



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： 941318P2

※ 申請日期： 94. 9. 15

※IPC 分類：H01L 33/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

高輸出小面積第 III 族氮化物發光二極體

HIGH OUTPUT SMALL AREA GROUP III NITRIDE LEDS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商克立公司

CREE, INC.

代表人：(中文/英文)

查爾斯 M 史華波達

SWOBODA, CHARLES M.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國北卡羅萊納州德罕市斯里康路 4600 號

4600 SILICON DRIVE, DURHAM, NC 27703, U. S. A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

約翰 亞當 艾德蒙

EDMOND, JOHN ADAM

國 籍：(中文/英文)

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；2004年09月22日；10/951,042

2. 美國；2005年01月18日；11/037,965

☐ 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】

本發明係關於發光二極體(LED)，且詳言之係關於藉由在碳化矽基板上的第三族氮化物之作用部分而形成之LED。

【先前技術】

照明技術

用於許多應用之照明裝置分成若干大類。白熾照明藉由加熱金屬燈絲(通常藉由使電流穿過金屬燈絲)而產生。經加熱之燈絲發光。家用或室內照明為白熾照明之通常的應用。"鹵素"照明以相同的一般原理想工作，但是其更有效率。螢光藉由用一施加的電位差激發一種蒸氣(通常含汞)來產生。接著由經激發之蒸氣發射之光子擊打磷光體而發射可見光。螢光燈亦常用在家用、辦公室及各種其它應用中。

發光二極體

發光二極體(LED)為p-n接面半導體二極體，當受到正向偏壓時，其發射光子。因此，發光二極體基於電子在半導體材料中之移動而產生光。因此，LED不需要蒸氣或磷光體(儘管其可結合蒸氣或磷光體使用)。其分享多數基於半導體之裝置之所要特徵，包括高效率(其發射包括很少熱或不包括熱)、高可靠性及長壽命。舉例而言，典型LED具有大約100,000小時與1,000,000小時之間之平均故障間隔時間，這意謂著LED的保守的半壽命(half lifetime)約為50,000小時之等級。

詳言之，LED發射之光具有一基於材料中之容許能級之

間的能量差(即，稱為帶隙之特徵)之頻率(根據充分瞭解之物理學原理，其又與波長及顏色直接相關)。帶隙為半導體材料及其摻雜之一基本特性。因此，以矽(Si，1.12電子伏特(eV)之帶隙)形成之LED將具有在光譜之紅外(而不是可見)部分中的能量躍遷。矽基二極體因而用於諸如低成本感應器之物品中(其中人眼之可見性不重要抑或是明確不希望有的)。以砷化鎵(帶隙1.42 eV)或最普通地以摻雜矽之砷化鋁鎵(AlGaAs)形成之LED將在光譜之可見部分中發射，但是在較低頻率其產生紅外輻射及紅光及黃光。

接著，因為綠、藍及紫外(UV)光子代表可見光譜內(及超出可見光譜)之較高頻率顏色($E=h\nu$)，所以其僅可藉由具有至少大約2.2 eV之帶隙之LED產生。該等材料包括鑽石(5.47 eV)、碳化矽(2.99 eV)及諸如GaN(3.4 eV)之第III族氮化物。除本身可產生綠光、藍光或紫外光之外，寬廣帶隙LED可與紅光LED及綠光LED組合以產生白光，或與當藉由藍光或UV光加以激發時產生白光的磷光體組合，或與兩者組合。

出於若干原因，第三族氮化物組合物(意即，週期表之第三族)，特定言之GaN、AlGaN、InGaN及AlInGaN尤其適用於發射藍光之LED。作為一優勢，其為"直接"發射體，意謂當跨越帶隙發生電子躍遷時，許多能量作為光發射。相比較而言，"間接"發射體(諸如碳化矽)部分地以光(光子)的形式發射其能量且主要以振動能量(聲子)的形式發射其能量。因此第三族氮化物提供超過間接躍遷材料之效率優勢。

作為另一優勢，三元及四元第三族材料(例如，AlGaN、

InGaN、AlInGaN)之帶隙視所包括之第三族元素之原子分數而定。因此，發射之波長(顏色)可藉由控制三元或四元氮化物中之每一第三族元素之原子分數來(在極限內)定製(tailor)。

然而，在歷史上寬廣帶隙半導體比砷化鎵或磷化鎵(GaP)更難以製造及處理。結果，發藍光及UV光之LED在其商業應用上落後於GaP基LED。舉例而言，碳化矽在實體上非常硬，不具有熔融相，且需要高溫(大約 1500°C - 2000°C)來進行磊晶或昇華生長。第III族氮化物在其熔融溫度下具有相對大的氮蒸氣壓力且因此同樣難以或不可能自熔體中生長。另外，許多年來，難以獲得p型氮化鎵(及其它第III族氮化物)對於二極體生產仍是一個難題。因此，較之於GaP基LED及GaAs基LED之對應實用化，發藍光及白光之LED之商業實用化是更新的事物。

然而，基於更新近之發展，基於第III族氮化物之藍光LED及衍生之發白光之固態燈在固態照明應用中已變得日益普遍。

光輸出量

出於比較及其它相關目的，通常將光之輸出量化。一典型量測單位為流明(lumen)，其定義為一光通量(luminous flux)單位，等於由一燭光(candela)(cd)強度之均勻點光源在一單位立體角中發射之光。而燭光是國際單位體系中發光強度之基本單位，其等於在一發射頻率為 540×10^{12} 赫茲之單色輻射且在一特定方向上具有每單位立體角 $1/683$ 瓦特

之輻射強度的光源之該特定方向上之發光強度。

使用流明作為量測單位，1200-1800流明是白熾燈泡的典型強度且在自然日光下1000-6000流明(視情況而定)之強度是典型的。然而，發光二極體之強度弱得多，例如，約為10-100流明。一原因是其小的尺寸。因此，單一(或小群)LED之應用在歷史上傾向於指示(例如，手持式計算器之記錄器(register))而不是照明(臺燈)。儘管藍光LED及相應發白光之裝置之可利用已使得該等LED具有更寬廣之商業可用性，但用於照明之用途時，通常將若干(或更多)LED組成一組以提供所要輸出。

