



(21)申請案號：100118764

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 27 日

(51)Int. Cl. : H01L33/26 (2010.01)

(30)優先權：2011/02/28 南韓

10-2011-0018226

(71)申請人：SEMIMATERIALS 股份有限公司 (南韓) SEMIMATERIALS CO., LTD (KR)

南韓

朴健 (南韓) PARK, KUN (KR)

南韓

(72)發明人：陳周 JIN, JOO (KR) ; 朴健 PARK, KUN (KR)

(74)代理人：許世正

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：3 共 20 頁

(54)名稱

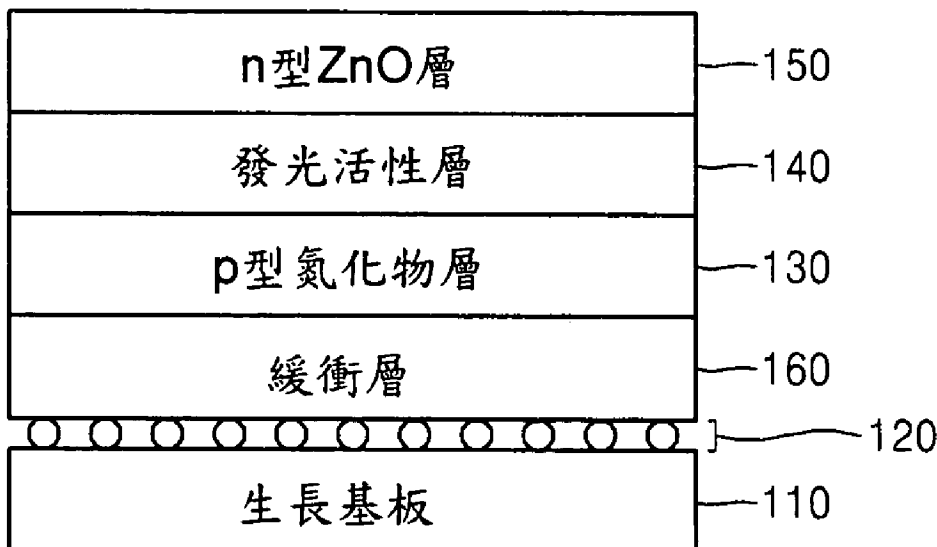
具有良好結晶度與亮度之氮化物發光裝置及其製造方法

NITRIDE BASED LIGHT EMITTING DEVICE WITH EXCELLENT CRYSTALLINITY AND BRIGHTNESS AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(57)摘要

本發明關於一種具有反向 p-n 結構的氮化物基發光器件及其製造方法，其中在生長基板上首先形成 p 型氮化物層。此種發光器件包含有：一生長基板；一形成於生長基板上的，用於氮化物生長之粉末型籽晶層；一形成在用於氮化物生長之籽晶層上的 p 型氮化物層；一形成於 p 型氮化物層上之發光活性層；以及一形成於發光活性層上之 n 型氧化鋅 (ZnO) 層。首先在生長層上形成 p 型氮化物層，然後在其上形成具有相對較低生長溫度之 n 型氧化鋅 (ZnO) 層，以取代 n 型氮化物層，由此提供優異之結晶性以及高亮度。

- 110：生長基板
- 120：籽晶層
- 130：p 型氮化物層
- 140：發光活性層
- 150：n 型氧化鋅 (ZnO) 層
- 160：緩衝層





(21)申請案號：100118764

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 27 日

(51)Int. Cl. : H01L33/26 (2010.01)

(30)優先權：2011/02/28 南韓

10-2011-0018226

(71)申請人：SEMIMATERIALS 股份有限公司 (南韓) SEMIMATERIALS CO., LTD (KR)

南韓

朴健 (南韓) PARK, KUN (KR)

南韓

(72)發明人：陳周 JIN, JOO (KR) ; 朴健 PARK, KUN (KR)

