

(21)申請案號：100140784

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 11 月 08 日

(51)Int. Cl. : *H01L33/12 (2010.01)*

H01L33/32 (2010.01)

(30)優先權：2010/11/24 日本

2010-261166

(71)申請人：豐田合成股份有限公司 (日本) TOYODA GOSEI CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：奧野浩司 OKUNO, KOJI (JP)；宮崎敦嗣 MIYAZAKI, ATSUSHI (JP)

(74)代理人：周良謀；周良吉

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：5 共 23 頁

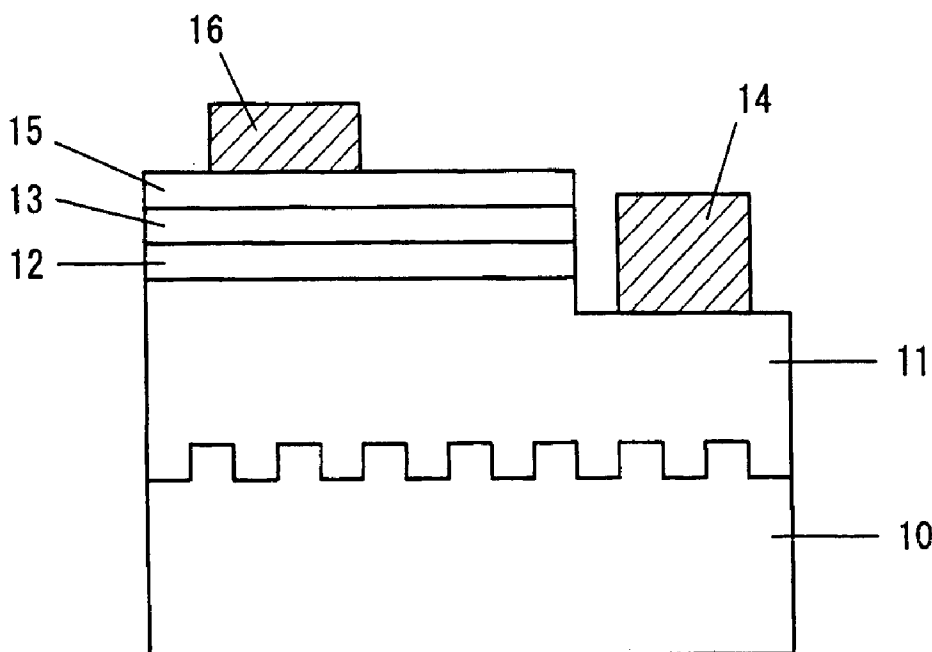
(54)名稱

三族氮化物半導體發光裝置

GROUP III NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE

(57)摘要

本發明提供展現出改善的光萃取效能之三族氮化物半導體發光裝置。三族氮化物半導體發光裝置包含藍寶石基板，在其表面上具有浮凸部；及 n 型層、發光層、及 p 型層，經由緩衝層而依序堆疊在藍寶石基板的浮凸部表面上，且其各者係由三族氮化物半導體所形成。浮凸部具有包含以下各者之結構：第一條紋型浮凸部，其係形成於藍寶石基板表面上，且其條紋方向對應至 x 軸方向；及第二條紋型浮凸部，其係形成於第一條紋型浮凸部頂上，且其條紋方向對應至 y 軸方向，y 軸方向與 x 軸方向正交。與習用三族氮化物半導體相比，包含具有前述浮凸部之基板的三族氮化物半導體發光裝置展現出改善的光萃取效能。



10：藍寶石基板

11：n 型層

12：發光層

13：p 型層

14：n 電極

15：透明電極

16：p 電極

(21)申請案號：100140784

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 11 月 08 日

(51)Int. Cl. : H01L33/12 (2010.01)

H01L33/32 (2010.01)

(30)優先權：2010/11/24 日本

2010-261166

(71)申請人：豐田合成股份有限公司 (日本) TOYODA GOSEI CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：奧野浩司 OKUNO, KOJI (JP)；宮崎敦嗣 MIYAZAKI, ATSUSHI (JP)

(74)代理人：周良謀；周良吉

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：5 共 23 頁

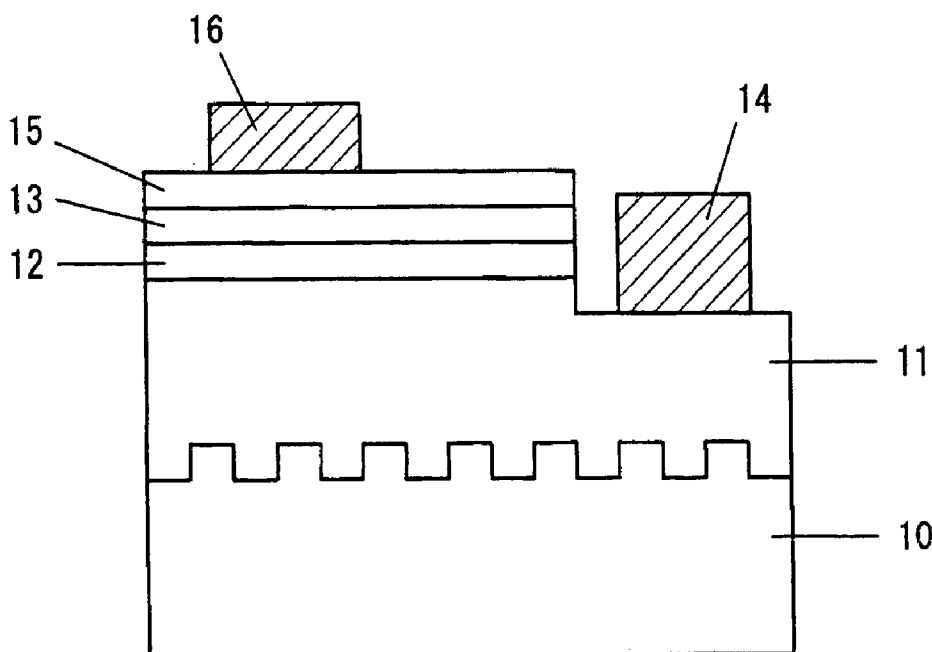
(54)名稱

三族氮化物半導體發光裝置

GROUP III NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE

(57)摘要

本發明提供展現出改善的光萃取效能之三族氮化物半導體發光裝置。三族氮化物半導體發光裝置包含藍寶石基板，在其表面上具有浮凸部；及 n 型層、發光層、及 p 型層，經由緩衝層而依序堆疊在藍寶石基板的浮凸部表面上，且其各者係由三族氮化物半導體所形成。浮凸部具有包含以下各者之結構：第一條紋型浮凸部，其係形成於藍寶石基板表面上，且其條紋方向對應至 x 軸方向；及第二條紋型浮凸部，其係形成於第一條紋型浮凸部頂上，且其條紋方向對應至 y 軸方向，y 軸方向與 x 軸方向正交。與習用三族氮化物半導體相比，包含具有前述浮凸部之基板的三族氮化物半導體發光裝置展現出改善的光萃取效能。



10：藍寶石基板

11：n 型層

12：發光層

13：p 型層

14：n 電極

15：透明電極

16：p 電極

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明有關於三族氮化物半導體發光裝置，其光萃取效能係藉由在包含於裝置中的藍寶石基板上形成浮凸部而加以改善。

【先前技術】

近年來，三族氮化物半導體發光裝置已開始用於日常照明應用中，且已強烈需要其展現出改善的光萃取效能。專利文件 1 揭露半導體發光裝置之光萃取效能的改善方法，其中浮凸部係形成於藍寶石基板上。在包含不具有浮凸部之平坦藍寶石基板的半導體發光裝置之實例中，在與基板水平的方向上於裝置中所傳播的光受限於半導體層中並係經由例如反覆的複數反射而減弱。反之，在包含具有浮凸部之藍寶石基板的半導體發光裝置之實例中，在與基板水平的方向上於裝置中所傳播的光可在與基板垂直的方向上加以反射或散射且可加以萃取至外側，藉此可改善光萃取效能。當自上方觀之時，此浮凸部可具有例如條紋圖型或點狀圖型。

專利文件 1：日本公開專利公報第 2003-318441 號

然而，當條紋型浮凸部形成在藍寶石基板上時，因為在條紋方向上並未提供高度上的差異，所以沿條紋所傳播的光可能無法向上反射或散射，導致光萃取效能之不足的改善效果。

同時，即使當自上方觀之，凹部或凸部係以點狀圖型週期性地排列於藍寶石基板上時，仍必須在凹部(或凸部)之間設置適當空間，用來以 GaN 填充浮凸部並在基板上形成平坦 GaN 層。因此，在基板的一些區域中，在特定方向上並未提供高度上的差異，而導致光萃取效能之不足的改善效果。

