



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201312792 A1

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：100132975

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 14 日

(51)Int. Cl. : H01L33/36 (2010.01)

H01L33/38 (2010.01)

(71)申請人：隆達電子股份有限公司 (中華民國) LEXTAR ELECTRONICS CORPORATION
(TW)

新竹市科學園區工業東三路 3 號

(72)發明人：朱瑞溢 CHU, JUI YI (TW)；方國龍 FANG, KUO LUNG (TW)；陳俊榮 CHEN, JUN RONG (TW)；郭奇文 KUO, CHI WEN (TW)

(74)代理人：洪澄文；顏錦順

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：26 項 圖式數：3 共 34 頁

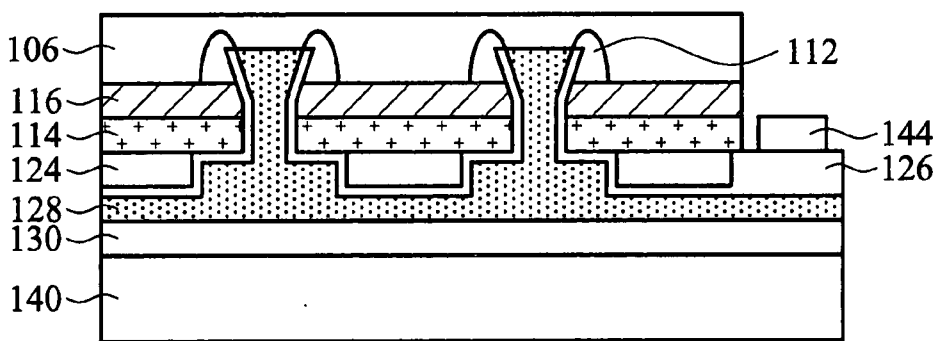
(54)名稱

發光二極體結構及其製造方法

LIGHT EMITTING DIODE STRUCTURE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57)摘要

本發明實施例係提供一種 LED 結構，包括：一基板，其上具有第一半導體層、發光層及第二半導體層，且發光層及第一半導體層依序堆疊於該第二半導體層上；第一接觸電極，位於第一半導體層與該基板之間，並具有突出部延伸至第二半導體層中；阻障層，順應性覆蓋於第一接觸電極上，且暴露出突出部分之頂部；電流阻擋元件，位於阻障層上，並圍繞突出部分之至少一部份之側壁；以及第二接觸電極，位於第一半導體層及第一接觸電極之間，藉由阻障層與第一接觸電極電性隔離。此外，本發明亦提供上述 LED 結構之製造方法。



106：第一半導體層

112：電流阻擋元件

114：發光層

116：第二半導體層

124：接觸電極

126：阻障層

128：接觸電極

130：黏著層

140：承載基板

144：導電墊

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：100132975

※申請日：100.9.14

※IPC 分類：H01L 33/36 (2010.01)
H01L 33/38 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

發光二極體結構及其製造方法

Light Emitting Diode Structure and Method for
Manufacturing the Same

二、中文發明摘要：

本發明實施例係提供一種 LED 結構，包括：一基板，其上具有第一半導體層、發光層及第二半導體層，且發光層及第一半導體層依序堆疊於該第二半導體層上；第一接觸電極，位於第一半導體層與該基板之間，並具有突出部延伸至第二半導體層中；阻障層，順應性覆蓋於第一接觸電極上，且暴露出突出部分之頂部；電流阻擋元件，位於阻障層上，並圍繞突出部分之至少一部份之側壁；以及第二接觸電極，位於第一半導體層及第一接觸電極之間，藉由阻障層與第一接觸電極電性隔離。此外，本發明亦提供上述 LED 結構之製造方法。

三、英文發明摘要：

An LED structure according to an embodiment of the present invention is provided. The LED structure contains a substrate having a first semiconductor layer, a light emitting

layer, and a second semiconductor layer formed thereon, where the light emitting layer and the first semiconductor layer are sequentially disposed on the first semiconductor layer. A first contact electrode is disposed between the first semiconductor layer and the substrate and has a protruding portion extending into the second semiconductor layer. A barrier layer conformally covers the first contact electrode and exposes a top portion of the protruding portion. A second contact electrode is in direct contact with the second semiconductor layer and disposed between the first semiconductor layer and the first contact electrode. The second contact electrode is electrically isolated with the first contact electrode via the barrier layer.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1P)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

106~第一半導體層	112~電流阻擋元件
114~發光層	116~第二半導體層
124~接觸電極	126~阻障層
128~接觸電極	130~黏著層
140~承載基板	144~導電墊

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。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於發光二極體結構，且特別是有關於一種能改善電流聚集之發光二極體結構及其製造方法。

【先前技術】

發光二極體 (light emitting diode, 以下皆簡稱為 LED) 具有高亮度、體積小、重量輕、不易破損、低耗電量和壽命長等優點，所以被廣泛地應用各式顯示產品中，其發光原理為，當施予二極體順向偏壓時，p 型區的多數載子電洞會往 n 型區移動，而 n 型區的多數載子電子則往 p 型區移動，最後電子與電洞兩載子會在 p-n 接面之空乏區復合，此時因電子由傳導帶移轉至價帶後喪失能階，同時以光子的模式釋放出能量而產生光。

在傳統的水平式 LED 裝置中，接觸電極設計為水平位向，容易產生電流聚集的問題。例如，電子在 n 型磊晶層和 p 型磊晶層中橫向流動不等的距離，而導致 LED 的發光不均。此外，LED 的接觸電極勢必要覆蓋在發光面上，損失了發光面積，僅有約 65% 的發光面積可被利用。

使用垂直式 LED 裝置可改善水平式 LED 裝置所遭遇的上述問題。在垂直式 LED 結構中，兩個電極分別位在 LED 的 n 型磊晶層和 p 型磊晶層之兩側，由於全部的 p 型磊晶層皆可作第二電極，使得電流幾乎全部垂直流過 LED 磊晶層，極少橫向流動的電流，可以改善平面結構的電流分佈

問題，提高發光效率，同時也可解決 p 型接觸電極的遮光問題，提升 LED 結構的發光面積。

一般的垂直式 LED 結構之 n 型接觸電極係設置於 LED 晶片之上表面上。一般而言，越多的金屬接觸電極設置於 LED 晶片表面上，可讓 LED 晶片的電流分佈更均勻。然而，設置於垂直式 LED 結構之晶片表面上的金屬接觸電極會有吸光及阻擋光萃取的問題。再者，由於電子載子及電洞載子會相互吸引的關係，亦容易在 n 型接觸電極附近發生電流聚集，導致 LED 晶片發光不均。

基於上述，為克服上述問題，業界亟需一種創新的發光二極體製程與結構來解決上述問題。

【發明內容】

本發明實施例係提供一種發光二極體結構，包括：一基板，其上具有一第一半導體層、一發光層及一第二半導體層，其中此發光層及此第一半導體層依序堆疊於此第二半導體層上，且此第一及此第二半導體層具有相反之導電型態；一第一接觸電極，位於第一半導體層與此基板之間，並具有一突出部分延伸至此第二半導體層中；一阻障層，順應性覆蓋於第一接觸電極上，且暴露出此突出部分之頂部；一電流阻擋元件，位於此阻障層上，並圍繞此突出部分之至少一部份之側壁；以及一第二接觸電極，位於此第一半導體層及此第一接觸電極之間，與第一半導體層直接接觸，且藉由此阻障層與此第一接觸電極電性隔離。

本發明實施例亦提供一種發光二極體結構之製造方法，包括：提供一第一基板，其上具有一第一半導體層；形成一第一開口於此第一半導體層中；形成一塊狀元件於此第一開口中；依序形成一發光層及一第二半導體層於此第一半導體上，其中此第二半導體層具有與此第一半導體層相反之摻雜型態；形成一電流阻擋元件，其中形成此電流阻擋元件之步驟中包含移除至少一部分之此塊狀元件，以形成一暴露出此第一半導體層之第二開口，且其中至少一部分之此第二開口係被此電流阻擋元件所圍繞；形成一第一接觸電極於此第二半導體層之上表面上；形成一阻障層順應性覆蓋此第一接觸電極及此第二開口；形成一第二接觸電極覆蓋此第一接觸電極及此第二開口；以及形成一第二基板於此第二接觸電極上，並移除此第一基板。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉出較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【實施方式】

本發明接下來將會提供許多不同的實施例以實施本發明中不同的特徵。各特定實施例中的組成及配置將會在以下作描述以簡化本發明。這些為實施例並非用於限定本發明。此外，在本說明書的各種例子中可能會出現重複的元件符號以便簡化描述，但這不代表在各個實施例及/或圖示之間有何特定的關連。此外，一第一元件形成於一第二元

件“上方”、“之上”、“之下”或“上”可包含實施例中的該第一元件與第二元件直接接觸，或也可包含該第一元件與第二元件之間更有其他額外元件使該第一元件與第二元件無直接接觸。

本發明實施例係提供高發光效率之LED結構及其製造方法。在此LED結構中的LED晶片，可有效改善電流聚集的問題，且避免接觸電極設置於LED晶片表面上來吸光或阻擋光萃取。

參見第1A~1P圖，其顯示依照本發明一實施例之發光二極體結構之製造方法於各種中間製程之剖面圖。

參見第1A圖，首先為提供一成長基板102，其可為任何適合一發光二極體半導體層成長的基板，例如：氧化鋁基板（藍寶石基板）、碳化矽基板、或砷化鎵基板等。成長基板102上配置有緩衝層104及第一半導體層。緩衝層104之材質可為GaN、AlN、AlGaN或前述之組合，其可提供於其上形成之第一半導體層106在成長時具有良好的緩衝效果而不易破裂。第一半導體層106可例如為n型摻雜之磊晶層，例如GaN、AlGaN、InGaN、AlInGaN、GaP、GaAsP、GaInP、AlGaInP、AlGaAs或前述之組合。緩衝層104及第一半導體層106可由任意的磊晶成長方法形成，例如化學氣相磊晶法（chemical vapor deposition, CVD）、有機金屬化學氣相磊晶法（metal organic chemical vapor deposition, MOCVD）、離子增強化學氣相磊晶法（plasma enhanced chemical vapor deposition, PECVD）、（molecular beam epitaxy）分子束磊晶法、氫化物氣相磊晶法（hydride

vapor phase epitaxy) 、或濺鍍法 (sputter) 。在一實施例中，第一半導體層 106 之厚度可為約 0.1~5.0 μm 。

參見第 1B 圖，於第一半導體層 106 中形成至少一開口 108。在一實施例中，開口 108 可為方形、三角形、圓形、橢圓形、多邊形或其他任意形狀，其半徑可為約 50~150 μm 。

