



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I398966B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 11 日

(21)申請案號：098119155

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 06 月 08 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/02 (2010.01)**

(71)申請人：晶元光電股份有限公司 (中華民國) EPISTAR CORPORATION (TW)

新竹市新竹科學工業園區力行五路 5 號

(72)發明人：張中英 CHANG, CHUNG YING (TW)；黃文嘉 HUANG, WEN JIA (TW)；賴昭序 LAI, CHAO HSU (TW)；林天坤 LIN, TIEN KUN (TW)

(56)參考文獻：

TW 559899

TW 200805704A

US 7213942B2

US 7479731B2

US 2006/0055012A1

US 2009/0085048A1

審查人員：許志豪

申請專利範圍項數：28 項 圖式數：9 共 0 頁

(54)名稱

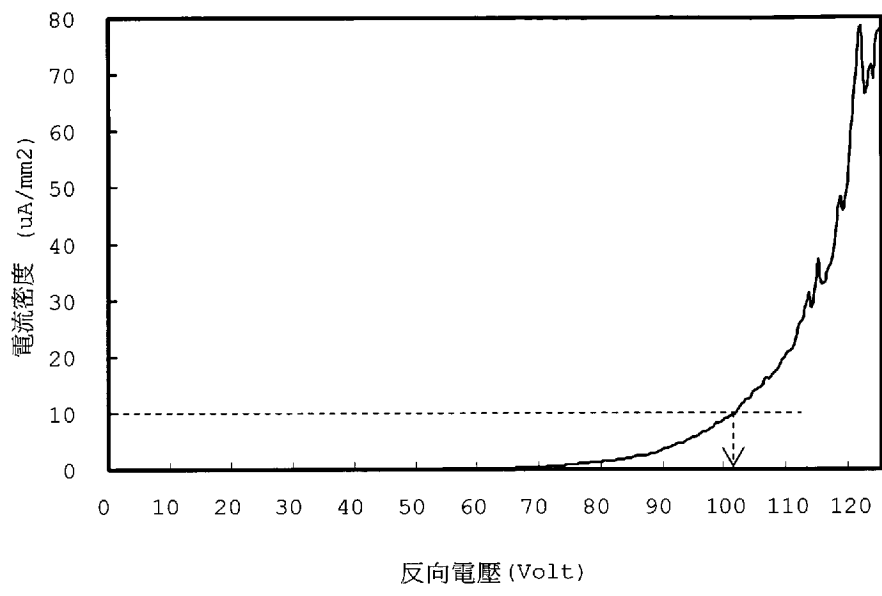
發光元件及其製造方法

LIGHT-EMITTING DEVICE AND THE MANUFACTURING METHOD THEREOF

(57)摘要

本發明在於提出一發光元件具有一發光磊晶結構，其中所述之發光磊晶結構於一反向偏壓之條件下，於負 10 微安培/毫米²之電流密度下，對應之臨界反向電壓之絕對值大於 50 伏特；其中所述之發光磊晶結構於一正向偏壓之條件下，以一 150 毫安培/毫米²之電流密度驅動時，具有至少 50 流明/瓦特之發光效率。本發明之另一方面在提出一種發光元件之製造方法，其步驟包含：提供一基板；於第一成長條件下於所述之基板上成長一第一磊晶層；於第二成長條件下於所述之第一磊晶層上成長一製程轉換層；於第三成長條件下於所述之製程轉換層上成長一第二磊晶層；其中，所述之第一成長條件與所述之第三成長條件具有一製程變化；且所述之製程轉換層之導電度大於所述之第一磊晶層及/或所述之第二磊晶層之導電度。

The disclosure provides a light-emitting device having a light-emitting epitaxy structure. The light-emitting epitaxy structure has a modulus of a critical reverse voltage greater than 50 volts while reverse biased at a current density of $-10\mu\text{A}/\text{mm}^2$, and has a luminous efficiency over 50 lm/Watt while forward biased at a current density of $150\text{mA}/\text{mm}^2$. Another aspect of the present disclosure provides a manufacturing method for a light-emitting device. The method comprises the steps of providing a substrate, grown a first epitaxial layer on the substrate with a first growth condition, growing a process-transition layer on the first epitaxial layer with a second growth condition, and growing a second epitaxial layer on the process-transition layer with a third growth condition, wherein a process change exists in the first growth condition and the third growth condition, and wherein the conductivity of the process-transition layer is greater than the conductivity of at least one of the first epitaxial layer and the second epitaxial layer.



第 6 圖

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一具有高臨界反向電壓之發光元件及其製造方法。

【先前技術】

發光二極體因其元件特性兼具有整流及發光之效果。當施加一正向偏壓(forward bias)於發光二極體時，發光二極體隨施加之正向偏壓提高，電流值亦急速上昇，並發出特定波長之光線，於此電流開始急速上昇之電壓值稱為發光二極體之正向電壓值(Forward Voltage; V_f)；當施加一反向偏壓於發光二極體時，施加之反向偏壓必須達到一臨界值，電流值才會急速上昇，於此電流開始急速上昇之電壓值稱為發光二極體之反向電壓值(Reverse Voltage; V_r)。

一般氮化鎵系列發光二極體之反向電壓值通常介於負15~20 伏特左右，反向電壓值不佳之主因為磊晶薄膜本身具有許多缺陷，例如晶格錯位(dislocation)、雜質(Impurity)等造成許多漏電流路徑(leakage path)，而造成元件無法承受較高之反向偏壓，且操作時容易因突然之高電壓而崩潰失效。

【發明內容】

本發明提出一具有高臨界反向電壓之發光元件及其製

造方法。

本發明在於提出一發光元件具有一發光磊晶結構，其中所述之發光磊晶結構於一反向偏壓之條件下，於負 10 微安培/毫米²之電流密度下，對應之臨界反向電壓之絕對值大於 50 伏特；其中所述之發光磊晶結構於一正向偏壓之條件下，以一 150 毫安培/毫米²之電流密度驅動時，具有至少 50 流明/瓦特之發光效率。本發明所指之“臨界反向電壓”定義為發光磊晶結構於一反向偏壓之條件下，於負 10 微安培/毫米²之電流密度下，所測得之反向電壓值。

本發明之另一方面在於提出一發光晶圓，包含複數個發光單元；其中，於負 10 微安培/毫米²之電流密度下，所述之複數個發光單元之臨界反向電壓之絕對值之平均值至少大於 50 伏特。

本發明之另一方面在於提出一交流式發光元件包含複數發光陣列結構形成於一基板上，各複數個發光陣列結構係由至少一個發光單元所組成；所述之發光陣列結構包括複數個整流發光陣列結構及至少一直流發光陣列結構；所述之各整流發光陣列結構包含第一數量之所述之發光單元，並且所述之複數個整流發光陣列結構排列成一惠斯頓電橋形式，並且具有二輸入端以接收一交流電源、以及二輸出端以輸出一直流電源；其中所述之直流發光陣列結構包含第二數量之所述之發光單元連接至所述之二輸出端。其中所述之直流發光陣列結構之發光單元之數量佔所述之