【發明內容】

鑒於前述內容，本發明之目的為實現展現出進一步改善的光萃取效能之三族氮化物半導體發光裝置。

在本發明之第一態樣中，提供三族氮化物半導體發光裝置，包含藍寶石基板、及設置於藍寶石基板上並由三族氮化物半導體所形成的層狀結構，其中藍寶石基板在層狀結構側上的表面上具有浮凸部；且浮凸部具有一結構，於該結構中，在與藍寶石基板之主面垂直的任何橫剖面上提供一或更多高度上的差異，且在與藍寶石基板之主面垂直的特定橫剖面上提供二或更多高度上的差異。

此處所使用之「三族氮化物半導體」包含由化學式 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ ($x + y + z = 1, 0 \leq x, y, z \leq 1$) 所代表的半導體；在此半導體中部分 Al、Ga、或 In 係由另一十三族元素(即 B 或 Tl)所取代，或部分 N 係由另一十五族元素(即 P、As、Sb、或 Bi)所取代。三族氮化物半導體之具體實例包含至少含有 Ga 者，例如 GaN、InGaN、AlGaInN、及 AlGaInN。一般而言，Si 用作 n 型雜質，且 Mg 用作 p 型雜質。

對於藍寶石基板上所設置的浮凸部結構並未加諸特定限制，只要如上述在與藍寶石基板之主面垂直的任何橫剖面上提供一或更多高度上的差異，並在與藍寶石基板之主面垂直的特定橫剖面上提供二或更多高度上的差異。舉例而言，基板之浮凸部可具有包含第一條紋型浮凸部、及設置在第一條紋型浮凸部頂上之第二條紋型浮凸部的結構，其中第一條紋型浮凸部之條紋方向(第一方向)與第二條紋型浮凸部之條紋方向(第二方向)不同。第一條紋型浮凸部及第二條紋型浮凸部可在例如當在與條紋方向垂直的橫剖面上觀之時的凹部(或凸部)間距、凹部深度、凹部(或凸部)側面及藍寶石基板主面之間的角度、或凹部(或凸部)形狀上彼此不同。

自改善光萃取效能之觀點而言，第一方向及第二方向之間的角度較佳地為 30° 至 150° 、更佳地為 90° 。再者，自改善光萃取效能之觀點而言，較佳地，條紋圖型浮凸部之凹部(或凸部)側面相關於藍寶石基板傾斜 40° 至 80° 。

基板之浮凸部結構的其他實例如下。舉例而言，結構之浮凸部可具有包含條紋型浮凸部、及設置在條紋型浮凸部頂上的點狀型浮凸部的結構，其中點狀型浮凸部包含排列成格狀圖型的複數

個凹部或凸部。點狀型浮凸部之凹部或凸部可具有例如截頭角錐形、截頭圓錐形、稜柱形、圓柱形、角錐形、圓錐形、或半球形的形狀。可將點狀型浮凸部之凹部或凸部排列成格狀圖型(例如四角或三角格狀圖型)。選擇性地，基板之浮凸部可具有包含點狀型浮凸部、及設置在點狀型浮凸部頂上的條紋型浮凸部的結構，其中點狀型浮凸部包含排列成格狀圖型的複數個凹部或凸部。點狀型浮凸部之凹部(或凸部)側面較佳地相關於藍寶石基板之主面傾斜 40° 至 80° 。當角度落於以上範圍時，可使光萃取效能進一步改善。

本發明之第二態樣關於依據本發明之第一態樣的三族氮化物半導體發光裝置之一具體實施例，其中浮凸部具有以下結構，包含：第一條紋型浮凸部，形成在層狀結構側上的藍寶石基板表面上，第一條紋型浮凸部包含當自上方觀之時排列成條紋圖型並與第一方向平行對齊的複數個第一溝槽；及第二條紋型浮凸部，形成在第一條紋型浮凸部頂上，第二條紋型浮凸部包含當自上方觀之時排列成條紋圖型並與第二方向平行對齊的複數個第二溝槽，第二方向與第一方向不同。

本發明之第三態樣關於依據本發明之第二態樣的三族氮化物半導體發光裝置之一具體實施例，其中第一方向與第二方向正交。

本發明之第四態樣關於依據本發明之第一態樣的三族氮化物半導體發光裝置之一具體實施例，其中浮凸部具有以下結構，包含：條紋型浮凸部，形成在層狀結構側上的藍寶石基板表面上，條紋型浮凸部包含當自上方觀之時排列成條紋圖型並與特定方向平行對齊的複數個溝槽；及點狀型浮凸部，形成在條紋型浮凸部頂上，點狀型浮凸部包含當自上方觀之時排列成格狀圖型的凸部或凹部。

本發明之第五態樣關於依據本發明之第一態樣的三族氮化物半導體發光裝置之一具體實施例，其中浮凸部具有以下結構，包含：點狀型浮凸部，形成在層狀結構側上的藍寶石基板表面上，點狀型浮凸部包含當自上方觀之時排列成格狀圖型的凸部或凹

部；及條紋型浮凸部，形成在點狀圖型浮凸部頂上，條紋圖型浮凸部包含當自上方觀之時排列成條紋圖型並與特定方向平行對齊的複數個溝槽。

依據本發明，由於藍寶石基板之浮凸部展現出反射在裝置中任何方向上傳播之光線的效果，故可進一步改善光萃取效能。

【實施方式】

接著將參考圖式描述本發明之具體實施例。然而，本發明並不侷限於實施例。

實施例 1

圖 1 顯示依據實施例 1 的三族氮化物半導體發光裝置之配置。依據實施例 1 的三族氮化物半導體發光裝置包含：藍寶石基板 10，在其表面上具有浮凸部；及 n 型層 11、發光層 12、及 p 型層 13，該等層係經由緩衝層(未顯示)依序沉積在藍寶石基板 10 之浮凸表面上，且該等層之各者係由三族氮化物半導體所形成。本發明之層狀結構對應至包含 n 型層 11、發光層 12、及 p 型層 13 的結構。部份發光層 12 及部分 p 型層 13 被移除，且曝露出對應部份的 n 型層 11 之表面。n 電極 14 係形成於 n 型層 11 之表面的曝露部分上。ITO 透明電極 15 係形成在 p 型層 13 之幾乎整個頂面上，且 p 電極 16 係形成在透明電極 15 上。依據實施例 1 的三族氮化物半導體發光裝置屬於正面(face-up)型。

n 型層 11、發光層 12、及 p 型層 13 之各者可具有任何習用已知結構。舉例而言，n 型層 11 具有其中使以高濃度之 Si 摻雜的 GaN n 型接觸層及 GaN n 被覆層依序沉積於藍寶石基板 10 上的結構。舉例而言，發光層 12 具有其中使 GaN 阻障層及 InGaN 井層交替沉積的 MQW 結構。舉例而言，p 型層 13 具有其中使以 Mg 摻雜的 AlGaIn p 被覆層及以 Mg 摻雜的 GaN p 接觸層依序沉積於發光層 12 上的結構。

圖 2A 為形成於藍寶石基板 10 之頂面上的浮凸部之立體圖，且圖 2B 為藍寶石基板 10 之俯視圖。如圖 2A 及 2B 中所示，第一

條紋型浮凸部 100 係形成於藍寶石基板 10 之頂面上，而第二條紋型浮凸部 101 係形成於第一條紋型浮凸部 100 頂上。

第一條紋型浮凸部 100 包含以規律間距排列並與特定方向(即對應至本發明之第一方向的圖 2 中之 x 軸方向)平行的複數個第一溝槽 100a。較佳而言，各第一溝槽 100a 之寬度 $L1$ 為 $0.1\ \mu\text{m}$ 至 $20\ \mu\text{m}$ ，且相鄰之第一溝槽 100a 之間的距離 $L2$ 為 $0.1\ \mu\text{m}$ 至 $20\ \mu\text{m}$ 。這是由於當寬度 $L1$ 及距離 $L2$ 落於以上範圍內時，光萃取效能可進一步獲得改善。更佳而言，寬度 $L1$ 為 $0.1\ \mu\text{m}$ 至 $5\ \mu\text{m}$ ，且距離 $L2$ 為 $0.1\ \mu\text{m}$ 至 $5\ \mu\text{m}$ 。較佳而言，第一溝槽 100a 之各側面 100aa 及藍寶石基板 10 之主面之間的角度 $\theta1$ 為 40° 至 80° 。這是由於當角度 $\theta1$ 落於以上範圍內時，光萃取效能可進一步獲得改善。更佳而言，角度 $\theta1$ 為 50° 至 70° 。較佳而言，各第一溝槽 100a 之深度 $D1$ 為 $0.1\ \mu\text{m}$ 至 $3\ \mu\text{m}$ 。這是由於當深度 $D1$ 落於以上範圍內時，光萃取效能可進一步獲得改善。更佳而言，深度 $D1$ 為 $0.5\ \mu\text{m}$ 至 $2\ \mu\text{m}$ 。

