



(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 201037766 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 10 月 16 日

(21)申請案號：098111418

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 04 月 06 日

(51)Int. Cl. :

H01L21/318 (2006.01)

C30B29/38 (2006.01)

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：李威儀 LI, WEI YI (TW)；黃信雄 HUANG, HSIN HSIUNG (TW)；陳奎銘 CHEN, KUEI MING (TW)；葉彥顯 YEH, YEN HSIEN (TW)

(74)代理人：許世正

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：10 共 27 頁

(54)名稱

一種成長 III-V 族氮化物薄膜之方法及其結構

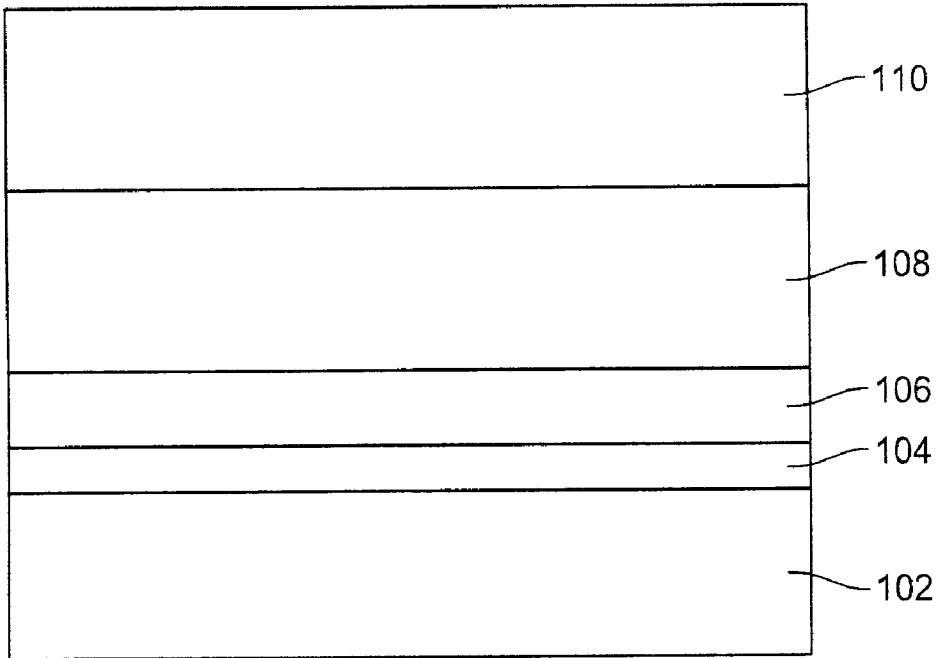
A METHOD OF MANUFACTURING III-V GROUP NITRIDE THICK FILM AND THE STRUCTURE THEREOF

(57)摘要

一種成長 III-V 族氮化物薄膜之方法及其結構，其係利用氮化物蒸氣相磊晶方法來進行。此方法至少包含在介於 900°C 至 950°C 間之第一成長溫度，且以每分鐘 0.5°C 至 10°C 之一升溫速度，緩慢地於基板上磊晶成長一升溫氮化物層，直至溫度升溫至介於 1000°C 至 1050°C 間之第二成長溫度。本發明之升溫氮化物層，其晶格品質會隨著膜層高度而緩慢變化，因而能消除藍寶石基板與氮化鎵層之間因晶格不匹配而造成的應力。

100

- 100 : 氮化鎵基板
- 102 : 藍寶石基板
- 104 : 氮化鎵緩衝層
- 106 : 低溫氮化鎵層
- 108 : 升溫氮化鎵層
- 110 : 高溫氮化鎵層



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：98711418

1-01L 21 / 318(2006.01)

※申請日：98.4.6

※IPC 分類：C30B 29/38
(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

一種成長 III-V 族氮化物薄膜之方法及其結構

A method of manufacturing III-V group nitride thick film and the structure thereof

二、中文發明摘要：

一種成長 III-V 族氮化物薄膜之方法及其結構，其係利用氮化物蒸氣相磊晶方法來進行。此方法至少包含在介於 900°C 至 950°C 間之第一成長溫度，且以每分鐘 0.5°C 至 10°C 之一升溫速度，緩慢地於基板上磊晶成長一升溫氮化物層，直至溫度升溫至介於 1000°C 至 1050°C 間之第二成長溫度。本發明之升溫氮化物層，其晶格品質會隨著膜層高度而緩慢變化，因而能消除藍寶石基板與氮化鎵層之間因晶格不匹配而造成的應力。

三、英文發明摘要：

A method of manufacturing III-V group nitride thick film is performed by hydride vapor phase epitaxy (HVPE), which comprises the following steps at least. A temperature ramping nitride layer is

201037766

grown on a substrate at a temperature-rising velocity of $0.5^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ per minute from a first grown temperature to a second grown temperature. The first grown temperature is from 900°C to 950°C , and the second grown temperature is from 1000°C to 1050°C .

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1D)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100 氮化鎵基板

102 藍寶石基板

104 氮化鎵緩衝層

106 低溫氮化鎵層

108 升溫氮化鎵層

110 高溫氮化鎵層

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

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種成長氮化物薄膜之方法及其結構，特別是一種成長 III-V 族氮化物薄膜之方法及其結構。

【先前技術】

近年來，由於光電科技研究與相關產業蓬勃發展，高效率的光電材料需求殷切，再者又由於半導體化合物材料同時具有高發光效能、生命週期長、能隙調變範圍大、元件結構小、價格低廉等優點，逐漸成為光電材料應用主流。其中，又以 III-V 族氮化物材料為目前發光元件的主流材料，其次，目前有關 III-V 族氮化物半導體之研究與產業應用，大多集中於氮化鎵 (Gallium nitride ; GaN)、氮化鋁 (Aluminium nitride ; AlN) 以及氮化銦 (Gallium nitride ; InN) 等材料。

