201621984

(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 201621984 A

(43)公開日： 中華民國 105 (2016) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：104122597 (22)申請日： 中華民國 104 (2015) 年 07 月 13 日

(51)Int. Cl.： *H01L21/205 (2006.01)* *C23C16/34 (2006.01)*
C30B25/18 (2006.01) *C30B29/38 (2006.01)*
H01L21/203 (2006.01) *H01L33/12 (2010.01)*
H01L33/22 (2010.01) *H01L33/32 (2010.01)*

(30)優先權：2014/09/17 日本 2014-188709

(71)申請人：住友化學股份有限公司 (日本) SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED (JP)
〒104-8260 日本國東京都中央區新川二丁目 27 番 1 號

(72)發明人：藤倉序章 FUJIKURA, HAJIME (JP)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：5 項 圖式數：6 共 35 頁

(54)名稱

氮化物半導體模板之製造方法

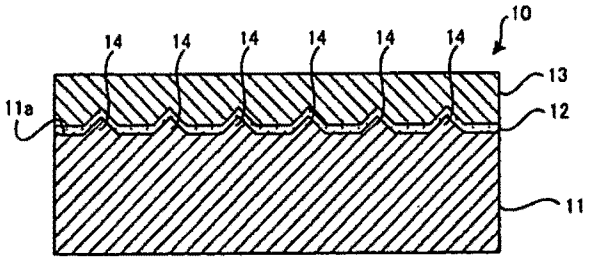
METHOD OF MANUFACTURING NITRIDE SEMICONDUCTOR TEMPLATE

(57)摘要

本發明之課題在於抑制氮化物半導體模板的表面缺陷發生。本發明之解決手段為一種氮化物半導體模板之製造方法，其具有：在使圓錐狀或角錐狀之凸部於表面配置為格子狀而形成的藍寶石基板上，使緩衝層成長為較上述凸部之頂端寬度更厚、且為 11nm 以上 400nm 以下之厚度的步驟；與於上述緩衝層上使氮化物半導體層成長形成的步驟。

指定代表圖：

圖 1



符號簡單說明：

10・・・氮化物半導體模板

11・・・藍寶石基板

11a・・・藍寶石基板之表面

12・・・緩衝層

13・・・氮化物半導體層

14・・・凸部

201621984

發明摘要

※ 申請案號：104122597

※ 申請日：104/07/13　　※IPC 分類：

H01L	21/205	(2006.1)
C23C	16/34	(2006.1)
C30B	25/18	(2006.1)
C30B	29/38	(2006.1)
H01L	21/203	(2006.1)
H01L	33/12	(2010.1)
H01L	33/22	(2010.1)
H01L	33/32	(2010.1)

【發明名稱】(中文/英文)

氮化物半導體模板之製造方法

METHOD OF MANUFACTURING NITRIDE SEMICONDUCTOR TEMPLATE

【中文】

本發明之課題在於抑制氮化物半導體模板的表面缺陷發生。

本發明之解決手段為一種氮化物半導體模板之製造方法，其具有：在使圓錐狀或角錐狀之凸部於表面配置為格子狀而形成的藍寶石基板上，使緩衝層成長為較上述凸部之頂端寬度更厚、且為 11nm 以上 400nm 以下之厚度的步驟；與於上述緩衝層上使氮化物半導體層成長形成的步驟。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10	氮化物半導體模板
11	藍寶石基板
11a	藍寶石基板之表面
12	緩衝層
13	氮化物半導體層
14	凸部

【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）

【發明名稱】（中文/英文）

氮化物半導體模板之製造方法
METHOD OF MANUFACTURING NITRIDE SEMICONDUCTOR TEMPLATE

【技術領域】

【0001】本發明係關於氮化物半導體模板之製造方法。

【先前技術】

【0002】例如發光二極體(LED)等之氮化物半導體發光元件(以下有時簡稱為「發光元件」)，係於氮化物半導體模板上使例如由氮化鎵(GaN)等所構成之 n 型半導體層、發光層、p 型半導體層依序成長而形成作為發光元件構造。氮化物半導體模板係例如於藍寶石基板上，使緩衝層、氮化物半導體層依序成長而形成。此種發光元件中，重要課題在於如何效率佳地將發光層所產生之光取出。亦即，重要的是提升發光元件之光取出效率(發光輸出)。

【0003】因此，為了提升發光元件的光取出效率，提案有於基板上面，施行了形成圓錐狀或多角形錐狀等之凸部的凹凸加工的 PSS 基板(Patterned Sapphire Substrate)(例如參照專利文獻 1)。然後，於 PSS 基板上使既定厚度之緩衝層成長形成，於緩衝層上使 GaN 層等氮化物半導體層成長至表面成為平坦為止，藉此形成氮化物半導體模板。在此種使用了經施行凹凸加工之 PSS 基板的氮化物半導體模板上、使發光層等成長形成的發光元件，可減低光於發光元件內部的封閉，可提升發光元件之光取出效率。

【0004】又，若使用此種經施行凹凸加工之 PSS 基板作為氮化

物半導體模板之基板，在基板上例如使 GaN 層等氮化物半導體層成長時，於氮化物半導體層之成長之初期階段，藉由促進氮化物半導體層之島狀成長，可使氮化物半導體層之結晶中的差排彼此的會合增加，可增加差排的消滅。從而，相較於使用未施行凹凸加工之平坦藍寶石基板(以下亦稱為平坦基板)的情況，可形成結晶中之差排少的氮化物半導體層。亦即，若使用經施行凹凸加工的藍寶石基板，可提升氮化物半導體層之結晶性。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0005】

[專利文獻 1]日本專利特開 2002-280611 號公報

【發明內容】

(發明所欲解決之問題)

【0006】然而，若使用經施行凹凸加工之藍寶石基板作為氮化物半導體模板之基板，相較於使用平坦基板的情況，有容易發生成為裝置動作障礙之表面凹坑的情形。

【0007】亦即，在藍寶石基板之圓錐狀等凸部的頂端附近，其曲率半徑較凸部之其他處小。因此，在凸部頂端或頂端附近，存在多數之原子階。在緩衝層之厚度較薄時，於凸部之頂端或頂端附近之緩衝層亦殘留多數之原子階。因此，在凸部之頂端或頂端附近的緩衝層上所成長的氮化物半導體層，係出現依各種角度傾斜的面(成長面)。此等成長面中，亦包括容易發生極性反轉之 N 極性的反轉區塊(ID：Inversion Domain)的成長面。從而，於在凸部之頂端或頂端附近的緩衝層上所成長之氮化物半導體層發生 ID。若於氮化物

半導體層發光 ID，則由於 N 極性之 ID 之成長速度較無 ID 之 III 族極性(Ga 極性等)之氮化物半導體層的成長速度慢，故於氮化物半導體層之表面上、亦即氮化物半導體模板之表面上發生表面凹坑。

【0008】因此，本發明之目的在於解決上述課題，提供可抑制表面凹坑發生的氮化物半導體模板之製造方法。

(解決問題之技術手段)

【0009】為了解決上述課題，本發明係如下構成。

根據本發明之第 1 態樣，提供一種氮化物半導體模板之製造方法，係具有：在使圓錐狀或角錐狀之凸部於表面配置為格子狀而形成的藍寶石基板上，使緩衝層成長為較上述凸部之頂端寬度更厚、且為 11nm 以上 400nm 以下之厚度的步驟；與於上述緩衝層上使氮化物半導體層成長形成的步驟。

【0010】根據本發明之第 2 態樣，提供第 1 態樣之氮化物半導體模板之製造方法，係於上述形成緩衝層的步驟中，作為上述緩衝層，使 GaN 層或 AlN 層依 600℃以下之溫度成長。

【0011】根據本發明之第 3 態樣，提供第 1 態樣之氮化物半導體模板之製造方法，係於上述形成緩衝層的步驟中，作為上述緩衝層，使 AlN 層依 1000℃以上之溫度成長。

