

(此處由本局於收  
文時黏貼條碼)

200529467

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93119376

※申請日期：93.6.30.

※IPC 分類：H01L 33/00

## 一、發明名稱：(中文/英文)

以氮化物為基礎之半導體發光裝置

NITRIDE BASED SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE

## 二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

三星電機股份有限公司

SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.

代表人：(中文/英文) 姜皓文/ KANG, HO MOON

住居所或營業所地址：(中文/英文)

大韓民國京畿道水原市靈通區梅灘3洞314

314 Maetan-3-dong, Youngtong-ku, Suwon, Kyungki-do, Korea

國籍：(中文/英文) 韓國/KOREA

## 三、發明人：(共6人)

姓名：(中文/英文)

1. 金制遠/ KIM, JE WON

2. 吳正鐸/ OH, JEONG TAK

3. 金東俊/ KIM, DONG JOON

4. 金善雲/ KIM, SUN WOON

5. 朴珍燮/ PARK, JIN SUB

6. 李奎翰/ LEE, KYU HAN

國籍：(中文/英文) 1. 至 6. 韓國/KOREA

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 韓國 2004年2月18日 10-2004-0010538

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 九、發明說明：

[發明所屬之技術領域]

本發明係有關以氮化物為基礎之半導體發光裝置，更詳言之，係有關使用具有增加電洞注入活性層之效率的 p 型披覆層結構，而藉此展現出高發光效率 (luminous efficiency) 之以氮化物為基礎之半導體發光裝置。

[先前技術]

一般而言，以氮化物為基礎之半導體發光裝置為具有高輸出的光學裝置，此等裝置能產生短波長光 (short-wavelength light) 在藍色與綠色等範圍內，藉此使全彩光譜實現。由於這些理由，以氮化物為基礎之半導體發光裝置已引起相關工業領域的注意。

以氮化物為基礎之半導體發光裝置是由能藉著 MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition, 本文中稱為金屬有機化學氣相沈積法) 在基板 (例如藍寶石和 SiC (碳化矽) 基板) 上生長之  $Al_xIn_yGa_{(1-x-y)}N$  (式中  $0 \leq x \leq y$ ,  $0 \leq y \leq 1$  及  $0 \leq x + y \leq 1$ ) 所組成的半導體單晶。

以氮化物為基礎之半導體發光裝置實質上係由 n 型披覆層、無摻雜活性層 (undoped active layer) 與 p 型披覆層所構成。習知之以氮化物為基礎之半導體發光裝置係分段顯示於第 1 圖。

參照第 1 圖，習知之以氮化物為基礎之半導體發光裝置 10 包括藍寶石基板 11，以及按以下順序沈積在藍寶石基板 11 上的 n 型披覆層 13、無摻雜活性層 15 與 p 型披覆

層 17。此外，該發光裝置 10 進一步包括分別連接至該 n 型披覆層 13 和該 p 型披覆層 17 的 n 側電極 19a 與 p 側電極 19b。該活性層 15 可具有多量子井結構，在此結構中，複數個 GaN(氮化鎵)量子隔離層與複數個 InGaN(氮化銦鎵)量子井層係交替地層合。

當電流施加到電極 19a 和 19b 時，由該 n 型披覆層 13 所發射的電子與該 p 型披覆層 17 所產生的電洞，彼此於具有多量子井結構的該活性層 15 中再結合，以發出在綠色或藍色範圍內的短波長光。

如第 1 圖中所概括之圖示，該 p 型披覆層 17 包含形成於該活性層 15 上的 EBL(Electron Blocking Layer, 本文中稱為電子阻障層)17b 與形成於該 EBL17b 上的接觸層 17a。該 EBL17b 可由含有 Al(鋁)之氮化物半導體，例如 p 型 AlGaN(氮化鋁鎵)所製成，反之該接觸層 17a 可由不含 Al 之氮化物半導體，例如 GaN 所製成。

由於該 AlGaN 電子阻障層 17b 具有比不含或含有少量 Al 的氮化物半導體更大的能帶間隙(energy band gap)，因此能有效地防止由該 n 型披覆層 13 所發射而沒有與電洞於活性層中再結合的電子溢流。包含該 EBL 17b 的該 p 型披覆層 17 本身能減少溢流電子數而促進發光裝置 10 之發光效率的改善。

