51之矽原子摻雜數目小於 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ ，其更佳之實施方式為在成長該多孔性發光層51時，不主動摻雜矽(Si)原

子。

利用本發明第一實施例之該發光元件結構，其元件驅動電壓可大幅下降，因此可利用該發光元件之結構來減少於發光層中之摻雜濃度且不影響驅動電壓，進而可得到較佳之晶體結構且改善抗靜電能力與元件可靠度。

參考圖5，其顯示本發明第二實施例之具多孔性發光層之發光元件60。在圖5中，有關與第一實施例之結構相同的部分將註記相同的元件符號，並且若沒有特別提及則其具有相同的構造及功能者。

如圖5所示，本發明第二實施例之發光元件60，係在N型導電性披覆層43及P型導電性披覆層44之間，包括五層摻雜矽(Si)雜質之量子井發光層61、62等、二層第一波長多孔性發光層63、64等及二層第二波長多孔性發光層65、66。

五層摻雜矽(Si)雜質之量子井發光層61、62等依序形成於該N型導電性披覆層43上。以該量子井發光層61為例說明，該量子井發光層61具有一量子井結構611及二阻障層612及613。

在該摻雜矽(Si)雜質之量子井發光層62之上依序為二層第一波長多孔性發光層63、64。以該第一波長多孔性發光層63為例說明，其具有一載子侷限層631、一下阻障層635及一上阻障層636。該第一波長多孔性發光層63、64係應用於產生一第一波長，本實施例之該第一波長為570 nm。

在該第一波長多孔性發光層64之上依序為二層第二波長多孔性發光層65、66。以該第二波長多孔性發光層65為例

說明，其具有一載子侷限層 651、一下阻障層 655 及一上阻障層 656。該第二波長多孔性發光層 65、66 係應用於產生一第二波長，本實施例之該第二波長為 467 nm。該第二波長與第一波長不同。

該等多孔性發光層 63、64、65、66 係摻雜特定濃度雜質。其較佳之實施例為主動摻雜矽 (Si) 雜質於該等多孔性發光層，使該等多孔性發光層之矽原子摻雜數目小於 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ ，其更佳之實施方式為在成長該等多孔性發光層時，不主動摻雜矽 (Si) 原子。並且，該等多孔性發光層 63、64、65、66 之結構如圖 2 及圖 3 所述，在此不加贅述。

在習知技術中，為使一發光層之發光波長為較長時，通常必須使該發光層為高銦含量。但是在習知技術中，該高銦含量之發光層之發光效率不佳。在本發明之實施例中，雖然該較長發光波長之發光層為高銦含量，仍能具有相當好之高度發光效率。

參考圖 6 所示，該第一波長多孔性發光層 63、64 係應用於產生第一波長，其為 570 nm，且可控制其最大光強度為 100。該第二波長多孔性發光層 65、66 係應用於產生第二波長，其為 467 nm，且可控制其最大光強度為 170。在該實施例中，該第一波長多孔性發光層 63、64 之密度為 7%；該第二波長多孔性發光層 65、66 之密度為 25%，以得到上述之最大光強度分別為 100 及 170。

若固定該第一波長多孔性發光層 63、64 之密度為 7%，調整該第二波長多孔性發光層 65、66 之密度為 5%，將使得該

第一波長與第二波長之最大光強度比值為 $1/5$ (第二波長之光強度為第一波長之光強度五倍)。若該第二波長多孔性發光層65、66之密度調整為43%，將使得到最大光強度分別為100及120。因此，利用調整該第二波長多孔性發光層65、66之密度，可以調整其最大光強度，並進而可調整第一波長及第二波長之混光比例。故本發明之發光元件可應用於產生各色光源，如粉紅色，粉藍色，粉黃色，粉綠色，各類色溫白光等。

本發明具多孔性發光層之發光元件結構不同於習知量子井發光層之處為其將較低能障之含銦化合物半導體材料進一步成長塑成具有多孔性結構之含銦化合物半導體結構。換言之，此具較低能障之含銦化合物半導體單一平面上，將具有複數個山谷形結構，而該等山谷形結構將被較大能障之阻障層材料所包覆，應用上可以調控該等山谷形結構之直徑大小與深度，甚至該等山谷形結構可直接貫穿含銦化合物半導體層。利用成長該多孔性發光層結構時可大幅度降低元件驅動電壓與漏電特性。此外當成長不同波長之多層多孔性發光層時，電子電洞復合可產生在具有不同能障之發光層內。

因此本發明之多孔性發光層不僅可有效提升發光元件之性能，更可實現單晶片混光元件，同時具有高發光效益、高可靠度、高混光調變性及低成本等特性。並且，本發明之多孔性發光層結構可克服習知技術上發光元件僅能發光單一波長之缺點，本發明之發光元件可實現將不同發光頻

譜之發光層結合而產生有效率，高彈性混光比例之元件。

如圖7所示，本發明第三實施例之發光元件70，係在N型導電性披覆層43及P型導電性披覆層44之間，包括二層摻雜矽(Si)雜質之量子井發光層71、72、五層第一波長多孔性發光層73、74等及二層第二波長多孔性發光層75、76。

二層摻雜矽(Si)雜質之量子井發光層71、72等依序形成於該N型導電性披覆層43上。以該量子井發光層71為例說明，該量子井發光層71具有一量子井結構711及二阻障層712及713。

在該摻雜矽(Si)雜質之量子井發光層72之上依序為五層第一波長多孔性發光層73、74。以該第一波長多孔性發光層73為例說明，其具有一載子侷限層731、一下阻障層735及一上阻障層736。該第一波長多孔性發光層73、74係應用於產生一第一波長，本實施例之該第一波長為565 nm。

在該第一波長多孔性發光層74之上依序為二層第二波長多孔性發光層75、76。以該第二波長多孔性發光層75為例說明，其具有一載子侷限層751、一下阻障層755及一上阻障層756。該第二波長多孔性發光層75、76係應用於產生一第二波長，本實施例之該第二波長為465 nm。該第二波長與第一波長不同。

