



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I604512 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：103138109

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 06 月 16 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/205 (2006.01)**H01L29/15 (2006.01)*

(30)優先權：2007/06/15 美國

60/944,206

(71)申請人：美國加利福尼亞大學董事會 (美國) THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA (US)

美國

(72)發明人：平井朝子 HIRAI, ASAKO (JP)；賈中元 JIA, ZHONGYUAN (CN)；齊藤真 SAITO, MAKOTO (JP)；山田永 YAMADA, HISASHI (JP)；磯憲司 ISO, KENJI (JP)；丹巴爾斯 史蒂芬 P DENBAARS, STEVEN P. (US)；中村 秀治 NAKAMURA, SHUJI (US)；史貝克 詹姆士 S SPECK, JAMES S. (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2005/0245095A1

P. A. Grudowski et al., "The effect of substrate misorientation on the photoluminescence properties of GaN grown on sapphire by metalorganic chemical vapor deposition " , Appl. Phys. Lett. 69, 3626 (1996)

審查人員：陳建仲

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：6 共 22 頁

(54)名稱

非極性三族氮化物膜、使用其製造之裝置及生長其之方法

NONPOLAR III-NITRIDE FILM, DEVICE FABRICATED USING THE SAME AND METHOD FOR GROWING THE SAME

(57)摘要

本發明提供一種生長在一基板的一斜切角上之非極性三族氮化物膜，以用於抑制表面波動。該膜的表面形態經改良為具有一個朝向 a 軸方向的斜切角，其包括朝向 a 軸方向之 0.15° 或更大的斜切角及朝向 a 軸方向小於 30° 的斜切角。

A nonpolar III-nitride film grown on a miscut angle of a substrate, in order to suppress the surface undulations, is provided. The surface morphology of the film is improved with a miscut angle towards an a-axis direction comprising a 0.15° or greater miscut angle towards the a-axis direction and a less than 30° miscut angle towards the a-axis direction.

指定代表圖：

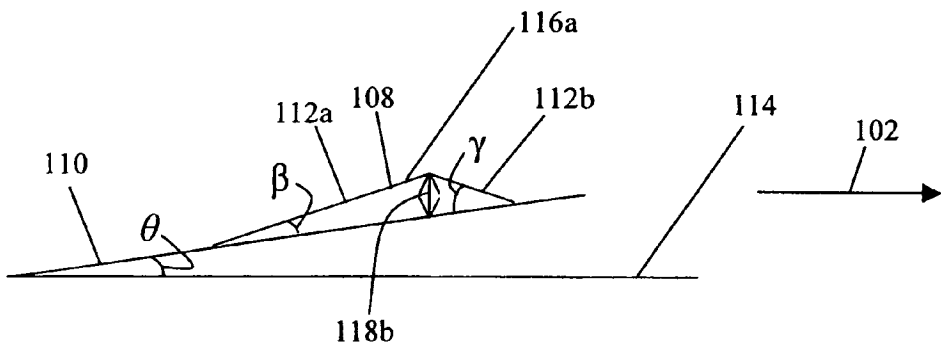


圖 1(b)

- 符號簡單說明：
- 102 . . . a 軸方向
 - 108 . . . GaN 膜
 - 110 . . . 表面
 - 112a . . . 角錐小平
面
 - 112b . . . 角錐小平
面
 - 114 . . . m 平面
 - 116a . . . 波動
 - 118b . . . 步高

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】

非極性三族氮化物膜、使用其製造之裝置及生長其之方法

NONPOLAR III-NITRIDE FILM, DEVICE FABRICATED USING
THE SAME AND METHOD FOR GROWING THE SAME

【技術領域】

本發明涉及一用於非極性 m 平面的平面膜的生長之技術，及更特定言之，涉及一用於沒有任何表面波動的極平滑的 m -GaN膜之生長的技術。

本申請案根據35 U.S.C. Section 119(e)之規定主張同在申請中及已共同讓與之美國臨時專利申請案第60/994,206號的權利，該案於2007年6月15日由Asako Hirai、Zhongyuan Jia、Makoto Saito、Hisashi Yamada、Kenji Iso、Steven P. DenBaars、Shuji Nakamura及James S. Speck申請，命名為"生長在斜切基板上之平面的非極性 m 平面群三族氮化物膜"，代理人的檔案號碼是30794.238-US-P1(2007-674)，該案以引用的方式併入本文中。

本申請案與下面的同在申請中及已共同讓與之美國專利申請案是相關的：

2007年8月8日由Hisashi Yamada、Kenji Iso及Shuji Nakamura申請之名為"有長波長發射的非極性三族氮化物發光二極體"的美國臨時申請案第60/954,770號，代理人的檔案號碼是30794.247-US-P1(2008-063)；

2007年8月8日由Hisashi Yamada、Kenji Iso、Makoto Saito、Asako Hirai、Steven P. DenBaars、James S. Speck及Shuji Nakamura申

