



(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 201010147 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：098129011

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 08 月 28 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/00 (2006.01)**

(30)優先權：2008/08/29 美國 61/093,105
2009/07/24 美國 12/509,339

(71)申請人：台灣積體電路製造股份有限公司 (中華民國) TAIWAN SEMICONDUCTOR
MANUFACTURING CO., LTD. (TW)

新竹市新竹科學工業園區力行六路 8 號

(72)發明人：余振華 YU, CHEN HUA (TW)；余佳霖 YU, CHIA LIN (TW)；陳鼎元 CHEN, DING
YUAN (TW)；邱文智 CHIOU, WEN CHIH (TW)；林宏達 LIN, HUNG TA (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：20 項 圖式數：4 共 21 頁

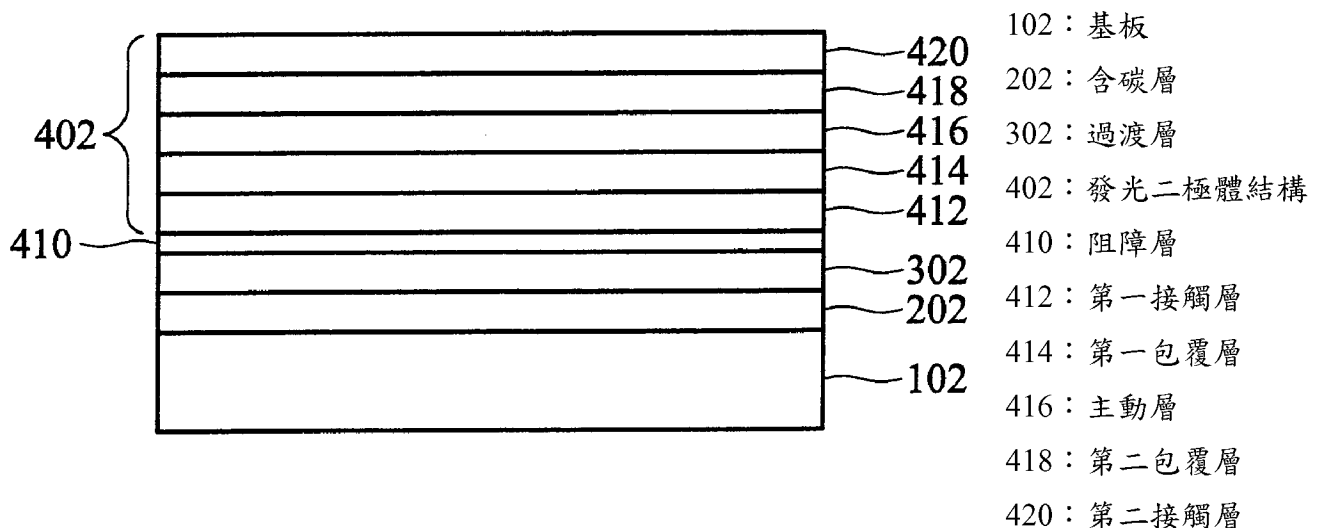
(54)名稱

發光二極體裝置及其製造方法

LIGHT EMITTING DIODE DEVICE AND METHOD FOR FABRICATING THEREOF

(57)摘要

本發明提供一種發光二極體裝置及其製造方法。上述發光二極體裝置係形成於一基板上，其具有一含碳層。於上述基板中導入碳原子以避免或降低其上的金屬/金屬合金過渡層的原子與上述基板的原子混合。上述方法係使形成於其上的上述發光二極體結構能維持一結晶結構。





(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 201010147 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：098129011

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 08 月 28 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/00 (2006.01)**

(30)優先權：2008/08/29 美國 61/093,105
2009/07/24 美國 12/509,339

(71)申請人：台灣積體電路製造股份有限公司 (中華民國) TAIWAN SEMICONDUCTOR
MANUFACTURING CO., LTD. (TW)

