

參、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 蜜拉 S 米斯拉

MISRA, MIRA S.

2. 育陳 沈

SHEN, YU-CHEN

3. 史蒂芬 A 史達克曼

STOCKMAN, STEPHEN A.

住居所地址：(中文/英文)

1. 美國加州拉斯加托斯市湯馬士道230號

230 THOMAS DRIVE, LOS GATOS, CA 95032, U.S.A.

2. 美國加州聖荷西市 #254阿拉馬達街1322號

1322 THE ALAMEDA, #254, SAN JOSE, CA 95126, U.S.A.

3. 美國加州摩根希爾市拉馬道15500號

15500 LA MAR DRIVE, MORGAN HILL, CA 95037, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

1. 印度 INDIA

2.-3. 均美國 U.S.A.

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項 第一款但書或 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1. 美國；2002年12月20日；60/435,838
2. 美國；2003年07月31日；10/632,720
- 3.
- 4.
- 5.

主張國際優先權（專利法第二十四條）：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國；2002年12月20日；60/435,838
2. 美國；2003年07月31日；10/632,720
- 3.
- 4.
- 5.

主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

先前申請案之參考

該申請案主張2002年12月20日申請之美國臨時申請案第60/435,838號之權利，該案之內容以引用的方式併入本文。

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於具有反射接點之發光裝置。

【先前技術】

諸如發光二極體(LED)之半導體發光裝置為當前可獲取之最有效光源之一。當前用於製造可在整個可見光譜上進行操作之高亮度LED中的吾人所關心的材料系統包括III-V族半導體，尤其為鎵、鋁、銦與氮之二元、三元及四元合金(亦稱為第III族氮化物材料)，與鎵、鋁、銦與磷之二元、三元及四元合金(亦稱為第III族磷化物材料)。通常藉由有機金屬化學氣相沈積(MOCVD)、分子束磊晶法(MBE)或其他磊晶技術來在藍寶石、碳化矽或第III族氮化物基板上磊晶成長第III族氮化物裝置，且在砷化鎵上磊晶成長第III族磷化物裝置。通常將一(或多個)n型層沈積於該基板上，接著將一主動區沈積於該等n型層上，接著將一(或多個)p型層沈積於該主動區上。可顛倒該等層之次序，以使得該等p型層鄰近於基板。在該項技術中需要增加自該裝置提取之光的量的LED結構。

【發明內容】

根據本發明之實施例，一發光裝置包括一第一傳導類型區域、一第二傳導類型區域、一主動區及一電極。主動區

位於第一傳導類型區域與第二傳導類型區域之間，且第二傳導類型區域位於主動區與電極之間。主動區具有小於或等於約 $0.25\lambda_n$ 之總厚度，且具有一位於距離該電極約 $0.6\lambda_n$ 與 $0.75\lambda_n$ 之間處的部分， $\lambda_n = \lambda_{\text{真空}}/n$ ，其中 n 為第二傳導類型區域中之折射率。

在某些實施例中，主動區包括複數個叢集，其中第一叢集之一部分位於距離該電極約 $0.6\lambda_n$ 與 $0.75\lambda_n$ 之間處，且第二叢集之一部分位於距離該電極約 $1.2\lambda_n$ 與 $1.35\lambda_n$ 之間處。

【實施方式】

下文所描述之實例係針對半導體發光裝置。本發明之實施例可應用至有機發光裝置或其他任何適合之覆晶裝置。

圖1展示一根據本發明之實施例的發光裝置。在基板2上形成有包括n型區域3、發光主動區1及p型區域5的半導體層之群。該等半導體層可為(例如)第III族氮化物層、第III族磷化物層、II-VI族化合物層或其他任何適合材料。n型區域3、主動區1及p型區域5中的每一個都可能包括具有相同或不同組合物、厚度及摻雜物濃度之多個層。移除p型區域5及主動區1之一部分以曝露n型區域3之一部分。將一n電極10沈積於n型區域3上且將一p電極4沈積於p型區域5上。p及n電極中至少一電極會高度反射主動區1所發射之光。藉由互連(interconnect) 8來將該裝置物理地安裝於下層支架(submount) 9上，並將其電連接至該下層支架。

圖8展示半導體發光裝置之一替代實施例。在圖8之裝置中，一諸如分佈式Bragg反射器(DBR)之反射表面50將p型區

域5與p電極4分離。

圖10展示根據本發明之實施例的諸如有機發光二極體之薄膜發光裝置。將一磷發光層304夾置於兩個絕緣體303與305之間。藉由金屬層306與透明電極302來接觸該裝置。藉由一玻璃基板(superstrate)301來提取光。在Kristiaan Neyts, "Microcavities for Electroluminescent Devices," 第4章, Electroluminescence II, Gerd Mueller編輯, Semiconductors and Semimetals, 第65卷, 詳細描述了有機發光二極體。

可藉由控制在裝置中發光層相對於反射層之位置, 來改良光提取效率。在圖1之裝置中, 相對於高度反射p電極4來控制主動區1之位置。在圖8之裝置中, 相對於DBR 50來控制主動區1之位置。在圖10之裝置中, 相對於金屬層306來控制磷層304之位置。

參考圖1之裝置, 假定p電極為完全導電金屬, 當主動區之中心與反射p電極之間的距離約為該材料內之光之四分之一波長的奇數倍($(2i+1)\lambda_n/4$, 其中 $i = 0, 1, 2, \dots$)時, 向下及向上行進光之相長干涉(constructive interference)導致形成一種將能量優先發射至逃逸錐(escape cone)(如圖1所示, $\theta \sim 0^\circ$)中的輻射圖案。該增強位於接近於半導體層/基板之法線的方向中, 且不易受返回至半導體層中之總的內部反射影響。或者, 可藉由移動主動區以稍微接近(或遠離)p電極反射器, 來使共振條件之輕微轉調較佳最優化進入逃逸錐之光發射, 且因此最優化自晶片之總的頂面提取。對多數應用中之最大效率而言, 主動區與完全導電金屬p電極之間的

距離應大約為四分之一波長。

為具有非理想金屬接點之裝置中的最大提取進一步重調諧共振條件需視反射自該金屬之光的相移而定。以下描述用於確定一實際反射接點之相移，接著基於此相移來確定主動區相對於接點的最佳位置的方法。雖然以下描述通常使用形成於藍寶石基板上之第III族氮化物裝置的實例，但是熟習此項技術者易瞭解所描述之該等方法亦容易應用於其他材料系統、其他接點金屬及其他生長基板。

自LED發射之光的總量(意即總的積分通量)為自該裝置頂邊(朝向基板)所發射之積分通量加上自該裝置側邊所發射之積分通量。通常利用一由反射表面及具有不同折射率之不同裝置層所建立的波導，來將側邊所發射之光導向該裝置之側邊。波導光通常在其到達裝置側邊之路徑上受到若干次反射，而每次反射將減少其強度。另外，穿過主動區之光可能會被吸收。因此，較佳在第一次穿過時自裝置頂邊提取盡可能多的光，進而有助於減少內部損耗並增加總的積分通量。

覆晶LED在主動區附近具有一"頂部逃逸錐"，以使得照射於LED內部之頂邊上且位於逃逸錐內之光直接自裝置頂邊出來。為節約語言，吾人將該頂部逃逸錐僅稱為"逃逸錐"，進而瞭解最大頂邊發光為一顯著LED效能目標。根據斯涅耳定律(Snell's law)，由包括裝置內之不同層的折射率的若干裝置參數來確定該逃逸錐。照射於逃逸錐外部之頂邊上的光束受到全部內部反射。該受內部反射之光通常自裝置

側邊出來，或在裝置內受到進一步內部反射及強度損耗。因此，一種增強來自LED頂邊之光強度的方法在於，增加照射於逃逸錐內部之頂邊上的通量。

圖2描繪逃逸自圖1所展示之裝置之一部分的光。反射正歐姆接點4與主動區1之間的距離為 d ，且p型區域5位於主動區1與該接點4之間。區域5可包含一個層或可包含多個子層，該等子層具有各不相同之組合物、摻雜特徵及折射率，或具有貫穿該p型區域5之厚度的組合物、電特性及光特性的等級(gradation)。