【0012】根據本發明之第 4 態樣，提供第 1 至 3 態樣中任一之氮化物半導體模板之製造方法，係於上述形成氮化物半導體層的步驟中，作為上述氮化物半導體層，使 GaN 層、AlGaN 層、InAlGaN 層之任一者成長形成。

【0013】根據本發明之第 5 態樣，提供第 1 至 4 態樣中任一之氮化物半導體模板之製造方法，上述緩衝層及上述氮化物半導體層

係藉由 HVPE 法或 MOVPE 法所成長。

(對照先前技術之功效)

【0014】根據本發明之氮化物半導體模板之製造方法，可抑制表面凹坑發生。

【圖式簡單說明】

【0015】

圖 1 為本發明一實施形態之氮化物半導體模板的剖面概略圖。

圖 2 為表示本發明一實施形態之形成於藍寶石基板上的凸部之頂端寬度之算出方法的概略圖。

圖 3 為表示藉由 AFM 測定對本發明一實施形態之形成於藍寶石基板上的凸部之形狀進行測定時之狀況的概略圖。

圖 4 為本發明一實施形態所適合使用之氫化物氣相磊晶裝置的概略構成圖。

圖 5 為本發明一實施形態之發光元件的剖面概略圖。

圖 6 為表示由習知 AFM 測定所進行之凸部形狀之測定方法的概略圖。

【實施方式】

【0016】以下說明本發明一實施形態之氮化物半導體模板及使用此氮化物半導體模板的半導體發光元件(半導體發光裝置)。

【0017】

(1)氮化物半導體模板

首先，針對本實施形態之氮化物半導體模板，主要參照圖 1 及圖 2 進行說明。

【0018】如圖 1 所示，本實施形態之氮化物半導體模板 10 係

於藍寶石基板 11 上，依序使緩衝層 12、與氮化物半導體層 13 成長而構成。

【0019】藍寶石基板 11 係成為使氮化物半導體成長的成長面，於其表面(主面)11a，如圖 1 及圖 2 所示，形成有圓錐狀或角錐狀(三角錐狀、四角錐狀、六角錐狀等)之凸部 14。凸部 14 係於藍寶石基板 11 之表面 11a 配置為格子狀(三角格子狀、正方格子狀等)而形成。藍寶石基板 11 之表面 11a 較佳設為 C 面。凸部 14 係藉由於平坦之藍寶石基板之表面藉由光刻或乾式蝕刻所形成。

【0020】凸部 14 較佳係如圖 2 所示，表面 11a 起至凸部 14 頂端為止的高度 h 設為 0.3μm 以上且 3μm 以下，凸部 14 底部之寬度 D 設為 0.3μm 以上且 4μm 以下，相鄰接之凸部 14 之底部間之距離 S 設為 0.1μm 以上且 2μm 以下，相鄰接之凸部 14、14 間之間距 P 設為 0.4μm 以上且 6μm 以下。又，圓錐狀或角錐狀之凸部 14 之頂端寬度 w 較佳設為 0.01μm 以上且 0.4μm 以下。

【0021】作為形成有凸部 14 之藍寶石基板 11，亦可使用市售之 PSS 基板(Patterned Sapphire Substrate)。又，藍寶石基板 11 係於俯視時可為略圓形狀之圓形基板，亦可為矩形基板等。

【0022】藉由使用如此使圓錐狀或角錐狀之凸部 14 形成為格子狀的藍寶石基板 11，在藍寶石基板 11 上使氮化物半導體層 13 成長時，可促進氮化物半導體層 13 之島狀成長，可使因氮化物半導體層 13 之結晶中的差排彼此之會合所造成的消滅增加，達到氮化物半導體層 13 之低差排化。又，在使用氮化物半導體模板 10 形成藍色發光二極體(藍色 LED)等之發光元件時，可使發光元件之光取出效率提升。

【0023】在設有凸部 14 之藍寶石基板 11 上，作為緩衝層 12，使例如氮化鎵(GaN)層、氮化鋁(AlN)層等依例如 600℃以下之低溫的成長溫度進行成長而形成。又，緩衝層 12 亦可為依例如 1000℃以上之高溫的成長溫度所成長的 AlN 層等。

【0024】緩衝層 12 係形成為較凸部 14 之頂端寬度 w 更厚，且為 11nm 以上 400nm 以下的厚度。凸部 14 之頂端寬度 w 係與凸部 14 之頂部之曲率半徑呈關聯、相關的長度，視凸部 14 頂部上方而規定進行成長之緩衝層 12 的形狀。作為緩衝層 12 之厚度，可設為凸部 14 之頂部上方之緩衝層 12 的厚度，或未形成凸部 14 之藍寶石基板 11 之表面 11a 上的緩衝層 12 之厚度。

【0025】又，在上述位置等之實際之緩衝層 12 的厚度測定、管理困難時，亦可依以下所示之簡易方法，進行緩衝層 12 之厚度的形成、管理。亦即，求得使在未形成凸部 14 之平坦之藍寶石基板(以下亦稱為「平坦基板」)上所形成的緩衝層(以下亦稱為「平坦緩衝層」)的厚度，成為較凸部 14 之頂端寬度 w 更厚且 11nm 以上 400nm 以下的成長條件(例如既定之氣體的供給流量及成長時間等)，依與此成長條件相同之成長條件，在本實施形態之形成有凸部 14 之藍寶石基板 11 上使緩衝層 12 成長形成。此時，亦可考慮在平坦藍寶石基板上所成長之平坦緩衝層、與在形成有凸部 14 之藍寶石基板 11 上所成長之緩衝層 12 間的成長速度差異，調整上述成長條件。

【0026】藉由將緩衝層 12 設為上述厚度，可抑制氮化物半導體層 13 之表面凹坑的發生，可提升結晶性。亦即，藉由使緩衝層 12 厚度較凸部 14 之頂端寬度 w 更厚，或於平坦緩衝層之厚度較凸

部 14 之頂端寬度 w 更厚的成長條件下，使緩衝層 12 成長形成，則緩衝層 12 係於凸部 14 之頂端部較其他位置更厚地形成，成為無原子階的穩定結晶面。亦即，凸部 14 之頂端部的緩衝層 12 的形狀，係成為由低指數晶面所包圍之前端尖凸的形狀。藉此，可抑制於氮化物半導體層 13 發生極性反轉之反轉區塊(ID)的情況。其結果，可於氮化物半導體模板 10 表面、亦即氮化物半導體層 13 之表面抑制成為裝置動作障礙的表面凹坑發生。

【0027】若緩衝層 12 係形成為未滿 11nm 之厚度、或於平坦緩衝層之厚度成為未滿 11nm 的成長條件下所成長形成，則由於緩衝層 12 所進行之藍寶石基板 11 表面的被覆率變低，故未能獲得抑制表面凹坑發生的效果。另一方面，即使緩衝層 12 之厚度較凸部 14 之頂端寬度 w 更厚，但若緩衝層 12 形成為超過 400nm 之厚度，或於平坦緩衝層之厚度成為超過 400nm 的成長條件下所成長形成，則由於緩衝層 12 本身之結晶品質降低，故無法抑制氮化物半導體模板 10 的表面凹坑發生。從而，將緩衝層 12 之厚度設為 11nm 以上 400nm 以下的厚度。

【0028】於此，凸部 14 之頂端寬度 w 係定義如下。亦即，如圖 2 所示，在所測定之藍寶石基板 11 表面之凸部 14 之外形線(包含凸部 14 頂點之縱剖面的輪廓線)16 中，於凸部 14 之高度 h 之一半的位置(h/2)點的 2 條接線 L_1、L_2(接線 L_1、L_2 係於點 T_3 相交)，以及與凸部 14 之外形線 16 之頂點 T_0 相接、並與藍寶石基板 11 之未形成凸部 14 之表面 11a 平行的平行線 L_3 形成三角形 $T_1T_2T_3$，將此三角形之底邊 T_1T_2 的長度定義為凸部 14 之頂端寬度 w。