新竹市新竹科學工業園區力行六路 8 號

(72)發明人：余振華 YU, CHEN HUA (TW)；余佳霖 YU, CHIA LIN (TW)；陳鼎元 CHEN, DING
YUAN (TW)；邱文智 CHIOU, WEN CHIH (TW)；林宏達 LIN, HUNG TA (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：20 項 圖式數：4 共 21 頁

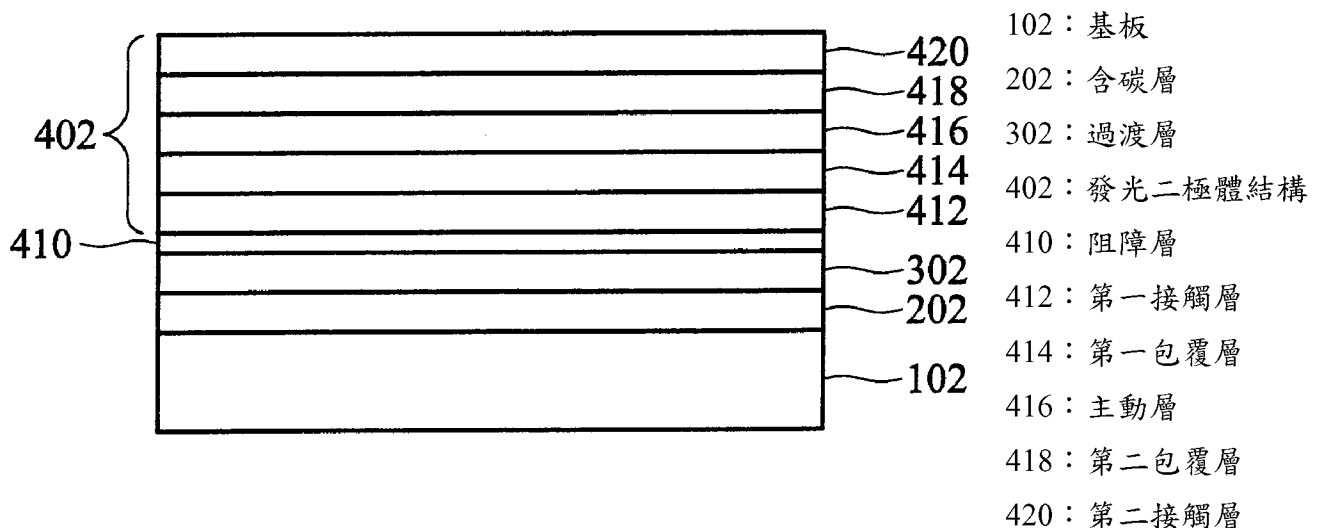
(54)名稱

發光二極體裝置及其製造方法

LIGHT EMITTING DIODE DEVICE AND METHOD FOR FABRICATING THEREOF

(57)摘要

本發明提供一種發光二極體裝置及其製造方法。上述發光二極體裝置係形成於一基板上，其具有一含碳層。於上述基板中導入碳原子以避免或降低其上的金屬/金屬合金過渡層的原子與上述基板的原子混合。上述方法係使形成於其上的上述發光二極體結構能維持一結晶結構。



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種半導體裝置及其製造方法，特別係有關於於含碳基板上形成發光二極體裝置。

【先前技術】

發光二極體(LEDs)係利用於一基板上形成主動區且於基板上沉積不同導電和半導體層的方式所形成。利用 p-n 接面中的電流，電子-電洞對的再結合(recombination)輻射可用於產生電磁輻射(例如光)。在例如 GaAs 或 GaN 之直接能隙材料(direct band gap material)形成的順向偏壓的 p-n 接面中，注入空乏區中的電子-電洞對的再結合導致電磁輻射發光。上述電磁輻射可位於可見光區或非可見光區。可利用具有不同能隙的材料形成不同顏色的 LED。另外，電磁輻射發光在非可見光區的 LED 可將上述非可見光導向磷透鏡或類似類型的材料。當上述非可見光被磷吸收時，磷會發出可見光。