交流式發光元件之所有發光單元之數量之比例至少大於50%。

本發明之又一方面在提出一種發光元件之製造方法，其步驟包含：提供一基板；於第一成長條件下於所述之基板上成長一第一磊晶層；於第二成長條件下於所述之第一磊晶層上成長一製程轉換層；於第三成長條件下於所述之製程轉換層上成長一第二磊晶層；其中，所述之第一成長條件與所述之第三成長條件具有一製程變化；且所述之製程轉換層之導電度大於所述之第一磊晶層及/或所述之第二磊晶層之導電度。

於本發明之另一實施例中，所述之發光元件之製造方法更包含：於一第四成長條件下於所述之製程轉換層上形成一第二製程轉換層；以及於一第五成長條件下於所述之第二製程轉換層上形成一第三磊晶層；其中，所述之第三成長條件與所述之第五成長條件具有一製程變化；且所述之第二製程轉換層之導電度大於所述之第二磊晶層及/或所述之第三磊晶層。

【實施方式】

第1圖揭示符合本發明發光元件之發光磊晶結構之第一實施例，發光磊晶結構1包括一成長基板10、一接觸層20形成於成長基板10之上、一製程轉換層31形成於接觸層20之上、一n型束縛層(cladding layer)40形成於製程轉

換層 31 之上、一活性層 (active layer) 50 形成於 n 型束縛層 40 之上、以及一 p 型束縛層 60 形成於活性層 50 之上。形成發光磊晶結構 1 之方法包括提供一成長基板 10；接著，於成長基板 10 上以有機金屬化學氣相沉積法 (Metal-Organic Chemical Vapor Deposition) 磊晶成長一接觸層 20，如果接觸層 20 與成長基板 10 之晶格常數具有一差異，可在接觸層 20 與成長基板 10 之間成長一晶格緩衝層 (未繪示)，其中，晶格緩衝層之晶格常數介於接觸層 20 與成長基板 10 之間以提高磊晶品質及降低晶格缺陷。磊晶成長接觸層 20 之條件，例如反應器溫度設定值介於 $900\sim 1200^{\circ}\text{C}$ ；反應器壓力設定值介於 $300\sim 450$ 毫巴 (mbar)；並於磊晶成長接觸層 20 同時摻雜一 n 型摻雜質至一摻雜濃度介於 $1\times 10^{17}\sim 1\times 10^{18}\text{ cm}^{-3}$ 。於完成接觸層 20 之成長後，接續成長製程轉換層 31 及 n 型束縛層 40；n 型束縛層 40 具有一 n 型摻雜質及一摻雜濃度。其中，n 型束縛層 40 以及接觸層 20 於成長條件上具有一製程變化，或較佳為劇烈變化，以致於直接成長 n 型束縛層 40 於接觸層 20 上時產生薄膜缺陷，導致磊晶品質降低。因此，製程轉換層 31 之目的在修補製程轉換層 31 因其前後層之成長條件之製程變化所造成之缺陷，進而提高磊晶品質。於本發明之定義，“成長條件”一詞係為包括至少一製程參數設定值選自於溫度、壓力及氣體流量、及其他製程參數設定值所組成之群組；“製程變化”係指製程轉換層 31 之前一層之一成長

條件，相較後一層之對應之成長條件，至少存在 3% 之差異；而“劇烈變化”係指製程轉換層 31 之前一層之一成長條件，相較後一層之對應之成長條件，至少存在 10% 之差異。例如，n 型束縛層 40 之反應器溫度設定值介於 700~1000 °C；反應器壓力設定值介於 200~350 毫巴，並且其溫度設定值或壓力設定值之至少其中之一與接觸層 20 之對應設定值差異至少 3%，或較佳為差異至少 10%。製程轉換層 31 之成長條件大約介於接觸層 20 及 n 型束縛層 40 之對應成長條件之間；較佳為接近 n 型束縛層 40 之成長條件；更佳為相同於 n 型束縛層 40 之成長條件；並且製程轉換層 31 具有一 n 型摻雜質及一摻雜濃度大於接觸層 20 及 n 型束縛層 40 二者之一之摻雜濃度，例如摻雜濃度介於 $5 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ ；較佳為，製程轉換層 31 之摻雜濃度大於接觸層 20 及 n 型束縛層 40 之摻雜濃度，使得製程轉換層 31 之導電度大於接觸層 20 及/或 n 型束縛層 40。於完成 n 型束縛層成長，接續成長活性層 50 及 p 型束縛層 60 以完成發光元件之發光磊晶結構。

第 2 圖揭示符合本發明發光元件之發光磊晶結構之第二實施例，發光磊晶結構 2 包括一成長基板 10、一接觸層 20 形成於成長基板 10 之上、一 n 型束縛層 40 形成於接觸層 20 之上、一製程轉換層 32 形成於 n 型束縛層 40 之上、一活性層 50 形成於製程轉換層 32 之上、以及一 p 型束縛層 60 形成於活性層 50 之上。與前述實施例(第 1 圖)之差

異在於製程轉換層 32 係形成於 n 型束縛層 40 及活性層 50 之間。形成發光磊晶結構 2 之方法包括首先提供一成長基板 10。接著，於成長基板 10 上以有機金屬化學氣相沉積法磊晶成長一接觸層 20，如果接觸層 20 與成長基板 10 之晶格常數具有一差異，可在接觸層 20 與成長基板 10 之間成長一晶格緩衝層(未繪示)，其中，晶格緩衝層之晶格常數介於接觸層 20 與成長基板 10 之間以提高磊晶品質及降低晶格缺陷。於完成接觸層 20 之成長後，接續成長 n 型束縛層 40；n 型束縛層 40 具有一 n 型摻雜質及一摻雜濃度。磊晶成長 n 型束縛層 40 之條件，例如反應器溫度設定值介於 700~1000℃；反應器壓力設定值介於 200~350 毫巴；並於磊晶成長 n 型束縛層 40 同時摻雜一 n 型摻雜質至一摻雜濃度介於 $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 。於完成 n 型束縛層 40 之成長後，接續成長製程轉換層 32 及活性層 50，其中，n 型束縛層 40 以及活性層 50 於成長條件上具有一製程變化，或較佳為劇烈變化，以致於直接成長活性層 50 於 n 型束縛層 40 上時產生薄膜缺陷，導致磊晶品質降低。因此，製程轉換層 32 之目的在修補因製程轉換層 32 其前後層之成長條件製程變化所造成之缺陷，進而提高磊晶品質。例如，活性層 50 之反應器溫度設定值介於 850~1100℃；反應器壓力設定值介於 200~350 毫巴，並且其溫度設定值或壓力設定值之至少其中之一與 n 型束縛層 40 之對應設定值差異至少 3%，或較佳為差異至少 10%。製程轉換層 32 之成長條

件大約介於 n 型束縛層 40 及活性層 50 之對應成長條件之間；較佳為接近活性層 50 之成長條件；更佳為相同於活性層 50 之成長條件。製程轉換層 32 具有一 n 型摻雜質及一摻雜濃度大於 n 型束縛層 40 及活性層 50 二者之一之摻雜濃度，例如摻雜濃度介於 $5 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ ；較佳為，製程轉換層 32 之摻雜濃度大於 n 型束縛層 40 及活性層 50，使得製程轉換層 32 之導電度大於 n 型束縛層 40 及/或活性層 50 之導電度。於完成活性層 50 之成長後，接續 p 型束縛層 60 以完成發光元件之發光磊晶結構。其中，活性層結構包括多重量子井結構，以提高發光元件之內部量子效率。