(74)代理人：許世正

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：3 共 20 頁

(54)名稱

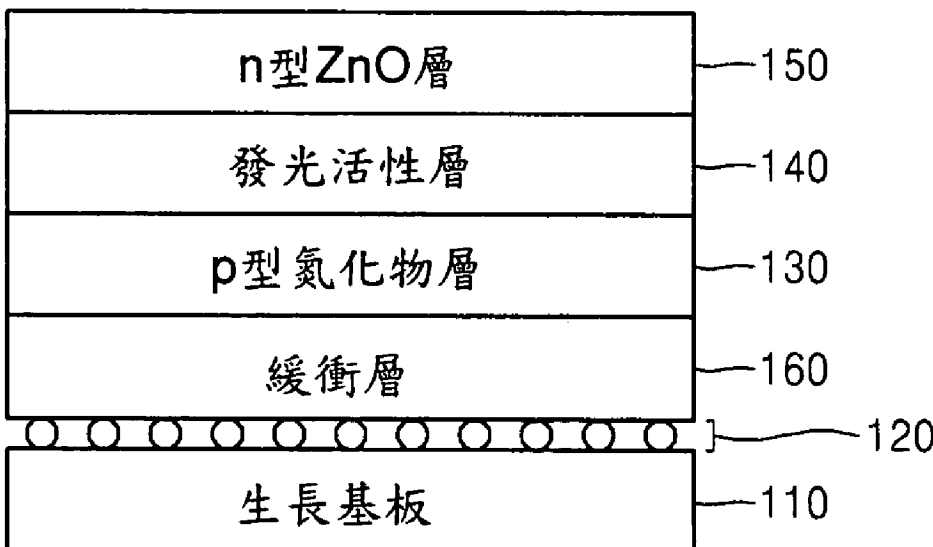
具有良好結晶度與亮度之氮化物發光裝置及其製造方法

NITRIDE BASED LIGHT EMITTING DEVICE WITH EXCELLENT CRYSTALLINITY AND BRIGHTNESS AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(57)摘要

本發明關於一種具有反向 p-n 結構的氮化物基發光器件及其製造方法，其中在生長基板上首先形成 p 型氮化物層。此種發光器件包含有：一生長基板；一形成於生長基板上的，用於氮化物生長之粉末型籽晶層；一形成在用於氮化物生長之籽晶層上的 p 型氮化物層；一形成於 p 型氮化物層上之發光活性層；以及一形成於發光活性層上之 n 型氧化鋅 (ZnO) 層。首先在生長層上形成 p 型氮化物層，然後在其上形成具有相對較低生長溫度之 n 型氧化鋅 (ZnO) 層，以取代 n 型氮化物層，由此提供優異之結晶性以及高亮度。

- 110：生長基板
- 120：籽晶層
- 130：p 型氮化物層
- 140：發光活性層
- 150：n 型氧化鋅 (ZnO) 層
- 160：緩衝層



## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種用於製造氮化物基發光器件之技術。

### 【先前技術】

發光器件係為一種基於器件中的電子與電洞複合而出現的發光現象之半導體器件。

例如，諸如氮化鎵（GaN）發光器件的氮化物基發光器件得到了廣泛之應用。氮化物基發光器件由於其高的帶隙能量可以實現多種顏色。此外，氮化物基發光器件展現出良好之熱穩定性。

可以根據其中 n 電極及 p 電極之排列，將氮化物基發光器件劃分為一橫向型與一垂直型。在橫向型結構中，n 電極及 p 電極一般為頂部-頂部排列，而在垂直型結構中，n 電極及 p 電極一般為頂部-底部排列。