因為其典型尺寸及結構，所以LED之輸出通常以流明之外的單位來量測。另外，LED之輸出亦視所施加之電流而定，而電流又視施加在二極體上之電位差而定。因此，LED之輸出通常稱為其輻射通量(R_f)且在標準的20毫安(mA)驅動電流的條件下以毫瓦特(mW)表示。

詳言之，藍光LED及其相關衍生裝置變得更頻繁地包括在消費型電子裝置中，尤其是小型顯示器中。普通實例包括諸如電腦顯示屏、個人數位助理("PDA")及行動電話之物品。反過來，此等小型裝置又驅動了對具有較小尺寸("覆蓋")之LED之需要。然而，該等LED仍必須在低正向電壓(V_f)及高光輸出的條件下操作。然而，到目前為止，減小第III族氮化物裝置之尺寸的努力傾向於增加其正向電壓且減小其輻射通量。

因此，需要繼續改良以寬廣帶隙材料形成之小尺寸LED

之輸出。

【發明內容】

簡言之，本發明是一種具有小尺寸、低正向電壓及高光輸出之發光二極體。

在另一態樣中，本發明為一具有以每單位面積計之有利輸出之發光二極體。該二極體包括小於100,000平方微米之面積、小於4.0伏特之正向電壓、在20毫安驅動電流下至少24毫瓦特之輻射通量、及大約395 nm與540 nm之間之主波長。

在另一態樣中，本發明為一發光二極體，其在大約395 nm與540 nm之間之主波長、小於4.0伏特之正向電壓及20毫安之驅動電流下表現出每平方毫米至少270毫瓦特之輻射通量。

在另一態樣中，本發明係一發光二極體，其具有一面積小於100,000 μm^2 之晶粒、一密封該晶粒之5 mm封裝、一小於4.0伏特之正向電壓、一在大約420 nm與465 nm之間之波長及一20毫安之驅動電流下的大於45百分比(45%)之外部量子效率。

在另一態樣中，本發明係一發光二極體，其包括一5 mm(TE 1-3/4)聚合封裝、一面積小於100,000平方微米的在該封裝中之晶粒、一小於4.0伏特之正向電壓、一在20毫安驅動電流下的至少24毫瓦特之輻射通量、及一在大約395 nm與540 nm之間之主波長。

在另一態樣中，本發明係一發光二極體，其包括一導電

碳化矽基板；在該碳化矽基板上之各別的p型第III族氮化物層及n型第III族氮化物層；相對於該碳化矽基板及該等第III族氮化物層垂直定向之歐姆接觸；一在455 nm與465 nm之間之主波長；一密封該基板、該等第III族氮化物層及該等歐姆接觸之部分之聚合物封裝；及一在20毫安驅動電流下來自該封裝的每平方毫米發射表面中至少270毫瓦特之輻射通量。

本發明之前述及其它目標及優勢及實現其之方式基於下列結合隨附圖式之詳細說明將變得更加清楚。

【實施方式】

本發明係一發光二極體，其具有小尺寸、低正向電壓及高光輸出，從而導致高效率及以每單位面積計之高輸出。

如先前技術所陳述，本發明之許多結構特徵陳述於共同讓渡且共同待決之申請案第10/951,042號中。

如進一步描述，圖1為具有本發明之效能特徵的粗略指示在20處之發光二極體的橫截面圖。二極體20包括一透明碳化矽基板21，其較佳為單晶且具有一選自碳化矽之3C、4H、6H及15R多型體之多型體，其中在本發明之環境中4H多型體通常為較佳的。因為圖1說明呈"覆晶"定向之二極體20（意即，經安裝使得主動層在基板下方），所以基板21呈現在二極體20之頂部而不是底部。在此定向中，該SiC基板變成LED之主要發射表面。當然應瞭解：在末端使用中發光二極體可置於許多不同位置及定向中。因此，就二極體20之元件而言，術語"頂部"及"底部"為相對的且一般在某結

構意義下指示裝置之定向。在此項技術中，該等術語之使用是普通且充分瞭解的且亦將由本文之上下文而變得更清楚。

該二極體包括形成發光("作用")部分之至少一(且較佳若干)層。圖1中展示兩層，一n型層22及一p型層23。此等傳導類型相反的層提供使電流流經二極體及結果的電子與電洞組合(產生所發射之光子)的機會。儘管圖1中僅說明兩個第三族氮化物層，應瞭解在其它環境中，可使用包括超晶格結構及多量子井之另外的層。該等結構在此項技術中是充分瞭解的且可在無不必要之試驗的情況下於本發明之環境中實行。

圖1中所說明之實施例亦包括一鏡面層24，其通常由銀(Ag)或銀-鉑(Ag/Pt)合金形成。該基於銀之層亦提供至主動層22、23之電接觸。一通常由鈦鎢(TiW)合金或鉑或二者形成，或由氮化鈦鎢(TiWN)形成的障壁層25封閉基於銀之層24以便防止銀的不當轉移及與該裝置之其它部分之反應。

基於製造二極體之方法，通常(而不是專門地)將一焊料層26附接至障壁層25。此等及其它結構特徵(feature)陳述在先前併入之'042申請案中。一金屬或導電半導體層27形成一實體支撐，且一背部歐姆接觸30完成該結構且與頂部歐姆接觸28一起提供用於注入穿過二極體20之電流的完整電流路徑。

在一替代實施例中，在有或無焊料層26的情況下，可省略金屬或半導體支撐層27。在該等實施例中，背部歐姆接

觸30抵在鏡面24及障壁金屬25上定位。

如圖1所說明，該等主動層通常為第三族氮化物，其中氮化鎵(GaN)、氮化銦鎵(InGaN)、氮化鋁鎵(AlGaN)及氮化鋁銦鎵(AlInGaN)為適當選擇。如熟習此項技術者所已知，第三族氮化物提供藉由改變三元及四元組合中之第三族元素之原子分數而改變主波長之機會。如此項技術中所充分瞭解，此等式可更確切地表示為 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ，其中x及y可從0至1變化且包含任一者，其中限制條件為 $x+y$ 必須總等於或小於1。