請之名為"生長在斜切基板上之三族氮化物膜"的美國臨時申請案第60/954,767號，代理人的檔案號碼是30794.248-US-P1(2008-062)；及

2007年8月8日由Kenji Iso、Hisashi Yamada、Makoto Saito、Asako Hirai、Steven P.DenBaars、James S. Speck及Shuji Nakamura申請之名為"生長在斜切基板上之平面的非極性m平面群三族氮化物膜"的美國臨時申請案第60/954,744號，代理人的檔案號碼是30794.249-US-P1(2008-004)；

該等案以引用的方式併入本文中。

【先前技術】

氮化鎵(GaN)的有效性與它的併入鋁和銦之三元和四元化合物(AlGaN, InGaN, AlInGaN)已經被充分確定為用於可見的和紫外線光電子裝置及高功率電子裝置的製造。在這裏涉及的此等化合物都稱作為三族氮化物、或III-氮化物、或只是氮化物、或用術語(Al, B, Ga, In)N。由這些化合物製成的裝置是通常使用生長技術的磊晶生長，生長技術包括分子束磊晶(MBE)、有機金屬化學汽相沈積(MOCVD)及氮化物汽相磊晶(HVPE)。

GaN和其合金在六角形纖維鋅礦晶體結構中是最穩定的，其中該結構是藉由兩個(或三個)關於彼此(*a*軸)被旋轉120°的等價基本平面軸而描述，所有的軸都垂直於一唯一的*c*軸。三族和氮原子順著晶體的*c*軸占據交替的*c*平面。被包括在纖維鋅礦結構中的對稱元素表明三族氮化物順著此*c*軸擁有一整體自發極化，及纖維鋅礦結構展示壓電極化。

當前用於電子和光電子裝置的氮化物技術使用順著極性*c*方向生長的氮化物膜。然而，由於強的壓電和自發極化的存在，在基於三族氮化物的光電和電子裝置中的習知*c*平面量子阱結構遭受不希望的量子受限史塔克效應(QCSE)。順著*c*方向強大的內建電場造成電子和電

洞的空間分離，其反過來引起受限制的載體再結合效率，減少的振子強度，及紅移發射。

消除GaN光電子裝置中自發和壓電極化效應的一種方法是使裝置生長到晶體的非極性平面上。這樣的平面包括相等數量的Ga和N原子且是中性電荷。此外，後續的非極性層與彼此等效，因此塊狀晶體顯著生長方向不會被極化。在GaN中兩個這樣的對稱等價非極性平面系列是 $\{11\bar{2}0\}$ 系列，統稱為 a 平面，及 $\{1\bar{1}00\}$ 系列，統稱為 m 平面。

極化的另一個原因是壓電極化。壓電極化發生在當材料經歷一個壓縮或拉伸應變時，也可能發生在當不同化合物(及因此不同的晶格常數)之(Al, In, Ga, B)N層生長在一氮化物異質結構中時。例如，在一GaN模板上的一薄AlGaN層可能有平面內拉伸應變，而在一GaN模板上的一薄InGaN層可能有平面內壓縮應變，二者都是由於對GaN的晶格匹配。因此，對在GaN上的一InGaN量子阱，壓電極化將指向相反方向而不是InGaN和GaN的自發極化的方向。對晶格匹配至GaN的一AlGaN層，壓電極化將會指向和AlGaN和GaN的自發極化之方向相同的方向。

在 c 平面氮化物上使用非極性平面的優點是整個極化將會被減少。對於特定平面上特定的合金成分可能甚至會有零極化。這樣的設想可能會在將來的科技論文裏被詳細討論。最重要的要點是相較於 c 平面氮化物結構極化，極化可能會被減少。

儘管在非極性 m 平面GaN上之高性能光電子裝置已經被證實，已知困難的是得到用於 m 平面非極性GaN的平滑表面。 m 平面GaN表面是通常被覆蓋有小平面或更正確的是肉眼可見的表面波動。表面波動是有害的，例如，由於它可能會引起量子結構中的小平面，及取決於晶體小平面的合金原子或摻雜物的不均勻合併等等。

本發明描述一用於非極性 m 平面氮化物之平面膜生長的技術。例

如，使用本發明已證實一沒有任何表面波動的極平滑 m -GaN膜。

【發明內容】

本發明揭示一種用於生長有極平滑表面、沒有任何肉眼可見到的表面波動之平面非極性三族氮化物膜的方法，為了抑制非極性三族氮化物膜的表面波動，該方法藉由選擇非極性三族氮化物膜於其上生長的一基板的一斜切角。這個斜切角是一個朝向 a 軸方向的一平面內斜切角，其中斜切角是一朝向 a 軸方向之 0.15° 或更大的斜切角及朝向 a 軸方向小於 30° 的斜切角。

本發明揭示一生長在一基板斜切上的非極性三族氮化物膜，其中該膜的一頂面是一非極性平面及斜切是針對基板的一晶體平面成一斜切角的基板一表面。

斜切角可以是 0.15° 或更大。晶體平面可以是一 m 平面，非極性三族氮化物膜可以是 m 平面，及斜切角可以是朝向 a 軸方向且包括一朝向 a 軸方向之 0.15° 或更大的斜切角及朝向 a 軸方向小於 30° 的斜切角。頂面可以是極平滑的或平面的。斜切角可為使得在長度超過1000微米之頂面上的一個或多個波動的一均方根(RMS)步高是50 nm或更少。斜切角可為使得在長度超過1000微米之頂面上的波動的一最大步高是61 nm或更少。波動可包括小平面的角錐。