第二條紋型浮凸部 101 包含以規律間距排列並與 x 軸方向正交的方向(即對應至本發明之第二方向的圖 2 中之 y 軸方向)平行的複數個第二溝槽 101a。在第二溝槽 101a 之底面上，凹部或凸部係沿第一條紋型浮凸部 100 加以設置。較佳而言，各第二溝槽 101a 之寬度 $L3$ 為 $0.1\ \mu\text{m}$ 至 $20\ \mu\text{m}$ ，且相鄰之第二溝槽 101a 之間的距離 $L4$ 為 $0.1\ \mu\text{m}$ 至 $20\ \mu\text{m}$ 。這是由於當寬度 $L3$ 及距離 $L4$ 落於以上範圍內時，光萃取效能可進一步獲得改善。更佳而言，寬度 $L3$ 為 $0.1\ \mu\text{m}$ 至 $5\ \mu\text{m}$ ，且距離 $L4$ 為 $0.1\ \mu\text{m}$ 至 $5\ \mu\text{m}$ 。較佳而言，第二溝槽 101a 之側面 101aa 各者及藍寶石基板 10 之主面之間的角度 $\theta2$ 為 40° 至 80° 。這是由於當角度 $\theta2$ 落於以上範圍內時，光萃取效能可進一步獲得改善。更佳而言，角度 $\theta2$ 為 50° 至 70° 。較佳而言，各第二溝槽 101a 之深度 $D2$ 為 $0.1\ \mu\text{m}$ 至 $3\ \mu\text{m}$ 。這是由於當深度 $D2$ 落於以上範圍內時，光萃取效能可進一步獲得改善。更佳而言，深度 $D2$ 為 $0.5\ \mu\text{m}$ 至 $2\ \mu\text{m}$ 。各第一溝槽 100a 之深度 $D1$ 可等於或相異於各第二溝槽 101a 之深度 $D2$ 。再者，各第一溝槽 100a 之寬度 $L1$ 可等於或相異於各第二溝槽 101a 之寬度 $L3$ ，且相鄰第

一溝槽 100a 之間的距離 L_2 可等於或相異於相鄰第二溝槽 101a 之間的距離 L_4 。再者，角度 θ_1 可等於或相異於角度 θ_2 。

第一條紋型浮凸部 100 之條紋方向(即 x 軸方向)與第二條紋型浮凸部 101 之條紋方向(即 y 軸方向)正交，但該等條紋方向並非必然彼此正交。當第一條紋型浮凸部 100 之條紋方向相對於第二條紋型浮凸部 101 之條紋方向傾斜 30° 至 150° 時，光萃取效能可獲得改善。然而，最佳而言，該等條紋方向係如本實施例中所述般彼此正交。

在藍寶石基板 10 上所設置的浮凸部中，在與基板之主面垂直的任何橫剖面上提供一或更多高度上的差異，並在與基板之主面垂直的特定橫剖面上提供二或更多高度上的差異。舉例而言，在如得自沿與 x 軸方向平行的線 A-A 之橫剖面中，第一條紋型浮凸部 100 並未提供高度上的差異，但第二條紋型浮凸部 101 提供一高度上的差異。在如得自沿與 y 軸方向平行的線 B-B 之橫剖面中，第二條紋型浮凸部 101 並未提供高度上的差異，但第一條紋型浮凸部 100 提供一高度上的差異。同時，在如得自沿圖 2 中所示的線 C-C 之橫剖面中，第一條紋型浮凸部 100 及第二條紋型浮凸部 101 提供三高度上的差異。

當如上述形成浮凸部時，可以由第一條紋型浮凸部 100 或第二條紋型浮凸部 101 所提供的高度上之差異使裝置中於與藍寶石基板 10 之主面平行的方向上傳播的光在任何方向上不規則地反射，且可將如此反射的光萃取於光萃取側上(即 n 電極 14 側或 p 電極 16 側上)。因此，與習用三族氮化物半導體發光裝置相比，依據實施例 1 的三族氮化物半導體發光裝置展現出改善的光萃取效能。

接著將參考圖 3 及 4 描述用以製造依據實施例 1 的三族氮化物半導體發光裝置之製程。

現將描述藍寶石基板 10 上的浮凸部之形成。首先，如圖 3A 中所示，第一條紋型浮凸部 100 係經由光微影及乾式蝕刻形成在藍寶石基板 10 之頂面上，使得與 x 軸方向平行的第一溝槽 100a

係以特定間隔週期性排列。

隨後，如圖 3B 中所示，條紋型光罩 103 係經由光微影形成在設於藍寶石基板 10 之頂面上的第一條紋型浮凸部 100 上，使得光罩開口係以特定間隔週期性排列(在 x 軸方向上)並平行於與 x 軸方向正交的 y 軸方向。之後，未以光罩 103 覆蓋的藍寶石基板 10 之頂面的部份受到乾式蝕刻，且然後移除光罩 103，以藉此在藍寶石基板 10 之頂面上形成圖 2 中所示的浮凸部。

當藍寶石基板 10 之頂面經由如上述的兩不同處理而受到乾式蝕刻時，可預防如此形成的凸部邊緣免於變圓，且可以高精度形成浮凸部。

隨後，為了自由於前述浮凸部形成對藍寶石基板 10 的損害恢復，或自藍寶石基板 10 之表面移除雜質而執行熱清潔。熱清潔對應至例如 1,000°C 至 1,200°C 之氫氣大氣中的熱處理。

接著，在其上已如上述形成浮凸部的藍寶石基板 10 上，n 型層 11、發光層 12、及 p 型層 13 係藉 MOCVD 經由 AlN 緩衝層(未顯示)依序形成(圖 4A)。用於 MOCVD 的原料氣體等如下：作為氮源的氨(NH_3)、作為 Ga 源的三甲基鎵($\text{Ga}(\text{CH}_3)_3$)、作為 In 源的三甲基銦($\text{In}(\text{CH}_3)_3$)、作為 Al 源的三甲基鋁($\text{Al}(\text{CH}_3)_3$)、作為 n 型摻雜氣體的矽烷(SiH_4)、作為 p 型摻雜氣體的環戊二烯基鎂($\text{Mg}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$)、及作為載體氣體的 H_2 或 N_2 。

之後，經由乾式蝕刻移除部分 p 型層 13 及部分發光層 12，以藉此曝露 n 型層 11 之表面的對應部份(圖 4B)。然後，透明電極 15 係形成在 p 型層 13 之幾乎整個頂面上；n 電極 14 係形成在 n 型層 11 之表面的如此曝露之部份上；且 p 電極 16 係形成在透明電極 15 上。因此，製造出依據實施例 1 的三族氮化物半導體發光裝置。

在實例 1-1 至 1-6 中，對應至實施例 1 之三族氮化物半導體發光裝置的裝置係藉由改變形成第一條紋型浮凸部 100 的各第一溝槽 100a 之寬度 L1、距離 L2 及深度 D1、各側面 100aa 之角度 θ_1 、形成第二條紋型浮凸部 101 的各第二溝槽 101a 之寬度 L3、距離 L4 及深度 D2、及各側面 101aa 之角度 θ_2 來加以製造。L1、L2、

L3 及 L4 為藍寶石基板 10 的接觸表面上之數值。如此產生的裝置在垂直於裝置之主面的方向上之光輸出(軸向光輸出)方面與比較性實例 1 及 2 之裝置相比。比較性實例 1 或 2 對應至以下實例：浮凸部係形成在藍寶石基板之頂面上，使得複數個截頭圓錐形凸部係排列成三角格狀圖型(各凸部直徑： $3\text{ }\mu\text{m}$ 、相鄰凸部之間的距離： $2\text{ }\mu\text{m}$)。比較性實例 1 對應至以下實例：各凸部之側面相關於藍寶石基板之主面傾斜 80° ，且各凸部之高度為 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ 。比較性實例 2 對應至以下實例：各凸部之側面相關於藍寶石基板之主面傾斜 60° ，且各凸部之高度為 $1.4\text{ }\mu\text{m}$ 。凸部直徑及相鄰凸部之間的距離為藍寶石基板的接觸表面上之數值。比較性實例 2 之裝置的軸向光輸出經發現為比較性實例 1 之裝置者的 1.11 倍。

