

捌、聲明事項

本案係符合專利法第二十條第一項 第一款但書或 第二款但書規定之期間，其日期為： _____

本案已向下列國家（地區）申請專利，申請日期及案號資料如下：

【格式請依：申請國家（地區）；申請日期；申請案號 順序註記】

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____

主張專利法第二十四條第一項優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；日期；案號 順序註記】

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____
- 4. _____
- 5. _____
- 6. _____
- 7. _____
- 8. _____
- 9. _____
- 10. _____

主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

【格式請依：申請日；申請案號 順序註記】

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

【發明所屬之技術領域】

本發明為一種「氮化鎵基發光二極體之垂直元件結構及其製造方法」，尤指一種適用於氮化鎵基 (GaN-based) III-V 族材料之發光二極體者 (light-emitting diode, 簡稱 LED)，主要係利用一具有光罩 (mask) 之基板單元，接續磊晶沈積一多層磊晶結構，基板單元與多層磊晶結構置入治具後，即可藉由施力作用 (例如：剪力作用)，使得基板單元與多層磊晶結構可由光罩處分離，以取出多層磊晶結構；其中，該多層磊晶結構，在取出後，可於底部設置一金屬反射層，且藉由金屬反射層可黏合一導電基板，並可將 P 型電極設置於多層磊晶結構之上表面，及 N 型電極設置於導電基板底部；藉此，以構成 LED 之垂直元件結構。

【先前技術】

有關習有「氮化鎵基 LED 發光裝置」之結構，茲以第 15 圖所示者為例，臚列其構成及技術手段如后，謹請參考：

一般 GaN 磊晶沈積層可成長在 GaN 基板或藍寶石 (sapphire) 基板上，然而，由於 GaN 基板之價格昂貴，所以，習式「氮化鎵基 LED 發光裝置」之基板 90，大多為藍寶石 (sapphire) 基板，且在基板 90 上依序成長緩衝層 91、n-GaN 層 92、活性層 93、p-GaN 層 94，以蝕刻法 (Etching) 使 n-GaN 層 92 具有一露出面 92a，以設置 n 型電極 96，並於 p-GaN 層 94

續次頁 (發明說明頁不敷使用時，請註記並使用續頁)

上設置p型電極95，而構成一LED之發光裝置。

惟，前述之習式者，雖採用價格較為便宜之藍寶石（sapphire）基板，然而在進行封裝時卻需各別對p型電極95及n型電極96打線而實施兩次打線，因此，對於後續製程之封裝成本較高，且亦造成不良率增高之可能性。

再者，前述之習式者，係屬橫向元件結構而非垂直元件結構，需施以蝕刻法（Etching），將GaN磊晶沈積層除去一部份，以設置n型電極96，因此，必減損有效發光之面積，而未盡理想。

另外，前述之習式者，係採用藍寶石（sapphire）基板，由於藍寶石（sapphire）之切割較不容易，因此，在晶粒製程中，困難度較高。

【發明內容】

基於上述緣由，本發明者認為：若能先採用價格較為便宜之藍寶石（sapphire）基板，順利成長GaN磊晶沈積層後，適當地剝離不導電且較不易切割之藍寶石（sapphire）基板，再貼上可導電之基板，將可製成氮化鎵基LED發光裝置之垂直元件結構，並大幅改進上述「先前技術」未盡理想之處及增益實用功效。

所以，本發明之主要目的，即為提供一種「氮化鎵基LED之垂直元件結構及其製造方法」，且明顯具備下列優點、特徵及目的：

01、本發明之最終基板並非藍寶石（sapphire）基板，故，在晶粒製程中，本發明較易於切割。

02、本發明對於後續製程而言，製造難易度較低，亦即，在晶粒製程中，本發明無需施以蝕刻法（Etching）。

03、本發明因無需施以蝕刻法（Etching），所以有效發光之面積並未減損。

04、本發明因有效發光面積並未減損，故，在相同之有效發光面積下，本發明之晶粒可較習式者小，經濟效益更高。

05、本發明係為垂直元件結構，在進行封裝時只需實施一次打線，因此，對於後續製程之封裝成本可較習式者低，且亦降低造成不良率之可能性。

06、本發明之導電基板，可為矽（Si）材質，導熱係數較高，約為藍寶石（sapphire）基板之六倍，故，可適用於高功率元件。

【實施方式】

本發明最主要之創意精神在於提供一種藉由一具有光罩12之基板單元1，接續磊晶沈積一具有活性層之多層磊晶結構2，使得基板單元1與多層磊晶結構2之間，因具有光罩12而形成結構上之脆弱點，以利取出多層磊晶結構2，在多層磊晶結構2取出後，即可設置導電基板33及P/N電極，而構成一氮化鎵基（GaN-based）發光二極體之垂直元件結構；其結構特徵及所構成之空間型態實為本發明創意之精華所在。

為能進一步瞭解本發明之特徵、技術手段以及所達成之具體功能、目的，茲列舉本發明之較具體實施例，繼以

圖式、圖號詳細說明如後。

請參閱第 1 至 3 圖所示，本發明方法可包含以下之步驟：

步驟 1，係為「成長一緩衝層」之步驟，即在藍寶石（sapphire）基板 10 之上表面 10a 形成一緩衝層 11；

步驟 2，係為「形成數道光罩」之步驟，接續步驟 1，在緩衝層 11 上可形成數道光罩 12（材質可為： SiO_2 、或 SiN 、或 SiN_x 等），以預先製成一基板單元 1；

步驟 3，係為「成長多層磊晶結構」之步驟，接續步驟 2，在基板單元 1 上接續磊晶沈積一具有活性層之多層磊晶結構 2；

步驟 4，係為「取出多層磊晶結構」之步驟，接續步驟 3，將基板單元 1 與多層磊晶結構 2 置於治具 80 中，且多層磊晶結構 2 之上表面 20 黏固於治具 80 之上固定板 81，基板 10 之下表面 10b 黏固於治具 80 之下固定板 82，由於光罩 12 與多層磊晶結構 2 間並不具有黏合力，因此，基板單元 1 與多層磊晶結構 2 間之數道光罩 12 已成為結構上之脆弱點，當兩固定板 81, 82 對基板單元 1 與多層磊晶結構 2 施力作用時（例如：剪力作用），即可順利剝離基板單元 1，而單獨取出多層磊晶結構 2，如第 2 圖所示；

步驟 5，係為「設置金屬反射層」之步驟，接續步驟 4，多層磊晶結構 2 之底部 2a 可由「蝕刻液」清除殘餘之光罩 12，並將多層磊晶結構 2 之底部 2a 研磨呈鏡面，以鍍上一金屬反射層 31；

步驟6，係為「設置導電基板」之步驟，接續步驟5，導電基板33之頂部鍍有一金屬薄膜32，經由加熱加壓，即可使金屬薄膜32與金屬反射層31相黏合，而固設導電基板33，如第3圖所示；

步驟7，係為「設置P/N電極」之步驟，接續步驟6，經由加熱去膠（或添加溶解液去膠），多層磊晶結構2之上表面20可與上固定板81分離，且多層磊晶結構2之上表面20及導電基板33之底部33a可各別設置P/N電極；

藉此，以構成一氮化鎵基（GaN-based）LED之垂直元件結構。

此間應予以說明者，乃在於：當光罩12之材質為SiO₂時，本發明方法之步驟3與步驟4間，可進一步包括步驟4a「以氟化氫（HF）蝕刻一部份」之步驟；亦即，接續步驟3，可先將基板單元1與多層磊晶結構2，以氟化氫（HF）溶劑或B.O.E（buffer oxide etchant）蝕刻劑，對SiO₂光罩12蝕刻一部份，使結構更為脆弱，以利後續在執行步驟4時，更容易取出多層磊晶結構2。