第 3 圖揭示符合本發明發光元件之發光磊晶結構之第三實施例，與前述之第一及第二實施例相較，其差異在於發光磊晶結構 3 同時包含相同於第一實施例之第一製程轉換層 33 形成於接觸層 20 及 n 型束縛層 40 之間以及相同於第二實施例之第二製程轉換層 34 形成於 n 型束縛層 40 及活性層 50 之間，以進一步提高發光元件之磊晶品質。

第 4 圖揭示符合本發明發光元件之第一實施例，發光元件 4 係將前述實施例所形成之發光磊晶結構，以第 3 圖所示之發光磊晶結構 3 為例，利用晶粒製程自基板上形成複數個彼此隔開之發光單元，例如圖上所示之發光單元 4a 及 4b，並且分別形成一第一電極 21 於裸露出之接觸層 20 上以及一第二電極 61 於 p 型束縛層 60 上。於完成晶粒製程後，可對成長基板進行切割(如虛線所示)以分開發光單

元 4a 及 4b 形成個別之發光元件。於本發明之另一實施例，所述之發光元件更包括一接觸層形成於所述之第二電極與所述之 p 型束縛層之間，以降低所述之第二電極與所述之 p 型束縛層之間之接觸電阻；或者更包括一電流分散層以使電流均勻分佈於所述之發光磊晶結構。

依本發明實施例所形成之發光元件，其所述之成長基板尺寸大小例如為 10mil 乘 10mil，於一反向偏壓之條件下，於負 10 微安培/毫米²之電流密度下，所測得之臨界反向電壓之絕對值至少大於 50 伏特；並且，於一正向偏壓之條件下，以一 150 毫安培/毫米²之電流密度驅動時，具有至少 50 流明/瓦特之發光效率。依本發明之另一實施例，所述之發光元件可藉由調整製程轉換層之成長條件及摻雜濃度，以得到較佳之臨界反向電壓，例如大於 60 伏特或、更佳為大於 70 伏特、或最佳為大於 100 伏特。

第 6 圖揭示依本發明實施例所形成之發光元件所測得之電壓-電流曲線圖，本發明發光元件之發光磊晶結構於一反向偏壓之條件下，於負 10 微安培/毫米²之電流密度下，對應之電壓值之絕對值約為 102 伏特(如虛線所示；圖中之數值已轉換為正值)；並且於一正向偏壓之條件下，以一 150 毫安培/毫米²之電流密度驅動時，可發出至少 50 流明/瓦特之光線。本發明之發光元件兼具有高臨界反向電壓值及高亮度之特性。

第 5 圖揭示依本發明實施例所形成之串聯式發光元

件，串聯式發光元件 5 之形成方法類似於第 4 圖所示之實施例，於完成晶粒製程後，對各發光單元進行電性連接，如第 5 圖所示，係形成一導電層 70 於發光單元 4a 之第一電極及發光單元 4b 之第二電極之間以使發光單元 4a 及 4b 形成串聯連接之發光陣列結構。發光元件 5 更包含一絕緣層 80 形於導電層 70 與發光單元 4a 及 4b 及基板之間，以避免造成發光元件短路。

第 7A 圖及第 7B 圖揭示依本發明之交流式發光元件，交流式發光元件 7 主要應用於一交流式(Alternating Current; AC)電源，包含複數個整流發光陣列結構 R1~R4 及至少一直流發光陣列結構 E1 共同位於成長基板 10 上，所述之每一整流或直流發光陣列結構由如第 5 圖所示之複數個彼此串聯連接之發光單元所組成，整流發光陣列結構 R1~R4 係由一第二連接層 71 及第一~第四導線墊 91~94 以一惠斯頓電橋形式電性連接以形成一整流結構。請同時參考第 7B 圖，整流發光陣列結構 R1 連接於第一導線墊 91 及第四導線墊 94 之間；整流發光陣列結構 R2 連接於第一導線墊 91 及第二導線墊 92 之間；整流發光陣列結構 R3 連接於第三導線墊 93 及第四導線墊 94 之間；整流發光陣列結構 R4 連接於第二導線墊 92 及第三導線墊 93 之間；第一導線墊 91 及第三導線墊 93 分別外接至一交流式電源之正端及負端以接收一交流電壓訊號，並且經整流發光陣列結構 R1~R4 整流後，於第二導線墊 92 及第四導線墊 94 輸出一

直流電壓訊號。直流發光陣列結構 E1 係連接於於第二導線墊 92 及第四導線墊 94 之間，並接收所輸出之所述之直流電壓訊號。於交流電壓訊號之正向半週期，電流依序流經交流式發光元件 7 之發光陣列結構 R1、E1、及 R4（如第 7A 圖之虛線所示），並發出光線；於交流電壓訊號之負向半週期，電流依序流經交流式發光元件 7 之發光陣列結構 R3、E1、及 R2，並發出光線；其中整流發光陣列結構 R1~R4 各自於正向偏壓之半週期發光，另一半週期則處於反向偏壓而不發光，亦即整流發光陣列 R1~R4 係於施加交流訊號期間輪流發光；直流發光陣列結構 E1，因接收經整流後之所述之直流電壓訊號，所以於正向及負向半週期均可發光。

本發明實施例形成之所述之發光單元，因具有高臨界反向電壓值，有效提昇發光單元承受反向偏壓之能力，大幅減少所述之整流發光陣列結構之發光單元之數量，同時增加所述之直流發光陣列結構之發光單元之數量，達到提高發光效率之目的。茲以交流式電源為 110V 及 60 赫茲之交流頻率為例，各發光單元例如為一氮化鎵系列為主之發光磊晶結構且具有相同之面積，每一發光單元造成約 3V 之電壓降(Voltage Drop)以及具有一臨界反向電壓值絕對值 y ，各正向或負向半週期流經之發光單元之總數(跨不同之發光陣列結構)約 37 個，以符合 110V 之供應電源。各整流發光陣列結構 R1~R4 具有相同之發光單元之數量 m 個，直流發光陣列結構 E1 具有之發光單元之數量 n 個，則直流

光單元之數量佔交流式發光元件之所有發光單元之數量之比例至少大於 50%，較佳為大於 60%、更佳為大於 70%、或大於 80%，最佳為大於 90%以得到更佳之交流發光效率實施例。於本發明之另一方面，發光單元之臨界反向電壓值至少大於 50 伏特，較佳為大於 60 伏特、更佳為大於 70 伏特、最佳為大於 100 伏特，以提高發光元件之可靠性。於本發明之另一實施例，各所述之整流發光陣列結構之所述之發光單元之面積係小於各所述之直流發光陣列結構之所述之發光單元之面積，以進一步提高發光元件之反向偏壓效能。另外，除第 7A 圖及第 7B 圖所例示之橋式連接之交流式發光元件，本發明之交流式發光元件亦可包含其他連接型式之交流式發光元件，例如反向並聯(anti-parallel)型式，或其他連接型式之交流式發光元件。

第 8 圖揭示一符合本發明之一發光晶圓(wafer)。發光晶圓 8 包含複數個發光單元 81，各發光單元 81 具有一發光磊晶結構，例如為相同於第 4 圖所示之發光單元 4a 或 4b。各發光單元 81 於負 10 微安培/毫米²之電流密度下具有一臨界反向電壓；以及，各發光單元 81 以一 150 毫安培/毫米²之電流密度驅動時，具有一發光效率；並且，複數個發光單元 81 之臨界反向電壓之絕對值之平均值至少大於 50 伏特，較佳為大於 60 伏特、更佳為大於 70 伏特、最佳為大於 100 伏特；以及複數個發光單元 81 之發光效率之平均值至少 50 流明/瓦特。於另一實施例中，所述之複數