該等多孔性發光層73、74、75、76係摻雜特定濃度雜質。其較佳之實施例為主動摻雜矽(Si)雜質於該等多孔性發光層，使該等多孔性發光層之矽原子摻雜數目小於 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ ，其更佳之實施方式為在成長該等多孔性發光層

第一波長多孔性發光層83、84。以該第一波長多孔性發光層83為例說明，其具有一載子侷限層831、一下阻障層835及一上阻障層836。該第一波長多孔性發光層83、84係應用於產生一第一波長，本實施例之該第一波長為410 nm。

在該第一波長多孔性發光層84之上依序為二層第二波長多孔性發光層85、86。以該第二波長多孔性發光層85為例說明，其具有一載子侷限層851、一下阻障層855及一上阻障層856。該第二波長多孔性發光層85、86係應用於產生一第二波長，本實施例之該第二波長為470 nm。該第二波長與第一波長不同。

該等多孔性發光層83、84、85、86係摻雜特定濃度雜質。其較佳之實施例為主動摻雜矽(Si)雜質於該等多孔性發光層，使該等多孔性發光層之矽原子摻雜數目小於 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ ，其更佳之實施方式為在成長該等多孔性發光層時，不主動摻雜矽(Si)原子。並且，該等多孔性發光層83、84、85、86之結構如圖2及圖3所述，在此不加贅述。

參考圖10所示，該第一波長多孔性發光層83、84係應用於產生第一波長，其為410 nm，且可控制其最大光強度為120。該第二波長多孔性發光層85、86係應用於產生第二波長，其為470 nm，且可控制其最大光強度為150。在該實施例中，該第一波長多孔性發光層83、84之密度為15%；該第二波長多孔性發光層85、86之密度為34%，以得到上述之最大光強度分別為120及150。

由於目前利用波長為455~470 nm之藍光來激發黃綠光螢

光粉(如 YAG)所產生的白光方法並無法得到更加之演色性，這是因為能符合激發黃綠光黃色螢光粉的藍光波長並無法同時被利用來激發如黃橙光、紅光之長波長螢光粉來產生高的光轉換效率。而目前研究顯示較佳之光轉換波長為 370 nm~450 nm，因此可利用本發明之多頻譜單晶片技術來增加除了藍光波長外另一發光波長為 410 nm 之頻譜來最佳化螢光粉之轉換效率。

若固定該第一波長多孔性發光層 83、84 之密度為 15%，調整該第二波長多孔性發光層 85、86 之密度為 7%，將使得該第一波長與第二波長之最大光強度分別為 40 及 210。因此，利用調整該第二波長多孔性發光層 85、86 之密度，可以調整其最大光強度，並進而可調整第一波長及第二波長之混光比例。

本發明之發光元件不限於上述之第一波長多孔性發光層及第二波長多孔性發光層，可另包括複數個多孔性發光層，形成於該 N 型導電性披覆層及該 P 型導電性披覆層之間，該等多孔性光層之具有複數個發光波長，該等發光波長與該第一波長及該第二波長不同，以實現將不同發光頻譜之發光層結合而產生有效率，高彈性混光比例之元件。

惟上述實施例僅為說明本發明之原理及其功效，而非限制本發明。因此，習於此技術之人士可在不違背本發明之精神對上述實施例進行修改及變化。本發明之權利範圍應如後述之申請專利範圍所列。

【圖式簡單說明】

圖 1 為習知量子井發光層之結構示意圖；

圖 2 為本發明多孔性發光層之結構立體示意圖；

圖 3 為本發明多孔性發光層之結構剖面示意圖；

圖 4 為本發明第一實施例發光元件之結構示意圖；

圖 5 為本發明第二實施例發光元件之結構示意圖；

圖 6 為本發明第二實施例之發光元件之光強度與頻譜分佈圖；

圖 7 為本發明第三實施例發光元件之結構示意圖；

圖 8 為本發明第三實施例之發光元件之光強度與頻譜分佈圖；

圖 9 為本發明第四實施例發光元件之結構示意圖；及

圖 10 為本發明第四實施例之發光元件之光強度與頻譜分佈圖。

【主要元件符號說明】

10	習知量子井發光層
11	第一阻障層
12	量子井結構
30	多孔性發光層
31	載子侷限層
32	下阻障層
50	第一實施例之發光元件
41	基板
42	緩衝層
43	第一導電性披覆層

44	第二導電性披覆層
45、46	電極
47	第一導電性電極接觸層
48	第二導電性電極接觸層
51、52、53、54、55	多孔性發光層
60	第二實施例之發光元件
61、62	摻雜矽雜質之量子井發光層
63、64	第一波長多孔性發光層
65、66	第二波長多孔性發光層
70	第三實施例之發光元件
71、72	摻雜矽雜質之量子井發光層
73、74	第一波長多孔性發光層
75、76	第二波長多孔性發光層
80	第四實施例之發光元件
81、82	摻雜矽雜質之量子井發光層
83、84	第一波長多孔性發光層
85、86	第二波長多孔性發光層
311、312、313	山形結構
331、332	山谷形結構
511	載子侷限層
512、513	山形結構
515、516	阻障層
561、562	山谷形結構
611	量子井

612、613	阻障層
631	載子侷限層
635、636	阻障層
651	載子侷限層
655、656	阻障層
711	量子井
712、713	阻障層
731	載子侷限層
735、736	阻障層
751	載子侷限層
755、756	阻障層
811	量子井
812、813	阻障層
831	載子侷限層
835、836	阻障層
851	載子侷限層
855、856	阻障層

五、中文發明摘要：

本發明係關於一種具多孔性發光層之發光元件，包括：一基板、一第一導電性披覆層、一第二導電性披覆層及至少一多孔性發光層。該多孔性發光層形成於該第一導電性披覆層及該第二導電性披覆層之間，該多孔性發光層具有一上阻障層、一下阻障層及一載子侷限層，該載子侷限層係於該上阻障層及下阻障層之間，該載子侷限層具有複數個山形結構，該等山形結構界定複數個山谷形結構，該載子侷限層係為含銦之氮化物結構，該載子侷限層之能障小於該上阻障層及該下阻障層之能障。利用本發明之發光元件，其元件驅動電壓可大幅下降，進而可得到較佳之晶體結構進而改善抗靜電能力與元件可靠度。再者，本發明之發光元件可成長不同波長之複數層多孔性發光層，以有效提升發光元件之性能，更可實現單晶片混光元件，同時具有高發光效益、高可靠度、高混光調變性及低成本等特性。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種具多孔性發光層之發光元件，包括：