LED 結構通常利用磊晶成長三-五族化合物層的方式形成，上述摻雜相反導電類型的三-五族材料層係位於發光層的任一側。在形成例如 GaN 層之三-五族磊晶層時，會形成一 SiN_x 介電層，其會對上述 LED 結構的性能產生不利的影響。為了防止 SiN_x 的形成，在形成 LED 結構之前，通常於基板上方沉積一金屬過渡層(transition layer)。

然而，金屬過渡層的使用會對 GaN 磊晶層的結晶結構產生不利的影響。磊晶製程中的高溫會導致過渡層的

金屬原子與基板的矽原子混合(inter-mix)，因而會產生複雜的結構。因為金屬原子和矽原子混合而產生的上述複雜結構通常為多晶或非晶狀態，因而在可用於形成上述LED 結構的磊晶製程中，不能於其上提供良好的結晶結構。

因此，在此技術領域中，需要一種發光二極體裝置及其製造方法，以避免和降低金屬原子和矽原子的混合。

【發明內容】

有鑑於此，本發明之一實施例係提供一種位於一基板上的發光二極體，上述基板係具有形成於其中的一含碳層。

本發明一實施例之發光二極體裝置包括一半導體基板，其具有位於一第一側之一含碳層。上述含碳層的厚度可約小於 $20\ \mu\text{m}$ 。一發光二極體結構，形成於上述半導體基板的上述第一側上。上述發光二極體可更包括一過渡層，介於上述含碳層和上述發光二極體裝置結構之間。上述半導體基板可為一塊狀矽基板，其具有(111)方向的一表面配向。然而，也可使用其他類型的基板。

本發明之另一實施例係提供一種發光二極體裝置的製造方法，上述發光二極體裝置的製造方法包括提供一基板；利用例如離子植入、擴散或磊晶方式，於上述基板的一第一側形成一含碳層。之後，於上述半導體基板的上述第一側上方形成一發光二極體結構。

本發明之又一實施例係提供一種發光二極體裝置的

製造方法，上述發光二極體裝置的製造方法包括提供一基板；將碳原子置於上述半導體基板的一第一側內。之後，於上述半導體基板的上述第一側上方形成一過渡層；以及於上述過渡層上方形成一發光二極體結構。

【實施方式】

以下以各實施例詳細說明並伴隨著圖式說明之範例，做為本發明之參考依據。在圖式或說明書描述中，相似或相同之部分皆使用相同之圖號。且在圖式中，實施例之形狀或是厚度可擴大，並以簡化或是方便標示。再者，圖式中各元件之部分將以分別描述說明之，值得注意的是，圖中未繪示或描述之元件，為所屬技術領域中具有通常知識者所知的形式，另外，特定之實施例僅為揭示本發明使用之特定方式，其並非用以限定本發明。

第 1 至 4 圖為本發明實施例之發光二極體的製造方法的製程流程圖。請參考第 1 圖，首先，提供一基板 102。基板 102 可為一矽基板，且可為一導電基板或一非導電基板。在一實施例中，可利用具有(111)方向之表面配向的導電或非導電的塊狀矽半導體基板。可依據用以接觸後續形成的發光二極體(以下簡稱 LED)結構的導電層之電性接觸的導電類型使用導電基板或非導電基板。舉例來說，在背側接觸用於 LED 結構之較低接觸層的電性接觸之實施例中，基板 102 可為導電基板或摻雜基板。在前側接觸用於提供 LED 結構之較低接觸層的電性接觸之其他實施例中，可使用未摻雜的基板 102。

值得注意的是，本發明實施例係使用塊狀矽基板，然而，也可使用其他基板。舉例來說，絕緣層上覆矽(silicon on insulator, SOI)基板、藍寶石基板、碳化矽(silicon carbide)基板、矽鍺基板或其他類似的基板，也可使用導電基板或非導電基板。然而，在本發明實施例中，可特別使用矽基板，因為其成本較低且可降低形成於其上的 LED 結構中之殘留應力。另外，基板可具有(111)方向之表面配向，也可使用具有例如(110)和(100)方向之表面配向的基板。