個發光單元之所述之臨界反向電壓值依大小係呈一分佈，並且扣除臨界反向電壓值之絕對值位於分佈之前後 25%之該些發光單元之後，位於中間 50%之剩餘之發光單元之臨界反向電壓值之絕對值之平均值係至少大於 50 伏特，較佳為大於 60 伏特、更佳為大於 70 伏特、最佳為大於 100 伏特；並且於一正向偏壓之條件下以一 150 毫安培/毫米^2 之電流密度驅動時，位於中間 50%之剩餘之發光單元之發光效率之平均值至少 50 流明/瓦特。

上述之諸實施例，其中，所述之接觸層、n 型束縛層、製程轉換層、p 型束縛層、以及活性層之材料係包含 III-V 族化合物，例如氮化鎵系列或磷化鎵系列之材料。所述之成長基板例如為包括至少一種材料選自於藍寶石、碳化矽、氮化鎵、以及氮化鋁所組成之群組。所述之接觸層、n 型束縛層、p 型束縛層、以及活性層可為單層或多層結構，例如為超晶格結構。另外，本發明之所述之發光磊晶結構並不限於以成長方式成長所述之成長基板之上，其他形成方式，例如以接合方式直接接合或藉由一介質接合至一導熱或導電基板亦屬本發明之範圍。

本發明所列舉之各實施例僅用以說明本發明，並非用以限制本發明之範圍。任何人對本發明所作之任何顯而易知之修飾或變更皆不脫離本發明之精神與範圍。

【圖式簡單說明】

- 第 1 圖顯示依本發明發光元件之發光磊晶結構之第一實施例；
第 2 圖顯示依本發明發光元件之發光磊晶結構之第二實施例；
第 3 圖顯示依本發明發光元件之發光磊晶結構之第三實施例；
第 4 圖顯示依本發明之發光元件之第一實施例；
第 5 圖顯示依本發明之發光元件之第二實施例；
第 6 圖顯示依本發明實施例之電壓-電流曲線圖；
第 7A 圖顯示依本發明之交流式發光元件之上視圖；
第 7B 圖顯示依本發明之交流式發光元件之電路示意圖；
第 8 圖顯示依本發明之發光晶圓之示意圖。

【主要元件符號說明】

- 1、2、3：發光磊晶結構；
4、5、7：發光元件；
4a、4b：發光單元；
10：成長基板；
20：接觸層；
21：第一電極；
31、33：製程轉換層；
32、34：第二製程轉換層；
40：n 型束縛層；
50：活性層；
60：p 型束縛層；
61：第二電極；
70：第一連接層；
71：第二連接層；
80：絕緣層；

8：發光晶圓；

81：發光單元；

91~94：第一~第四導線墊；

AC：交流式電源；

R1、R2、R3、R4：整流發光陣列結構；

E1：直流發光陣列結構。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：98119155

H01L 33/02 (2010.01)

※ 申請日：98. 6. 8

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

發光元件及其製造方法/LIGHT-EMITTING DEVICE AND THE
MANUFACTURING METHOD THEREOF

二、中文發明摘要：

本發明在於提出一發光元件具有一發光磊晶結構，其中所述之發光磊晶結構於一反向偏壓之條件下，於負 10 微安培/毫米²之電流密度下，對應之臨界反向電壓之絕對值大於 50 伏特；其中所述之發光磊晶結構於一正向偏壓之條件下，以一 150 毫安培/毫米²之電流密度驅動時，具有至少 50 流明/瓦特之發光效率。本發明之另一方面在提出一種發光元件之製造方法，其步驟包含：提供一基板；於第一成長條件下於所述之基板上成長一第一磊晶層；於第二成長條件下於所述之第一磊晶層上成長一製程轉換層；於第三成長條件下於所述之製程轉換層上成長一第二磊晶層；其中，所述之第一成長條件與所述之第三成長條件具有一製程變化；且所述之製程轉換層之導電度大於所述之第一磊晶層及/或所述之第二磊晶層之導電度。

三、英文發明摘要：

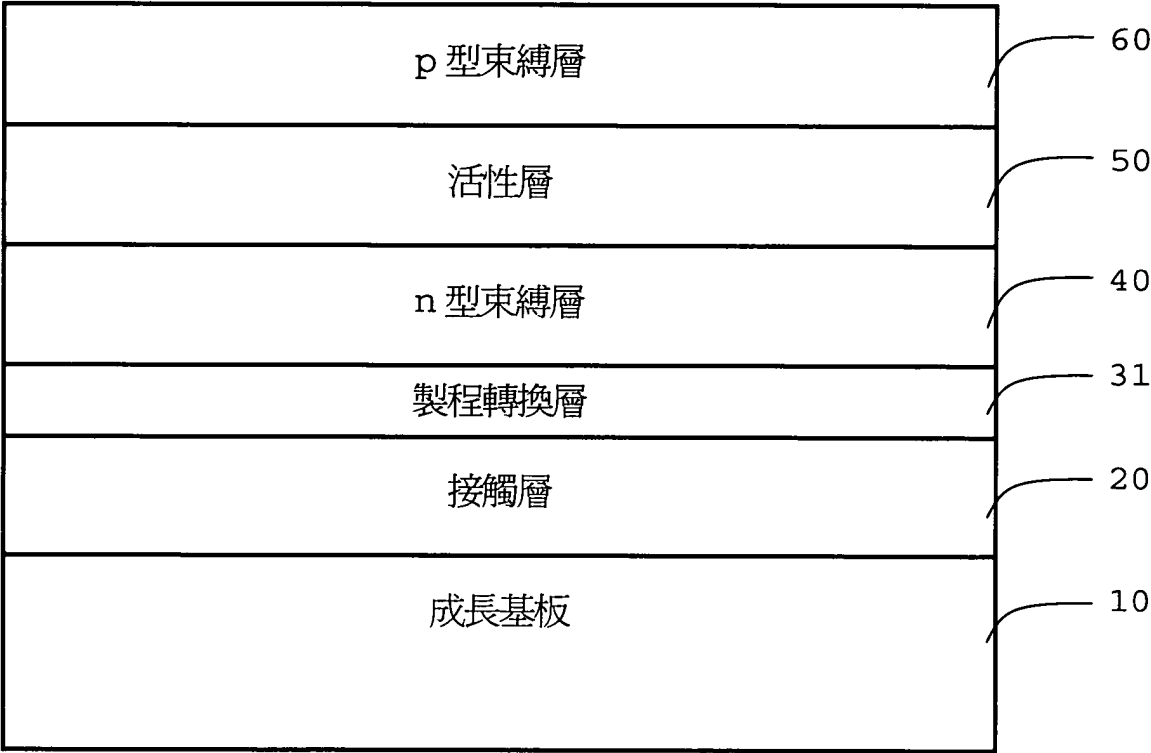
The disclosure provides a light-emitting device having a light-emitting epitaxy structure. The light-emitting epitaxy

structure has a modulus of a critical reverse voltage greater than 50 volts while reverse biased at a current density of $-10\mu\text{A}/\text{mm}^2$, and has a luminous efficiency over 50 lm/Watt while forward biased at a current density of $150\text{mA}/\text{mm}^2$.