此間應再予以說明者，乃在於：該金屬薄膜32之作用，係在於經由加熱加壓，使金屬薄膜32與金屬反射層31相黏合，而固設導電基板33；故，該金屬薄膜32可為與金屬反射層31相同之材質，或者與金屬反射層31不同，然而可與金屬反射層31一同加熱加壓黏合之材質。

此間應再予以說明者，乃在於：該金屬反射層31，可為Ag/Al材質（即先鍍上銀，再於鍍上鋁，使銀不致外露）

，或為Ag材質，或任何金屬材質。

此間擬再予提出說明者，乃在於：本發明方法之步驟5中，若金屬反射層31之厚度足夠時（至少在 $1\mu\text{m}$ 以上），在步驟6中，該金屬薄膜32即可進一步予以省略；亦即，該金屬反射層31與導電基板33，可直接經由加熱加壓，而相黏合，此亦為導電基板33之另一固設方式。

請參閱第4圖所示，在較佳實施例中，本發明之基板單元1可由一基板10、一緩衝層11、及數道光罩12所構成；其中：

該基板10，可為藍寶石（sapphire）材質，且厚度在300至 $500\mu\text{m}$ 之間，以利磊晶成長一多層磊晶結構2；

該緩衝層11，可為GaN緩衝層，且成長在基板10之上表面10a上；

該光罩12，可為 SiO_2 、或SiN、或 SiN_x 等材質，且形成在緩衝層11上。

復請參閱第4圖所示，在較佳實施例中，本發明之多層磊晶結構2可由一n-GaN層21、一多量子井（Multi-Quantum Well，簡稱MQW）活性層22、一接觸層27等所依序磊晶成長而成；其中：

該n-GaN層21，可為有摻雜之n-GaN半導體層（例如：摻雜Si，以達到導電之目的），厚度可在2至 $6\mu\text{m}$ ；

該MQW活性層22，可為InGaN / GaN之MQW，且通電後為由「電產生光」之光產生層（light generating layer），波長（ λ ）可在380nm至600nm之間；

該接觸層 27，係為 p-GaN 系（p⁺-GaN-based，例如：p-GaN、p-InGaN、p-AlInGaN）之半導體層，厚度可在 0.2 至 0.5 μ m。

請參閱第 5 圖所示，根據本發明方法，本發明之「垂直元件結構」在較佳實施例中，包括一多層磊晶結構 2、一金屬反射層 31、一導電基板 33、一 p 型金屬電極（p-type metal contact）40、及一 n 型金屬電極（n-type metal contact）50 等構成；其中：

該多層磊晶結構 2，係可由一 n - GaN 之半導體層 21、一 InGaN / GaN 之 MQW 22、及一 p⁺- GaN-based 之半導體層 27 等所依序磊晶成長而成；

該金屬反射層 31，係以電鍍或濺鍍之方式鍍於 n - GaN 之半導體層 21 底部，並用以黏合導電基板 33，反射率可在 90% 以上；

該導電基板 33，可為 Si-n 型基板，且可摻雜有磷（P）、砷（As）等 V 族元素，或 Ge-n 型基板，或 GaAs-n 型基板，或 InP-n 型基板，或 GaP-n 型基板等，厚度可在 100 至 300 μ m 之間；

該 p 型金屬電極 40，係設置於多層磊晶結構 2 之上表面 20，即 p⁺- GaN-based 之半導體層 27 上；

該 n 型金屬電極 50，係設置於導電基板 33 之底部 33a；

且金屬反射層 31 可反射多層磊晶結構 2 所產生之光，以避免受 Si-n 型基板所吸收而減損；

藉此，以構成一氮化鎵基（GaN-based）發光二極體之

垂直元件結構。

請參閱第 6 圖所示，在第二實施例中，該多層磊晶結構 2 可在較佳實施例之基礎上，進一步於 p⁺- GaN-based 之半導體層 27 上，以磊晶之方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層 28，而作為窗口層；其中：

該金屬氧化層 28，可為 ZnO 材質之金屬氧化層，或 ZnO 摻雜鋁 (Al) 之金屬氧化層；或可為 $\text{In}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、 $\text{Sn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、 $\text{In}_x\text{Sn}_y\text{Zn}_{1-x-y}\text{O}$ 等材質所構成之金屬氧化層者，且 $0 \leq X \leq 1$ ，且 $0 \leq Y \leq 1$ ，且 $0 \leq X + Y \leq 1$ ；或可為折射率 (refractive index) 至少在 1.5 之金屬氧化層者；或可為 n 型傳導 (n-type conduction) 或 p 型傳導 (p-type conduction) 之金屬氧化層者；或可為摻雜有稀土元素 (rare earth-doped) 之金屬氧化層者，厚度可在 50 Å 至 50 μm；

且該 p 型金屬電極 40，係設置於多層磊晶結構 2 之上表面 20，即金屬氧化層 28 上。

請參閱第 7 圖所示，在第三實施例中，該多層磊晶結構 2 可在較佳實施例之基礎上，進一步於 InGaN / GaN 之 MQW 22 及 p⁺- GaN-based 之半導體層 27 間，包括一 p-型布拉格反射鏡 (Distributed Bragg Reflector, 簡稱 DBR) 26；其中：

該 p-型 DBR 26，可為 p - AlGaIn / GaN 之 DBR，反射率 (Reflective Index) 可在 50% 至 80% 之間；

藉此，不僅可構成一氮化鎵基 (GaN-based) 發光二極體之垂直元件結構，且可由金屬反射層 31 與 p-型 DBR 26 構

成一共振腔。

請參閱第 8 圖所示，在第四實施例中，該多層磊晶結構 2 可在第三實施例之基礎上，進一步於 p⁺-GaN-based 之半導體層 27 上，以磊晶之方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層 28，而作為窗口層；其中：

該金屬氧化層 28，可為 ZnO 材質之金屬氧化層，或 ZnO 摻雜鋁 (Al) 之金屬氧化層；或可為 In_xZn_{1-x}O、Sn_xZn_{1-x}O、In_xSn_yZn_{1-x-y}O 等材質所構成之金屬氧化層者，且 0 ≤ X ≤ 1，且 0 ≤ Y ≤ 1，且 0 ≤ X + Y ≤ 1；或可為折射率 (refractive index) 至少在 1.5 之金屬氧化層者；或可為 n 型傳導 (n-type conduction) 或 p 型傳導 (p-type conduction) 之金屬氧化層者；或可為摻雜有稀土元素 (rare earth-doped) 之金屬氧化層者，厚度可在 50 Å 至 50 μ m；

且該 p 型金屬電極 40，係設置於多層磊晶結構 2 之上表面 20，即金屬氧化層 28 上。

請參閱第 9 圖所示，在第五實施例中，本發明之「垂直元件結構」包括一多層磊晶結構 2、一金屬反射層 31、一導電基板 33、一 p 型金屬電極 40、及一 n 型金屬電極 50 等構成；且該多層磊晶結構 2 可由一 n-GaN 層 21、第二 MQW 活性層 23、第二 n-GaN 層 24、第一 MQW 活性層 25、一 p-型 DBR 26、一接觸層 27 等所依序磊晶成長而成；其中：