不過，氮化物半導體材料存在著一問題是，成長於基板上之氮化鎵等材料，其與基板之間的晶格匹配不佳。以常作為基板材質的藍寶石(Sapphire)基板以及氮化鎵為例說明，藍寶石基板與氮化鎵之間的晶格常數相差約高達 16%，而且兩者材料間的熱膨脹係數差亦高達有 35%，由此可知，在藍寶石基板上成長的氮化鎵，其介面處容易產生應力和缺陷，並且在降溫過程中也會因為熱膨脹係數差異大而造成破裂的現象。

鑑於此，目前常利用例如間隙形成剝離法(Void-assisted separation ; VAS)、面向控制橫向磊晶技術 Facet Controlled Epitaxial

Lateral Overgrowth ; FACELO) 、或側向磊晶覆蓋成長技術 (epitaxially lateral overgrowth ; ELOG) 等方法來解決上述晶格不匹配等問題，進而防止氮化鎵基板破裂。不過，利用此等方法來製備氮化鎵基板的步驟中，仍需要加入額外的製程，例黃光製程，或者是再額外成長一些其他材料的膜層等，因此，不但使得製作過程變得相當複雜繁瑣，而且良率又不高。是以，倘若能發展出一種能同時兼具防止氮化鎵基板破裂且又能簡化製程、提高良率的方法，實屬目前相關領域的技術人員亟欲克服的問題。

【發明內容】

鑒於以上的問題，本發明提供一種成長 III-V 族氮化物薄膜之方法及其結構，藉以同時兼具防止氮化鎵基板破裂且又能簡化製程、提高良率。

本發明所揭露之一種成長 III-V 族氮化物薄膜之方法，其係利用氮化物蒸氣相磊晶方法來進行。首先，於一基板上成長一氮化物緩衝層之後，於氮化物緩衝層上以介於 900°C 至 950°C 間之第一成長溫度之固定溫度下，成長一低溫氮化物層。接著，於上述低溫氮化物層上，自第一成長溫度且以每分鐘 0.5°C 至 10°C 之一升溫速度，緩慢升溫至介於 1000°C 至 1050°C 間之第二成長溫度，以成長一升溫氮化物層。隨後，再於此第二成長溫度之固定溫度下，於升溫氮化物層上成長一高溫氮化物層。

其次，更可以依據薄膜的厚度需求，藉由控制升溫氮化物層之升溫速度，直接於基板上緩慢地磊晶成長一升溫氮化物層，進

而省略氮化物緩衝層、低溫氮化物層或高溫氮化物層等步驟。

本發明所揭露的一種氮化鎵基板，其係至少包含了一基板以及一成長於基板上之氮化物薄膜，其中氮化物薄膜之晶格結構係為一沿著氮化物薄膜之成長厚度緩慢變化成一整齊排列的單晶結構。

此外，亦可以依據不同的磊晶技術需求，使用不同的成長條件，例如藉由控制氣體壓力或反應氣體流量比，來形成所需的氮化物薄膜。

因此，本發明所揭露的成長 III-V 族氮化物薄膜之方法及其結構，由於升溫氮化物層係以一溫度緩慢升高的加熱速度，而磊晶成長於一基板上，所以此升溫氮化物層之晶格品質會隨著膜層高度而緩慢變化。因此，利用本發明之方法所製備而得的氮化物基板，不僅可以消除藍寶石基板與氮化物層之間因晶格不匹配而造成的應力，而且在不需複雜繁瑣的製程下，亦能形成一高品質且低缺陷的氮化物基板。

以上之關於本發明內容之說明及以下之實施方式之說明係用以示範與解釋本發明之原理，並且提供本發明之專利申請範圍更進一步之解釋。

【實施方式】

本發明所揭露的成長 III-V 族氮化物薄膜之方法及其結構，其係利用氮化物蒸氣相磊晶方法，以於一基板上成長 III-V 族氮化物薄膜。其中，基板例如可為藍寶石(sapphire)基板、碳化矽基板、

砷化鎵基板、或矽基板，但並不侷限於此。其次，上述之 III-V 族氮化物薄膜之材料例如可為氮化鎵、氮化鋁、氮化銦、氮化鋁鎵、或其他半導體材料，但並不侷限於此。下述各實施例中，茲以藍寶石基板以及氮化鎵材料為例說明，但此領域中具有通常知識者當可依本發明之精神做些許之變更，並不僅限於此例。

請參照第 1A~1D 圖，係為根據本發明第一實施例之製作氮化鎵基板之各步驟流程結構示意圖。如第 1A 圖所示，於一藍寶石基板 102 上成長一氮化鎵緩衝層 104，其中氮化物緩衝層 104 可利用例如有機金屬氣相沉積法(Metal organic chemical vapor phase deposition; MOCVD)或脈衝式雷射沉積法(Pulse Laser Deposition; PLD)所形成。前述氮化鎵緩衝層 104 之厚度可依需求彈性調整，例如厚度可以為 1 微米至 3 微米。

接著，如第 1B 圖所示，以介於 900°C 至 950°C 間之第一成長溫度且維持此第一成長溫度之固定溫度的條件下，於氮化鎵緩衝層 104 上成長一低溫氮化鎵層 106。其中，低溫氮化鎵層 106 之厚度為為 10 微米至 50 微米。在此實施例中，係於 950°C 之第一成長溫度下，固定溫度成長成此低溫氮化鎵層 106。

其後，如第 1C 圖所示，於低溫氮化鎵層 106 上，緩慢成長一升溫氮化鎵層 108，其中此升溫氮化鎵層 108 係自第一成長溫度且以每分鐘 0.5°C 至 10°C 之一升溫速度，緩慢升溫至介於 1000°C 至 1050°C 間之第二成長溫度。如此一來，升溫氮化鎵層 108 之晶格結構係為一沿著升溫氮化物層 108 之成長厚度緩慢變化成為一整