可對基板 102 進行一清潔製程以移除污染物且使基板 102 的表面以便後續製程步驟進行。其中一種類型的清潔製程為兩步驟清潔製程。可利用將基板 102 浸泡於 $\text{NH}_4\text{OH}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ 浴中約 10 分鐘之方式進行第一清潔步驟以移除微粒和有機污染物。再利用將基板 102 浸泡於 $\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ 浴中約 10 分鐘之方式進行第二清潔步驟以移除金屬污染物。在其他實施例中，可選擇性地移除原生氧化物，舉例來說，可利用稀釋的氫氟酸(DHF)。也可使用其他的清潔溶液、清潔時間或其他類似的製程條件。另外，也可使用例如電漿灰化或其他類似製程的其他清潔製程。

第 2 圖係顯示於基板 102 中形成一含碳層 202。可以利用具有一含碳層的矽基(silicon-based)基板做為 LED 裝置的基板，以改善 LED 裝置的品質、性能和可靠度。特別的是，可以發現例如含碳層 202 的含碳層可以避免或降低基板的矽原子和 LED 結構的金屬原子混合

(inter-mixing)，因而改善第三族氮化物晶體的品質。品質改善的上述第三族氮化物晶體可以改善 LED 裝置的性能和可靠度。在一實施例中，含碳層 202 沿著基板 102 的表面設置且延伸進入基板的深度約小於 $20\mu\text{m}$ 。除了碳原子，可選擇性將例如矽、鍺或類似原子的其他原子導入基板內。

在一實施例中，可利用離子植入方式形成含碳層 202。舉例來說，可利用劑量介於 $1\text{E}14$ 至 $1\text{E}15\text{ atoms/cm}^2$ 且能量介於 1 至 10KeV 的製程條件植入碳原子以形成含碳層 202。也可使用其他的製程條件。

在另一實施例中，可利用擴散製程形成含碳層 202。在本實施例中，舉例來說，可在 CH_4 流量介於 10 至 500 sccm、製程溫度介於 400 至 900°C 、製程持續時間介於 1 至 30 分鐘的製程條件下，擴散碳原子以形成含碳層 202。也可使用例如磊晶製程的其他製程以形成含碳層 202。

形成含碳層 202 之後，可進行一退火製程以活化碳原子，使碳原子與基板 102 的矽原子鍵結。在一實施例中，可在製程溫度介於 500 至 1000°C 、製程持續時間介於 1 至 30 分鐘的製程條件下進行退火製程。可於 Ar、He、 N_2 的氣體環境下，氣體壓力介於 1 至 760 torr 之間的製程條件下進行退火製程。在其他實施例中，可使用例如閃光退火(flash anneal)、雷射退火(laser anneal)、快速熱退火(rapid thermal anneal)或其他類似的方式之其他退火製程。

之後，如第 3 圖所示，於含碳層 202 上方形成一過

渡層 302。過渡層 302 可為例如鋁、鈦、銀或類似元素的一金屬，或例如鈦-鋁的一金屬合金。過渡層 302 的厚度可介於 1 至 100 nm 之間。

可以發現含碳層 202 的形成可以避免或降低其上的過渡層 302 的金屬或金屬合金和基板的矽原子混合(inter-mixing)。由於可以避免或降低過渡層 302 的金屬或金屬合金混合，可以維持磊晶成長的 LED 結構的三-五族層的較佳晶體結構。結果，可得到具有較佳晶體品質的 LED 結構，因而可改善 LED 結構的性能和可靠度。

第 4 圖係顯示於過渡層 302 上方形成一 LED 結構 402。在特殊應用的 LED 結構 402 可包括任何適當的結構。在一實施例中，LED 結構 402 包括一緩衝/成核層 410、一第一接觸層 412、一第一包覆層 414、一主動層 416、一第二包覆層 418 和一第二接觸層 420。