為更好地瞭解本描述，吾人詳細考慮具有 $Al_xIn_yGa_zN$ 層之第III族氮化物裝置的狀況，其中 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ， $0 \leq z \leq 1$ ，且 $x+y+z=1$ ，該裝置包括一GaN基層3及單個p型層5，基層3與p型層5各具有大體始終一致的折射率。藉由使用利用對由基層材料形成之不同層求和或積分(層 i 之物理厚度)/(層 i 之折射率)而獲得的光程，來直接概括具有非一致折射率(諸如自具有不同材料、光特性等級及其類似物的多個層呈現的折射率)之層。因此，此處所陳述之具有一致折射率的層的實例為展示性且非用於提供限制。

在主動區1中所產生且自LED之頂邊發出的光穿過n型區域3、基板2及密封凝膠7，且在以上各物中均受到折射，如圖2中所描繪的光束8。GaN基層3之折射率 n_1 為2.4。藍寶石基板2之折射率 n_2 為1.8，且典型密封凝膠7之折射率 n_3 為1.5。因此，偏離法線之折射如圖2所描繪，導致了光8自基板2發出，以與法線所成之角度 θ_3 進入密封凝膠7。

當光自其形成位置行進穿過具有較低折射率之連續區域(3、2及7)而進入密封凝膠7時，全部內部反射之可能性在每個介面都會出現。意即，若光束8自較高折射率側邊以太過傾斜角度而撞擊該3-2或2-7介面時，則將沒有光進入密封凝膠7。

將斯涅耳定律應用至圖2，得出 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3$ 。由 $\theta_3 = 90^\circ$ 或 $\sin \theta_1(\text{逃逸}) = (n_3 / n_1)$ 來確定逃逸錐。利用GaN之折射率的以上值，藍寶石及密封凝膠產生 $\theta_1(\text{逃逸}) \approx 38.7^\circ$ 。因此，若入射角度超過約 38.7° 之 $\theta_1(\text{逃逸})$ ，則自 n_1 邊撞擊 n_1 - n_2 介面之光將不會自裝置頂邊發出。

自出現於主動區1中之電子電洞再組合所發射的光，可直接被引入該透明基板，諸如光束6d；或在自歐姆接點4反射後被引入該透明基板，諸如光束6r。主動區1所發射之光的相干長度在GaN中通常大約為 $3 \mu\text{m}$ 。因此，若間隙 d 小於約50%的相干長度(在GaN中 $d \leq 1.5 \mu\text{m}$)，則期望在直接光束(6d)與反射光束(6r)之間出現強大干涉。主動區1與反射接點4之間的距離將影響該干涉圖案。

當反射光6r自反射接點4反射出時，其強度受到損耗，且經歷了相移。為增加自覆晶之光輸出並減少接點4所引起之強度損耗，可使接點4具有高反射率。例如，接點4之反射率可能高於50%，通常高於80%，且在某些實施例中，較佳高於90%。反射光6r之相移視用於反射接點4之金屬或金屬合金的 n 及 k 值而定，因此相移將根據金屬類型而改變。該相移亦影響干涉圖案。對完全導電金屬而言，相移可為

180°。實際裝置上的該等接點通常不是完全導電金屬。

若已確定自反射接點4反射之光的相移，則可按主動區1與反射接點4之間距離的函數來計算自該裝置逃逸之光的干涉圖案。如上所述，自Ga_N/藍寶石/密封凝膠介面逃逸之光的臨界角為~39度，因此僅指向39度內之Ga_N中的光部分可逃逸通過基板2之頂邊。一種用於增加來自該發光裝置的光提取的方式，在於集中該逃逸錐內之光強度。因為對給定接點材料而言，自該主動區出現之干涉圖案由主動區1與反射接點4之間的距離來控制，所以可適當選擇主動區1與反射接點4之間的距離來最大化逃逸錐內之光強度。

來自一單量子井主動區之直接發射光6d的電場由下式給定：

$$\vec{E}_0 = w_0 * \exp(-i\vec{k} * \vec{x}) \quad (1)$$

來自一單量子井主動區之反射光6r的電場由下式給定：

$$\vec{E}_R = w_R * \exp(-i(\vec{k} * \vec{x} + \Phi + \Phi')) \quad (2)$$

其中 w_0 為發射光6d之振幅， w_r 為反射光6r之振幅， k 為方向矢量， x 為位置矢量， Φ 為自反射接點4之反射相移，且 Φ' 為由於光路徑長度差異而引起的相移。

接著由下式給定以角度 θ 之函數表示的裝置中強度：

$$|\vec{E}_{Total}|^2 = (\vec{E}_0 + \vec{E}_R) * (\vec{E}_0 + \vec{E}_R) = w_0^2 + w_R^2 + 2w_0w_R \cos(\Phi + \Phi'). \quad (3)$$

根據方程式(4)(其中 $\lambda_n = \lambda/n$)，由光路徑長度差異而引起的相移 Φ' 視單量子井主動區1與反射接點4之間的距離 d 、角度 θ 、波長 λ 及 n (裝置層之折射率，此裝置層在上述實例中

爲 GaN) 而定：

$$\Phi' = 2\pi \frac{\Delta x}{\lambda_n} = 2\pi \frac{2d \cdot \cos\theta}{\lambda_n} \quad (4)$$

若該金屬已知，則由來自反射接點 4 之反射而引起的相移 Φ ，可由反射接點 4 中之金屬的 n 及 k 值來計算。參看(例如)Max Born及Emil Wolf之"Principles of Optics"(1980)第 628-630 頁，其以引用的方式併入本文中。若反射接點 4 之 n 及 k 值未知，則相移 Φ 可由(例如)以下方法來確定。定位一偵測器來以較小收集錐 ($\theta \sim 6^\circ$) 收集發射穿過垂直於測試裝置之基板的光。製造在主動區 1 與反射接點 4 之間具有變化距離之一系列裝置，該等裝置包括用作反射接點 4 的具有未知相移的材料。若發射光之波長恒定，則該等一系列裝置之提取效率將僅隨主動區 1 與反射接點 4 之間的距離 d 而變化。

根據方程式 3，當 $\Phi + \Phi' = m \cdot \pi$ (m 爲一奇整數) 時提取效率最小，其中， Φ' 是由直接發射光 ϕ_d 與反射光 ϕ_r 之間的光路徑差異而引起的相差。對每個均具有一與反射接點 4 距離不同之單量子井的一系列裝置而言，該偵測器可利用該單量子井主動區 1 與反射接觸 4 之間的距離的函數來量測反射接觸 4 之外部量子效率。利用具有已知相移之第二反射接點 4，可爲主動區與反射接點之間的距離相同的第二組裝置來量測或計算外部量子效率對距離的另一曲線。外部量子效率爲內部量子效率與提取效率之乘積， $EQE = C_{\text{提取}} \cdot IQE$ ，因此可消除晶圓之間在內部量子效率中之差異，並獲得提取效率之比率，第一曲線上之點可除以第二曲線上之點，

使得：

$$EQE_{\text{未知}}/EQE_{\text{已知}}=C_{\text{提取, 未知}}/C_{\text{提取, 已知}} \quad (5)$$

可用方程式(3)來取代 $C_{\text{提取, 未知}}$ 及 $C_{\text{提取, 已知}}$ ，可用兩個裝置之外部量子效率的量測值來取代 $EQE_{\text{未知}}$ 及 $EQE_{\text{已知}}$ ，接著可解出方程式(5)以獲得 $\Phi_{\text{未知金屬}}$ 。因為 d 、 θ 、 λ 、 m 、 $\Phi_{\text{已知金屬}}$ 及反射率已知，所以可計算任何未知反射接點4之 $\Phi_{\text{未知金屬}}$ 。可使用其他方法來確定 Φ 。參看(例如)P. Maaskant等人之"Fabrication of GaN-based Resonant Cavity LEDs"，PHYS. STAT. SOL(2002年2月19號發行)。