圖2為以標準封裝併入根據本發明之二極體之燈的橫截面圖。將該燈粗略指示在32處且其包括一般熟習此項技術者充分瞭解之元件。實際上，其中所揭示之二極體之優勢之一在於其尺寸及定向允許其以標準封裝方式安裝，並具有相關聯的對製造者及末端使用者之益處。

燈32包括在20處再次指示之二極體。該二極體擱在一反射杯33上，在圖2中所說明之類型的二極體中該反射杯33有時稱為砧34且亦形成至燈32之電接觸之一。該砧為導電的且通常由金屬形成。儘管出於清楚之目的，圖2將二極體20展示為擱在晶粒杯33中，在實際實施中其通常藉由一導電膠或焊料(未展示)而固定在適當位置。砧34與二極體20之背部歐姆接觸30(圖1)電接觸且一頂部結合導線35與二極體20之頂部歐姆接觸28(亦在圖1中)電接觸。當然，若省略背部支撐27及歐姆接觸30，則砧34直接與焊料層26或障壁金屬層25接觸。接著，頂部結合導線35連接至稱為柱之另

一較大電極36。該整體封裝包括聚合物外殼或透鏡37，其尺寸及形狀連同材料經選擇以滿足特定輸出目的。

儘管圖2中未詳細展示，對於圖1中所說明之裝置20而言，主動層22、23鄰接於晶粒杯33之底部，同時碳化矽基板21向上背對該杯。

圖2為一例示性且在某種程度上為示意性的圖，且非常類似之封裝可包括一表面座架(surface mount)、一金屬罐(metal can)或一金屬基台(metal header)以及圖2中所說明之環氧樹脂透鏡。

儘管本發明不限於在5 mm封裝中使用，5 mm封裝(亦稱為T-1 $\frac{3}{4}$ 型)為業界普遍瞭解、廣泛可用且頻繁使用的。因此其提供了本發明在封裝及使用方面的適當表現。

以此等態樣作為背景，本發明之效能態樣可在上下文中表達。因此，在第一實施例中，本發明係一具有以每單位面積計之有利輸出之發光二極體，其包含小於100,000 μ^2 之面積、小於4.0伏特之正向電壓、在20毫安驅動電流下至少24毫瓦特之輻射通量、及在大約395 nm與540 nm之間之主波長。

如半導體技術中所充分瞭解，正向電壓(V_f)定義為在特定電流下之電壓。一般而言，對於在小(小型化)應用中所用之二極體而言，尤其在本文中所陳述之亮度級下，低正向電壓可為有利的。在較佳實施例中，根據本發明之二極體可在20毫安驅動電流下在4.0伏特或更小之正向電壓下操作。

輻射通量藉由置放一T1- $\frac{3}{4}$ 型之經封裝之燈於附接至一分

光計之累計球(integrating sphere)中來量測，其中用於可見光LED之 Labsphere Omni LTS 分光計為一例示性量測裝置。按功率單位(瓦特)來量測輻射通量。

如此項技術(及本文中)所用，術語"主波長"描述由發光二極體在人眼中產生之色度感覺之量測。藉由在國際照明委員會(International Commission on Illumination)(CIE) 1931 色度圖中穿過參考光源之色彩座標及LED之經量測之色度座標畫一直線來確定主波長。該直線在色度圖邊界上之交點給出主波長。

峰值波長為在最大光譜能量下之波長。因為兩不同發光二極體可具有相同峰值波長而具有不同色彩感知度，所以峰值波長對於實際用途可具有較小重要性。

發光二極體之此等及其它光學特徵之適當論述在來自 North Sutton New Hampshire 之 Labsphere Inc. 之 Labsphere Technical Guide, "The Radiometry of Light Emitting Diodes," 中陳述。

透鏡37用來改變光線之方向及分佈(意即，空間分佈圖案)且對於某些發光二極體經著色以充當一光學濾光片。因為根據本發明之二極體頻繁用於產生白光，所以彩色透鏡較少使用。

發光二極體之輻射通量通常使用一累計球來量測，其中上文提及之裝置完全適用於其，但並非限制性的。

亦稱為輻射功率之輻射通量是輻射場將輻射能量自一區域傳送至另一區域之速率($d\theta/dt$)。如上文所提及，若 θ 為輻

射能量，則輻射功率單位為瓦特。

根據本發明之二極體通常具有在大約395 nm與540 nm之間之主波長，其因而位於電磁頻譜之綠光、藍光、紫光及紫外光部分中。詳言之，根據本發明之二極體具有在大約450 nm與480 nm之間之主波長，其中較佳輸出波長在大約455 nm與465 nm之間。此使其輸出正好位於可見光譜之藍色部分中，從而提供用於顯示器之全色及白光及相關用途之許多優勢。

在20毫安驅動電流下，根據本發明之二極體可具有至少24毫瓦特之輻射通量，其中該20毫安驅動電流是在量測所有類型之發光二極體之效能中的一典型標準，且因此提供了根據本發明之二極體之一有用的比較。

根據本發明之發藍光二極體可併入像素中，尤其是與形成其它原色(紅色及綠色)之發光二極體組合以提供全色顯示器。

在另一態樣中，根據本發明之發光二極體在大約395 nm與540 nm之間之主波長下在小於4.0瓦特之正向電壓及20毫安驅動電流下產生每平方毫米至少270毫瓦特之輻射通量。

在另一態樣中，本發明係一具有以每單位面積計之有利輸出之發光二極體，其包含一面積小於 $100,000 \mu^2$ 之晶粒、一密封該晶粒之5 mm封裝、一小於4.0伏特之正向電壓、及一在大約420 nm與465 nm之間之波長及一20毫安之驅動電流下的大於45%之外部量子效率。