然而，由於 AlGaN 不僅具有比任何其他氮化物半導體層更低的電洞遷移率(hole mobility)，而且還具有相當低的電洞濃度(約  $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ )，因此可能會降低由 p 側電極 19b

所產生之電洞注入活性層 15 的效率，而導致獲得高發光效率方面的問題。

因此，於習知技術中需要以氮化物為基礎的新穎發光裝置，此發光裝置能維持該 EBL 之優點，亦即防止電子溢流，並同時增加電洞注入活性層的效率，藉此以互補方式顯著地改善整體發光效率。

[發明內容]

因此，有鑑於上述問題而創造本發明，本發明之一目的係提供以氮化物為基礎之半導體發光裝置，此發光裝置使用由電子阻障層 (EBL) 所構成的 p 型披覆層結構、活性層及插入於前兩層之間用以增加電洞注入效率的層 (後文稱為“電洞注入效率增加層 (hole injection efficiency-enhancing layer)”)，以藉此防止電子溢流並增加電洞注入效率。

為了達到本發明之上述目的，係提供以氮化物為基礎之半導體發光裝置，此發光裝置包括由 n 型  $\text{Al}_{x_1}\text{In}_{y_1}\text{Ga}_{(1-x_1-y_1)}\text{N}$  (式中  $0 \leq x_1 \leq 1$ ,  $0 \leq y_1 \leq 1$ , 及  $0 \leq x_1 + y_1 \leq 1$ ) 所製成之 n 型披覆層、形成於該 n 型披覆層上之由無摻雜  $\text{In}_A\text{Ga}_{1-A}\text{N}$  (式中  $0 < A < 1$ ) 所製成之多量子井結構的活性層，及形成於該活性層上之 p 型披覆層，其中該 p 型披覆層至少包含形成於該活性層上之由 p 型  $\text{In}_{y_2}\text{Ga}_{1-y_2}\text{N}$  (式中  $0 \leq y_2 < 1$ ) 所製成之第一層與形成於該第一層上之由 p 型  $\text{Al}_{x_3}\text{In}_{y_3}\text{Ga}_{(1-x_3-y_3)}\text{N}$  (式中  $0 < x_3 \leq 1$ ,  $0 \leq y_3 \leq 1$ , 及  $0 < x_3 + y_3 \leq 1$ ) 所製成之第二層。

該第一層最好係以具有比該第二層更高摻雜濃度 (doping concentration) 的方式形成。該第一層的厚度較佳調整至約 100nm 或更小，更佳為在約 10nm 至約 30nm 的範圍內。

於本發明之一具體實施例中，該 p 型披覆層可進一步包含第三層，如形成於該第二層上之由 p 型  $\text{In}_{y_4}\text{Ga}_{1-y_4}\text{N}$  (式中  $0 \leq y_4 < 1$ ) 所製成之 p 型接觸層。

該第三層可由形成於該第二層上之具有第一摻雜濃度的低濃度 p 型 GaN 半導體層，及形成於該低濃度 p 型 GaN 半導體層上之具有高於該第一摻雜濃度之濃度的高濃度 p 型 GaN 半導體層所構成。

在此具體實施例中，該第二層的厚度較佳為調整在約 50nm 至約 200nm 的範圍內，以充分防止電子溢流。在此情況下，該 p 型披覆層的總厚度可能至少為 160nm。

該第一層較佳為 GaN 半導體層，而該第二層較佳為 AlGaN 半導體層。再者，該 n 型披覆層則較佳為 GaN 半導體層。

為了在防止電子溢流所引起的電流損失時，能增加由 p 型披覆層所產生之電洞的注入效率，該 p 型披覆層包含電子阻障層 (EBL) 如含有 Al 的氮化物半導體層，活性層如含有 Al 的氮化物半導體層，及插入這兩層之間不含 Al 的氮化物半導體層。此不含 Al 之氮化物半導體層，例如 GaN，具有比含有 Al 之 EBL (約  $5 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  至約  $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ) 更高的電洞遷移率 (hole mobility) (約  $15 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  至約 20

cm<sup>2</sup>/Vs)。再者，由電洞濃度(hole concentration)的觀點看來，p型 GaN 層具有比 p 型 AlGaN 層(約  $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ )更高的電洞濃度( $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ )。

總之，由於不含 Al 的氮化物半導體層，例如 GaN，係插入 EBL 與活性層之間，因此電子溢流係由含有 Al 的 EBL 所防止。同時，由於不含 Al 的氮化物半導體層係配置與活性層接觸，因此電洞注入效率顯著地增加。

