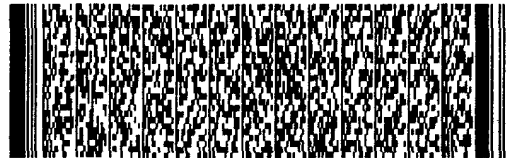
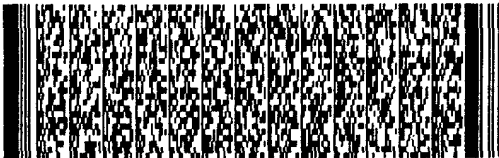


申請日期： 2014.7.7	IPC分類
申請案號： 92108606	C01B 21/06

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	三族-氮奈米結構及其製造方法
	英文	III-N Nanostructure and Fabrication Method
二、 發明人 (共3人)	姓名 (中文)	1. 杜立偉 2. 蕭慶廉 3. 紀東煒
	姓名 (英文)	1. Li Wei TU 2. Ching Lien HSIAO 3. Tung Wei CHI
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 高雄市西子灣蓮海路70號 2. 宜蘭縣冬山鄉群英村八仙路261號 3. 台中縣大安鄉西安村東西八路19號
	住居所 (英文)	1. No. 70, Lien-hai Rd., Kaohsiung, Taiwan, R.O.C. 2. No. 261, Bashian Rd., Dungshan Shiang, Ilan, Taiwan 269, R.O.C. 3. No. 19, Dungshi 8th Rd., Daan Shiang, Taichung, Taiwan 439,
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 國立中山大學
	名稱或 姓名 (英文)	1. National Sun Yat-Sen University
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 804高雄市鼓山區蓮海路70號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. No. 70, Lien-hai Rd., Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.
	代表人 (中文)	1. 張宗仁
代表人 (英文)	1. Tsung Jen CHANG	



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間

日期：

四、有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

熟習該項技術者易於獲得, 不須寄存。

五、發明說明 (1)

【發明所屬之技術領域】

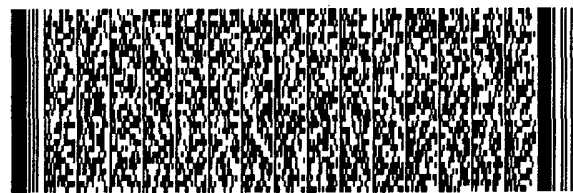
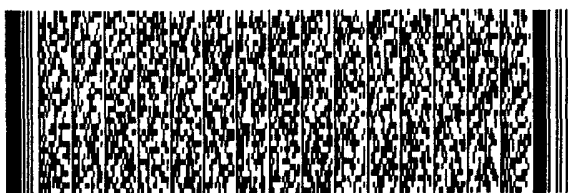
本發明係有關於一種三族-氮奈米結構(III-N nanostructure)，更特別係有關於一種垂直於基板表面，柱狀之三族-氮奈米結構及其製造方法。

【先前技術】

典型上，三族-氮半導體奈米柱(線)及其複合材料，一般是以電弧法(Arc discharge)、雷射消融法(Laser ablation)以及化學氣相沈積法(Chemical vapor deposition)製造。於這些製造過程中，均係以觸媒輔助的方式成長，所用的觸媒多為金屬或其氧化物，一般係是三族金屬或混合其金屬氧化物，以電弧、雷射消融或高溫熔融為液態或蒸氣，在高溫的環境下通以氮氣，最後化合而成奈米柱(線)。

無論是電弧法、雷射消融法或化學氣相沈積法，其在製作奈米柱(線)方面所面臨的共同問題，就是無法有效的掌握成長品質及精確的控制其複合材料的組成。由於，製作奈米元件除了材料本身需具備有高品質的結晶結構外，還必須能精確的控制各個複合材料的成分比。於前述之先前技術中，所獲得之奈米柱(線)難以達到要求之純度。再者，該奈米柱(線)的生長方向亦無法有效的控制。因此，這些製程所製造之奈米柱(線)，便難以應用至各種不同的產品中，例如奈米發光二極體、奈米雷射二極體、奈米場效電晶體。