若已知由反射所引起之相移 Φ ，則可利用上述方程式3，以距離 d 與角度 θ 的函數來計算強度。圖3以進入矽酮之發射方向相對於該LED之法線的角度 θ_3 (如圖2所界定)的函數，來描繪頂邊遠場(top-side far-field)發射光強度(或通量)的電腦所產生之實例。圖3中之曲線基於在藍寶石基板上所製造之單量子井第III族氮化物裝置，其以矽酮來充當密封凝膠7。自 $d=0.5\lambda_n$ 之圖3曲線a至 $d=1.3\lambda_n$ 之圖3曲線i描述 d 之不同值，其中 λ_n 為分割主動區與反射接點之半導體材料中的光的波長。因為僅通量角度變化有意義，所以通量單位是任意的。輻射圖案視距離 d 、發射光波長及光自LED出來時所經過之材料的有效折射率及其他因素而定。該等輻射圖案隨 d 改變而明顯改變，從而改變位於 38.7° 逃逸錐內之通量。

如圖3所示，輻射圖案的總發射通量最大值可能不出現於發光區域之中心垂直軸線峰值附近。意即，使反射平面與

發光區域隔開以使得通量強度主要垂直指向於該表面(圖3中之0度或"軸上")，此不一定導致總發射通量最大值。圖3中之曲線"f"提供發射輻射之明顯軸上峰值，但相當多地減少了總發射通量。因此，使發光區域與反射器隔開以最大化軸上發光強度，此可能係用於獲得最大LED總通量的次優方法。

圖3中之曲線可被整合並添加至自該裝置側邊發射之光，以形成圖4之曲線。圖4以主動區1與反射接點4之間的距離除以 λ_n 的函數，來為4個裝置展示1 mm×1 mm覆晶之總通量之提取效率的電腦所產生曲線。圖4中之曲線a表示一第III族氮化物單量子井裝置的結果，該裝置具有一藍寶石基板、一矽酮密封凝膠及具有銀/鎳接點之反射接點。圖4展示第二及第三最大值。提取效率之第二最大值出現於約 $0.6\lambda_n$ 與約 $0.75\lambda_n$ 之間處，且提取效率之第三最大值出現於約 $1.2\lambda_n$ 與約 $1.35\lambda_n$ 之間處。因此，對具有一(薄Ni)/Ag接點之第III族氮化物裝置中的最大提取效率而言，單量子井主動區1之中心應位於距離反射接點4約 $0.5\lambda_n$ 與約 $0.8\lambda_n$ 之間，或約 $1.1\lambda_n$ 與約 $1.4\lambda_n$ 之間。

在提取效率對距離之曲線中的最大值位置可隨光的波長改變而移動。該光的波長會影響由自金屬之反射引起的相移 Φ 。若可由已知之n及k值來計算 Φ ，則該計算將考慮波長。若按上述方式來計算 Φ ，則必須量測一特定波長之 Φ 以確保適當選擇主動區與反射接點之間的距離。下面的表列出單第III族氮化物量子井與Ni/Ag接點之間の間隔範圍d，

其對應於3種不同波長裝置的提取效率對d之曲線中的第二、第三及第四最大值。

	450 nm裝置	505 nm裝置	530 nm裝置
n=2.4	d/λ_n	d/λ_n	d/λ_n
最佳	0.5-0.8	0.53-0.83	0.55-0.85
較佳	0.6-0.7	0.63-0.73	0.65-0.75
最佳	1.05-1.35	1.08-1.38	1.1-1.4
較佳	1.15-1.25	1.18-1.28	1.2-1.3
最佳	1.6-1.9	1.63-1.93	1.65-1.95
較佳	1.65-1.75	1.68-1.78	1.7-1.8

第一最大值通常在約 $0.1\lambda_n$ 與約 $0.3\lambda_n$ 之間。

雖然以上實例針對一具有鎳/銀接點、矽酮密封凝膠及藍寶石基板之第III族氮化物裝置，但是熟習此項技術者應瞭解可將選擇主動區與反射接點之間間隔的方法，應用至包括(但不限於)第III族磷化物、第III族砷化物及第II-VI族化合物之其他材料系統、其他接點材料、其他密封材料及其他基板。例如，具有純銀接點之450 nm第III族氮化物裝置具有一在約 $0.65\lambda_n$ 與約 $0.75\lambda_n$ 之間的提取效率第二最大值、在約 $1.15\lambda_n$ 與約 $1.38\lambda_n$ 之間的提取效率第三最大值及在約 $1.73\lambda_n$ 與約 $1.85\lambda_n$ 之間的提取效率第四最大值。具有金接點之625 nm第III族磷化物裝置($n=3.4$)具有一在約 $0.1\lambda_n$ 與約 $0.3\lambda_n$ 之間的提取效率第一最大值、在約 $0.6\lambda_n$ 與約 $0.75\lambda_n$ 之間的提取效率第二最大值、在約 $1.1\lambda_n$ 與約 $1.25\lambda_n$ 之間的

提取效率第三最大值、在約 $1.6\lambda_n$ 與約 $1.8\lambda_n$ 之間的提取效率第四最大值及在約 $2.18\lambda_n$ 與約 $2.28\lambda_n$ 之間的提取效率第五最大值。

圖5展示一種用於確定主動區與反射接點之間間隔的方法。首先，在階段202中，利用半導體材料、基板及密封材料或空氣(若未使用密封材料)之折射率來計算逃逸錐。在階段204中，如上所述，接著計算或量測由光路徑長度而引起之相移及由反射而引起之相移。由光路徑長度而引起之相移及由反射而引起之相移視反射接點中所使用之材料及光的波長而定。在階段206中，利用階段204中所確定之相移，來為主動區與反射接點之間的不同間隔計算輻射圖案，以產生諸如圖3之曲線圖。該輻射圖案視光的波長而定。在階段208中，以主動區與反射接點之間的距離 d 的函數來計算提取效率。該提取效率視階段206中所計算之輻射圖案及階段202中所計算之逃逸錐而定。在圖4中展示以 d 之函數表示的提取效率之實例。在階段210中識別以 d 之函數表示的提取效率曲線中的最大值，此確定輸出最多光時的主動區與反射接點之間間隔。在於2002年5月29號申請、標題為"Selective Placement Of Quantum Wells In Flipchip Light Emitting Diodes For Improved Light Extraction"的美國申請案第10/158,360號中，更詳細地描述圖5所展示之方法，此專利案以引用的方式併入本文中。

圖5所描述之方法可用來確定第III族磷化物裝置之反射接點與主動區之間間隔，其中該等裝置層為 $Al_xIn_yGa_zP$ ，

其中 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$, 且 $x+y+z=1$ 。第 III 族磷化物裝置通常具有鄰近於主動區之 AlInP 層及一鄰近於反射接點之 GaInP 接觸層。選擇反射接點來與 GaInP 形成歐姆接觸。合適反射接點材料之實例為 Al、Ag 及 Au。可使反射接點金屬與 GaInP 形成合金，此可能會減少該接點之反射率。可使用一兩部分 (two-part) 接點來緩解歐姆特性與反射特性之間的權衡 (trade-off)。為形成一兩部分接點，首先將一合適歐姆金屬層沈積至 GaInP 並與其形成合金。接著，將該金屬蝕刻成精細線之圖案，藉此顯示該 GaInP 之大部分表面區域，而該等精細線可用於將電流導入該裝置。接著化學蝕刻掉 GaInP 之受曝露區域，以顯示下面的 AlInP 覆蓋層，進而自光路徑消除吸收性 GaInP 之大部分。最終，將根據其光學特性而不考慮該接點對 AlInP 之電阻率所選擇之合適反射器，沈積於該第一金屬之精細線及受曝露之 AlInP 兩者上。以此方式，藉由第一金屬將電流導入該裝置，且高度反射的第二金屬充當鏡面。

圖 4A 之曲線表示單量子井主動區之資料。然而，此處所描述之方法不限於單量子井裝置，其亦可與多量子井 (MQW) 主動區結合使用。例如，MQW 主動區之亮度中心及/或物理中心可位於對應於頂邊通量提取效率之適當曲線中之最大值的間隔處，其中以主動區與反射接點之間的距離的函數來表示該提取效率。在圖 6A 與 6B 中展示該實施例。圖 6A 所展示之主動區具有由一阻擋層 17 所隔離之兩個量子井層 15。如圖 6B 所示，阻擋層 17 之中心 (即主動區 1 之中心) 位於

圖4之曲線b的第一峰值處，該曲線對應於一雙量子井主動區。曲線b之第一峰值對應於提取效率對主動區中心與p電極之間的距離的曲線中的第二最大值，且位於約 $0.67\lambda_n$ 之距離處。