可於形成過渡層 302 的步驟之後和形成 LED 結構 402 的步驟之前，選擇性進行另一退火製程，以移除形成過渡層 302 時任何可能產生的污染物。舉例來說，可在製程溫度介於 1000 至 1200°C、製程持續時間介於 1 至 30 分鐘、 N_2 、 H_2 的氣體環境下且氣體壓力介於 1 至 760 torr 之間的製程條件下，於一金屬有機物化學氣相沉積(MOCVD)反應室中進行退火製程。在其他實施例中，可使用例如閃光退火(flash anneal)、雷射退火(laser anneal)、快速熱退火(rapid thermal anneal)或其他類似的方式之其他退火製程。

形成於過渡層 302 上方的緩衝層 410 可包括一層或

多層的導電材料，且可視為 LED 結構 402 的後續形成層的成核層。依據基板的類型且分別連接第一和第二接觸層 412 和 420，第一接觸層 412 和基板 102 之間需要一緩衝層。舉例來說，例如碳化矽和矽基板之一些類型的基板，可於碳化矽基板上形成例如 AlN 或 AlGaIn 的一緩衝層。

緩衝層 410 可包括第三族氮化物材料、金屬氮化物、金屬碳化物、金屬氮碳化物、純金屬、金屬合金、含矽材料或類似的材料。可利用例如金屬有機物化學氣相沉積法(MOCVD)、金屬有機物化學氣相磊晶法(MOVPE)、電漿增強型化學氣相沉積法(plasma-enhanced CVD)、遙控電漿化學氣相沉積法(RP-CVD)、分子束磊晶法(MBE)、氮化物氣相磊晶法(HVPE)、液相磊晶法(LPE)、氮化物氣相磊晶法(CI-VPE)或類似的方式形成緩衝層 410。舉例來說，用以形成緩衝層 410 的材料可包括 GaN、InN、AlN、InGaIn、AlGaIn、AlInN、AlInGaIn 或其他類似的材料。如上所述，緩衝層 410 可包括例如以交錯方式堆疊複數個 AlN 層和複數個摻雜矽的 GaN 層之複數層結構。可以 p 型或 n 型摻質摻雜緩衝層 410，或實質上不摻雜緩衝層 410。使緩衝層 410 為 p 型、n 型或實質上為中性。

第一接觸層 412 係形成於緩衝層 410 上方。第一接觸層 412 可為摻雜或未摻雜的第三族氮化物(或其他第五族元素)。在一實施例中，第一接觸層 412 可為 n 型的第三族氮化物化合物(例如 n-GaN)，且可利用例如分子束磊

晶(MBE)、金屬有機物化學氣相沉積法(MOCVD)、氮化物氣相磊晶法(HVPE)、液相磊晶法(LPE)或其他類似製程的磊晶成長製程形成第一接觸層 412。上述第三族氮化物材料可包括例如 GaN 、 InN 、 AlN 、 $\text{In}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{N}$ 、 $\text{Al}_x\text{In}_{(1-x)}\text{N}$ 、 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$ 或其他類似的材料。也可使用包括取代氮化物的其他第五族元素的其他材料。

第一包覆層 414 係形成於第一接觸層 412 上方。類似於第一接觸層 412，第一包覆層 414 可為第三族氮化物(或其他第五族元素)。在一實施例中，第一包覆層 414 可包括 n 型的第三族氮化物化合物(例如 n-AlGaN)。第一包覆層 414 的形成方式實質上可與第一接觸層 412 的形成方式相同。

發光層 416(有時可視為主動層)係形成於第一包覆層 414 上方。發光層 416 可包括同質接面(homojunction)、異質接面(heterojunction)、單一量子井(single-quantum well (SQW))、多重量子井(multiple-quantum well (MQW))或其他類似的結構。在一實施例中，發光層 416 可包括未摻雜的 n 型 $\text{In}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{N}$ 。在其他實施例中，發光層 416 可包括例如 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$ 之其他常用的材料。在其他實施例中，發光層 416 可為包括多重井層(例如 InGaN)和阻障層(例如 GaN)交錯排列之多重量子井結構。再者，發光層 416 的形成方式可包括金屬有機物化學氣相沉積法(MOCVD)、分子束磊晶法(MBE)、氮化物氣相磊晶法(HVPE)、液相磊晶法(LPE)或其他適當的 CVD 方式。發光層 416 的總厚度約介於 5 nm 至 200 nm 之間。