#### [實施方式]

本發明將參考附圖，由具體實施例詳細說明。

第 2 圖為根據本發明之一具體實施例以氮化物為基礎之半導體發光裝置的側截面圖。

如第 2 圖中所示，根據本發明之一具體實施例以氮化物為基礎之半導體發光裝置 20 包括藍寶石基材 21，以及按以下順序沈積在藍寶石基材 21 上的 n 型披覆層 23、無摻雜活性層 25 與 p 型披覆層 27。該發光裝置 20 進一步包括分別連接至該 n 型披覆層 23 和該 p 型披覆層 27 的 n 側電極 29a 與 p 側電極 29b。該活性層 25 可具有多量子井結構，在此結構中，複數個 GaN 量子隔離層與複數個 InGaN 量子井層係交替地層合。

形成於藍寶石基板 21 上的該 n 型披覆層 23 可為 GaN 層，但並不限於此。舉例而言，該 n 型披覆層 23 可由 n 型  $\text{Al}_{x_1}\text{In}_{y_1}\text{Ga}_{(1-x_1-y_1)}\text{N}$  (式中  $0 \leq x_1 \leq 1$ ,  $0 \leq y_1 \leq 1$ , 及  $0 \leq x_1 + y_1 \leq 1$ )所製成。

形成於 n 型披覆層 23 上的活性層 25 可具有多量子井

結構，例如其中有複數個以 InGa<sub>N</sub> 為基礎之量子井層與複數個以 Ga<sub>N</sub> 為基礎之量子隔離層交替層合的結構。

在此具體實施例中，p 型披覆層 27 包含用以增加電洞注入效率之第一層 27c、作為 EBL (電子阻障層) 之第二層 27b，及必要時，作為接觸層之第三層 27a。該第一層 27c 係形成於活性層 25 上，且由 p 型  $\text{In}_{y_2}\text{Ga}_{1-y_2}\text{N}$  (式中  $0 \leq y_2 < 1$ )，例如 Ga<sub>N</sub> 所製成。該第二層 27b 係形成於該第一層 27c 上，且由 p 型  $\text{Al}_{x_3}\text{In}_{y_3}\text{Ga}_{(1-x_3-y_3)}\text{N}$  (式中  $0 < x_3 \leq 1$ ， $0 \leq y_3 \leq 1$ ，及  $0 < x_3 + y_3 \leq 1$ ) 所製成。該第三層 27a 可由 p 型  $\text{In}_{y_4}\text{Ga}_{1-y_4}\text{N}$  (式中  $0 \leq y_4 < 1$ ) 所製成。

作為 p 型接觸層之第一層 27a 本身係由不含 Al 的氮化物半導體，例如 p 型 Ga<sub>N</sub> 所製成。作為電子阻障層 (EBL) 之第二層 27b 係由含有 Al 的氮化物半導體，例如 p 型 AlGa<sub>N</sub> 所製成。第一層 27c 係由含有 Al 的氮化物半導體，例如 p 型 Ga<sub>N</sub> 所製成。由於不含 Al 的該第一層 27c 具有比作為 EBL 且含有 Al 之該第二層 27b 更高的電洞遷移率與更高的雜質濃度 (impurity concentration)，因此有利於增加電洞注入效率。

例如，p 型 AlGa<sub>N</sub> 構成的一般 p 型 EBL 具有約 5 至 10  $\text{cm}^2/\text{Vs}$  的電洞遷移率與約  $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$  的雜質濃度。相對而言，在本發明中用來作為增加電洞注入效率層的該 p 型 Ga<sub>N</sub> 層具有約 15  $\text{cm}^2/\text{Vs}$  至約 20  $\text{cm}^2/\text{Vs}$  的電洞遷移率與約  $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$  的雜質濃度。

因此，插入該 EBL 27b 與該活性層 25 之間不含 Al 的

電洞注入效率增加層 27c，例如 GaN，係防止由於含有 Al 之 EBL 27b 的存在所引起的電子溢流，並同時顯著地增加電洞注入效率，因為該電洞注入效率增加層係形成於活性層 25 上。

為了進一步增加電洞注入效率，作為該第三層之電洞注入效率增加層 27c 較佳係以具有比作為該第二層之 EBL 27b 更高的 p 型雜質(例如 Mg)濃度的方式形成。該電洞注入效率增加層 27c 的厚度越大，則該 EBL 27b 與該活性層 25 之間的距離也越大。由於這項理由，故難以達到 EBL 27b 的功能，亦即指防止電子溢流的功能。因此，該電洞注入效率增加層 27c 的厚度較佳調整至約 100nm 或更小。