【0029】如圖 3 所示，凸部 14 之外形線 16 的測定，係藉由原

子間力顯微鏡(AFM)，使用經尖銳化的探針 15，使探針 15 沿著凸部 14 移動而進行。凸部 14 之形狀(外形線 16)的測定，係例如於一凸部 14 上之複數位置讀取探針 15 之前端的位置資訊，將各資訊分別繪圖而進行。於凸部 14 之外形線 16 的測定時，作為探針 15，可使用例如藉由蝕刻使前端之曲率半徑尖銳化為 10nm 左右的矽製等探針，或由直徑為 1nm 左右之碳奈米管所形成的探針。藉此，即使在形成於藍寶石基板 11 上之凸部 14 的曲率半徑(凸部 14 之頂端寬度 w)較小的情況，仍可精密測定凸部 14 之頂端部(前端)的外形。

【0030】相對於此，於習知之 AFM 測定或 SEM(掃描型電子顯微鏡)測定中，由於有 nm 等級之檢測困難的情形，故有無法精密地測定凸部 14 之頂端部外形的情形。例如 AFM 測定時，探針前端之曲率半徑通常大多為數 100nm。因此，如圖 6 所示，於 AFM 測定時，若欲對例如曲率半徑為數 100nm 左右或其以下之凸部 14 之頂端部進行測定，將觀察到較圖 6 中實線所示之實際凸部 14 外形更大、反映出圖 6 中由單點虛線所示般之探針 15'的前端形狀的外形線 16'。又，於 SEM 測定中，基本上難以獲得通過藍寶石基板 11 之凸部 14 之頂端的剖面。

【0031】由圖 1 所示，於緩衝層 12 上係使既定厚度(例如 4μm)之氮化物半導體層 13 成長形成。亦即，氮化物半導體層 13 係於緩衝層 12 上成長為其表面平坦為止。作為氮化物半導體層 13，可使例如氮化鎵(GaN)層、氮化鎵鋁(AlGaN)層、氮化銦鋁鎵(InAlGaN)層等成長。

【0032】緩衝層 12 及氮化物半導體層 13 可藉由氣相成長法於藍寶石基板 11 上成長形成。作為氣相成長法，例如有氫化物氣相

磊晶(HVPE：Hydride Vapor Phase Epitaxy)法、有機金屬氣相磊晶(MOVPE：Metal-Organic Vapor Phase Epitaxy)法。或可使用分子束磊晶(MBE：Molecular Beam Epitaxy)法。HVPE 法由於在藍寶石基板 11 上使結晶成長的成長速度快，故若使用 HVPE 法，可縮短氮化物半導體模板 10 之製造時間。從而，可減低製造成本。

【0033】於此，使用圖 4 說明於藍寶石基板 11 上使緩衝層 12 及氮化物半導體層 13 成長形成的氫化物氣相磊晶裝置(HVPE 裝置)30。圖 4 表示 HVPE 裝置 30 的概略構成圖。

【0034】如圖 4 所示，HVPE 裝置 30 係具備例如由石英等所構成之反應爐 31。於反應爐 31 外周，設有對反應爐 31 內進行加熱之第 1 加熱器 32 及第 2 加熱器 33。主要藉由第 1 加熱器 32 所加熱之反應爐 31 內的區域，係發揮作為原料部 34 的機能，主要藉由第 2 加熱器 33 所加熱之反應爐 31 內的區域，係發揮作為成長部 35 的機能。原料部 34 係藉第 1 加熱器 32 加熱成為例如 600℃~900℃，使後述反應氣體與鎵(Ga)或鋁(Al)反應而生成原料氣體的空間。又，成長部 35 係藉第 2 加熱器 33 加熱成為例如 500℃~1200℃左右，使由後述第 1 之 III 族原料氣體供給管 40 或第 2 之 III 族原料氣體供給管 41 對反應爐 31 內供給之 III 族原料氣體、與由後述 V 族原料氣體供給管 39 對反應爐 31 內供給之 V 族原料氣體反應，於藍寶石基板 11 上例如使 GaN 層成長作為氮化物半導體層 13 的空間。又，第 2 加熱器 33 之加熱溫度係成為成長溫度。

【0035】於反應爐 31 內之成長部 35，設有作為在反應爐 31 內支撐藍寶石基板 11 之基板支撐部的基座 36。藍寶石基板 11 係以成長面與氣體供給口相對向的方式被支撐於基座 36 上。基座 36 係

由例如碳所構成，表面以碳化矽(SiC)覆蓋。於基座 36，設有例如由高純度之石英所形成的旋轉軸 37。其構成為藉由使旋轉軸 37 旋轉，使藍寶石基板 11 與基座 36 一起依既定速度(例如 3r/min~100r/min)進行旋轉。

【0036】於反應爐 31，分別設置摻雜氣體供給管 38、V 族原料氣體供給管 39、第 1 之 III 族原料氣體供給管 40、第 2 之 III 族原料氣體供給管 41。摻雜氣體氣體供給管 38、V 族原料氣體供給管 39、第 1 之 III 族原料氣體供給管 40、第 2 之 III 族原料氣體供給管 41 係分別由例如高純度之石英所形成，且分別設有進行對反應爐 31 之氣體的供給、停止的閥(未圖示)。

【0037】於摻雜氣體供給管 38 之上游側，連接摻雜氣體供給源(未圖示)。由摻雜氣體供給管 38，係使作為摻雜氣體之例如藉由氮(N_2)氣、氫(H_2)氣、或 N_2 氣體與 H_2 氣體之混合氣體等稀釋為既定濃度(例如 100ppm)的二氯矽烷(SiH_2Cl_2)氣體供給至反應爐 31 內的成長部 35。作為 Si 摻雜原料氣體，其他亦可使用例如 $SiHCl_3$ 氣體、SiH_3Cl 氣體、$SiCl_4$ 氣體。

【0038】尚且，在未進行摻雜時，由摻雜氣體供給管 38 亦可將例如 H_2 氣體、N_2 氣體、或 H_2 氣體與 N_2 氣體的混合氣體供給至反應爐 31 內。又，在藍寶石基板 11 上使例如氮化物半導體層 13 成長後，亦可由摻雜氣體供給管 38 將例如 HCl 氣體或 H_2 氣體、N_2 氣體等供給至反應爐 31 內，作為進行附著於反應爐 31 內之附著物等之去除的清潔氣體。

【0039】於 V 族原料氣體供給管 39 之上游側，連接 V 族原料氣體供給源(未圖示)。由 V 族原料氣體供給管 39，使作為 V 族原

料氣體之例如氨(NH_3)氣等供給至反應爐 31 內之成長部 35。

【0040】由 V 族原料氣體供給管 39，亦可例如與 V 族原料氣體並行地，供給作為載體氣體之例如 H_2 氣體、N_2 氣體、或此等之混合氣體。又，由 V 族原料氣體供給管 39，亦可僅將載體氣體供給至反應爐 31 內。

【0041】於第 1 之 III 族原料氣體供給管 40 之反應爐 31 內的原料部 34，設置貯存 Ga(融液)的 Ga 槽 42，同時於第 1 之 III 族原料氣體供給管 40 的上游側係連接反應氣體供給源(未圖示)。Ga 槽 42 可由例如高純度之石英所形成。由第 1 之 III 族原料氣體供給管 40，首先將作為原料氣體之例如氯化氫(HCl)氣體供給至 Ga 槽 42 內。藉由將反應氣體供給至 Ga 槽 42 內，生成屬於 III 族原料氣體的 GaCl 氣體。然後，由第 1 之 III 族原料氣體供給管 40，對反應爐 31 內之成長部 35 供給 GaCl 氣體。