可藉由設計主動區及主動區與反射電極之間的層來改良一裝置之提取效率，以使得該等量子井中的每一個，都與提取效率對自反射電極之距離的曲線上的最大值盡可能鄰近。圖6A、6B、7A及7B展示如此設計之裝置的實例。

圖6A及6B所展示之裝置可為(例如)發射波長在UV至綠色光範圍內的光的第III族氮化物裝置。量子井15中的每一個可具有在約10埃至約60埃範圍內之厚度，通常具有在約15埃至約40埃範圍內之厚度，且較佳具有約30埃之厚度。量子井15之組合物視待由該裝置發射之光的顏色而定。量子井15中的每一個不必具有相同厚度及組合物。阻擋層17可具有在約50埃至約200埃範圍內之厚度，且通常具有約85埃之厚度。一較短波長裝置中的阻擋層可比一較長波長裝置中的阻擋層薄。P型區域可包含(以自主動區至p電極之次序列出)一AlGa_N限制層5a、一第一Ga_N層5b及一第二Ga_N接觸層5c。在某些實施例中，限制層5a可具有100埃與1000埃之間的厚度，且通常具有約100埃與約400埃之間的厚度；第一Ga_N層5b可具有約100埃與約1000埃之間的厚度，且通常具有約400埃與約900埃之間的厚度；且第二Ga_N接觸層5c可具有約50埃與約500埃之間的厚度，且通常具有約50埃與約250埃之間的厚度。圖6A及6B所展示之裝置中的

反射p電極可為(例如)具有夾置於GaN接觸層5c與厚Ag層之間的薄Ni層的多層電極。

在圖6A及6B所展示之實施例中，整個主動區位於提取效率對主動區與p電極之間的距離的曲線中的峰值周圍。雖然主動區位於對應於圖6B中提取效率對距離的曲線上的第二最大值的距離處，但是主動區之位置可對應於第三或更高局部最大值。因為將主動區放置在第一最大值處可導致形成過薄之p型區域，所以主動區通常不接近於第一最大值。因為放置於第四及更高最大值處可導致形成過厚之p型區域及提取效率降低，所以通常不使用第四及更高最大值。通常在比量子井高之溫度下製造該p型區域，因此製造一較厚p型區域可導致危害量子井之製造條件。另外，超過第四局部最大值之提取效率明顯低於第二、第三及第四局部最大值之提取效率更。

雖然在圖6A中展示兩個量子井，但是只要距離該峰值最遠之主動區之一部分合理地接近於峰值，就可使用更多或更少量子井。在具有由兩個阻擋層所隔離之3個量子井的裝置中，中間量子井之中心最佳位於距離p電極一定距離處，該距離對應於提取效率對距離之曲線上的峰值。在圖6A及6B所展示之實施例中，主動區之總厚度受限制，以使得全部主動區鄰近於提取效率對主動區與p電極之間的距離的曲線上的峰值。例如，可選擇主動區之總厚度，以使得主動區可不大於 $0.35\lambda_n$ 並通常不大於 $0.15\lambda_n$ ，且通常在峰值之任一邊上不延伸超過 $0.05\lambda_n$ 。圖4中之4條曲線證明隨著主動

區變得更緊密，總提取效率也將改良。圖4展示如下4個裝置之提取效率：單量子井裝置(曲線a)、具有薄阻擋層之雙量子井裝置(曲線b)、具有厚阻擋層之雙量子井裝置(曲線c)及四量子井裝置。在圖4所展示之第一峰值中，若假定該等量子井中之載劑填充一致，則具有最緊密主動區之裝置(該單量子井裝置)具有最高提取效率，而具有最厚主動區之裝置(該四量子井裝置)具有最低提取效率。

在具有少數(例如1-3)量子井之實施例中，吾人期望主動區之亮度中心即為主動區之物理中心。在具有由不同組合物或厚度形成之量子井或多於3個量子井的主動區中，該亮度中心可不為主動區之物理中心。在該等裝置中，主動區之亮度中心可位於提取效率對距離之曲線上的峰值處。

在某些實施例中，主動區中之量子井可叢集在提取效率對距離之曲線上的峰值周圍，而薄阻擋層隔離每個叢集中之量子井，且厚阻擋層隔離該等叢集。每個叢集之亮度中心可位於一對應於頂邊通量之提取效率的合適曲線上的最大值的間隔處，而以主動區與反射接點之間的距離的函數來表示該提取效率。圖7A及7B展示該種裝置。圖7A所展示之裝置具有量子井之兩個叢集，每一叢集具有兩個量子井。第一叢集包括由阻擋層17a隔離之兩個量子井15a，而該阻擋層之中心位於圖4所展示之第一峰值(第二局部最大值)處。第二叢集包括由阻擋層17b隔離之兩個量子井15b，而該阻擋層之中心位於圖4所展示之第二峰值(第三局部最大值)處。該等兩個叢集由一厚阻擋層17c來隔離。該等叢

集具有多於兩個或少於兩個之量子井，且不必具有相同數量之量子井。

圖9係一已封裝發光裝置之分解圖。一散熱環100位於一插入模製引線框106內。該插入模製引線框106為(例如)繞提供電路徑之金屬框而模製的填充塑膠材料。環100可包括一可選反射杯102。或者，環100可提供一無反射杯之基座。經由一熱傳導下層支架103，來將發光裝置模104直接或間接安裝至環100，此發光裝置模104可為上述裝置中的任何一種。可添加一光學透鏡108。

由於已詳細描述本發明，熟習此項技術者將瞭解對本揭示案而言，可對本發明進行修改而不偏離此處所描述之本發明概念之精神。例如，本發明不限於該等實例中所描述之接點材料及半導體材料。特定言之，雖然該等實例中的許多係針對具有銀接點之第III族氮化物覆晶裝置，本發明亦可應用於其他反射接點及其他材料系統，諸如第III族磷化物、第III族砷化物及第II-VI族材料。因此，吾人不欲將本發明之範圍限制於所展示並描述之特定實施例。

【圖式簡單說明】

圖1展示一根據本發明之實施例的發光裝置。

圖2展示覆蓋有密封凝膠之圖1之發光裝置的一部分。

圖3展示自第III族氮化物單量子井銀/鎳接點發光裝置所發射之光通量的角度分佈，而該等發光裝置具有將主動區與反射接點分離之不同量的材料。該等裝置被製造於藍寶石基板上，且以矽酮密封凝膠封裝。將主動區與反射接點

分離之材料的量用波長 λ_n 來表示。

圖4展示若干裝置的以主動區與反射接點之間間隔的函數表示的頂光提取效率。

圖5展示一種確定一發光裝置之主動區與反射接點之間間隔的方法。

圖6A展示圖1之主動區1之一實施例。圖6B展示圖6A所展示之裝置層的位置。

圖7A展示圖1之主動區1之一替代實施例。圖7B展示圖7A所展示之裝置層的位置。

圖8展示發光裝置之一替代實施例。

圖9係一已封裝發光裝置之分解圖。

圖10展示根據本發明之實施例的薄膜電致發光裝置。

【圖式代表符號說明】

1	主動區
2	基板
3	n型區域
4	p電極
5	p型區域
5a	AlGaIn限制層
5b	第一GaIn層
5c	第二GaIn接觸層
6d	直接光束
6r	反射光束
7	密封凝膠

8	互連
9	下層支架
10	n電極
15	量子井層
15a、15b	量子井
17	阻擋層
50	反射表面
100	散熱環
102	反射杯
103	熱傳導下層支架
104	發光裝置模
106	插入模製引線框
108	光學透鏡
202、204、206、208、210	階段
301	玻璃基板
302	透明電極
303、305	絕緣體
304	磷發光層
306	金屬層
n	折射率
θ	角度

伍、中文發明摘要：

一種發光裝置包括一第一傳導類型區域、一第二傳導類型區域、一主動區及一電極。主動區位於第一傳導類型區域與第二傳導類型區域之間，且第二傳導類型區域位於主動區與電極之間。主動區具有小於或等於約 $0.25\lambda_n$ 之總厚度，且具有一位於距離電極約 $0.6\lambda_n$ 與 $0.75\lambda_n$ 之間處的部分，其中 λ_n 為主動區所發射的光在第二傳導類型區域中之波長。在某些實施例中，主動區包括複數個叢集，其中第一叢集之一部分位於距離該電極約 $0.6\lambda_n$ 與 $0.75\lambda_n$ 之間處，且第二叢集之一部分位於距離該電極約 $1.2\lambda_n$ 與 $1.35\lambda_n$ 之間處。

陸、英文發明摘要：

A light emitting device includes a region of first conductivity type, a region of second conductivity type, an active region, and an electrode. The active region is disposed between the region of first conductivity type and the region of second conductivity type and the region of second conductivity type is disposed between the active region and the electrode. The active region has a total thickness less than or equal to about $0.25\lambda_n$ and has a portion located between about $0.6\lambda_n$ and $0.75\lambda_n$ from the electrode, where λ_n is the wavelength of light emitted by the active region in the region of second conductivity type. In some embodiments, the active region includes a plurality of clusters, with a portion of a first cluster located between about $0.6\lambda_n$ and $0.75\lambda_n$ from the electrode and a portion of a second cluster located between about $1.2\lambda_n$ and $1.35\lambda_n$ from the electrode.