先前技術中已經瞭解到，分子束磊晶(molecular



五、發明說明 (2)

beam epitaxy ; MBE) , 係於諸如矽之類的基板上, 配置非常薄的層狀金屬及半導體物質之一良好的加工製成。該分子束磊晶製程利用一非常高度的真空室, 其具有該基板及一或多個蒸發坩鍋。欲沈積之材料係於一坩鍋中加熱, 直到該材料蒸發。蒸發材料的分子無阻礙的以直線通過該真空至該基板之表面上。因為其直線前進的路徑, 該分子很輕易的藉由適當的裝置, 平行對齊形成一可控制的分子束, 如此由一選定的方向, 以一選定的速率碰撞於該基板上。變化坩鍋的加熱溫度, 便可以控制自由分子之產生率。

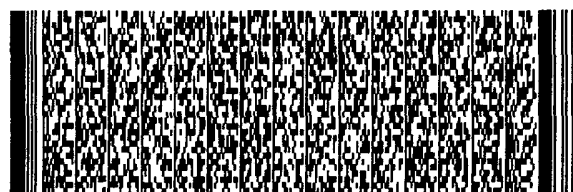
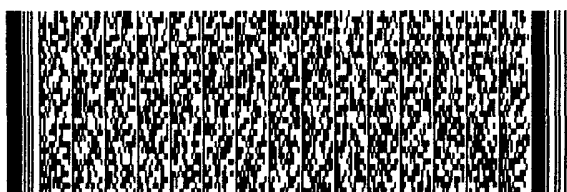
2002年5月14日頒予Fathauer之美國專利第6,387,781號中, 揭示一種三維半導體結構之製造方法, 其編入本文以為參考。該專利所揭示之方法, 係利用分子束磊晶裝置形成三維之半導體結構。然而, 此種方法並未能完全滿足三族氮米柱的需要。

有鑑於此, 便有需要提供一種三族-氮氮米柱及其製造方法, 以滿足三族-氮氮米柱的需要。

【發明內容】

本發明之一目的在於提供一種三族-氮氮米柱及其製造方法, 該氮米柱係大體上垂直的配置於一基板上, 具有平坦的頂部表面, 並可具有諸如斜面及尖錐狀等之形狀, 以及六角形狀之外形。

為達上述目的, 本發明提供一種三族氮氮米結構包含一基板, 以及一氮米柱, 大體上垂直的配置於該基板上,



五、發明說明(3)

且係由三族氮-所組成。該奈米柱具有六角形之外形，以及平坦之頂部表面。

根據本發明之奈米柱係利用分子束磊晶所形成。

根據本發明之奈米柱可具有量子井(quantum wells)結構，超晶格(superlattice)結構，以及雙異質結構(double heterostructure)。因此，根據本發明之奈米柱可應用於奈米發光二極體(nano-LED)、奈米雷射二極體(nano-LD)、以及奈米場效電晶體(nano-FET)。

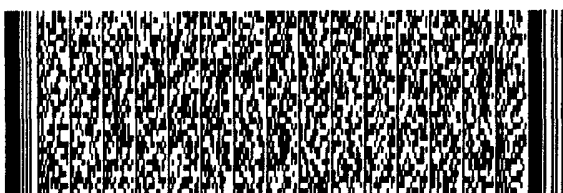
為了讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯，下文特舉本發明較佳實施例，並配合所附圖示，作詳細說明如下。

【發明內容暨實施方式】

參考第1圖，其揭示根據本發明之一分子束磊晶(molecular beam epitaxy)裝置10。該分子束磊晶裝置10大體上包括超高度真空之一真空室12。一基板18，諸如矽、氧化鋁(Al_2O_3)、砷化鎵(GaAs)、氧化鋅(ZnO)及玻璃，係配置於該真空室12內。一氮氣源14係藉由射頻(RF)能量形成電漿。

複數個三族金屬源16係配置於該真空室12內。該金屬源16係為高純度，舉例而言，純度係為7N5(99.99995%以上)。該金屬源16可包含鎵源16a、銻源16b、以及鋁源16c，用以形成不同成分之奈米柱。

複數個摻雜源17係配置於該真空室12內。該摻雜源17係為高純度。該摻雜源可包含鎂源17a以及矽源17b，其中



五、發明說明 (5)