第二包覆層 418 係形成於發光層 416 上方。在一實施例中，除了第二包覆層 418 摻雜的導電類型與第一包覆層 414 相反之外，例如為 p 型，第二包覆層 418 所包括的材質係類似於第一包覆層 414 的材質，例如 AlGaIn。第二包覆層 418 的形成方式實質上可與第一包覆層 414 的形成方式相同。

第二接觸層 420 係形成於第二包覆層 418 上方。第二接觸層 420 和第一接觸層 412 的材質可以相同或不同，且可使用與第一接觸層 412 類似的形成方式形成第二接觸層 420。第二接觸層 420 的導電類型與第一接觸層 412 相反。

值得注意的是，上述圖式中的實施例係以 p 型朝上 (p-side up) 的 LED 結構為實施例，其中例如第二包覆層 418 和第二接觸層 420 之 p 型摻雜的第三族氮化物材料係位於 LED 結構的上表面。熟習此技藝者當可了解，本發明實施例也可有助於應用在 n 型朝上 (n-side up) 的 LED 結構。

此外，第一接觸層 412、第一包覆層 414、第二包覆層 418 和第二接觸層 420 可為不同材料及/或摻雜 p 型或 n 型的材料的組合。值得注意的是，對於較高和較低的接觸層/包覆層的兩者之一或兩者而言，本發明實施例可僅使用一層接觸層或接觸層。

之後，進行下述的製程以形成本發明實施例的 LED 結構。舉例來說，可分別對第一接觸層 412 和第二接觸層 420 形成電性接觸(前側及/或後側接觸)。然後，可形

成保護層。之後，可切割和包裝 LED 結構。

值得注意的是，本發明實施例的 LED 結構可需要例如分佈式布拉格反射鏡(distributed Bragg reflector)之其他層。上述分佈式布拉格反射鏡通常可包括具有不同反射係數的多層結構，以反射 LED 結構發出的光，因而增加從 LED 結構的頂部發出的光。上述分佈式布拉格反射鏡也可與一反射阻障層一起使用，或以反射阻障層代替上述分佈式布拉格反射鏡。

也可依據使用材料的類型和應用改變本發明實施例的 LED 結構的構造。可以預期的是，本發明實施例可使用多種類型的 LED 結構，本發明實施例係於基板中提供凹陷，以使 LED 結構形成於其中。

在本發明一實施例中，可清潔具有(111)方向之表面配向的矽基板，且利用離子植入方式將碳原子摻雜於矽基板中。可對上述基板進行退火製程，以活化碳原子，且使碳原子與矽原子鍵結。於上述碳原子層上方沉積包括鋁的過渡層，其厚度約為 30 nm。於形成 LED 結構之前，可將上述結構置於 MOCVD 的反應室內，且於 1000 °C 的溫度下退火，以移除污染物。上述 LED 結構可包括一阻障層，上述阻障層包括於約 1300°C 的溫度下沉積厚度約 3 nm 的 AlN 層和厚度約 6 nm 的摻雜矽的 GaN 層形成的交錯層；一較低接觸層，上述較低接觸層包括厚度約 2 μm 的摻雜矽的 GaN 層；一較低包覆層，上述較低包覆層包括厚度約 20 nm 的摻雜矽的 $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ 層；一主動層，上述主動層包括厚度約 60 nm 的

In_{0.15}Ga_{0.85}N/GaN MQW 層；一較高包覆層，上述較高包覆層包括厚度約 30 nm 的摻雜鎂的 Al_{0.15}Ga_{0.85}N 層；厚度約 0.1 μm 的一摻雜鎂的 GaN 層；以及一較高接觸層，上述較高接觸層包括厚度約 2 nm 的摻雜鎂的 In_{0.15}Ga_{0.85}N/GaN 超晶格(superlattice)接觸層。