根據本發明之另一觀點，由於發光裝置的結構能藉使用插入於該 EBL 與該活性層之間的該電洞注入效率增加層，例如 GaN 層，而大幅增加電洞注入效率，因此為了有效地防止電子溢流而不使電洞注入效率劣化，較佳為容許該 EBL 具有更大的厚度。此兩種功能，即電洞注入效率與防止電子溢流，在習知發光裝置中已被認定是以互斥原則為基礎而作用。然而，在本發明中，因為電洞注入效率增加層的導入，在根本上消除了由於該 EBL 的厚度增加所引起的負面結果(例如電洞注入效率的降低)，所以此兩種功能可以互補方式改善。

第 3 圖為根據本發明之另一具體實施例以氮化物為基礎之半導體發光裝置的側截面圖。

第 3 圖中所示之以氮化物為基礎之半導體發光裝置 30

包括藍寶石基板 31，以及按以下順序沈積在藍寶石基板 31 上的 n 型披覆層 33、無摻雜活性層 35 與 p 型披覆層 37。發光裝置 30 進一步包括分別連接至該 n 型披覆層 33 和該 p 型披覆層 37 的 n 側電極 39a 與 p 側電極 39b。與第 2 圖中所示的結構相似，該 p 型披覆層 37 包含用以增加電洞注入效率之第一層 37c、作為 EBL 之第二層 37b，及必要時，作為接觸層之第三層 37a。

用以增加電洞注入效率之該第一層 37c 可由 p 型 GaN 所製成，而作為 EBL 之該第二層 37b 可由 p 型 AlGaIn 所製成。此外，作為 p 型披覆層之接觸層的該第三層 37a 可由 p 型 GaN 所製成。該第三層 37a 較佳包含具有第一雜質濃度的第一 p 型 GaN 層及具有高於該第一雜質濃度之第二雜質濃度的第二 p 型 GaN 層。

如先前所說明者，該第一層 37c 的厚度( $t_1$ )較佳調整至約 100nm 或更小，且更佳設在約 10nm 至約 30nm 的範圍內，以便使 EBL 的功能不會劣化。高於約 10nm 時，可達到充分的電洞注入效率。低於約 30nm 時，該 EBL 的功能不會劣化。

此外，為了充分確保 EBL 的功能，該第二層 37b 的厚度( $t_2$ )較佳設在約 50nm 至約 200nm 的範圍內。習知上，基於與含有 Al 之氮化物半導體的晶體生長和由於 EBL 之功能改善所引起的電洞注入效率降低之有關的問題，該 EBL 的厚度已調整至小於 50nm。相對而言，在本發明中，由於電洞注入效率增加層與活性層接觸，因此係增加電洞注入

效率並同時有效地防止電子溢流。

在這些情況下，考慮到作為接觸層之第三層 37a 的厚度，本發明所用的該 p 型披覆層 37 較佳形成為至少 160nm 的厚度。

後文中，將參考特定實施例，以更詳細地說明本發明之作用與效果。

(實施例 1)

為了確認根據本發明之以氮化物為基礎之半導體發光裝置特性的改善，係製造第 2 圖中所示之以氮化物為基礎之半導體發光裝置。

首先，在藍寶石基板上形成作為緩衝層(buffer layer)之 GaN 低溫核生長層(low temperature-nuclei growing layer)之後，於該層上形成 n 型 GaN 披覆層，以便具有  $4 \times 10^{18}/\text{cm}^3$  的雜質濃度。之後，由五個  $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$  量子井層和五個 GaN 量子隔離層所構成之多量子井結構的活性層，形成於該 n 型披覆層上。

再者，由 p 型 GaN 所製成的電洞注入效率增加層、由 p 型  $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$  所製成的電子阻障層(EBL)，以及由 p 型 GaN 所製成的接觸層係相繼沈積在活性層上，以製備 p 型披覆層。形成該電洞注入效率增加層，以便具有約  $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$  的雜質濃度與約 20nm 的厚度。形成該電子阻障層，以便具有約  $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$  的雜質濃度與約 20nm 的厚度。此外，形成該接觸層，以便具有約  $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$  的雜質濃度與約 76nm 的厚度。