如熟習發光二極體及其封裝者所知，在藉由注入二極體之電流所產生之光子中，自二極體脫離至外部者小於100%。因此，在此項技術中，術語"外部量子效率"用來描述所發射光強度與電流流量之比率(例如，光子輸出/電子輸入)。光子可經由以下原因而損失：在半導體材料本身內吸收；當光自半導體進入空氣時因為折射率差異之折射損失，及由於在大於由斯涅耳定律(Snell's law)所定義之臨界角之角度下光之全內部折射(total internal refraction)。因此，作為百分數之外部量子效率(EQE)可根據下列公式自輻射通量(瓦特)、波長(奈米)、驅動電流(安培)及波長與能量之間之轉換因子($\lambda = 1.24/\text{eV}$)來計算：

$$\text{EQE}(\%) = \frac{(\text{輻射通量}) \times (\text{波長})}{(1240) \times (\text{驅動電流})} \times 100$$

因此，在另一態樣中，本發明可描述為一具有以每單位計之有利輸出之發光二極體，其包含一5 mm聚合封裝、一在該封裝中的面積小於100,000 μ^2 之晶粒、一小於4.0伏特之正向電壓、一在20毫安驅動電流下之至少24毫瓦特之輻射通量、及一在大約395 nm與540 nm之間之主波長。

如在其它實施例中，對於藍光LED之用途而言，主波長較佳在大約450 nm與480 nm之間且最佳在大約455 nm與465 nm之間。根據本發明之二極體亦表現出在20毫安驅動電流下的至少27毫瓦特之輻射通量。

在另一態樣中，本發明包含一發光二極體，其具有一導電碳化矽基板、在一碳化矽基板上之各別的p型第III族氮化物層及n型第III族氮化物層、相對於該碳化矽基板及該等第

III族氮化物層垂直定向之歐姆接觸、一在455 nm與465 nm之間之主波長、一密封該基板、該等第III族氮化物層及該等歐姆接觸之部分之聚合物封裝、及一在20毫安驅動電流下來自該封裝的每平方毫米發射表面中至少約270毫瓦特之輻射通量。

在典型實施例中，該二極體為一5 mm或表面黏著封裝，且該碳化矽基板具有一選自由碳化矽之3C、4H、6H及15R多型體組成之群之多型體。

如本文中所用，且出於描述及界定發光輸出之目的，發光面積或表面定義為裝置之"覆蓋"。對於具有擁有不同尺寸之不同部分之晶片或晶粒而言，術語"面積"意謂在該晶粒或晶片內半導體或基板材料之最大面積，因為此最大尺寸是電路或裝置設計者在使用個別發光二極體時必須處理之因素。

圖6為說明此點之一先前技術二極體的俯視平面示意圖。圖6中，在40處粗略指示該整個二極體且其包括一藍寶石(Al_2O_3)基板41。因為藍寶石之大體上穩固(rugged)之實體特徵及令人滿意之光學性能，所以其在許多類型之發光二極體中用作基板。其晶體晶格儘管未必是最佳的，但是亦令人滿意地與通常用於形成發藍光二極體之第III族氮化物之晶體晶格相匹配。然而，藍寶石不能被導電摻雜且因此總是起電絕緣體之作用。結果，當將藍寶石選作基板時，必須採用諸如圖6中所說明之結構的結構。於藍寶石基板41上生長在42及43處所說明之兩個主動層以形成用於電流注

入用途之p-n接面。然而，因為藍寶石基板41絕緣，所以導線結合襯墊44及45必須皆以圖6中所說明之方式面向該裝置之頂部。因此，與本文中所用之定義一致地，二極體40之面積(出於量測及表示每單位面積之輸出的目的)為該藍寶石基板之面積而不僅是主動層42或較小主動層43之面積。

以具有相同意義之替代方式來表示，該面積是(i)二極體中之最大半導體面積或(ii)必須或將封裝之二極體之基板面積二者中之較大者。在幾乎所有情況下，面積(ii)大於或等於面積(i)。

圖3、圖4及圖5為具有根據本發明之效能輸出特徵之二極體的另外結構實施例。

圖3中，二極體粗略指示在50處且展示於一"覆晶"定向中，意即，當安裝二極體50以供使用時，碳化矽基板51在一頂部或上部配置中。基板51包括傾斜表面52，其藉由降低全內反射可增加自該裝置之光輸出。

出於簡單之目的，將主動層說明為單一層53，但是應瞭解：該作用結構通常包括至少一p型層及一n型層及潛在地包括諸如量子井、多量子井及超晶格結構之更複雜之結構。如在許多該等二極體中，二極體50較佳包括鏡面層54，其若由銀形成則較佳以先前關於圖1所論述之方式加以部分地隔離。若鏡面層54由較低反應性金屬或一轉移可能性較低之金屬形成，則其可如圖3中所說明為一簡單塗層。圖3中，鏡面層54亦形成歐姆接觸。

經由該裝置底部之結合金屬接觸55(在所說明之定向下)且頂部之導線結合襯墊56來產生至二極體50之電接觸。

圖4說明一類似於圖3且粗略指示於60處之裝置。圖4之二極體60與圖3之二極體50之間的唯一相關差異在於側壁62之形狀中，其為垂直(或近於垂直)於裝置60之頂部表面。圖4中，在61處指示了形狀稍微不同之基板，但所有其它元件在結構及功能上與圖3中之相同元件相同，且因此帶有相同參考數字。因此，主動層指示在53處，鏡面接觸指示在54處，頂部歐姆接觸指示在56處且結合金屬指示在55處。

儘管圖4中(或其它圖中)未特定說明，二極體60之發光表面，特定言之側邊緣62及頂部表面63可形成為有助於增加自該二極體之光提取的雙凸透鏡形狀或圖案。出於此目的對雙凸透鏡表面之使用陳述在本文之母申請案中，且為光提取而改變表面之其他方式同樣陳述在共同讓渡之美國專利第6,791,119號中，該等案之全文以引用的方式併入本文中。

圖5說明本發明之另一實施例，其中該(等)主動層66定位於該裝置之頂部且直接與一歐姆接觸67接觸。該鏡面歐姆接觸70在主動層66之下方以增加光提取，且視情況包括一金屬結合層71以附接主動層66及鏡面70至基板72，基板72可為一諸如碳化矽之半導體或可為一導體。一至基板72之歐姆接觸73完成該裝置。若鏡面接觸70為銀的或基於銀的，則亦應包括一障壁結構(例如，如關於圖1所述)。