齊排列的單晶結構，也就是說，升溫氮化鎵層 108 之晶格結構，其晶格排列係與成長厚度成一正比關係。因此，當升溫氮化鎵層 108 之成長厚度越厚時，其晶格排列越整齊。再者，上述升溫氮化鎵層 108 之成長厚度為 10 微米至 200 微米。其次，升溫氮化鎵層 108 之磊晶成長的升溫速度係可依據不同機台而變化之。在此實施例中，係自 950°C 之第一成長溫度，且以每分鐘 1°C 之升溫速度開始緩慢升溫，直至溫度達到 1050°C 之第二成長溫度，以磊晶成長成此升溫氮化鎵層 108。

如第 1D 圖，接著再於此第二成長溫度之固定溫度下，於升溫氮化鎵層 108 上成長一高溫氮化鎵層 110。其中，此高溫氮化鎵層之厚度為 10 微米至 150 微米。如此一來，便完成氮化鎵基板 100 之製備。在此實施例中，係於 1050°C 之第二成長溫度下，固定溫度成長成此高溫氮化鎵層 110。

特別一提的是，由於升溫氮化鎵層 108 係以一溫度緩慢升高的加熱速度，而磊晶成長於低溫氮化鎵層 106 上，所以此升溫氮化鎵層 108 之晶格品質會隨著膜層高度而緩慢變化。因此，此升溫氮化鎵層 108 可以消除藍寶石基板與氮化鎵層之間因晶格不匹配而造成的應力，進而形成一高品質且低缺陷的氮化鎵基板。

以下分別將以不同的技術分析，來測量此實施例中所製備而得的氮化鎵基板。

請參照第 2 圖，係為根據本發明之一實施例的製造方法所製備而得之氮化鎵基板，其拉曼散射光譜之分析測量曲線示意圖。

如第 2 圖所示，由上至下的曲線 a~c 分別代表本發明之第一實施例中所得的高溫氮化鎵層 110、升溫氮化鎵層 108 以及低溫氮化鎵層 106，而曲線 d 則代表一作為對照組之傳統氮化鎵基板，其中，此傳統氮化鎵基板結構係指於藍寶石基板上直接成長高溫氮化鎵層之結構。再者，曲線 a~d 峰值(peak)之拉曼光譜位移量分別為 567.3、567.5、567.5 以及 569.4 cm^{-1} ，且此等數值所相對應的壓縮應力(compressive stress)分別為 0.07、0.12、0.12 以及 0.5 GPa。由此量測值可得知，相較於傳統氮化鎵基板，利用本發明之方法所得的氮化鎵基板，其應力可藉由升溫氮化鎵層而釋放，進而能防止氮化鎵基板破裂。

請進一步參照第 3 圖，其係本發明之一實施例的中氮化鎵基板，於剝離後所得到的獨立式氮化鎵薄膜(freestanding GaN thick film)，其以高解析度 X 光繞射(high resolution X-ray diffraction; HRXRD)量測所得的振動曲線。如第 3 圖所示，獨立式氮化鎵薄膜之波形的半高全寬(full width at half maximum; FWHM)為 156.7 角/秒(arcsec)。

請再進一步參考第 4 圖，其係以用陰極發光光譜儀(Cathodoluminescence; CL)來觀測本發明之一實施例氮化鎵基板之影像圖。如第 4 圖所示，升溫氮化物層 108 之晶格結構，其晶格排列相當整齊，且當升溫氮化鎵層 108 之成長厚度越厚時，其晶格排列越整齊。

由前述量測分析值可知，利用本發明之方法所製備而得的氮

化鎵基板，不僅可以消除藍寶石基板與氮化鎵層之間因晶格不匹配而造成的應力，而且在不需複雜繁瑣的製程下，亦能形成一高品質且低缺陷的氮化鎵基板。

在本發明之另一實施例中，亦可以藉由控制升溫氮化鎵層之升溫速度，而省略高溫氮化鎵層之步驟。請參照第 5 圖，其係本發明之另一實施例中所製備而得的氮化鎵基板之結構示意圖。不同於第一實施例，此實施例係省略了高溫氮化鎵層之成長步驟。詳言之，當薄膜厚度要求不高時，在成長升溫氮化鎵層 108 之步驟時，可藉由選擇控制升溫速度，使升溫速度變得相當緩慢，直至成長溫度升溫至第二成長溫度，如此一來，便能在不需要額外形成高溫氮化鎵層的情況下，亦可得到品質良好的氮化鎵基板，如第 5 圖所示。其中，此實施例中所使用的成長溫度等條件皆如同第一實施例，故不在此多加贅述。

在本發明之再一實施例中，亦可以藉由控制升溫氮化鎵層之升溫速度，而省略低溫氮化鎵層之步驟。請參照第 5 圖，其係本發明之再一實施例中所製備而得的氮化鎵基板之結構示意圖。不同於第一實施例，此實施例係省略了低溫氮化鎵層之成長步驟。詳言之，如第 6 圖所示，藍寶石基板 102 上成長完一氮化鎵緩衝層 104 後，直接以每分鐘 0.5°C 至 10°C 之一升溫速度且自第一成長溫度，開始緩慢升溫至第二成長溫度，以磊晶成長一升溫氮化鎵層 108。其後，再於此第二成長溫度之固定溫度下，於升溫氮化鎵層 108 上成長一高溫氮化鎵層 110。其中，此實施例中所使用的成