拾壹、圖式：

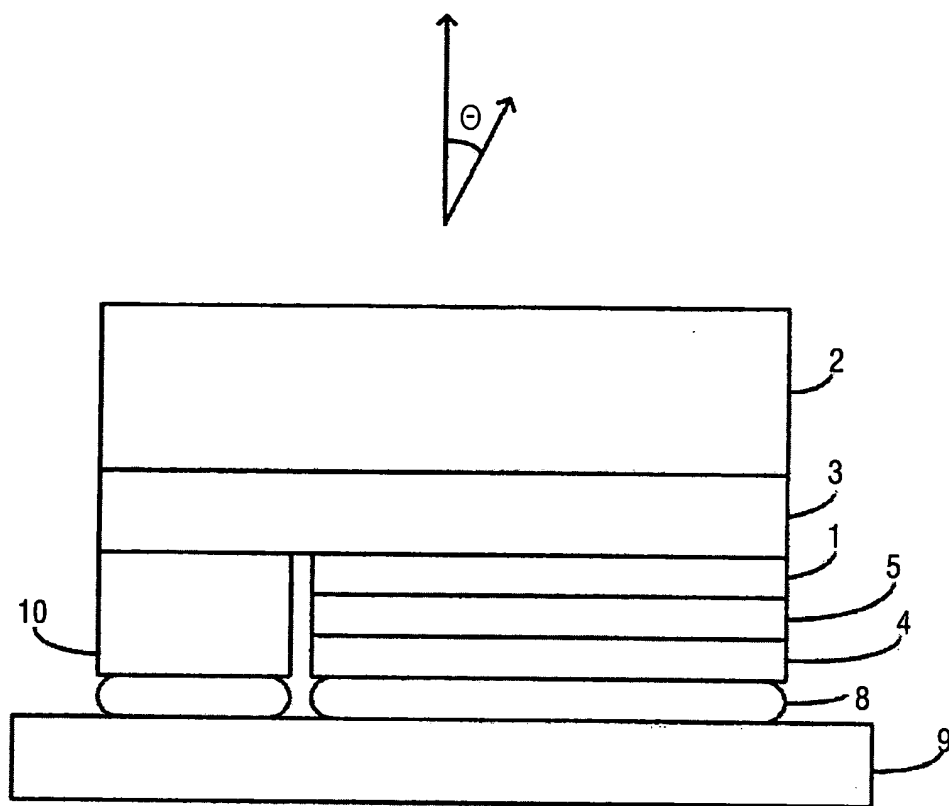


圖 1

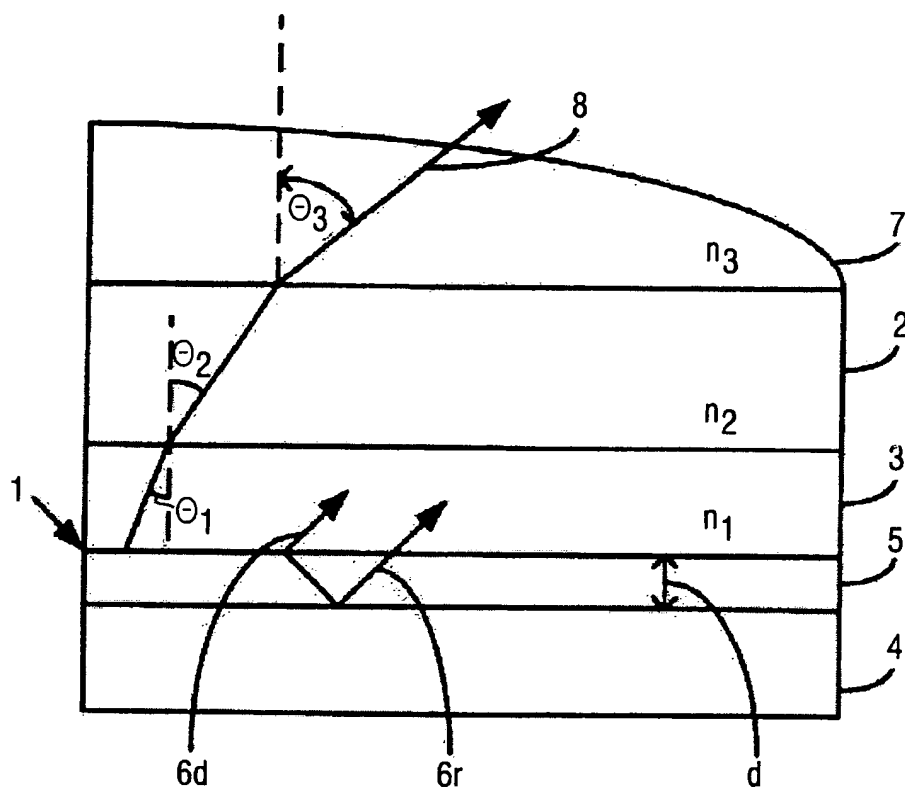


圖 2

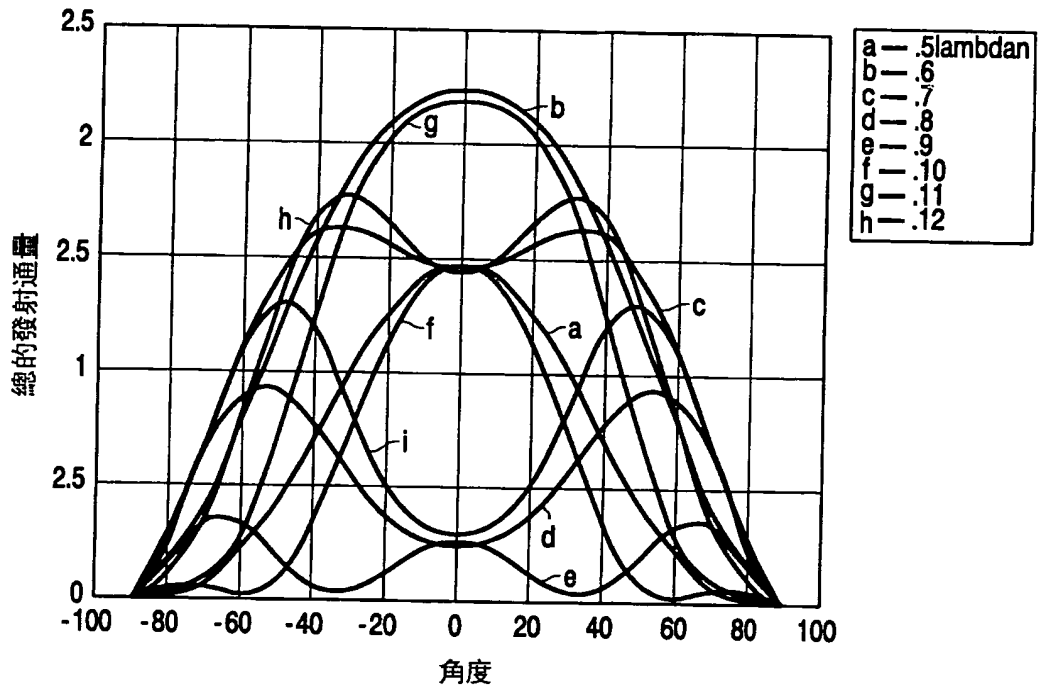


圖 3

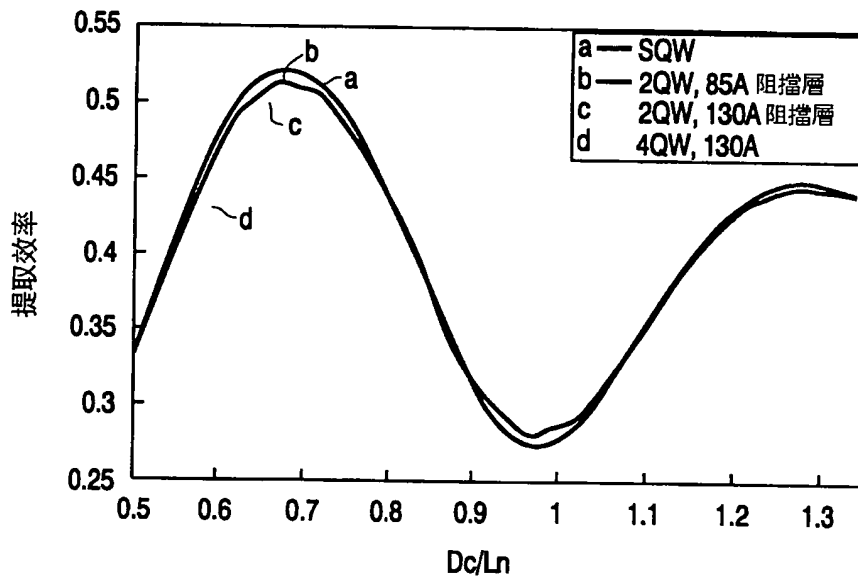