接著，參見第 1C 圖，於開口 108 中形成塊狀元件 110。在一實施例中，塊狀元件 110 可突出第一半導體層 106 外或甚至塊狀元件 110 之頂部可高於或對齊於隨後形成於第一半導體層 106 上之第二半導體層 116 (參見第 1E 圖) 之上表面。在此實施例中，塊狀元件 110 可具有約 1.0~10.0 μm 之高度。在另一實施例中，塊狀元件 110 之頂部可不超過第一半導體層 106 之上表面 (未繪示)。塊狀元件 110 可由沉積製程 (例如化學氣相沉積、物理氣相沉積、蒸鍍、濺鍍) 沉積後，再經微影蝕刻製程形成。塊狀元件 110 之材質可包含各種具有高阻值的材料，例如氧化矽、氮化矽、氧化鋅或前述之組合。塊狀元件 110 可為梯形柱體、方形柱體、圓柱體、角錐形柱體或其他任意立體形狀。

參見第 1D 圖，以塊狀元件 110 為罩幕對第一半導體層 106 進行佈植程序，形成電流阻擋元件 112。佈植程序可包含摻雜矽及鎂等摻質使第一半導體層 106 中被佈植的區域成為具有高阻值之區塊，此佈植程序可包含例如離子轟擊法。此外，在此佈植程序中，除矽及鎂外，亦可佈植例如氫或氧等元素至第一半導體中。

參見第 1E 圖，依序形成發光層 114 及第二半導體層

114 於第一半導體層 116 上。發光層 114 可為半導體發光層，且可包含有多重量子井 (multiple quantum well, MQW) 結構。發光層 114 之材質可選自 III-V 族之化學元素、II-VI 族之化學元素、IV 族之化學元素、IV-IV 族之化學元素。第二半導體層 116 可具有與第一半導體層 106 相反之導電型態。例如，第二半導體層 114 可為 p 型磊晶層。第二半導體層 116 之材質亦可選自 III-V 族之化學元素、II-VI 族之化學元素、IV 族之化學元素、IV-IV 族之化學元素或前述之組合，例如 GaN、AlGaN、InGaN、AlInGaN、GaP、GaAsP、GaInP、AlGaInP、AlGaAs 或前述之組合。發光層 114 及第二半導體層 116 皆可由任意的磊晶成長方法形成，例如化學氣相磊晶法、有機金屬化學氣相磊晶法、離子增強化學氣相磊晶法、分子束磊晶法、氫化物氣相磊晶法、或濺鍍法。第二半導體層 116 之厚度可為 0.1~5.0 μm 。值得注意的是，第二半導體層與第一半導體層之導電型態亦可交換。例如第一半導體層 106 為 n 型磊晶層，第二半導體層 114 為 p 型磊晶層。

在塊狀元件 110 突出於第一半導體層 106 外之實施例中，第二半導體層 116 可磊晶成長至其上表面高於或對齊於塊狀元件 110 之頂部。如第二半導體層 116 之上表面高於塊狀元件 110 之頂部，可以例如化學機械研磨移除過剩的第二半導體層 114，以達到所欲之第二半導體層 114 之厚度並暴露出塊狀元件 110。

在塊狀元件 110 之頂部不超過第一半導體 106 之上表面之實施例中，由於在塊狀元件 110 上之磊晶品質會明顯

劣於在第一半導體層 106 上之磊晶品質，在發光層 114 及第二半導體層 116 磊晶形成之後，塊狀元件 110 上僅會具有一極薄且磊晶品質不佳的磊晶層，或甚至塊狀元件 110 仍有部分暴露於外。因此，此極薄且品質不佳的磊晶層將不會妨礙隨後用以移除塊狀元件 110 的蝕刻製程，並可於此蝕刻製程中一併被移除。

值得注意的是，在一實施例中，第 1C 圖中所示之佈植程序，亦可待發光層 114 及第二半導體層 116 再進行。在此實施例中，此佈植程序可僅施予至第一半導體層 106；或施予至第一半導體層 106 及發光層 114；或同時施予至第一半導體層 106、發光層 114 及第二半導體層 116；亦或僅施予至第二半導體層 116。因此，所形成之電流阻擋元件 112 除了類似於第 1D 圖中所示，僅形成於第一半導體層 106 中；亦可同時形成於第一半導體層 106 及發光層 114 中（未繪示）；或同時形成於第一半導體層 106、發光層 114 及第二半導體層 116 中（未繪示）；亦或僅形成於第二半導體層中 116（未繪示）。

參見第 1F 圖，形成圖案化光阻層 118 於第二半導體層 116 上。圖案化光阻層 118 蓋整個第二半導體層 116，僅暴露出塊狀元件 110。接著，參見第 1G 圖，以蝕刻製程移除塊狀元件 110，形成開口 120。開口 120 可具有對應於塊狀元件 110 之形狀。蝕刻製程可包含濕蝕刻製程或乾蝕刻製程。在一實施例中，由於濕蝕刻製程會有側蝕（undercut）之現象產生，可能在移除塊狀元件 110 的同時，亦對開口 120 頂部附近的第二半導體層 116 有部分蝕刻，進而擴大

開口 120 之頂部，如此亦有利於在隨後於開口 120 中沉積阻障層 126 及接觸電極 128 時減少氣泡或缺陷產生。接著，參見第 1H 圖，移除圖案化光阻層 118。

接著，參見第 1I 圖，於開口 120 中形成凸出於第二半導體層 114 外之填充材料 122。在一實施例中，填充材料 122 可與塊狀元件 110 由相同或類似的材質及方法形成。填充材料 122 之頂部與第二半導體層 114 之上表面之間可具有約 $0.001\sim 0.5\ \mu\text{m}$ 之高度差，此高度差係可決定隨後形成之接觸電極 124 之厚度。

例如，參見第 1J 圖，接觸電極 124 形成於第二半導體層 116 上。接觸電極 124 可包含歐姆接觸材料（例如：鈮、鉑、鎳、金、銀、或其組合）、透明導電材料（例如：氧化鎳、氧化銦錫、氧化鎘錫、氧化銻錫、氧化鋅鋁、或氧化鋅錫）、反射層或前述之組合。例如，接觸電極 124 可為歐姆接觸材料與反射層之結合，以反射由發光層 116 所發出來的光，增加光萃取效率。在一實施例中，接觸電極 124 尚可包含一絕緣保護層（未顯示），此絕緣保護層可由氮化矽、氧化矽、其他介電材料或前述之組合。再者，在一實施例中，接觸電極 124 與開口 120 之頂部具有至少 $5\ \mu\text{m}$ 之水平間隔，或例如 $5\sim 20\ \mu\text{m}$ ，較佳為約 $10\ \mu\text{m}$ 。亦即，接觸電極 124 自開口 120 的位置內縮了至少 $5\ \mu\text{m}$ 。如此，可有效減少電子載子及電洞載子在接觸電極 124 附近結合的機率。

接著，參見第 1K 圖，形成阻障層 126 順應性地覆蓋開口 120 之側壁、接觸電極 124 及第二半導體層 116 之表面。

阻障層 126 可包含氮化矽、氧化矽、其他介電材料或前述之組合。阻障層 126 之厚度可為 0.01~0.5 μm 。阻障層 126 可在由化學氣相沉積或物理氣相沉積等沉積方法順應性形成於開口 120 之底部及側壁上後，再經由微影蝕刻製程移除阻障層 126 之位於開口 120 底部的部分。

接著，參見第 1L 圖，形成接觸電極 128 於開口 120 中。在一實施例中，接觸電極 128 可完全覆蓋接觸電極 124 及第二半導體層 116。如此，接觸電極 128 可包形成於開口 120 之突出部分及覆蓋於第二半導體層 116 及接觸電極 124 上之水平部分。接觸電極 128 之突出部分藉由阻障層 124 與第二半導體層 116 及發光層 114 電性隔離，僅經由開口 120 底部與第一半導體層 106 電性接觸。接觸電極 128 之水平部分藉由阻障層 124 與接觸電極 124 電性隔離。接觸電極 128 可包含歐姆接觸材料（例如：鈮、鉑、鎳、金、銀、或其組合）、透明導電材料（例如：氧化鎳、氧化銻錫、氧化鎘錫、氧化銻錫、氧化鋅鋁、或氧化鋅錫）或前述之組合。

接著，參見第 1M 圖，形成金屬結合層 130 於接觸電極 128 上。金屬結合層 130 可包含 Au、Sn、In、前述之合金或前述之組合。金屬結合層 130 之厚度可為 0.5~10 μm 。接著，參見第 1N 圖，結合承載基板 140 於金屬結合層 130 上。承載基板 140 可為一封裝基板，其上具有已配置好之電路，以使接觸電極 128 電性連結至外部電路。

接著，參見第 1O 圖，將成長基板 102 移除。在一實

施實施例中，可以雷射剝離製程將成長基板 102 剝離 (lift-off)。在另一實施例中，可以濕蝕刻製程將成長基板 102 移除。緩衝層 104 亦可在移除成長基板 102 時一併予以移除。

最後，參見第 1P 圖，於承載基板上 140 之靠近側邊的位置移除部分的第一半導體層 106、發光層 112 及第二半導體層 114 以形成一缺口。此缺口暴露出部分的接觸電極 122，於暴露的接觸電極 124 上形成導電墊 144，形成如本發明實施例所提供之發光二極體結構。

在此發光二極體結構中，第二半導體層 116、發光層 114 及第一半導體層 106 依序堆疊於承載基板 140 上。接觸電極 128 包含延伸至第一半導體層 106 中之突出部分及位於第一半導體層 116 及承載基板 102 之間的水平部分。阻障層 126 順應性覆蓋於接觸電極 124 上，但暴露出接觸電極 128 之突出部分之頂部。電流阻擋元件 112 位於阻障層上 126 上，並圍繞接觸電極 128 之突出部分至少一部份之側壁，阻擋接觸電極 128 附近的電流直接向垂直方向流動，而更多的電流為橫向移動，進而降低電流在接觸電極 128 附近聚集的現象。接觸電極 124 位於接觸電極 128 及第二半導體層 116 之間，與第二半導體層 116 直接接觸，且藉由阻障層 126 與接觸電極 122 電性隔離。接觸電極 124 藉由導電墊 144 與外部電路電性連接，接觸電極 128 則藉由金屬結合層 130 及承載基板 140 中的電路與外部電路電性連接。

