

4. 許榮宗 / JUNG-TSUNG HSU
5. 果尚志 / SHANG-JR GWO
6. 沈昌宏 / CHANG-HONG SHEN
7. 林弘偉 / HON-WAY LIN

**國 籍：**(中文/英文) 1-7. 中華民國/TW

#### 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

4. 許榮宗 / JUNG-TSUNG HSU
5. 果尚志 / SHANG-JR GWO
6. 沈昌宏 / CHANG-HONG SHEN
7. 林弘偉 / HON-WAY LIN

國 籍：(中文/英文) 1-7. 中華民國/TW

#### 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種三五族半導體基板，且特別是有關於一種三族氮化物垂直柱基板。

### 【先前技術】

近年來發光二極體(LED)和雷射(LD)廣泛的被應用在市場上，例如以氮化鎵(GaN)製成的藍光與黃色螢光粉組合可以獲得白光，不只是在亮度上或用電量方面皆比之前的傳統泡光源亮且省電，可以大幅降低用電量。此外，發光二極體的壽命約在數萬小時以上，壽命比傳統燈泡長。

從紅光、綠光、藍光到紫外光的發光二極體在目前市面上主要的元件大多數的產品是由氮化鎵系列的化合物為主，但由於氧化鋁基板(sapphire)本身與氮化鎵的晶格常數(lattice constant)、熱膨脹係數及化學性質的差異，所以於異質基板(例如是矽基板、碳化矽基板或是氧化鋁基板)上成長之氮化鎵層會有許多的線缺陷、錯位，且這些錯位會隨著成長的氮化鎵層之厚度增加而延伸，也就是形成穿透錯位。而此類缺陷影響紫外光的發光二極體及氮化鎵系列的雷射性能和使用壽命。

為了降低穿透位錯，習知發展出數種基板結構。圖 1 繪示為習知一種三族氮化物基板之剖面簡圖。請參照圖 1，基板 100 上有一層 GaN 緩衝層 102，而 GaN 緩衝層 102 上配置數個阻障圖案 104，由阻障圖案 104 之間所裸露的 GaN 緩衝層上成長半導體層 106，也就是 GaN 磊晶層，並

包覆阻障圖案 104。此種基板結構是利用阻障圖案截斷部份錯位，以使位於阻障圖案之上的部份 GaN 磊晶層不會產生穿透錯位。然而，這樣成長的 GaN 磊晶層仍具有嚴重的區域性錯位現象，也就是在沒有阻障圖案 104 位置上的 GaN 磊晶層具有分布較為密集的錯位產生。

圖 2 繪示為習知另一種三族氮化物基板之剖面簡圖。請參照圖 2，於基板 200 上形成緩衝層 202 與晶種層 204，之後於基板 200 中形成穿透緩衝層 202 與晶種層 204 的溝渠 206，也就是將緩衝層 202 與晶種層 204 圖案化成條狀結構。利用異質結構的選擇性側向成長法，稱之為 (Pendeo-epitaxy, PE)，使 GaN 磊晶層只在條形晶種層 204 的側壁上懸空側向生長，然後覆蓋在條狀的晶種層 204 上，用以阻止部份垂直方向的穿透錯位。與圖 1 所述之基板結構所成長的 GaN 磊晶層相似，上述懸空成長的 GaN 磊晶層同樣具有區域性穿透錯位的問題，也就是穿透錯位現象密集於某些區域產生。而並非是成長出無錯位現象的 GaN 磊晶層。

由於使用上述兩基板結構所成長的三族氮化物磊晶層中都有穿透錯位的問題，因此所成長的三族氮化物磊晶層之厚度受限於錯位現象，都小於 20 微米。

#### 【發明內容】

本發明的目的就是在提供一種三族氮化物垂直柱基板，可以提供一個錯位均勻之半導體層成長環境。

本發明的再一目的是提供一種三族氮化物垂直柱基

板，可提供一結構弱化點，有助於半導體層與基板相互分離。

本發明提出一種三族氮化物垂直柱基板，此三族氮化物垂直柱基板包括：一基板、一緩衝層與一垂直柱層。其中，緩衝層位於基板上方，且垂直柱層位於緩衝層上，而垂直柱層是由數個立於緩衝層上之垂直柱所組成。