【0042】尚且，由第 1 之 III 族氣體供給管 40，亦可與 III 族原料氣體並行地，供給作為載體氣體的例如 H_2 氣體、N_2 氣體、或此等之混合氣體。

【0043】於第 2 之 III 族原料氣體供給管 41 之反應爐 31 內的原料部 34，設置收容 Al(固體)的 Al 槽 43，同時於第 2 之 III 族原料氣體供給管 41 的上游側係連接反應氣體供給源(未圖示)。Al 槽 43 可由例如高純度之石英所形成。由第 2 之 III 族原料氣體供給管 41，首先將作為原料氣體之例如 HCl 氣體供給至 Al 槽 43 內。藉由將反應氣體供給至 Al 槽 43 內，生成屬於 III 族原料氣體的 AlCl 氣體。然後，由第 2 之 III 族原料氣體供給管 41，對反應爐 31 內之成長部 35 供給 AlCl 氣體。

【0044】尚且，由第 2 之 III 族氣體供給管 41，亦可與 III 族原料氣體並行地，供給作為載體氣體的例如 H_2 氣體、N_2 氣體、或此等之混合氣體。

【0045】於反應爐 31 之成長部 35 的下游側，係連接排氣管 44。排氣管 44 係構成為將反應爐 31 內之氣體排出至反應爐 31 外。

【0046】藉由使用此種 HVPE 裝置 30，可於藍寶石基板 11 上使緩衝層 12 或氮化物半導體層 13 進行氫化物氣相成長而形成。藉此，可提升氮化物半導體的成長速度。

【0047】

(2) 氮化物半導體模板之製造方法

接著，說明本發明一實施形態之上述氮化物半導體模板 10 的製造方法。又，本實施形態中，係針對例如使用圖 4 所示之 HVPE 裝置 30 製造氮化物半導體模板 10 的情況進行說明。

【0048】

(凸部形成步驟)

本實施形態之氮化物半導體模板 10 的製造方法中，首先，準備例如表面平坦的藍寶石基板 11。然後，對藍寶石基板 11 施行凹凸加工，在成為緩衝層 12 所成長之藍寶石基板 11 之成長面的表面，使既定之凸部 14 配置為格子狀而形成。

【0049】凸部 14 係例如藉由光刻及乾式蝕刻所形成。亦即，首先，於藍寶石基板 11 表面形成光阻圖案。作為一例，於經鏡面研磨之 C 面藍寶石基板之表面全面，塗佈光阻劑後，藉由光刻進行圖案曝光、顯影，於表面上形成使圓柱狀之光阻劑配置為格子狀的光阻圖案。接著，將上述形成了光阻圖案的藍寶石基板 11，使用加

熱板進行烘烤，對光阻劑進行加熱。於此烘烤步驟中，隨著光阻劑中多餘的有機溶劑蒸發，原本呈圓柱狀之光阻係變化為半球狀的光阻。其次，對形成了半球狀光阻之藍寶石基板 11 的表面進行乾式蝕刻。乾式蝕刻步驟中，作為一例，係使用電漿蝕刻裝置，於電漿蝕刻裝置之反應室內設置藍寶石基板 11，對反應室內供給含氯之反應性氣體，利用在反應室內所生成之反應性氣體電漿，對藍寶石基板 11 表面進行乾式蝕刻。藉由此乾式蝕刻，於藍寶石基板 11 表面使圓錐狀之凸部 14 配置為格子狀而形成。藉由改變光刻及乾式蝕刻之條件、例如蝕刻時間，可變更在藍寶石基板 11 上所形成之凸部 14 之曲率半徑或頂端寬度 w。

【0050】

(凸部之頂端寬度算出步驟)

在凸部形成步驟結束後，對凸部 14 之外形進行 AFM 測定，由凸部 14 之外形測定結果算出(測定) 凸部 14 之頂端寬度 w。

【0051】亦即，首先，如圖 3 所示，使用前端之曲率半徑小的探針 15，沿著至少一個凸部 14 使探針 15 移動。然後，藉由於凸部 14 上之複數處讀取探針 15 的位置資訊並繪圖，而測定包含凸部 14 之頂端的剖面的外形(外形線 16)。作為探針 15，可使用例如藉由蝕刻使前端之曲率半徑尖銳化為 10nm 左右的探針，或由直徑 1nm 左右之碳奈米管所形成的探針。藉此，即使在形成於藍寶石基板 11 上之凸部 14 的曲率半徑較小的情況，仍可精密地測定凸部 14 之頂端部(前端)的形狀。

【0052】測定凸部 14 之外形(外形線 16)後，如圖 2 所示，由所測定之外形(外形線 16)求取凸部 14 之高度 h。然後，求得以凸部

14 之高度 h 之一半位置(h/2)為接點的 2 條接線 L_1、L_2，並求得 2 條接線 L_1、L_2的交點 T_3。接著，檢測出凸部 14 之外形線 16 的頂點 T_0，求得與頂點 T_0相接、並與藍寶石基板 11 之未形成凸部 14 之表面 11a 呈平行的平行線 L_3。然後，求得由 2 條之接線 L_1、L_2與平行線L_3所形成之三角形$T_1T_2T_3$的底邊T_1T_2長度。將此底邊T_1T_2的長度定義為凸部 14 之頂端寬度 w。

【0053】

(基板搬入步驟)

在凸部之頂端寬度算出步驟結束後，將形成了凸部 14 的藍寶石基板 11 搬入至反應爐 31 內，載置於基座 36 上。

【0054】

(緩衝層形成步驟)

於形成了凸部 14 之藍寶石基板 11 的面上，作為緩衝層 12，使較由上述凸部之頂端寬度算出步驟中所算出之凸部 14 之頂端寬度 w 更厚、為 11nm 以上且 400nm 以下之厚度的 AlN 層成長而形成。此時，係依在未形成凸部 14 之平坦藍寶石基板上所形成時的緩衝層厚度成為較由上述凸部之頂端寬度算出步驟中所算出之凸部 14 之頂端寬度 w 更厚、成為 11nm 以上且 400nm 以下的成長條件，使緩衝層 12 成長形成。

【0055】藉此，使緩衝層 12 於凸部 14 之頂端部形成為較其他處更厚，可形成為無原子階的穩定結晶面。亦即，可使凸部 14 之頂端部的緩衝層 12 的形狀，成為由低指數晶面所包圍的前端尖凸的形狀。從而，可於凸部 14 之頂部上方之氮化物半導體層 13 抑制極性反轉之反轉區塊(ID)發生。其結果，於氮化物半導體模板 10

之表面、亦即氮化物半導體層 13 之表面，可抑制成為裝置動作障礙的表面凹坑的發生。

【0056】亦即，首先，藉第 2 加熱器 33 將藍寶石基板 11 加熱為既定溫度(例如 600℃以下、或 1000℃以上)，並藉第 1 加熱器 32 對反應爐 31 之原料部 34 進行加熱。在藍寶石基板 11 到達既定溫度、且反應爐 31 之原料部 34 到達既定溫度後，由排氣管 44 進行排氣，開始對第 2 之 III 族原料氣體供給管 41 內供給屬於反應氣體之 HCl 氣體，對 Al 槽 43 內供給 HCl 氣體，開始生成 AlCl 氣體。然後，由第 2 之 III 族原料氣體供給管 41，將 AlCl 氣體供給至反應爐 31 內。與對反應爐 31 之 AlCl 氣體供給並行地，由 V 族原料氣體供給管 39 將作為 V 族原料氣體之 NH_3 氣體供給至反應爐 31 內。此時，於第 2 之 III 族原料氣體供給管 41、V 族原料氣體供給管 39，可流通作為載體之例如 H_2 氣體、N_2 氣體。然後，於反應爐 31 內之成長部 35，使屬於 III 族原料氣體之 AlCl 氣體、與屬於 V 族原料氣體之 NH_3 氣體反應，於藍寶石基板 11 上使作為既定厚度之緩衝層 12 的 AlN 層成長形成。在作為緩衝層 12 之 AlN 層的厚度達到既定厚度後，停止 AlCl 氣體及 NH_3 氣體對反應爐 31 內的供給。又，由第 1 加熱器 32 及第 2 加熱器 33 所進行之反應爐 31 內加熱係設為持續進行。