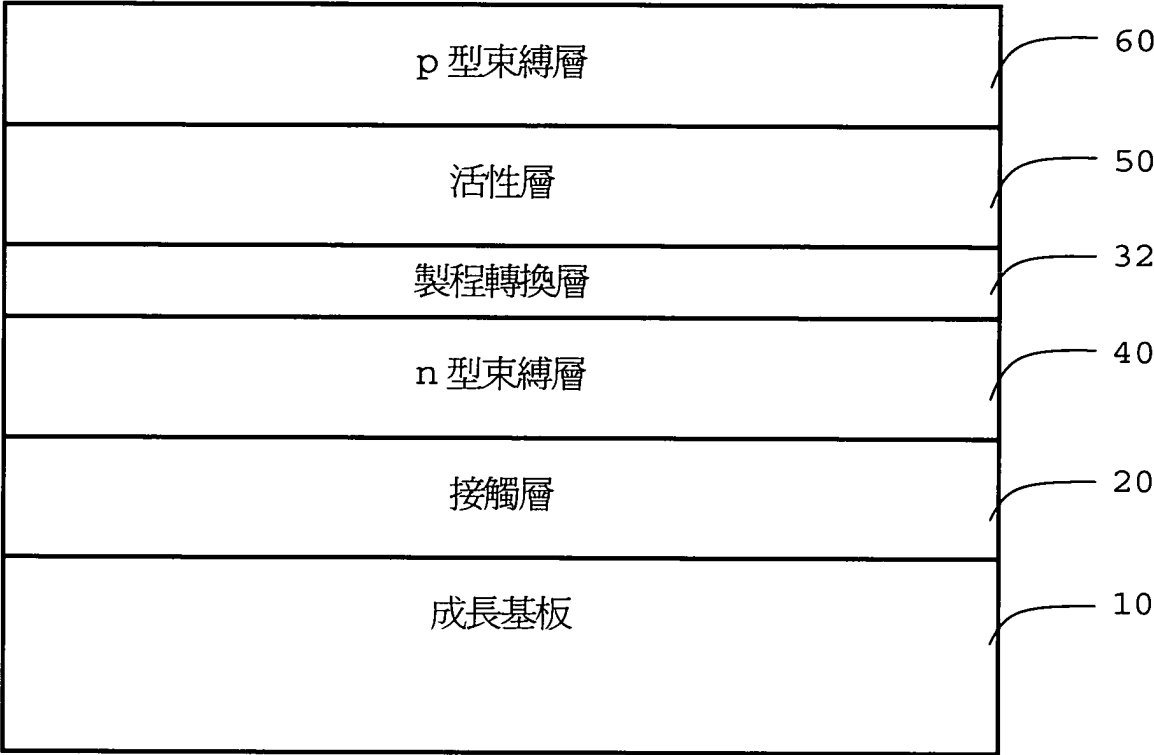
Another aspect of the present disclosure provides a manufacturing method for a light-emitting device. The method comprises the steps of providing a substrate, grown a first epitaxial layer on the substrate with a first growth condition, growing a process-transition layer on the first epitaxial layer with a second growth condition, and growing a second epitaxial layer on the process-transition layer with a third growth condition, wherein a process change exists in the first growth condition and the third growth condition, and wherein the conductivity of the process-transition layer is greater than the conductivity of at least one of the first epitaxial layer and the second epitaxial layer.