最後，含有 Ni(鎳)的透明電極層 (transparent electrode layer) 係形成於該 p 型披覆層上，接著使 n 側電極和 p 側電極分別形成於該 n 型披覆層與該 p 型披覆層上，以製造最終以氮化物為基礎的半導體發光裝置。

(實施例 2)

為了觀測取決於 p 型 EBL 的厚度增加之本發明之以氮化物為基礎之半導體發光裝置特性的改變，與實施例 1 所製造的發光裝置相比，該 EBL 的厚度增加。

在此實施例中，以氮化物為基礎之半導體發光裝置除了改變 p 型披覆層的結構之外，皆與實施例 1 相同的方法製造。具體而言，電洞注入效率增加層係由 p 型 GaN 製成，以便具有約  $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$  的雜質濃度與約 20nm 的厚度，電子阻障層係由 p 型  $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$  製成，以便具有  $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$  的雜質濃度與約 69nm 的厚度，而 p 型接觸層係由 p 型 GaN 製成，以便具有  $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$  的雜質濃度與約 76nm 的厚度。

(比較例 1)

以氮化物為基礎之半導體發光裝置除了沒有形成電洞注入效率增加層，以至於 p 型披覆層只包含 EBL 與接觸層之外，其餘皆與實施例 1 相同的方法製造。具體而言，在不形成電洞注入效率增加層的狀況下，該 EBL 與該接觸層係相繼形成於活性層上。如同在實施例 1 中，形成由 p 型  $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$  所製成之電子阻障層，以便具有約  $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$  的雜質濃度與約 20nm 的厚度，以及形成由 p 型 GaN 所製成之 p 型接觸層，以便具有約  $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$  的雜質濃度與約

76nm 的厚度。

為了觀測實施例 1 和 2 與比較例 1 所製造之以氮化物為基礎之半導體發光裝置的電氣性質(electrical property)，首先，測量實施例 1 與比較例 1 之以氮化物為基礎之半導體發光裝置的正向電壓特性(forward voltage characteristic)(在 20mA)。結果，比較例 1 之以氮化物為基礎之半導體發光裝置顯示具有約 3.39V 的正向電壓，而其內部導入由 p 型 GaN 所製成之電洞注入效率增加層的實施例 1 之以氮化物為基礎之半導體發光裝置卻顯示具有 3.09V 的正向電壓。換言之，證實在本發明之以氮化物為基礎之半導體發光裝置中，電洞注入效率增加層的存在使正向電壓降低約 0.3V，這表示正向電壓特性受到改善。

與上述者相似，測量實施例 1 和 2 所製造之以氮化物為基礎之半導體發光裝置的反向電壓特性(reverse voltage characteristic)(在 -20mA)。實施例 1 之以氮化物為基礎之半導體發光裝置顯示具有約 9.5V 的反向電壓，而實施例 2 之以氮化物為基礎之半導體發光裝置卻顯示具有約 10.6V 的反向電壓。由這些結果證實，實施例 2 之以氮化物為基礎之半導體發光裝置具有比實施例 1 之以氮化物為基礎之半導體發光裝置高出約 0.9V 的反向電壓。

已證明電洞注入效率增加層的導入與 p 型 EBL 的厚度增加，能增加電洞注入效率並有效地防止電子溢流。

此外，觀測實施例 1 和 2 與比較例 1 之以氮化物為基礎之半導體發光裝置的亮度特性(luminance

characteristic)。該亮度特性在相同條件下，於 464nm 的波長區域內測量。其結果顯示於第 4 圖。

比較例 1 之以氮化物為基礎之半導體發光裝置只具有 10.9 (任意單位) 的亮度，而將 p 型 GaN 之電洞注入效率增加層插入 EBL 與活性層之間的實施例 1 之以氮化物為基礎之半導體發光裝置卻具有約 13.0 (任意單位) 的亮度，此亮度與比較例 1 的相比高出約 2.1。此外，導入電洞注入效率增加層及 p 型 EBL 之與 6.9nm 相同大小的厚度的實施例 2 之以氮化物為基礎之半導體發光裝置具有約 13.3 (任意單位) 的亮度，此亮度比實施例 1 高出約 0.3。

總之，由於作為氮化物半導體層之不含 Al 的電洞注入效率增加層，例如 GaN，係插入於 EBL 與活性層之間，並同時配置與活性層接觸，因此能顯著地增加電洞注入效率。再者，由於厚度增加的 EBL 有效地防止電子溢流，因此能改善電氣性質 (electrical property) 與亮度特性。