【0057】

(氮化物半導體層形成步驟)

在緩衝層形成步驟結束後，於作為緩衝層 12 之 AlN 層上，使既定厚度(例如 4μm 以上且 50μm 以下)之 GaN 層成長形成作為氮化物半導體層 13。

【0058】亦即，一邊由排氣管 44 進行排氣，開始對第 1 之 III 族原料氣體供給管 40 內供給屬於反應氣體之 HCl 氣體，對 Ga 槽 42 內供給 HCl 氣體，開始生成屬於 III 族原料氣體之 GaCl 氣體。然後，由第 1 之 III 族原料氣體供給管 40，將 GaCl 氣體供給至反應爐 31 內。與對反應爐 31 內之 GaCl 氣體供給並行地，由 V 族原料氣體供給管 39 將作為 V 族原料氣體之 NH_3 氣體供給至反應爐 31 內。此時，於第 1 之 III 族原料氣體供給管 40、V 族原料氣體供給管 39，可流通作為載體之例如 H_2 氣體、N_2 氣體。然後，於反應爐 31 內之成長部 35，使屬於 III 族原料氣體之 GaCl 氣體、與屬於 V 族原料氣體之 NH_3 氣體反應，於藍寶石基板 11 上使屬於未添加(摻雜)添加物之未摻雜層的既定厚度之 GaN 層成長形成作為氮化物半導體層 13。在 GaN 層的厚度達到既定厚度後，停止 GaCl 氣體對反應爐 31 內的供給。

【0059】尚且，藉由並行地進行對反應爐 31 內之 GaCl 氣體供給及 NH_3 氣體供給，亦可由摻雜氣體供給管 38，供給例如將 SiH_2Cl_2 氣體藉氮(N_2)氣等所稀釋之氣體作為摻雜氣體。亦即，亦可於反應爐 31 內之成長部 35 一邊使屬於 III 族原料氣體之 GaCl 氣體、與屬於 V 族原料氣體之 NH_3 氣體反應，一邊添加(摻雜)Si 作為雜質。此時，形成 Si 摻雜之 n 型 GaN 層作為氮化物半導體層 13。在 n 型之 GaN 層厚度到達既定厚度後，停止 GaCl 氣體及摻雜氣體對反應爐 31 內的供給。

【0060】

(迫淨步驟)

在停止 GaCl 氣體對反應爐 31 內的供給後，由第 1 之 III 族原

料氣體供給管 40、第 2 之 III 族原料氣體供給管 41 之至少任一者，開始供給例如 N_2 氣體等惰性氣體。藉此，藉 N_2 氣體對反應爐 31 進行迫淨，將殘留於反應爐 31 內之殘留氣體或反應生成物去除。又，在維持繼續對反應爐 31 內供給惰性氣體及 NH_3 氣體之下，停止由第 1 加熱器 32 及第 2 加熱器 33 所進行之反應爐 31 內之加熱，使反應爐 31 及藍寶石基板 11 降溫。反應爐 31 內之溫度降溫至形成於藍寶石基板 11 上之 GaN 層不致再蒸發的溫度(例如 500℃左右)後，於維持對反應爐 31 內供給惰性氣體之下，停止 NH_3 氣體之供給。然後，在反應爐 31 內降溫至室溫附近後，停止對反應爐 31 供給惰性氣體。

【0061】

(基板搬出步驟)

在迫淨步驟結束後，由基座 36 卸下藍寶石基板 11，將藍寶石基板 11 搬出至反應爐 31 外，結束本實施形態之氮化物半導體模板 10 的製造步驟。

【0062】

(3)發光元件

接著，主要使用圖 5 說明使用了上述氮化物半導體模板 10 之發光元件 50。圖 5 為本實施形態之發光元件 50 的剖面概略圖。

【0063】如圖 5 所示，發光元件 50 係構成為於氮化物半導體模板 10 上具備發光部。亦即，發光元件 50 係於氮化物半導體模板 10 上，依序使 n 型半導體層 51、發光層 52、與 p 型半導體層 53 成長形成作為發光部。

【0064】作為 n 型半導體層 51，係例如使 n 型 GaN 層成長形

成。n 型半導體層 51 亦可依既定濃度含有既定之 n 型雜質。作為 n 型雜質，可使用例如矽(Si)、硒(Se)、碲(Te)等。n 型半導體層 51 之厚度可為例如 0.2μm 以上且 15μm 以下左右。

【0065】發光層 52 可由含有阻蔽層與井層之多量子井(MQW：Multiple Quantum Well)層所構成。亦即，發光層 52 係具有例如以 InGaN 層作為井層，以能帶隙較此井層大之例如 GaN 層作為阻蔽層，使井層與阻蔽層一層層交替積層的多量子井(MQW)構造。又，發光層 52 亦可作成為單一量子井(SQW)構造。又，發光層 52 亦可由未進行雜質添加之未摻雜化合物半導體所構成。發光層 52 之厚度可為數 100nm 左右。

【0066】作為 p 型半導體層 53，係例如使 p 型 AlGaN 層或 p 型 GaN 層於發光層 52 上成長形成。又，作為 p 型半導體層 53，可例如使 p 型 AlGaN 層與 p 型 GaN 層、由發光層 52 側起依序成長形成。p 型半導體層 53 係分別依既定濃度含有既定之 p 型雜質。作為 p 型雜質，可使用例如鎂(Mg)、鋅(Zn)、碳(C)等。p 型半導體層 53 之厚度可為例如 200nm 以上且 500nm 以下。

【0067】尚且，作為 n 型半導體層 51、發光層 52、p 型半導體層 53 之成長方法，可使用各種氣相成長法。例如可使用有機金屬化合物氣相磊晶法(MOVPE 法)、分子射線磊晶法(MBE 法)、氫化物氣相磊晶法(HVPE 法)。其中，若使用 MOVPE 法，可得到結晶性更佳者。

【0068】於 p 型半導體層 53 之表面上，設有第 1 電極 54。第 1 電極 54 可由 p 型半導體層 53 起依序使例如鎳(Ni)層、金(Au)層積層而構成。

【0069】於第 1 電極 54 上，形成有電極墊 55。電極墊 55 係形成為小於第 1 電極 54。電極墊 55 亦可形成為與第 1 電極 54 為略相同形狀。電極墊 55 可由第 1 電極 54 側起依序積層例如鈦(Ti)層、Au 層而構成。電極墊 55 係構成為例如打線接合用電極墊。

【0070】於發光部，係形成使氮化物半導體模板 10 之表面、亦即氮化物半導體層 13 露出的露出區域 56。於露出區域 56，設有第 2 電極 57。第 2 電極 57 可由 n 型之氮化物半導體層 13 側起依序積層例如 Ti 層、鋁(Al)層而構成。第 2 電極 57 係構成為例如打線接合用電極。

【0071】

(4)發光元件之製造方法

接著，說明本實施形態之發光元件的製造方法。

【0072】

(發光部形成步驟)

於氮化物半導體模板 10 上，使發光部成長形成。亦即，首先，於氮化物半導體層 13 表面上，將作為 n 型半導體層 51 之例如 n 型 GaN 層；接著於 n 型半導體層 51 上將作為發光層 52 之由井層之 InGaN 層與阻蔽層之 GaN 層所構成的 MQW 層；然後於發光層 52 上，由發光層 52 之側起依序將作為 p 型半導體層 53 之 p 型 AlGaN 層與 p 型 GaN 層；藉由例如 MOVPE 法進行成長形成。