圖7為根據本發明之發光二極體之光譜輻射通量輸出

(mW, 較低曲線)及外部量子效率(% , 較高曲線)之組合圖。如其中所說明, 二極體之相關發光通量視波長而定。因此, 應瞭解, 根據本發明之二極體儘管是根據某些波長下的效能來表述的, 但其在其它波長下亦併入且包括相應成比例之輸出, 即使該輸出小於在特定二極體之最有利波長下的最大輸出。

換言之, 本文中對二極體在一特定波長下具有每單位面積之一確定輸出的描述並非將本文中所述或所主張之二極體限制於彼波長下之彼輸出。相反地, 以一類比於在一代數曲線上之標繪點(plotting point)之方式, 在一特定波長下每單位面積之輸出指示了整個曲線而不是所述之單一點。

以一類似方式, 在一5 mm封裝中之二極體之輸出類似地以所需之精確度預測了來自其它類型封裝之輸出。因此, 再次, 描述自一5 mm封裝之輸出並不將本發明或申請專利範圍限制於一5 mm封裝, 而是提供給熟習此項技術者必要之資訊以識別在其它類型之封裝中由申請專利範圍涵蓋之輸出。

在該等圖式及說明書中, 已陳述本發明之一較佳實施例, 且儘管已採用特定術語, 其僅用於一般且說明性含義且不是出於限制之目的, 本發明之範疇於申請專利範圍中界定。

【圖式簡單說明】

圖1為根據本發明之二極體之橫截面圖。

圖2為根據本發明之LED燈之橫截面圖。

圖3為根據本發明之二極體之第二實施例之橫截面圖。

圖4為根據本發明之二極體之另一實施例之橫截面圖。

圖5為根據本發明之二極體之又一實施例之橫截面圖。

圖6為先前技術二極體之俯視平面圖。

圖7為根據本發明之發光二極體之光譜輻射通量輸出與外部量子效率之組合曲線。

【主要元件符號說明】

20	發光二極體
21	透明碳化矽基板
22	n型主動層
23	p型主動層
24	鏡面層/銀基層
25	障壁層
26	焊料層
27	金屬或導電半導體層
28	頂部歐姆接觸
30	背部歐姆接觸
32	燈
33	反射杯/晶粒杯
34	砧
35	頂部結合導線
36	柱
37	透鏡
40	二極體

41	藍寶石基板
42	主動層
43	較小主動層
44	導線結合襯墊
45	導線結合襯墊
50	二極體
51	碳化矽基板
52	傾斜表面
53	主動層
54	鏡面層/鏡面接觸
55	結合金屬接觸/結合金屬
56	導線結合襯墊/頂部歐姆接觸
60	二極體/裝置
61	基板
62	側壁/側邊緣
63	頂部表面
66	主動層
67	歐姆接觸
70	鏡面接觸/鏡面歐姆接觸/鏡面
71	金屬結合層
72	基板
73	歐姆接觸

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種具有以每單位面積計之有利輸出之發光二極體。該二極體包括一小於100,000平方微米之面積，在小於4.0伏特之正向電壓下操作，在20毫安驅動電流下產生至少24毫瓦特之輻射通量，且在大約395奈米與540奈米之間之主波長下發光。