長溫度皆如同第一實施例，故不在此多加贅述。

在本發明之更一實施例中，更可以不需要形成氮化鎵緩衝層，而直接於藍寶石基板上依序成長低溫氮化鎵層、升溫氮化鎵層且/或高溫氮化鎵層。請參照第 7 圖，其係本發明之更一實施例中所製備而得的氮化鎵基板之結構示意圖。不同於第一實施例，此實施例係省略了氮化鎵緩衝層之成長步驟。詳言之，如第 7 圖所示，於藍寶石基板 102 上，直接以第一成長溫度之固定溫度，成長一低溫氮化鎵層 106。接著，再自此第一成長溫度且以每分鐘 0.5°C 至 10°C 之一升溫速度，緩慢升溫至第二成長溫度，以磊晶成長一升溫氮化鎵層 108。其後，再於此第二成長溫度之固定溫度下，於升溫氮化鎵層 108 上成長一高溫氮化鎵層 110。其中，此實施例中所使用的成長溫度等條件皆如同第一實施例，故不在此多加贅述。此外，更可以依薄膜之厚度需求，藉由控制升溫氮化鎵層 108 之升溫速度，進而能省略高溫氮化鎵層之步驟，以形成如第 8 圖所示之氮化鎵基板結構。

在本發明之進一實施例中，更可以依需求於藍寶石基板上直接成長一升溫氮化鎵層 108。請參照第 9 圖，其係本發明之進一實施例中所製備而得的氮化鎵基板之結構示意圖。在第 9 圖中，於藍寶石基板 102 上，直接以每分鐘 0.5°C 至 10°C 之一升溫速度，且自第一成長溫度緩慢升溫成長一升溫氮化物層，直至成長溫度達到第二成長溫度，其中第一成長溫度為介於 900°C 至 950°C 間，且第二成長溫度介於 1000°C 至 1050°C 間。在實務做法中，當薄膜厚

度的要求不高時，則可藉由控制升溫速度來達成所需的薄膜厚度。或者，如第 10 圖所示，亦可以於升溫氮化鎳層 108 上，以第二成長溫度之固定溫度，成長一高溫氮化鎳層 110。

除了上述藉由控制升溫速度來成長氮化物薄膜(亦即升溫氮化物層)之外，更可以透過氣體壓力或氣體流量，進而形成所需的氮化物薄膜。詳言之，以控制氣體壓力為例說明，在第一氣體壓力為 600~760 torr 且以每分鐘下降 1~10 torr 之速率，緩慢下降至 250~300 torr 之第二氣體壓力，於基板上緩慢成長一氮化物薄膜，使得氮化物薄膜之晶格結構係一沿著該氮化物薄膜之成長厚度緩慢變化成一整齊排列的單晶結構。其中，此實施例中所使用的成長厚度等皆如同前述實施例，故不在此多加贅述。

更或者，亦可藉由控制五、三族氮化物所使用的反應氣體流量比，來形成所需的氮化物薄膜。詳言之，在第一反應氣體流量比為 20~40 且以每分鐘下降 0.5 ~ 1 之速率，緩慢上升至 80~100 之第二反應氣體流量比，於基板上緩慢成長一氮化物薄膜，使得氮化物薄膜之晶格結構係一沿著該氮化物薄膜之成長厚度緩慢變化成一整齊排列的單晶結構。上述的第一反應氣體流量比與第二反應氣體流量比係指兩種不同的反應氣體的比值，舉例來說，例如使用的反應氣體為 NH₃ 及 HCl 時，且此等反應氣體通入的流量分別為每分鐘 2.0 公升及每分鐘 0.05 公升，則反應氣體流量比為 40。其中，此實施例中所使用的成長厚度等皆如同前述實施例，故不在此多加贅述。

雖然本發明之實施例揭露如上所述，然並非用以限定本發明，任何熟習相關技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，舉凡依本發明申請範圍所述之形狀、構造、特徵及精神當可做些許之變更，因此本發明之專利保護範圍須視本說明書所附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1A~1D 圖，係為根據本發明第一實施例之製作氮化鎵基板之各步驟流程結構示意圖。

第 2 圖，係為根據本發明之一實施例的製造方法所製備而得之氮化鎵基板，其拉曼散射光譜之分析測量曲線示意圖。

第 3 圖，其係本發明之一實施例的中氮化鎵基板，於剝離後所得到的獨立式氮化鎵薄膜(freestanding GaN thick film)，其以高解析度 X 光繞射(high resolution X-ray diffraction；HRXRD)量測所得的振動曲線。

第 4 圖，其係以用陰極發光光譜儀(Cathodoluminescence；CL)來觀測本發明之一實施例氮化鎵基板之影像圖。

第 5 圖，其係本發明之另一實施例中所製備而得的氮化鎵基板之結構示意圖。

第 6 圖，其係本發明之再一實施例中所製備而得的氮化鎵基板之結構示意圖。

第 7~8 圖，其係本發明之更一實施例中所製備而得的氮化鎵基板之結構示意圖。

第 9~10 圖，其係本發明之進一實施例中所製備而得的氮化鎵基板之結構示意圖。

【主要元件符號說明】

- 100 氮化鎵基板
- 102 藍寶石基板
- 104 氮化鎵緩衝層
- 106 低溫氮化鎵層
- 108 升溫氮化鎵層
- 110 高溫氮化鎵層
- a~d 曲線

七、申請專利範圍：

1. 一種成長 III-V 族氮化物薄膜之方法，包含有：

於一第一成長溫度且以每分鐘 0.5°C 至 10°C 之一升溫速度緩慢升溫至一第二成長溫度之條件下，於一基板上成長一升溫氮化物層，使得該升溫氮化物層之晶格結構係一沿著該升溫氮化物層之成長厚度緩慢變化為一整齊排列的一單晶結構，其中該第一成長溫度為介於 900°C 至 950°C 間，且該第二成長溫度為介於 1000°C 至 1050°C 之間；以及

於該升溫氮化物層上，維持該第二成長溫度之固定溫度下，成長一高溫氮化物層。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之成長 III-V 族氮化物薄膜之方法，其中該升溫氮化物層之成長厚度為 10 微米至 200 微米。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之成長 III-V 族氮化物薄膜之方法，其中該高溫氮化物層之厚度為 10 微米至 150 微米。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之成長 III-V 族氮化物薄膜之方法，其中於該基板上成長該升溫氮化物層之步驟前，更包含維持在該第一成長溫度之固定溫度下，於該基板上成長一低溫氮化物層。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之成長 III-V 族氮化物薄膜之方法，其中該低溫氮化物層之厚度為 10 微米至 50 微米。