【0073】

(露出區域形成步驟)

接著，於形成在氮化物半導體模板 10 上的發光部，形成使氮化物半導體模板 10(氮化物半導體層 13)露出的露出區域 56。亦即，

在發光部上面、亦即 p 型半導體層 53 上面之既定位置，形成光阻圖案。接著，以光阻圖案作為遮罩，將 p 型半導體層 53、發光層 52 及 n 型半導體層 51 藉由蝕刻(例如 RIE(Reactive Ion Etching))部分去除。又，p 型半導體層 53、發光層 52、n 型半導體層 51 之蝕刻，可同時進行、亦可分別進行。藉此，於發光部之既定位置，形成使氮化物半導體模板 10 露出的露出區域 56。又，露出區域 56 亦可例如如圖 5 所示般，除了 p 型半導體層 53、發光層 52、n 型半導體層 51 之外，於氮化物半導體模板 10 所具備之氮化物半導體層 13 的既定位置亦進行蝕刻，設置既定深度之凹部。

【0074】

(第 1 電極形成步驟)

接著，於 p 型半導體層 53 之上面之一部分，形成第 1 電極 54。具體而言，例如使用光刻法於 p 型半導體層 53 上形成既定形狀之光阻圖案。接著，藉由真空蒸鍍法或濺鍍法等，將例如 Ni、Au 依此順序蒸鍍後，藉掀離(lift off)法去除光阻圖案。藉此，於 p 型半導體層 53 之上面之一部分形成既定形狀之第 1 電極 54。

【0075】接著，藉由例如光刻法及使用了真空蒸鍍法或濺鍍法等的掀離法，於第 1 電極 54 上，將例如 Ti 與 Au 依此順序進行蒸鍍，形成電極墊 55。

【0076】

(第 2 電極形成步驟)

接著，於由露出區域 56 所露出之氮化物半導體模板 10(亦即氮化物半導體層 13)上之一部分，形成第 2 電極 57。具體而言，例如使用光刻法於由露出區域 56 所露出之氮化物半導體層 13 上形成既

定形狀之光阻圖案。接著，藉由真空蒸鍍法或濺鍍法等，將例如Ti、Al依此順序蒸鍍後，藉掀離(lift off)法去除光阻圖案。藉此，於由露出區域56所露出之氮化物半導體層13上之一部分形成既定形狀之第2電極57。

【0077】其後，藉由進行晶片化等，得到本實施形態之發光元件50。

【0078】

(5)本實施形態之效果

根據本實施形態，發揮以下所示之1種或複數種效果。

【0079】根據本實施形態，氮化物半導體模板10係具備：使圓錐狀或角錐狀之凸部14於表面配置為格子狀而形成的藍寶石基板11；緩衝層12；與氮化物半導體層13。緩衝層12係形成為較凸部14之頂端寬度w更厚、且11nm以上並400nm以下的厚度。或者，緩衝層12係於平坦緩衝層之厚度成為較凸部14之頂端寬度w更厚、且成為11nm以上並400nm以下的成長條件下所成長形成。藉此，可抑制氮化物半導體模板10之氮化物半導體層13的ID及表面凹坑的發生。

【0080】若緩衝層12形成為較凸部14之頂端寬度w更厚，或緩衝層12為於平坦緩衝層之厚度成為較凸部14之頂端寬度w更厚之成長條件下所成長形成，則緩衝層12係於凸部14之頂端部形成為較其他處更厚，成為無原子階的穩定結晶面。亦即，凸部14之頂端部的緩衝層12的形狀，係成為由低指數晶面所包圍之前端尖凸的形狀。從而，可抑制於氮化物半導體層13發生極性反轉之反轉區塊(ID)的情況，可抑制表面凹坑發生。

【0081】又，藉由使緩衝層 12 形成為 11nm 以上且 400nm 以下之厚度，或於平坦緩衝層之厚度成為 11nm 以上且 400nm 以下之成長條件下使緩衝層 12 成長形成，則可抑制緩衝層 12 之被覆率降低或結晶品質降低，得到抑制 ID 或表面凹坑發生的效果。

【0082】

(其他實施形態)

以上具體說明了本發明之一實施形態，但本發明並不限定於上述實施形態，在不脫離其要旨的範圍內可進行各種變更。

【0083】上述實施形態中，雖藉由 HVPE 法於藍寶石基板 11 上依序使緩衝層 12 與氮化物半導體層 13 而形成氮化物半導體模板 10，但並不限定於此。此外，亦可藉由 MOVPE 法於藍寶石基板 11 上使緩衝層 12 與氮化物半導體層 13 成長。藉此，可提升緩衝層 12、氮化物半導體層 13 的結晶性。

[實施例]

【0084】接著說明本發明之實施例，但本發明並不限定於此等實施例。

【0085】

(試料之製作)

本實施例中，係於厚度 900μm、直徑 100mm(4 吋)之經鏡面研磨的 C 面藍寶石基板的表面，藉由光刻及乾式蝕刻，使圓錐狀之凸部 14 配置為三角格子狀而形成。藉由改變光刻及乾式蝕刻的條件，調整凸部 14 之形狀、尺寸。又，尤其藉由改變乾式蝕刻之蝕刻時間，調整凸部 14 之頂端寬度 w，製作凸部 14 之頂端寬度 w 為 5nm~870nm 之範圍的各種藍寶石基板 11。

【0086】接著，使用圖 4 所示之 HVPE 裝置 30，於具有各種頂端寬度 w 的上述藍寶石基板 11 上，依平坦緩衝層之厚度成為 2nm~600nm 的成長條件，形成 AlN 之緩衝層 12。所謂平坦緩衝層之厚度，係指未形成凸部 14 之平坦藍寶石基板上所形成的緩衝層厚度。然後，於 AlN 之緩衝層 12 上使既定厚度(4μm)之 GaN 之氮化物半導體層 13 成長形成，製作氮化物半導體模板 10。

【0087】亦即，首先，於基座 36 上載置藍寶石基板 11。然後，使旋轉軸 37 旋轉，開始基座 36 的旋轉。接著，由摻雜氣體供給管 38、V 族原料氣體供給管 39、第 1 之 III 族原料氣體供給管 40、或第 2 之 III 族原料氣體供給管 41 之任一者，一邊將 3sml 之氫(H_2)氣與 7sml 之氮(N_2)氣的混合氣體供給至反應爐 31 內，一邊藉由第 1 加熱器 32，將反應爐 31 內之原料部 34 加熱至約 850℃，藉由第 2 加熱器 33，將藍寶石基板 11(反應爐 31 內之成長部 35)加熱至約 1000℃，保持 10 分鐘。此時，反應爐 31 內之壓力設為常壓(1 大氣壓)。

【0088】在藍寶石基板 11 到達既定溫度(例如 1000℃)後，由第 2 之 III 族原料氣體供給管 41，將 50sccm 之氯化氫(HCl)氣體供給至 Al 槽 43 內，生成屬於 III 族原料氣體的 AlCl 氣體。然後，將 AlCl 氣體供給至反應爐 31 內。尚且，於第 2 之 III 族原料氣體供給管 41 中，係與 HCl 氣體一起流通作為載體氣體的 2slm 之 H_2 氣體、與 1slm 之 N_2 氣體。與由第 2 之 III 族原料氣體供給管 41 對反應爐 31 之 AlCl 氣體供給並行地，由 V 族原料氣體供給管 39 將作為 V 族原料氣體之 50sccm 之氨(NH_3)氣體供給至反應爐 31 內。尚且，於 V 族原料氣體供給管 39 係與 NH_3 氣體一起流通 1slm 之 H_2 氣體