圖 4

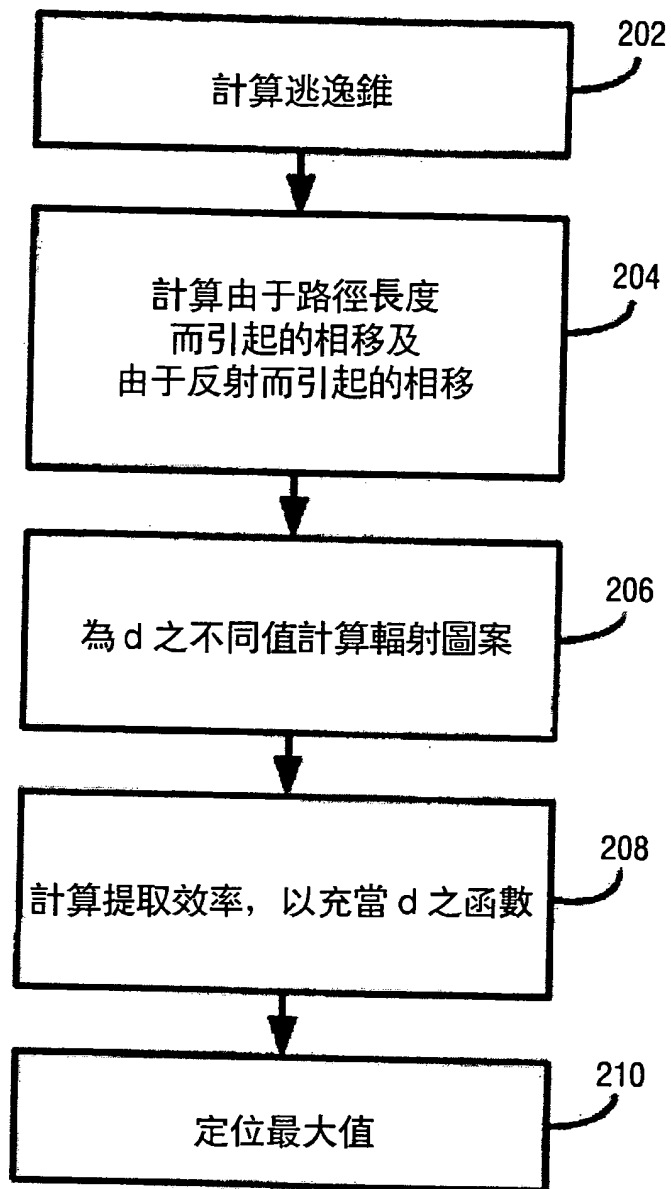


圖 5

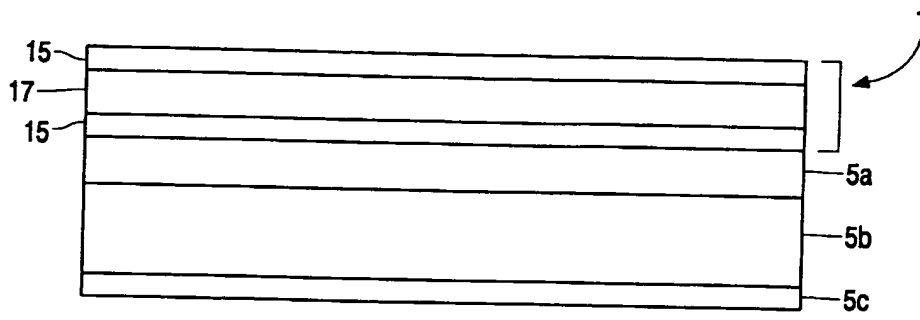


圖 6A

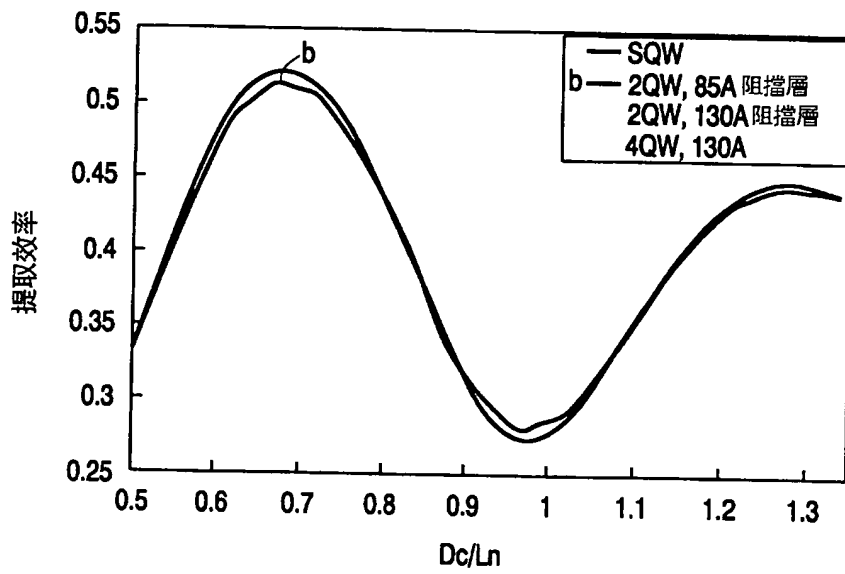
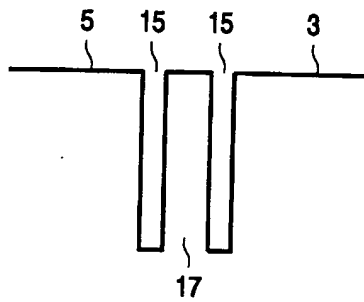


