

三、發明人：(共 6 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 詹姆士 C 金
KIM, JAMES C.
2. 那沙 F 賈德尼
GARDNER, NATHAN F.
3. 邁可 R 卡米司
KRAMES, MICHAEL R.
4. 尤辰 沈
SHEN, YU-CHEN
5. 多麗 A 崔迪爾
TROTIER, TROY A.
6. 強那森 J 威爾 二世
WIERER, JONATHAN J. JR

住居所地址：(中文/英文)

1. 美國加州聖荷西市鳳凰路 3827 號
3827 PHOENIX CT CA 95130 SAN JOSE U.S.A.
2. 美國加州山景市高中大道 900 號
900 HIGH SCHOOL WAY #2127, CA 94041 MOUNTAIN VIEW
U.S.A.
3. 美國加州山景市瑪西街 1558 號
1558 MERCY STREET CA 94041 MOUNTAIN VIEW U.S.A.
4. 美國加州桑尼法市雅司理瑪路 983 號
983 ASILOMAR TERRACE. #5 CA 94086 SUNNYVALE U.S.A.
5. 美國加州聖瓊斯市西迷你特路 1890 號
1890 W. MINISTER COURT SAN JOSE CA 95132 U.S.A.
6. 美國加州費蒙特市帕蒂瑞廣場 664 號
664 PRADERIA CIRCLE CA 94539 FREMONT U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

- 1.-6.均美國 U.S.A.

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. 美國；2003 年 06 月 18 日；10/465,775

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

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】

本發明一般相關於半導體發光裝置並更特定於III-氮化物發光裝置的作用區。

【先前技術】

半導體發光裝置例如發光二極體(LEDs)為目前可量產的最有效率的光源。目前有興趣生產可操作在可見光譜的高亮度材料系統為LEDs族群III-V半導體，特定於鎵，鋁，銦，及氮的二元素，三元素及四元素合金也參考為III-氮化物材料。典型的，III-氮化物層為長出在藍寶石，碳化矽，或氮化鎵基板的磊晶。

III-氮化物裝置的長出通常伴有發光或作用區，其包含由障蔽層分開之多個量子井層。此作用區夾層在p-型態區域及n-型態區域之間。此p-及n-型態區域供應了正與負的電荷載子(電子與電洞)到作用區中的量子井，其正與負電荷載子重新結合以產生光。發光裝置的亮度至少部分由裝置內部的量子效率所決定，其為在此作用區發生多少發光電子電洞之重新結合的指示。

每一量子井層在特定時間內可保有有限數目的電荷載子。半導體層的載子容量取決於有多少材質出現在此層中，因此量子井層越厚，該量子井層可保有更多的載子。然而，在III-氮化物裝置中，此量子井層典型上為InGaN，其結晶品質比其他III-氮化物層的差，因為銦原子的大小較大以及使得量子井發光所需的銦數量。Le-另外的棘手問題

是InGa_N的長出溫度低於Ga_N的，這造成結晶品質的惡化。另外，在InGa_N層中有銦的變動，其限制了發光層的載子容量。壓電場可造成較少的電子及電洞波動函數的重疊，以較少的震盪強度來重新結合。最後，裝置之結晶半導體層中的瑕疵可造成正與負電荷載子的非放射性重新結合，其藉由剝取電荷載子的量子井層減少裝置所產生光的量。因此，為了維持結晶品質以及發光裝置的內部量子效率，此量子井層一般會薄而與量子井層分開的障蔽層通常為比含銦量子井層有較佳結晶品質的厚層。

【發明內容】

根據本發明之具體實例，在此揭示針對III-氮化物發光裝置，例如發光二極體之異質結構設計可增加作用區量子井層中的有效電荷載子數目。在第一具體實例中，發光裝置作用區中的儲存層包含有障蔽層及量子井層。某些具體實例中，此儲存層比障蔽層及量子井層為厚，有比障蔽層較大的銦組成，而有比量子井層較小的銦組成。某些具體實例中，此儲存層鄰近於量子井層並且逐漸變化到"通過漏斗狀"使載子進入到量子井層。

在第二具體實例中，發光裝置的作用區為一超點陣的交錯量子井層及障蔽層。某些具體實例中，障蔽層薄到可讓電荷載子經障蔽層隧通在量子井層間。

【實施方式】

根據本發明具體實例，異質結構設計，其可增加III-氮化物發光裝置，例如發光二極體，作用區量子井層中的有效

電荷載子數目。在此使用之III-氮化物半導體層參考一般公式 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$) 所代表的合成物，其還可包含族群III的元件例如硼及銨而其中某些氮可替換為磷，砷，銻或鉍。

圖1說明根據本發明第一具體實例之發光裝置的橫切面圖。在圖1顯示的裝置，一或多個n-型態的層11為磊晶的沈澱在基板10上。基板10可以是，例如，藍寶石，SiC，GaN或任何其他適合的基板。n-型態層11可以包含，例如，緩衝器層，接觸層，為摻雜的結晶層，以及n-型態層變動的合成比率及摻雜物濃度。作用區18接著形成在n-型態層11。一或多個p-型態層15接著形成在此作用區18上。P-型態層15可以包含，例如，約束層，接觸層，及其他的p-型態層的不同合成比率及摻雜物濃度。其將形成p-型態層15的電極或接觸的一或多個p-金屬層16接著沈澱在p-型態層15上。部分的作用區及p-型態層被移除以暴露出其中一n-型態層11。一或多個n-金屬層17沈澱在此暴露部分的n-型態層11上以便接觸此裝置的n-型態層。

作用區18包含量子井層14，障蔽層13及儲存層12。圖2說明顯示在圖1中裝置的某些層的傳導帶邊緣能量圖範例。如圖2說明的，儲存層有較量子井14大的能量帶隙，以及比障蔽層以及作用區外之裝置層11，15小的能量帶隙。量子井層14及儲存層12可以是InGaN，而障蔽層13可以是 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$)。當InGaN層中銦的數量減少時，此能量帶隙增加，因此儲存層12可以包