- 一基板；
- 一第一導電性披覆層；
- 一第二導電性披覆層；及

至少一多孔性發光層，形成於該第一導電性披覆層及該第二導電性披覆層之間，該多孔性發光層具有一上阻障層、一下阻障層及一載子侷限層，該載子侷限層係於該上阻障層及下阻障層之間，該載子侷限層具有複數個山形結構，該等山形結構界定複數個山谷形結構，該載子侷限層係為含銦之氮化物結構，該載子侷限層之能障小於該上阻障層及該下阻障層之能障。

2. 如請求項1之發光元件，其中該載子侷限層係為氮化鋁銦鎵結構，可表示為 $\text{Al}_{(1-x-y)}\text{In}_y\text{Ga}_x\text{N}$ ，其中， x 大於或等於零； y 大於零； $(1-x-y)$ 大於或等於零。
3. 如請求項1之發光元件，其中該下阻障層及該上阻障層均為氮化鋁銦鎵結構，可表示為 $\text{Al}_{(1-x-y)}\text{In}_y\text{Ga}_x\text{N}$ ，其中， x 大於零； y 大於或等於零； $(1-x-y)$ 大於或等於零。
4. 如請求項1之發光元件，其中該多孔性發光層係摻雜特定濃度雜質，該特定濃度雜質之含量為0至 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 之間。
5. 如請求項1之發光元件，其中每一個山谷形結構之底部與該下阻障層間之距離為大於或等於0至小於或等於 20×10^{-10} 公尺之間，每一個山谷形結構之徑長為 5×10^{-9}

公尺至 1000×10^{-9} 公尺之間。

6. 如請求項5之發光元件，其中該多孔性發光層之密度係為5%至75%之間，該多孔性發光層之密度係為所有山谷形結構之徑長總和與該多孔性發光層之徑長之比值。

7. 一種具多孔性發光層之發光元件，包括：

一基板；

一N型導電性披覆層；

一P型導電性披覆層；及

至少一第一波長多孔性發光層及至少一第二波長發光層，形成於該N型導電性披覆層及該P型導電性披覆層之間，該第一波長與該第二波長不同，該第一波長多孔性發光層具有一上阻障層、一下阻障層及一載子侷限層，該載子侷限層係於該上阻障層及下阻障層之間，該載子侷限層具有複數個山形結構，該等山形結構界定複數個山谷形結構，該載子侷限層係為含銦之氮化物結構，該載子侷限層之能障小於該上阻障層及該下阻障層之能障。

8. 如請求項7之發光元件，其中該第一波長多孔性發光層係鄰近該P型導電性披覆層。

9. 如請求項7之發光元件，其中該第二波長發光層係第二波長多孔性發光層。

10. 如請求項7之發光元件，另包括複數個多孔性發光層，形成於該N型導電性披覆層及該P型導電性披覆層之

間，該等多孔性光層之具有複數個發光波長，該等發光波長與該第一波長及該第二波長不同。

11. 如請求項7之發光元件，其中該載子侷限層係為氮化鋁銦鎵結構，可表示為 $\text{Al}_{(1-x-y)}\text{In}_y\text{Ga}_x\text{N}$ ，其中， x 大於或等於零； y 大於零； $(1-x-y)$ 大於或等於零。
12. 如請求項7之發光元件，其中該下阻障層及該上阻障層均為氮化鋁銦鎵結構，可表示為 $\text{Al}_{(1-x-y)}\text{In}_y\text{Ga}_x\text{N}$ ，其中， x 大於零； y 大於或等於零； $(1-x-y)$ 大於或等於零。
13. 如請求項7之發光元件，其中該等多孔性發光層係摻雜特定濃度雜質，該特定濃度雜質之含量為0至 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 之間。
14. 如請求項7之發光元件，其中每一個山谷形結構之底部與該多孔性發光層之底部間之距離為大於或等於0至小於或等於 20×10^{-10} 公尺，每一個山谷形結構之徑長為 5×10^{-9} 公尺至 1000×10^{-9} 公尺之間。
15. 如請求項14之發光元件，其中該等多孔性發光層之密度係為5%至75%之間，該多孔性發光層之密度係為所有山谷形結構之徑長總和與該多孔性發光層之徑長之比值。

