

發明專利說明書

中文說明書替換本⁹⁹年6月

(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：092135267

※ 申請日期：92.12.11.

※IPC 分類：H01L 31/00 (2006.01)

H01L 21/50 (2006.01)

壹、發明名稱：(中文/英文)

磊晶生長用基板及其製造方法

A SUBSTRATE FOR EPITAXY AND A METHOD OF PREPARING THE
SAME

貳、申請人：(共 2 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1.波蘭商艾蒙諾公司

AMMONO SP. Z O.O.

2.日商日亞化學工業股份有限公司

NICHIA CORPORATION

代表人：(中文/英文)

1.(1)羅伯特 德威林斯基

DWILINSKI, ROBERT

1.(2)哲茲 卡茲尼斯基

GARCZYNSKI, JERZY

2.小川 英治

OGAWA, EIJI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1.波蘭渥札瓦市克澤渥耐格克芝札街2/31號

UL. CZERWONEGO KRZYZA 2/31 00-377 WARSAW, POLAND

2.日本國德島縣阿南市上中町岡491番地100

491-100, OKA, KAMINAKA-CHO, ANAN-SHI, TOKUSHIMA-KEN

774-8601, JAPAN

國籍：(中文/英文)

1.波蘭 POLAND

2.日本 JAPAN

參、發明人：(共 5 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 羅伯特 德威林斯基

DWILINSKI, ROBERT

2. 羅曼 多拉辛斯基

DORADZINSKI, ROMAN

3. 哲茲 卡茲尼斯基

GARCZYNSKI, JERZY

4. 萊哲克 西芝普陶斯基

SIERZPUTOWSKI, LESZEK

5. 神原 康雄

KANBARA, YASUO

住居所地址：(中文/英文)

1. 波蘭渥札瓦市芝魯波瓦尼亞茲密札街23/12號

UL. ZGRUPOWANIA ZMIJA 23/12, 01-875 WARSAW, POLAND

2. 波蘭渥札瓦市貝拉芝卡街4/115號

UL. BELGRADZKA 4/115, 02-793 WARSAW, POLAND

3. 波蘭羅米恩基市貝芝基格街20/7號

UL. BACZYNSKIEGO 20/7, 05-092 LOMIANKI, POLAND

4. 美國紐澤西州聯合市杭汀頓路304號

304, HUNTINGTON ROAD, UNION, NJ 07083-7944, U.S.A.

5. 日本國德島縣阿南市上中町岡491番地100日亞化學工業股份有限公司

C/O NICHIA CORPORATION, 491-100, OKA, KAMINAKA-CHO,
ANAN-SHI, TOKUSHIMA 774-8601, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

1.-4.波蘭 POLAND

5.日本 JAPAN

肆、聲明事項：

☐ 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，其日期為： 年 月 日。

☒ 本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1. 波蘭；2002年12月11日；P-357696
2. 波蘭；2002年12月11日；P-357707
3. 波蘭；2002年12月11日；P-357708
4. 波蘭；2002年12月11日；P-357709
- 5.

☒ 主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 波蘭；2002年12月11日；P-357696
2. 波蘭；2002年12月11日；P-357707
3. 波蘭；2002年12月11日；P-357708
4. 波蘭；2002年12月11日；P-357709
- 5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明關於一種用在磊晶的基板用來製造光電裝置如LED及LD或電氣裝置如MOSFET。

【先前技術】

目前用在氣相磊晶的基板典型地包括藍寶石、SiC、GaAs與Si及成長在該基板上所得的磊晶層仍舊具有不利的高差排密度 $10^9/\text{cm}^2$ 。因此，已有提出ELOG型態結構應用至基板，其容許減少差排密度至 $10^6/\text{cm}^2$ ，但對確保許多電子及光電裝置準確的功能，特別是高功率半導體雷射，該密度仍舊太高。進一步，有另一問題是所得基板因為ELOG結構而具有一減少的磊晶面的面積。據此，我們提出其他製程以獲得單晶含鎵氮化物，例如，波蘭專利申請案號P-347918，其中有提出一種獲得塊體單晶氮化物的方法，以氮化鎵為代表，經由超臨界含氮溶液再結晶。使用前述超臨界含氮溶液得到的塊體單晶氮化鎵之特徵是其低差排密度(在塊體Ga₂N的例子： $10^4/\text{cm}^2$)。然而，其獲得低成長速率，事實上，比使用從氣相的成長方法之成長速率低好幾倍。

1)本發明的發明者已進一步從其尖端研究開發可能大大降低氣體或氣相磊晶層差排密度而不需ELOG結構，假如該氣相成長製程是實施在利用從超臨界含氮溶液結晶製得的塊體單晶含鎵氮化物的基板表面上，而且保持所有基板的主要表面為完全的Ga-極表面做為製造光電或電氣裝置的