6. 如申請專利範圍第 4 項所述之成長 III-V 族氮化物薄膜之方法，其中於成長該低溫氮化物層之步驟前，更包含以一有機金

屬氣相沉積法，於該基板上成長一氮化物緩衝層。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之成長 III-V 族氮化物薄膜之方法，其中於該基板上成長該升溫氮化物層之步驟前，更包含於該基板上成長一氮化物緩衝層。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述之成長 III-V 族氮化物薄膜之方法，其中該氮化物緩衝層係以一有機金屬氣相沉積法所形成。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之成長 III-V 族氮化物薄膜之方法，其中該 III-V 族氮化物係選自於氮化鎵、氮化鋁、氮化銦及氮化鋁鎵所組成之群組之一。
10. 一種成長氮化物基板之方法，其係利用氮化物蒸氣相磊晶方法來進行，其特徵在於：

於每分鐘 0.5°C 至 10°C 之一升溫速度且自一第一成長溫度緩慢升溫直至一第二成長溫度之條件下，於一基板上緩慢成長一升溫氮化物層，使得該升溫氮化物層之晶格結構係一沿著該升溫氮化物層之成長厚度緩慢變化為一整齊排列的單晶結構，其中該第一成長溫度為介於 900°C 至 950°C 間，該第二成長溫度介於 1000°C 至 1050°C 間。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之成長氮化物基板之方法，其中該升溫氮化物層之成長厚度為 10 微米至 200 微米。
12. 如申請專利範圍第 10 項所述之成長氮化物基板之方法，其中於成長該升溫氮化物層於該基板上之步驟前，更包含維持在該第一成長溫度之固定溫度下，於基板上成長一低溫氮化物層。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之成長氮化物基板之方法，其中該低溫氮化物層之厚度為 10 微米至 50 微米。

14. 如申請專利範圍第 11 項所述之成長氮化物基板之方法，其中於成長該低溫氮化物層於該基板上之步驟之前，更包含於該基板上成長一氮化物緩衝層。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之成長氮化物基板之方法，其中該氮化物緩衝層係以一有機金屬氣相沉積法所形成。

16. 如申請專利範圍第 10 項所述之成長氮化物基板之方法，其中於該基板上成長該升溫氮化物層之步驟之後，更包含於該升溫氮化物層上，維持該第二成長溫度之固定溫度下，成長一高溫氮化物層。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之成長氮化物基板之方法，其中該高溫氮化物層之厚度為 10 微米至 150 微米。

18. 如申請專利範圍第 10 項所述之成長氮化物基板之方法，其中該氮化物係選自於氮化鎳、氮化鋁、氮化銻及氮化鋁鎳所組成之群組之一。

19. 一種氮化鎳基板，包含有：

一基板；以及

一氮化物薄膜，成長於該基板上，該氮化物薄膜之晶格結構係一沿著該氮化物薄膜之成長厚度緩慢變化成一整齊排列的單晶結構。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之氮化鎳基板，其中該氮化物薄膜

之成長厚度為 10 微米至 200 微米。

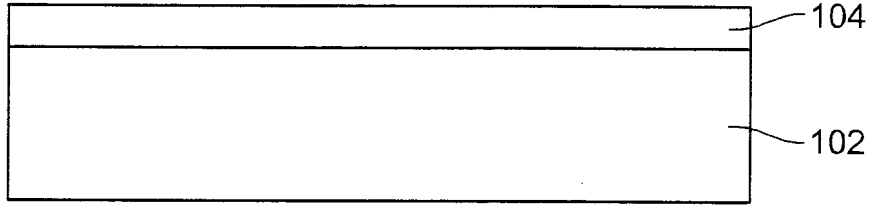
21. 如申請專利範圍第 19 項所述之氮化鎵基板，更包含一第一氮化物層，該第一氮化物層係成長於該基板與該氮化物薄膜之間。

22. 如申請專利範圍第 21 項所述之氮化鎵基板，其中該第一氮化物層之厚度為 10 微米至 50 微米。

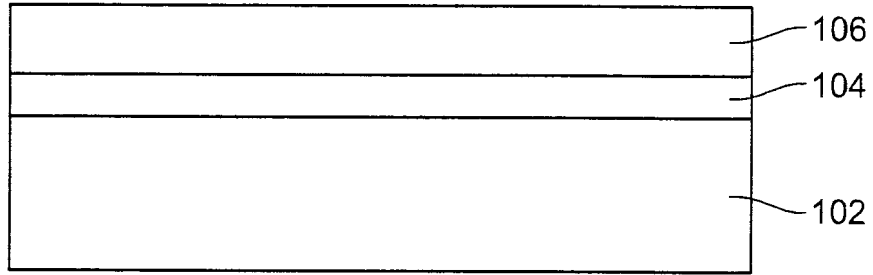
23. 如申請專利範圍第 21 項所述之氮化鎵基板，更包含一第二氮化物層，該第二氮化物層係成長於該氮化物薄膜上。