參見第 2A~2C 圖，其顯示依照本發明另一實施例之發光二極體結構之製造方法於各種中間製程之剖面圖。在本實施例中，相同的標號代表與前述實施例由相同或類似的材料形成。

首先，參見第 2A 圖，依照如第 1A 至 1C 圖之步驟形成於類似於第 1C 圖之結構，承載基板 102 上具有緩衝層 104 及第一半導體層 106，第一半導體層 106 中具有塊狀元件 110，其突出於第一半導體層 106 外或不超過第一半導體層 106 之上表面。本實施例與前述實施例不同的是，未進行離子佈植程序，而是直接以塊狀元件 110 為罩幕，以微影蝕刻製程移除塊狀元件 110 附近的區域，形成開口 205，如第 2B 圖所示。在本實施例中，開口 205 即為電流阻擋元件 212 預定形成之區域。

接著，參見第 2C 圖，形成電流阻擋元件 212 於開口 205 中，電流阻擋元件 212 可由沉積製程（例如化學氣相沉積、物理氣相沉積、蒸鍍、濺鍍）沉積後，再經微影蝕刻製程形成。電流阻擋元件 212 之材質可包含各種具有高阻值的氧化物的材料，例如介電常數例如氧化矽、氮化矽、氧化鋅或前述之組合。電流阻擋元件 212 可為梯形柱體、方形柱體、圓柱體、角錐形柱體或其他任意立體形狀。

隨後，繼續進行與第 1E 圖至第 1P 圖相同之步驟，形成完整的發光二極體結構，如第 2D 圖所示。在此發光二極體結構中，電流阻擋元件 212 係形成在與前述實施例中之電流阻擋元件 112 類似的位置，但係由不同材質形成。此外，電流阻擋元件 212 係僅形成於第一半導體層 106 中。

參見第 3A~3C 圖，其顯示依照本發明又一實施例之發光二極體結構之製造方法於各種中間製程之剖面圖。在本實施例中，相同的標號代表與前述實施例由相同或類似的材料形成。

首先，參見第 3A 圖，依照如第 1A 至 1C 圖之步驟形成於類似於第 1C 圖之結構，承載基板 102 上具有緩衝層 104 及第一半導體層 106，第一半導體層 106 中具有塊狀元件 110，其突出於第一半導體層 106 外或不超過第一半導體層 106 之上表面。本實施例與前述實施例不同的是，未進行離子佈植程序，而是直接以非等向性蝕刻移除塊狀元件 110 之中央部分，形成開口 320，且剩餘的塊狀元件即可用於作為電流阻擋元件 312。如第 3B 圖所示，開口 320 被剩餘的塊狀元件 312（即電流阻擋元件）所圍繞，且其底部係暴露出第一半導體層 106。塊狀元件 110 之材質可包含各種具有高阻值的材料，例如氧化矽、氮化矽、氧化鋅或前述之組合。

接著，磊晶成長發光層 114 及第二半導體層 116 於第一半導體層 106 上，並繼續進行如第 1I 至第 1P 圖相同之步驟，形成如第 3C 圖所示之完整的發光二極體結構。值得注意的是，移除塊狀元件 110 之中央部分的步驟可如同前述實施例所述之佈植程序，在形成發光層 114 及第二半導體層 116 後才進行。依照蝕刻條件的不同，可控制電流阻擋元件之大小及形狀。例如，在本實施例中所形成之電流阻擋元件 312 可為梯形柱體、方形柱體、圓柱體、角錐形柱體或其他任意立體形狀，且其僅可形成於第一半導體層

106 中，或同時形成於第一半導體層 106 及發光層 114 中（未繪示），亦或同時形成於第一半導體層 106、發光層 114 及第二半導體層 116 中（未繪示）。

在此發光二極體結構中，電流阻擋元件 212 係形成在與前述實施例中之電流阻擋元件 112 類似的位置，但係由不同材質形成。此外，電流阻擋元件 312 可僅形成於第一半導體層 106 中，或同時形成於第一半導體層 106 及發光層 114 中（未繪示），亦或同時形成於第一半導體層 106、發光層 114 及第二半導體層 116 中（未繪示）。此外，值得注意的是，在本實施例中，填充材料 122 較佳使用與電流阻擋元件 312 具有不同蝕刻選擇比之材料，以在移除填充材料 122 時，不會損傷到電流阻擋元件 312。

在本發明實施例所提供之發光二極體結構中，由於在接觸電極 128 與第一半導體層 106 之接面附近具有高阻值之電流阻擋元件 112、212、312，可阻擋電流直接向垂直方向流動，而更多的電流為橫向移動，進而降低電流在接觸電極 128 附近聚集的現象。此外，由於接觸電極 128 與接觸電極 124 之突出部分具有 5~20 μm 之水平間隔，可有效減少電子載子及電洞載子在接觸電極 124 附近結合的機率。再者，接觸電極 124 配置於 LED 結構之內部，亦可避免接觸電極在 LED 結構表面上吸光或阻擋光萃取的問題。如上述，本發明實施例所提供之發光二極體結構係可有效改善電流聚集而發光不均的問題，並可提高發光效率。

雖然本發明已以數個較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，

在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作任意之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1A~1P 圖顯示為依照本發明一實施例之發光二極體結構之製造方法於各種中間製程之剖面圖。

第 2A~2D 圖顯示為依照本發明另一實施例之發光二極體結構之製造方法於各種中間製程之剖面圖。

第 3A~3C 圖顯示為依照本發明又一實施例之發光二極體結構之製造方法於各種中間製程之剖面圖。

【主要元件符號說明】

102~成長基板	104~緩衝層
106~第一半導體層	108~開口
110~塊狀元件	112~電流阻擋元件
114~發光層	116~第二半導體層
118~圖案化罩幕	120~開口
122~填充材料	124~接觸電極
126~阻障層	128~接觸電極
130~黏著層	140~承載基板
144~導電墊	205~開口
212~電流阻擋元件	312~電流阻擋元件
320~開口	

七、申請專利範圍：

1.一種發光二極體之結構，包括：

一基板，其上具有一第一半導體層、一發光層及一第二半導體層，其中該發光層及該第一半導體層依序堆疊於該第二半導體層上，且該第一及該第二半導體層具有相反之導電型態；

一第一接觸電極，位於第一半導體層與該基板之間，並具有一突出部分延伸至該第二半導體層中；

一阻障層，順應性覆蓋於該第一接觸電極上，且暴露出該突出部分之頂部；

一電流阻擋元件，位於該阻障層上，並圍繞該突出部分之至少一部份之側壁；以及

一第二接觸電極，位於該第一半導體層及該第一接觸電極之間，與該第一半導體層直接接觸，且藉由該阻障層與該第一接觸電極電性隔離。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之發光二極體之結構，其中該電流阻擋元件包含由矽、鎂或前述之組合所摻雜之第一半導體層。

3.如申請專利範圍第 2 項所述之發光二極體之結構，其中該電流阻擋元件包含氫或氧離子。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光二極體之結構，其中該電流阻擋元件包含由矽、鎂或前述之組合所摻雜之第二半導體層。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之發光二極體之結構，

其中該電流阻擋元件包含氫或氧離子。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之發光二極體之結構，其中該電流阻擋元件包含氧化矽、氮化矽、氧化鋅或前述之組合。

7.如申請專利範圍第 6 項所述之發光二極體之結構，其中該電流阻擋元件位於該第一半導體層中。

8.如申請專利範圍第 6 項所述之發光二極體之結構，其中該電流阻擋元件位於該第一半導體層及該發光層中。

9.如申請專利範圍第 6 項所述之發光二極體之結構，其中該電流阻擋元件位於該第一半導體層、該發光層中及該第二半導體層中。

10.如申請專利範圍第 1 項所述之發光二極體之結構，其中該第一接觸電極及該第二接觸電極之間具有至少 $5\mu\text{m}$ 之間隔。

11. 一種發光二極體結構之製造方法，包括：

提供一第一基板，其上具有一第一半導體層；

形成一第一開口於該第一半導體層中；

形成一塊狀元件於該第一開口中；

依序形成一發光層及一第二半導體層於該第一半導體上，其中該第二半導體層具有與該第一半導體層相反之摻雜型態；

形成一電流阻擋元件，其中形成該電流阻擋元件之步驟中包含移除至少一部分之該塊狀元件，以形成一暴露出該第一半導體層之第二開口，且其中至少一部分之該第二開口係被該電流阻擋元件所圍繞；

形成一第一接觸電極於該第二半導體層之上表面上；
形成一阻障層順應性覆蓋該第一接觸電極及該第二開口；
形成一第二接觸電極覆蓋該第一接觸電極及該第二開口；以及
形成一第二基板於該第二接觸電極上，並移除該第一基板。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中該電流阻擋元件包含經一佈植程序摻雜矽及鎂之第一半導體層。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中該形成該電流阻擋元件之步驟更包含：

在形成該第二開口之前，以該塊狀元件為罩幕對該第一半導體層進行該佈植程序；及

在形成該發光層及該第二半導體層後，移除該塊狀元件。

14. 如申請專利範圍第 12 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中該形成該電流阻擋元件之步驟更包含：

在形成該第二開口之前，以該塊狀元件為罩幕對該第一半導體層、該發光層及該第二半導體層進行一佈植程序；及

在形成該發光層及該第二半導體層後，移除該塊狀元件。

15. 如申請專利範圍第 12 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中該佈植程序更包含佈植氧或氫。

16. 如申請專利範圍第 12 項所述之發光二極體結構之

製造方法，其中該佈植程序包含離子轟擊法。

17. 如申請專利範圍第 11 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中該電流阻擋元件包含經一佈植程序摻雜矽及鎂之第二半導體層。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中該形成該電流阻擋元件之步驟更包含：

在形成該發光層及該第二半導體層後，以該塊狀元件為罩幕對該第二半導體層進行一佈植程序；及

移除該塊狀元件，以形成該第二開口。

19. 如申請專利範圍第 17 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中該佈植程序更包含佈植氧及氫。

20. 如申請專利範圍第 11 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中該電流阻擋元件包含氧化矽、氮化矽、氧化鋅或前述之組合。

21. 如申請專利範圍第 20 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中該形成該電流阻擋元件之步驟更包含：