晶體平面可以是一個非極性平面。斜切角可以是充分地小使得膜是非極性的。斜切角可為使得頂面及沉積在頂面上的一個或多層的一個或多個表面都是充分地平滑以用於一量子阱介面或一異質介面介面。

這個膜可以是一基板或模板及頂面適合用於在頂面上裝置品質(AI, B, Ga, In)N層的後續生長。一裝置可使用膜製成。

本發明進一步揭示了一用於生長一三族氮化物的方法，其包括在一基板的斜切上生長一非極性三族氮化物膜，其中為了增加非極性三

族氮化物膜的表面平度，斜切包括關於基板的晶體平面成一斜切角的基板一表面。該方法可進一步包括選擇斜切角的步驟，以抑制非極性三族氮化物膜的表面波動來得到一膜的平滑表面形態。晶體平面可以是一 m 平面，非極性三族氮化物膜可以是 m 平面，及斜切角可以是朝向一 a 軸方向且包括一朝向 a 軸方向之 0.15° 或更大的斜切角及朝向 a 軸方向小於 30° 的斜切角。一非極性三族氮化物膜可使用此方法製成。

本發明進一步揭示一基於非極性三族氮化物的裝置，其包括一非極性三族氮化物膜，有一平滑表面形態，且生長在一基板的斜切上。

現將論及圖式，其中各處之相同參考數字代表對應的部分。

【圖式簡單說明】

圖1(a)和1(b)是一Ga N 膜的橫截面的示意圖，Ga N 膜順著 a 軸方向在一有斜切角的獨立 m -Ga N 基板上。

圖2(a)、2(b)和2(c)是一 m 平面Ga N 膜的表面的光學顯微圖，該膜生長在一有不同斜切角的獨立的 m -Ga N 基板上，其中圖2(a)顯示生長在有一斜切角為 0.01° 之獨立 m -Ga N 基板上的一 m 平面Ga N 膜的表面，圖2(b)顯示生長在有一斜切角為 0.15° 之獨立 m -Ga N 基板上的一 m 平面Ga N 膜的表面，圖2(c)顯示生長在有一斜切角為 0.30° 之獨立 m -Ga N 基板上的一 m 平面Ga N 膜的表面。

圖3顯示從生長在有不同斜切角變化的獨立 m -Ga N 基板上的一 m 平面Ga N 角錐特徵的步高測量估計的一均方根(RMS)值。

圖4顯示從生長在有不同斜切角變化的獨立 m -Ga N 基板上的一 m 平面Ga N 膜的步高測量估計的一最大高度值。

圖5是繪示本發明之一方法的流程圖。

圖6是根據本發明的一裝置的橫截面示意圖。

【實施方式】

在下面較佳實施例的描述中，對附圖進行參考，且該等附圖形成

本文之一部分且在其中經由繪示本發明可於其中被實踐的一特定實施例而顯示。應當瞭解在不脫離本發明的範疇下，其他實施例可被利用及可做出結構變化。

概述

本發明的一實施例描述一為非極性三族氮化物膜得到一平滑表面形態的方法。特定言之，非極性三族氮化物膜的表面波動是藉由控制基板的斜切角來抑制的，非極性三族氮化物膜生長在該基板上。

當前的氮化物裝置通常都生長在極性[0001]*c*方向內，結果導致在垂直裝置中電荷順著主要傳導方向分離。所形成之極化場不利於當前最先進技術之光電子裝置的性能。

這些裝置順著非極性方向的生長藉由減少順著傳導方向的內建電場，已經顯著地改良了裝置性能。然而，肉眼可見的表面波動通常存在於其等表面上，這對連續的膜生長有害。

到現在，不存在有方法可用於生長非極性三族氮化物膜且沒有肉眼可見的表面波動，儘管其為裝置生長提供較好的裝置層、模板或基板。本發明的新穎特徵是非極性三族氮化物膜通過一斜切基板可生長為肉眼可見之極其平坦的平面膜。作為此之證據，發明者已生長了GaN的{10-10}平面膜。然而，本發明的範疇並不僅僅限於這些實例；相反地，本發明是關於所有氮化物的非極性平面膜，不管其為同質磊晶還是異質磊晶。

技術描述

本發明包括一種在生長製程中利用斜切基板來生長平面非極性三族氮化物膜的方法。例如，極其重要的是基板在適當的方向有一個適於肉眼可見的和極平滑的平面{10-10}GaN生長的斜切角。