含較量子井層 14 少的銦以及較障蔽層 13 多的銦。量子井層 14 可以有範圍從 0%(例如, 當障蔽層為 AlGaIn 時)到大約 30% 之銦合成比率, 並且通常會有範圍在大約 4% 及大約 25% 間的銦合成比率。障蔽層可以有範圍在 0% 及 15% 之間的銦合成比率, 並且通常會有範圍在大約 0% 及大約 5% 間的銦合成比率。儲存層可以是 GaN, InGaIn 或 AlInGaIn。在一具體實例中, 此儲存層為有著範圍在 0% 及大約 25% 之間的銦合成比率的 InGaIn。

障蔽層 13 夠薄到電荷載子可以經障蔽層 13 從儲存層 12 隧通到量子井層 14。障蔽層 13 的厚度可以在大約 5 埃及大約 200 埃之間, 且常常厚度為 20 埃或更少; 量子井層 14 的厚度在大約 5 埃及大約 100 埃之間且常常厚度為大約 25 埃; 而儲存層的厚度可以在 5 埃及大約 500 埃之間, 且常常厚度大於大約 25 埃。儲存層 12 及障蔽層 13 可以摻雜或不摻雜 p- 或 n- 型態的摻雜物。在一具體實例中, 儲存層摻雜 n- 或 p- 型態摻雜物到在大約 $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 及大約 $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 之間的摻雜物濃度。在一具體實例中, 儲存層 12 摻雜了相同傳導型態的摻雜物作為作用區 18 的其他層。

儲存層 12 提供載子在非常接近量子井 14 的儲存, 其可輕易的經由障蔽 13 隧通進入到量子井 14。儲存層 12 將載子送入到量子井層 14 使得一旦載子離開量子井層, 例如經由放射的重新結合, 另一個載子可輕易的從儲存層 12 來取代它的位置。因為儲存層 12 有較量子井層 14 少的銦, 儲存層 12 有較佳的結晶品質, 其可讓儲存層 12 保有載子一段長的衰

減時間。量子井層 14，障蔽層 13 及儲存層 12 的合成比率及厚度可加以選擇以使得

$$\tau_{RV} \gg \tau_{TUN} \gg \tau_W \quad (1)$$

其中 τ_{RV} 載子在儲存層 12 的駐存時間， τ_{TUN} 為載子從儲存層 12 隧通到量子井層 14 所需要的時間，而 τ_W 載子在量子井層 14 中的駐存時間，在載子重新結合以產生光之前。因為在儲存層 12 的駐存時間遠長於在量子井 14 中駐存時間，儲存層 12 可有載子的固定供應來填補量子井 14 中的任何空缺。

經障蔽 13 隧通的機率可藉由選擇儲存 12 與量子井的合成比率及厚度加以最大化，如此儲存 12 及量子井 14 中電荷載子有效狀態的能量位準可接近於相等。當此狀態的能量位準接近於相等，有非常高的機率載子會隧通在儲存 12 及量子井 14 之間。此隧通機率也可以藉由利用在 III-氮化物材質中本質上發生之極性化場的優點而最大化。圖 3 說明顯示在圖 1 中之裝置某些層的傳導帶邊緣能量圖範例，考量出現在 III-氮化物層中的極性化場。此極性化場扭曲能量帶圖使得角落 30 上的儲存層 12 中的傳導帶低於儲存層 12 的其餘部分。類似的，角落 32 上量子井 14 中的傳導帶低於量子井 14 的其餘部分。因為載子將傾向收集在角落 30 中因為此傳導帶低於儲存 12 的其餘部分，載子被"推"向量子井 14。

雖然圖 1 顯示在每一量子井層 14 任一面上的儲存 12，在此作用區中可以使用不同的儲存組態。首先，二或多個量子井層可以夾層在儲存之間。例如，此作用區可加以配置使

得儲存壓在n-型態層上，第一障蔽層壓在儲存上，第一量子井壓在第一障蔽上，第二障蔽壓在第一量子井上，第二量子井壓在第二障蔽上，第三障蔽壓在第二量子井上，接著第二儲存壓在第三障蔽上。其次，儲存可能只用在作用區的中心。作用區的最外層可以是障蔽層或量子井，且不需要是如在圖1所顯示裝置中的儲存層。第三，不同的儲存層可以有不同合成比率及厚度。此儲存層不需要是與在圖1所顯示裝置相同的合成比率及厚度。第四，在作用區中的儲存層不需要對稱的放置。例如，裝置可以有相鄰於作用區某一面之n-型態層的儲存，接著障蔽層或量子井相鄰於作用區另一面上之p-型態層。

圖4說明根據本發明第二具體實例之發光裝置。在圖4顯示的裝置中，量子井層14並未以障蔽層與儲存層12分開。障蔽層13可以如圖4中顯示的將量子井層14彼此分開，或是另一儲存層可分開量子井層14。

圖5-8說明在圖4中顯示之裝置的某些層的傳導帶邊緣能量圖範例。如圖5-8所示，儲存層12可以有逐漸變化的合成比率。如在此使用的，當在說明裝置中之層中的合成比率或摻雜物濃度時的術語"逐漸變化"意指包含以任何方式達成單一步階之合成比率及/或摻雜物濃度以外的任何合成比率及/或摻雜物濃度中的變化結構。在一範例中，在圖7中說明的，逐漸變化的儲存為層的堆疊，每一層有與其相鄰的任一層不同的合成比率及/或摻雜物濃度。如層為可分解的厚度，逐漸變化的區域已知為步階逐漸變化或索引逐

漸變化區域。在個別層厚度接近於零的限制中，逐漸變化的儲存區域已知為連續的逐漸變化區域。構成逐漸變化儲存區域的層可加以配置形成合成比率及/或摻雜物濃度相對於厚度之多種側寫檔，包含，但不限於，線性的逐漸變化，拋物線狀的逐漸變化，以及指數定律的逐漸變化。還有，逐漸變化的儲存區域不限於單一逐漸變化側寫檔，但可包含部分的不同逐漸變化側寫檔以及一或多個部分實質上固定的合成比率及/或摻雜物濃度區域。

如圖5及6中說明的，儲存層12可以線性單調合成的逐漸變化來製造。在圖5所顯示的裝置中，儲存12中的銦合成比率從n-型態層11中銦的百分比，通常是零，逐漸變化到少於量子井層14中的銦合成物之銦合成比率。此銦合成比率接著在量子井層14中增加。如圖6所顯示裝置中的說明，儲存層12中的銦合成比率可以從n-型態層11中銦合成比率連續的逐漸變化到量子井14中的銦合成比率，在逐漸變化的儲存區域12與量子井層14之間沒有銦合成比率的突然步階變化。同樣的，圖6展示了相鄰於n-型態層11的儲存中的逐漸變化不需相同或對稱於相鄰於p-型態層15的儲存的逐漸變化。