六、英文發明摘要：

十一、圖式：

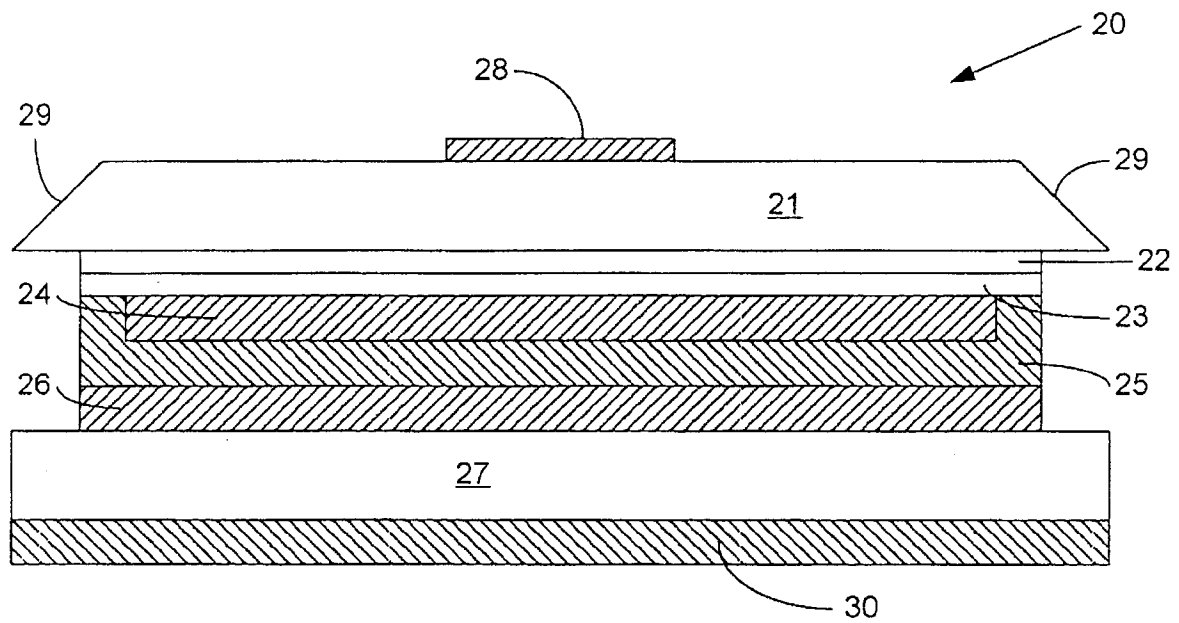


圖 1

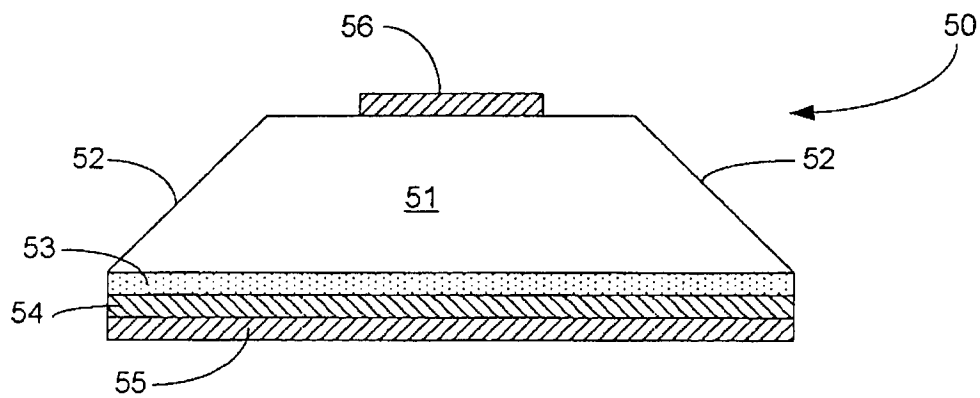


圖 3

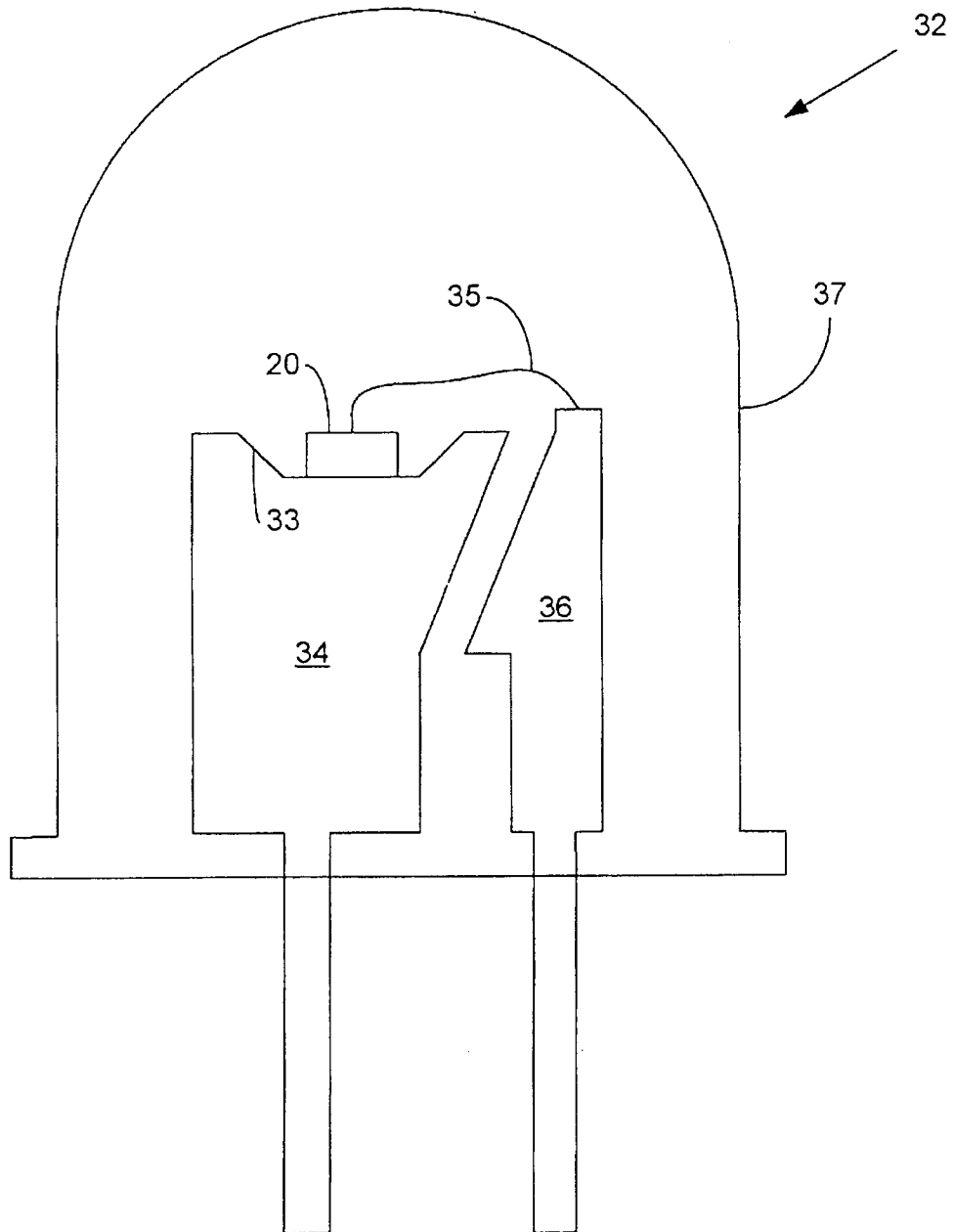


圖 2

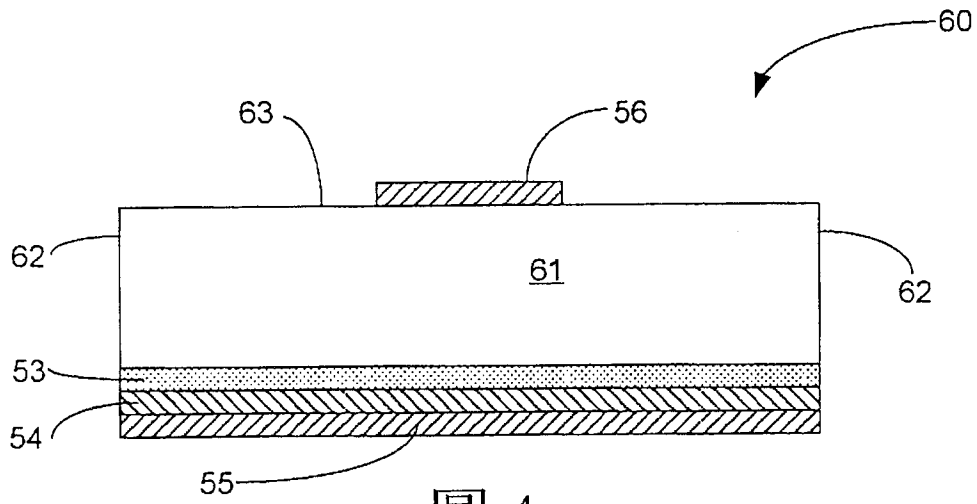


圖 4