的。舉例而言，該奈米柱40之頂部係為平坦之水平面或平坦之斜面。該奈米柱40之直徑係約小於 $1\ \mu\text{m}$ 。

再者，如第3圖所示，該奈米柱40中可包含複數層之量子井42。於製造過程中，該鎵源16a、該銦源16b、以及該鋁源16c係可皆配置於該真空室12內，且選擇性的被持續或間歇加熱，以及該金屬源檔板18之開與關，藉此該奈米柱40中形成不同的量子井(quantum wells)42。勿庸贅述，該摻雜源17亦可被選擇性的間歇加熱，且該摻雜源檔板19亦可開啟或關閉，用以形成不同之量子井42。如前所述，該奈米柱40可為不同的三族-氮所組成，該量子井42亦可為不同的三族-氮所組成，諸如氮化鎵、氮化銦、氮化鋁、氮化鎵銦、氮化鋁鎵、氮化鋁銦、或氮化鋁鎵銦。再者，該奈米柱40及/或該量子井42亦可被摻雜，其中n型摻雜為矽，摻雜濃度為 $10^{15}-10^{22}\ \text{cm}^{-3}$ ，p型摻雜為鎂，摻雜濃度為 $10^{15}-10^{20}\ \text{cm}^{-3}$ 。

參考第4及5圖，顯示根據本發明之一實施例之氮化鎵奈米柱(GaN nanorods)之掃瞄式電子顯微鏡之影像。垂直的氮化鎵奈米柱係凸出於該氮化鎵膜之上，高度約為 $1.5\ \mu\text{m}$ ，直徑小於等於 200nm 。如第4圖所示，該氮化鎵奈米柱具有平坦的頂部表面，以及具有六角形之外形。如第5圖所示，該氮化鎵奈米柱皆為垂直於基板。

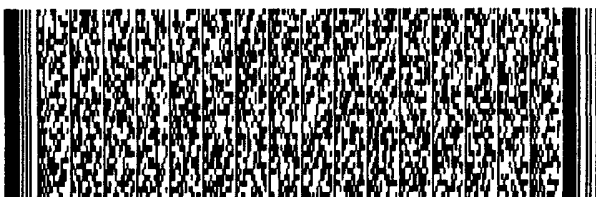
再者，根據本發明之奈米柱可具有量子井(quantum wells)結構，超晶格(superlattice)結構，以及雙異質結構(double heterostructure)。因此，根據本發明之奈米



五、發明說明 (6)

柱可應用於奈米發光二極體(nano-LED)、奈米雷射二極體(nano-LD)、以及奈米場效電晶體(nano-FET)。

雖然前述的描述及圖示已揭示本發明之較佳實施例，必須瞭解到各種增添、修改和取代可能使用於本發明較佳實施例，而不會脫離如所附申請專利範圍所界定的本發明原理之精神及範圍。熟悉該技藝者將可體會本發明可能使用於很多形式、結構、佈置、比例、材料、元件和組件的修改。因此，本文於此所揭示的實施例於所有觀點，應被視為用以說明本發明，而非用以限制本發明。本發明的範圍應由後附申請專利範圍所界定，並涵蓋其合法均等物，並不限於先前的描述。



圖式簡單說明

【圖式簡單說明】

第1圖為根據本發明之奈米柱之分子束磊晶裝置之系統示意圖。

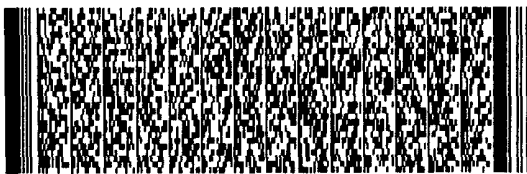
第2圖為根據本發明之一實施例之奈米柱之立體示意圖。

第3圖為根據本發明之另一實施例之奈米柱之立體示意圖。

第4及5圖為根據本發明之奈米柱之場發射掃描式電子顯微鏡之影像。

【圖號說明】

10	分子束磊晶裝置	12	真空室
18	基板	14	氮氣源
16	三族金屬源	16a	鎵源
16b	銦源	16c	鋁源
17	摻雜源	17a	鎂源
17b	矽源	18	金屬源擋板
19	摻雜源擋板		
40	奈米柱	42	量子井