[實例 1-1]

各第一溝槽 100a 之寬度 L1、距離 L2、及深度 D1 係分別調整成 $2\text{ }\mu\text{m}$ 、 $2\text{ }\mu\text{m}$ 、及 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ ；各側面 100aa 之角度 θ_1 係調整成 80° ；各第二溝槽 101a 之寬度 L3、距離 L4、及深度 D2 係分別調整成 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 、 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 、及 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ ；且各側面 101aa 之角度 θ_2 係調整成 80° 。如此產生的裝置之軸向光輸出受測量且經發現為比較性實例 1 之裝置者的 1.19 倍。

[實例 1-2]

各第一溝槽 100a 之寬度 L1、距離 L2、及深度 D1 係分別調整成 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 、 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 、及 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ ；各側面 100aa 之角度 θ_1 係調整成 80° ；各第二溝槽 101a 之寬度 L3、距離 L4、及深度 D2 係分別調整成 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 、 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 、及 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ ；且各側面 101aa 之角度 θ_2 係調整成 80° 。如此產生的裝置之軸向光輸出受測量且經發現為比較性實例 1 之裝置者的 1.17 倍。

[實例 1-3]

各第一溝槽 100a 之寬度 L1、距離 L2、及深度 D1 係分別調整成 $2\text{ }\mu\text{m}$ 、 $2\text{ }\mu\text{m}$ 、及 $1.4\text{ }\mu\text{m}$ ；各側面 100aa 之角度 θ_1 係調整成 60° ；各第二溝槽 101a 之寬度 L3、距離 L4、及深度 D2 係分別調整成 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 、 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 、及 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ ；且各側面 101aa 之角度 θ_2 係調

整成 80° 。如此產生的裝置之軸向光輸出受測量且經發現為比較性實例 1 之裝置者的 1.29 倍。

[實例 1-4]

各第一溝槽 100a 之寬度 $L1$ 、距離 $L2$ 、及深度 $D1$ 係分別調整成 $1.5\ \mu\text{m}$ 、 $1.5\ \mu\text{m}$ 、及 $1.4\ \mu\text{m}$ ；各側面 100aa 之角度 $\theta1$ 係調整成 60° ；各第二溝槽 101a 之寬度 $L3$ 、距離 $L4$ 、及深度 $D2$ 係分別調整成 $1.5\ \mu\text{m}$ 、 $1.5\ \mu\text{m}$ 、及 $0.7\ \mu\text{m}$ ；而各側面 101aa 之角度 $\theta2$ 係調整成 80° 。如此產生的裝置之軸向光輸出受測量且經發現為比較性實例 1 之裝置者的 1.29 倍。

[實例 1-5]

各第一溝槽 100a 之寬度 $L1$ 、距離 $L2$ 、及深度 $D1$ 係分別調整成 $2\ \mu\text{m}$ 、 $2\ \mu\text{m}$ 、及 $0.7\ \mu\text{m}$ ；各側面 100aa 之角度 $\theta1$ 係調整成 80° ；各第二溝槽 101a 之寬度 $L3$ 、距離 $L4$ 、及深度 $D2$ 係分別調整成 $1.5\ \mu\text{m}$ 、 $1.5\ \mu\text{m}$ 、及 $1.4\ \mu\text{m}$ ；而各側面 101aa 之角度 $\theta2$ 係調整成 60° 。如此產生的裝置之軸向光輸出受測量且經發現為比較性實例 1 之裝置者的 1.34 倍。

[實例 1-6]

各第一溝槽 100a 之寬度 $L1$ 、距離 $L2$ 、及深度 $D1$ 係分別調整成 $1.5\ \mu\text{m}$ 、 $1.5\ \mu\text{m}$ 、及 $0.7\ \mu\text{m}$ ；各側面 100aa 之角度 $\theta1$ 係調整成 80° ；各第二溝槽 101a 之寬度 $L3$ 、距離 $L4$ 、及深度 $D2$ 係分別調整成 $1.5\ \mu\text{m}$ 、 $1.5\ \mu\text{m}$ 、及 $1.4\ \mu\text{m}$ ；而各側面 101aa 之角度 $\theta2$ 係調整成 60° 。如此產生的裝置之軸向光輸出受測量且經發現為比較性實例 1 之裝置者的 1.28 倍。

因此，實例 1-1 至 1-6 之裝置各者展現出高於比較性實例 1 或 2 之裝置者的軸向光輸出。

在如上述的實施例中，第一條紋型浮凸部之第一溝槽的深度可與第二條紋型浮凸部之第二溝槽的深度不同。第一條紋型浮凸部之第一溝槽的深度亦可等於第二條紋型浮凸部之第二溝槽的深度。

設置於藍寶石基板 10 上的浮凸部並不侷限於實施例 1 中所述

者。浮凸部可具有任何結構，只要在與藍寶石基板 10 之主面垂直的任何橫剖面上提供一或更多高度上的差異，並在與藍寶石基板 10 之主面垂直的特定橫剖面上提供二或更多高度上的差異。舉例而言，浮凸部可具有如圖 5 之俯視圖中所示的圖型。圖 5 中所示的浮凸部具有以下結構，包含：條紋型浮凸部 200、及形成在條紋型浮凸部 200 頂上的點狀型浮凸部 201，其中點狀型浮凸部 201 包含排列成三角格狀圖型的凸部或凹部；或以下結構，包含：點狀型浮凸部 201、及形成在點狀型浮凸部 201 頂上的條紋型浮凸部 200。與實施例 1 之實例相似，包含在其表面上具有此實施例之藍寶石基板 10 的三族氮化物半導體發光裝置展現出改善的光萃取效能。

依據實施例 1 的三族氮化物半導體發光裝置屬於正面型。然而，亦可將本發明應用於覆晶裝置。

可將本發明之三族氮化物半導體發光裝置運用於例如顯示設備或照明設備中。

【圖式簡單說明】

由於本發明在相關於隨附圖式考量時參考以上較佳實施例的詳細說明而變得更為人所理解，因此將輕易察知本發明之各種其他目的、特徵、及許多隨附優點，在隨附圖式中：

圖 1 顯示依據實施例 1 的三族氮化物半導體發光裝置之配置；

圖 2A 及 2B 顯示形成於藍寶石基板 10 之頂面上的浮凸部；

圖 3A 及 3B 為顯示用以在藍寶石基板 10 之頂面上形成浮凸部之製程的略圖；

圖 4A 及 4B 為顯示用以製造依據實施例 1 的三族氮化物半導體發光裝置之製程的略圖；

圖 5 為另一浮凸部之俯視圖。

【主要元件符號說明】

10 藍寶石基板

11	n 型層
12	發光層
13	p 型層
14	n 電極
15	透明電極
16	p 電極
100	第一條紋型浮凸部
100a	第一溝槽
100aa	側面
101	第二條紋型浮凸部
101a	第二溝槽
101aa	側面
103	光罩
200	條紋型浮凸部
201	點狀型浮凸部

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： 100140784

H01L 33/12 (2010.01)

※ 申請日： 100.11.8

※IPC 分類：

H01L 33/32 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

三族氮化物半導體發光元件及其製造方法

GROUP III NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING
DEVICE AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

二、中文發明摘要：

本發明提供展現出改善的光萃取效能之三族氮化物半導體發光裝置。三族氮化物半導體發光裝置包含藍寶石基板，在其表面上具有浮凸部；及 n 型層、發光層、及 p 型層，經由緩衝層而依序堆疊在藍寶石基板的浮凸部表面上，且其各者係由三族氮化物半導體所形成。浮凸部具有包含以下各者之結構：第一條紋型浮凸部，其係形成於藍寶石基板表面上，且其條紋方向對應至 x 軸方向；及第二條紋型浮凸部，其係形成於第一條紋型浮凸部頂上，且其條紋方向對應至 y 軸方向，y 軸方向與 x 軸方向正交。與習用三族氮化物半導體相比，包含具有前述浮凸部之基板的三族氮化物半導體發光裝置展現出改善的光萃取效能。

三、英文發明摘要：

The present invention provides a Group III nitride semiconductor light-emitting device exhibiting improved light extraction performance. The Group III nitride semiconductor light-emitting device includes a sapphire substrate having an embossment on a surface thereof; and an n-type layer, a light-emitting layer, and a p-type layer, which are sequentially stacked on the embossed surface of the sapphire substrate via a buffer layer, and each of which is formed of a Group III nitride semiconductor. The embossment has a structure including a first stripe-pattern embossment which is formed

on a surface of the sapphire substrate, and whose stripe direction corresponds to the x-axis direction; and a second stripe-pattern embossment which is formed atop the first stripe-pattern embossment, and whose stripe direction corresponds to the y-axis direction, the y-axis direction being orthogonal to the x-axis direction. The Group III nitride semiconductor light-emitting device including the substrate having the aforementioned embossment exhibits improved light extraction performance, as compared with a conventional Group III nitride semiconductor light-emitting device.