通常，氮化物基發光器件包含有自器件之底部順序形成的一生長基板、一緩衝層、一未摻雜氮化物層、一 n 型氮化物層、一發光活性層、以及一 p 型氮化物層。

在氮化物基發光器件之製造中，最後生長 P 型氮化物層。典型地，在 1000°C 或以上的高溫下生長 p 型氮化物層以確保高晶體品質為公知之現有技術。

然而，當在高溫下形成 p 型氮化物層時，對 p 型氮化物層下方的發光活性層存在很大影響。特別地，存在由於來自發光活性

層的銦 (In) 組分等的蒸發，而導致的組成不均勻之問題。因此，在常規的發光器件製造方法中，在相對較低的溫度下生長 p 型氮化物層，由此導致晶體品質之劣化。

### 【發明內容】

因此，鑒於上述問題，本發明之一個方面在於提供一種氮化物基發光器件，其中，在生長基板上首先形成 p 型氮化物層。

本發明之另一方面在於提供一種氮化物基發光器件之製造方法，其中，在生長基板上首先形成 p 型氮化物層，以在提高晶體品質同時最小化對發光活性層之影響。

根據本發明之一個方面，一種氮化物基發光器件包含有：一生長基板；一形成於生長基板上的，用於氮化物生長之粉末型籽晶層；一形成在用於氮化物生長之籽晶層上之 p 型氮化物層；一形成於 p 型氮化物層上之發光活性層；以及一形成於發光活性層上之 n 型氧化鋅 (ZnO) 層。

這裏，用於氮化物生長之籽晶層可由氮化鎵 (GaN) 粉末構成。或者，用於氮化物生長之籽晶層可由藍寶石粉末構成。或者，用於氮化物生長之籽晶層可由矽石粉末構成。

生長基板可為 p 型矽基板。

根據本發明之另一方面，一種氮化物基發光器件之製造方法包含：在生長基板上，利用粉末形成用於氮化物生長之一籽晶層；在用於氮化物生長之籽晶層上形成一緩衝層；在用於氮化物生長

之籽晶層上形成一 p 型氮化物層；在 p 型氮化物層上形成一發光活性層；以及在發光活性層上形成一 n 型氧化鋅 (ZnO) 層。

### 【實施方式】

現在請參閱附圖詳細描述本發明之示例性實施例。

應該理解，當提到諸如層、膜、區或者基板的一個元件位於另一元件之上時，其可以直接位於另一元件上，或者還可以存在插入元件。相反，當提到一個元件直接位於另一元件上時，則不存在插入元件。

「第 1 圖」係為根據本發明示例性實施例之氮化物基發光器件之剖視圖。

請參閱「第 1 圖」，氮化物基發光器件包含有：一生長基板 110、一用於氮化物生長之籽晶層 120、一 p 型氮化物層 130、一發光活性層 140、以及一 n 型氧化鋅 (ZnO) 層 150。

在本實施例之中，生長基板 110 可以為在氮化物基發光器件製造中被廣泛用作生長基板之藍寶石基板。另外，在本實施例之中，生長基板 110 可為例如單晶矽基板、多晶矽基板等的矽基板。

用於氮化物生長之籽晶層 120 為形成於生長基板 110 上的粉末型籽晶層，且其作用於氮化物層生長之籽晶。這裏，術語“粉末型”係指由粉末形成之材料。

此外，相對於將要生長的氮化物層而言，用於氮化物生長之籽晶層 120 減少晶格失配 (mismatch)，由此降低氮化物層生長期

間之位錯密度 (dislocation density)。

例如，當使用矽基板作為生長基板時，由於矽基板與氮化物層之間非常大的晶格常數差，因而位錯密度在矽基板上的氮化物層生長期間增高很大程度，由此導致發光器件之發光效率的劣化。然而，當在矽基板上形成用於氮化物生長之籽晶層，然後將氮化物層形成在用於氮化物生長之籽晶層上時，由於減輕了氮化物層與基板之間的晶格失配，由此降低由於氮化物層生長期間的晶格失配所導致的位錯密度。

此種用於氮化物生長之籽晶層 120 可由氮化鎵 (GaN) 粉末、藍寶石粉末或矽石粉末組成，其可以減輕相對於氮化物之晶格失配。

例如，當在用作籽晶層的氮化鎵 (GaN) 粉末上生長氮化鎵 (GaN) 粉末時，在其之間會發生晶格匹配，由此最小化氮化鎵 (GaN) 層生長期間之位錯發生。此外，當在氮化鎵 (GaN) 粉末上生長氮化鎵 (GaN) 時，將氮化物層首先在垂直方向上生長且然後再水準方向上生長，由此，能夠獲得平坦的氮化物層之生長。