在本發明中，一GaN膜係使用一習知的MOCVD方法生長在一具有順著 a 軸方向之一斜切角的獨立 m -GaN基板上。GaN的厚度是5

μm 。表面形態是藉由光學顯微鏡方法、原子力顯微鏡(AFM)、及步高測量而研究。

圖1(a)和1(b)是該Ga₂N膜的橫截面的示意圖，Ga₂N膜順著 a 軸方向在一 m 平面斜切基板上。特定言之，圖1(a)是在一同軸的 m 平面基板的表面104上順著 a 軸方向102的Ga₂N膜100的橫截面示意圖，其中Ga₂N膜100的角錐小平面106a、106b在基板104上形成一角度為 α 的等腰三角形，及圖1(b)是在有斜切角 θ 的一基板的表面110上順著 a 軸方向102之Ga₂N膜108的橫截面示意圖，其中Ga₂N膜108的角錐小平面112a、112b在基板的表面110上有角度 β 和 γ 。基板的 m 平面114在圖1(a)和1(b)中也被顯示。

發明者由AFM證實了相同的小平面獨立於斜切角。因此， θ 藉由下列等式定義，

$$\beta = \alpha - \theta \quad \text{Eq.(1)}$$

$$\gamma = \alpha + \theta \quad \text{Eq.(2)}$$

$$\theta = (\beta - \alpha) / 2 \quad \text{Eq.(3)}$$

試驗結果

生長在一名義上同軸的基板上之{10-10}Ga₂N膜，其已經被發現有包括四個小平面角錐組成的肉眼可見的表面波動。這些角錐小平面通常都傾向於 a 、 c^+ 和 c^- 方向，如圖2(a)和2(b)中顯示的，其中圖2(a)有一個0.01°的斜切角及圖2(b)有一個0.15°的斜切角。已發現藉由增加斜切角到0.15°可得到一更平滑的表面。亦已發現在有一0.30°之斜切角的基板的表面上有一平滑形態，如圖2(c)中顯示的。

圖3顯示從生長在有不同斜切角基板上之 m 平面Ga₂N角錐特徵的步高測量估計的RMS值。對於0.01°、0.075°、0.15°、0.225°、0.30°及30°的錯向角，在每一個斜切基板上超過1000 μm 長度的膜之RMS值分別是183 nm、121 nm、47 nm、7.3 nm、13 nm及13 nm。RMS值被發

現隨著斜切角的增加而減少。一般而言，一小於50 nm的RMS值被預期用於光電子和電子裝置。因此，較佳的是基板斜切角是 0.15° 或更大。

圖4顯示從生長在有不同斜切角的基板上的 m 平面GaN膜角錐特徵的步高測量估計的最大步高值。對於 0.01° 、 0.075° 、 0.15° 、 0.225° 、 0.30° ，及 30° 的錯向角，在每一個斜切基板上超過1000 μm 長度的膜之最大步高值分別是974 nm、427 nm、61 nm、14 nm、13 nm，及25 nm。最大步高值被發現隨著斜切角的增加而減少。從圖4判斷，較佳的基板斜切角是 0.15° 或更大。

製程步驟

圖5是繪示一種用於生長三族氮化物層之方法(也參照圖1(a)和圖1(b))的流程圖，包括下列步驟的一個或多個：

步驟500代表選擇一斜切角 θ 以抑制非極性三族氮化物膜的表面波動之步驟。

步驟502代表得到含一具有期望斜切角之斜切的一基板之步驟。例如，斜切可藉由截割基板得到，或者選擇一有期望斜切的基板。

步驟504代表在基板的斜切上生長非極性三族氮化物層之步驟，其中為了增加非極性三族氮化物膜108的表面平度，斜切包括關於基板的晶體平面114成斜切角 θ 的基板一表面110。晶體平面114可以是一 m 平面，非極性三族氮化物膜108可以是 m 平面，及斜切角 θ 可以是朝向一 a 軸方向及包括一朝向 a 軸方向之 0.15° 或更大的斜切角及朝向 a 軸方向小於 30° 的斜切角。

步驟506代表使用這種方法生長的一非極性基於三族氮化物的裝置或膜，包括，例如，一有一平滑表面形態的非極性三族氮化物膜，其生長在一基板的一斜切上，其中表面形態比沒有斜切的要平滑。

圖6是一非極性三族氮化物膜600的橫截面示意圖，例如，在一基

板604的斜切602a上的生長，其中膜600的一頂面606是一非極性平面。斜切602a可以是關於基板604的一晶體平面610成一斜切角608的基板604一表面602b。晶體平面610可以是一非極性平面。斜切角608可來自任何晶體平面610，例如，一半極性平面或 c 平面，這樣膜600是非極性的或有一非極性配向。

膜600可以是一 m 平面三族氮化物非極性膜諸如GaN，晶體平面610可以是 m 平面，及斜切角608可以是朝向 a 軸方向612及包括一朝向 a 軸方向612之 0.15° 或更大的斜切角608及朝向 a 軸方向612小於 30° 的斜切角608。然而用於斜切角之大於 0.15° 且小於 30° 的角範圍也應適用於其他非極性三族氮化物材料膜600(如 a 平面或 m 平面(Al, B, Ga, In)N化合物)，及關於其他非極性晶體平面610在其他非極性方向612有斜切。因此，舉例而言，關於任何晶體平面610或在任何方向612，斜切角608可以是 0.15° 或更大，且小於 30° ，只要斜切角608達到一非極性膜600。例如，斜切角608可以是充分地小使得膜600是非極性的。