七、申請專利範圍：

1.一種三族氮化物半導體發光裝置，包含：

藍寶石基板；及

層狀結構，設置在該藍寶石基板上，並由三族氮化物半導體所形成，其中該藍寶石基板在層狀結構側上之表面上具有浮凸部，且該浮凸部具有其中在與該藍寶石基板之主面垂直的任何橫剖面上提供一或更多高度上的差異、且在與該藍寶石基板之該主面垂直的特定橫剖面上提供二或更多高度上的差異之結構。

2.如申請專利範圍第 1 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該浮凸部具有包含以下各者之結構：

第一條紋型浮凸部，形成在該藍寶石基板之該層狀結構側上的表面上，該第一條紋型浮凸部包含複數個第一溝槽，當自上方觀之時，該複數個第一溝槽排列成條紋圖型並與第一方向平行對齊；及

第二條紋型浮凸部，形成在該第一條紋型浮凸部頂上，該第二條紋型浮凸部包含複數個第二溝槽，當自上方觀之時，該複數個第二溝槽排列成條紋圖型並與第二方向平行對齊，該第二方向與該第一方向不同。

3.如申請專利範圍第 2 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該第一方向與該第二方向正交。

4.如申請專利範圍第 1 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該浮凸部具有包含以下各者之結構：

條紋型浮凸部，形成在該藍寶石基板之該層狀結構側上的表面上，該條紋型浮凸部包含複數個溝槽，當自上方觀之時，該複數個溝槽排列成條紋圖型並與特定方向平行對齊；及

點狀型浮凸部，形成在該條紋型浮凸部頂上，該點狀型浮凸部包含凸部或凹部，當自上方觀之時，該凸部或該凹部排列成格狀圖型。

5.如申請專利範圍第 1 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該浮凸部具有包含以下各者之結構：

點狀型浮凸部，形成在該藍寶石基板之該層狀結構側上的表面上，該點狀型浮凸部包含凸部或凹部，當自上方觀之時，該凸部或該凹部排列成格狀圖型；及

條紋型浮凸部，形成在該點狀型浮凸部頂上，該條紋型浮凸部包含複數個溝槽，當自上方觀之時，該複數個溝槽排列成條紋圖型並與特定方向平行對齊。

6.如申請專利範圍第2項或第3項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該第一條紋型浮凸部之該第一溝槽的深度與該第二條紋型浮凸部之該第二溝槽的深度不同。

7.如申請專利範圍第2項或第3項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該第一條紋型浮凸部之該第一溝槽的深度等於該第二條紋型浮凸部之該第二溝槽的深度。

8.如申請專利範圍第4項或第5項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該條紋型浮凸部之該溝槽的深度與該點狀型浮凸部之凸部的高度或該凹部的深度不同。

9.如申請專利範圍第4項或第5項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該條紋型浮凸部之該溝槽的深度等於該點狀型浮凸部之凸部的高度或該凹部的深度。

八、圖式：

點狀型浮凸部，形成在該藍寶石基板之該層狀結構側上的表面上，該點狀型浮凸部包含凸部或凹部，當自上方觀之時，該凸部或該凹部排列成格狀圖型；及

條紋型浮凸部，形成在該點狀型浮凸部頂上，該條紋型浮凸部包含複數個溝槽，當自上方觀之時，該複數個溝槽排列成條紋圖型並與特定方向平行對齊。

6.如申請專利範圍第2項或第3項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該第一條紋型浮凸部之該第一溝槽的深度與該第二條紋型浮凸部之該第二溝槽的深度不同。

7.如申請專利範圍第2項或第3項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該第一條紋型浮凸部之該第一溝槽的深度等於該第二條紋型浮凸部之該第二溝槽的深度。

8.如申請專利範圍第4項或第5項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該條紋型浮凸部之該溝槽的深度與該點狀型浮凸部之凸部的高度或該凹部的深度不同。

9.如申請專利範圍第4項或第5項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該條紋型浮凸部之該溝槽的深度等於該點狀型浮凸部之凸部的高度或該凹部的深度。