依照本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板所述，其中每一垂直柱之材質包括三族氮化物，例如氮化鎵。

依照本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板所述，其中緩衝層是一複合層。而複合層之材質包括氮化矽/三族氮化物。又此緩衝層之厚度約為 1~60 奈米。

依照本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板所述，其中緩衝層之材質包括氮化矽。而緩衝層之厚度約小於 10 奈米。

依照本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板所述，其中每一該些垂直柱之一截面直徑約為 60~150 奈米。

依照本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板所述，還包括一三族氮化物層位於垂直柱層上。

依照本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板所述，其中垂直柱層之厚度約為 10 奈米~5 微米。

依照本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板所述，其中垂直柱層中垂直柱之分布密度約在  $10^9 \sim 10^{12}/\text{cm}^2$  之間。

本發明另提出一種三族氮化物垂直柱基板。此三族氮

化物垂直柱基板包括：一基板、一垂直柱層與一氮化鎵半導體層。其中，垂直柱層位於基板上，且垂直柱層是由數個單晶性垂直柱所組成。又氮化鎵半導體層位於垂直柱層上。

依照本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板所述，其中還包括一氮化矽緩衝層位於該基板與該垂直柱層之間。又，氮化矽緩衝層之厚度約小於 10 奈米。此外，氮化矽緩衝層與垂直柱層之間還包括一次緩衝層。此次緩衝層之厚度約為 1~50 奈米，而次緩衝層之材質包括三族氮化物。

依照本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板所述，其中每一垂直柱之材質包括三族氮化物，例如氮化鎵。

依照本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板所述，其中垂直柱層之厚度約為 10 奈米~5 微米。

依照本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板所述，其中垂直柱層中垂直柱之分布密度約在  $10^9/\text{cm}^2 \sim 10^{12}/\text{cm}^2$  之間。

依照本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板所述，其中每一垂直柱之一截面直徑約為 60~150 奈米。

於本發明中，藉由緩衝層之表面提供的晶粒排列，因此於緩衝層可成長垂直基板表面的垂直柱，且每一垂直柱具有高單晶性，而其中無錯位現象。而於之後於垂直柱層上形成一半導體層時，由於垂直柱層之表面提供一無錯位現象的磊晶環境，因此於垂直柱層上磊晶形成的半導體層

具有極低的錯位密度，且所形成的半導體層之厚度較大。此外，藉由垂直柱狀層作為結構上的弱化點，半導體層可以輕易的經由垂直柱狀層與基板相互剝離。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

### 【實施方式】

圖 3A 繪示為根據本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板之剖面簡圖。

請參照圖 3A，本發明之三族氮化物垂直柱基板包括，一基板 300、一緩衝層 302、一垂直柱層 306 與一半導體層 308。其中基板 300 之材質例如是矽、碳化矽或是氧化鋁。而緩衝層 302 則位於基板 300 上，且緩衝層 302 之材質包括氮化物，例如是氮化矽或是三族氮化矽，例如銻氮化矽。緩衝層 302 之厚度約小於 10 奈米。

另外，緩衝層 302 亦可以是具有一複合層結構，也就是緩衝層 302 還可以是具有一主緩衝層 302a 與位於主緩衝層 302a 上的一次緩衝層 304 所組成的複合層結構(如圖 3B 所示)。請參照圖 3B，主緩衝層 302a 之材質包括氮化物，例如是氮化矽或是三族氮化矽，例如銻氮化矽。而次緩衝層 304 之材質包括三族氮化物。其中三族元素包括鋁、鎵、銻、鉍。較佳的是，上述次緩衝層 304 之材質為氮化銻。而緩衝層 302a 與次緩衝層 304 可以組合成一複合層結構之緩衝層。也就是圖 3B 所繪示之本發明之另一實施例的三