在前述之本發明另一實施例中，可清潔具有(111)方向之表面配向的矽基板，且利用擴散方式將碳原子摻雜於矽基板中。可對上述基板進行退火製程，以活化碳原子，且使碳原子與矽原子鍵結。於上述碳原子層上方沉積包括鋁的過渡層，其厚度約為 10 nm。於形成 LED 結構之前，可將上述結構置於 MOCVD 的反應室內，且於 1000°C 的溫度下退火，以移除污染物。上述 LED 結構可包括一阻障層，上述阻障層包括於低溫(例如約 550°C)成長之厚度約 30 nm 的 AlN 層；一較低接觸層，上述較低接觸層包括厚度約 3 μm 的摻雜矽的 GaN 層；一較低包覆層，上述較低包覆層包括厚度約 20 nm 的摻雜矽的 Al_{0.15}Ga_{0.85}N 層；一主動層，上述主動層包括厚度約 80 nm 的 In_{0.1}Ga_{0.9}N/GaN MQW 層；一較高包覆層，上述較高包覆層包括厚度約 30 nm 的摻雜鎂的 Al_{0.15}Ga_{0.85}N 層；以及一較高接觸層，上述較高接觸層包括厚度約 0.3 μm 的摻雜鎂的 GaN 層。

值得注意的是，上述提供的實施例僅做為列示之用，在本發明其他實施例中可形成多種其他的組合和結構。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限

定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定為準。

【圖式簡單說明】

第 1 至 4 圖為本發明實施例之發光二極體的製造方法的製程流程圖。

【主要元件符號說明】

102~基板；
202~含碳層；
302~過渡層；
402~發光二極體結構；
410~阻障層；
412~第一接觸層；
414~第一包覆層；
416~主動層；
418~第二包覆層；
420~第二接觸層。

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： 98129011

※ 申請日： 98.8.28

※IPC 分類： H01L 33/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

發光二極體裝置及其製造方法

Light emitting diode device and method for fabricating thereof

二、中文發明摘要：

本發明提供一種發光二極體裝置及其製造方法。上述發光二極體裝置係形成於一基板上，其具有一含碳層。於上述基板中導入碳原子以避免或降低其上的金屬/金屬合金過渡層的原子與上述基板的原子混合。上述方法係使形成於其上的上述發光二極體結構能維持一結晶結構。

三、英文發明摘要：

A light-emitting diode (LED) device is provided. The LED device is formed on a substrate having a carbon-containing layer. Carbon atoms are introduced into the substrate to prevent or reduce atoms from an overlying metal/metal alloy transition layer from inter-mixing with atoms of the substrate. In this manner, a crystalline structure is maintained upon which the LED

structure may be formed.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

102~基板；

202~含碳層；

302~過渡層；

402~發光二極體結構；

410~阻障層；

412~第一接觸層；

414~第一包覆層；

416~主動層；

418~第二包覆層；

420~第二接觸層。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

七、申請專利範圍：

1. 一種發光二極體裝置，包括：
一半導體基板，其具有位於一第一側之一含碳層；
以及
一發光二極體結構，形成於該半導體基板的該第一側上。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光二極體裝置，更包括一過渡層，介於該含碳層和該發光二極體裝置結構之間。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之發光二極體裝置，其中該過渡層包括一金屬或一金屬合金。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之發光二極體裝置，其中該過渡層包括鋁、鈦、銀、鈦-鋁或其組合。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之發光二極體裝置，其中該含碳層的厚度小於 20 μm 。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之發光二極體裝置，其中該半導體基板為一塊狀矽基板，其具有(111)方向的一表面配向。
7. 一種發光二極體裝置的製造方法，包括下列步驟：
提供一基板；
於該基板的一第一側形成一含碳層；以及
於該半導體基板的該第一側上方形成一發光二極體結構。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述之發光二極體裝置的製造方法，其中形成該含碳層的步驟包括於將碳原子植

入該基板內。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之發光二極體裝置的製造方法，其中形成該含碳層的步驟包括將碳原子擴散進入該基板內。