該 n-GaN 層 21，可為有摻雜之 n-GaN 半導體層（例如：摻雜 Si，以達到導電之目的），厚度可在 2 至 6 μ m；

該第二 MQW 活性層 23，可為 InGaN / GaN 之 2nd-MQW，

且通電後為由「光產生光」之第二光產生層 (light generating layer)，波長 (λ) 可在550nm至650nm之間；

該第二 n-GaN層 24，可為有摻雜之 n - GaN半導體層 (例如：摻雜 Si，以達到導電之目的)，厚度可在2至6 μ m；

該第一MQW活性層 25，可為InGaN / GaN之1st-MQW，且通電後為由「電產生光」之第一光產生層，波長 (λ) 可在450nm至510nm之間；

該 p-型 DBR 26，可為 p - AlGaN / GaN之DBR，反射率 (Reflective Index) 可在50%至80%之間；

該接觸層 27，係為 p-GaN系 (p⁺-GaN-based，例如：p-GaN、p-InGaN、p-AlInGaN) 之半導體層，厚度可在0.2至0.5 μ m；

該金屬反射層 31，係以電鍍或濺鍍之方式鍍於 n - GaN 之半導體層 21底部，並用以黏合導電基板 33，反射率可在90%以上；

該導電基板 33，可為 Si-n型基板，且可摻雜有磷 (P)、砷 (As) 等 V 族元素，或 Ge-n型基板，或 GaAs-n型基板，或 InP-n型基板，或 GaP-n型基板等，厚度可在100至300 μ m之間；

該 p型金屬電極 40，係設置於多層磊晶結構 2之上表面 20，即 p⁺- GaN-based之半導體層 27上；

且該 n型金屬電極 50，係設置於導電基板 33之底部 33a；

藉此，不僅可構成一氮化鎵基 (GaN-based) 發光二極

體之垂直元件結構，且可由金屬反射層31與p-型DBR 26構成一共振腔，兩MQW活性層23,25之混光過程，並可由共振腔所完成。

此間應予以說明者，乃在於：在第五實施例中，當第一MQW活性層25所產生光之波長（ λ ）約為480nm，而第二MQW活性層23所產生光之波長（ λ ）約為580nm，則根據色品圖（Chromaticity diagram）之混光原理，由p-型DBR 26所逸出之光可為自然白光，且有助於發光效率之提昇；此為本發明第五實施例之一特例者。

請參閱第10圖所示，在第六實施例中，該多層磊晶結構2可在第五實施例之基礎上，進一步於p⁺-GaN-based之半導體層27上，以磊晶之方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層28，而作為窗口層；其中：

該金屬氧化層28，可為ZnO材質之金屬氧化層，或ZnO摻雜鋁(Al)之金屬氧化層；或可為 $\text{In}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、 $\text{Sn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、 $\text{In}_x\text{Sn}_y\text{Zn}_{1-x-y}\text{O}$ 等材質所構成之金屬氧化層者，且 $0 \leq X \leq 1$ ，且 $0 \leq Y \leq 1$ ，且 $0 \leq X + Y \leq 1$ ；或可為折射率（refractive index）至少在1.5之金屬氧化層者；或可為n型傳導（n-type conduction）或p型傳導（p-type conduction）之金屬氧化層者；或可為摻雜有稀土元素（rare earth-doped）之金屬氧化層者，厚度可在50Å至50 μm ；

且該p型金屬電極40，係設置於多層磊晶結構2之上表面20，即金屬氧化層28上。

此間擬提出說明者，乃在於：本發明之金屬氧化層28

，進一步可於裸露表面（即金屬氧化層28表面不含與p型金屬電極40接觸之部份）施予表面處理，而具有粗糙表面或壓花紋路，以增益光之逃脫放出。

另，應提出說明者，乃在於：本發明之磊晶結構，係可由濺鍍自我組織（self-texturing by sputtering）法所形成，或可由物理氣相沈積（physical vapor deposition）法所形成，或可由離子電鍍（ion plating）法所形成，或可由脈衝雷射蒸鍍（pulsed laser evaporation）法所形成，或可由化學氣相沈積（chemical vapor deposition）法所形成，或可由分子束磊晶成長（molecular beam epitaxy）法所形成。

請參閱第11至14圖所示，本發明之基板單元1，其較佳之實施方式，如下：

如第11圖所示，係於藍寶石（sapphire）基板10上形成一GaN緩衝層11，且於GaN緩衝層11上，沿著GaN結晶方向（crystal orientation） $\langle 110 \rangle$ ，以PECVD（plasma enhance chemical vapour deposition）方式成長一SiO₂層120，厚度可在3至5 μm ，並在SiO₂層120上塗佈一層光阻液（PR）121。

如第12圖所示，該緩衝層11，可為LT-GaN / HT-GaN之緩衝層，LT-GaN係為先成長在基板10上之低溫緩衝層，厚度可在30至500Å，HT-GaN係為成長在LT-GaN上之高溫緩衝層，厚度可在0.5至6 μm 。

如第13圖所示，可藉由網板曝光之方式，使得光阻液（PR）層121形成數道未曝光之遮罩123，且光阻液（PR）層121已曝光之部份，可經由蝕刻液予以清除，SiO₂層120

未受遮罩123保護之部份，可經由蝕刻液一併去除，而形成數道光罩12。

如第14圖所示，清除遮罩123即可預先製成本發明所欲達成之基板單元1。

綜上所述，本發明不僅可增益實用功效，更未見有相同結構特徵之產品公開販售，顯見實已符合發明專利之成立要件，爰依法提出專利之申請，懇請早日賜准本案專利，以彰顯專利法獎勵國人創作之立法精神，是所至盼。

【圖式簡單說明】

圖式說明如下：

第1圖係為本發明方法較佳實施例之步驟示意圖；

第2及3圖係為本發明方法之實施狀態示意圖；

第4圖係為本發明成長多層磊晶結構之示意圖；

第5圖係為本發明結構較佳實施例之剖面圖；

第6圖係為本發明結構第二實施例之剖面圖；

第7圖係為本發明結構第三實施例之剖面圖；

第8圖係為本發明結構第四實施例之剖面圖；

第9圖係為本發明結構第五實施例之剖面圖；

第10圖係為本發明結構第六實施例之剖面圖；

第11至14圖係為本發明基板單元之實施示意圖。

第15圖係為習有「氮化鎵基LED發光裝置」之示意

圖。

圖號說明如下：

基板單元1

金屬氧化層28

基板10

金屬反射層31

上表面10a

金屬薄膜32

下表面 10b	導電基板 33
緩衝層 11	p型金屬電極 40
光罩 12	n型金屬電極 50
SiO ₂ 層 120	治具 80
光阻液層 121	上固定板 81
遮罩 123	下固定板 82
多層磊晶結構 2	基板 90
n-GaN層 21	緩衝層 91
MQW活性層 22	n-GaN層 92
第二MQW活性層 23	露出面 92a
第二n-GaN層 24	活性層 93
第一MQW活性層 25	p-GaN層 94
p-型DBR 26	P型電極 95
接觸層 27	n型電極 96

肆、中文發明摘要

氮化鎵基發光二極體之垂直元件結構及其製造方法

一種「氮化鎵基發光二極體之垂直元件結構及其製造方法」，主要係利用一具有光罩之基板單元磊晶沈積一多層磊晶結構，並由光罩處分離基板單元與多層磊晶結構；其中，該多層磊晶結構，在取出後，可於底部設置一金屬反射層，且藉由金屬反射層可黏合一導電基板，並可在多層磊晶結構之上表面及導電基板之底部各別設置 P/N 電極；藉此，以構成 LED 之垂直元件結構。