圖 6B

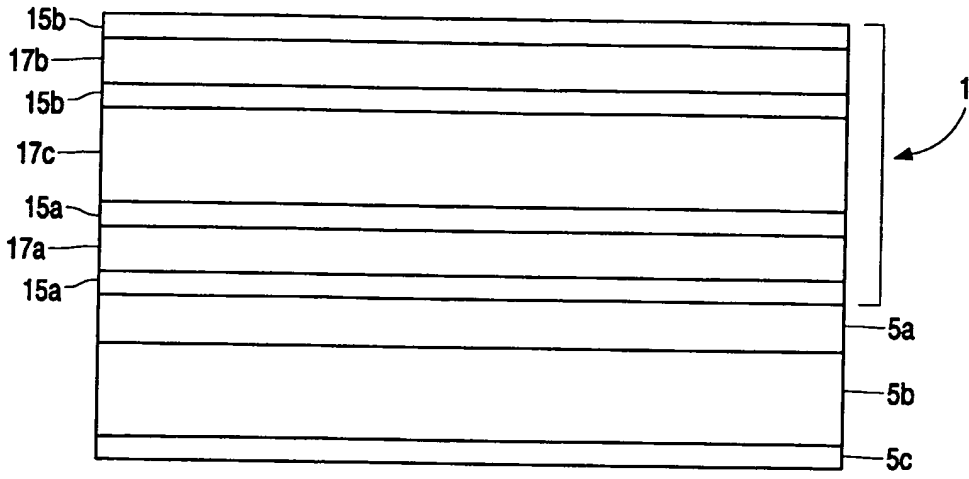


圖 7A

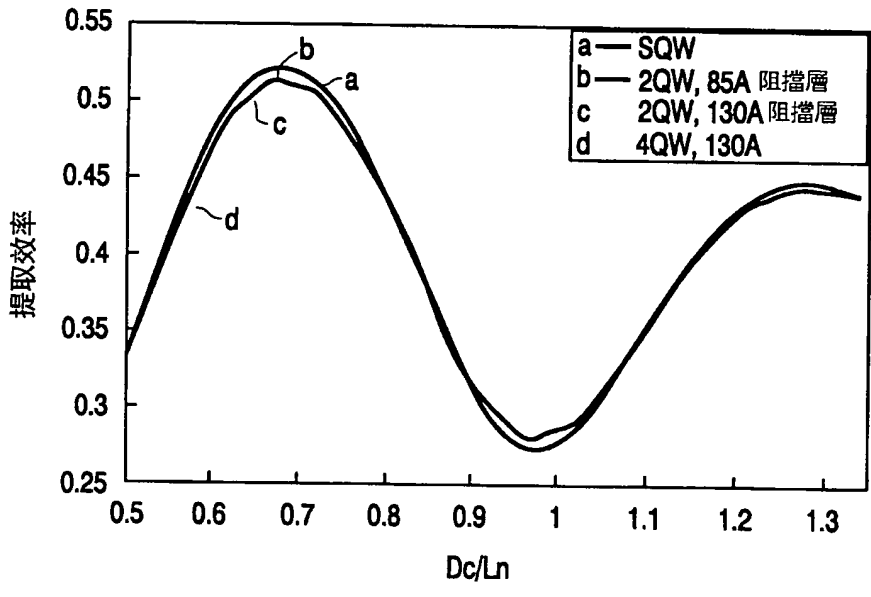
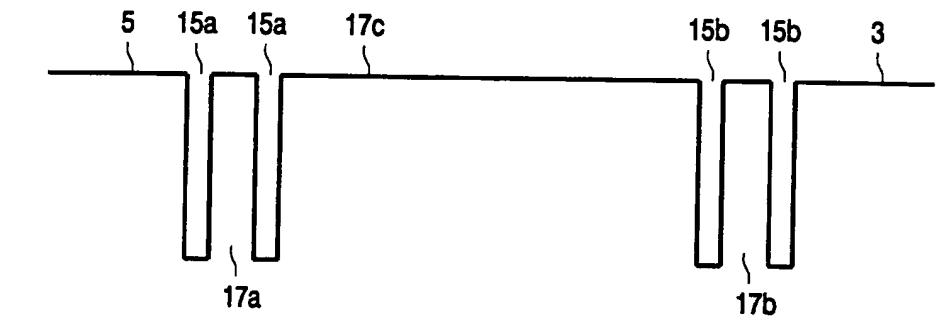