四、中文發明摘要 (發明名稱：三族-氮奈米結構及其製造方法)

一種三族-氮奈米結構包含一基板，以及一奈米柱，大體上垂直的配置於該基板上，且係由三族-氮所組成。該奈米柱具有六角形之外形，以及不同幾何形狀之頂部表面，如平面、斜面、尖錐形狀及冠狀。

五、(一)、本案代表圖為：第____2____圖

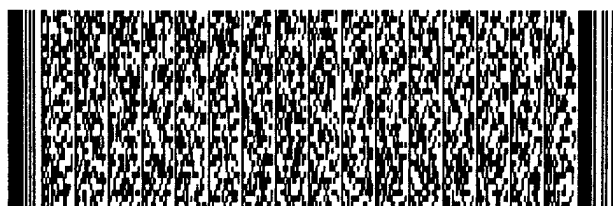
(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

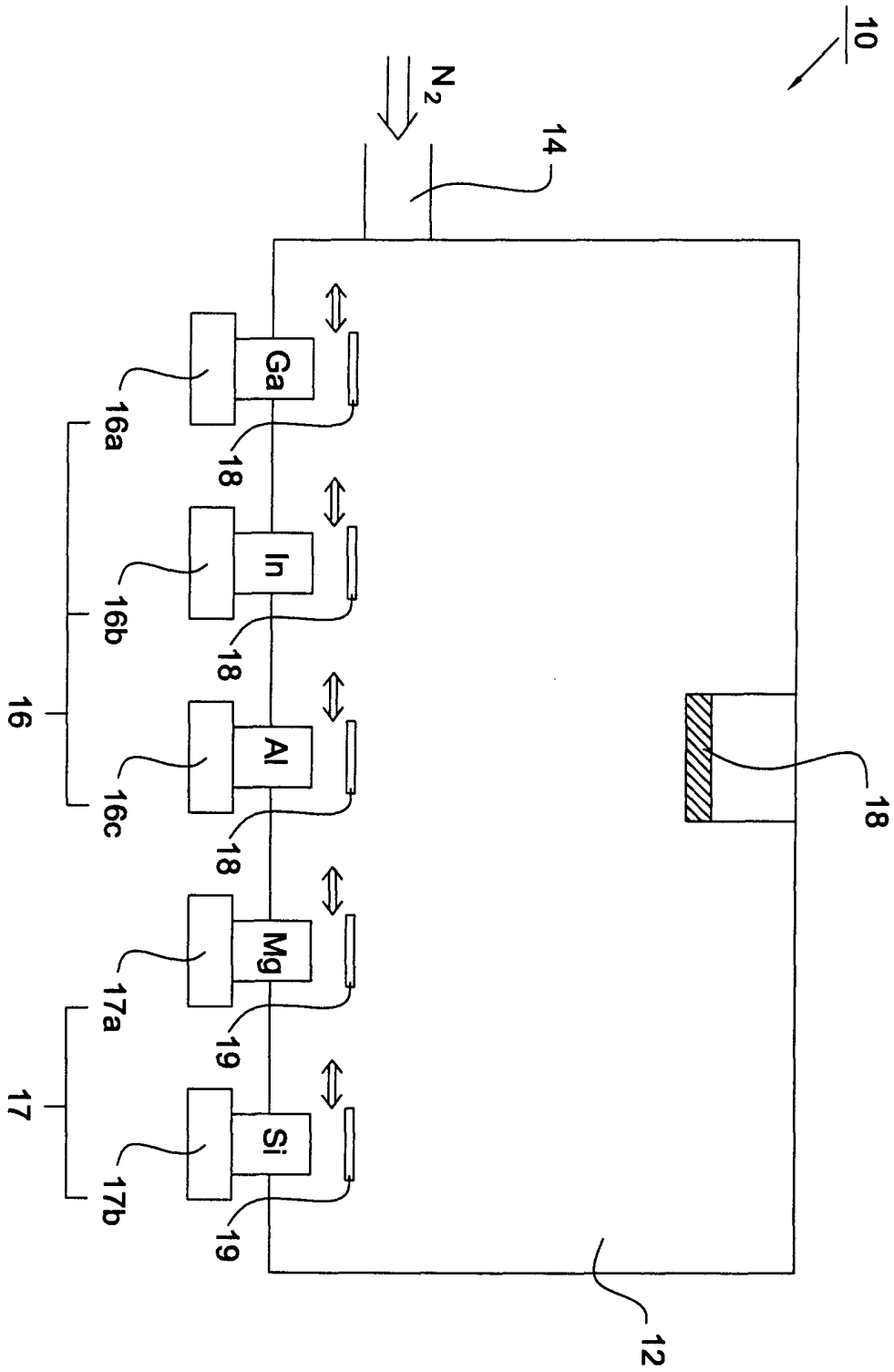
18 基板

40 奈米柱