作為載體氣體。然後，於反應爐 31 內之成長部 35，使屬於 III 族原料氣體之 AlCl 氣體、與屬於 V 族原料氣體之 NH_3 氣體反應，於藍寶石基板 11 上使 AlN 層成長。又，AlN 層之成長時間設為 1 秒~300 秒。藉此，依平坦緩衝層之厚度成為 2nm~600nm 的成長條件，於藍寶石基板 11 上使具有各種厚度之 AlN 的緩衝層 12 成長形成。

【0089】接著，在作為緩衝層 12 的 AlN 層上，使 GaN 層之氮化物半導體層 13 成長形成。由第 1 之 III 族原料氣體供給管 40 將 50sccm 之 HCl 氣體供給至 Ga 槽 42 內，生成屬於 III 族原料氣體之 GaCl 氣體。然後，將 GaCl 氣體供給至反應爐 31 內。尚且，於第 1 之 III 族原料氣體供給管 40 中，係與 HCl 氣體一起流通作為載體氣體的 2slm 之 H_2 氣體、與 1slm 之 N_2 氣體。與由第 1 之 III 族原料氣體供給管 40 對反應爐 31 內之 GaCl 氣體供給並行地，由 V 族原料氣體供給管 39 將作為 V 族原料氣體之 2slm 之氨(NH_3)氣體供給至反應爐 31 內。尚且，於 V 族原料氣體供給管 39 係與 NH_3 氣體一起流通 1slm 之 H_2 氣體作為載體氣體。然後，於反應爐 31 內之成長部 35，使屬於 III 族原料氣體之 GaCl 氣體、與屬於 V 族原料氣體之 NH_3 氣體反應，於 AlN 層上使作為氮化物半導體層 13 之既定厚度(4μm)的 GaN 層成長。又，GaN 層之成長時間設為 6 分鐘。

【0090】其後，停止由第 1 加熱器 32 及第 2 加熱器 33 所進行之反應爐 31 內的加熱。然後，由例如 V 族原料氣體供給管 39，一邊將 2slm 之 NH_3 氣體與 8slm 之 N_2 氣體供給至反應爐 31 內，一邊將藍寶石基板 11 之溫度冷卻至室溫附近，得到各種氮化物半導體模板 10。將此作為各種試料。

【0091】亦即，將各種試料如表 1 所示般，使凸部 14 之頂端

寬度 w 與平坦緩衝層之厚度進行各種變更而製作。

【0092】

(試料之評價)

針對此等各種試料，評價是否發生表面凹坑。然後，將在任意之 10mm 四方區域內可確認到之凹坑數為 0 個的試料設為「◎」，將在任意之 10mm 四方區域內可確認到之凹坑數為 1~2 個的試料設為「○」，將在任意之 10mm 四方區域內可確認到之凹坑數為 3 個以上的試料設為「×」，將各料之評價結果示於表 1。

【0093】 [表 1]

		平坦緩衝層之厚度(nm)														
		2	4	11	47	65	105	125	144	150	180	200	300	400	500	600
凸部之頂端寬度(nm)	5	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	10	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×
	45	×	×	×	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	×	×
	72	×	×	×	×	×	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	×	×
	120	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	◎	◎	○	×	×
	150	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	◎	○	×	×
	168	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	×	×
	211	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	×	×
	346	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×
	520	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	870	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

【0094】由表 1 可知，在形成了凸部 14 的藍寶石基板 11 上，於在平坦基板所形成之平坦緩衝層之厚度較凸部 14 之頂端寬度 w 更厚、且 11nm 以上並 400nm 以下的成長條件下，使緩衝層 12 成長而形成的試料的氮化物半導體模板 10，確認到可抑制表面凹坑發生。

【0095】另外，於如上述般製作之各種試料的氮化物半導體模板 10 上形成發光部，製作各種 LED。然後，對各種 LED 通電 20mA 的電流、測定 LED 之發光輸出並進行評價。其結果，使用表面凹坑之發生被抑制的氮化物半導體模板、亦即表 1 中之評價為「◎」及「○」的氮化物半導體模板所製作的 LED 的發光輸出，係與藉由 MOVPE 法所形成的 LED 的發光輸出為相同程度。亦即，確認到即使是使用藉 HVPE 法於藍寶石基板 11 上使緩衝層 12 與氮化物半導體層 13 成長形成的氮化物半導體模板 10 所製作的 LED，亦可獲得與藉由 MOVPE 法所製作之 LED 相同程度的發光輸出。尚且，所謂藉由 MOVPE 法所製作之 LED，係指在藉 MOVPE 法於藍寶石基板 11 上使緩衝層 12 與氮化物半導體層 13 成長形成而製作氮化物半導體模板 10 後，接著於氮化物半導體模板 10 上形成發光部而製成的 LED。相對於此，確認到使用發生了表面凹坑之氮化物半導體模板、亦即表 1 中評價為「×」之氮化物半導體模板所製作的 LED 的發光輸出，為藉由 MOVPE 法所製作之 LED 之發光輸出的一半以下。

【0096】另外，針對使用藉由 HVPE 法製成之氮化物半導體模板 10 所製作的各種 LED，以及藉由 MOVPE 法所製作的 LED，分別算出發光輸出之降低率並評價。亦即，針對各種 LED 及藉 MOVPE 法所製作之 LED，分別通電 60mA 之電流，測定通電開始時之發光

輸出、與通電 1000 小時後之發光輸出，算出通電 1000 小時後之發光輸出的降低率。其結果，使用表 1 中之評價為「○」之氮化物半導體模板 10 所製作的 LED 的發光輸出之降低率為約 10%，確認到與藉由 MOVPE 法所製作之 LED 的發光輸出之降低率為相同程度。又，使用表 1 中之評價為「◎」之氮化物半導體模板 10 所製作的 LED 的發光輸出之降低率為 5%以下，確認到較藉由 MOVPE 法所製作之 LED 的發光輸出之降低率更低。

【符號說明】

【0097】

10	氮化物半導體模板
11	藍寶石基板
11a	藍寶石基板之表面
12	緩衝層
13	氮化物半導體層
14	凸部
15、15'	探針
16、16'	外形線
30	HVPE 裝置
31	反應爐
32	第 1 加熱器
33	第 2 加熱器
34	原料部
35	成長部
36	基座

37	旋轉軸
38	摻雜氣體供給管
39	V 族原料氣體供給管
40	第 1 之 III 族原料氣體供給管
41	第 2 之 III 族原料氣體供給管
42	Ga 槽
43	Al 槽
44	排氣管
50	發光元件
51	n 型半導體層
52	發光層
53	p 型半導體層
54	第 1 電極
55	電極墊
56	露出區域
57	第 2 電極
L_1、L_2	接線
L_3	平行線
T_0	頂點
D	凸部底部之寬度
h	凸部高度
P	凸部間之間距
S	相鄰凸部之底部間距離
w	凸部之頂端寬度

申請專利範圍

1.一種氮化物半導體模板之製造方法，其特徵具有：在使圓錐狀或角錐狀之凸部於表面配置為格子狀而形成的藍寶石基板上，使緩衝層成長為較上述凸部之頂端寬度更厚、且為 11nm 以上 400nm 以下之厚度的步驟；與