圖 7B

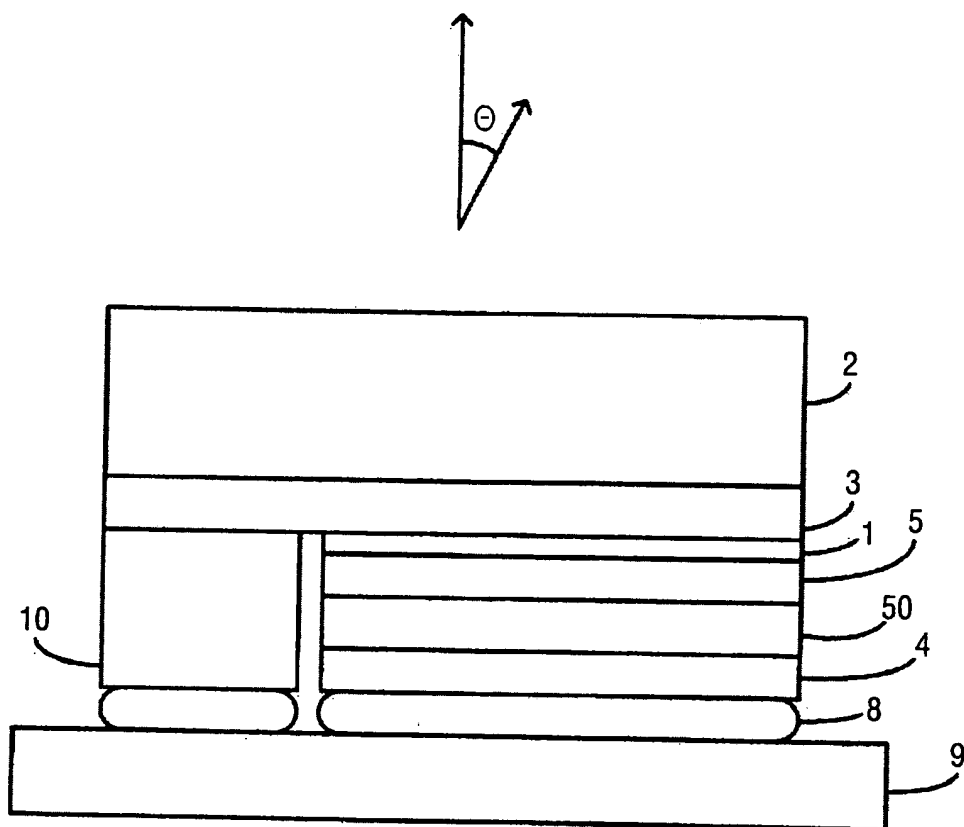


圖 8

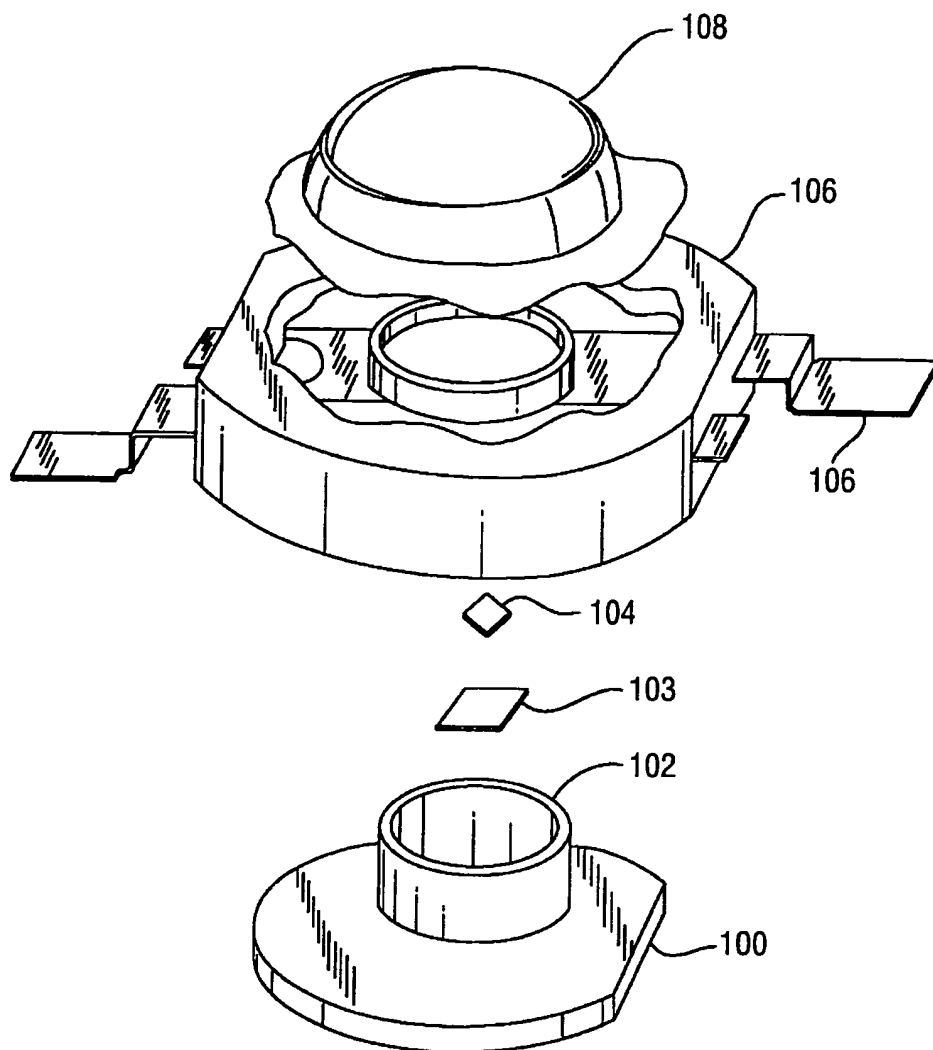
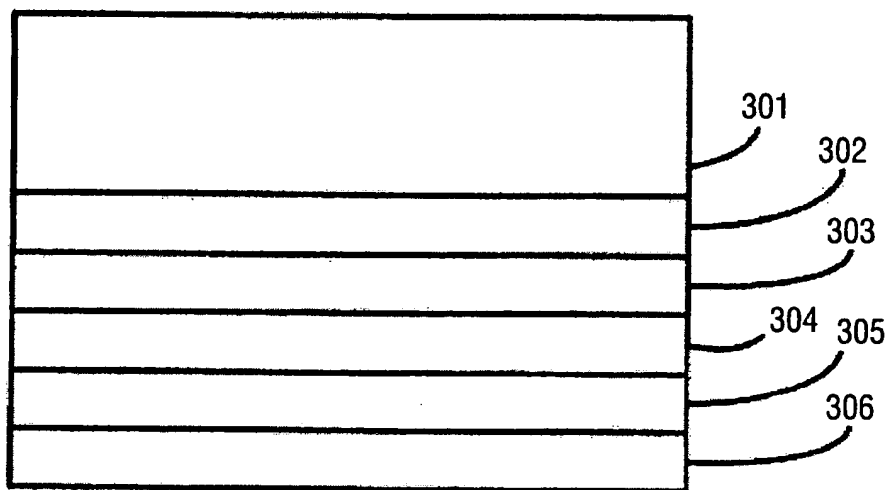


圖 9



10

柒、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二) 本代表圖之元件代表符號簡單說明：

- | | |
|----|------|
| 1 | 主動區 |
| 2 | 基板 |
| 3 | n型區域 |
| 4 | p電極 |
| 5 | p型區域 |
| 8 | 互連 |
| 9 | 下層支架 |
| 10 | n電極 |

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

95. 10. 24
年 月 日修正替換頁

發明專利說明書

公告本

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：092135747

※ 申請日期：92.12.17

※IPC 分類：H01L 33/06(2010.01)

壹、發明名稱：(中文/英文)

具小型主動區之發光裝置

LIGHT EMITTING DEVICES WITH COMPACT ACTIVE REGIONS

貳、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, U. S. A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

拾、申請專利範圍：

1. 一種發光裝置，包含：

一第一傳導類型區域；

一第二傳導類型區域；

一被放置於該第一傳導類型區域與該第二傳導類型區域之間的主動區，該主動區可在該第二傳導類型區域中發射波長為 λ_n 的光；

一反射表面，以反射由該主動區所發射之光，其中該第一傳導類型區域與該第二傳導類型區域之一放置於該主動區與該反射表面之間；

其中該主動區之總厚度小於或等於約 $0.25\lambda_n$ ，且其中該主動區之一部分位於距離該反射表面 $0.6\lambda_n$ 與 $0.75\lambda_n$ 之間處。

2. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中該主動區包含由一阻擋層隔離之兩個量子井層。

3. 如申請專利範圍第2項之發光裝置，其中該等量子井層中的每一個具有約10與約60埃之間的厚度，且其中該阻擋層具有約50與約200埃之間的厚度。

4. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中該主動區包含由兩個阻擋層隔離之3個量子井層。

5. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中該主動區具有小於或等於約 $0.15\lambda_n$ 之總厚度。

6. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中該主動區之一物理中心的位置與該反射表面相隔一定距離，該距離對應

於與提取效率之一局部最大值偏差 $0.05\lambda_n$ 以內的值。

7. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中該主動區之一亮度中心的位置與該反射表面相隔一定距離，該距離對應於與提取效率之一局部最大值偏差 $0.05\lambda_n$ 以內的值。
8. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中該反射表面反射由該主動區所發射之多於80%的光。
9. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中該主動區包含至少一第III族氮化物層。
10. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中該主動區包含至少一第III族磷化物層。
11. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中該反射表面包含銀。
12. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中該反射表面包含金。
13. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中該反射表面包含鋁。
14. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中：
 - 該反射表面為一第一電極；且
 - 該第一電極電連接至該第二傳導類型區域，該發光裝置進一步包含：
 - 一電連接至該第一傳導類型區域之第二電極；及
 - 一電連接至該等第一及第二電極之下層支架。
15. 如申請專利範圍第14項之發光裝置，進一步包含：
 - 電連接至該下層支架之複數個引線；及

一覆蓋該主動區之透鏡。

16. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中：

該主動區位於距離該反射表面 $0.6\lambda_n$ 與 $0.75\lambda_n$ 之間處的該部分包含該主動區之一第一部分；且

該主動區之一第二部分位於距離該反射表面 $1.2\lambda_n$ 與 $1.35\lambda_n$ 之間。

17. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中該反射表面為一金屬電極之一表面。

18. 如申請專利範圍第1項之發光裝置，其中該反射表面為一分佈式Bragg反射器之一表面。

19. 一種發光裝置，包含：

一第一傳導類型區域；

一第二傳導類型區域；

一放置於該第一傳導類型區域與該第二傳導類型區域之間的主動區，該主動區可在該第二傳導類型區域中發射波長為 λ_n 的光；及

一反射由該主動區所發射之光的電極，其中該第二傳導類型區域放置於該主動區與該電極之間；

其中：

該主動區包含一第一叢集及一第二叢集；

該第一叢集之一部分位於距離該電極之一表面 $0.6\lambda_n$ 與 $0.75\lambda_n$ 之間處；

該第二叢集之一部分位於距離該電極之一表面 $1.2\lambda_n$ 與 $1.35\lambda_n$ 之間處。

20. 如申請專利範圍第19項之發光裝置，其中該第一叢集與該第二叢集都包含由至少一阻擋層隔離之複數個量子井。
21. 如申請專利範圍第20項之發光裝置，其中該第一叢集與該第二叢集的厚度都是小於或等於約 $0.35\lambda_n$ 。
22. 如申請專利範圍第20項之發光裝置，其中該第一叢集與該第二叢集中厚度都是小於或等於約 $0.15\lambda_n$ 。
23. 如申請專利範圍第19項之發光裝置，其中該第一叢集與該第二叢集由一阻擋層來隔離。
24. 如申請專利範圍第19項之發光裝置，其中該主動區包含至少一第III族氮化物層。
25. 如申請專利範圍第19項之發光裝置，其中該主動區包含至少一第III族磷化物層。
26. 一種發光裝置，包含：
 - 一第一傳導類型區域；
 - 一第二傳導類型區域；
 - 一放置於該第一傳導類型區域與該第二傳導類型區域之間的主動區，該主動區可在該第二傳導類型區域中發射波長為 λ_n 的光；及
 - 一反射由該主動區所發射之光的電極，其中該第二傳導類型區域放置於該主動區與該電極之間；其中該主動區之總厚度小於或等於約 $0.25\lambda_n$ ，且其中該主動區之一部分位於距離該電極之一表面 $0.1\lambda_n$ 與 $0.3\lambda_n$ 之間處。

27. 一種有機發光裝置，包含：

第一及第二絕緣區域；

一放置於該等第一與第二絕緣區域之間的磷層；及

一反射由該磷層所發射之光的表面，其中該等第一及第二絕緣區域之一放置於該磷層與該反射表面之間；

其中該磷層之一中心位於自該反射表面一定距離處，該距離對應於提取效率之一局部最大值。