十一、圖式：

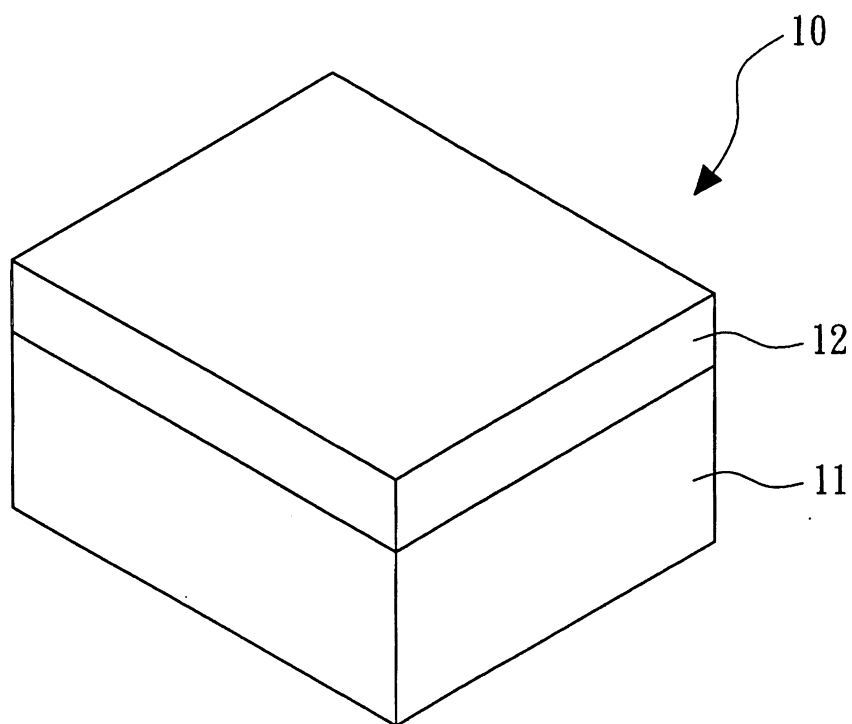


圖 1

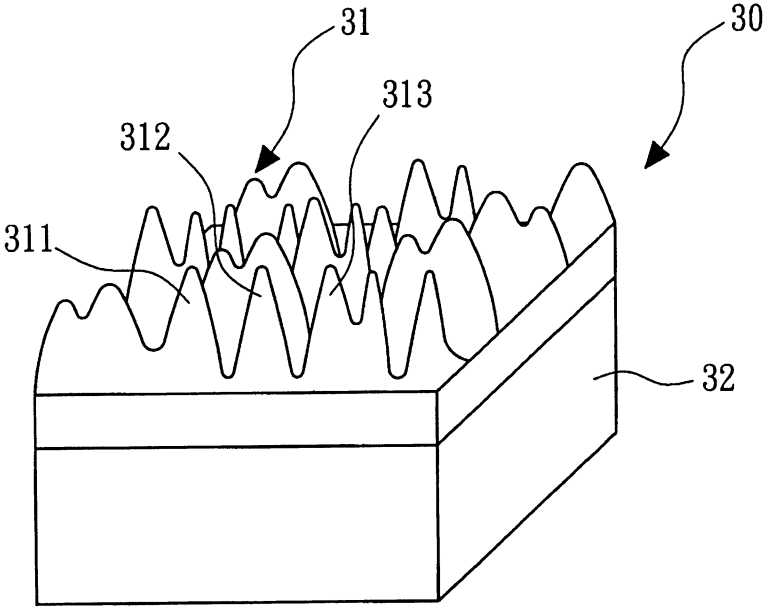


圖 2

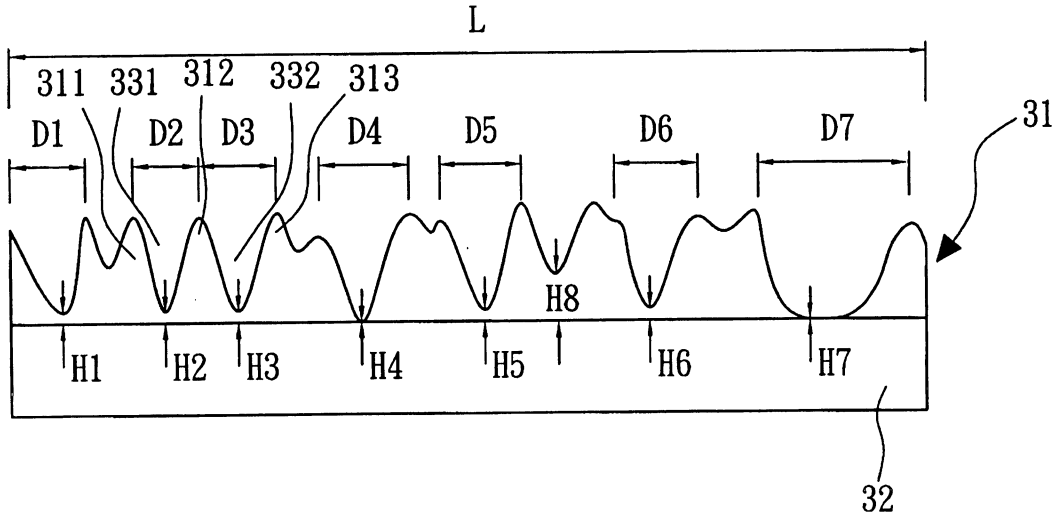


圖 3

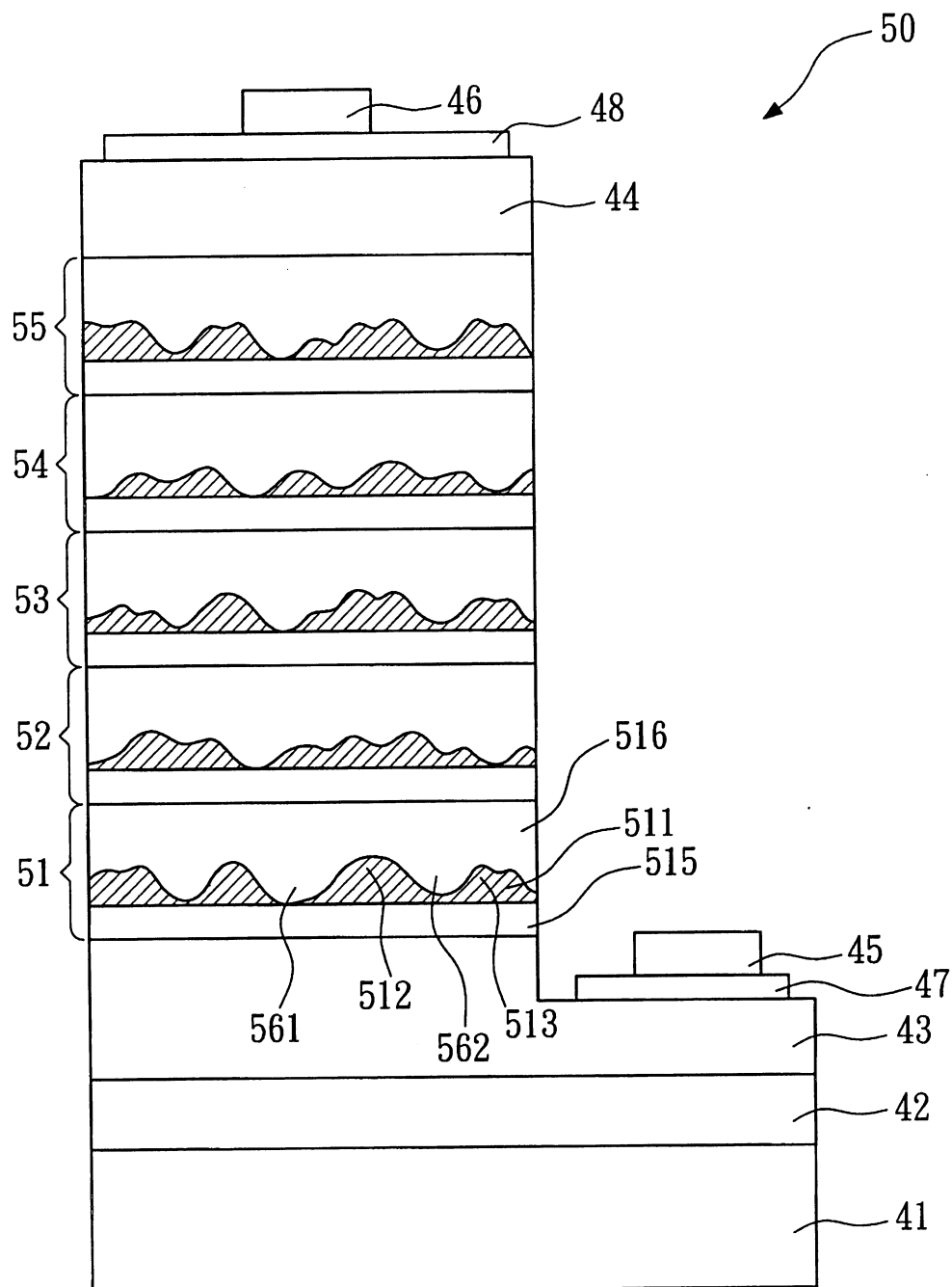


圖 4

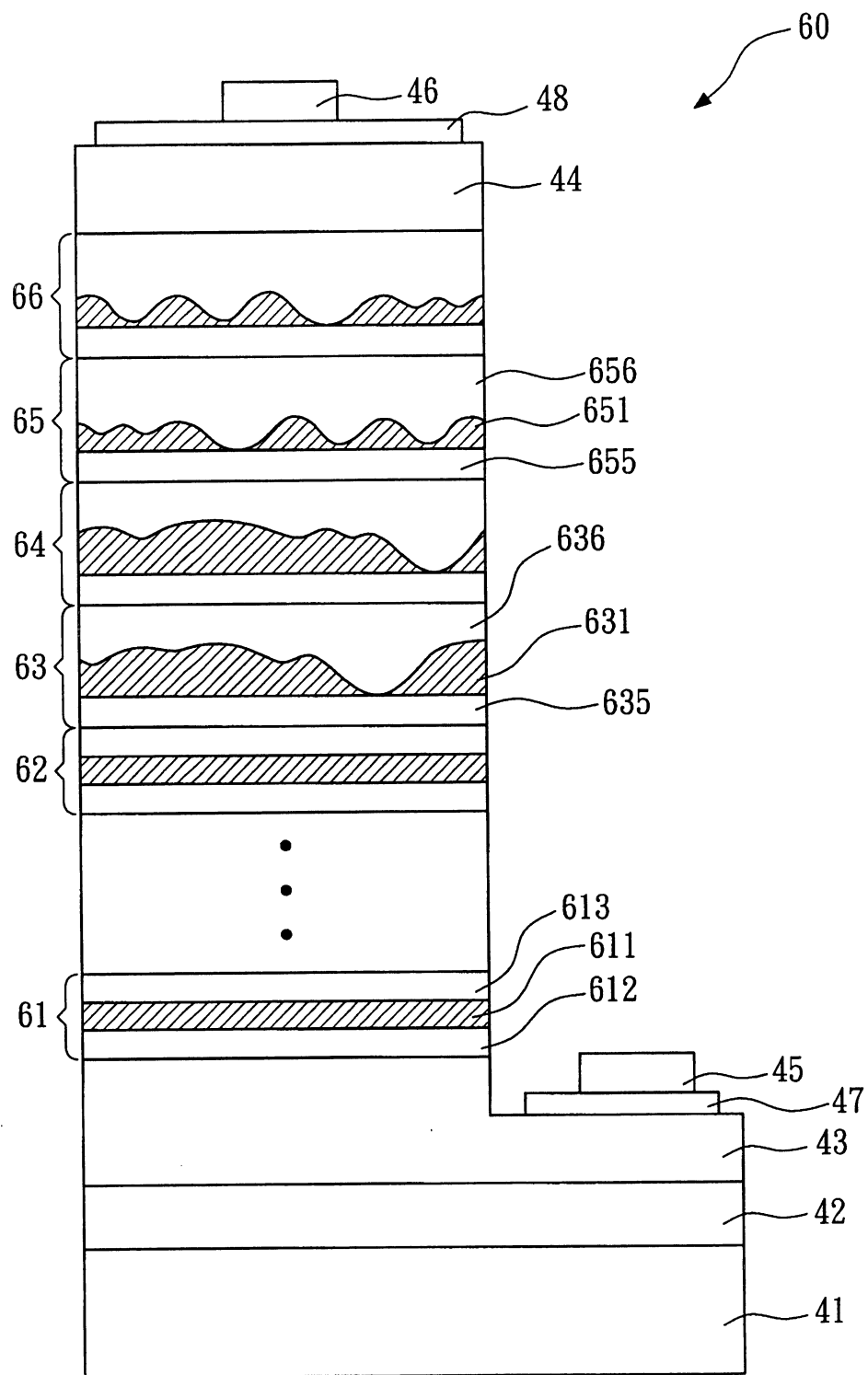


圖 5

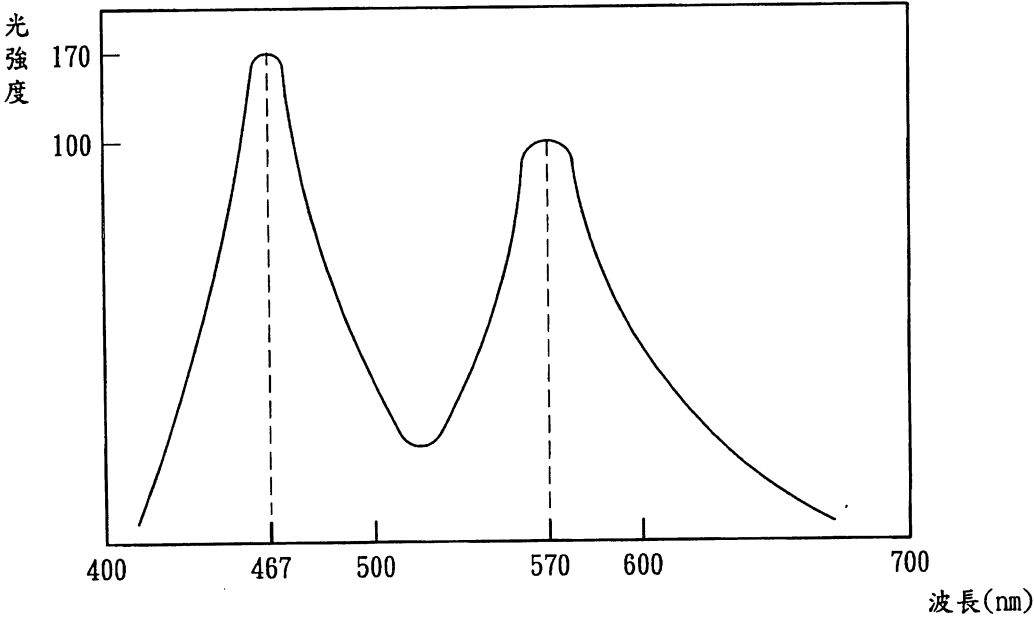


圖 6

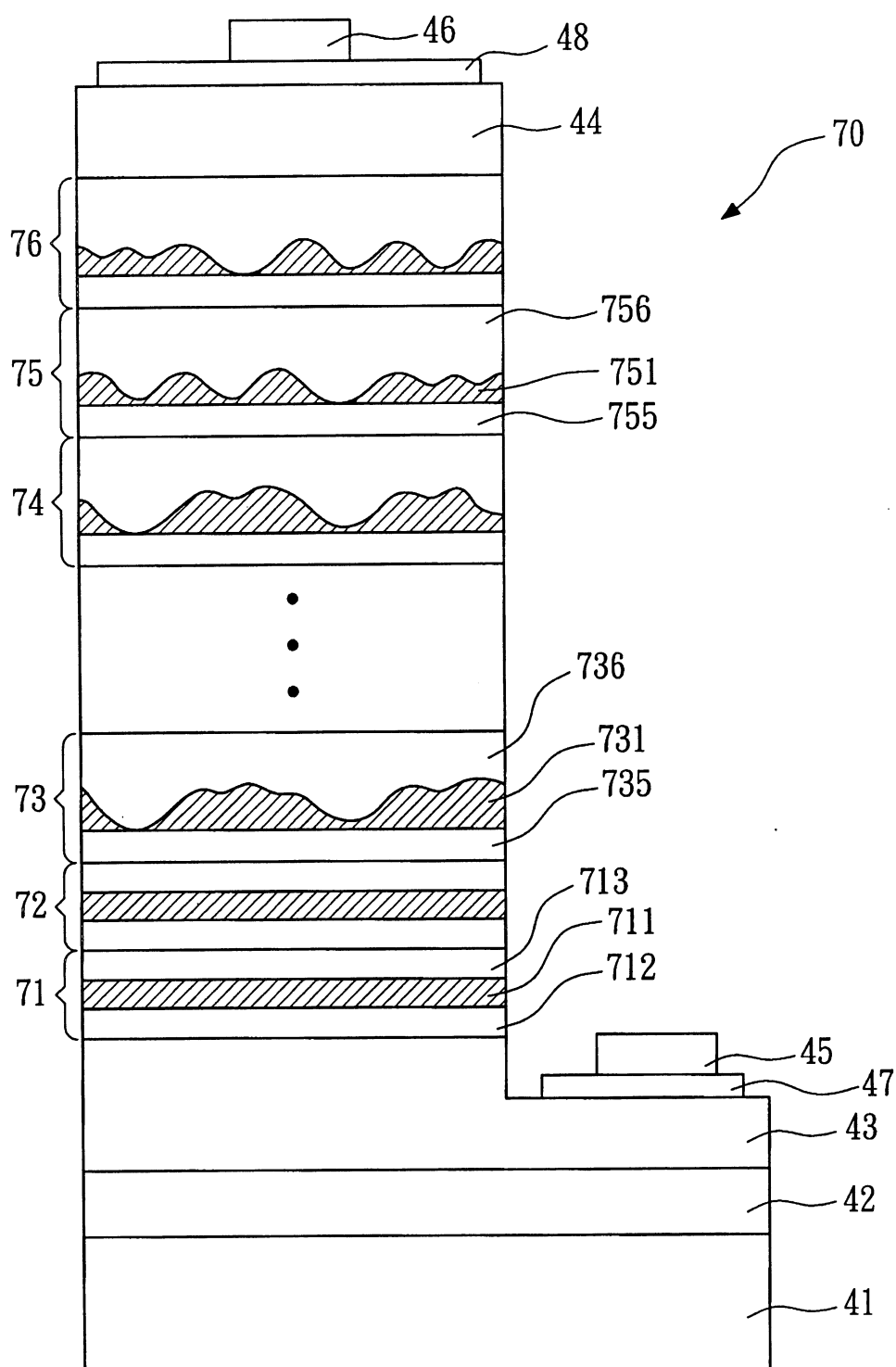


圖 7

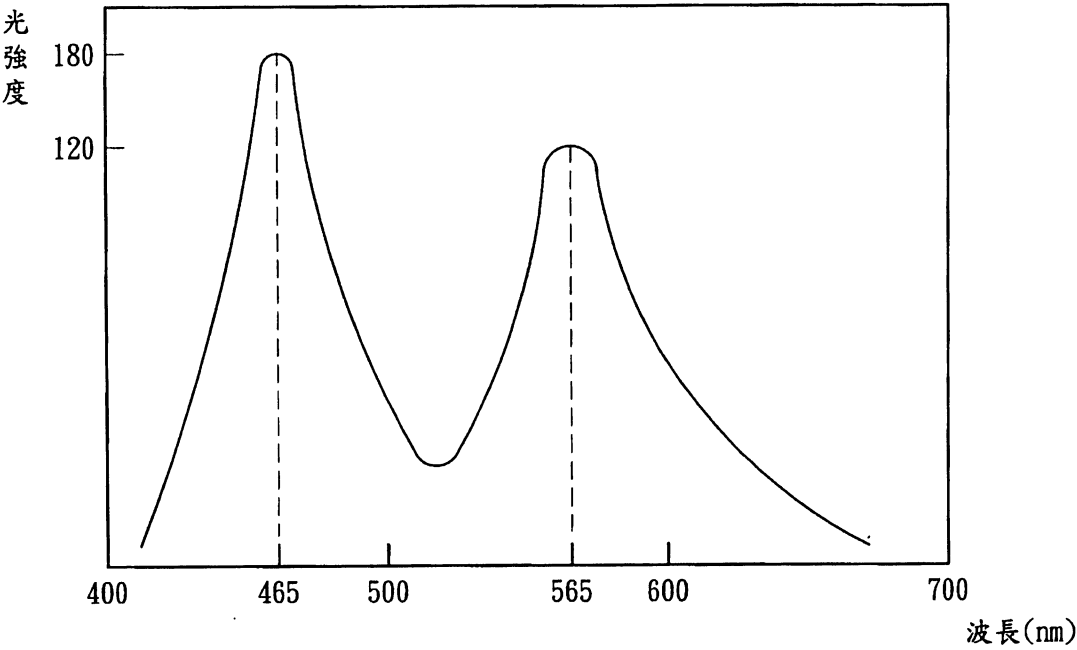


圖 8

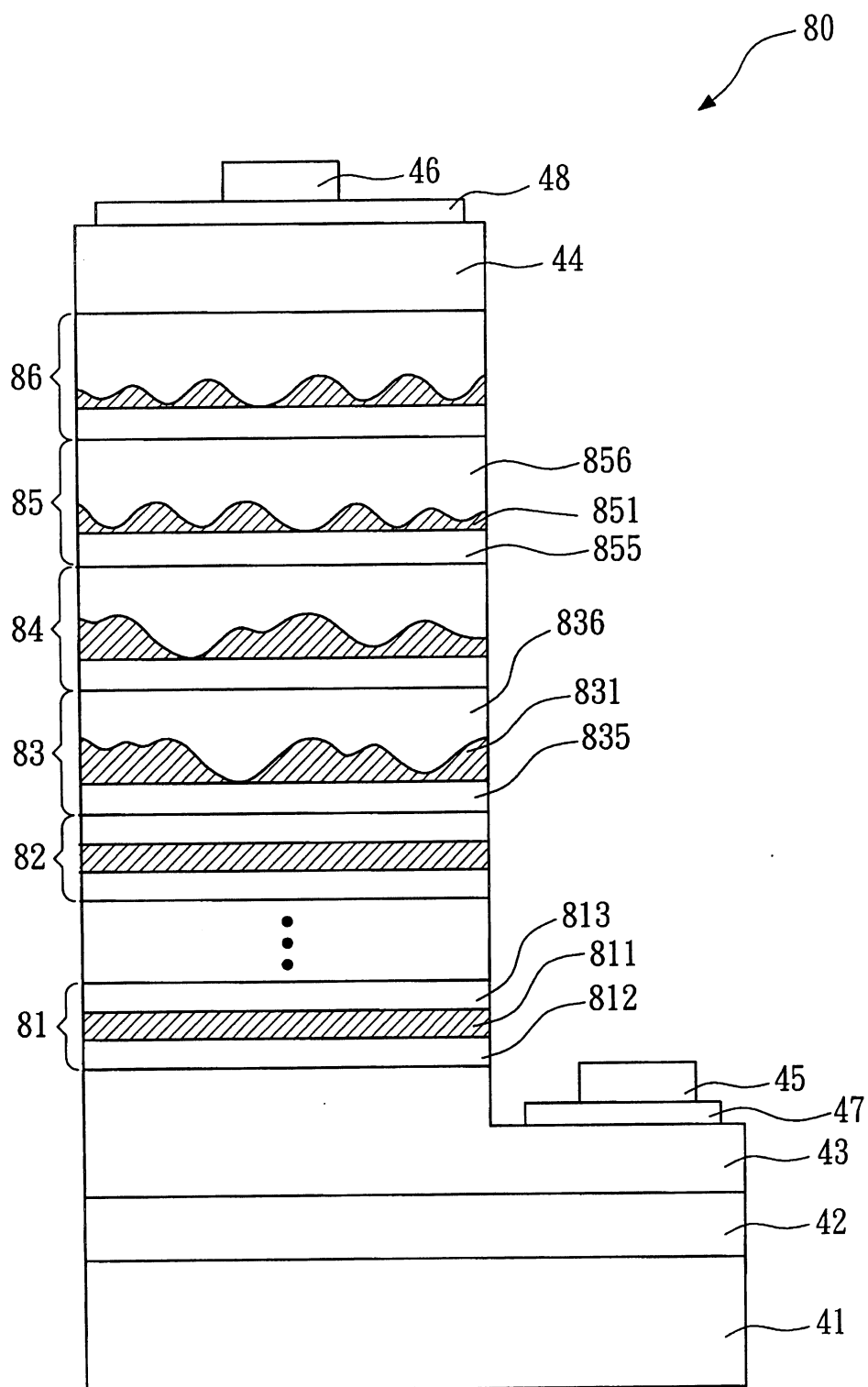