膜600，或膜600的頂面606可包括表面波動(圖1(b)中116)，這可以是藉由斜切角608而抑制(一般而言，增大斜切角608會增加波動116的抑制，或增加平滑性和平坦度，或減少波動116的步高118a)。表面波動116可包括小平面的角錐。斜切角608可為使得在長度超過1000微米之頂面606上的一個或多個波動116的一均方根(RMS)步高118a是50 nm或更少。斜切角608可為使得在長度超過1000微米之頂面606上波動116的一最大步高118a是61 nm或更少。表面波動116可藉由斜切角608而抑制，使得波動116的一步高118a少於沒有斜切的波動120的步高118b。膜600可包括極平滑的、平的、平坦的、或具小平面的一頂面606。

表面波動200a和200b也被分別地顯示在圖2(a)和2(b)中。在圖2(b)中，斜切角 θ 被增大因此表面波動200b相對於表面波動200a被抑制。

在圖2(c)中，斜切角 θ 被進一步增大因此表面波動甚至進一步被抑制或不存在。

膜600可能進一步包括沈積在頂面606上的三族氮化物614a。斜切角608可為使得頂面606，及/或生長在頂面600上的一個或多個層614a的表面614b是充分地平滑以適於一量子阱介面(例如，在一量子阱層和一屏障層之間)或一異質接面。膜600可以是一基板或模板，頂面606可以是充分地平滑以適於在頂面606上裝置品質(Al, B, Ga, In)N化合物層614a(例如，光電子或電晶體裝置層)的後續生長。

通常，膜600是一直接生長而不是一橫向磊晶過度生長。膜600可以是有任何厚度的一個或多個層，就是一厚的或薄的層。例如膜600可足夠厚以成為一塊狀晶體或獨立式基板。

一裝置616，比如雷射、發光二極體、或電晶體，可使用膜600製成。例如，膜600可包括裝置層。或者裝置層614a可被沉積在膜600的表面上。裝置層600、614a可以是例如p-n接面層、主動層、量子阱層、屏障層、或異質接面層。生長600可從基板604被移除以提供一獨立生長或膜。

可能的修改和變化

除了上面描述的斜切GaN獨立式基板外，其他的基板，比如 m 平面SiC、ZnO、及 γ -LiAlO₂，也可被用作起始材料。

儘管本發明已使用GaN膜證實，AlN、InN或任何相關的合金也可被使用。

本發明並不限於上面描述的MOCVD磊晶生長方法，而是也可以使用其他晶體生長方法，比如HVPE、MBE等等。

另外，熟悉此項技術者可能會辨認出這些技術、製程、材料等等，也可適用於其他方向的斜切角，比如 c 軸方向，而有相似的結果。

優點和改良

同軸的 *m* 平面 GaN 磊晶層在其等表面上經常有角錐形狀的特徵。藉由控制晶體斜切方向和角度，可得到平滑的表面，及因此可達到高品質裝置結構。

例如，有平滑量子阱介面的一雷射二極體可增強裝置的性能。在另一個實例中，適於異質結構磊晶裝置，比如高電子遷移率電晶體 (HEMT) 或異質接面雙極性電晶體 (HBT) 的一平滑介面，可減少載子散射且允許二維電子氣 (2DEG) 的高遷移率。總之，本發明可增強任何裝置的性能，其中主動層平坦度對裝置性能是至關重要的。

另外，通過一斜切基板之增強的步驟流程生長模式可抑制在有一高摻雜劑濃度的 GaN 膜中可通常被觀察到的缺點形成和傳播。此外，這可擴大 *m*-GaN 的生長窗，擴大窗可導致在製造中更好的良率及可用於任何類型的橫向磊晶的過度生長、選擇性區域生長，及奈米結構生長。

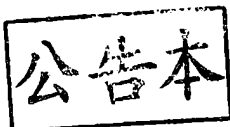
結論

這裏總結本發明的較佳實施例的描述。為繪示及描述之目的，已提出本發明的一個或多個實施例的先前描述。不希望成為無遺漏的或限制本發明到揭示的精確形式。按照上面的教義很多修改和變化是可以的。希望本發明的範疇不是藉由這裏詳細的描述而限制，而是藉由附加於此的請求項而限制。

【符號說明】

100	GaN膜
102	<i>a</i> 軸方向
104	表面
106a	角錐小平面
106b	角錐小平面

108	GaN膜
110	表面
112a	角錐小平面
112b	角錐小平面
114	<i>m</i> 平面
116a	波動
118b	步高
120	波動
200a	表面波動
200b	表面波動
600	膜
602a	斜切
602b	表面
604	基板
606	頂面
608	斜切角
610	晶體平面
612	<i>a</i> 軸方向
614a	N化合物層
614b	表面
616	裝置



發明摘要

※ 申請案號：103138109 (由97122460分案)

※ 申請日：97.6.16 ※IPC 分類：H01L 21/205 (2006.01)

H01L 29/115 (2006.01)

【發明名稱】

非極性三族氮化物膜、使用其製造之裝置及生長其之方法

NONPOLAR III-NITRIDE FILM, DEVICE FABRICATED USING
THE SAME AND METHOD FOR GROWING THE SAME

【中文】

本發明提供一種生長在一基板的一斜切角上之非極性三族氮化物膜，以用於抑制表面波動。該膜的表面形態經改良為具有一個朝向 a 軸方向的斜切角，其包括朝向 a 軸方向之 0.15° 或更大的斜切角及朝向 a 軸方向小於 30° 的斜切角。

【英文】

A nonpolar III-nitride film grown on a miscut angle of a substrate, in order to suppress the surface undulations, is provided. The surface morphology of the film is improved with a miscut angle towards an a -axis direction comprising a 0.15° or greater miscut angle towards the a -axis direction and a less than 30° miscut angle towards the a -axis direction.