八、圖式：

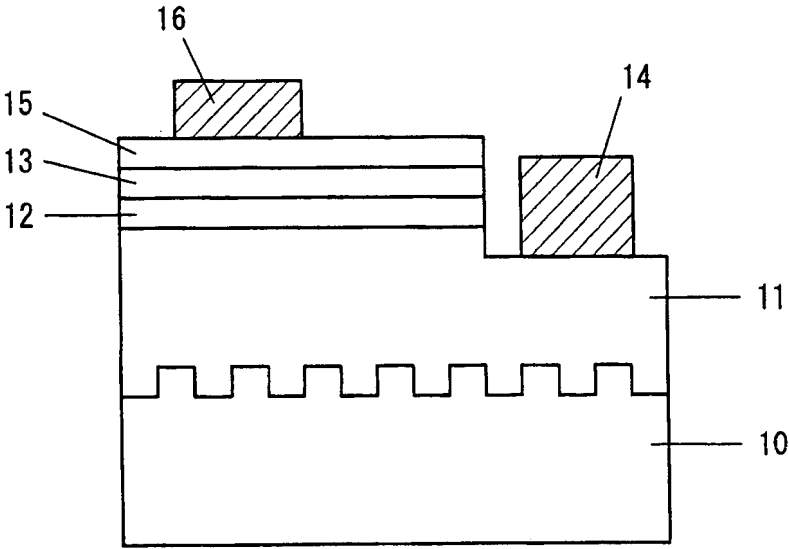
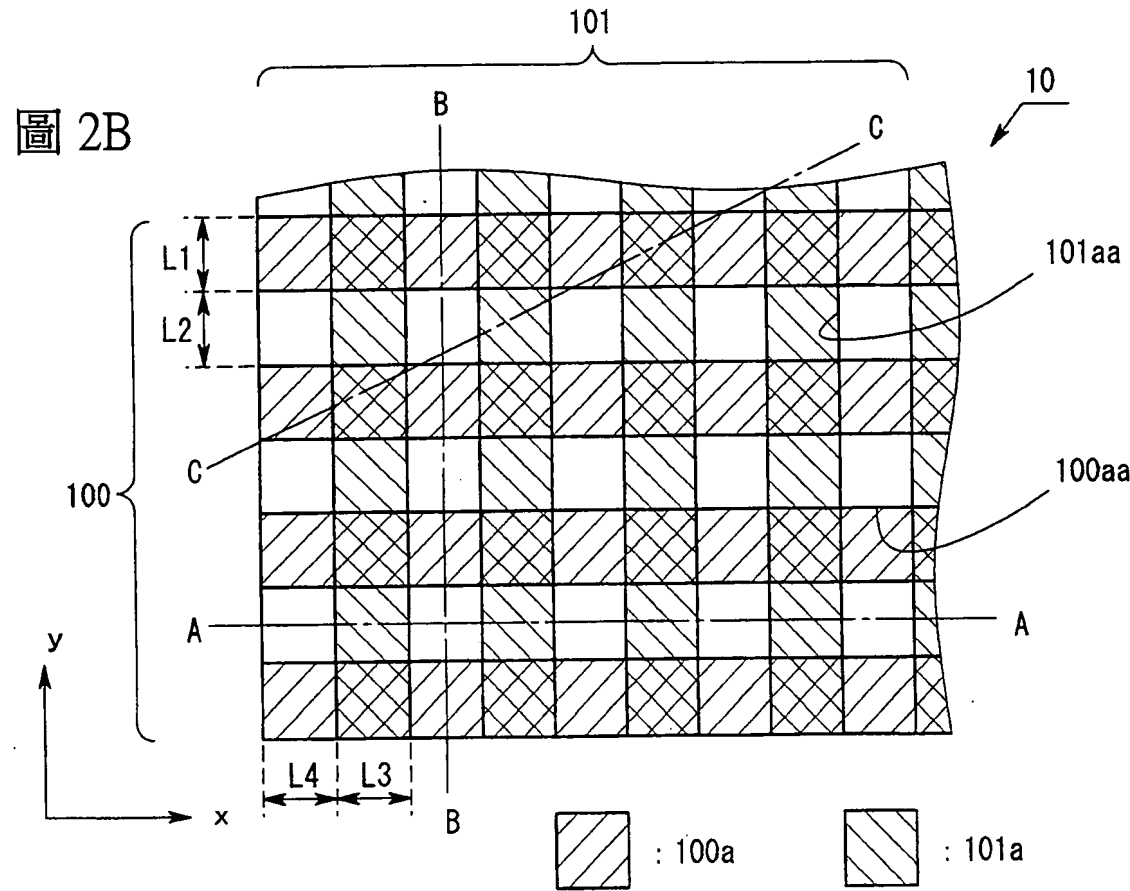
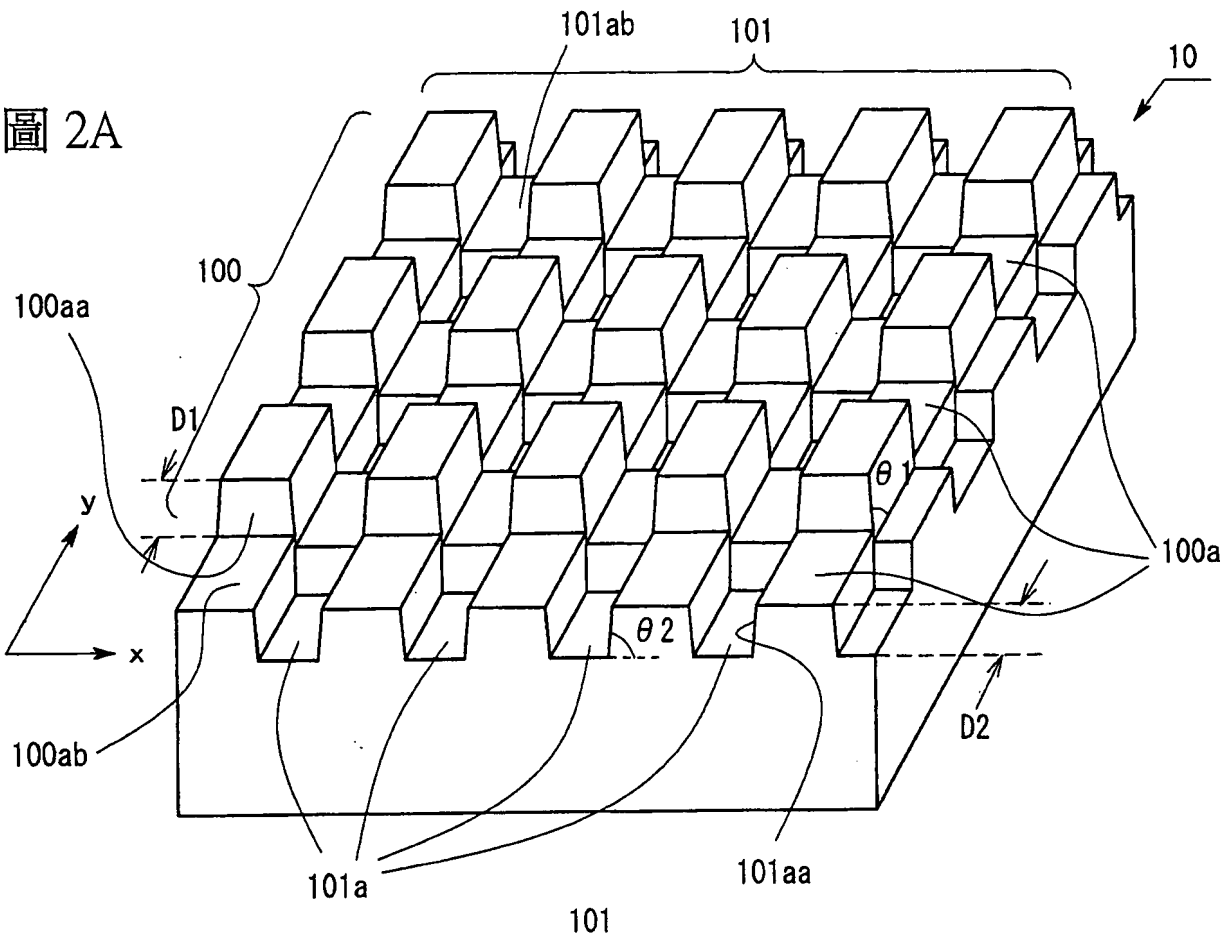