伍、英文發明摘要

GaN-based LED vertical device structure and the manufacturing method thereof

陸、(一)、本案指定代表圖為：第 5 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

多層磊晶結構 2

金屬反射層 31

n-GaN層 21

導電基板 33

MQW活性層 22

p型金屬電極 40

接觸層 27

n型金屬電極 50

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

拾、申請專利範圍

1.一種「氮化鎵基 LED 垂直元件結構之製造方法」，係可包含以下之步驟：

(a)成長一緩衝層之步驟，係在藍寶石（sapphire）基板上形成一緩衝層；

(b)形成數道光罩之步驟，接續步驟(a)，在緩衝層上形成數道光罩，以預先製成一基板單元；

(c)成長多層磊晶結構之步驟，接續步驟(b)，在基板單元上接續磊晶沈積一具有活性層之多層磊晶結構；

(d)取出多層磊晶結構之步驟，接續步驟(c)，將基板單元與多層磊晶結構置於治具中，且多層磊晶結構之上表面黏固於治具之上固定板，基板之下表面黏固於治具之下固定板，當兩固定板對基板單元與多層磊晶結構施力作用時，基板單元可因數道光罩所形成之結構脆弱點而被順利剝離，並單獨取出多層磊晶結構；

(e)設置金屬反射層之步驟，接續步驟(d)，清除多層磊晶結構底部所殘餘之光罩，並將多層磊晶結構之底部研磨呈鏡面，以鍍上一金屬反射層；

(f)設置導電基板之步驟，接續步驟(e)，將導電基板與金屬反射層加熱加壓，使導電基板與金屬反射層相黏合，而固設導電基板；

(g)設置P/N電極之步驟，接續步驟(f)，分離治具後，多層磊晶結構之上表面可設置P型電極，且導電基板之底部可設置N型電極；

藉此，以構成一氮化鎵基（GaN-based）LED之垂直元件結構。

2.如申請專利範圍第1項之「氮化鎵基LED垂直元件結構之製造方法」，其中，該光罩可為SiO₂、或SiN、或SiN_x等材質；且該方法在步驟(c)與步驟(d)間，可進一步包括以氟化氫（HF）蝕刻一部份之步驟，即接續步驟(c)，可先以氟化氫（HF）溶劑或B.O.E蝕刻劑，對光罩蝕刻一部份，使結構更為脆弱，以利後續在執行步驟(d)時，更易於取出多層磊晶結構。

3.如申請專利範圍第1項之「氮化鎵基LED垂直元件結構之製造方法」，其中，該導電基板，進一步可於頂部鍍有一金屬薄膜，經由加熱加壓，金屬薄膜即可與金屬反射層相黏合，而固設導電基板。

4.如申請專利範圍第3項之「氮化鎵基LED垂直元件結構之製造方法」，其中，該金屬薄膜，可為與金屬反射層相同之材質。

5.如申請專利範圍第3項之「氮化鎵基LED垂直元件結構之製造方法」，其中，該金屬薄膜，可為與金屬反射層不同，且可與金屬反射層一同加熱加壓黏合之材質。

6.一種「氮化鎵基LED之垂直元件結構」，包括一多層磊晶結構、一金屬反射層、一導電基板、一p型金屬電極、及一n型金屬電極等構成；其中：

該多層磊晶結構，係可由n-GaN層、MQW活性層、及接觸層等所依序磊晶成長而成；

該金屬反射層，係以電鍍或濺鍍之方式鍍於 n - GaN 半導體層之底部，可反射多層磊晶結構所產生之光；

該導電基板，可為 Si-n 型基板，且經由加熱加壓，而固設於金屬反射層之底部；

該 p 型金屬電極，係設置於多層磊晶結構之上表面；

且該 n 型金屬電極，係設置於導電基板之底部；

藉此，以構成一氮化鎵基（GaN-based）發光二極體之垂直元件結構。

7. 如申請專利範圍第 6 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，其中，該金屬反射層，可為先鍍上銀再鍍上鋁之 Ag/Al 材質，或為 Ag 材質，或任何金屬材質，反射率可在 90% 以上；

該 n-GaN 層，可為有摻雜之 n - GaN 半導體層（例如：摻雜 Si），厚度可在 2 至 6 μm ；

該 MQW 活性層，可為 InGaN / GaN 之 MQW，且通電後為由「電產生光」之光產生層，波長（ λ ）可在 380nm 至 600nm 之間；

該接觸層，係為 p⁺-GaN-based 之半導體層，例如：p-GaN、p-InGaN、p-AlInGaN 之磊晶沈積層，厚度可在 0.2 至 0.5 μm 。

8. 如申請專利範圍第 6 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，其中，該導電基板，可摻雜有磷（P）、砷（As）等 V 族元素，厚度可在 100 至 300 μm 之間。

9. 如申請專利範圍第 6 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結

構」，其中，該導電基板，可為 Ge-n 型基板，或 GaAs-n 型基板，或 InP-n 型基板，或 GaP-n 型基板等。

10.如申請專利範圍第 6 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，其中，該多層磊晶結構，可進一步於接觸層上，以磊晶方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層；且該 p 型金屬電極，係設置於多層磊晶結構之上表面，即金屬氧化層上。

11.如申請專利範圍第 10 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，其中，該金屬氧化層，可為 ZnO 材質之金屬氧化層，或 ZnO 摻雜鋁(Al)之金屬氧化層，或 $\text{In}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、 $\text{Sn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、 $\text{In}_x\text{Sn}_y\text{Zn}_{1-x-y}\text{O}$ 等材質之金屬氧化層，且 $0 \leq X \leq 1$ ，且 $0 \leq Y \leq 1$ ，且 $0 \leq X + Y \leq 1$ ，厚度可在 50Å 至 50 μm 。

12.如申請專利範圍第 10 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，其中，該金屬氧化層，可為折射率至少在 1.5 之金屬氧化層，或 n 型傳導之金屬氧化層，或 p 型傳導之金屬氧化層，或摻雜有稀土元素之金屬氧化層者，厚度可在 50Å 至 50 μm 。

13.一種「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，包括一多層磊晶結構、一金屬反射層、一導電基板、一 p 型金屬電極、及一 n 型金屬電極等構成；其中：

該多層磊晶結構，係可由 n - GaN 層、MQW 活性層、p-型 DBR、及接觸層等所依序磊晶成長而成；

該金屬反射層，係以電鍍或濺鍍之方式鍍於 n - GaN 半導體層之底部，可反射多層磊晶結構所產生之光；

該導電基板，可為 Si-n 型基板，且經由加熱加壓，而固

設於金屬反射層之底部；

該p型金屬電極，係設置於多層磊晶結構之上表面；

且該n型金屬電極，係設置於導電基板之底部；

藉此，以構成一氮化鎵基（GaN-based）發光二極體之垂直元件結構，且可由金屬反射層與p型DBR形成一共振腔。

14.如申請專利範圍第13項之「氮化鎵基LED之垂直元件結構」，其中，該金屬反射層，可為先鍍上銀再鍍上鋁之Ag/Al材質，或為Ag材質，或任何金屬材質，反射率可在90%以上；

該n-GaN層，可為有摻雜之n-GaN半導體層（例如：摻雜Si），厚度可在2至6 μ m；

該MQW活性層，可為InGaN/GaN之MQW，且通電後為由「電產生光」之光產生層，波長（ λ ）可在380nm至600nm之間；

該p型DBR，可為p-AlGaN/GaN之DBR，反射率可在50%至80%之間；

該接觸層，係為p⁺-GaN-based之半導體層，例如：p-GaN、p-InGaN、p-AlInGaN之磊晶沈積層，厚度可在0.2至0.5 μ m。

15.如申請專利範圍第13項之「氮化鎵基LED之垂直元件結構」，其中，該導電基板，可摻雜有磷（P）、砷（As）等V族元素，厚度可在100至300 μ m之間。

16.如申請專利範圍第13項之「氮化鎵基LED之垂直元件結構」，其中，該導電基板，可為Ge-n型基板，或GaAs-n型

基板，或 InP-n 型基板，或 GaP-n 型基板等。

17.如申請專利範圍第 13 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，其中，該多層磊晶結構，可進一步於接觸層上，以磊晶方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層；且該 p 型金屬電極，係設置於多層磊晶結構之上表面，即金屬氧化層上。