圖式

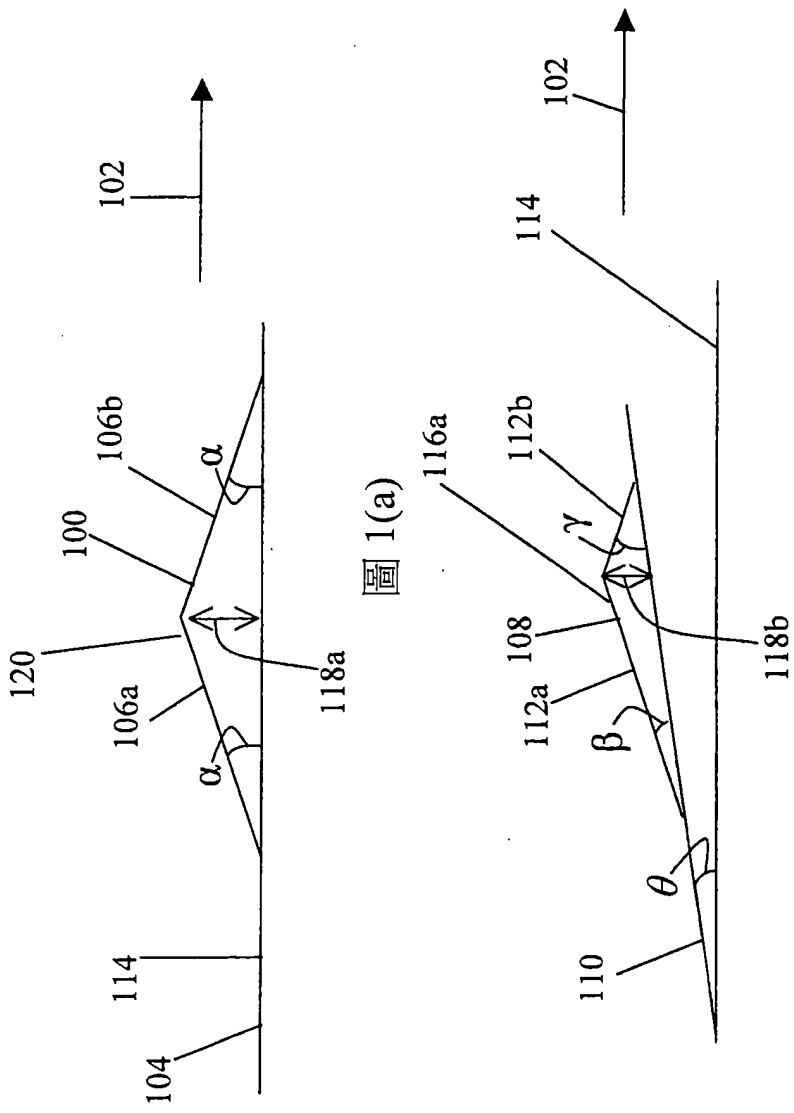


圖 1(a)

圖 1(b)