可以透過旋塗等以將氮化鎵 (GaN)、藍寶石或者矽石粉末貼附或固定於生長基板 110 上。

為了使得粉末容易地貼附或固定於生長基板 110 上，生長基板 110 可以具有形成有凸起及凹陷之不平坦表面。可以將表面不平坦形成為特定或任意圖案。可以透過例如蝕刻等各種方法以形

成生長基板 110 之表面不平坦。

當生長基板 110 具有不平坦表面，可以容易地將氮化鎵 (GaN)、藍寶石或矽石粉末貼附或固定至生長基板 110 的不平坦表面之凹陷處。

塗敷至用於氮化物生長之籽晶層上的例如氮化鎵 (GaN) 粉末等的粉末可以具有 10 奈米 (nm) ~ 1 微米 ( $\mu\text{m}$ ) 的平均顆粒尺寸。粉末的平均顆粒尺寸越小，抑制氮化物生長期間的位錯生成之效果越好。如果粉末之平均顆粒尺寸超出 1 微米 ( $\mu\text{m}$ )，則抑制位錯生成的效果不夠充分，導致所製造的氮化物基發光器件之低發光效率。如果粉末的平均顆粒尺寸小於 10 奈米 (nm)，則或過度地增加粉末的製造成本，由此導致氮化物基發光器件的製造成本提高。

下面，在用於氮化物生長之籽晶層 120 上形成 p 型氮化物層 130。透過摻雜例如鎂 (Mg) 等的 p 型雜質用以形成 p 型氮化物層 130 以確保 p 型電特性。

常規地，在氮化物基發光器件之製造方法中，在形成發光活性層之後，在最後階段形成 p 型氮化物層。這裏，在較低的生長溫度下生長 p 型氮化物層以抑制在 p 型氮化物層形成期間，p 型雜質對發光活性層之影響。結果，p 型氮化物層的晶體品質劣化，導致發光效率之劣化。

然而，在本實施例之中，在發光活性層 140 之前形成 p 型氮

化物層 130，由此確保 p 型氮化物層之高晶體品質。

在 p 型氮化物層 130 上形成發光活性層 140。發光活性層 140 可具有多量子阱 (MQW) 結構。例如，發光活性層 140 具有使  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  ( $0.1 \leq x \leq 0.3$ ) 與氮化鎵 (GaN) 交替地互相疊置之結構或者使得  $\text{In}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$  ( $0.1 \leq x \leq 0.3$ ) 與氧化鋅 (ZnO) 交替地互相疊置之結構。

在發光活性層 140 之中，穿越 n 型氧化鋅 (ZnO) 層 150 之電子與穿越 p 型氮化物層 130 之電洞複合以產生光。

n 型氧化鋅 (ZnO) 層 150 形成於發光活性層 140 上，並且展現出與 p 型氮化物層 130 的電特性相反之電特性。雖然氧化鋅 (ZnO) 係為 n 型材料，但是與利用 n 型雜質形成的 n 型層之電特性相比，氧化鋅 (ZnO) 具有不顯著的電特性，且可以僅充當電流路徑。因此，可以將例如矽 (Si) 的 n 型雜質摻雜至 n 型氧化鋅 (ZnO) 層 150 之中。

如上所述，氧化鋅 (ZnO) 具有基本上與氮化鎵 (GaN) 之晶體結構相同的纖維鋅礦晶體結構。另外，由於氧化鋅 (ZnO) 可以在大約  $700\text{-}800^\circ\text{C}$  的溫度下生長，所以能夠透過最小化氧化鋅 (ZnO) 生長期間對發光活性層 140 之影響，以提高晶體品質。因此，可適用於本發明的 n 型氧化鋅 (ZnO) 層 150 可以替代在大約  $1200^\circ\text{C}$  的高溫下生長的 n 型氮化鎵 (GaN)。