本發明之範疇不受上述具體實施例與附圖之限制，但只受此申請專利範圍之限制。因此，熟習該項技術者應了解在不脫離此申請專利範圍中所揭示的本發明之技術精神的情況下，各種修飾、附加與替換均有可能。

如同由上述說明所顯而易見者，由於本發明之以氮化物為基礎之半導體發光裝置使用將氮化物半導體層插入 EBL 與活性層之間的 p 型披覆層，因此維持 EBL 的功能，亦即指防止電子溢流，並同時顯著地增加電洞注入活性層的效率。此外，由於為了有效地防止電子溢流而不使電洞

注入效率劣化，本發明之以氮化物為基礎之半導體發光裝置係容許使用具有很厚厚度的 EBL，因此能以互補方式改善以互斥原則為基礎的此兩種功能，即電洞注入效率與防止電子溢流。

[圖式簡單說明]

本發明之上述與其他目的、特徵和其他優點將由實施方式之詳細說明並結合附圖而更清楚地瞭解，其中：

第 1 圖為習知的以氮化物為基礎之半導體發光裝置的側截面圖；

第 2 圖為根據本發明之一具體實施例，以氮化物為基礎之半導體發光裝置的側截面圖；

第 3 圖為根據本發明之另一具體實施例，以氮化物為基礎之半導體發光裝置的側截面圖；及

第 4 圖為將比較例 1 所製造之以氮化物為基礎之半導體發光裝置與本發明之實施例 1 和 2 所製造之以氮化物為基礎之半導體發光裝置間的亮度特徵比較圖。

[主要元件符號說明]

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 10、20、30    | 發光裝置      |
| 11、21、31    | 藍寶石基板     |
| 13、23、33    | n 型披覆層    |
| 15、25、35    | 無摻雜活性層    |
| 17、27、37    | p 型披覆層    |
| 17a、27a、37a | 接觸層、第三層   |
| 17b、27b、37b | 電子阻障層、第二層 |

19a、29a、39a n 側電極

19b、29b、39b p 側電極

27c、37c 電洞注入效率增加層、第一層

t p 型披覆層的厚度

t1 電洞注入效率增加層的厚度

t2 電子阻障層的厚度

### 五、中文發明摘要：

本發明所揭示者為以氮化物為基礎之半導體發光裝置。該以氮化物為基礎之半導體發光裝置包括由 n 型  $\text{Al}_{x_1}\text{In}_{y_1}\text{Ga}_{(1-x_1-y_1)}\text{N}$  (式中  $0 \leq x_1 \leq 1$ ,  $0 \leq y_1 \leq 1$ , 及  $0 \leq x_1 + y_1 \leq 1$ ) 所製成之 n 型披覆層 (clad layer) 形成於該 n 型披覆層上之由無摻雜 (undoped)  $\text{In}_A\text{Ga}_{1-A}\text{N}$  (式中  $0 < A < 1$ ) 所製成之多量子井結構的活性層 (Multiple quantum well-structured active layer), 及形成於該活性層上之 p 型披覆層, 其中該 p 型披覆層至少包含形成於該活性層上之由 p 型  $\text{In}_{y_2}\text{Ga}_{1-y_2}\text{N}$  (式中  $0 \leq y_2 < 1$ ) 所製成之第一層與形成於該第一層上之由 p 型  $\text{Al}_{x_3}\text{In}_{y_3}\text{Ga}_{(1-x_3-y_3)}\text{N}$  (式中  $0 < x_3 \leq 1$ ,  $0 \leq y_3 \leq 1$ , 及  $0 < x_3 + y_3 \leq 1$ ) 所製成之第二層。

### 六、英文發明摘要：

Disclosed herein is a nitride-based semiconductor light-emitting device. The nitride-based semiconductor light-emitting device comprises an n-type clad layer made of n-type  $\text{Al}_{x_1}\text{In}_{y_1}\text{Ga}_{(1-x_1-y_1)}\text{N}$  (where  $0 \leq x_1 \leq 1$ ,  $0 \leq y_1 \leq 1$ , and  $0 \leq x_1 + y_1 \leq 1$ ), a multiple quantum well-structured active layer made of undoped  $\text{In}_A\text{Ga}_{1-A}\text{N}$  (where  $0 < A < 1$ ) formed on the n-type clad layer, and a p-type clad layer formed on the active layer wherein the p-type clad layer includes at least a first layer made of p-type  $\text{In}_{y_2}\text{Ga}_{1-y_2}\text{N}$  (where  $0 \leq y_2 < 1$ ) formed on the active layer and a second layer made of p-type  $\text{Al}_{x_3}\text{In}_{y_3}\text{Ga}_{(1-x_3-y_3)}\text{N}$  (where  $0 < x_3 \leq 1$ ,  $0 \leq y_3 \leq 1$ , and  $0 < x_3 + y_3 \leq 1$ ) formed on the first layer.