圖 9

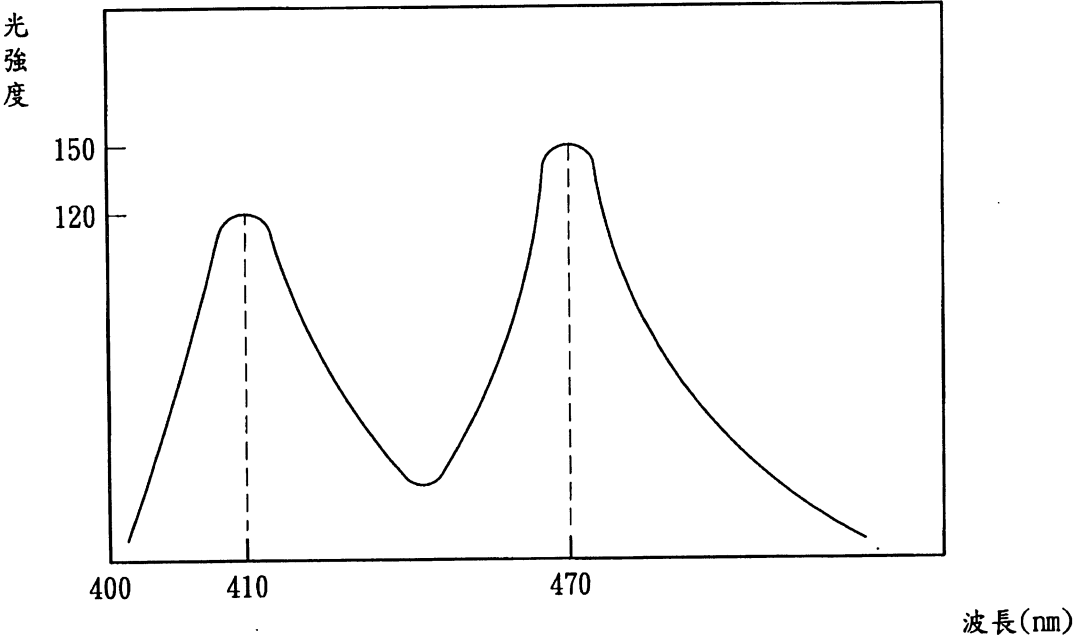


圖 10

七、指定代表圖：

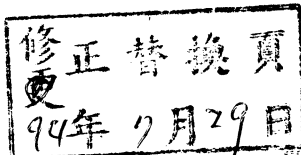
(一)本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

50	第一實施例之發光元件
41	基板
42	緩衝層
43	第一導電性披覆層
44	第二導電性披覆層
45、46	電極
47	第一導電性電極接觸層
48	第二導電性電極接觸層
51、52、53、54、55	多孔性發光層
511	載子侷限層
512、513	山形結構
515、516	阻障層
561、562	山谷形結構

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)



孔形結構，形成該載子侷限層31之複數個山谷形結構之多孔性型態後，再進一步成長該上阻障層包覆該載子侷限層31，該上阻障層係為具較大能障之材料(較該載子侷限層31之能障大)，如氮化鎵(GaN)。