10. 如申請專利範圍第 7 項所述之發光二極體裝置的製造方法，其中形成該含碳層的步驟至少一部分以磊晶製程進行。

11. 如申請專利範圍第 7 項所述之發光二極體裝置的製造方法，其中形成該含碳層的步驟包括形成厚度小於 20 μm 的一含碳層。

12. 如申請專利範圍第 7 項所述之發光二極體裝置的製造方法，於形成該發光二極體結構之前更包括於該含碳層上形成一過渡層。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之發光二極體裝置的製造方法，其中該過渡層包括一金屬或一金屬合金。

14. 如申請專利範圍第 7 項所述之發光二極體裝置的製造方法，其中該基板具有(111)方向的一表面配向。

15. 一種發光二極體裝置的製造方法，包括下列步驟：

提供一基板，其具有一第一側和一第二側；

將碳原子置於該半導體基板的該第一側內；

於該半導體基板的該第一側上方形成一過渡層；以及

於該過渡層上方形成一發光二極體結構。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之發光二極體裝置

的製造方法，其中該半導體基板為一塊狀矽基板，其具有(111)方向的一表面配向。

17. 如申請專利範圍第 15 項所述之發光二極體裝置的製造方法，其中將碳原子置於該半導體基板的該第一側內的步驟之後和形成該過渡層的步驟之前更包括將該基板退火。

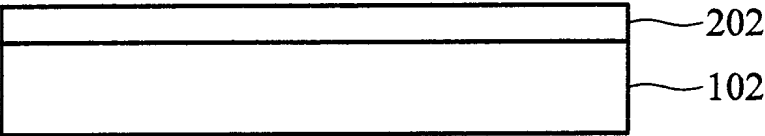
18. 如申請專利範圍第 15 項所述之發光二極體裝置的製造方法，其中將碳原子置於該半導體基板的該第一側內的步驟係至少一部分利用植入碳原子的方式進行。

19. 如申請專利範圍第 15 項所述之發光二極體裝置的製造方法，其中將碳原子置於該半導體基板的該第一側內的步驟係至少一部分利用將碳原子擴散進入該基板內的方式進行。

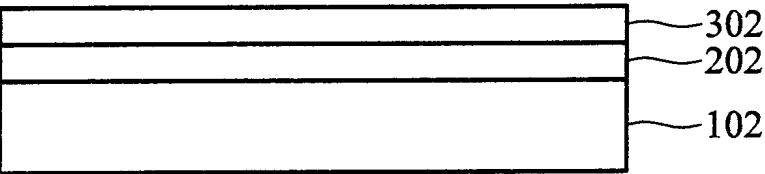
20. 如申請專利範圍第 15 項所述之發光二極體裝置的製造方法，其中該碳原子延伸進入該基板內的深度小於 20 μm 。



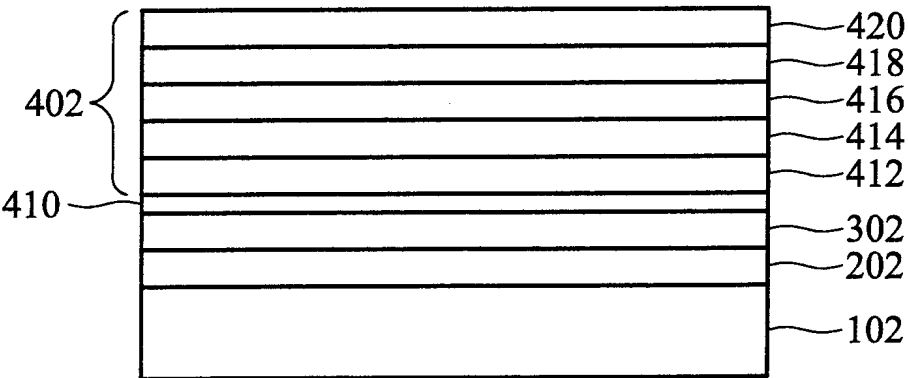
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

structure may be formed.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

102~基板；

202~含碳層；

302~過渡層；

402~發光二極體結構；

410~阻障層；

412~第一接觸層；

414~第一包覆層；

416~主動層；

418~第二包覆層；

420~第二接觸層。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：