在形成該第二開口之前，以一微影蝕刻製程於該塊狀元件附近形成一第三開口；及

形成該電流阻擋元件於該第三開口中。

22. 如申請專利範圍第 20 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中該形成該電流阻擋元件之步驟包含僅移除一部分的該塊狀元件，以使剩餘的該塊狀元件形成該電流阻擋元件。

23. 如申請專利範圍第 11 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中該塊狀元件之頂部高於或對齊於該第一半

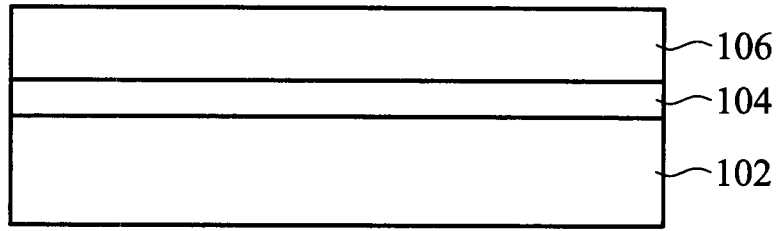
導體層之上表面。

24. 如申請專利範圍第 11 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中該塊狀元件之頂部低於該第二半導體層之上表面。

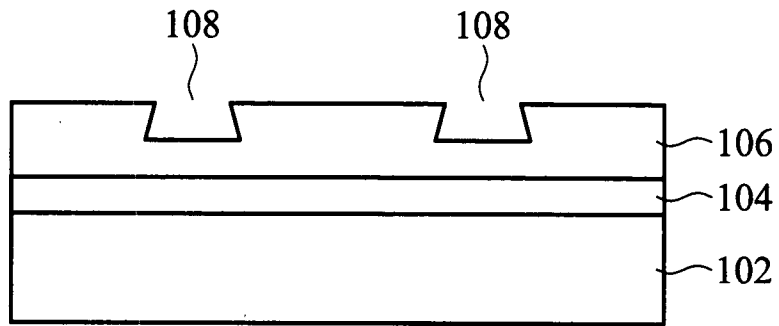
25. 如申請專利範圍第 24 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中形成該發光層及該第二半導體層時，該發光層及該第二半導體層實質上不會覆蓋該塊狀元件之頂部。

26. 如申請專利範圍第 11 項所述之發光二極體結構之製造方法，其中該第一接觸電極及該第二接觸電極之間具有至少 $5\mu\text{m}$ 之間隔。

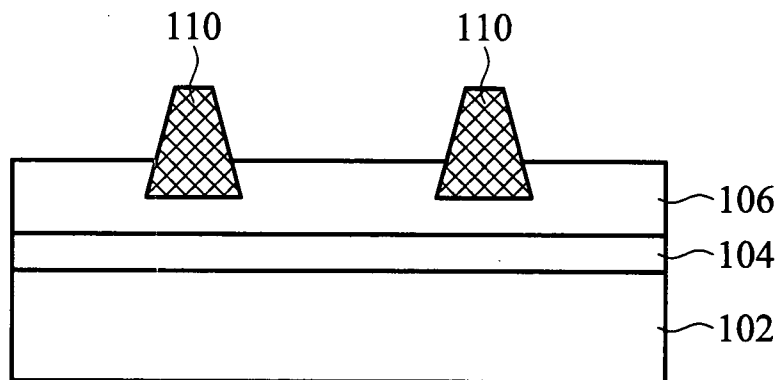
八、圖式：(如後所示)