族氮化物垂直柱基板具有一複合層結構的緩衝層 302 時，本發明之此具有複合層結構之緩衝層 302 可以是一氮化矽/三族氮化物複合層。另外，上述圖 3B 中之緩衝層 302a 之厚度約小於 10 奈米，且上述次緩衝層 304 之厚度約為 1~50 奈米。換句話說，如圖 3B 所示，當緩衝層具有主緩衝層 302a 與次緩衝層 304 的一複合層結構時，緩衝層 302(複合層結構之緩衝層)之厚度約為 1~60 奈米。

再者，上述的垂直柱層 306 則位於上述的緩衝層 302 上方，且垂直柱層 306 是由數個立於基板 300 上方的垂直柱 306a 所組成。每一垂直柱之材質例如是三族氮化物。而較佳的是，垂直柱之材質例如是氮化鎵。又，垂直柱層 306 之厚度約為 10 奈米~5 微米。值得注意的是，垂直柱層 306 中垂直柱 306a 於基板 300 上方之分布密度約在  $10^9/\text{cm}^2 \sim 10^{12}/\text{cm}^2$  之間。

另外，請參照圖 4，圖 4 繪示為根據本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板中一垂直柱之剖面簡圖，其中單一垂直柱 306a 之截面直徑  $d$  約為 60~150 奈米。值得注意的是，每一垂直柱 306a 具有高單晶性，且無錯位(dislocation)現象產生。

再者，本發明之三族氮化物垂直柱基板，還包括一半導體層 308，此半導體層 308 之厚度約大於 20 微米。半導體層 308 之材質包括三族氮化物，較佳的是氮化鎵。此半導體層 308 亦即是一磊晶層，可作為後續形成三族氮化物元件之基底。



藉由緩衝層或是複合層結構緩衝層之表面提供的晶粒排列，因此可於緩衝層上形成一根根垂直基板表面的垂直柱，且每一垂直柱具有高單晶性，而其中無錯位現象。而於之後於垂直柱層上形成一半導體層時，由於垂直柱層之表面提供一無錯位現象的磊晶環境，因此於垂直柱層上磊晶形成的半導體層具有分佈均勻的錯位。

另外，由於本發明之三族氮化物垂直柱基板，在基板與半導體層之間具有垂直柱層的結構，因此垂直柱層可以作為異質晶格之間應力釋出點，所以於垂直柱狀層上所形成的半導體層之厚度較大。此外，藉由垂直柱狀層作為結構上的弱化點，半導體層可以輕易的經由垂直柱狀層與基板相互剝離。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

#### 【圖式簡單說明】

圖 1 繪示為習知一種三族氮化物基板之剖面簡圖。

圖 2 繪示為習知另一種三族氮化物基板之剖面簡圖。

圖 3A 繪示為根據本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板之剖面簡圖。

圖 3B 繪示為根據本發明另一實施例之三族氮化物垂直柱基板之剖面簡圖。

圖 4 繪示為根據本發明一實施例之三族氮化物垂直柱基板中一垂直柱之剖面簡圖。

【主要元件符號說明】

- 100、200、300：基板
- 102、202、302：緩衝層
- 104：阻障圖案
- 204：晶種層
- 206：溝渠
- 106、208、308：半導體層
- 302a：主緩衝層
- 304：次緩衝層
- 306：垂直柱層
- 306a：垂直柱

### 五、中文發明摘要：

一種三族氮化物垂直柱基板，此三族氮化物垂直柱基板包括：一基板、一緩衝層與一垂直柱層。其中，緩衝層位於基板上方，且垂直柱層位於緩衝層上，而垂直柱層是由數個立於緩衝層上之垂直柱所組成。

### 六、英文發明摘要：

A group-III nitride vertical-rod array substrate is provided. The group-III nitride vertical-rod array substrate comprises a substrate, a buffer layer and a vertical-rod array layer. The buffer layer is located on the substrate. The vertical-rod array layer is comprised of several vertical rods standing on the buffer layer.