進一步磊晶製程。這是相當不同於ELOG型態基板。

並且，2)本發明者已發現在含至少一鹼金屬的一超臨界含氮方法Ga_N的A軸方向成長為C軸方向成長的4倍或更快及得到一單晶氮化物基板具有一直徑1英吋以上，提供一良好的品質如C軸方向垂直C平面延伸至少30 μm，較佳地50 μm以上。這也是相當不同於ELOG型態基板。

根據本發明者上面的發現1)及2)，假如一Ga_N層利用HVPE成長在利用超臨界含氮方法製造的一單晶氮化物基板上以具有厚度100 μm以上，較佳地150 μm以上及從該單晶氮化物基板切下成薄片，所得HVPE Ga_N具有一差排密度 $5 \times 10^5/\text{cm}^2$ 或較少些，較佳地 $10^5/\text{cm}^2$ ，更佳地 $10^4/\text{cm}^2$ 或較少些及表面之一實質上由Ga-極面組成及比任何ELOG Ga_N基板好。

【發明內容】

因此，本發明目的是提供一基板用在磊晶及根據新塊體單晶氮化物製備一基板的方法。

根據本發明第一方面，提供一基板用在光電或電氣裝置其包括成長一層氮化物是利用氣相磊晶成長，其中氮化物基板的兩主要表面實質上由個別的非N-極面與N-極面組成及該基板的差排密度是 $5 \times 10^5/\text{cm}^2$ 或較少些。

根據本發明，我們可以得到一極佳的氣相磊晶層成長在 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 的單晶基板之Ga-或Al-極面上，其中 $0 \leq x \leq 1$ ，假如該基板可以使用一超臨界含氮溶液的方法製備及所得基板包括層B)是很有用在利用氣相磊晶成長製造光電或電氣裝

置。

根據本發明基板的特徵，實質上是沒有傾斜其意思實質上是氮化物單晶的C軸沒有偏向及實質上也沒有晶體的扭曲其意思是沒有單晶晶格的扭曲。因此，我們的基板沒有該變形以致偏振光可以通過如藍寶石的晶體，其相當不同於HVPE GaN基板。

在本發明中，塊體單晶氮化物的層A)包括含鎵氮化物及含鋁氮化物及以通式 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 表示，其中 $0 \leq x \leq 1$ 。該層A)由一AlN或GaN單晶基板提供，其可以利用WO 02/101120及WO 02/101124說明的超臨界含氮方法製作。

在本發明中，利用氣相磊晶成長的氮化物層B)以通式 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$ 表示，其中 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ， $0 \leq x+y \leq 1$ 。利用大家熟知的MOCVD(金屬有機化學氣相磊晶)、HVPE(氮化物或鹵化物氣相磊晶)或MBE(分子束磊晶)方法，該層B)可以製作在具有層A)的一基板上，及該層B)包括GaN、AlGaN、InGaN及AlGaInN化合物半導體層。

在本發明一較佳具體實施例中，層B)可以包括至少兩層且第一層B1)可以利用MOCVD或MBE製備在具有層A)的一基板上，而第二層B2)可以利用如圖7A所示的HVPE製備在第一層B1)上。

根據本發明，如圖7B所示，具有一厚度100至300 μm 以上的一基板可得自層A)、層B1)與層B2)之結合中層B2)之一部份，其中層A)為含至少一鹼金屬元素(I族，IUPAC 1989)的塊體單晶氮化物，層B1)為利用MOCVD或MBE成長的氮化

物，層B2)為利用HVPE成長的含鎵氮化物。該所得的模板可以由在基板的邊之一實質上完全的Ga-極面面積組成，亦即，超過95%，較佳地超過99%的Ga-極面。與由ELOG方法製作的HVPE GaN基板相比，因為某些N-極面面積在相同表面上，具有小於90% Ga-極面面積，其得到一基板關於差排密度及X光洛克曲線的FWHM具有極佳品質以及完全的Ga-極面。

根據本發明第二方面，一模板型態的基板可以包括塊體單晶氮化物層A)製備在具有利用在含至少一鹼金屬元素的超臨界含氮溶液中結晶的氮化物層B)的一晶種上。在該例子，模板型態基板可以進一步包括利用氣相磊晶成長的含鎵氮化物層C)，其中含至少一鹼金屬元素(I族，IUPAC 1989)的塊體單晶氮化物層A)製備在N-極面及非N-極面兩者上，如晶種層B)的Ga-極面或Al-極面做為層A1)與層A2)，如圖8A所示，及層C)結合在層A2)的非N-極面與層C)的N-極面。因此，含鎵氮化物層C)可以利用MOCVD、HVPE或MBE製備在層A2)的基板上。在一較佳具體實施例，層C)可以包括至少兩層且第一層C1)利用MOCVD或MBE製備在層A2)的基板上，而第二層C2)可以利用如圖8B所示的HVPE製備在第一層C1)上。根據本發明，第一層C1)可以保護基板A)表面不被層C2)的HVPE製程干擾，也可避免鹼金屬從基板A)擴散到層C2)。層C1)較佳地製備在低於其單晶形成的溫度。