圖 1



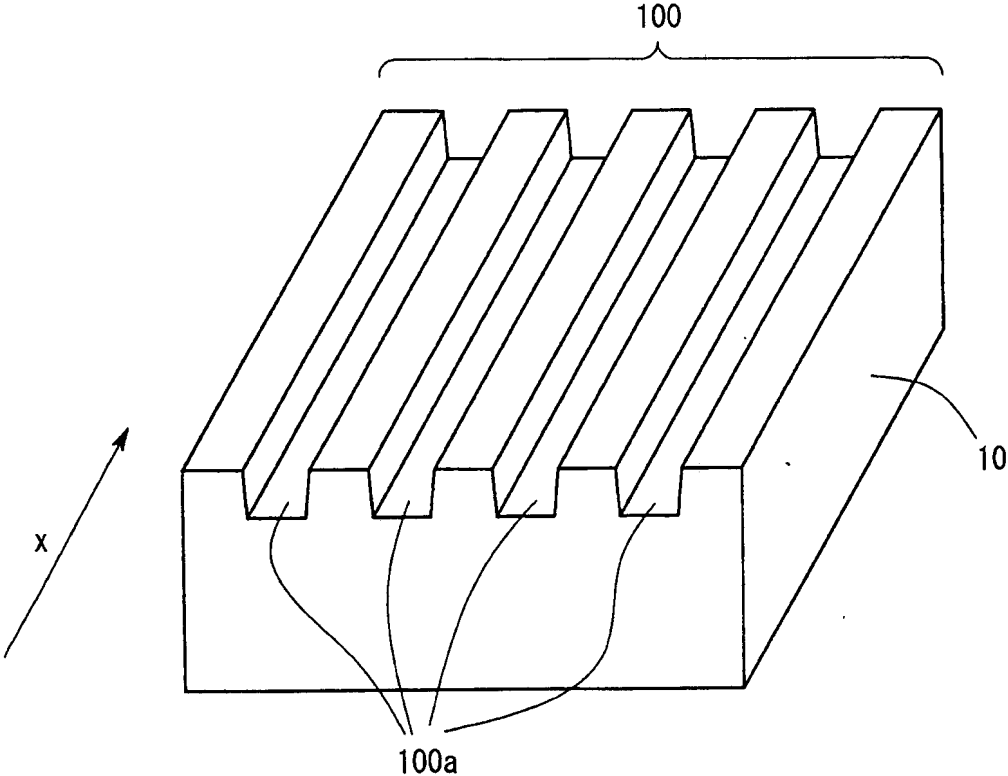


圖 3A

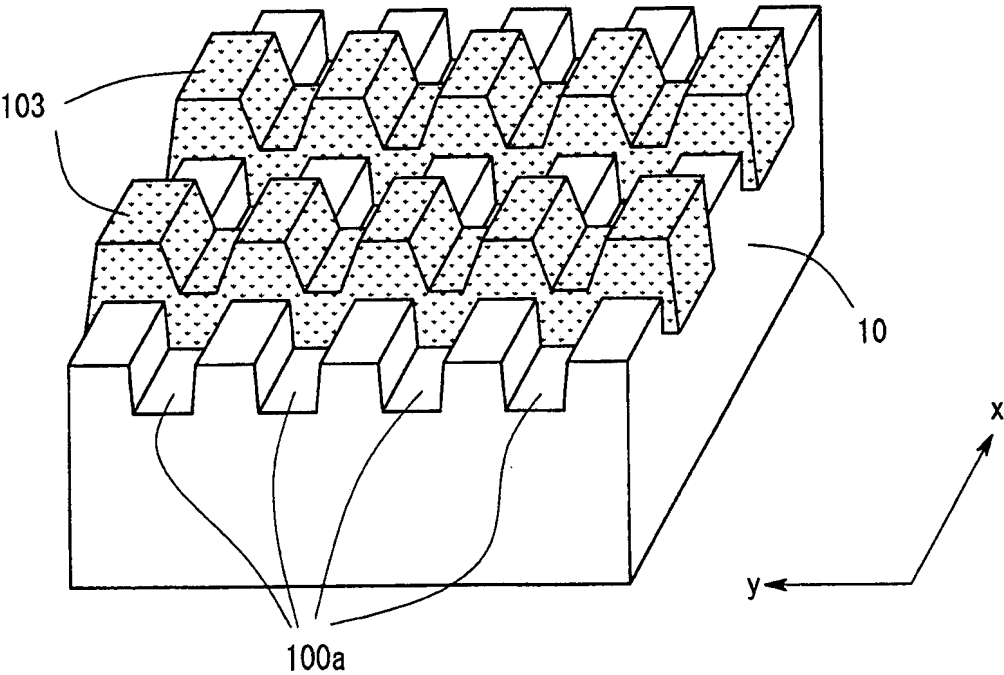


圖 3B

圖 4A

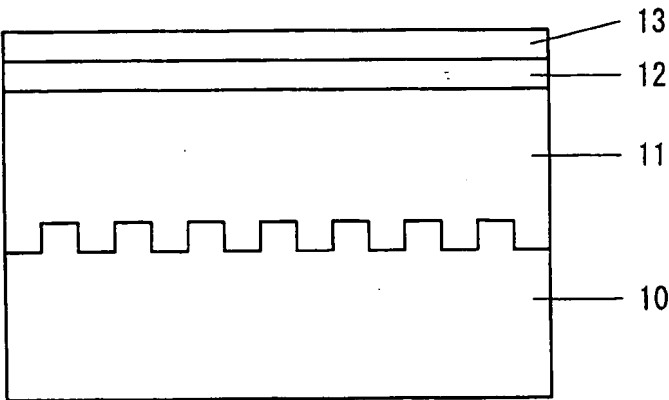
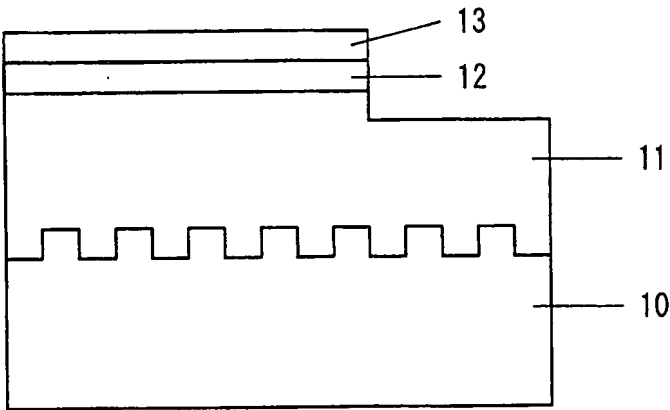


圖 4B



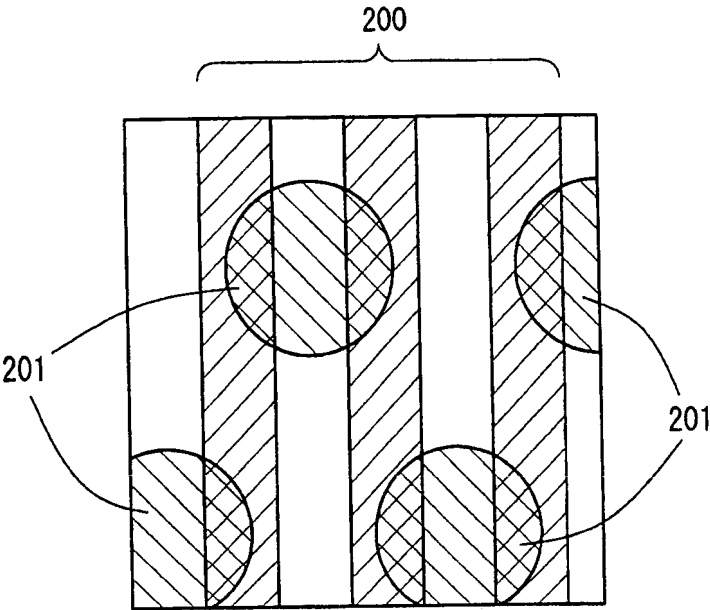


圖 5

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：

- | | |
|----|-------|
| 10 | 藍寶石基板 |
| 11 | n 型層 |
| 12 | 發光層 |
| 13 | p 型層 |
| 14 | n 電極 |
| 15 | 透明電極 |
| 16 | p 電極 |

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)

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：

※ 申請日：

※IPC 分類：H01L 33/12 (2010.01)

H01L 33/32 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

三族氮化物半導體發光裝置

GROUP III NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING
DEVICE

二、中文發明摘要：

本發明提供展現出改善的光萃取效能之三族氮化物半導體發光裝置。三族氮化物半導體發光裝置包含藍寶石基板，在其表面上具有浮凸部；及 n 型層、發光層、及 p 型層，經由緩衝層而依序堆疊在藍寶石基板的浮凸部表面上，且其各者係由三族氮化物半導體所形成。浮凸部具有包含以下各者之結構：第一條紋型浮凸部，其係形成於藍寶石基板表面上，且其條紋方向對應至 x 軸方向；及第二條紋型浮凸部，其係形成於第一條紋型浮凸部頂上，且其條紋方向對應至 y 軸方向，y 軸方向與 x 軸方向正交。與習用三族氮化物半導體相比，包含具有前述浮凸部之基板的三族氮化物半導體發光裝置展現出改善的光萃取效能。

三、英文發明摘要：

The present invention provides a Group III nitride semiconductor light-emitting device exhibiting improved light extraction performance. The Group III nitride semiconductor light-emitting device includes a sapphire substrate having an embossment on a surface thereof; and an n-type layer, a light-emitting layer, and a p-type layer, which are sequentially stacked on the embossed surface of the sapphire substrate via a buffer layer, and each of which is formed of a Group III nitride semiconductor. The embossment has a structure including a first stripe-pattern embossment which is formed

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：

※ 申請日：

※IPC 分類：H01L 33/12 (2010.01)

H01L 33/32 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

三族氮化物半導體發光裝置

GROUP III NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING
DEVICE

二、中文發明摘要：

本發明提供展現出改善的光萃取效能之三族氮化物半導體發光裝置。三族氮化物半導體發光裝置包含藍寶石基板，在其表面上具有浮凸部；及 n 型層、發光層、及 p 型層，經由緩衝層而依序堆疊在藍寶石基板的浮凸部表面上，且其各者係由三族氮化物半導體所形成。浮凸部具有包含以下各者之結構：第一條紋型浮凸部，其係形成於藍寶石基板表面上，且其條紋方向對應至 x 軸方向；及第二條紋型浮凸部，其係形成於第一條紋型浮凸部頂上，且其條紋方向對應至 y 軸方向，y 軸方向與 x 軸方向正交。與習用三族氮化物半導體相比，包含具有前述浮凸部之基板的三族氮化物半導體發光裝置展現出改善的光萃取效能。

三、英文發明摘要：

The present invention provides a Group III nitride semiconductor light-emitting device exhibiting improved light extraction performance. The Group III nitride semiconductor light-emitting device includes a sapphire substrate having an embossment on a surface thereof; and an n-type layer, a light-emitting layer, and a p-type layer, which are sequentially stacked on the embossed surface of the sapphire substrate via a buffer layer, and each of which is formed of a Group III nitride semiconductor. The embossment has a structure including a first stripe-pattern embossment which is formed

on a surface of the sapphire substrate, and whose stripe direction corresponds to the x-axis direction; and a second stripe-pattern embossment which is formed atop the first stripe-pattern embossment, and whose stripe direction corresponds to the y-axis direction, the y-axis direction being orthogonal to the x-axis direction. The Group III nitride semiconductor light-emitting device including the substrate having the aforementioned embossment exhibits improved light extraction performance, as compared with a conventional Group III nitride semiconductor light-emitting device.