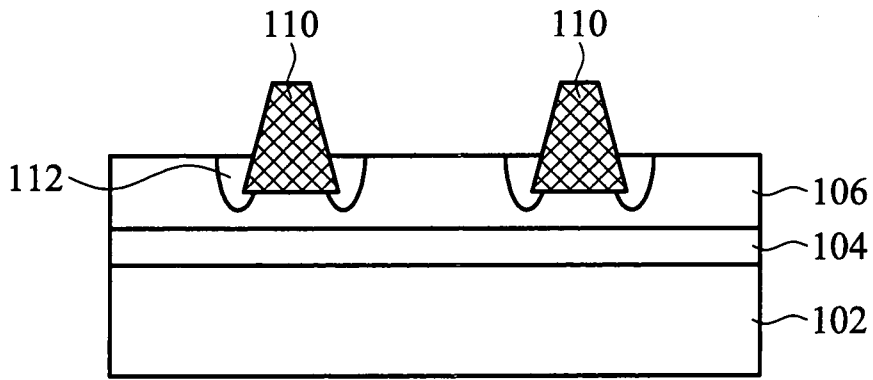
第 1A 圖



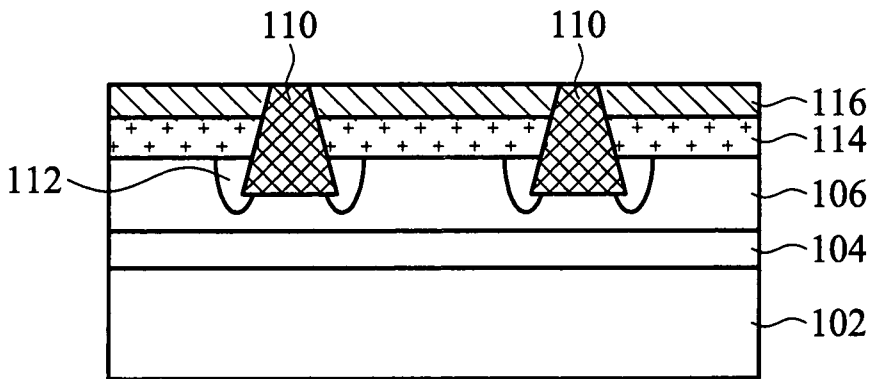
第 1B 圖



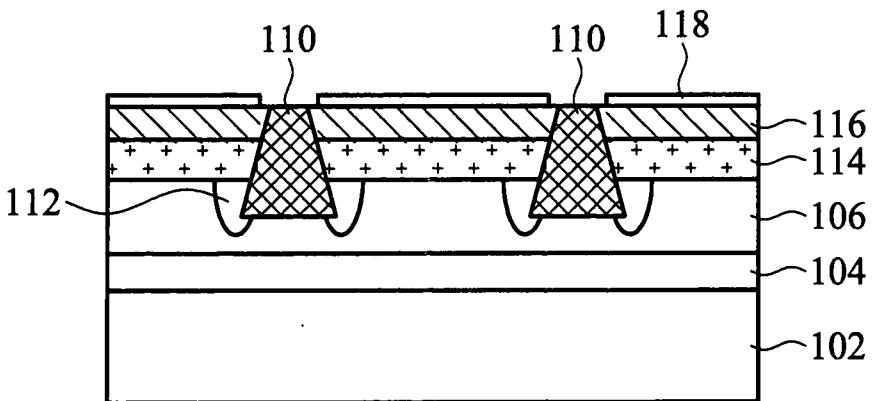
第 1C 圖



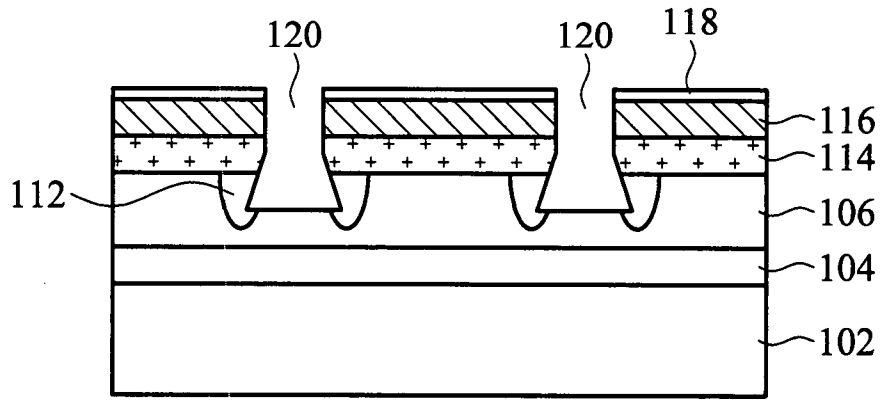
第 1D 圖



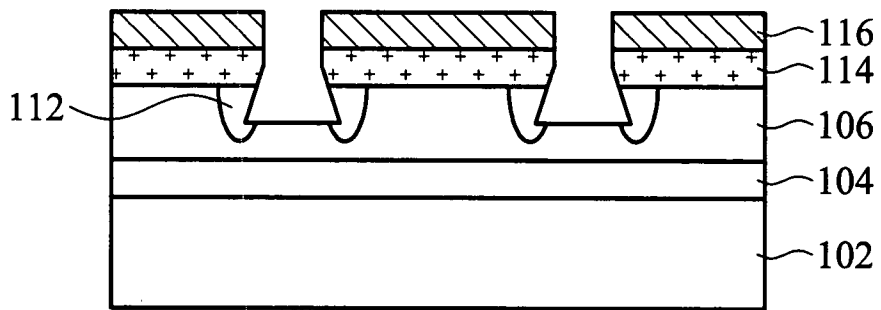
第 1E 圖



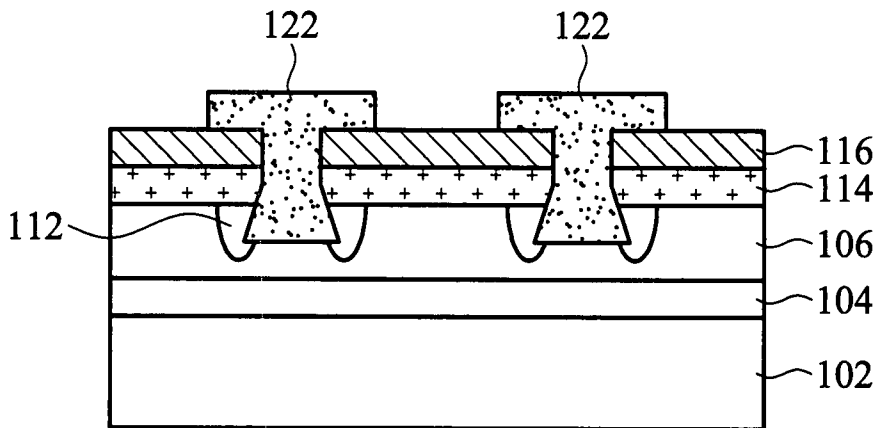
第 1F 圖



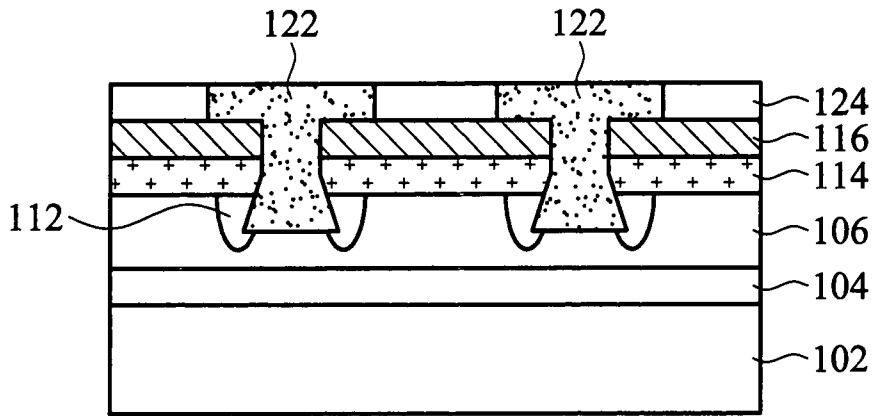
第 1G 圖



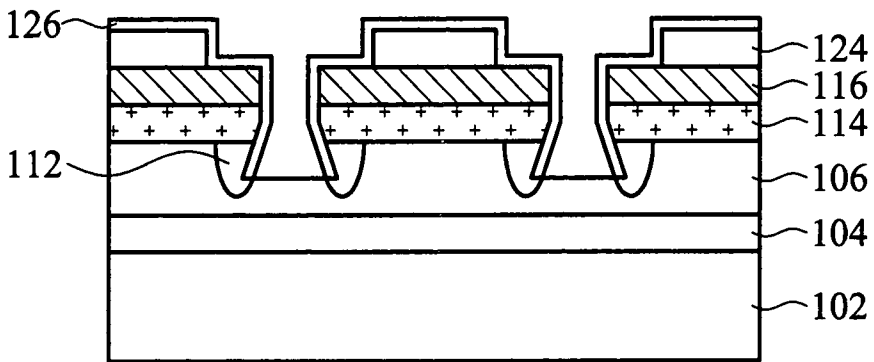
第 1H 圖



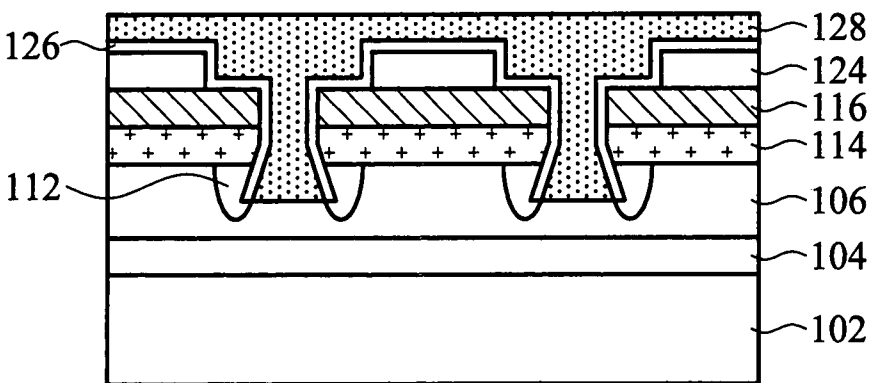
第 1I 圖



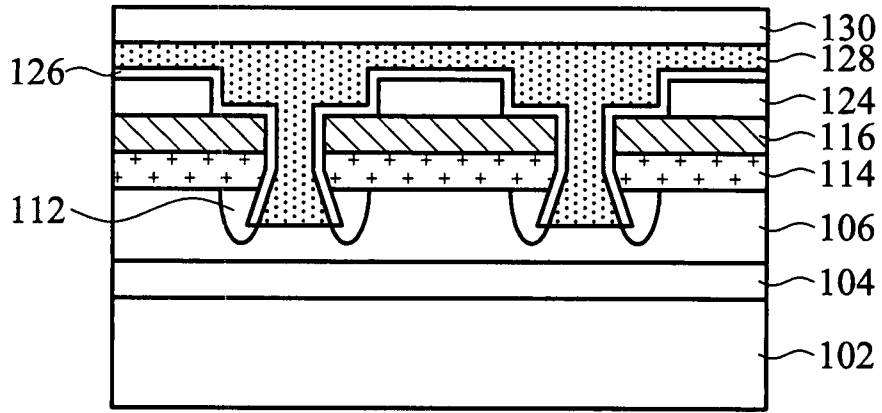
第 1J 圖



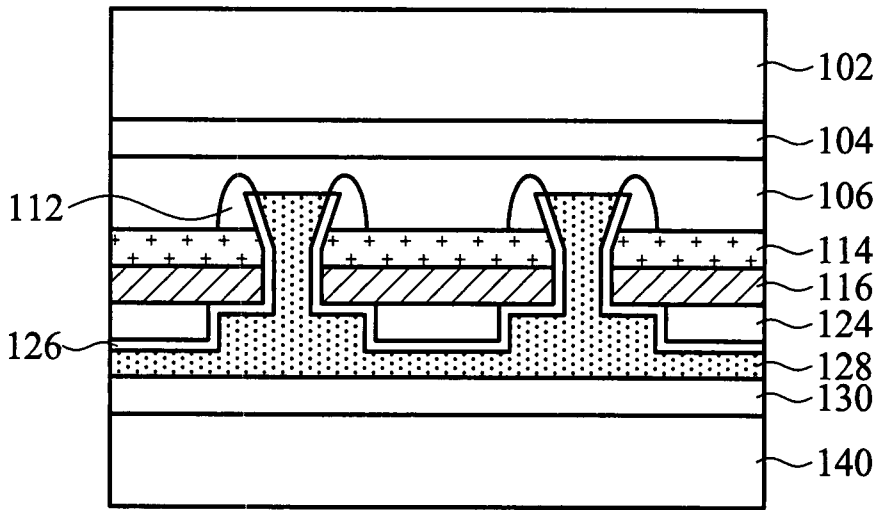
第 1K 圖



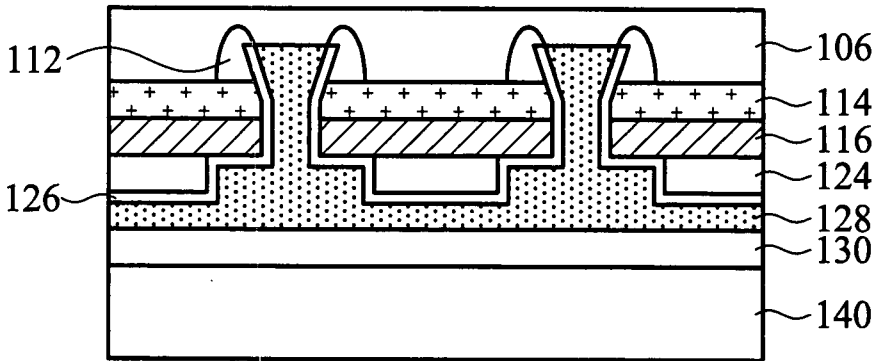
第 1L 圖



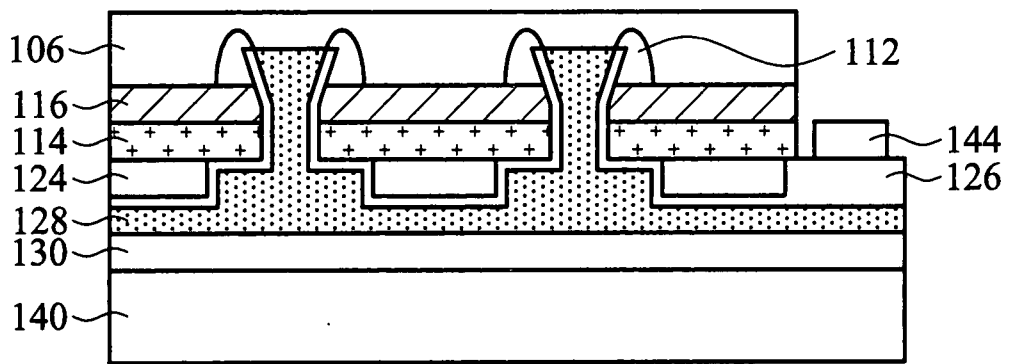
第1M圖



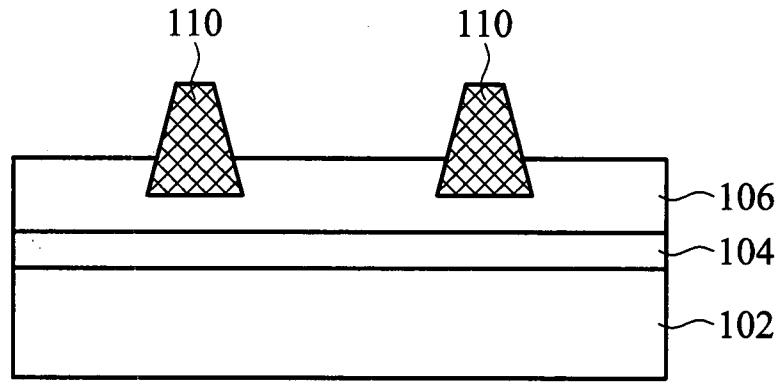
第1N圖



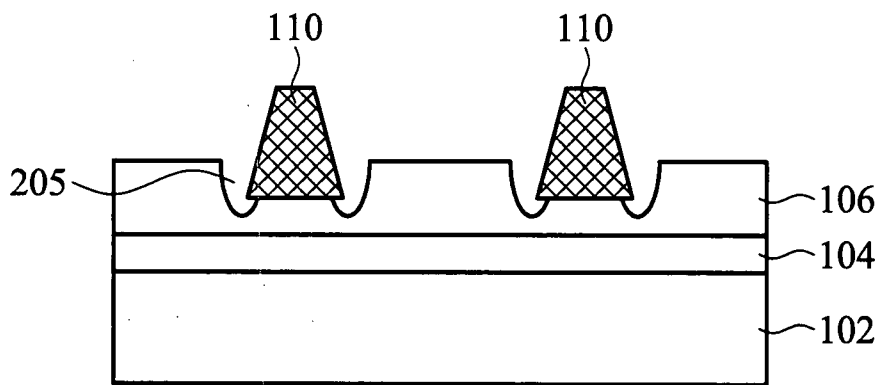
第10圖



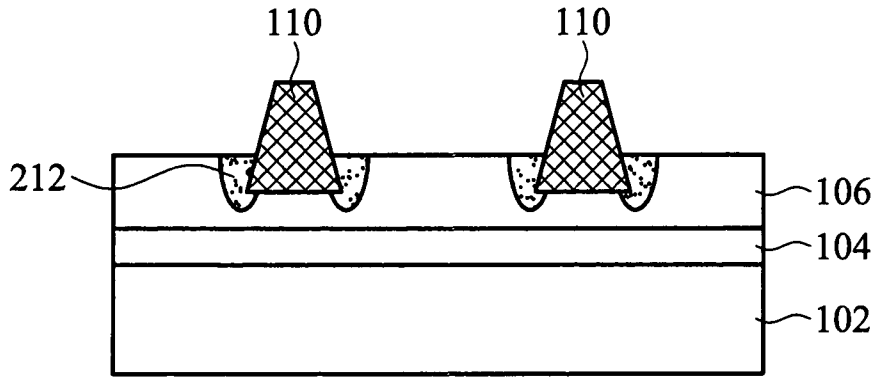
第 1P 圖



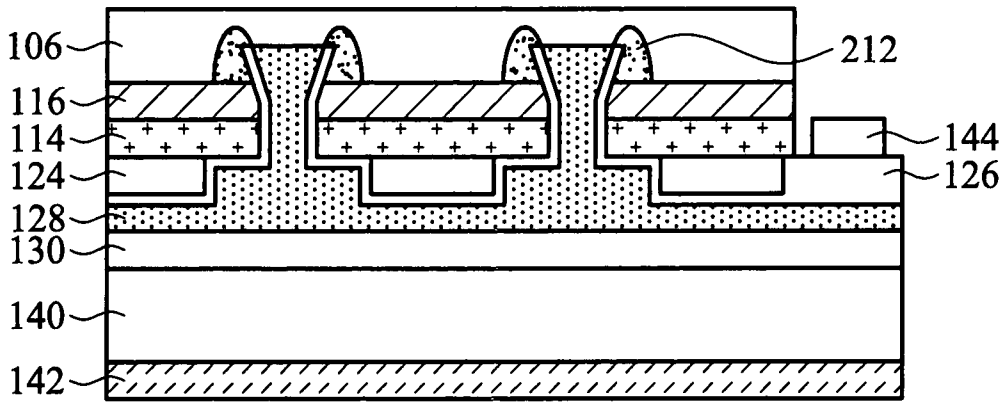
第2A圖



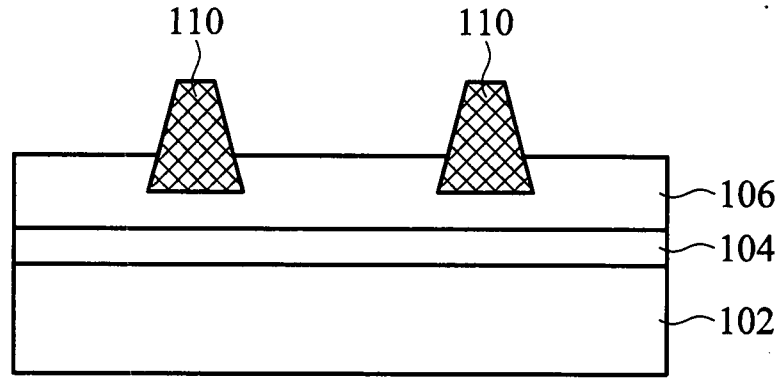
第2B圖



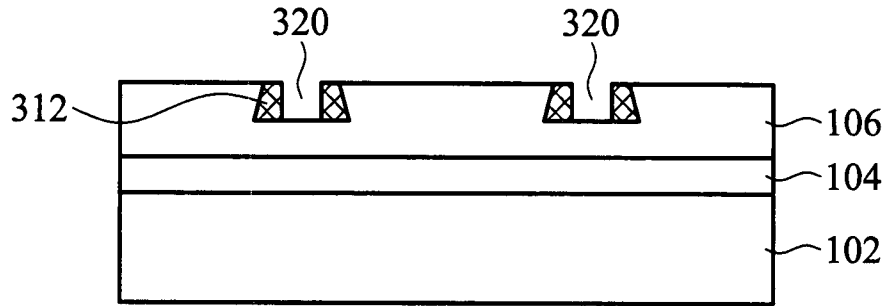
第2C圖



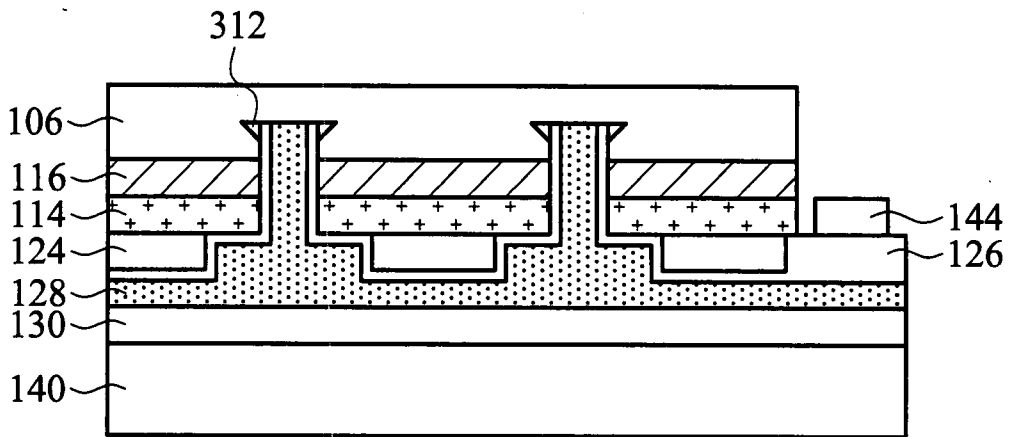
第2D圖



第3A圖



第3B圖



第3C圖

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：100132975

※ 申請日：100.9.14.

※IPC 分類：

H01L 33/36(2010.01)

H01L 33/38(2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

發光二極體結構及其製造方法/

Light Emitting Diode Structure and Method for
Manufacturing the Same

二、中文發明摘要：

本發明實施例係提供一種 LED 結構，包括：一基板，其上具有第一半導體層、發光層及第二半導體層，且發光層及第一半導體層依序堆疊於該第二半導體層上；第一接觸電極，位於第一半導體層與該基板之間，並具有突出部延伸至第二半導體層中；阻障層，順應性覆蓋於第一接觸電極上，且暴露出突出部分之頂部；電流阻擋元件，位於阻障層上，並圍繞突出部分之至少一部份之側壁；以及第二接觸電極，位於第一半導體層及第一接觸電極之間，藉由阻障層與第一接觸電極電性隔離。此外，本發明亦提供上述 LED 結構之製造方法。

三、英文發明摘要：

An LED structure according to an embodiment of the present invention is provided. The LED structure contains a substrate having a first semiconductor layer, a light emitting layer, and a second semiconductor layer formed thereon, where the light emitting layer and the first semiconductor

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：100132975

※ 申請日：100.9.14.

※IPC 分類：

H01L 33/36(2010.01)

H01L 33/38(2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

發光二極體結構及其製造方法/

Light Emitting Diode Structure and Method for