在該例子，如圖8C所示，可以得到具有一厚度100至300

μm 以上的一基板，其係切自層 A1)、層 B)、層 A2)、層 C1) 與層 C2)之結合層中層 C2)之一部分，其中層 A1)為含至少一鹼金屬元素(I族，IUPAC 1989)的塊體單晶氮化物，層 B)為利用氣相磊晶成長的氮化物，層 A2)為含至少一鹼金屬元素(I族，IUPAC 1989)的塊體單晶氮化物，層 C1)為利用 MOCVD 或 MBE 成長者，層 C2)為利用 HVPE 成長的含鎵氮化物。該 HVPE 基板包含氮化物及具有實質上由 Ga-極面組成的一主要表面如上所述。

根據本發明，可以得到一基板具有一差排密度 $10^6/\text{cm}^2$ 或較少些以及從 (0002) 平面的 X 光洛克曲線的 FWHM 值小於 80 arcsec，較佳地 $10^6/\text{cm}^2$ 或較少些，更佳地 $10^4/\text{cm}^2$ 或較少些。

在超臨界含氮製程，我們已發現 A 軸的成長比 C 軸的成長快 4 倍或更快及在超臨界含氮方法的 A 軸成長比在相同超臨界含氮方法的 C 軸成長減少更多的差排密度。因此，根據本發明的新方面，我們可以得到如圖 9 所示的模板型態基板，其中層 A) 是一六方形基板具有一對 C 平面的表面與 M 平面的邊周圍具有一直徑 1 英吋以上，其是從利用在含至少一鹼金屬元素的一超臨界含氮溶液中成長塊體單晶氮化物的 A 軸方向製作的一基板所製備。驚奇的是該基板具有一差排密度 $10^4/\text{cm}^2$ 或較少些。

根據本發明的基板具有的特徵是假如含鎵氮化物層 B) 或 C) 及層 B1) 及 B2) 或 C1) 及 C2) 包含至少一鹼金屬元素，該含量小於由超臨界含氮溶液中含至少一鹼金屬元素的結晶氮

化物所製備的層A)。因為鹼金屬的含量是由形成層B)或C)及層B1)及B2)或C1)及C2)製程期間從層A)擴散所引起。在本例中，層B)、B1)、C)或C1)可以利用MOCVD製備及具有一厚度0.1至3 μm 。

在根據本發明基板的例子，利用氣相成長方法所得的層C)也以通式 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$ 表示，其中 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y < 1$ ， $0 \leq x+y \leq 1$ 如層B所示的定義。因此，在本發明較佳具體實施例，層B)或C)可以是AlGaN與GaN雙層的組合。在AlGaN的第一層B1)或C1)的例子其形成溫度比單晶低，GaN的第二層B2)或C2)之結晶品質將被改進。

根據本發明模板型態基板的例子，因為氣相磊晶成長，層B)、B2)、C)或C2)是一含鎵氮化物包含矽(Si)或氧(O)做為施體摻雜物或含鎵氮化物包含鎂(Mg)或鋅(Zn)做為受體摻雜物。摻雜物濃度較佳地在 $10^{16}/\text{cm}^3$ 與 $10^{21}/\text{cm}^3$ 的範圍。

根據本發明第三方面，提供製備一基板用在光電及電氣裝置的製程其包括以下步驟：

(a)由超臨界含氮溶液結晶含鎵或鋁的氮化物在一晶種上，以製備含至少一鹼金屬元素(I族，IUPAC 1989)的塊體單晶氮化物層A)使具有一厚度用做基板，；(b)利用氣相磊晶成長法於層A)的Al-或Ga-極面形成一氮化物層B)或C)；及(c)自基板A)將層B)或C)切下，以得到一基板，其具有100 μm 以上之厚度及實質上由Al-或Ga-極面所組成之主要表面。

如圖7A與7B及圖8A至8C所示，在一製備用在光電及電氣裝置的一基板之較佳製程中，步驟(b)較佳地包括(b1)利用

氣相磊晶成長法於層 A) 的 Al 或 Ga-極面上形成一氮化物層 B1) 或 C1)、及 (b2) 利用氣相磊晶成長法於層 B1) 或 C1) 上形成一氮化物層 B2) 或 C2)。在本例中，層 B2) 或 C2) 從基板 A) 切下以得到一基板具有 100 μm 以上之厚度及實質上由 Al 或 Ga-極面所組成之主要表面。