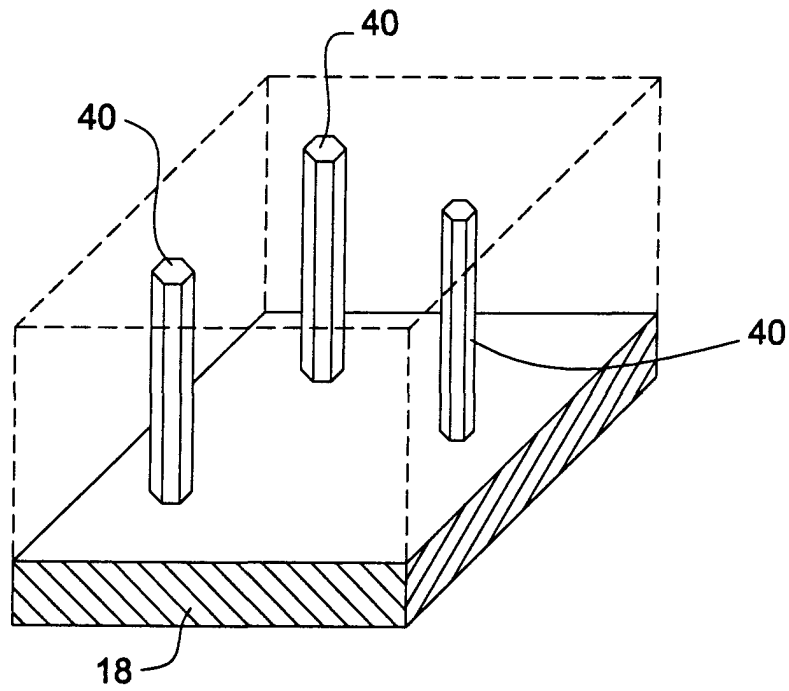
六、英文發明摘要 (發明名稱：III-N Nanostructure and Fabrication Method)

A III-N nanostructure comprises a substrate, and a nanorod substantially vertical to the substrate and composed of III-N compound. The nanorod has a hexagonal shape and a top surface which can be in a flat, slant, tip, or crown shape.