### 七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖(3)。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

300：基板

302：緩衝層

302a：主緩衝層

304：次緩衝層

306：垂直柱層

306a：垂直柱

308：半導體層

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

20. 如申請專利範圍第 13 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中每一該些垂直柱之材質包括氮化鎵。

21. 如申請專利範圍第 13 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中該垂直柱層之厚度約為 10 奈米~5 微米。

22. 如申請專利範圍第 13 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中該垂直柱層中該些垂直柱之分布密度約在  $10^9/\text{cm}^2 \sim 10^{12}/\text{cm}^2$  之間。

23. 如申請專利範圍第 13 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中每一該些垂直柱之一截面直徑約為 60~150 奈米。

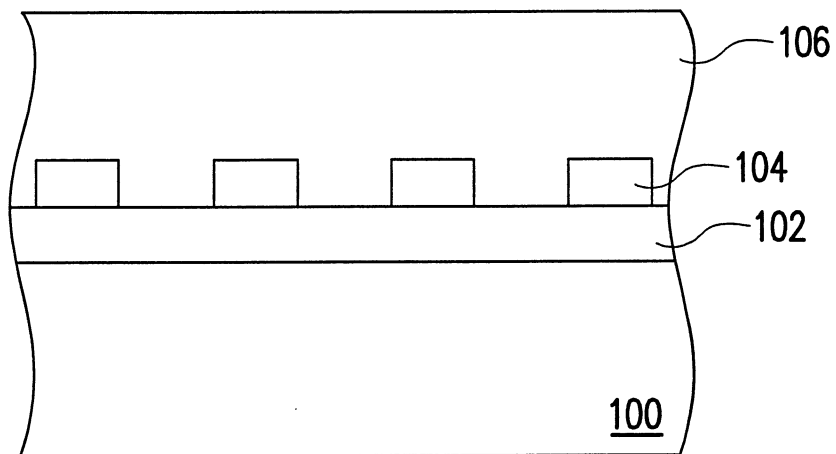


圖 1

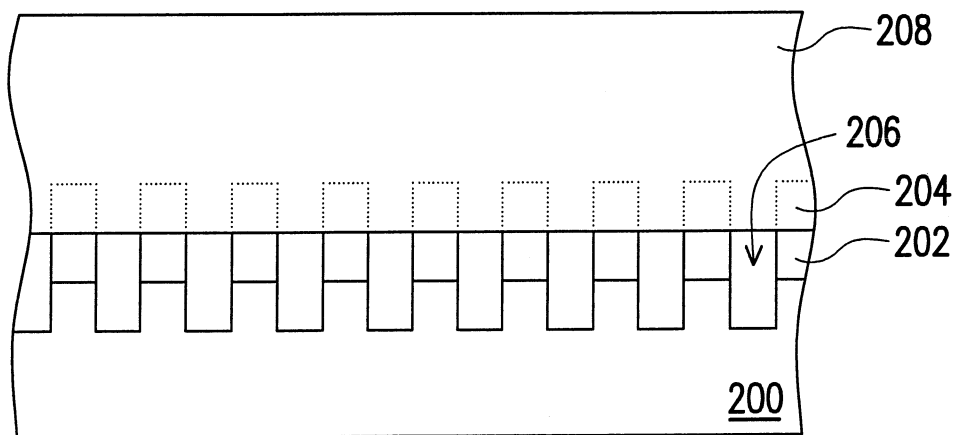


圖 2

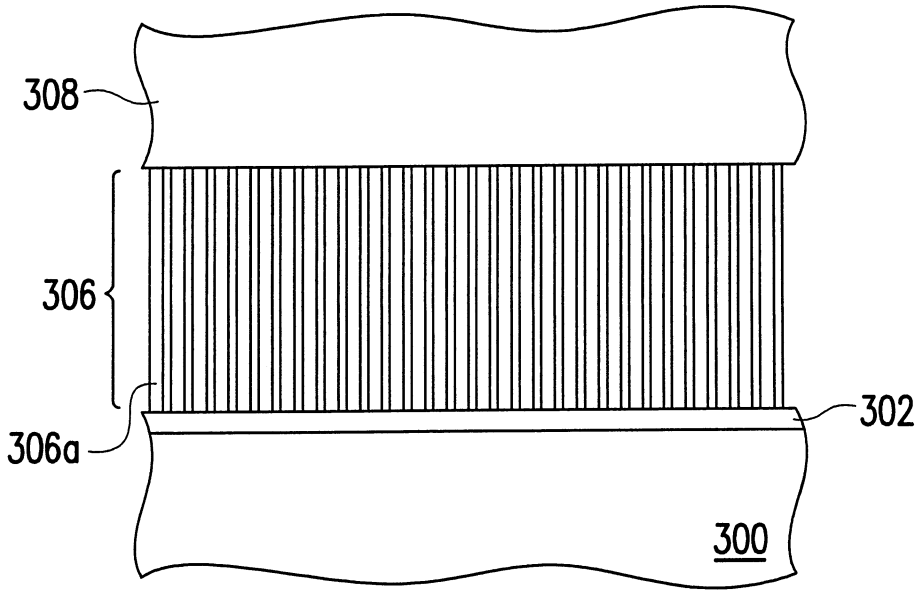


圖 3A

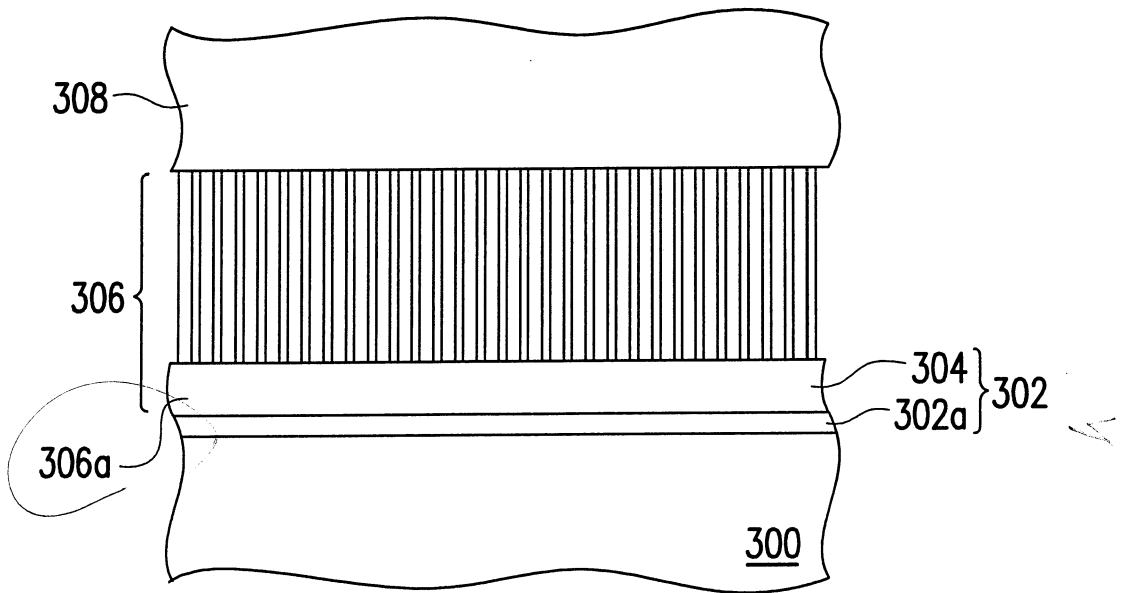


圖 3B

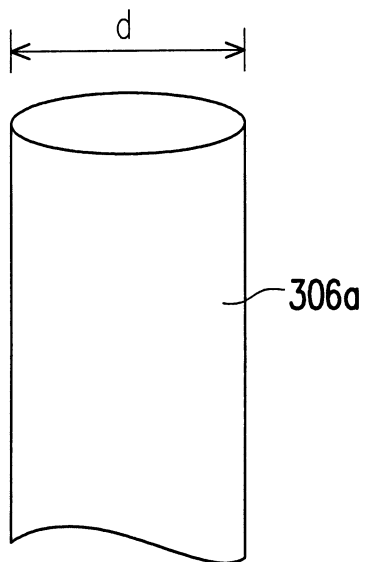


圖 4

### 五、中文發明摘要：

一種三族氮化物垂直柱基板，此三族氮化物垂直柱基板包括：一基板、一緩衝層與一垂直柱層。其中，緩衝層位於基板上方，且垂直柱層位於緩衝層上，而垂直柱層是由數個立於緩衝層上之垂直柱所組成。