在圖7顯示的裝置中，儲存12為連串的層，每一個有不同的銦合成比率。在相鄰於n-型態層11的儲存12，在每一層長出時銦的合成比率增加。銦合成比率的增加或減少在步階逐漸變化的儲存中的每一層並不需是相同的。在圖8顯示的裝置中，儲存12以非線性單調合成比率逐漸變化來

製造。

圖 5-8 中說明以及上述的儲存層逐漸變化設計是從相鄰作用區之 n-型態及 p-型態中的低銦合成比率逐漸變化到相鄰於作用區中量子井層的儲存區域中的高銦合成比率。此逐漸變化係加以選擇來產生"通過漏斗狀"，其導引載子進入到量子井層。另外，緊鄰作用區之逐漸變化的儲存層出現增加可用來保有載子的材質數量，其增加可用在量子井層的載子數目。

圖 9 說明根據本發明第三具體實例的發光裝置。在圖 9 顯示的裝置中，作用區 18 中的此量子井層 14 及障蔽層 13 形成一超點陣。此量子井層及障蔽層可以有與參考圖 1 說明的裝置相同的銦合成比率。在一超點陣中，量子井層的厚度可以在大約 5 埃與大約 50 埃之間而通常的厚度在大約 20 埃及大約 40 埃之間。此障蔽層的厚度可以在大約 5 埃及大約 110 埃之間，並且厚度通常小於 25 埃。障蔽層夠薄到使得載子可以經由作用區 18 的障蔽層 13 隧通在量子井層 14 間。對特定的障蔽厚度，隧通速率取決於量子井的寬度。當量子井的厚度減少，隧通速率增加，因為量子井與障蔽層間的能量位準差異減少。某些具體實例中，作用區中每一量子井的厚度可根據想要的接近量子井之隧通速率加以選擇。圖 9 中說明的超點陣作用區可以與圖 1-8 中說明的儲存層一起使用。例如，圖 9 中顯示的裝置可以合併儲存層在此超點陣的一或兩面上，及/或可合併一或多個儲存層在此超點陣中。

當障蔽薄到足夠讓載子可以在如圖9說明的裝置中的量子井層間隧通，則此量子井層為"連結的"，意指作用區18的動作像單一量子井層，而不是好幾個分離的薄量子井層。這個連結可以提供許多優點。首先，因為載子在量子井層間隧通，載子可以在任一個井中找到，使載子歷經更多作用的材料。這是對傳統有厚障蔽層之作用區的一個改善。結果是，更多的載子可用來在作用區之量子井層中重新結合，其可增加裝置的光輸出。

其次，在超點陣作用區中可以比有厚障蔽層之傳統作用區有較少的限制性不良結果。限制性的不良結果在圖10A-10C中說明，其顯示出薄量子井(圖10A)的傳導帶邊緣能量圖，一厚量子井(圖10B)，及一超點陣作用區(圖10C)。線121說明圖10A所說明之量子井中載子必須佔有的一能量位準。因為圖10A的量子井很薄且載子被限制在小空間中，能量位準121很高。相反的，圖10B的寬量子井中的能量位準122就遠低於圖10A中的能量位準，因為載子在圖10B的寬量子井中的限制較少。圖10C說明在一超點陣作用區中載子必須佔有的能量位準123。可以將超點陣視為其中有數個"支柱"的寬量子井。在這裡載子"駐存在"其中的任一井；因此比薄量子井的更為分散的。障蔽層"支柱"的出現升高有相同作用區寬度之井的能量。能量位準決定從裝置射出光的顏色。因為量子井層的銦合成比率也會影響射出的顏色，藉由使用超點陣作用區降低能量位準可以降低特定射出顏色所需要的銦合成比率。如上述的，當一層中銦的數

量增加，層的結晶品質通常會有不良的影響。差的結晶品質可能降低效率。因此，合併超點陣作用區的裝置可以更有效率，然而量子井裝置未連結的較高銦合成比率可有相同的射出光顏色。

第三，超點陣作用區可以降低極性化場的效應。圖11說明超點陣作用區的能量帶圖。用在超點陣作用區中的薄障蔽層可以藉由允許在空間上的間接重新結合降低極性化場的效應，其可增加作用區所產生光的數量。因為極性化場，其"扭曲"每個量子井底部，載子將傾向在每個量子井層的區域110中集合。因為超點陣作用區中的障蔽層很薄，載子可以跨障蔽層的重新結合，如箭頭114所示。

圖12為封裝的發光裝置的分解圖。一吸熱嵌片100被放在插入鑄模的鉛框106中。此插入鑄模的鉛框106係為，例如，鑄模在提供電氣路徑之金屬框周圍的填充塑膠材料。嵌片100可以包含選項的反射杯102。發光裝置晶粒104，其可以是上述任一種裝置，其經熱傳導次貼附103直接或間接的貼附在到嵌片100上。可以加入一光學鏡片108。

至此本發明以加以詳盡說明，那些熟習此技藝的人可發現，就本發明而言，可在不背離此創新概念的精神下對本發明加以修改。因此本發明之範疇不侷限在此說明及描述的特定具體實例。

【圖式簡單說明】

圖1說明根據本發明第一具體實例的發光裝置。

圖2說明圖1中所說明裝置的層傳導帶邊緣能量之一範

例。

圖3說明圖1中所說明裝置的層傳導帶邊緣能量之一範例，考量極性化場。

圖4說明根據本發明第二具體實例的發光裝置。

圖5-8說明圖1中所說明裝置的層傳導帶邊緣能量之範例。

圖9說明根據本發明第三具體實例之發光裝置。

圖10A-10C說明薄量子井，厚量子井及超點陣作用區的傳導帶邊緣能量之範例。

圖11說明圖9中所說明考量超點陣極性化場的能量帶圖。

圖12為包含封裝之發光裝置的分解圖。

【主要元件符號說明】

10	基板
11	n-型態層
12	儲存層
13	障蔽層
14	量子井層
15	p-型態層
16	p-金屬層
17	n-金屬層
18	作用區
100	吸熱嵌片
102	反射杯
103	次貼附