八、圖式：

1

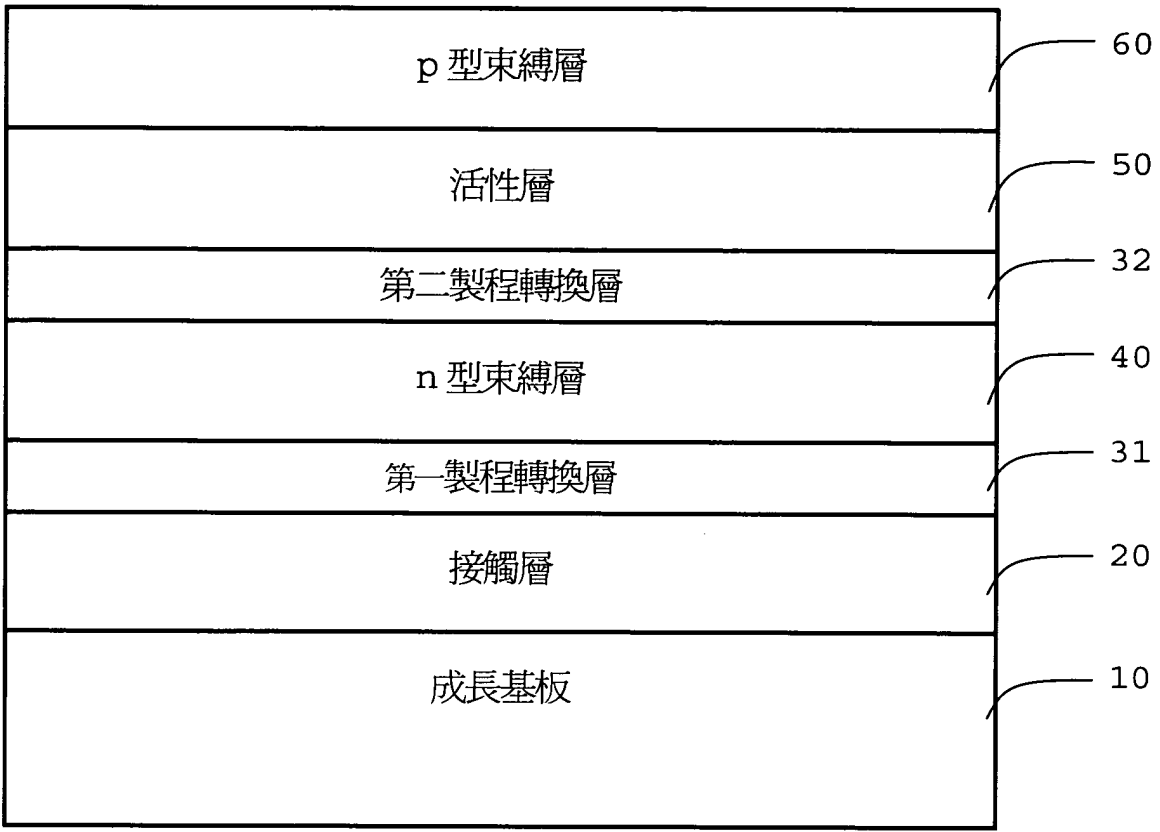


第 1 圖

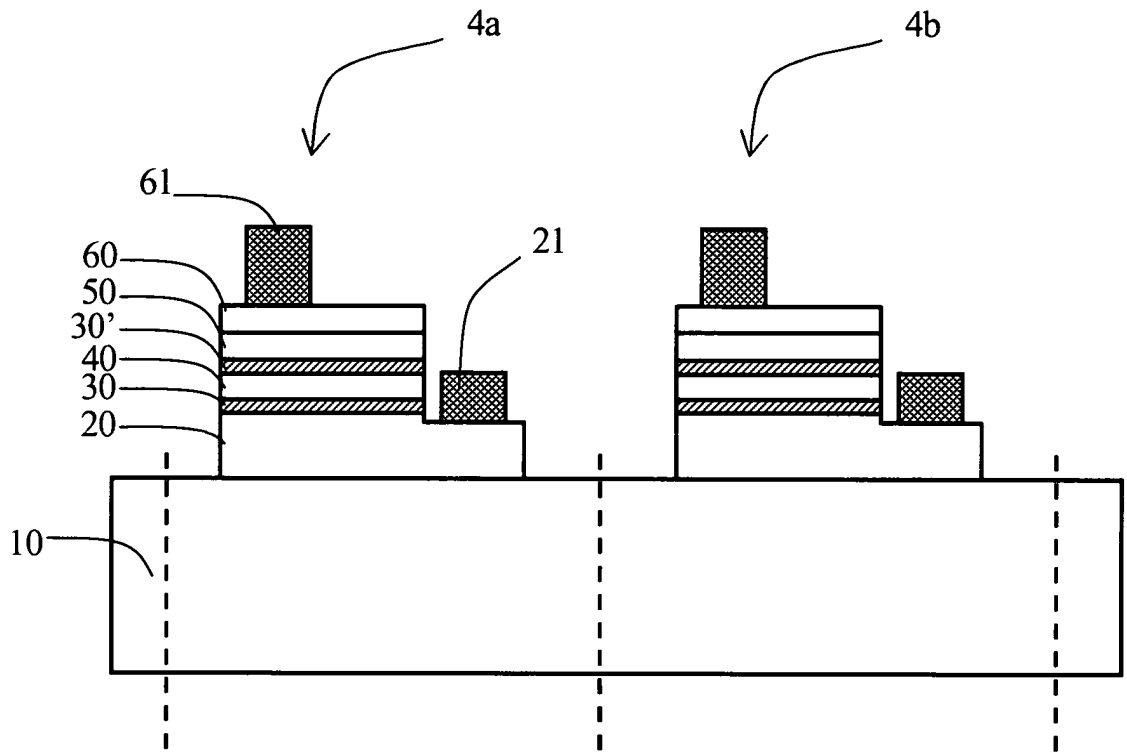


第 2 圖

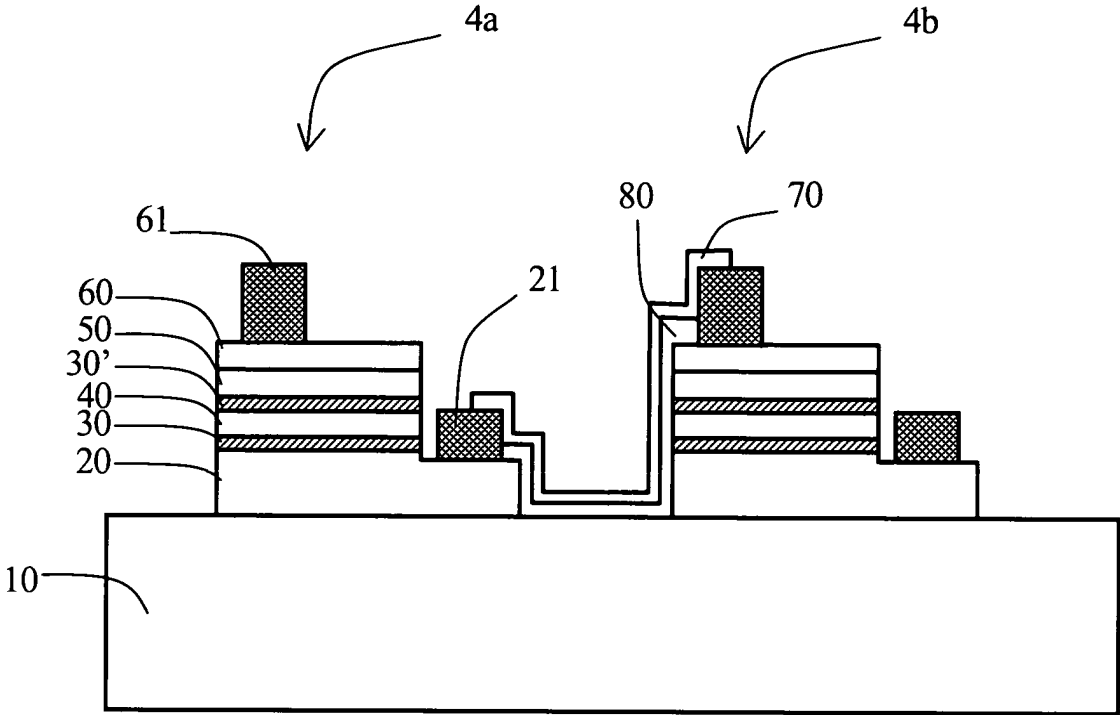
3



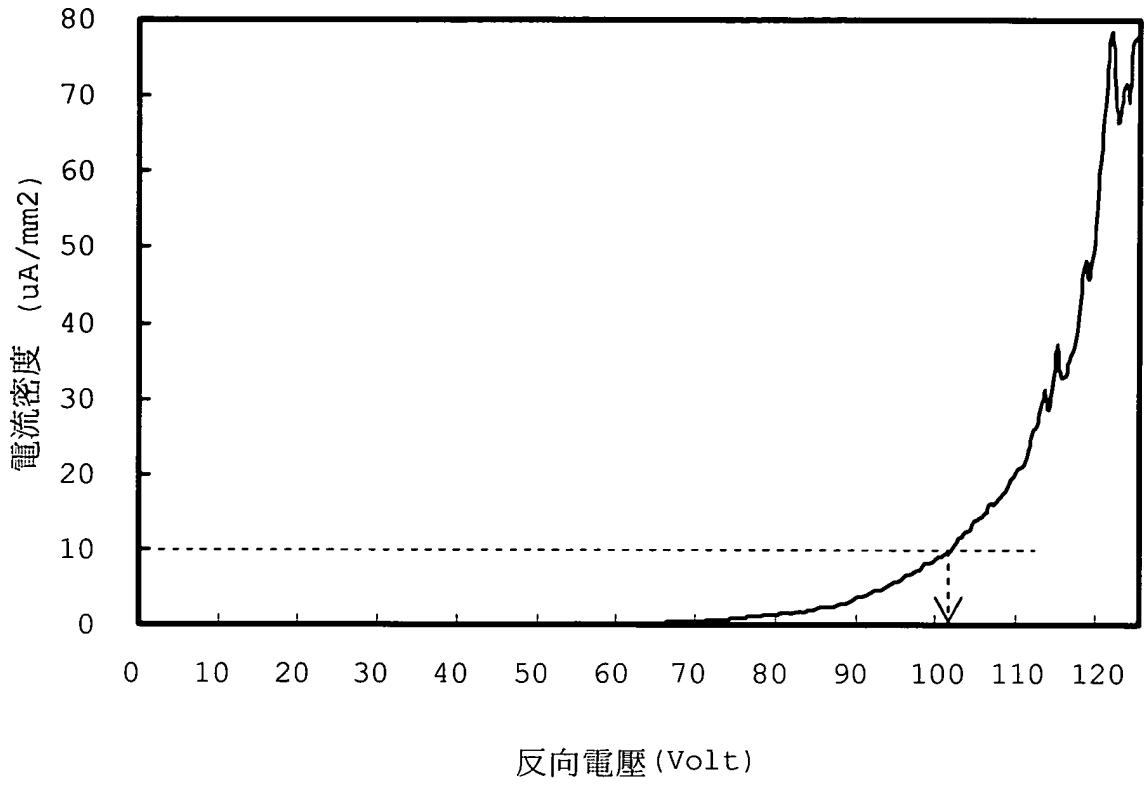
第 3 圖



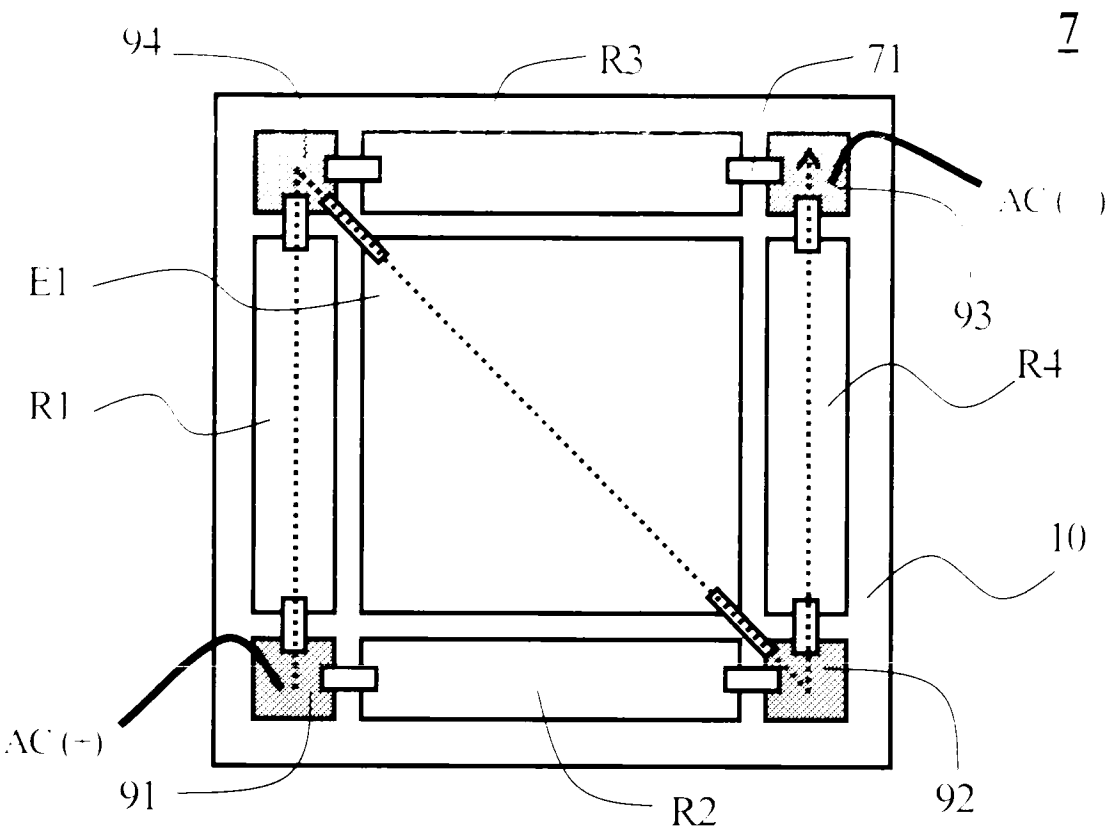