七、申請專利範圍：

1.一種三族氮化物半導體發光裝置，包含：

藍寶石基板；及

層狀結構，設置在該藍寶石基板上，並由三族氮化物半導體所形成，其中該藍寶石基板在層狀結構側上之表面上具有浮凸部，且該浮凸部具有其中在與該藍寶石基板之主面垂直的任何橫剖面上提供一或更多高度上的差異、且在與該藍寶石基板之該主面垂直的特定橫剖面上提供二或更多高度上的差異之結構。

2.如申請專利範圍第 1 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該浮凸部具有包含以下各者之結構：

第一條紋型浮凸部，形成在該藍寶石基板之該層狀結構側上的表面上，該第一條紋型浮凸部包含複數個第一溝槽，當自上方觀之時，該複數個第一溝槽排列成條紋圖型並與第一方向平行對齊；及

第二條紋型浮凸部，形成在該第一條紋型浮凸部頂上，該第二條紋型浮凸部包含複數個第二溝槽，當自上方觀之時，該複數個第二溝槽排列成條紋圖型並與第二方向平行對齊，該第二方向與該第一方向不同。

3.如申請專利範圍第 2 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該第一方向與該第二方向正交。

4.如申請專利範圍第 1 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該浮凸部具有包含以下各者之結構：

條紋型浮凸部，形成在該藍寶石基板之該層狀結構側上的表面上，該條紋型浮凸部包含複數個溝槽，當自上方觀之時，該複數個溝槽排列成條紋圖型並與特定方向平行對齊；及

點狀型浮凸部，形成在該條紋型浮凸部頂上，該點狀型浮凸部包含凸部或凹部，當自上方觀之時，該凸部或該凹部排列成格狀圖型。

5.如申請專利範圍第 1 項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該浮凸部具有包含以下各者之結構：

點狀型浮凸部，形成在該藍寶石基板之該層狀結構側上的表面上，該點狀型浮凸部包含凸部或凹部，當自上方觀之時，該凸部或該凹部排列成格狀圖型；及

條紋型浮凸部，形成在該點狀型浮凸部頂上，該條紋型浮凸部包含複數個溝槽，當自上方觀之時，該複數個溝槽排列成條紋圖型並與特定方向平行對齊。

6.如申請專利範圍第2項或第3項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該第一條紋型浮凸部之該複數個第一溝槽之各者的深度與該第二條紋型浮凸部之該複數個第二溝槽之各者的深度不同。

7.如申請專利範圍第2項或第3項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該第一條紋型浮凸部之該複數個第一溝槽之各者的深度等於該第二條紋型浮凸部之該複數個第二溝槽之各者的深度。

8.如申請專利範圍第4項或第5項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該條紋型浮凸部之該複數個溝槽之各者的深度與該點狀型浮凸部之該凸部的高度或該凹部的深度不同。

9.如申請專利範圍第4項或第5項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該條紋型浮凸部之該複數個溝槽之各者的深度等於該點狀型浮凸部之該凸部的高度或該凹部的深度。

八、圖式：

點狀型浮凸部，形成在該藍寶石基板之該層狀結構側上的表面上，該點狀型浮凸部包含凸部或凹部，當自上方觀之時，該凸部或該凹部排列成格狀圖型；及

條紋型浮凸部，形成在該點狀型浮凸部頂上，該條紋型浮凸部包含複數個溝槽，當自上方觀之時，該複數個溝槽排列成條紋圖型並與特定方向平行對齊。

6.如申請專利範圍第2項或第3項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該第一條紋型浮凸部之該複數個第一溝槽之各者的深度與該第二條紋型浮凸部之該複數個第二溝槽之各者的深度不同。

7.如申請專利範圍第2項或第3項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該第一條紋型浮凸部之該複數個第一溝槽之各者的深度等於該第二條紋型浮凸部之該複數個第二溝槽之各者的深度。

8.如申請專利範圍第4項或第5項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該條紋型浮凸部之該複數個溝槽之各者的深度與該點狀型浮凸部之該凸部的高度或該凹部的深度不同。

9.如申請專利範圍第4項或第5項之三族氮化物半導體發光裝置，其中該條紋型浮凸部之該複數個溝槽之各者的深度等於該點狀型浮凸部之該凸部的高度或該凹部的深度。

八、圖式：

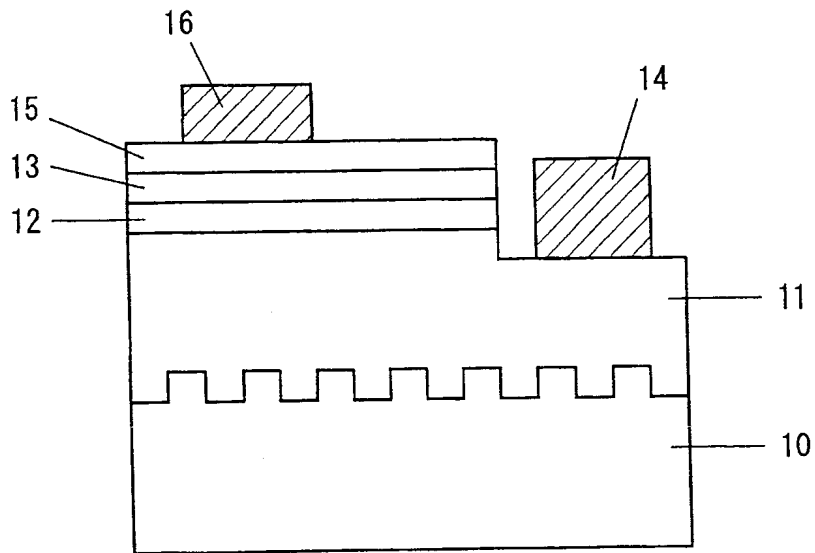


圖 1

圖 2A

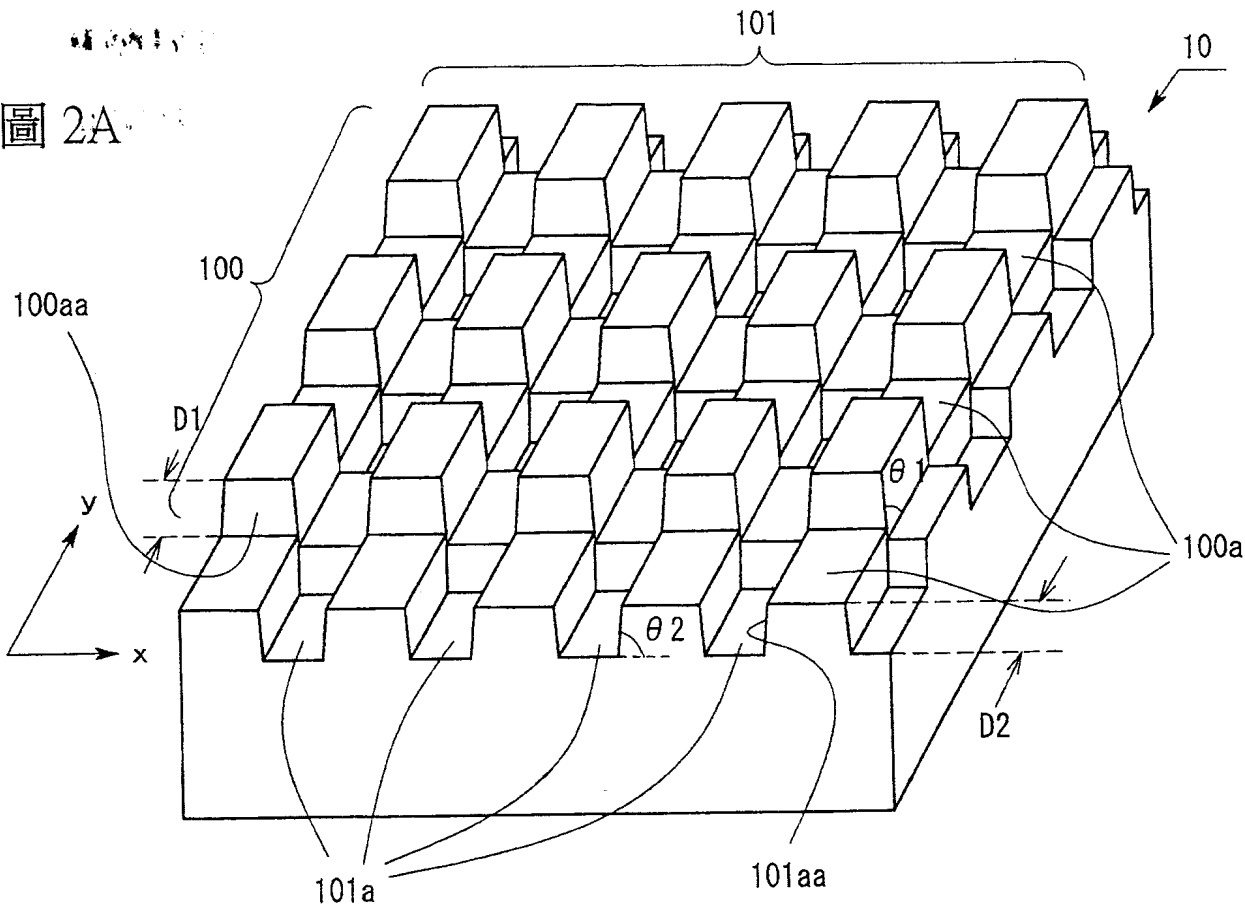


圖 2B