於上述緩衝層上使氮化物半導體層成長形成的步驟。

2.如請求項 1 之氮化物半導體模板之製造方法，其中，於上述形成緩衝層的步驟中，

作為上述緩衝層，使 GaN 層或 AlN 層依 600℃以下之溫度成長。

3.如請求項 1 之氮化物半導體模板之製造方法，其中，於上述形成緩衝層的步驟中，

作為上述緩衝層，使 AlN 層依 1000℃以上之溫度成長。

4.如請求項 1 至 3 中任一項之氮化物半導體模板之製造方法，其中，於上述形成氮化物半導體層的步驟中，

作為上述氮化物半導體層，使 GaN 層、AlGaN 層、InAlGaN 層之任一者成長形成。

5.如請求項 1 至 4 中任一項之氮化物半導體模板之製造方法，其中，上述緩衝層及上述氮化物半導體層係藉由 HVPE 法或 MOVPE 法所成長。

圖式

圖 1

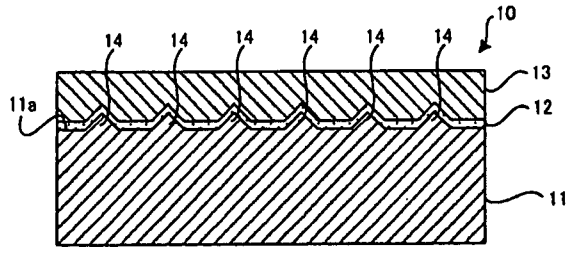

10
14
14
14
14
14
14
13
12
11a
11

圖 2

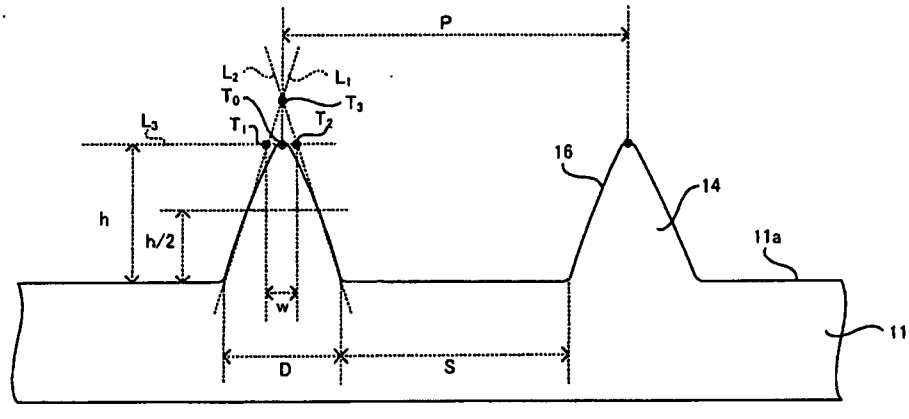

P
L2
L1
T0
T3
T1
T2
L3
h
h/2
w
D
S
16
14
11a
11

圖 3

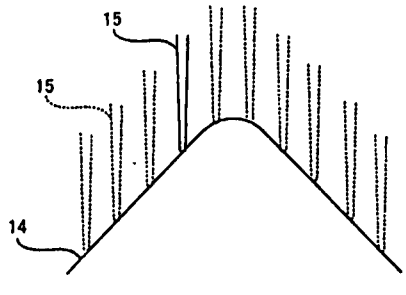

15
15
14

圖 4

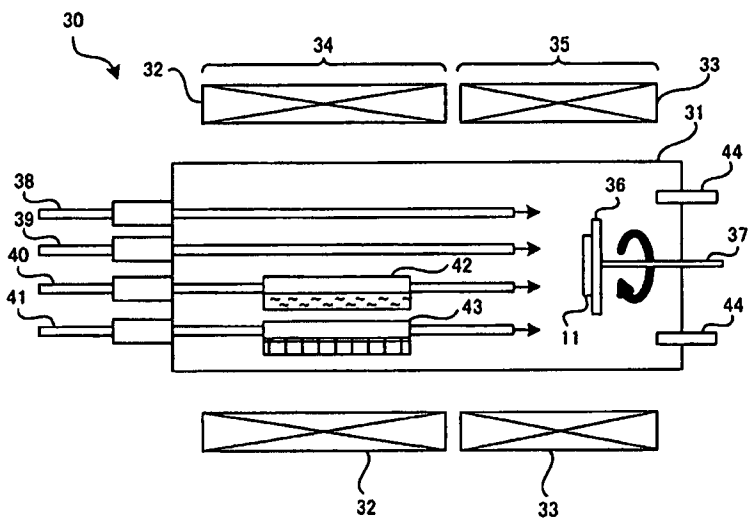

30
34
35
32
33
31
44
38
36
39
37
40
42
41
43
44
11
32
33

圖 5

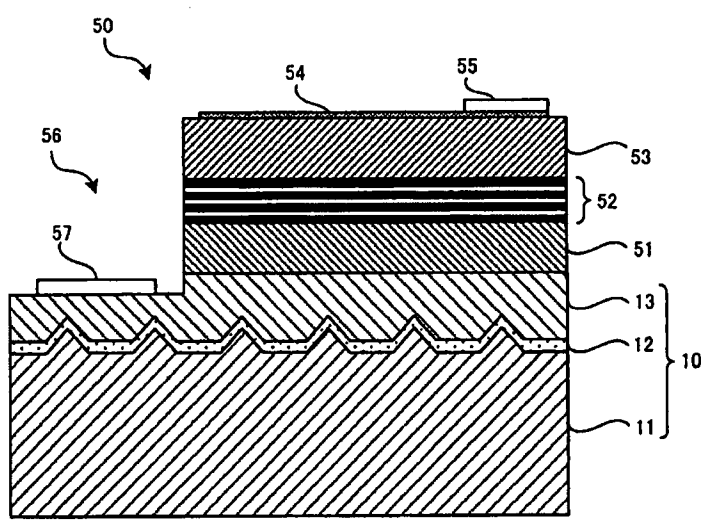
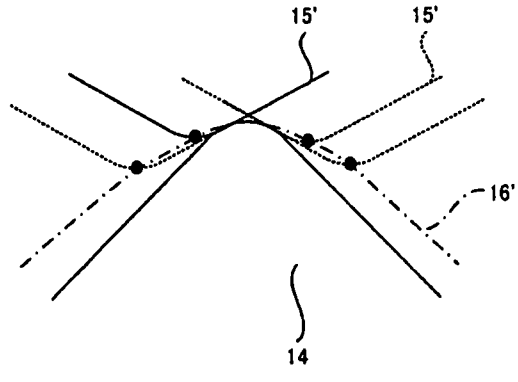

50
54
55
56
53
52
57
51
13
12
10
11

圖 6



37	旋轉軸
38	摻雜氣體供給管
39	V 族原料氣體供給管
40	第 1 之 III 族原料氣體供給管
41	第 2 之 III 族原料氣體供給管
42	Ga 槽
43	Al 槽
44	排氣管
50	發光元件
51	n 型半導體層
52	發光層
53	p 型半導體層
54	第 1 電極
55	電極墊
56	露出區域
57	第 2 電極
L_1、L_2	接線
L_3	平行線
T_0	頂點
D	凸部底部之寬度
h	凸部高度
P	凸部間之間距
S	相鄰凸部之底部間距離
w	凸部之頂端寬度

NOV 1 2 2015

申請專利範圍

1.一種氮化物半導體模板之製造方法，其特徵具有：在使圓錐狀或角錐狀之凸部於表面配置為格子狀而形成的藍寶石基板上，使緩衝層成長為較上述凸部之頂端寬度更厚、且為 11nm 以上 400nm 以下之厚度的步驟；與

於上述緩衝層上使氮化物半導體層成長形成的步驟。

2.如請求項 1 之氮化物半導體模板之製造方法，其中，於上述形成緩衝層的步驟中，

作為上述緩衝層，使 GaN 層或 AlN 層依 600℃以下之溫度成長。

3.如請求項 1 之氮化物半導體模板之製造方法，其中，於上述形成緩衝層的步驟中，

作為上述緩衝層，使 AlN 層依 1000℃以上之溫度成長。

4.如請求項 1 至 3 中任一項之氮化物半導體模板之製造方法，其中，於上述形成氮化物半導體層的步驟中，

作為上述氮化物半導體層，使 GaN 層、AlGaN 層、InAlGaN 層之任一者成長形成。

5.如請求項 1 至 3 中任一項之氮化物半導體模板之製造方法，其中，上述緩衝層及上述氮化物半導體層係藉由 HVPE 法或 MOVPE 法所成長。