第 4 圖



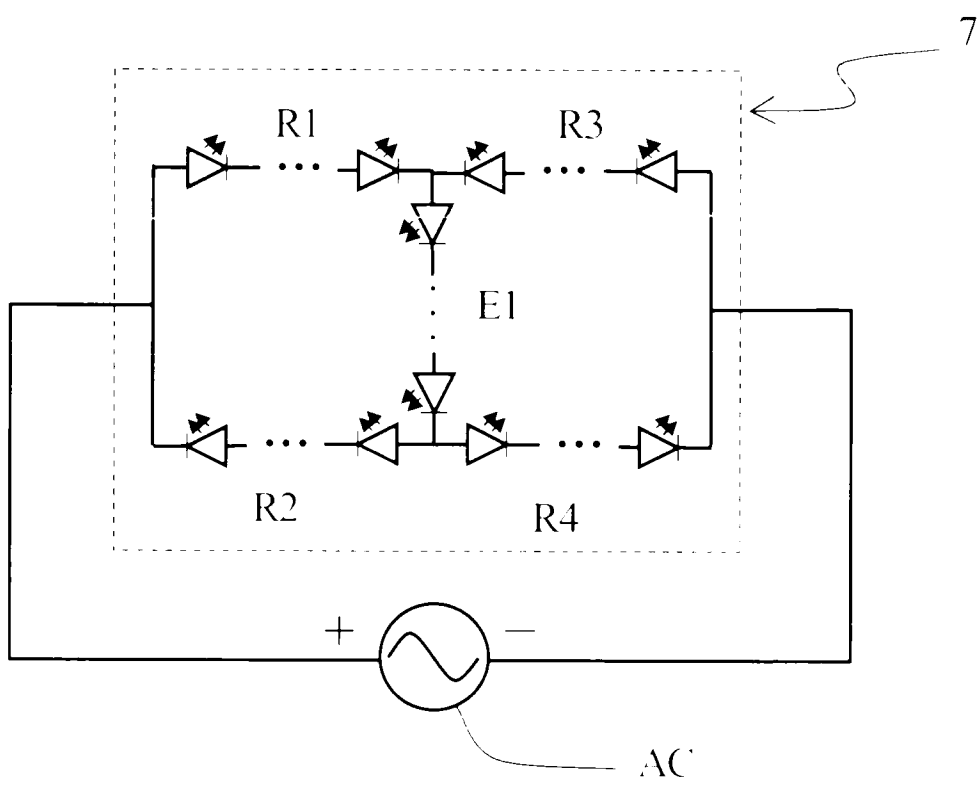
第 5 圖



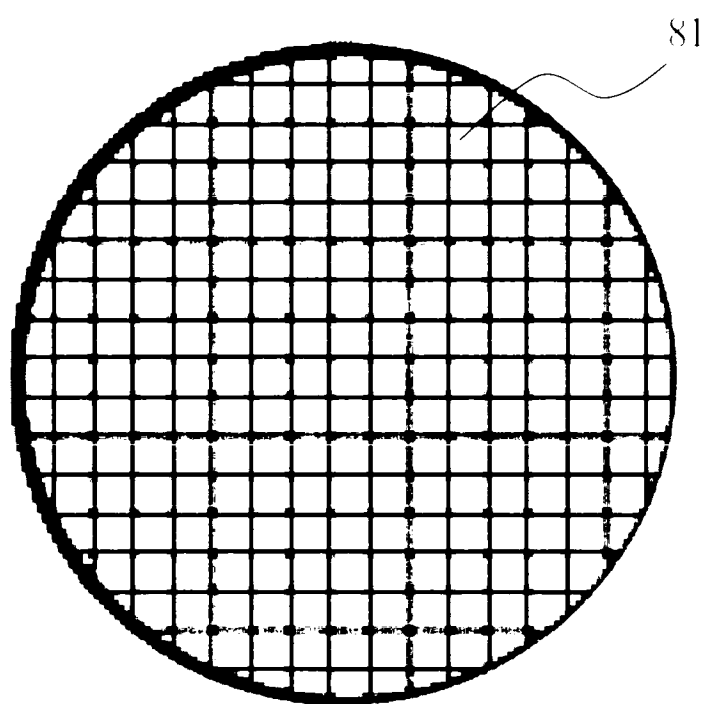
第 6 圖



第 7A 圖



第 7B 圖



第 8 圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(6)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無。