Manufacturing the Same

二、中文發明摘要：

本發明實施例係提供一種 LED 結構，包括：一基板，其上具有第一半導體層、發光層及第二半導體層，且發光層及第一半導體層依序堆疊於該第二半導體層上；第一接觸電極，位於第一半導體層與該基板之間，並具有突出部延伸至第二半導體層中；阻障層，順應性覆蓋於第一接觸電極上，且暴露出突出部分之頂部；電流阻擋元件，位於阻障層上，並圍繞突出部分之至少一部份之側壁；以及第二接觸電極，位於第一半導體層及第一接觸電極之間，藉由阻障層與第一接觸電極電性隔離。此外，本發明亦提供上述 LED 結構之製造方法。

三、英文發明摘要：

An LED structure according to an embodiment of the present invention is provided. The LED structure contains a substrate having a first semiconductor layer, a light emitting layer, and a second semiconductor layer formed thereon, where the light emitting layer and the first semiconductor

layer are sequentially disposed on the first semiconductor layer. A first contact electrode is disposed between the first semiconductor layer and the substrate and has a protruding portion extending into the second semiconductor layer. A barrier layer conformally covers the first contact electrode and exposes a top portion of the protruding portion. A second contact electrode is in direct contact with the second semiconductor layer and disposed between the first semiconductor layer and the first contact electrode. The second contact electrode is electrically isolated with the first contact electrode via the barrier layer.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1P) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

106~第一半導體層

112~電流阻擋元件

114~發光層

116~第二半導體層

124~接觸電極

126~阻障層

128~接觸電極

130~金屬結合層

140~承載基板

144~導電墊

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。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於發光二極體結構，且特別是有關於一種能改善電流聚集之發光二極體結構及其製造方法。

【先前技術】

發光二極體 (light emitting diode, 以下皆簡稱為 LED) 具有高亮度、體積小、重量輕、不易破損、低耗電量和壽命長等優點，所以被廣泛地應用各式顯示產品中，其發光原理為，當施予二極體順向偏壓時，p 型區的多數載子電洞會往 n 型區移動，而 n 型區的多數載子電子則往 p 型區移動，最後電子與電洞兩載子會在 p-n 接面之空乏區復合，此時因電子由傳導帶移轉至價帶後喪失能階，同時以光子的模式釋放出能量而產生光。

在傳統的水平式 LED 裝置中，接觸電極設計為水平位向，容易產生電流聚集的問題。例如，電子在 n 型磊晶層和 p 型磊晶層中橫向流動不等的距離，而導致 LED 的發光不均。此外，LED 的接觸電極勢必要覆蓋在發光面上，損失了發光面積，僅有約 65% 的發光面積可被利用。

使用垂直式 LED 裝置可改善水平式 LED 裝置所遭遇的上述問題。在垂直式 LED 結構中，兩個電極分別位在 LED 的 n 型磊晶層和 p 型磊晶層之兩側，由於全部的 p 型磊晶層皆可作第二電極，使得電流幾乎全部垂直流過 LED 磊晶層，極少橫向流動的電流，可以改善平面結構的電流分佈