24. 如申請專利範圍第 23 項所述之氮化鎵基板，其中該第二氮化物層之厚度為 10 微米至 150 微米。

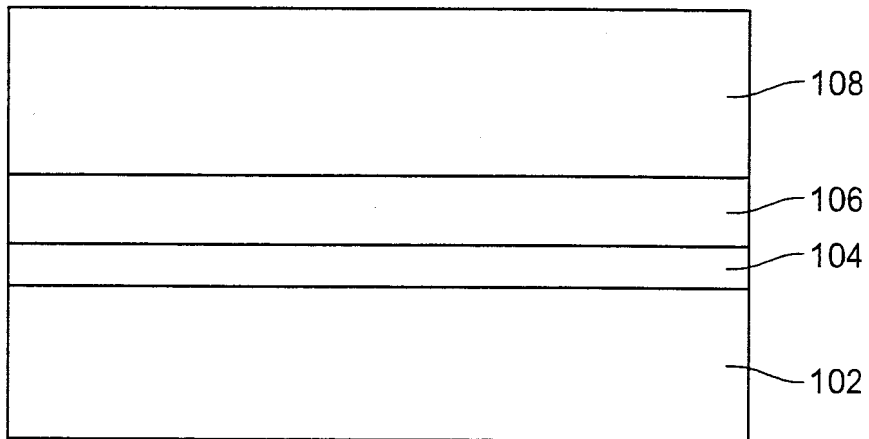
25. 如申請專利範圍第 21 項所述之氮化鎵基板，更包含一氮化物緩衝層，該氮化物緩衝層係成長於該基板與該第一氮化物層之間。