104	晶粒
106	插入鑄模的鉛框
108	光學鏡
110	區域

五、中文發明摘要：

在此揭示異質結構設計，其可增加III-氮化物發光裝置，例如發光二極體，作用區量子井層中的有效電荷載子數目。在第一具體實例中，儲存層包含有發光裝置作用區中的障蔽層及量子井層。某些具體實例中，儲存層比障蔽層及量子井層為厚，並且有比障蔽層較大的銦合成比率以及比量子井層為小的銦合成比率。某些具體實例中，儲存層是逐漸變化的。在第二具體實例中，發光裝置的作用區為一超點陣的交錯量子井層及障蔽層。某些具體實例中，障蔽層薄到可讓電荷載子經障蔽層隧通在量子井層間。

六、英文發明摘要：

Heterostructure designs are disclosed that may increase the number of charge carriers available in the quantum well layers of the active region of III-nitride light emitting devices such as light emitting diodes. In a first embodiment, a reservoir layer is included with a barrier layer and quantum well layer in the active region of a light emitting device. In some embodiments, the reservoir layer is thicker than the barrier layer and quantum well layer, and has a greater indium composition than the barrier layer and a smaller indium composition than the quantum well layer. In some embodiments, the reservoir layer is graded. In a second embodiment, the active region of a light emitting device is a superlattice of alternating quantum well layers and barrier layers. In some embodiments, the barrier layers are thin such that charge carriers can tunnel between quantum well layers through a barrier layer.

十一、圖式：

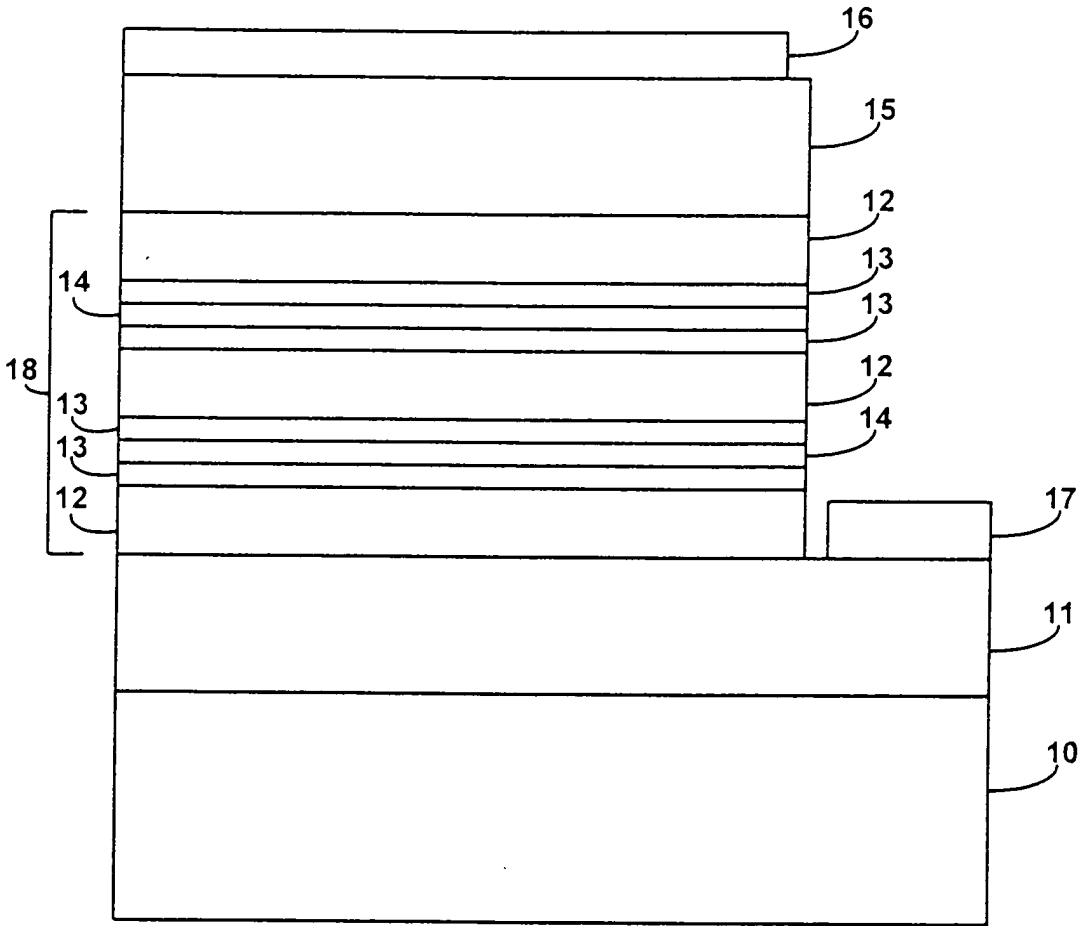
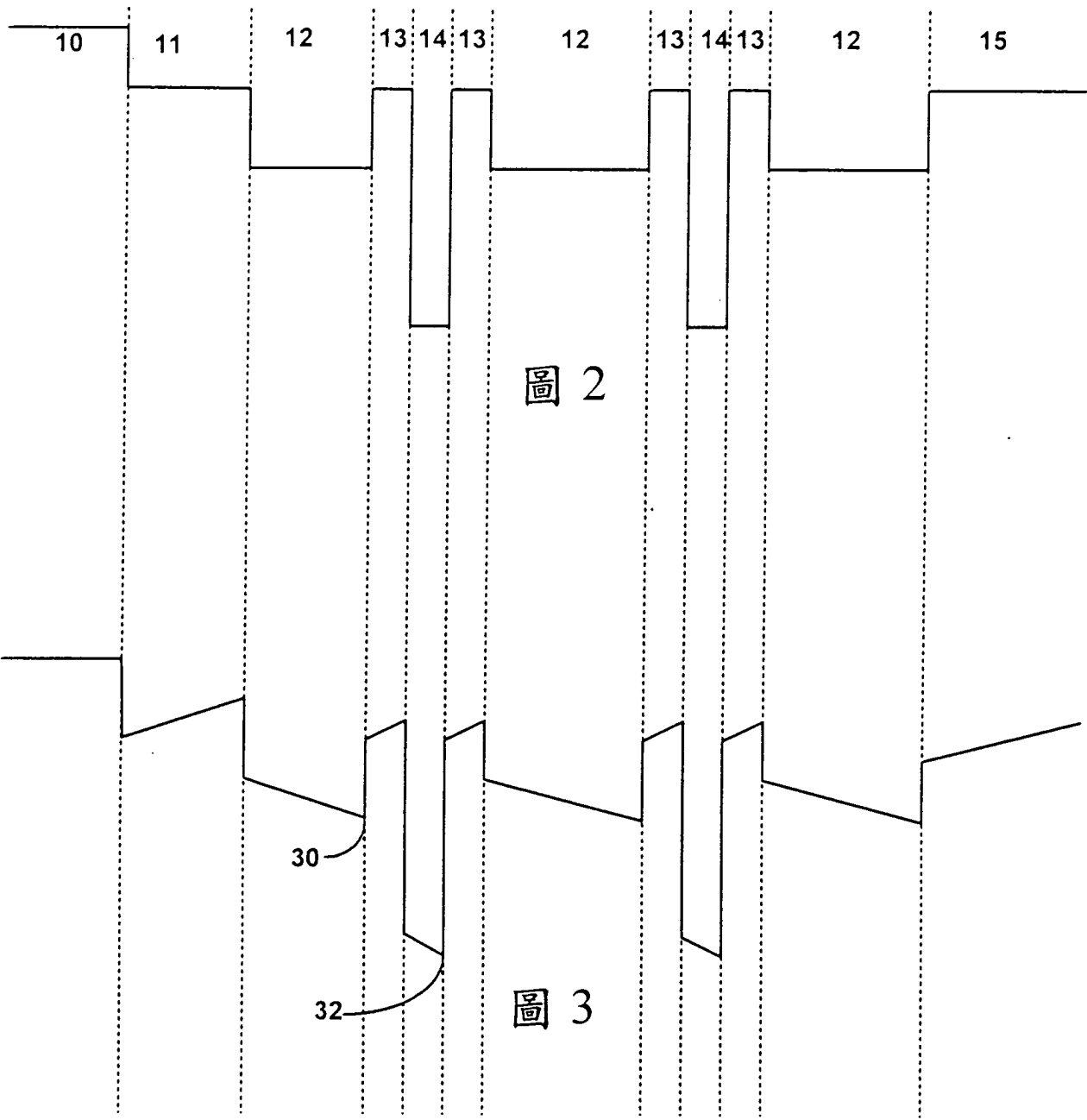