## 十、申請專利範圍：

1. 一種以氮化物為基礎之半導體發光裝置，包括：

n 型披覆層，由 n 型  $\text{Al}_{x_1}\text{In}_{y_1}\text{Ga}_{(1-x_1-y_1)}\text{N}$  (式中  $0 \leq x_1 \leq 1$ ， $0 \leq y_1 \leq 1$ ，及  $0 \leq x_1 + y_1 \leq 1$ ) 所製成；

形成於該 n 型披覆層上之由無摻雜  $\text{In}_A\text{Ga}_{1-A}\text{N}$  (式中  $0 < A < 1$ ) 所製成之多量子井結構的活性層；及

形成於該活性層上之 p 型披覆層，至少包含形成於該活性層上之由 p 型  $\text{In}_{y_2}\text{Ga}_{1-y_2}\text{N}$  (式中  $0 \leq y_2 < 1$ ) 所製成之第一層與形成於該第一層上之由 p 型  $\text{Al}_{x_3}\text{In}_{y_3}\text{Ga}_{(1-x_3-y_3)}\text{N}$  (式中  $0 < x_3 \leq 1$ ， $0 \leq y_3 \leq 1$ ，及  $0 < x_3 + y_3 \leq 1$ ) 所製成之第二層。

2. 如申請專利範圍第 1 項之以氮化物為基礎之半導體發光裝置，其中，該第一層具有比該第二層更高的摻雜濃度。

3. 如申請專利範圍第 1 項之以氮化物為基礎之半導體發光裝置，其中，該第一層具有約 100nm 或更小的厚度。

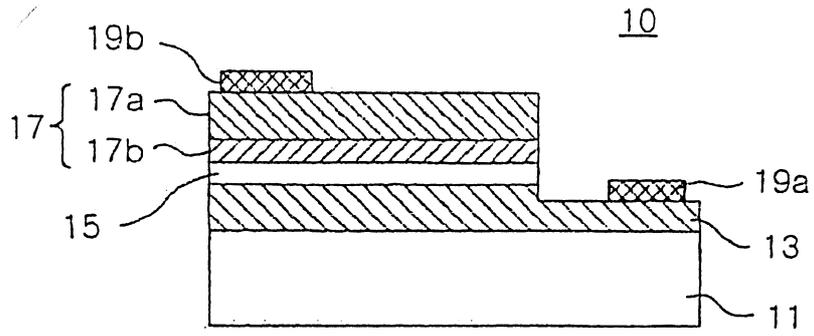
4. 如申請專利範圍第 3 項之以氮化物為基礎之半導體發光裝置，其中，該第一層具有約 10nm 至約 30nm 的厚度。

5. 如申請專利範圍第 1 項之以氮化物為基礎之半導體發光裝置，其中，該 p 型披覆層復包含形成於該第二層上之由 p 型  $\text{In}_{y_4}\text{Ga}_{1-y_4}\text{N}$  (式中  $0 \leq y_4 < 1$ ) 所製成之第三層。

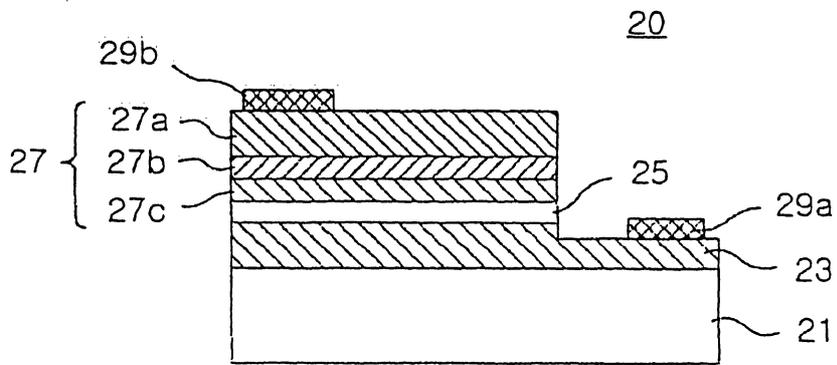
6. 如申請專利範圍第 5 項之以氮化物為基礎之半導體發光裝置，其中，該第三層係由形成於該第二層上之具有第一摻雜濃度的低濃度 p 型 GaN 半導體層，及形成於該低濃度 p 型 GaN 半導體層上之具有高於該第一摻雜濃