18.如申請專利範圍第 17 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，其中，該金屬氧化層，可為 ZnO 材質之金屬氧化層，或 ZnO 摻雜鋁(Al)之金屬氧化層，或 $\text{In}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、 $\text{Sn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、 $\text{In}_x\text{Sn}_y\text{Zn}_{1-x-y}\text{O}$ 等材質之金屬氧化層，且 $0 \leq X \leq 1$ ，且 $0 \leq Y \leq 1$ ，且 $0 \leq X + Y \leq 1$ ，厚度可在 50Å 至 50 μm 。

19.如申請專利範圍第 17 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，其中，該金屬氧化層，可為折射率至少在 1.5 之金屬氧化層，或 n 型傳導之金屬氧化層，或 p 型傳導之金屬氧化層，或摻雜有稀土元素之金屬氧化層者，厚度可在 50Å 至 50 μm 。

20.一種「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，包括一多層磊晶結構、一金屬反射層、一導電基板、一 p 型金屬電極、及一 n 型金屬電極等構成；其中：

該多層磊晶結構，係可由 n-GaN 層、第二 MQW 活性層、第二 n-GaN 層、第一 MQW 活性層、p-型 DBR、接觸層等所依序磊晶成長而成；

該金屬反射層，係以電鍍或濺鍍之方式鍍於 n - GaN 半導體層之底部，可反射多層磊晶結構所產生之光；

該導電基板，可為 Si-n 型基板，且經由加熱加壓，而固

設於金屬反射層之底部；

該p型金屬電極，係設置於多層磊晶結構之上表面；

且該n型金屬電極，係設置於導電基板之底部；

藉此，以構成一氮化鎵基（GaN-based）發光二極體之垂直元件結構，且可由金屬反射層與p型DBR形成一共振腔，第一MQW活性層及第二MQW活性層之混光過程，並可由共振腔所完成。

21.如申請專利範圍第20項之「氮化鎵基LED之垂直元件結構」，其中，該金屬反射層，可為先鍍上銀再鍍上鋁之Ag/Al材質，或為Ag材質，或任何金屬材質，反射率可在90%以上；

該n-GaN層，可為有摻雜之n-GaN半導體層（例如：摻雜Si），厚度可在2至6 μ m；

該第二MQW活性層，可為InGaN / GaN之2nd-MQW，且通電後為由「光產生光」之第二光產生層，波長（ λ ）可在550nm至650nm之間；

該第二n-GaN層，可為有摻雜之n-GaN半導體層（例如：摻雜Si），厚度可在2至6 μ m；

該第一MQW活性層，可為InGaN / GaN之1st-MQW，且通電後為由「電產生光」之第一光產生層，波長（ λ ）可在450nm至510nm之間；

該p-型DBR，可為p-AlGaN / GaN之DBR，反射率可在50%至80%之間；

該接觸層，係為p⁺-GaN-based之半導體層，例如：

p-GaN、p-InGaN、p-AlInGaN 之磊晶沈積層，厚度可在 0.2 至 $0.5 \mu\text{m}$ 。

22.如申請專利範圍第 20 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，其中，該導電基板，可摻雜有磷 (P)、砷 (As) 等 V 族元素，厚度可在 100 至 $300 \mu\text{m}$ 之間。

23.如申請專利範圍第 20 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，其中，該導電基板，可為 Ge-n 型基板，或 GaAs-n 型基板，或 InP-n 型基板，或 GaP-n 型基板等。

24.如申請專利範圍第 20 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，其中，該多層磊晶結構，可進一步於接觸層上，以磊晶方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層；且該 p 型金屬電極，係設置於多層磊晶結構之上表面，即金屬氧化層上。

25.如申請專利範圍第 24 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，其中，該金屬氧化層，可為 ZnO 材質之金屬氧化層，或 ZnO 摻雜鋁 (Al) 之金屬氧化層，或 $\text{In}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、 $\text{Sn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、 $\text{In}_x\text{Sn}_y\text{Zn}_{1-x-y}\text{O}$ 等材質之金屬氧化層，且 $0 \leq X \leq 1$ ，且 $0 \leq Y \leq 1$ ，且 $0 \leq X + Y \leq 1$ ，厚度可在 50\AA 至 $50 \mu\text{m}$ 。

26.如申請專利範圍第 24 項之「氮化鎵基 LED 之垂直元件結構」，其中，該金屬氧化層，可為折射率至少在 1.5 之金屬氧化層，或 n 型傳導之金屬氧化層，或 p 型傳導之金屬氧化層，或摻雜有稀土元素之金屬氧化層者，厚度可在 50\AA 至 $50 \mu\text{m}$ 。

27.一種「氮化鎵基 LED 垂直元件結構之製造方法」，係由一具有光罩之基板單元，接續磊晶沈積一具有活性層之多

層磊晶結構，使得基板單元與多層磊晶結構之間，因光罩而形成結構上之脆弱點，以利取出多層磊晶結構，多層磊晶結構取出後，可於多層磊晶結構底部設置導電基板，並於多層磊晶結構之上表面及導電基板底部各別設置 P/N 電極，而構成一氮化鎵基（GaN-based）發光二極體之垂直元件結構。

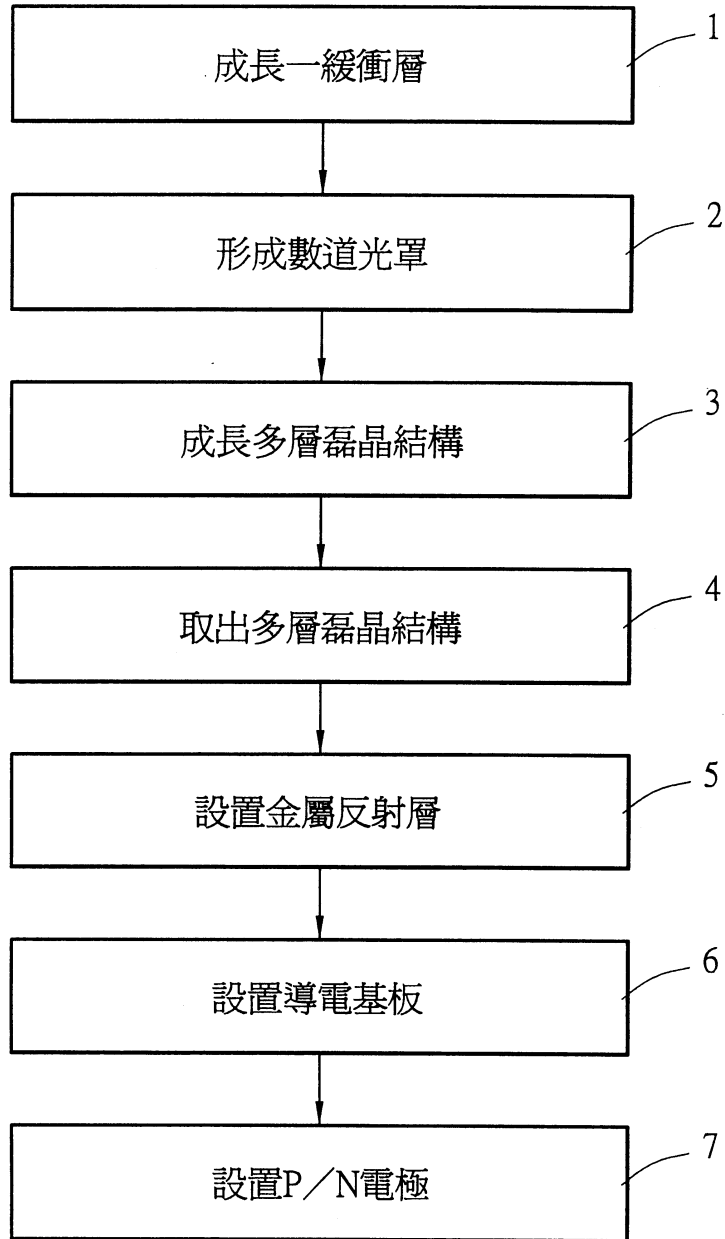
28.如申請專利範圍第 27 項之「氮化鎵基 LED 垂直元件結構之製造方法」，其中，該基板單元，係由一基板、一緩衝層、及數道光罩所構成；