圖 1



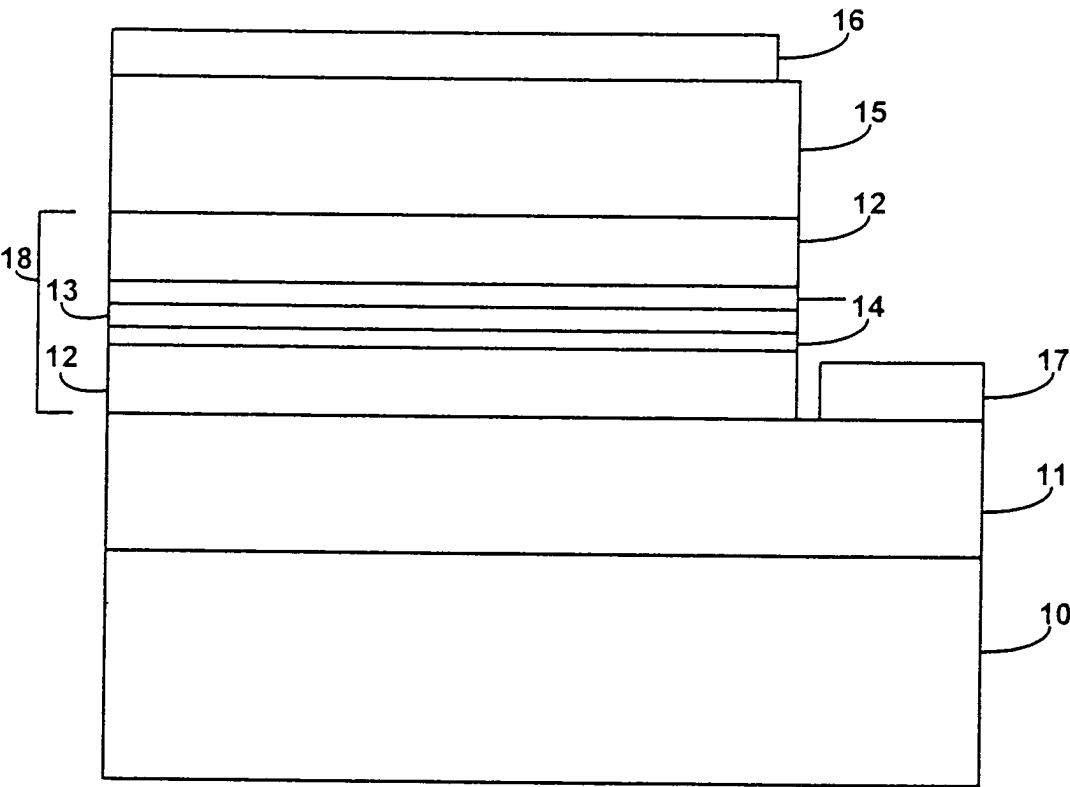
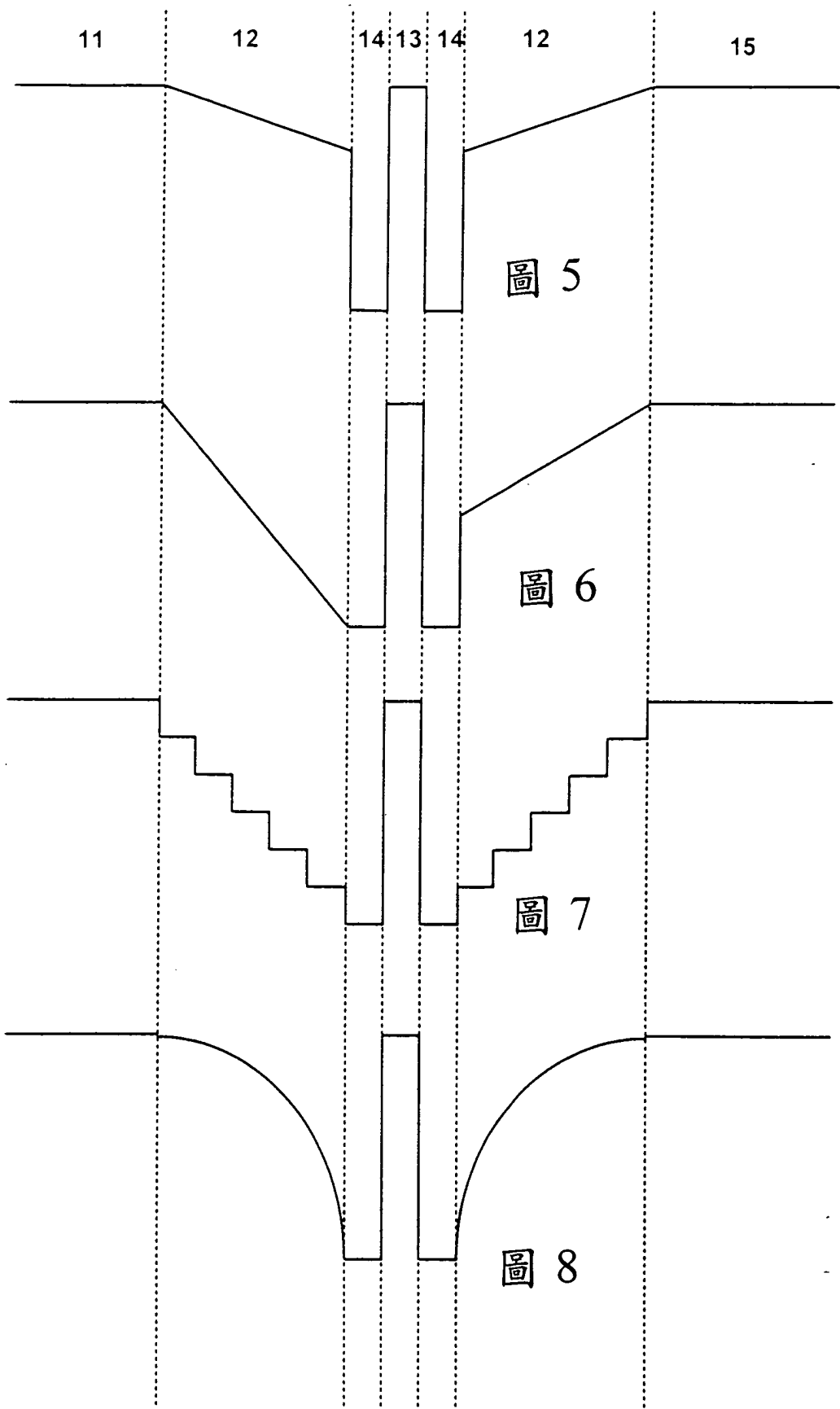