第1A圖

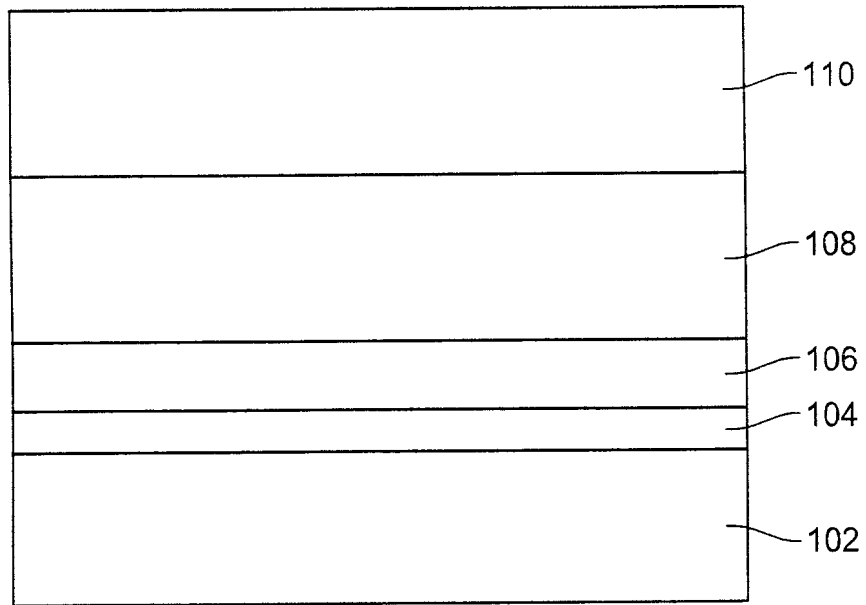


第1B圖

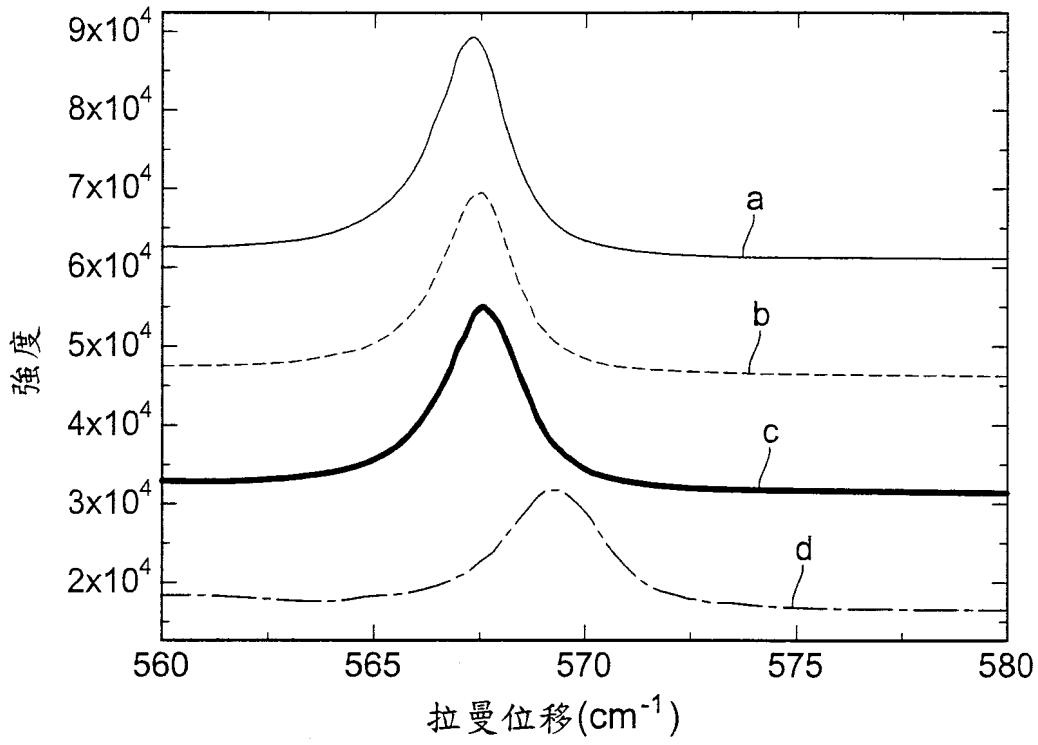


第1C圖

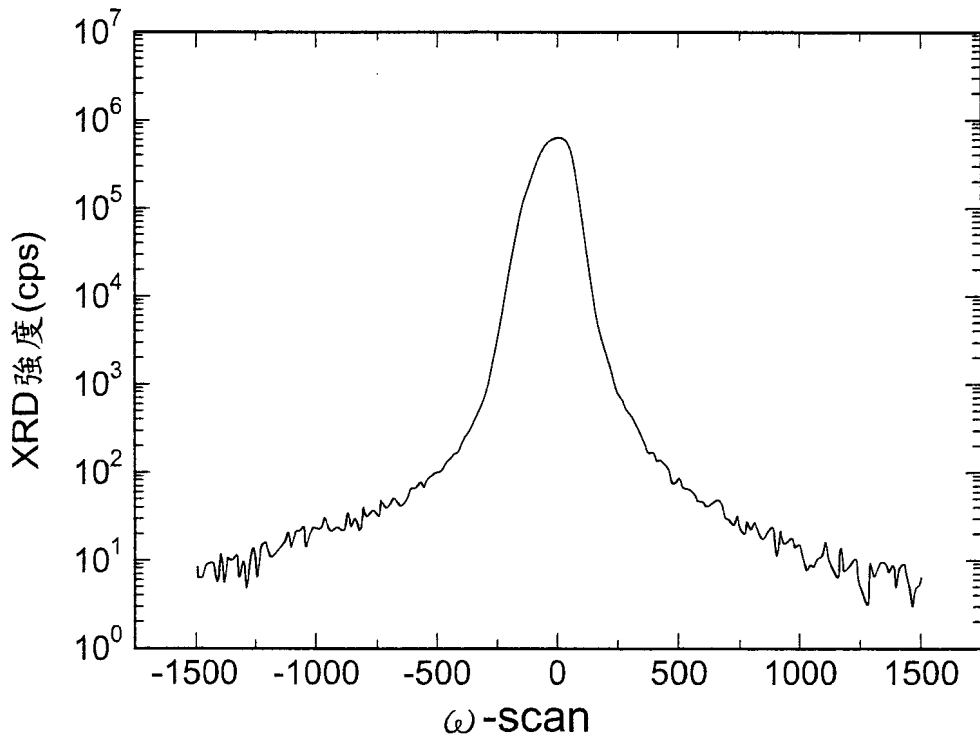
100



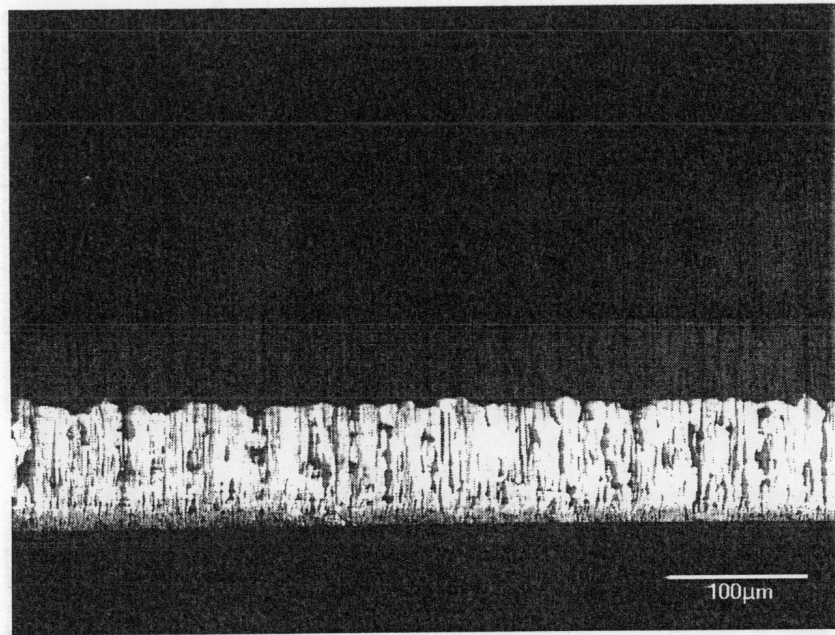
第1D圖



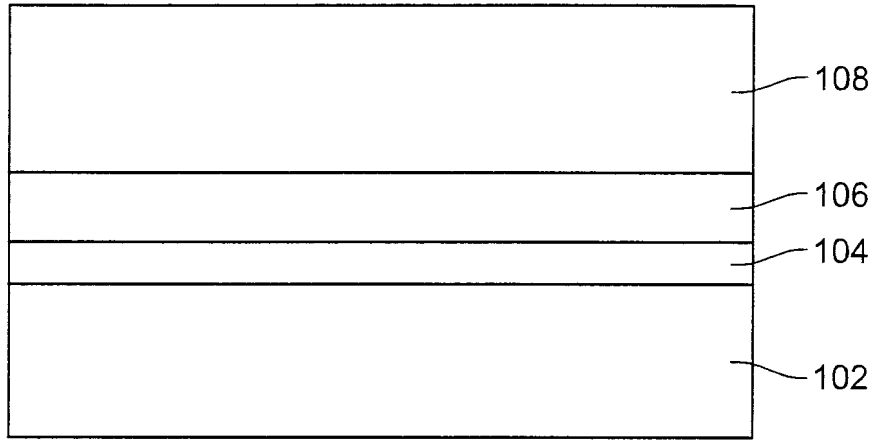
第2圖