該基板，可為藍寶石（sapphire）材質，且厚度在 300 至 500 μm 之間，以利磊晶成長一多層磊晶結構；

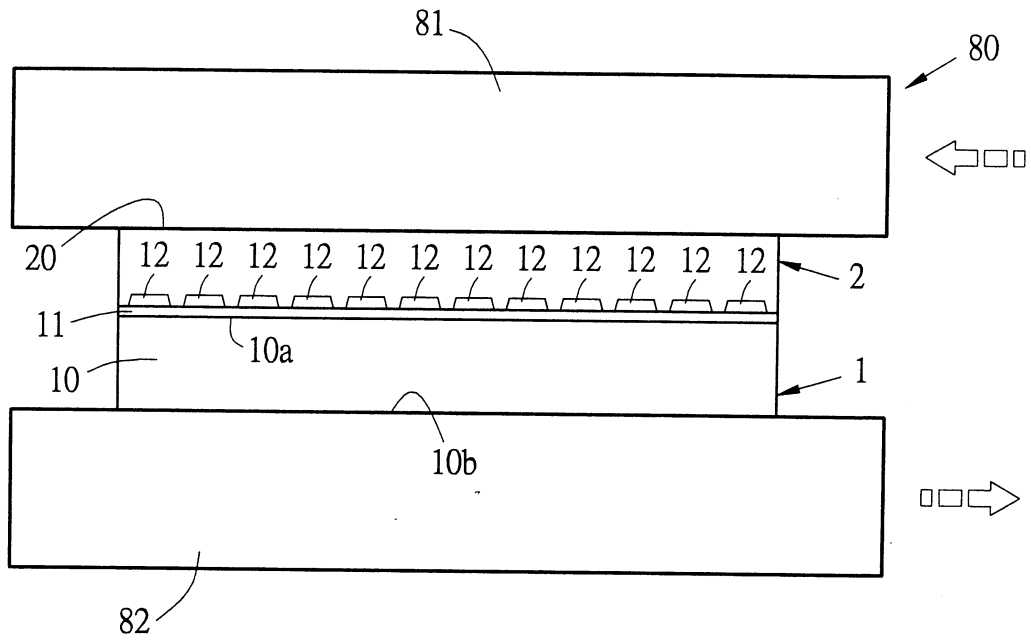
該緩衝層，可為 LT-GaN / HT-GaN 之緩衝層，LT-GaN 係為先成長在基板上之低溫緩衝層，厚度可在 30 至 500 Å，HT-GaN 係為成長在 LT-GaN 上之高溫緩衝層，厚度可在 0.5 至 6 μm ；