問題，提高發光效率，同時也可解決 p 型接觸電極的遮光問題，提升 LED 結構的發光面積。

一般的垂直式 LED 結構之 n 型接觸電極係設置於 LED 晶片之上表面上。一般而言，越多的金屬接觸電極設置於 LED 晶片表面上，可讓 LED 晶片的電流分佈更均勻。然而，設置於垂直式 LED 結構之晶片表面上的金屬接觸電極會有吸光及阻擋光萃取的問題。再者，由於電子載子及電洞載子會相互吸引的關係，亦容易在 n 型接觸電極附近發生電流聚集，導致 LED 晶片發光不均。

基於上述，為克服上述問題，業界亟需一種創新的發光二極體製程與結構來解決上述問題。

【發明內容】

本發明實施例係提供一種發光二極體結構，包括：一基板，其上具有一第一半導體層、一發光層及一第二半導體層，其中此發光層及此第一半導體層依序堆疊於此第二半導體層上，且此第一及此第二半導體層具有相反之導電型態；一第一接觸電極，位於第一半導體層與此基板之間，並具有一突出部分延伸至此第二半導體層中；一阻障層，順應性覆蓋於第一接觸電極上，且暴露出此突出部分之頂部；一電流阻擋元件，位於此阻障層上，並圍繞此突出部分之至少一部份之側壁；以及一第二接觸電極，位於此第一半導體層及此第一接觸電極之間，與第一半導體層直接接觸，且藉由此阻障層與此第一接觸電極電性隔離。

本發明實施例亦提供一種發光二極體結構之製造方法，包括：提供一第一基板，其上具有一第一半導體層；形成一第一開口於此第一半導體層中；形成一塊狀元件於此第一開口中；依序形成一發光層及一第二半導體層於此第一半導體上，其中此第二半導體層具有與此第一半導體層相反之摻雜型態；形成一電流阻擋元件，其中形成此電流阻擋元件之步驟中包含移除至少一部分之此塊狀元件，以形成一暴露出此第一半導體層之第二開口，且其中至少一部分之此第二開口係被此電流阻擋元件所圍繞；形成一第一接觸電極於此第二半導體層之上表面上；形成一阻障層順應性覆蓋此第一接觸電極及此第二開口；形成一第二接觸電極覆蓋此第一接觸電極及此第二開口；以及形成一第二基板於此第二接觸電極上，並移除此第一基板。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉出較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【實施方式】

本發明接下來將會提供許多不同的實施例以實施本發明中不同的特徵。各特定實施例中的組成及配置將會在以下作描述以簡化本發明。這些為實施例並非用於限定本發明。此外，在本說明書的各種例子中可能會出現重複的元件符號以便簡化描述，但這不代表在各個實施例及/或圖示之間有何特定的關連。此外，一第一元件形成於一第二元

件“上方”、“之上”、“之下”或“上”可包含實施例中的該第一元件與第二元件直接接觸，或也可包含該第一元件與第二元件之間更有其他額外元件使該第一元件與第二元件無直接接觸。

本發明實施例係提供高發光效率之 LED 結構及其製造方法。在此 LED 結構中的 LED 晶片，可有效改善電流聚集的問題，且避免接觸電極設置於 LED 晶片表面上來吸光或阻擋光萃取。

參見第 1A~1P 圖，其顯示依照本發明一實施例之發光二極體結構之製造方法於各種中間製程之剖面圖。

參見第 1A 圖，首先為提供一成長基板 102，其可為任何適合一發光二極體半導體層成長的基板，例如：氧化鋁基板（藍寶石基板）、碳化矽基板、或砷化鎵基板等。成長基板 102 上配置有緩衝層 104 及第一半導體層 106。緩衝層 104 之材質可為 GaN、AlN、AlGaIn 或前述之組合，其可提供於其上形成之第一半導體層 106 在成長時具有良好的緩衝效果而不易破裂。第一半導體層 106 可例如為 n 型摻雜之磊晶層，例如 GaN、AlGaIn、InGaIn、AlInGaIn、GaP、GaAsP、GaInP、AlGaInP、AlGaAs 或前述之組合。緩衝層 104 及第一半導體層 106 可由任意的磊晶成長方法形成，例如化學氣相磊晶法（chemical vapor deposition，CVD）、有機金屬化學氣相磊晶法（metal organic chemical vapor deposition，MOCVD）、離子增強化學氣相磊晶法（plasma enhanced chemical vapor deposition，PECVD）、（molecular beam epitaxy）分子束磊晶法、氫化物氣相磊

晶法 (hydride vapor phase epitaxy)、或濺鍍法 (sputter)。在一實施例中，第一半導體層 106 之厚度可為約 0.1~5.0 μm 。

參見第 1B 圖，於第一半導體層 106 中形成至少一開口 108。在一實施例中，開口 108 可為方形、三角形、圓形、橢圓形、多邊形或其他任意形狀，其半徑可為約 50~150 μm 。

接著，參見第 1C 圖，於開口 108 中形成塊狀元件 110。在一實施例中，塊狀元件 110 可突出第一半導體層 106 外或甚至塊狀元件 110 之頂部可高於或對齊於隨後形成於第一半導體層 106 上之第二半導體層 116 (參見第 1E 圖) 之上表面。在此實施例中，塊狀元件 110 可具有約 1.0~10.0 μm 之高度。在另一實施例中，塊狀元件 110 之頂部可不超過第一半導體層 106 之上表面 (未繪示)。塊狀元件 110 可由沉積製程 (例如化學氣相沉積、物理氣相沉積、蒸鍍、濺鍍) 沉積後，再經微影蝕刻製程形成。塊狀元件 110 之材質可包含各種具有高阻值的材料，例如氧化矽、氮化矽、氧化鋅或前述之組合。塊狀元件 110 可為梯形柱體、方形柱體、圓柱體、角錐形柱體或其他任意立體形狀。

參見第 1D 圖，以塊狀元件 110 為罩幕對第一半導體層 106 進行佈植程序，形成電流阻擋元件 112。佈植程序可包含摻雜矽及鎂等摻質使第一半導體層 106 中被佈植的區域成為具有高阻值之區塊，此佈植程序可包含例如離子轟擊法。此外，在此佈植程序中，除矽及鎂外，亦可佈植例如氫或氧等元素至第一半導體層 106 中。

參見第 1E 圖，依序形成發光層 114 及第二半導體層 116 於第一半導體層 106 上。發光層 114 可為半導體發光層，且可包含有多重量子井 (multiple quantum well, MQW) 結構。發光層 114 之材質可選自 III-V 族之化學元素、II-VI 族之化學元素、IV 族之化學元素、IV-IV 族之化學元素。第二半導體層 116 可具有與第一半導體層 106 相反之導電型態。例如，第二半導體層 116 可為 p 型磊晶層。第二半導體層 116 之材質亦可選自 III-V 族之化學元素、II-VI 族之化學元素、IV 族之化學元素、IV-IV 族之化學元素或前述之組合，例如 GaN、AlGaIn、InGaIn、AlInGaIn、GaP、GaAsP、GaInP、AlGaInP、AlGaAs 或前述之組合。發光層 114 及第二半導體層 116 皆可由任意的磊晶成長方法形成，例如化學氣相磊晶法、有機金屬化學氣相磊晶法、離子增強化學氣相磊晶法、分子束磊晶法、氫化物氣相磊晶法、或濺鍍法。第二半導體層 116 之厚度可為 0.1~5.0 μm 。值得注意的是，第二半導體層與第一半導體層之導電型態亦可交換。例如第一半導體層 106 為 n 型磊晶層，第二半導體層 116 為 p 型磊晶層。

在塊狀元件 110 突出於第一半導體層 106 外之實施例中，第二半導體層 116 可磊晶成長至其上表面高於或對齊於塊狀元件 110 之頂部。如第二半導體層 116 之上表面高於塊狀元件 110 之頂部，可以例如化學機械研磨移除過剩的第二半導體層 116，以達到所欲之第二半導體層 116 之厚度並暴露出塊狀元件 110。

在塊狀元件 110 之頂部不超過第一半導體 106 之上表

面之實施例中，由於在塊狀元件 110 上之磊晶品質會明顯劣於在第一半導體層 106 上之磊晶品質，在發光層 114 及第二半導體層 116 磊晶形成之後，塊狀元件 110 上僅會具有一極薄且磊晶品質不佳的磊晶層，或甚至塊狀元件 110 仍有部分暴露於外。因此，此極薄且品質不佳的磊晶層將不會妨礙隨後用以移除塊狀元件 110 的蝕刻製程，並可於此蝕刻製程中一併被移除。

值得注意的是，在一實施例中，第 1C 圖中所示之佈植程序，亦可待發光層 114 及第二半導體層 116 再進行。在此實施例中，此佈植程序可僅施予至第一半導體層 106；或施予至第一半導體層 106 及發光層 114；或同時施予至第一半導體層 106、發光層 114 及第二半導體層 116；亦或僅施予至第二半導體層 116。因此，所形成之電流阻擋元件 112 除了類似於第 1D 圖中所示，僅形成於第一半導體層 106 中；亦可同時形成於第一半導體層 106 及發光層 114 中（未繪示）；或同時形成於第一半導體層 106、發光層 114 及第二半導體層 116 中（未繪示）；亦或僅形成於第二半導體層 116 中（未繪示）。

參見第 1F 圖，形成圖案化光阻層 118 於第二半導體層 116 上。圖案化光阻層 118 蓋整個第二半導體層 116，僅暴露出塊狀元件 110。接著，參見第 1G 圖，以蝕刻製程移除塊狀元件 110，形成開口 120。開口 120 可具有對應於塊狀元件 110 之形狀。蝕刻製程可包含濕蝕刻製程或乾蝕刻製程。在一實施例中，由於濕蝕刻製程會有側蝕（undercut）之現象產生，可能在移除塊狀元件 110 的同時，亦對開口

120 頂部附近的第二半導體層 116 有部分蝕刻，進而擴大開口 120 之頂部，如此亦有利於在隨後於開口 120 中沉積阻障層 126 及接觸電極 128 時減少氣泡或缺陷產生。接著，參見第 1H 圖，移除圖案化光阻層 118。

接著，參見第 1I 圖，於開口 120 中形成凸出於第二半導體層 116 外之填充材料 122。在一實施例中，填充材料 122 可與塊狀元件 110 由相同或類似的材質及方法形成。填充材料 122 之頂部與第二半導體層 116 之上表面之間可具有約 $0.001\sim 0.5\ \mu\text{m}$ 之高度差，此高度差係可決定隨後形成之接觸電極 124 之厚度。