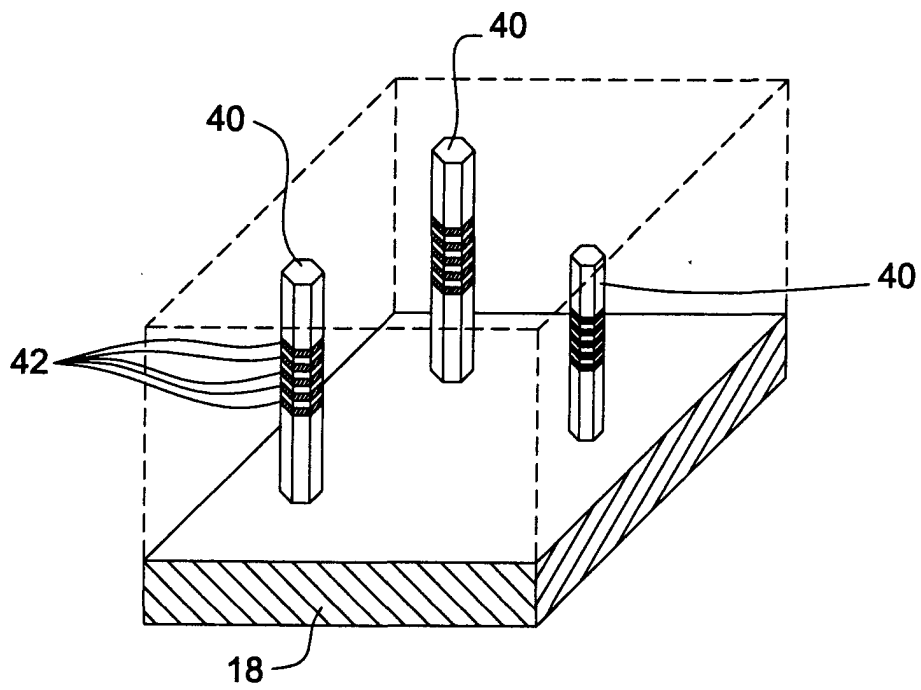




第1圖



第 2 圖



第 3 圖

四、中文發明摘要 (發明名稱：三族-氮奈米結構及其製造方法)

一種三族-氮奈米結構包含一基板，以及一奈米柱，大體上垂直的配置於該基板上，且係由三族-氮所組成。該奈米柱具有六角形之外形，以及不同幾何形狀之頂部表面，如平面、斜面、尖錐形狀及冠狀。

五、(一)、本案代表圖為：第____2____圖

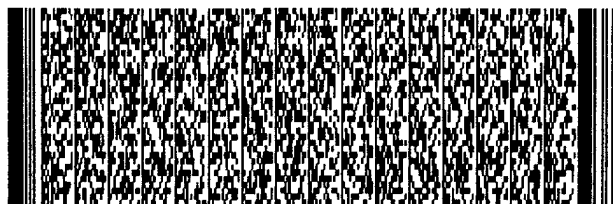
(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

18 基板

40 奈米柱

六、英文發明摘要 (發明名稱：III-N Nanostructure and Fabrication Method)

A III-N nanostructure comprises a substrate, and a nanorod substantially vertical to the substrate and composed of III-N compound. The nanorod has a hexagonal shape and a top surface which can be in a flat, slant, tip, or crown shape.



五、發明說明(4)

鎂源 17a用以形成 P型摻雜，矽源 17b用以形成 N型摻雜。

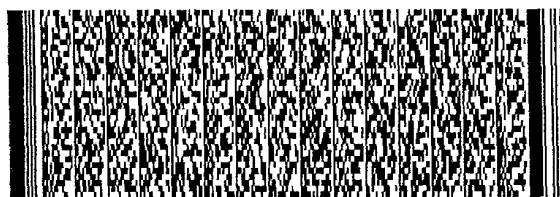
複數個金屬源檔板 18及複數個摻雜源檔板 19係分別配置於該金屬源 16及該摻雜源 17處，用以個別地控制該金屬源 16及該摻雜源 17之開啟及關閉，並藉此控制量子井，超晶格及雙異質結構之形成。

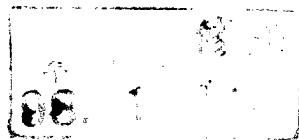
一般而言，奈米柱或磊晶膜的形成係取決於生長的條件。以氮化鎵奈米柱為例，氮化鎵奈米柱 (GaN nanorod) 之生長可以有緩衝層 (buffer layer) 或不需緩衝層，緩衝層之厚度為 5-200nm，基板溫度為 200-700°C，N/Ga通量比為 20-400。至於奈米柱之生長，其 N/Ga通量比為 20-400，基板成長溫度為 500-1000°C。相對的，氮化鎵磊晶膜則係生長在 N/Ga通量比 20以下，基板溫度 800°C 以上。再者，藉由選擇性的加熱該金屬源 16及，以及選擇性的開啟或關閉該金屬源檔板 18，可用以形成不同組成之奈米柱。

如第 2圖所示，該奈米柱 40係成形於該基板 18上。於製造過程中，該鎵源 16a、該銦源 16b、以及該鋁源 16c係可皆配置於該真空室 12內，且選擇性的被持續加熱，並控制該金屬源檔板 18之開與關，用以形成不同成分之奈米柱 40。該奈米柱 40可為單一材料之三族-氮奈米柱，諸如氮化鎵、氮化銦、氮化鋁奈米柱，或為複合奈米柱，諸如氮化鎵銦、氮化鋁鎵、氮化鋁銦、或氮化鋁鎵銦奈米柱。