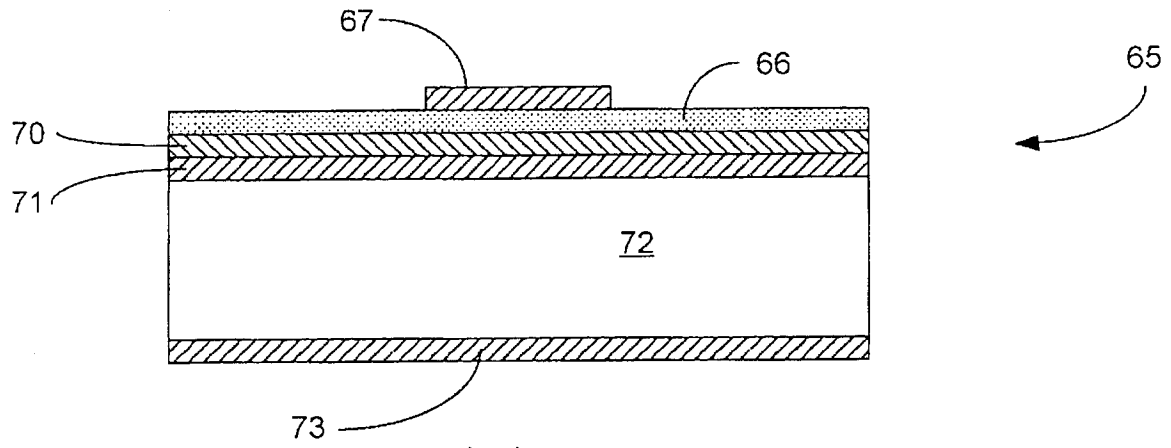


圖 5

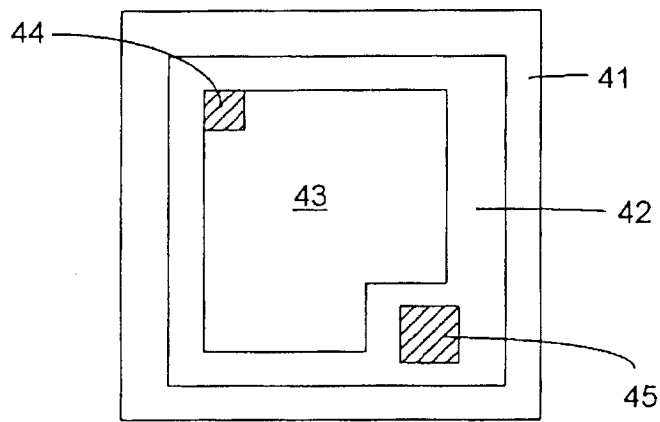


圖 6

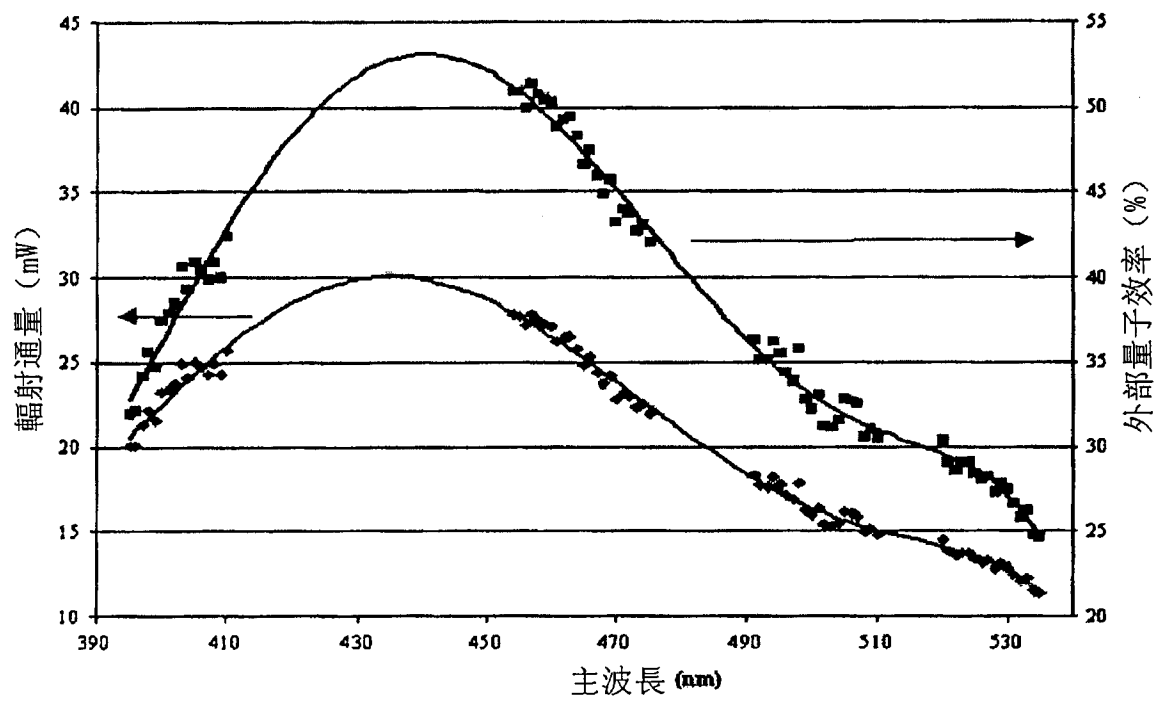


圖 7

七、指定代表圖：

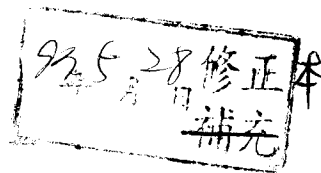
(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