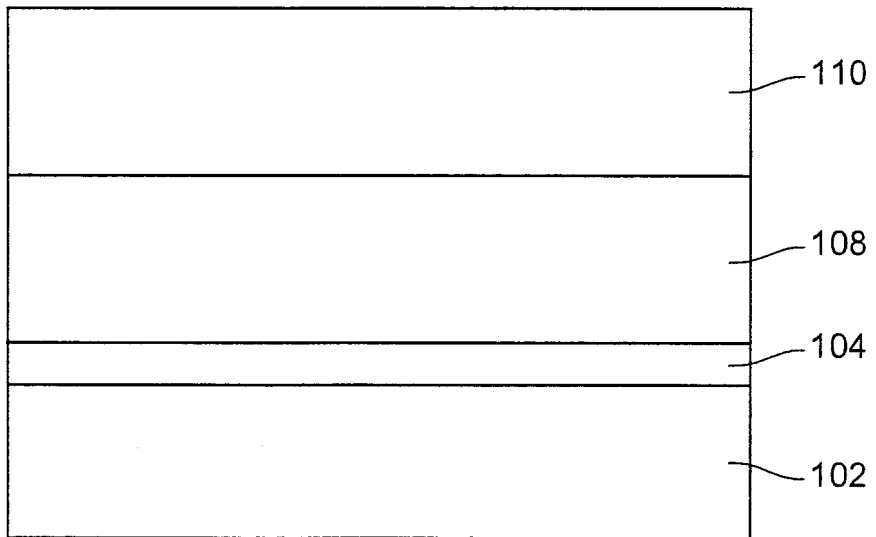
第3圖



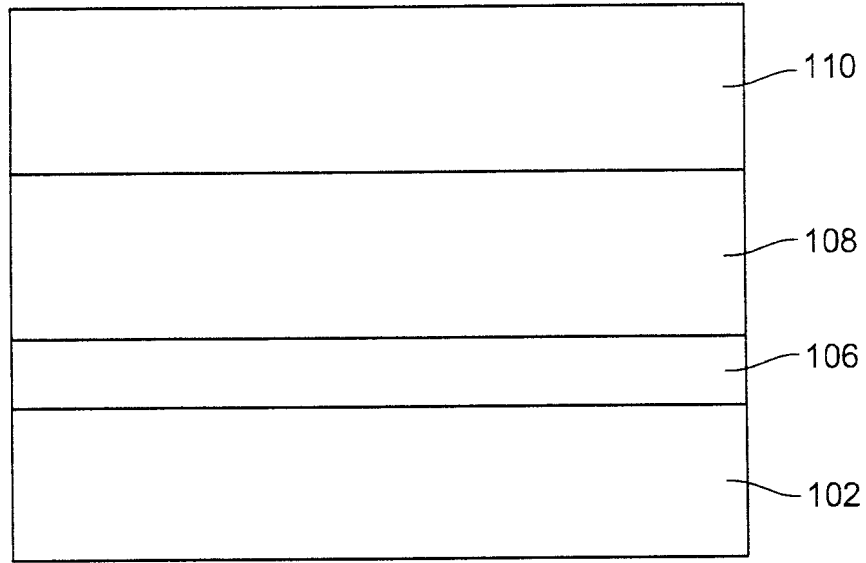
第4圖



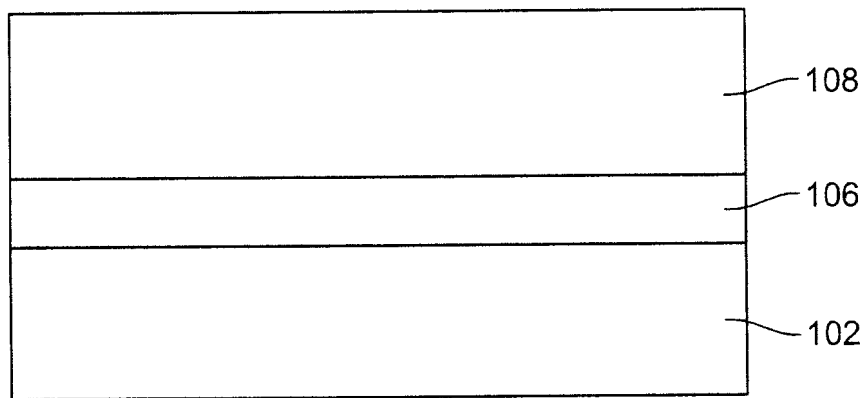
第5圖



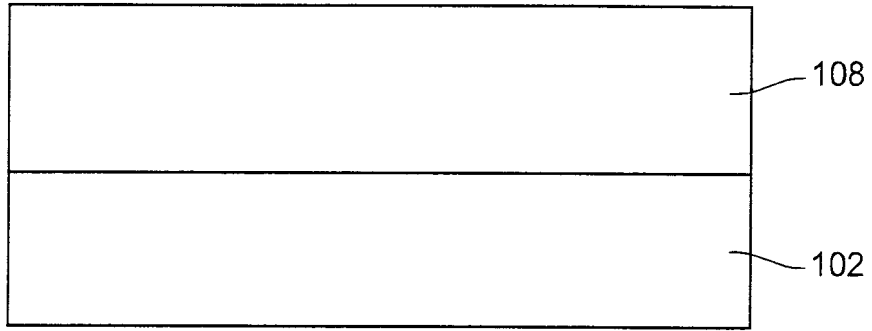
第6圖



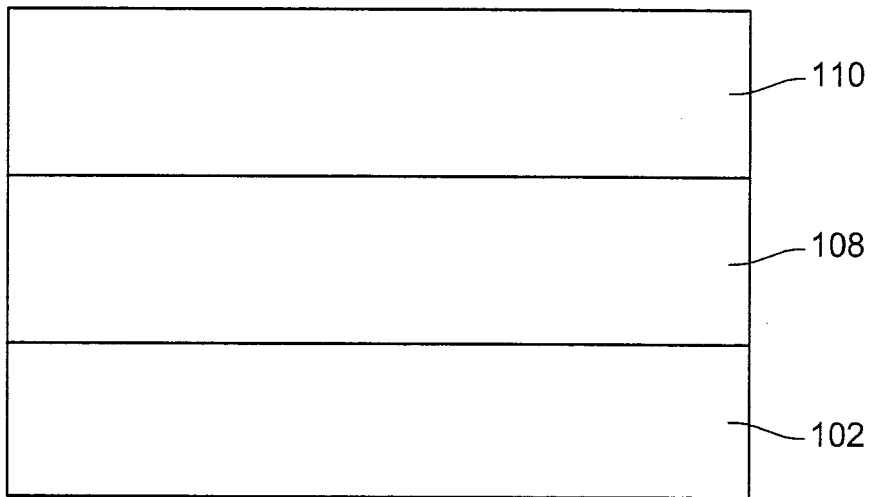
第7圖



第8圖



第9圖



第10圖