### 六、英文發明摘要：

A group-III nitride vertical-rod array substrate is provided. The group-III nitride vertical-rod array substrate comprises a substrate, a buffer layer and a vertical-rod array layer. The buffer layer is located on the substrate. The vertical-rod array layer is comprised of several vertical rods standing on the buffer layer.

### 七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖(3)。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

300：基板

302：緩衝層

302a：主緩衝層

304：次緩衝層

306：垂直柱層

306a：垂直柱

308：半導體層

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無



95年6月7日修正補充

**發明專利說明書**

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：95118646

※申請日期：95-5-15

※IPC 分類：H01L 33/00, H01S 5/00

**一、發明名稱：**(中文/英文)三族氮化物垂直柱基板 / GROUP-III NITRIDE  
VERTICAL-RODS SUBSTRATE**二、申請人：**(共 2 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 財團法人工業技術研究院 / INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH  
INSTITUTE

2. 國立清華大學 / NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY

代表人：(中文/英文)

1. 林信義 / LIN HSIN-I

2. 陳文村 / CHEN WEN-TSUEN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號 / NO. 195, SECTION 4, CHUNG  
HSING ROAD, CHUTUNG, HSINCHU, TAIWAN, R. O. C.2. 新竹市光復路二段 101 號 / NO. 101, SEC. 2, GUANGFU RD.,  
HSINCHU, TAIWAN 300, R. O. C.

國籍：(中文/英文) 1-2 中華民國/TW

**三、發明人：**(共 7 人)

姓名：(中文/英文)

1. 賴志銘 / CHIH-MING LAI

2. 劉文岳 / WEN-YUEH LIU

3. 蔡政達 / JENQ-DAR TSAY

99年6月13日修(改)正替換頁

## 十、申請專利範圍：

1. 一種三族氮化物垂直柱基板，包括：  
一基板；  
一緩衝層位於該基板上方；以及  
一垂直柱層位於該緩衝層上，其中該垂直柱層是由複數個立於該緩衝層上之垂直柱所組成。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中每一該些垂直柱之材質包括三族氮化物。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中每一該些垂直柱之材質包括氮化鎵。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中該緩衝層是一複合層。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中該複合層之材質包括氮化矽/三族氮化物。
6. 如申請專利範圍第 4 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中該緩衝層之厚度約為 1~60 奈米。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中該緩衝層之材質包括氮化矽。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中該緩衝層之厚度約小於 10 奈米。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中每一該些垂直柱之一截面直徑約為 60~150 奈米。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述之三族氮化物垂直柱基板，還包括一三族氮化物層位於該垂直柱層上。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中該垂直柱層之厚度約為 10 奈米~5 微米。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中該垂直柱層中該些垂直柱之分布密度約在  $10^9/\text{cm}^2 \sim 10^{12}/\text{cm}^2$  之間。

13. 一種三族氮化物垂直柱基板，包括：

一基板；

一垂直柱層位於該基板上，其中該垂直柱層是由複數個單晶性垂直柱所組成；以及

一氮化鎔半導體層位於該垂直柱層上。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之三族氮化物垂直柱基板，還包括一氮化矽緩衝層位於該基板與該垂直柱層之間。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中該氮化矽緩衝層之厚度約小於 10 奈米。

16. 如申請專利範圍第 14 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中該氮化矽緩衝層與該垂直柱層之間還包括一次緩衝層。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中該次緩衝層之厚度約為 1~50 奈米。

18. 如申請專利範圍第 16 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中該次緩衝層之材質包括三族氮化物。

19. 如申請專利範圍第 13 項所述之三族氮化物垂直柱基板，其中每一該些垂直柱之材質包括三族氮化物。