圖 4



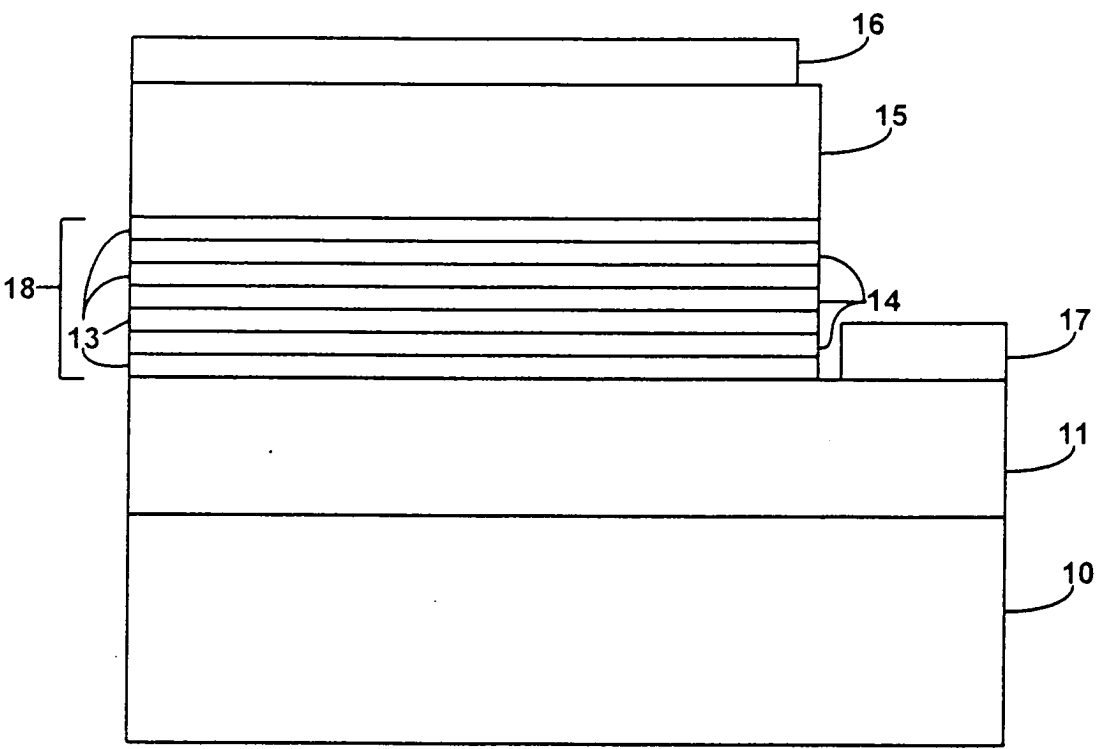


圖 9

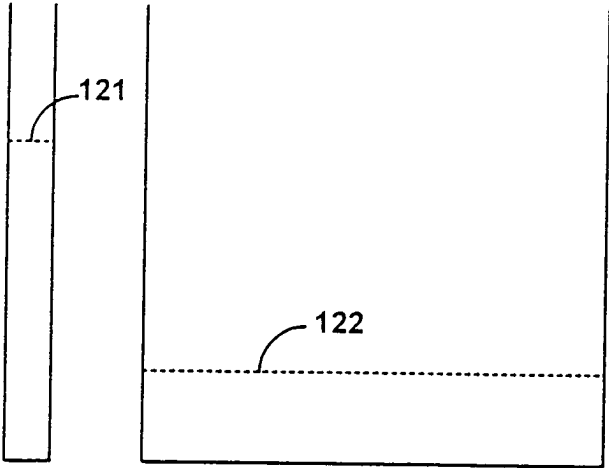


圖 10A

圖 10B

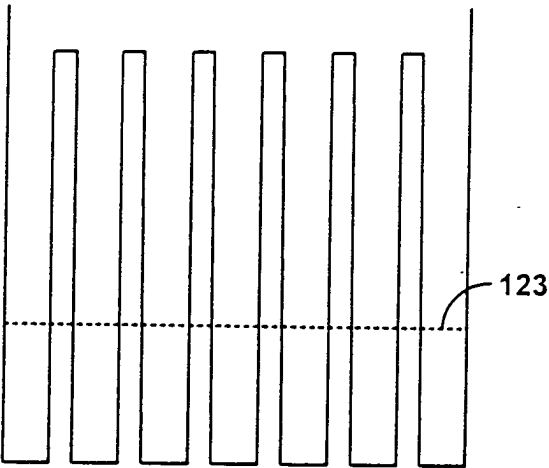


圖 10C

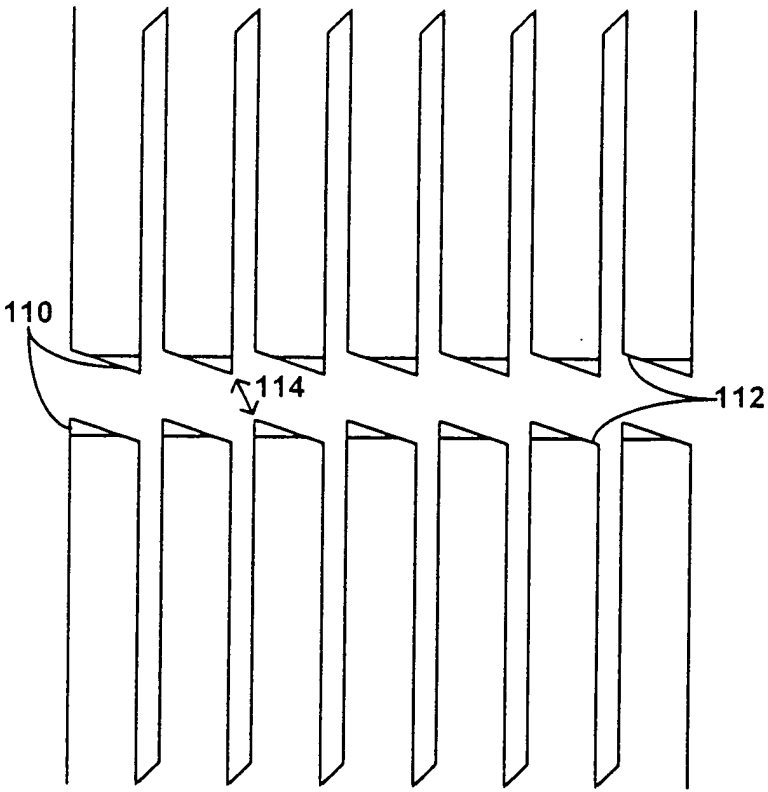


圖 11