例如，參見第 1J 圖，接觸電極 124 形成於第二半導體層 116 上。接觸電極 124 可包含歐姆接觸材料（例如：鈮、鉑、鎳、金、銀、或其組合）、透明導電材料（例如：氧化鎳、氧化銦錫、氧化鎘錫、氧化銻錫、氧化鋅鋁、或氧化鋅錫）、反射層或前述之組合。例如，接觸電極 124 可為歐姆接觸材料與反射層之結合，以反射由發光層 114 所發出來的光，增加光萃取效率。在一實施例中，接觸電極 124 尚可包含一絕緣保護層（未顯示），此絕緣保護層可由氮化矽、氧化矽、其他介電材料或前述之組合。再者，在一實施例中，接觸電極 124 與開口 120 之頂部具有至少 $5\ \mu\text{m}$ 之水平間隔，或例如 $5\sim 20\ \mu\text{m}$ ，較佳為約 $10\ \mu\text{m}$ 。亦即，接觸電極 124 自開口 120 的位置內縮了至少 $5\ \mu\text{m}$ 。如此，可有效減少電子載子及電洞載子在接觸電極 124 附近結合的機率。

接著，參見第 1K 圖，形成阻障層 126 順應性地覆蓋開

口 120 之側壁、接觸電極 124 及第二半導體層 116 之表面。阻障層 126 可包含氮化矽、氧化矽、其他介電材料或前述之組合。阻障層 126 之厚度可為 0.01~0.5 μm 。阻障層 126 可在由化學氣相沉積或物理氣相沉積等沉積方法順應性形成於開口 120 之底部及側壁上後，再經由微影蝕刻製程移除阻障層 126 之位於開口 120 底部的部分。

接著，參見第 1L 圖，形成接觸電極 128 於開口 120 中。在一實施例中，接觸電極 128 可完全覆蓋接觸電極 124 及第二半導體層 116。如此，接觸電極 128 可包形成於開口 120 中之突出部分及覆蓋於第二半導體層 116 及接觸電極 124 上之水平部分。接觸電極 128 之突出部分藉由阻障層 126 與第二半導體層 116 及發光層 114 電性隔離，僅經由開口 120 底部與第一半導體層 106 電性接觸。接觸電極 128 之水平部分藉由阻障層 126 與接觸電極 124 電性隔離。接觸電極 128 可包含歐姆接觸材料（例如：鈮、鉑、鎳、金、銀、或其組合）、透明導電材料（例如：氧化鎳、氧化鈮錫、氧化鎘錫、氧化銻錫、氧化鋅鋁、或氧化鋅錫）或前述之組合。

接著，參見第 1M 圖，形成金屬結合層 130 於接觸電極 128 上。金屬結合層 130 可包含 Au、Sn、In、前述之合金或前述之組合。金屬結合層 130 之厚度可為 0.5~10 μm 。接著，參見第 1N 圖，結合承載基板 140 於金屬結合層 130 上。承載基板 140 可為一封裝基板，其上具有已配置好之電路，以使接觸電極 128 電性連結至外部電路。

接著，參見第 1O 圖，將成長基板 102 移除。在一實

施實施例中，可以雷射剝離製程將成長基板 102 剝離 (lift-off)。在另一實施例中，可以濕蝕刻製程將成長基板 102 移除。緩衝層 104 亦可在移除成長基板 102 時一併予以移除。

最後，參見第 1P 圖，於承載基板上 140 之靠近側邊的位置移除部分的第一半導體層 106、發光層 114 及第二半導體層 116 以形成一缺口。此缺口暴露出部分的接觸電極 128，於暴露的接觸電極 124 上形成導電墊 144，形成如本發明實施例所提供之發光二極體結構。

在此發光二極體結構中，第二半導體層 116、發光層 114 及第一半導體層 106 依序堆疊於承載基板 140 上。接觸電極 128 包含延伸至第一半導體層 106 中之突出部分及位於第二半導體層 116 及承載基板 140 之間的水平部分。阻障層 126 順應性覆蓋於接觸電極 124 上，但暴露出接觸電極 128 之突出部分之頂部。電流阻擋元件 112 位於阻障層 126 上，並圍繞接觸電極 128 之突出部分至少一部份之側壁，阻擋接觸電極 128 附近的電流直接向垂直方向流動，而更多的電流為橫向移動，進而降低電流在接觸電極 128 附近聚集的現象。接觸電極 124 位於接觸電極 128 及第二半導體層 116 之間，與第二半導體層 116 直接接觸，且藉由阻障層 126 與接觸電極 128 電性隔離。接觸電極 124 藉由導電墊 144 與外部電路電性連接，接觸電極 128 則藉由金屬結合層 130 及承載基板 140 中的電路與外部電路電性連接。

參見第 2A~2C 圖，其顯示依照本發明另一實施例之發光二極體結構之製造方法於各種中間製程之剖面圖。在本實施例中，相同的標號代表與前述實施例由相同或類似的材料形成。

首先，參見第 2A 圖，依照如第 1A 至 1C 圖之步驟形成於類似於第 1C 圖之結構，成長基板 102 上具有緩衝層 104 及第一半導體層 106，第一半導體層 106 中具有塊狀元件 110，其突出於第一半導體層 106 外或不超過第一半導體層 106 之上表面。本實施例與前述實施例不同的是，未進行離子佈植程序，而是直接以塊狀元件 110 為罩幕，以微影蝕刻製程移除塊狀元件 110 附近的區域，形成開口 205，如第 2B 圖所示。在本實施例中，開口 205 即為電流阻擋元件 212 預定形成之區域。

接著，參見第 2C 圖，形成電流阻擋元件 212 於開口 205 中，電流阻擋元件 212 可由沉積製程（例如化學氣相沉積、物理氣相沉積、蒸鍍、濺鍍）沉積後，再經微影蝕刻製程形成。電流阻擋元件 212 之材質可包含各種具有高阻值的氧化物的材料，例如介電常數例如氧化矽、氮化矽、氧化鋅或前述之組合。電流阻擋元件 212 可為梯形柱體、方形柱體、圓柱體、角錐形柱體或其他任意立體形狀。

隨後，繼續進行與第 1E 圖至第 1P 圖相同之步驟，形成完整的發光二極體結構，如第 2D 圖所示。在此發光二極體結構中，電流阻擋元件 212 係形成在與前述實施例中之電流阻擋元件 112 類似的位置，但係由不同材質形成。此外，電流阻擋元件 212 係僅形成於第一半導體層 106 中。

參見第 3A~3C 圖，其顯示依照本發明又一實施例之發光二極體結構之製造方法於各種中間製程之剖面圖。在本實施例中，相同的標號代表與前述實施例由相同或類似的材料形成。

首先，參見第 3A 圖，依照如第 1A 至 1C 圖之步驟形成於類似於第 1C 圖之結構，成長基板 102 上具有緩衝層 104 及第一半導體層 106，第一半導體層 106 中具有塊狀元件 110，其突出於第一半導體層 106 外或不超過第一半導體層 106 之上表面。本實施例與前述實施例不同的是，未進行離子佈植程序，而是直接以非等向性蝕刻移除塊狀元件 110 之中央部分，形成開口 320，且剩餘的塊狀元件即可用於作為電流阻擋元件 312。如第 3B 圖所示，開口 320 被剩餘的塊狀元件 312（即電流阻擋元件）所圍繞，且其底部係暴露出第一半導體層 106。塊狀元件 110 之材質可包含各種具有高阻值的材料，例如氧化矽、氮化矽、氧化鋅或前述之組合。

接著，磊晶成長發光層 114 及第二半導體層 116 於第一半導體層 106 上，並繼續進行如第 1I 至第 1P 圖相同之步驟，形成如第 3C 圖所示之完整的發光二極體結構。值得注意的是，移除塊狀元件 110 之中央部分的步驟可如同前述實施例所述之佈植程序，在形成發光層 114 及第二半導體層 116 後才進行。依照蝕刻條件的不同，可控制電流阻擋元件之大小及形狀。例如，在本實施例中所形成之電流阻擋元件 312 可為梯形柱體、方形柱體、圓柱體、角錐形柱體或其他任意立體形狀，且其僅可形成於第一半導體層

106 中，或同時形成於第一半導體層 106 及發光層 114 中（未繪示），亦或同時形成於第一半導體層 106、發光層 114 及第二半導體層 116 中（未繪示）。

在此發光二極體結構中，電流阻擋元件 312 係形成在與前述實施例中之電流阻擋元件 112 類似的位置，但係由不同材質形成。此外，電流阻擋元件 312 可僅形成於第一半導體層 106 中，或同時形成於第一半導體層 106 及發光層 114 中（未繪示），亦或同時形成於第一半導體層 106、發光層 114 及第二半導體層 116 中（未繪示）。此外，值得注意的是，在本實施例中，填充材料 122 較佳使用與電流阻擋元件 312 具有不同蝕刻選擇比之材料，以在移除填充材料 122 時，不會損傷到電流阻擋元件 312。

在本發明實施例所提供之發光二極體結構中，由於在接觸電極 128 與第一半導體層 106 之接面附近具有高阻值之電流阻擋元件 112、212、312，可阻擋電流直接向垂直方向流動，而更多的電流為橫向移動，進而降低電流在接觸電極 128 附近聚集的現象。此外，由於接觸電極 128 與接觸電極 124 之突出部分具有 5~20 μm 之水平間隔，可有效減少電子載子及電洞載子在接觸電極 124 附近結合的機率。再者，接觸電極 124 配置於 LED 結構之內部，亦可避免接觸電極在 LED 結構表面上吸光或阻擋光萃取的問題。如上述，本發明實施例所提供之發光二極體結構係可有效改善電流聚集而發光不均的問題，並可提高發光效率。

雖然本發明已以數個較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，

在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作任意之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1A~1P 圖顯示為依照本發明一實施例之發光二極體結構之製造方法於各種中間製程之剖面圖。

第 2A~2D 圖顯示為依照本發明另一實施例之發光二極體結構之製造方法於各種中間製程之剖面圖。

第 3A~3C 圖顯示為依照本發明又一實施例之發光二極體結構之製造方法於各種中間製程之剖面圖。

【主要元件符號說明】

102~成長基板	104~緩衝層
106~第一半導體層	108~開口
110~塊狀元件	112~電流阻擋元件
114~發光層	116~第二半導體層
118~圖案化光阻層	120~開口
122~填充材料	124~接觸電極
126~阻障層	128~接觸電極
130~金屬結合層	140~承載基板
144~導電墊	205~開口
212~電流阻擋元件	312~電流阻擋元件
320~開口	