此外，與使用 n 型氮化鎵 (GaN) 層之情況相比，n 型氧化鋅

(ZnO) 層 150 的應用導致亮度更進一步提高。

同樣地，在本發明之實施例中，首先將 p 型氮化物層 130 形成於生長基板上，且然後將 n 型氧化鋅 (ZnO) 層 150 形成於發光活性層之上。

「第 2 圖」係為根據本發明示例性實施例之氮化物基發光器件之剖面圖，該器件包含有作為生長基板之 p 型矽基板。

如「第 2 圖」所示，根據本發明實施例的氮化物基發光器件可以採用 p 型矽基板作為生長基板。當採用 p 型矽基板時，可以將 p 型層形成為發光活性層下面之各層。此外，當採用 p 型矽基板時，甚至在垂直發光器件的製造中，矽基板可以用作 p 電極，由此免去除基板之工藝以及形成 p 電極之工藝。

因此，當採用 p 型矽基板時，不僅能夠容易地製造橫向型發光器件，還可以容易地製造具有相對較寬的發光面積，以容易實現具有高亮度的發光之垂直型發光器件。

另一方面，請參閱「第 1 圖」，發光結構還可包含有一籽晶層 120 與 p 型氮化物層 130 之間的緩衝層 160。緩衝層 160 用於減輕在氮化物層生長期間對生長基板產生之應力，緩衝層 160 為異質材料。此種緩衝層 160 可由例如氮化鋁 (AlN)、氮化鋯 (ZrN)、氮化鎵 (GaN) 等氮化物材料構成。

緩衝層 160 可以為 p 型緩衝層。用於緩衝層 160 的氮化物可以具有高之電阻抗。然而，如果緩衝層 160 為 p 型緩衝層，則緩

衝層具有低之電阻抗。因此，能夠提高氮化物基發光器件之工作效率。

特別地，當緩衝層 160 為 p 型層且採用 p 型矽基板作為生長基板 110 時，電洞容易自 p 型矽基板移動至發光活性層 140 中，而沒有勢壘影響，由此進一步提高發光器件之工作效率。

此外，當緩衝層 160 為 p 型緩衝層時，緩衝層 160 中例如鎂 (Mg) 的雜質擴散至生長基板 110 中。此種情況下，基板展現出 p 型層之電特性。因此，與常規的垂直型發光器件之製造不相同，即使使用具有絕緣特性的藍寶石基板作為生長基板 110，也不需要去除藍寶石基板。

「第 3 圖」係為根據本發明示例性實施例之氮化物基發光器件之製造方法之流程圖。

請參閱「第 3 圖」，氮化物基發光器件之製造方法包含：在作業 S310 之中，形成用於氮化物生長之一籽晶層；在作業 S320 之中，形成一緩衝層；在作業 S330 之中，形成一 p 型氮化物層；在作業 S340 之中，形成一發光活性層；以及在作業 S350 之中，形成一 n 型氧化鋅 (ZnO) 層。

在作業 S310 之中，將用於氮化物生長之籽晶層形成於例如矽基板或藍寶石基板之生長基板上。

在該作業中，可以利用氮化鎵 (GaN) 粉末、藍寶石粉末或矽石粉末以形成用於氮化物生長之籽晶層。

可以根據下述方法利用這些粉末形成用於氮化物生長之籽晶層。

首先，利用旋塗器等將氮化鎵 (GaN) 粉末等塗敷至生長基板上。然後，在例如化學氣相沉積 (CVD) 室之腔室中，將生長基板在氮氣環境下加熱至大約 800-1200°C 之溫度，以便將氮化鎵 (GaN) 粉末貼附至生長基板。此種情況下，可以將生長基板輕微蝕刻以形成不平坦表面。生長基板的表面不平坦促進了粉末貼附或固定於其上。