根據本發明之奈米柱 40係大體上垂直的由基板 18上伸出，具有大體上六角形之外形。該奈米柱 40之頂部係為水平面、斜面、尖錐面或冠狀面，且其之表面係大體上平坦

煩請委員明示，本案修正後是否變更原實質內容





申請專利範圍：

1. 一種三族-氮奈米結構，包含：
 - 一基板；以及
 - 一奈米柱，大體上垂直的配置於該基板上，且係由三族-氮所組成，其中該三族-氮係由氮化鎵、氮化銦、氮化鋁、氮化鎵銦、氮化鋁鎵、氮化鋁銦、及氮化鋁鎵銦所構成之群組中選出，其中該奈米柱具有六角形之外形，且該奈米柱直徑係小於約 $1\mu\text{m}$ 。
2. 依申請專利範圍第1項之三族-氮奈米結構，其中該奈米柱具有平坦之頂部表面。
3. 依申請專利範圍第1項之三族-氮奈米結構，其中該奈米柱另包括複數個量子井。
4. 依申請專利範圍第3項之三族-氮奈米結構，其中該量子井之組成係由氮化鎵、氮化銦、氮化鋁、氮化鎵銦、氮化鋁鎵、氮化鋁銦、及氮化鋁鎵銦所構成之群組中選出。
5. 依申請專利範圍第1項之三族-氮奈米結構，其中該奈米柱包含摻雜材料。
6. 依申請專利範圍第5項之三族-氮奈米結構，其中該奈米柱之該摻雜材料係由鎂及矽所構成之群組中選出。
7. 一種製造三族-氮奈米結構的方法，包含步驟：
 - 提供一真空室；
 - 提供一基板，配置於該真空室內；
 - 提供一氮氣源，注入氮氣；

利用射頻能量將該氮氣形成電漿；

提供至少一個三族金屬源，配置於該真空室內，其中該三族金屬源係由鎵源、銦源、以及鋁源所構成之群組中選出；

將該三族金屬源加熱，藉此形成三族-氮奈米柱，其中該三族-氮奈米柱大體上垂直的配置於該基板上；其中當該三族金屬源選自鎵源時，該基板之溫度為 200°C 至 700°C ，N/Ga〔氮/鎵〕通量比為20至400，奈米柱之生長其N/Ga通量比為20至400時，該基板之生長溫度為 500°C 至 1000°C ，但該奈米柱之生長其N/Ga通量比為20以下時，基板溫度為 800°C 以上。

8.依申請專利範圍第7項之方法，另包含下列步驟：

提供至少一個第一檔板，配置於該金屬源處；以及

控制該第一檔板之開啟與關閉，以改變該三族-氮奈米柱之組成。

9.依申請專利範圍第7項之方法，另包含下列步驟：

提供至少一個摻雜源，配置於該真空室內；以及

將該摻雜源加熱，藉此將該三族-氮奈米柱中摻雜。

10.依申請專利範圍第9項之方法，另包含下列步驟：

提供至少一個第二檔板，配置於該摻雜源處；以及

控制該第二檔板之開啟與關閉，以改變該三族-氮奈米柱之摻雜之組成。

11.依申請專利範圍第9項之方法，其中該摻雜源係由鎂及矽所構成之群組中選出。

12.依申請專利範圍第9項之方法，另包括：

將該三族金屬源及該摻雜源選擇性間歇地加熱，藉此於該奈米柱中形成量子井。

13.依申請專利範圍第10項之方法，另包括：

控制該第一擋板及第二擋板之開啟與關閉，藉此於該奈米柱中形成量子井。

14.依申請專利範圍第7項之方法，另包括：

將該三族金屬源選擇性間歇地加熱，藉此於該奈米柱中形成量子井。

15.依申請專利範圍第8項之方法，另包括：

控制該第一擋板之開啟與關閉，藉此於該奈米柱中形成量子井。