- 度之濃度的高濃度 p 型 GaN 半導體層所構成。
7. 如申請專利範圍第 5 項之以氮化物為基礎之半導體發光裝置，其中，該第二層具有約 50nm 至約 200nm 的厚度。
  8. 如申請專利範圍第 7 項之以氮化物為基礎之半導體發光裝置，其中，該 p 型披覆層具有至少 160nm 的厚度。
  9. 如申請專利範圍第 1 項之以氮化物為基礎之半導體發光裝置，其中，該第一層為 GaN 半導體層及該第二層為 AlGaN 半導體層。
  10. 如申請專利範圍第 1 項之以氮化物為基礎之半導體發光裝置，其中，該 n 型披覆層為 GaN 半導體層。

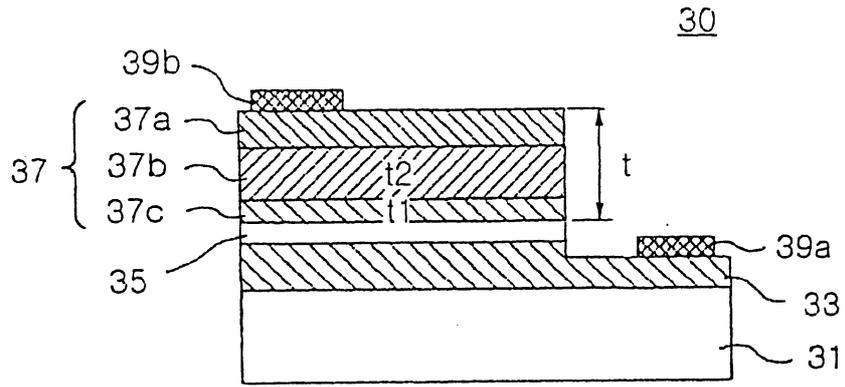
1/2



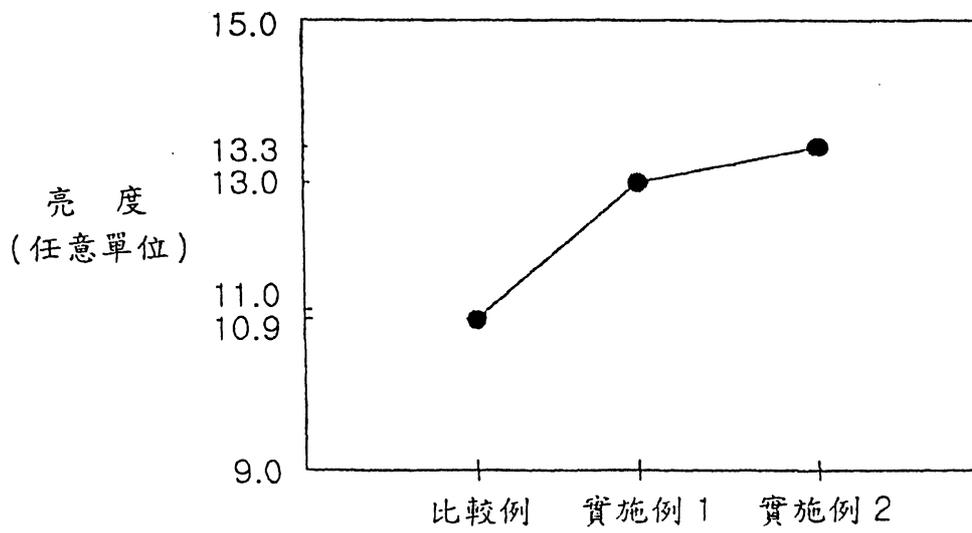
先前技術  
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第( 2 )圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

21	藍寶石基板	23	n 型披覆層
25	無摻雜活性層	27	p 型披覆層
27a	第三層	27b	第二層
27c	第一層	29a	n 側電極
29b	p 側電極		

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無代表化學式