或者，利用包含有氮化鎵 (GaN) 粉末等的溶液，透過將溶液旋塗至生長基板上並乾燥生長基板，以形成用於氮化物生長之籽晶層。這裏，可以利用例如丙酮、甲醇、乙二醇等各種溶劑以製備包含有氮化鎵 (GaN) 粉末之溶液。

可以選擇上述方法中的任意一種或兩種一起使用，以形成用於氮化物生長之籽晶層。例如，透過在生長基板上旋塗並乾燥包含有氮化鎵 (GaN) 粉末等之溶液，隨後在腔室中加熱生長基板，以形成用於氮化物生長之籽晶層。

隨後，透過形成緩衝層之作業 S320、形成 p 型氮化物層之作業 S330 以及形成發光活性層之作業 S340，在籽晶層上順序生長多個氮化物層，以形成發光結構。

在作業 S350 之中，在氮 (N<sub>2</sub>)、氦 (He)、氧 (O<sub>2</sub>) 等的環境下，在大約 700-800°C 的低溫下，在發光活性層上生長 n 型氧化

鋅 (ZnO) 層。

如上所述，在根據本實施例的氮化物基發光器件之製造方法中，在生長基板上形成 p 型氮化物層，隨後在發光活性層上形成可以在相對較低溫度下生長的 n 型氧化鋅 (ZnO) 層。結果，能夠提高 p 型氮化物層之晶體品質同時，最小化在 n 型氧化鋅 (ZnO) 層生長期間對發光活性層之影響。

此外，在根據本實施例的氮化物基發光器件之製造方法中，利用氮化鎵 (GaN) 粉末、藍寶石粉末或矽石粉末以形成用於氮化物生長之籽晶層，由此最小化在氮化物層的生長期間，由於矽基板與氮化物層之間的晶格常數差導致的位錯密度。

同樣地，在根據本實施例的氮化物基發光器件之製造方法中，首先，在生長基板上形成一 p 型氮化物層，由此提高 p 型氮化物層之晶體品質。此外，根據本實施例，由於在發光活性層上形成能夠在相對較低溫度下生長之 n 型氧化鋅 (ZnO) 層，所以能夠減小對發光活性層之影響。

此外，在根據本發明實施例之方法中，使用氮化鎵 (GaN) 粉末、藍寶石粉末或矽石粉末以形成用於氮化物生長之籽晶層，由此最小化在氮化物層生長期間由於氮化物層與矽基板之間的晶格常數差導致之位錯缺陷。

另外，在根據本發明實施例之方法中，使用 p 型矽基板，由此有利於垂直型發光器件之製造，而不需要去除基板之工藝。

雖然本文中已經描述了一些實施例，但是，本領域技術人員應該理解，這些實施例僅透過示例之方法給出，在不偏離本發明的精神及範圍的情況下，可以做出各種修正、變型以及更改。所以，本發明之範圍應該僅由所附專利申請範圍及其等同物來限制。

### 【圖式簡單說明】

第 1 圖係為根據本發明示例性實施例之氮化物基發光器件之剖視圖；

第 2 圖係為根據本發明示例性實施例之氮化物基發光器件之剖視圖，該器件包含有作為生長基板的 p 型矽基板；以及

第 3 圖係為根據本發明示例性實施例之氮化物基發光器件之製造方法之流程圖。

### 【主要元件符號說明】

110	生長基板
120	籽晶層
130	p 型氮化物層
140	發光活性層
150	n 型氧化鋅 (ZnO) 層
160	緩衝層

# 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：100118764

※申請日：100.5.27 ※IPC 分類：H01L 33/26 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有良好結晶度與亮度之氮化物發光裝置及其製造方法 /  
NITRIDE BASED LIGHT EMITTING DEVICE WITH  
EXCELLENT CRYSTALLINITY AND BRIGHTNESS AND  
METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