20	發光二極體
21	透明碳化矽基板
22	n型主動層
23	p型主動層
24	鏡面層/銀基層
25	障壁層
26	焊料層
27	金屬或導電半導體層
28	頂部歐姆接觸
30	背部歐姆接觸

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)



十、申請專利範圍：

1. 一種發光二極體，其具有附著於該二極體相對端點之歐姆接觸用於貫穿該二極體主體之垂直傳導性，該二極體具備有以每單位面積計之有利輸出，該二極體包含：
 - 第III族氮化物形成之至少一主動層；
 - 在該主動層上之一鏡面層；及
 - 在該鏡層上之一障壁層；其中該主動層、該鏡面層、及該障壁層位於附著於該二極體之該等歐姆接觸之間，以及其中該二極體包含：
 - 一125,000平方微米或更小之面積；
 - 一小於4.0伏特之正向電壓；
 - 一在20毫安驅動電流下之至少27毫瓦特之輻射通量；及
 - 一在大約395奈米與540奈米之間之主波長。
2. 如請求項1之發光二極體，其包含：
 - 一100,000平方微米或更小之面積；及
 - 一在20毫安驅動電流下之至少24毫瓦特之輻射通量。
3. 如請求項2之發光二極體，其具有一在大約450奈米與480奈米之間之主波長。
4. 如請求項2之發光二極體，其具有一在大約455奈米與465奈米之間之主波長。
5. 如請求項2之發光二極體，其具有一在20毫安驅動電流下之至少27毫瓦特之輻射通量。
6. 如請求項1之發光二極體，其中該第III族氮化物主動層選自由氮化鎔、氮化銦鎔、氮化鋁鎔及氮化鋁銦鎔組成之

群。

7. 如請求項2之發光二極體，其在一5 mm封裝中。
8. 如請求項2之發光二極體，其在一小於3.5伏特之正向電壓下操作。
9. 一種包括如請求項2之發光二極體之像素。
10. 一種包括如請求項9之像素之顯示器。
11. 如請求項1之發光二極體，其包含：
 - 一具有一小於100,000 μ^2 之面積之晶粒；
 - 一密封該晶粒之5 mm封裝；及
 - 一在大約420 nm與465 nm之間之波長下及一20毫安之驅動電流下之大於45百分比(45%)之外部量子效率。
12. 如請求項11之發光二極體，其中該封裝包括至少一晶粒杯，且其中該主動層鄰接於該杯。
13. 如請求項12之發光二極體，其具有一在大約420 nm與460 nm之間之波長下之大於50%之外部量子效率。
14. 如請求項13之發光二極體，其具有一在一在大約400 nm與480 nm之間之波長下之大於40%之外部量子效率。
15. 如請求項2之發光二極體，其包含：
 - 一5 mm(T 1-3/4)聚合封裝；及
 - 一在該封裝中之具有一小於100,000平方微米之面積之晶粒。
16. 如請求項15之發光二極體，其具有一在大約450奈米與480奈米之間之主波長。
17. 如請求項15之發光二極體，其具有一在大約455奈米與

465奈米之間之主波長。

18. 如請求項15之發光二極體，其具有一在20毫安驅動電流下之至少27毫瓦特之輻射通量。

19. 如請求項15之發光二極體，其具有一覆晶定向。

20. 一種垂直傳導發光二極體，其具有附著於該二極體相對端點之歐姆接觸用於貫穿該二極體主體之垂直傳導性，該二極體具備有以每單位面積計之有利輸出，該二極體包含：

一第III族氮化物主動層，其位於一鏡面層與一傳導基板之間；

直接鄰接該鏡面層與相對於該主動層之一障壁層；

其中該基板、該主動層、該鏡面層、及該障壁層位於附著於該二極體主體之相對端點之該等歐姆接觸之間；以及其中該二極體在大約395 nm與540 nm之間之主波長下、在一小於4.0伏特之正向電壓下及在20毫安驅動電流下，產生每平方毫米至少270毫瓦特之每單位面積輻射通量。

21. 如請求項20之發光二極體，其在一小於3.5伏特之正向電壓下操作。

22. 如請求項20之發光二極體，其產生一每平方毫米至少300毫瓦特之每單位面積輻射通量。

23. 如請求項20之發光二極體，其產生一每平方毫米至少330毫瓦特之每單位面積輻射通量。

24. 如請求項20之發光二極體，其產生一每平方毫米至少360

毫瓦特之每單位面積輻射通量。

25. 如請求項20之發光二極體，其產生一每平方毫米至少390

毫瓦特之每單位面積輻射通量。

26. 如請求項20之發光二極體，其中該基板包含碳化矽。

27. 如請求項21之發光二極體，其中該主動層選自由氮化鎵、氮化鋁鎵、氮化銦鎵及氮化鋁銦鎵組成之群。

28. 如請求項20之發光二極體，其包含：

一導電碳化矽基板；及

在該碳化矽基板上之各別的p型第III族氮化物層及n型第III族氮化物層，其與該基板一同界定一晶粒；

該等歐姆接觸，其在一相對於該碳化矽基板與該等第III族氮化物層之垂直定向中；

一在455 nm與465 nm之間之主波長；及

一密封該基板、該等第III族氮化物層及該等歐姆接觸之部分之聚合物封裝。

29. 如請求項28之發光二極體，其中該封裝為一5 mm封裝。

30. 如請求項28之發光二極體，其中該碳化矽基板具有一選自由碳化矽之3C、4H、6H及15R多型體組成之群之多型體。

31. 如請求項28之發光二極體，其在一小於4.0伏特之正向電壓下操作。

32. 如請求項28之發光二極體，其在一小於3.5伏特之正向電壓下操作。

33. 如請求項30之發光二極體，其具有一每平方毫米該發射

表面之至少300毫瓦特之每單位面積輻射通量。

34. 如請求項31之發光二極體，其具有一每平方毫米該發射

表面之至少330毫瓦特之每單位面積輻射通量。

35. 如請求項28之發光二極體，其產生一每平方毫米至少360

毫瓦特之每單位面積輻射通量。

36. 如請求項28之發光二極體，其產生一每平方毫米至少390

毫瓦特之每單位面積輻射通量。