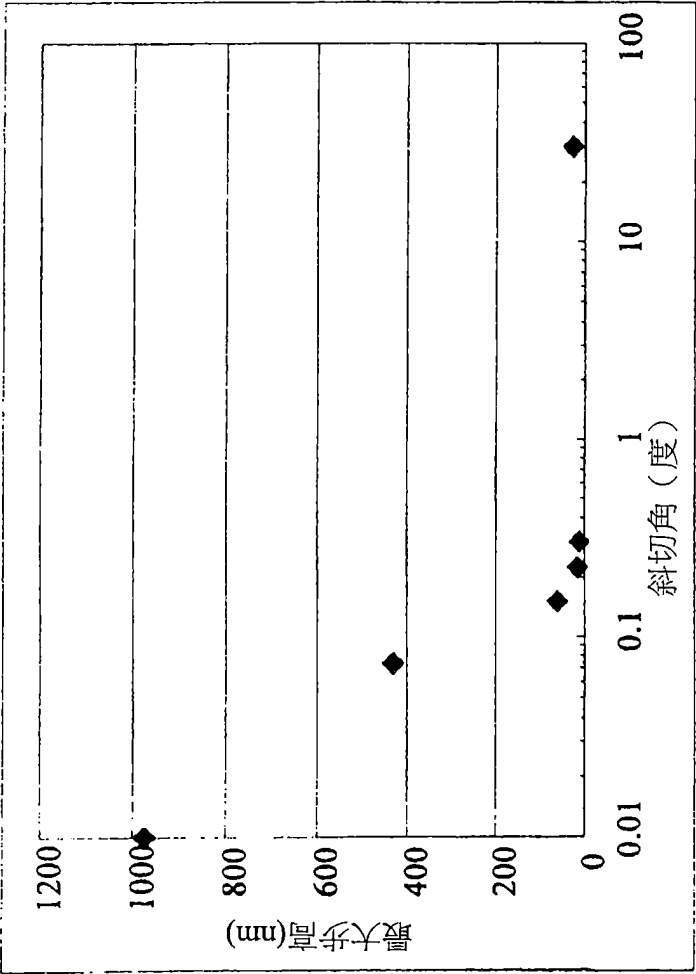


圖 4

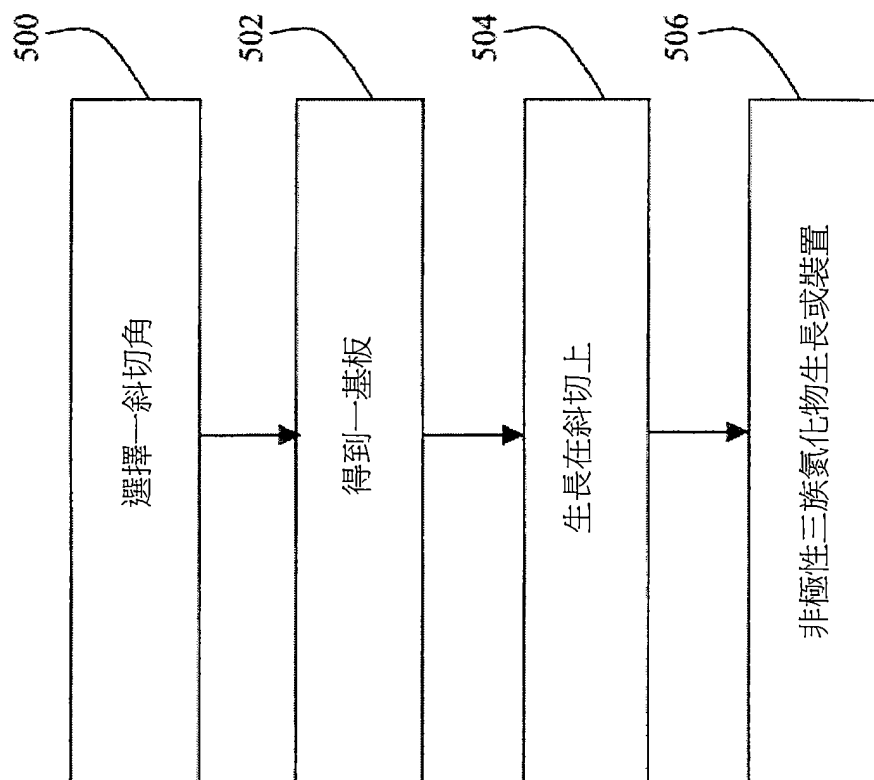


圖 5

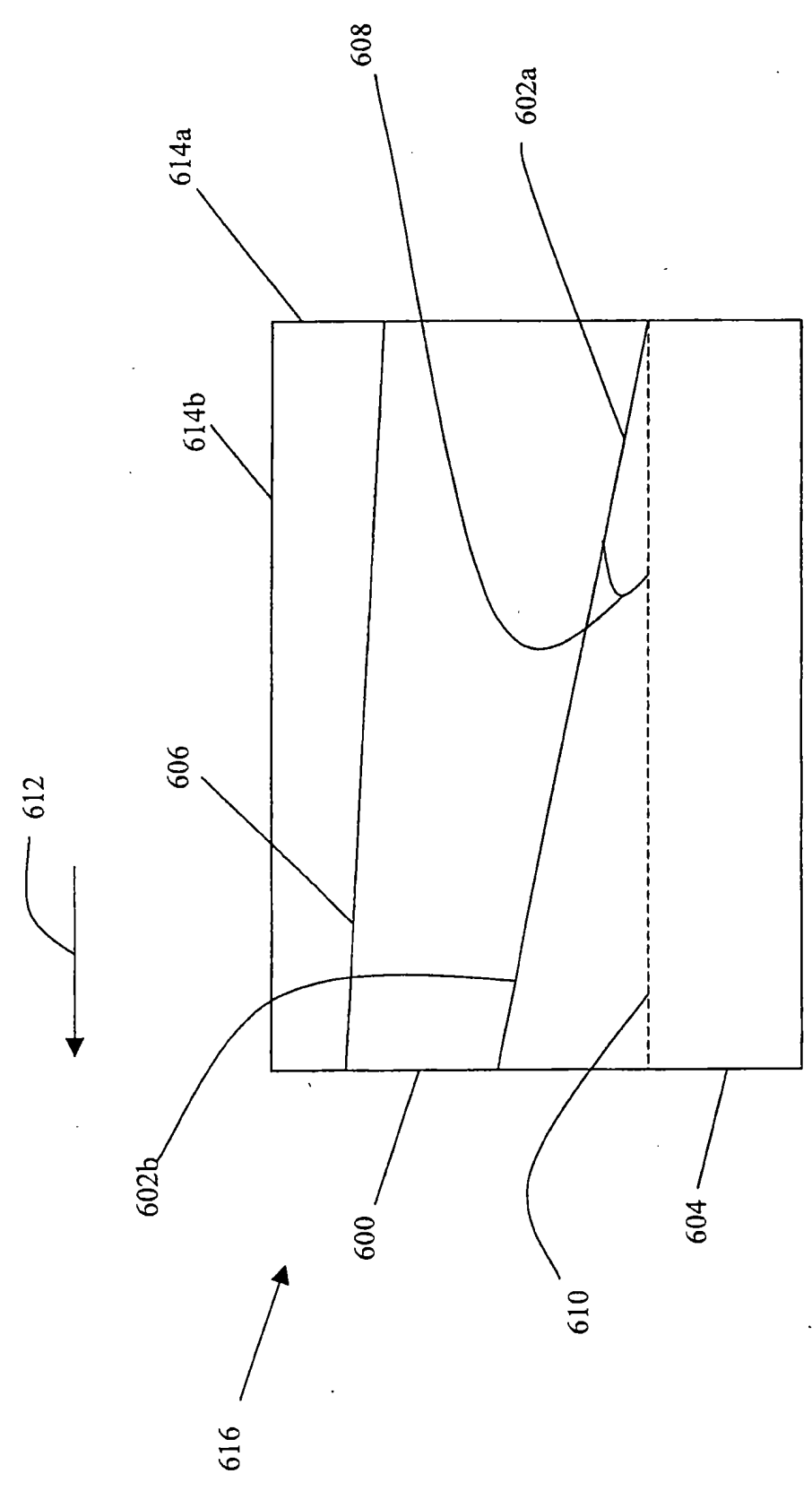


圖 6

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1b）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

102	a 軸方向
108	GaN膜
110	表面
112a	角錐小平面
112b	角錐小平面
114	m 平面
116a	波動
118b	步高

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

申請專利範圍

1. 一種用於生長一半導體膜的方法，其包括：於一斜切基板(miscut substrate)之一表面上或上方生長一非極性三族氮化物膜(nonpolar III-nitride film)，其中該非極性三族氮化物膜上之表面波動(surface undulations)係藉由控制該斜切基板之該表面之一斜切方向及角度(miscut direction and angle)而抑制。
2. 如請求項1之方法，其中該表面波動係於該非極性三族氮化物膜之一頂面上。
3. 如請求項2之方法，其中該非極性三族氮化物膜之該頂面係一非極性平面。
4. 如請求項1之方法，其中該斜切角係關於該斜切基板之一晶體平面而被判定。
5. 如請求項4之方法，其中該基板之該晶體平面係一非極性平面。
6. 如請求項1之方法，其中該斜切角係朝向一非極性方向及包括一朝向該非極性方向之 0.15° 或更大的斜切角及一朝向該非極性方向之小於 30° 的斜切角。