二、中文發明摘要：

本發明關於一種具有反向 p-n 結構的氮化物基發光器件及其製造方法，其中在生長基板上首先形成 p 型氮化物層。此種發光器件包含有：一生長基板；一形成於生長基板上的，用於氮化物生長之粉末型籽晶層；一形成在用於氮化物生長之籽晶層上的 p 型氮化物層；一形成於 p 型氮化物層上之發光活性層；以及一形成於發光活性層上之 n 型氧化鋅 (ZnO) 層。首先在生長層上形成 p 型氮化物層，然後在其上形成具有相對較低生長溫度之 n 型氧化鋅 (ZnO) 層，以取代 n 型氮化物層，由此提供優異之結晶性以及高亮度。

三、英文發明摘要：

無

七、申請專利範圍：

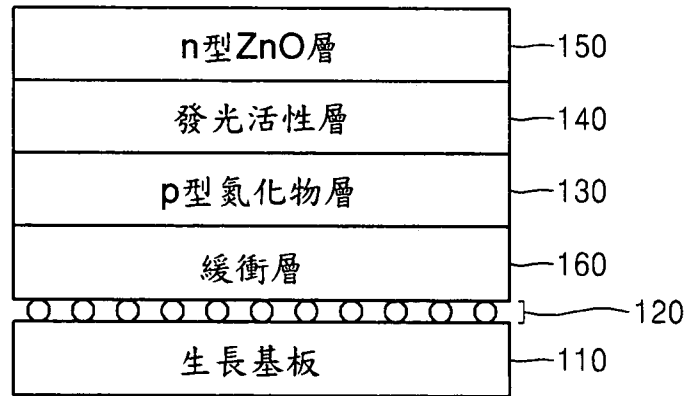
1. 一種氮化物基發光器件，係包含有：
  - 一生長基板；
  - 一粉末型籽晶層，係形成於該生長基板之上用於氮化物生長；
  - 一 p 型氮化物層，係形成於用於氮化物生長之該籽晶層之上；
  - 一發光活性層，係形成於該 p 型氮化物層之上；以及
  - 一 n 型氧化鋅 (ZnO) 層，係形成於該發光活性層之上。
2. 如請求項第 1 項所述之氮化物基發光器件，其中用於氮化物生長之該籽晶層包含有氮化鎵 (GaN) 粉末。
3. 如請求項第 1 項所述之氮化物基發光器件，其中用於氮化物生長之該籽晶層包含有藍寶石粉末。
4. 如請求項第 1 項所述之氮化物基發光器件，其中用於氮化物生長之該籽晶層包含有矽石粉末。
5. 如請求項第 1 項所述之氮化物基發光器件，其中該生長基板係為矽基板或藍寶石基板。
6. 如請求項第 1 項所述之氮化物基發光器件，其中該生長基板係為 p 型矽基板。
7. 如請求項第 1 項所述之氮化物基發光器件，其中該生長基板具有不平坦表面。

8. 如請求項第 1 項所述之氮化物基發光器件，更包含有：在用於氮化物生長之該籽晶層與該 p 型氮化物層之間的一氮化物緩衝層。
9. 如請求項第 8 項所述之氮化物基發光器件，其中該緩衝層包含有 p 型氮化物。
10. 一種氮化物基發光器件之製造方法，係包含：
  - 利用粉末在生長基板之上形成用於氮化物生長之一籽晶層；
  - 在用於氮化物生長之該籽晶層之上形成一緩衝層；
  - 在用於氮化物生長之該籽晶層之上形成一 p 型氮化物層；
  - 在該 p 型氮化物層之上形成一發光活性層；以及
  - 在該發光活性層之上形成一 n 型氧化鋅 (ZnO) 層。
11. 如請求項第 10 項所述之氮化物基發光器件之製造方法，其中用於氮化物生長之該籽晶層包含有氮化鎵 (GaN) 粉末。
12. 如請求項第 10 項所述之氮化物基發光器件之製造方法，其中用於氮化物生長之該籽晶層包含有藍寶石粉末。
13. 如請求項第 10 項所述之氮化物基發光器件之製造方法，其中用於氮化物生長之該籽晶層包含有矽石粉末。
14. 如請求項第 10 項所述之氮化物基發光器件之製造方法，其中形成用於氮化物生長之該籽晶層包含將粉末放置於該生長基板之上，並加熱該生長基板以使得將該粉末貼附至該生長基板