參考圖3所示，其顯示本發明之多孔性發光層30之剖面示意圖。本發明之山谷形結構，其底部與該下阻障層32間之距離須為大於或等於0至小於或等於 20×10^{-10} 公尺之間，亦即，在圖3中之H1、H2、H3、H4、H5、H6、H7必須小於 20×10^{-10} 公尺，則該凹下結構才為本發明之山谷形結構。若該凹下結構底部與該下阻障層32間之距離大於 20×10^{-10} 公尺，例如，在圖3中之H8，則該凹下結構非為本發明之山谷形結構。依據上述限制，決定該等山谷形結構後，每一個山谷形結構沿一方向之徑長通常為 5×10^{-9} 公尺至 1000×10^{-9} 公尺之間，例如，在圖3中之D1、D2、D3、D4、D5、D6及D7等，即為各山谷形結構之徑長。

本發明之多孔性發光層30之密度較佳係為5%至75%之間，該多孔性發光層30之密度係為所有山谷形結構之徑長總和與該多孔性發光層之徑長之比值。例如，在圖3中，所有山谷形結構之徑長總和為 $D1 + D2 + D3 + D4 + D5 + D6 + D7$ 之總和；該多孔性發光層之徑長為L。因此，該多孔性發光層之密度為 $(D1 + D2 + D3 + D4 + D5 + D6 + D7)/L$ 。

以下，參照圖式，說明作為本發明實施例的發光元件。在圖式中，相同或類似部分附記相同或類似的元件符號、名稱。另外，圖式僅為示意圖，圖中之結構尺寸比例可能

94 1) 29

時，不主動摻雜矽(Si)原子。並且，該等多孔性發光層73、74、75、76之結構如圖2及圖3所述，在此不加贅述。

參考圖8所示，該第一波長多孔性發光層73、74係應用於產生第一波長，其為565 nm，且可控制其最大光強度為120。該第二波長多孔性發光層75、76係應用於產生第二波長，其為465 nm，且可控制其最大光強度為180。在該實施例中，該第一波長多孔性發光層73、74之密度為5%；該第二波長多孔性發光層75、76之密度為28%，以得到上述之最大光強度分別為120及180。

若固定該第二波長多孔性發光層75、76之密度為28%，調整該第一波長多孔性發光層73、74之密度為43%，將使得該第一波長與第二波長之最大光強度比值為3(第一波長之光強度為第二波長之光強度三倍)。因此，利用調整該第一波長多孔性發光層73、74之密度，可以調整其最大光強度，並進而可調整第一波長及第二波長之混光比例。

如圖9所示，本發明第四實施例之發光元件80，係在N型導電性披覆層43及P型導電性披覆層44之間，包括四層摻雜矽(Si)雜質之量子井發光層81、82、二層第一波長多孔性發光層83、84等及二層第二波長多孔性發光層85、86。

四層摻雜矽(Si)雜質之量子井發光層81、82等依序形成於該N型導電性披覆層43上。以該量子井發光層81為例說明，該量子井發光層81具有一量子井結構811及二阻障層812及813。

在該摻雜矽(Si)雜質之量子井發光層82之上依序為二層