7. 如請求項1之方法，其中該非極性三族氮化物膜之該等表面波動之一或多者在一長度上的一均方根(RMS)步高是50 nm或更少。
8. 如請求項1之方法，其中該等表面波動包括平面角椎。
9. 如請求項1之方法，其中該非極性三族氮化物膜係適於裝置品質(Al, B, Ga, In)N層的後續生長之一基板或模板。
10. 如請求項1之方法，其中該非極性三族氮化物膜具有較一生長於沒有一斜切之一基板上的非極性三族氮化物膜更平滑之一表面型態。
11. 一種半導體膜，其包括：

生長於一斜切基板之一表面上或上方之一非極性三族氮化物膜，其中該非極性三族氮化物膜上之表面波動係藉由控制該斜切基板之該表面之一斜切方向及角度而抑制。

12. 如請求項11之膜，其中該非極性三族氮化物膜之該等表面波動之一或多者在一長度上之一均方根(RMS)步高是50 nm或更少。
13. 如請求項11之膜，其中該表面波動係於該非極性三族氮化物膜之一頂面上。
14. 如請求項13之膜，其中該非極性三族氮化物膜之該頂面係一非極性平面。
15. 如請求項11之膜，其中該斜切角係關於該斜切基板之一晶體平面而被判定。
16. 如請求項15之膜，其中該基板之該晶體平面係一非極性平面。
17. 如請求項11之膜，其中該斜切角係朝向一非極性方向及包括一朝向該非極性方向之 0.15° 或更大的斜切角及一朝向該非極性方向之小於 30° 的斜切角。
18. 如請求項11之膜，其中該等表面波動包括平面角椎。
19. 如請求項11之膜，其中該非極性三族氮化物膜係適於裝置品質(Al, B, Ga, In)N層的後續生長之一基板或模板。
20. 如請求項11之膜，其中該非極性三族氮化物膜具有較一生長於沒有一斜切之一基板上的非極性三族氮化物膜更平滑之一表面型態。
21. 一種裝置，其使用如請求項11之膜所製造。