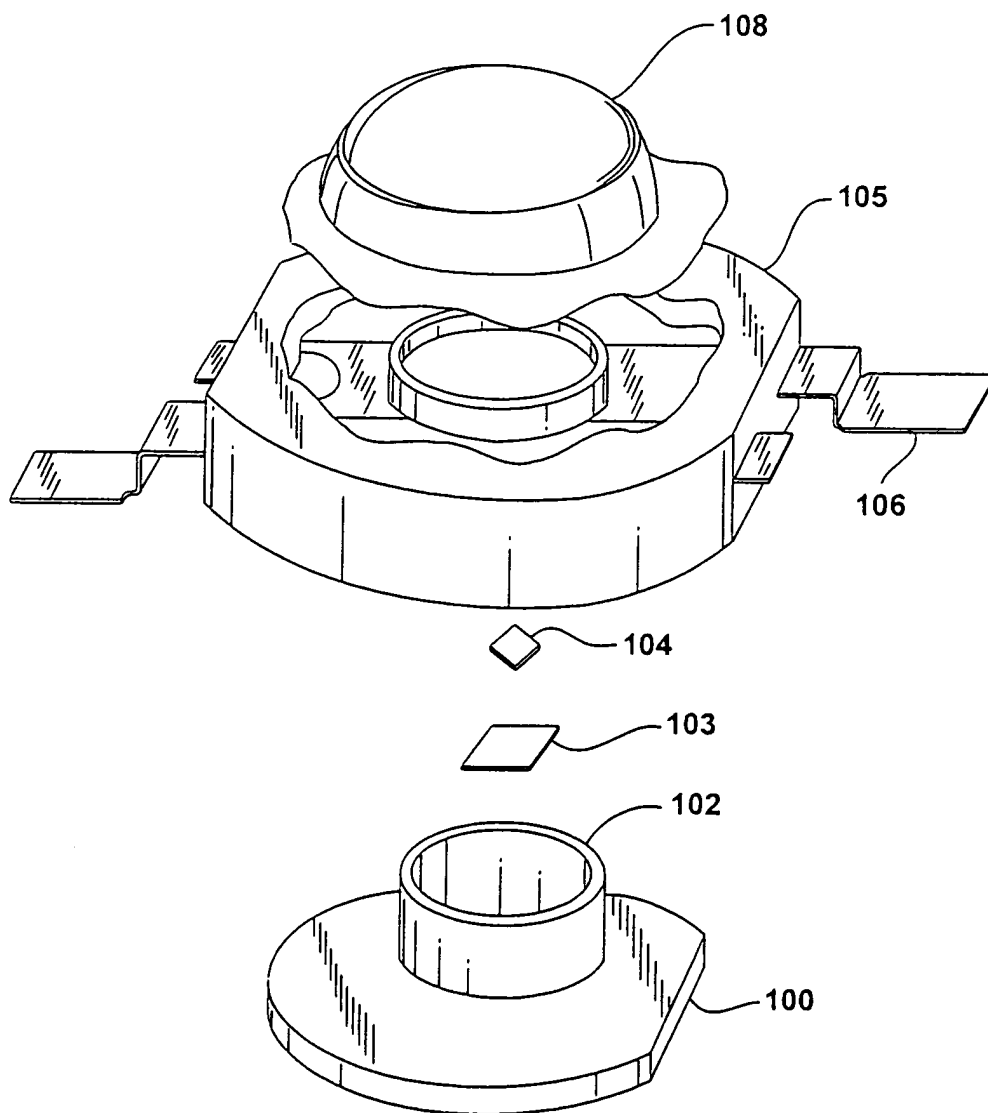


圖 12

七、指定代表圖：

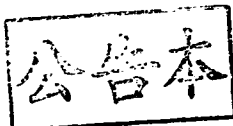
(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	基板
11	n-型態層
12	儲存層
13	障蔽層
14	量子井層
15	p-型態層
16	p-金屬層
17	n-金屬層
18	作用區