該光罩，可為 SiO_2 、或 SiN 、或 SiN_x 等材質，且形成在緩衝層上。

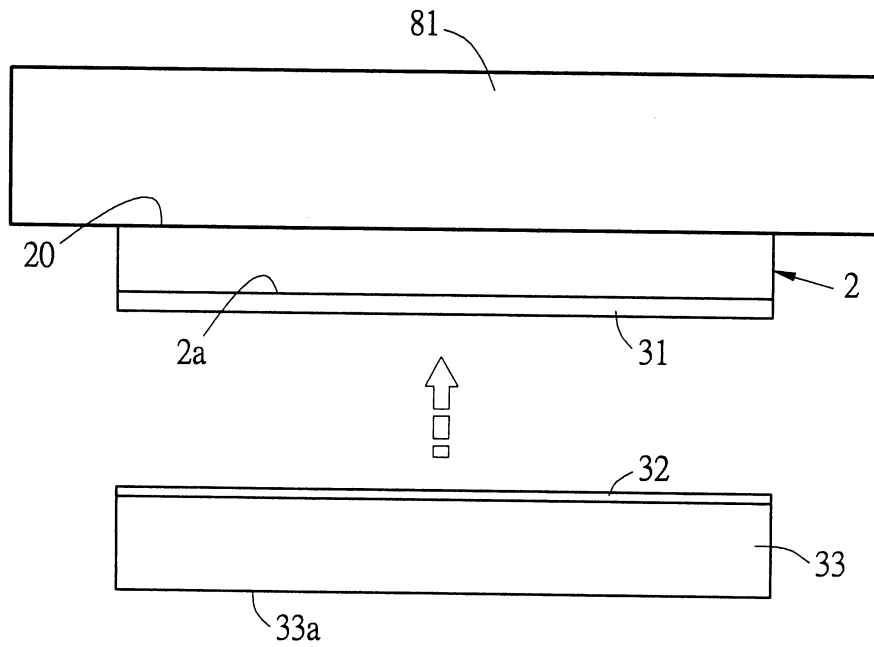
拾壹、圖式



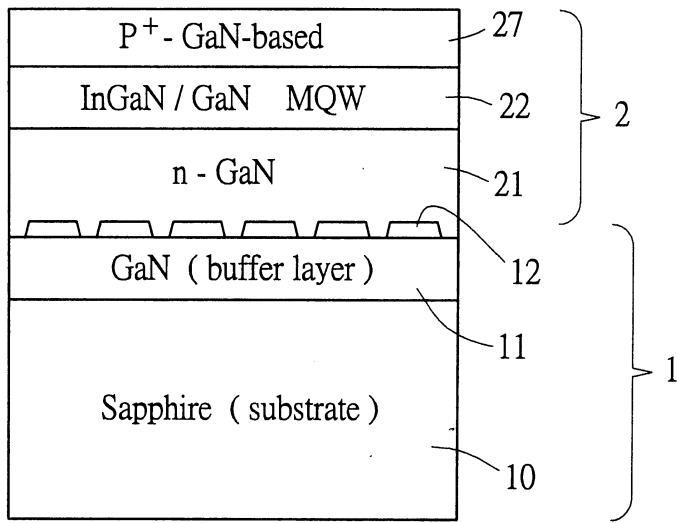
第 1 圖



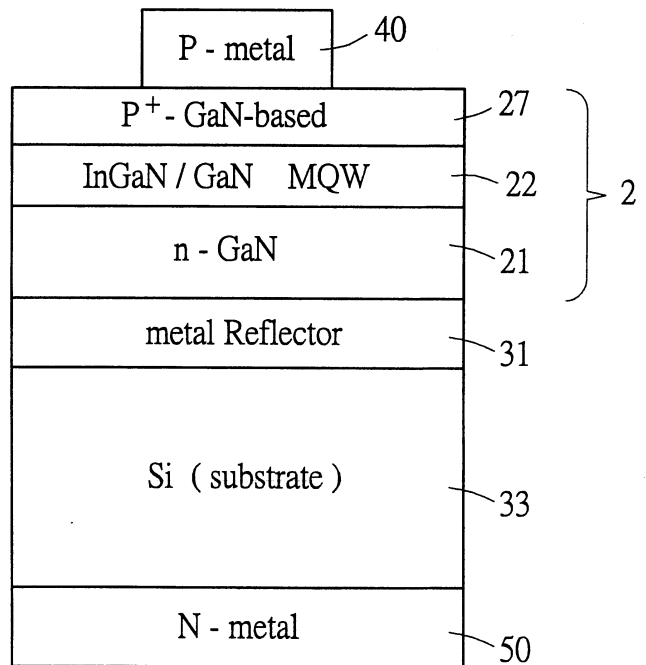
第 2 圖



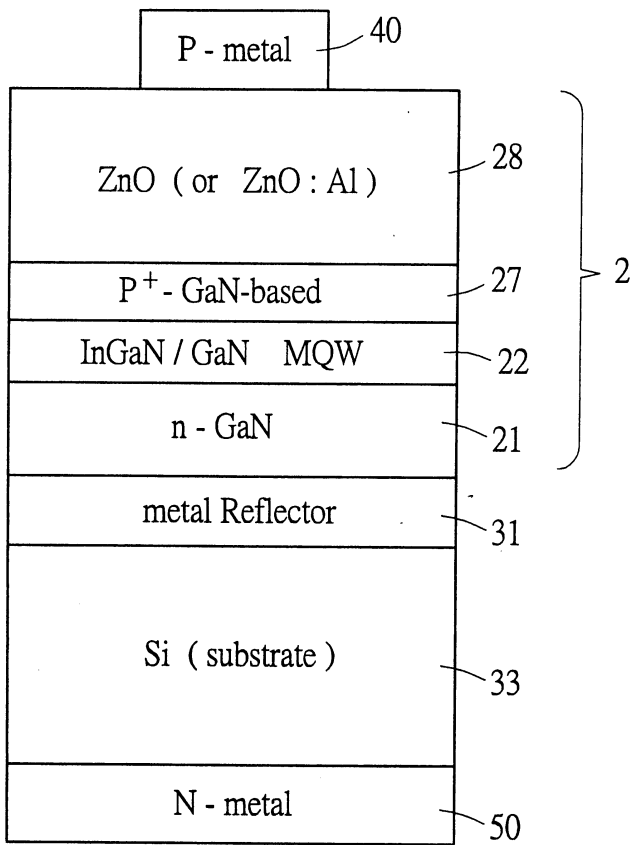
第 3 圖



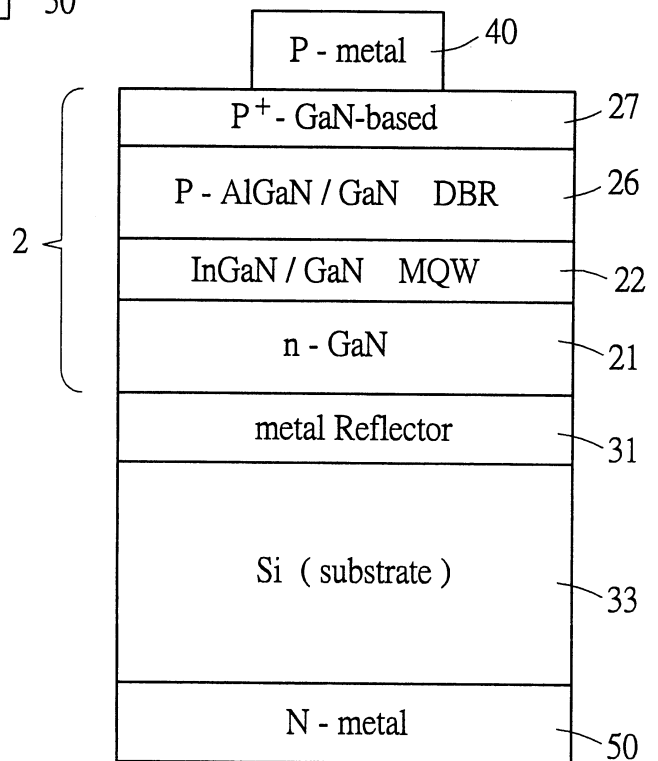
第 4 圖



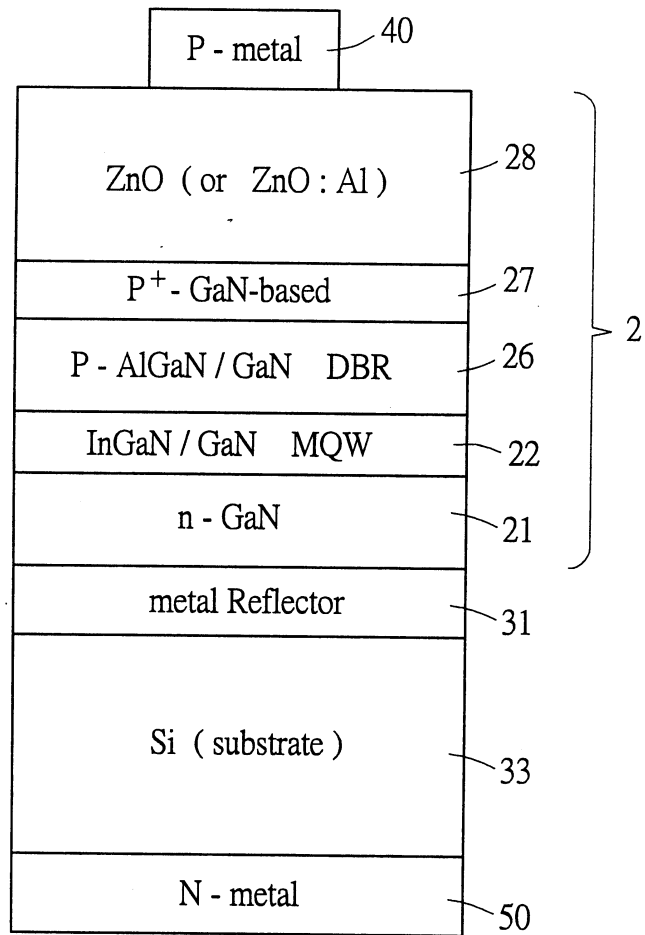
第 5 圖



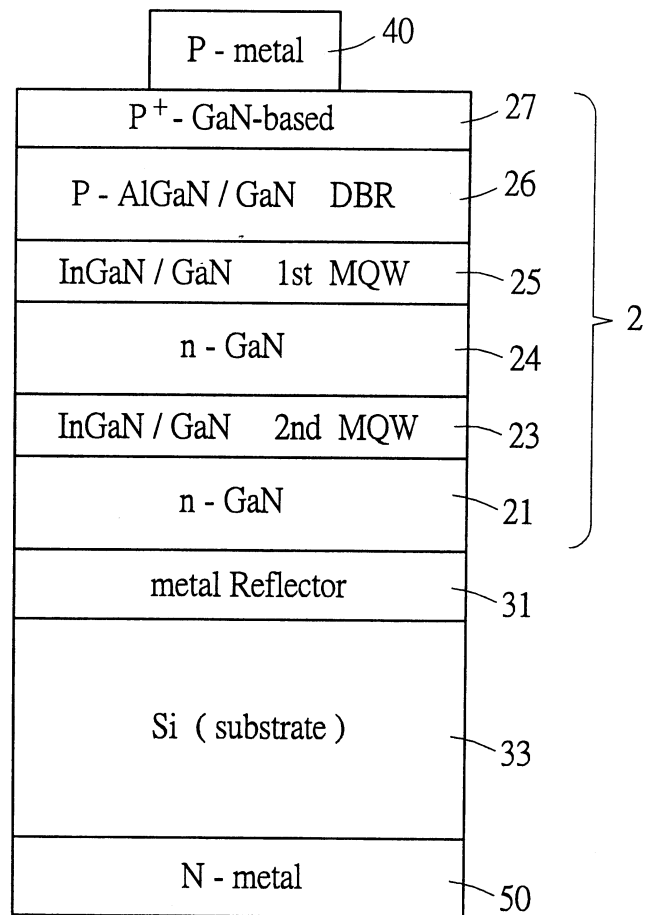
第 6 圖



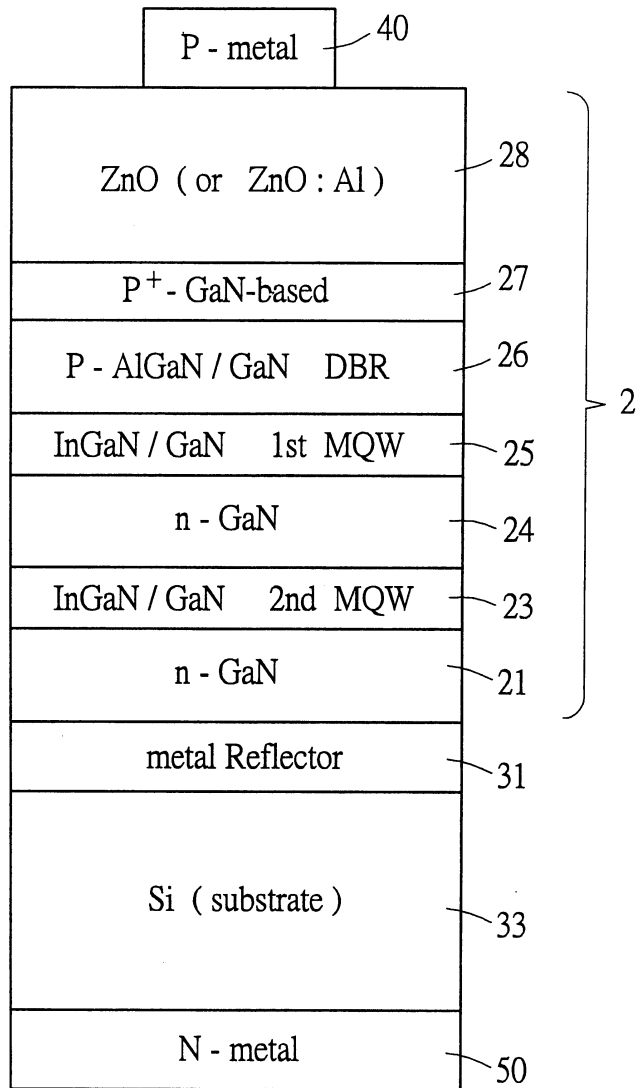
第 7 圖



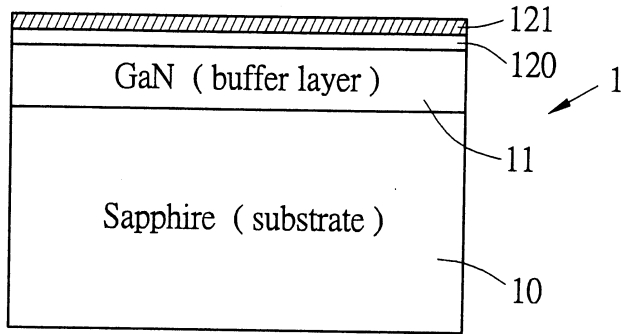
第 8 圖



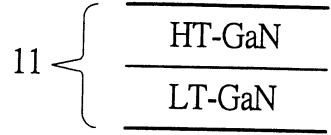
第 9 圖



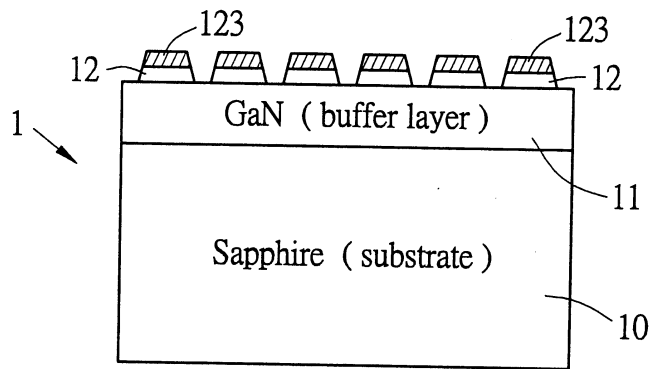
第 1 0 圖



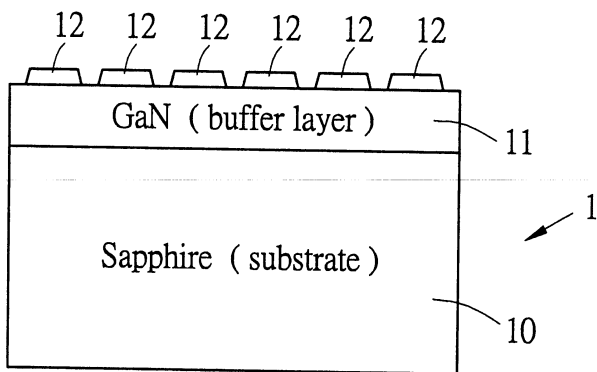
第 1 1 圖



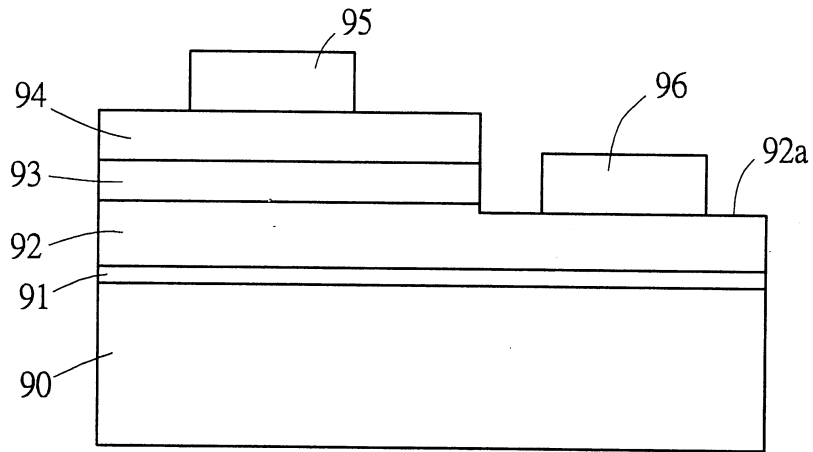
第 1 2 圖



第 1 3 圖



第 1 4 圖



第 15 圖

93年1月13日
修正本

公告本

發明專利說明書 I226138

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※申請案號：921000114 ※IPC分類：H01L 33/00

※申請日期：92.1.13

壹、發明名稱

(中文) 氮化鎵基發光二極體之垂直元件結構及其製造方法
(英文) GaN-based LED vertical device structure and the manufacturing method thereof

貳、發明人 (共 壹 人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填說明書發明人續頁)

姓名：(中文) 洪 詳 竣
(英文) Hon, Schang-Jing

住居所地址：(中文) 桃園縣八德市竹興街 29 巷 8 號 2 樓
(英文)

國籍：(中文) 中華民國 (英文)

參、申請人 (共 壹 人)

申請人 1 (如發明人超過一人，請填說明書申請人續頁)

姓名或名稱：(中文) 炬鑫科技股份有限公司
(英文) Super Nova Optoelectronics Corporation

住居所或營業所地址：(中文) 桃園縣平鎮市平鎮工業區工業二路 2-5 號
(英文)

國籍：(中文) 中華民國 (英文)

代表人：(中文) 黃春照
(英文)