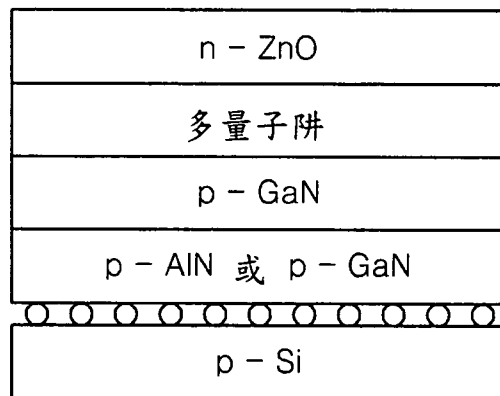
上。

15. 如請求項第 10 項所述之氮化物基發光器件之製造方法，其中形成用於氮化物生長之該籽晶層包含利用旋塗器，將包含有該粉末之溶液塗敷至該生長基板之上，並乾燥該生長基板。
16. 如請求項第 10 項所述之氮化物基發光器件之製造方法，其中該緩衝層包含有 p 型氮化物。
17. 一種氮化物基發光器件，係透過以下步驟製造：

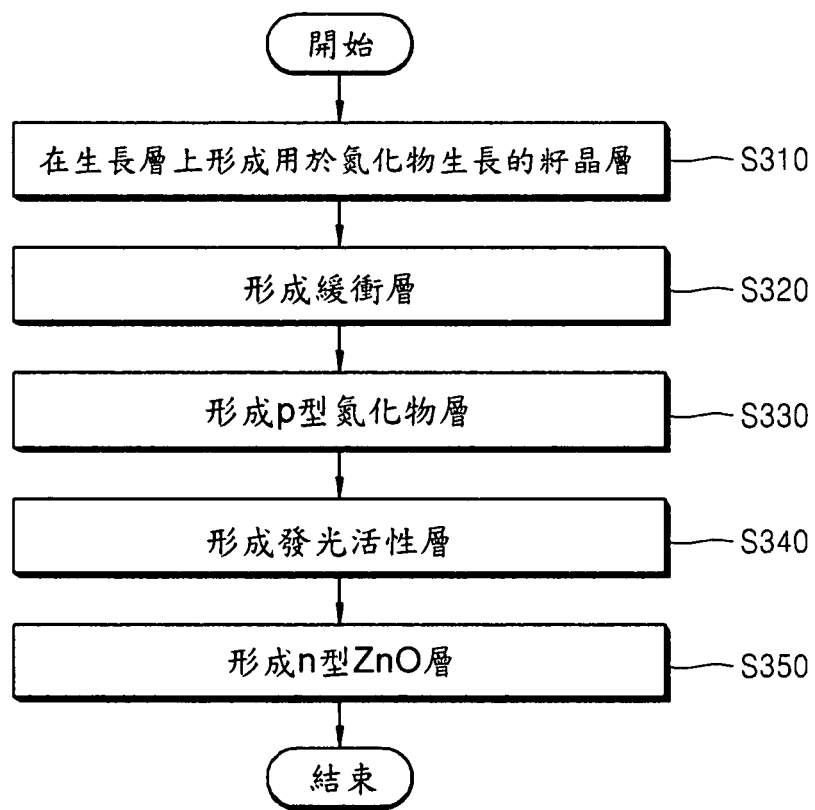
利用粉末在生長基板上形成用於氮化物生長之籽晶層，以及在用於氮化物生長之該籽晶層上順序地形成一緩衝層、一 p 型氮化物層、一發光活性層以及一 n 型氧化鋅 (ZnO) 層。



第1圖



第2圖



第3圖

四、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：

110	生長基板
120	籽晶層
130	p 型氮化物層
140	發光活性層
150	n 型氧化鋅 (ZnO) 層
160	緩衝層

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無