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)



發明專利說明書

中文說明書替換頁(95 年 10 月)

(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：093117230

※ 申請日期：93.6.15

※IPC 分類：H01L 33/00 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於 III-氮化物發光裝置之異質結構

HETEROSTRUCTURES FOR III-NITRIDE LIGHT EMITTING
DEVICES

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商飛利浦露明光學公司

PHILIPS LUMILEDS LIGHTING COMPANY, LLC

代表人：(中文/英文)

盧 達杜克

DADOK, LOU

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州山橋市西亭伯路 370 號

370 W. TRIMBLE ROAD, SAN JOSE, CA 95131-1008 U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

十、申請專利範圍：

1. 一種發光裝置，其包含：

一基板；

一壓在該基板上第一傳導性型態的區域；

一壓在該第一傳導性型態區域上的作用區，該作用區包含：

複數個量子井層，每一量子井層包含 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$) 且具有第一能量帶隙；

一障蔽層；以及

一儲存層，配置在該等量子井層之二者間，該儲存層包含 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$)，具有第二能量帶隙，並提供電荷載子到該量子井層；以及

一壓在該作用區上的第二傳導性型態的區域；

其中該第一能量帶隙小於該第二能量帶隙，該儲存層之厚度大於該障蔽層之厚度。

2. 如申請專利範圍第1項的發光裝置，其中：

該障蔽層有一第三能量帶隙；以及

該第三能量帶隙大於該第二能量帶隙。

3. 如申請專利範圍第1項的發光裝置，其中：

該量子井層有第一銦合成比率；

該儲存層有第二銦合成比率；以及

該第一銦合成比率大於該第二銦合成比率。

4. 如申請專利範圍第3項的發光裝置，其中：

- 該障蔽層有第三銦合成比率；以及
 - 該第二銦合成比率大於該第三銦合成比率。
5. 如申請專利範圍第1項的發光裝置，其中：
- 該量子井有第一厚度；
 - 該儲存層有第二厚度；以及
 - 該第二厚度大於該第一厚度。
6. 如申請專利範圍第1項的發光裝置，其中：
- 該障蔽層的厚度在大約5埃及大約50埃之間；
 - 該量子井層的厚度在大約5埃及大約100埃之間；
 - 該儲存層的厚度在大約5埃及大約250埃之間。
7. 如申請專利範圍第1項的發光裝置，其中：
- 該障蔽層為有在大約0%及大約15%之間的銦合成比率的Ga_{1-x}N_x或InGa_{1-x}N_x；
 - 該量子井層為有在大約0%及大約30%之間的銦合成比率的Ga_{1-x}N_x或InGa_{1-x}N_x；
 - 該儲存層為有在大約0%及大約25%之間的銦合成比率的InGa_{1-x}N_x。
8. 如申請專利範圍第1項的發光裝置，其中至少部分儲存層的合成比率為逐漸改變的。
9. 如申請專利範圍第8項的發光裝置，其中的逐漸變化是單調性的。
10. 如申請專利範圍第8項的發光裝置，其中合成比率係以從包含線性，步階變化及拋物線狀之群組選出的側寫檔逐漸變化。

11. 如申請專利範圍第1項的發光裝置，其中該儲存層包含有著固定合成比率的第一部分及有著逐漸變化合成比率的第二部分。
12. 如申請專利範圍第1項的發光裝置，其還包含：
 - 一連接到第一傳導性型態區域的第一接觸；
 - 一連接到第二傳導性型態區域的第二接觸；
 - 一連接到該第一與該第二接觸的次貼附；以及
 - 一壓在該基板上的鏡片。
13. 如申請專利範圍第1項的發光裝置，其中該量子井層，障蔽層及儲存層的每一個有一合成比率及一厚度使得：
 - 該儲存層中電荷載子的駐存時間大於電荷載子從該儲存層隧通到該量子井層所需要的時間；以及
 - 電荷載子從該儲存層隧通到該量子井層所需要的時間大於電荷載子在該量子井層中的駐存時間。
14. 一種形成發光裝置的方法，該方法包含：
 - 提供一第一傳導性型態的區域；
 - 提供一第二傳導性型態的區域；以及
 - 提供一分開該第一傳導性型態的區域與該第二傳導性型態的區域之作用區，其中"提供一作用區"包含：選擇複數個量子井層、障蔽層及儲存層之一合成比率及厚度使得：
 - 該儲存層配置在該等量子井層之二者間，並且該儲存層之厚度大於該障蔽層之厚度；
 - 該儲存層中電荷載子的駐存時間大於電荷載子從該儲

存層隧通到該量子井層所需要的時間；以及

電荷載子從該儲存層隧通到該量子井層所需要的時間
大於電荷載子在該量子井層中的駐存時間。

15. 如申請專利範圍第14項的方法，其中：

該量子井層有第一錒合成比率；

該儲存層有第二錒合成比率；以及

該第一錒合成比率大於該第二錒合成比率。

16. 如申請專利範圍第15項的方法，其中：

該障蔽層有第三錒合成比率；以及

該第二錒合成比率大於該第三錒合成比率。

17. 如申請專利範圍第14項的方法，其中：

該量子井層有一第一厚度；

該儲存層有一第二厚度；以及

該第二厚度大於該第一厚度。

18. 如申請專利範圍第17項的方法，其中：

該障蔽層有一第三厚度；以及

該第一厚度大於該第三厚度。