發光陣列結構 E1 之發光單元之數量佔所述之發光元件之所有發光單元數量之比例約為 $n/(4m+n)*100\%$ 。於正向半週期時，跨導線墊 91 及 92 兩端之整流發光陣列結構 R2(處於反向偏壓)之電位差應與相同為跨導線墊 91 及 92 兩端之整流發光陣列結構 R1 與直流發光陣列結構 E1(均處於正向偏壓)之電位差相同為 $3*(m+n)$ 伏特，為使處於反向偏壓之整流發光陣列結構 R2 不致崩潰失效， y 必須大於 $[3*(m+n)]/m$ 至少 35 以上避免電性操作之變異及其他外在因素而使元件失效，亦即 y 必須滿足以下方程式：

$$y > \frac{3*(m+n)}{m} + 35$$

下表列出依本發明實施例所形成之交流式發光元件之各發光陣列結構數量之組合：

	m	n	$\frac{n}{n+4m} * 100\%$	$\frac{3*(m+n)}{m} + 35$
組合一	1	35	90%	143
組合二	2	33	80%	87.5
組合三	3	31	72%	69
組合四	4	29	64%	60
組合五	5	27	57%	54
組合六	6	25	51%	51

依據所例示之各組合實施例，直流發光陣列結構之發

七、申請專利範圍：

1. 一種具有高反向電壓值之發光元件包含至少一發光單元，該發光單元包含一發光磊晶結構，其中該發光磊晶結構於一反向偏壓之條件下，於負10微安培/毫米²之電流密度下，對應之反向電壓值之絕對值大於50伏特。
2. 如申請專利範圍第1項所述之發光元件，其中該發光磊晶結構於一正向偏壓之條件下，以一150毫安培/毫米²之電流密度驅動時，具有至少50流明/瓦特之發光效率。
3. 如申請專利範圍第1項所述之發光元件，其中該發光磊晶結構於一反向偏壓之條件下，於負10微安培/毫米²之電流密度下，對應之反向電壓值之絕對值大於60伏特。
4. 如申請專利範圍第1項所述之發光元件，其中該發光磊晶結構於一反向偏壓之條件下，於負10微安培/毫米²之電流密度下，對應之反向電壓值之絕對值大於70伏特。
5. 如申請專利範圍第1項所述之發光元件，其中該發光磊晶結構於一反向偏壓之條件下，於負10微安培/毫米²之電流密度下，對應之反向電壓值之絕對值大於100伏特。
6. 如申請專利範圍第1項所述之發光元件，其中該發光磊晶結構包含一接觸層、一n型半導體層、一p型半導體層、以及一活性層介於該n型半導體層及該p型半導體層之間。

7. 如申請專利範圍第6項所述之發光元件，其中該發光磊晶結構更包含一製程轉換層介於該n型半導體層及該活性層之間，其中該製程轉換層之導電度大於該n型半導體層或該活性層。
8. 如申請專利範圍第7項所述之發光元件，其中該製程轉換層具有一摻雜質及一摻雜濃度大於該n型半導體層及該活性層。
9. 如申請專利範圍第6項所述之發光元件，其中該發光磊晶結構更包含一製程轉換層介於該接觸層及該n型半導體層之間，其中該製程轉換層之導電度大於該接觸層或該n型半導體層。
10. 如申請專利範圍第9項所述之發光元件，其中該製程轉換層具有一摻雜質及一摻雜濃度大於該接觸層及/或該n型半導體層。
11. 如申請專利範圍第1項所述之發光元件，包含複數個發光陣列結構，其中各個該發光陣列結構係由複數個發光單元共同形成於一基板上。
12. 如申請專利範圍第11項所述之發光元件，其中該發光陣列結構包含複數個整流發光陣列結構及至少一直流發光陣列

結構；其中各該整流發光陣列結構包含一第一數量之發光單元係以串聯連接，該複數個整流發光陣列結構排列成一惠斯頓電橋形式，並且具有二輸入端以接收一交流電源、以及二輸出端以輸出一直流電源；其中該直流發光陣列結構包含一第二數量之發光單元連接至該二輸出端。

13. 如申請專利範圍第12項所述之發光元件，其中該第二數量佔該第一數量與該第二數量之總和之比例至少大於50%。
14. 如申請專利範圍第12項所述之發光元件，其中該第二數量佔該第一數量與該第二數量之總和之比例至少大於60%。
15. 如申請專利範圍第12項所述之發光元件，其中該第二數量佔該第一數量與該第二數量之總和之比例至少大於70%。
16. 如申請專利範圍第12項所述之發光元件，其中該第二數量佔該第一數量與該第二數量之總和之比例至少大於80%。
17. 如申請專利範圍第12項所述之發光元件，其中該第二數量佔該第一數量與該第二數量之總和之比例至少大於90%。
18. 如申請專利範圍第11項所述之發光元件，其中該發光陣列結構排列成一反向並聯形式，並且具有二輸入端以接收一交流電源。

19. 一發光晶圓，包含複數個發光單元，各該複數個發光單元各包含一發光磊晶結構；其中，於負10微安培/毫米²之電流密度下，該些複數個發光單元之臨界反向電壓之絕對值之平均值至少大於50伏特。
20. 如申請專利範圍第19項所述之發光晶圓，其中各該複數個發光單元所測得之臨界反向電壓之絕對值之平均值至少大於60伏特。
21. 如申請專利範圍第19項所述之發光晶圓，其中各該複數個發光單元所測得之臨界反向電壓之絕對值之平均值至少大於70伏特。
22. 如申請專利範圍第19項所述之發光晶圓，其中各該複數個發光單元所測得之臨界反向電壓之絕對值之平均值至少大於100伏特。
23. 如申請專利範圍第19項所述之發光晶圓，其中各該複數個發光單元所測得之臨界反向電壓之絕對值之平均值係排除臨界反向電壓之絕對值依大小分佈位於前後25%之發光單元計算而得。
24. 如申請專利範圍第19項所述之發光晶圓，其中該發光磊晶結構包含一接觸層、一n型半導體層、一p型半導體層、以及一活性層介於該n型半導體層及該p型半導體層之間。

25. 如申請專利範圍第24項所述之發光晶圓，其中該發光磊晶結構更包含一製程轉換層介於該n型半導體層及該活性層之間，其中該製程轉換層之導電度大於該n型半導體層或該活性層。
26. 如申請專利範圍第25項所述之發光晶圓，其中該製程轉換層具有一摻雜質及一摻雜濃度大於該n型半導體層及該活性層。
27. 如申請專利範圍第24項所述之發光晶圓，其中該發光磊晶結構更包含一製程轉換層介於該接觸層及該n型半導體層之間，其中該製程轉換層之導電度大於該接觸層或該n型半導體層。
28. 如申請專利範圍第27項所述之發光晶圓，其中該製程轉換層具有一摻雜質及一摻雜濃度大於該接觸層及該n型半導體層。