根據本發明第四方面，一良好的基板可以製作進一步良好的基板，以致根據本發明的基板被用來製造進一步的基板。在本例中，該製程進一步包括 (d) 利用氣相磊晶成長法於層 B)、C)、B2) 或 C2) 的 Al 或 Ga-極面上形成一新氮化物層 D)，其將自基板 B)、C)、B2) 或 C2) 被切下，以得到一基板，其具有 100 μm 以上之厚度及實質上由 Al 或 Ga-極面所組成之主要表面。

在本發明一較佳具體實施例，為了得到進一步用在磊晶成長的良好表面性質，其可以需要進一步的步驟 (c) 研磨層 B) 的面之一以得到用在氣相磊晶的一基板。進一步，為了得到一基板具有一厚度 100 μm 以上些，較佳地 150 μm 以上些及一主要表面實質上由 Al 或 Ga-極面所組成，其需要得到層 B)、B2)、C)、C2) 或 D) 具有一厚度 100 μm 以上些，較佳地 150 μm 以上些及切片分離一以上部分的層 B)、B2)、C)、C2) 或 D)。

所得基板可以在不含氫氣之環境，在 600 與 1050°C 之間的溫度承受一退火處理，因此製造的材料具有比退火前更佳的結晶品質。退火步驟較佳地實施在加入 10 至 30 vol% 之間的氧之鈍氣環境及該退火步驟可以單一步驟或多重步驟實施直到雜質 (如氫及 / 或氮或從在結晶及 / 或退火製程期間形

成的雜質形成的離子)達到所需的等級。

進一步，有時需要利用在超臨界含氮溶劑、水或二氧化碳或承受氣體氮、氧或氫作用的環境中之清洗製程從塊體單晶氮化物移除雜質。在本例中，較佳地藉助超音波或曝露到一電子束的應用實施清洗步驟。

【實施方式】

本發明是根據一氮-鹼的晶體成長及利用在含一以上影響其氮-鹼特性的礦化劑之超臨界含氮溶劑中產生化學傳輸容許獲得單晶含鎳或鋁的氮化物選擇性沉積在晶種表面。

該製程具有特徵是其容許得到具有一層高結構品質的塊體單晶模板型態基板，其中由於在高壓釜中一超臨界含氮溶液及產生鹼金屬離子的事實，利用從氣相成長方法沉積一含鎳或鋁的氮化物層在所得的含鎳或鋁的氮化物層上。加入的原料在高壓釜中溶解，接著含鎳或鋁的氮化物在比超臨界溶劑中溶解加入的原料之製程更高的溫度及/或較低的壓力從溶液選擇性結晶在晶種表面。

第一具體實施例的目的是在第二製程-結晶期間，實施選擇性結晶在晶種表面。因此，本發明第二具體實施例關心塊體單晶含鎳或鋁的氮化物之結晶製程，具有特徵是其容許得到具有一層高結構品質層的塊體單晶模板型態基板，其中利用從氣相成長方法得到在含鎳或鋁的氮化物層上，沉積具有高結構品質的含鎳或鋁的氮化物層，及在一超臨界含氮溶液中作用溶解及鹼金屬離子，產生具有一負溫度

係數的氮化鎵溶解度之超臨界溶液，及至少在置放晶種的高壓釜區域產生一區域其中該超臨界溶液對應於晶種是過飽和的，及利用適當地增加溫度及/或降低壓力來調整濃度以為了確保不發生自發的結晶，及達到一含鎵或鋁的氮化物晶體選擇性單獨成長在高壓釜中置放的晶種表面上。

雖然第二具體實施例的兩區域同時產生在高壓釜中：溶解區及結晶區，其建議利用調整溶解溫度與結晶溫度控制對應於晶種的超臨界溶液之過飽和。並且，假如結晶區域的溫度設定在300與600°C之間，將容易處理溫度，及在高壓釜中溶解區及結晶區之間的溫度差異維持低於150°C，較佳地100°C以下。對應於晶種的超臨界溶液之過飽和可以利用置放一或多個隔板在高壓釜中以分隔溶解區與結晶區來調整及控制那些區域間的對流速率，利用一適當的溫度差，對應於晶種的超臨界溶液之過飽和可以利用含鎵或鋁的饋入原料來調整，導致形成GaN晶體，其總表面積超過該晶種的總表面積。

在第一具體實施例的鹼金屬離子是以鹼金屬及/或鹼金屬化合物及/或其混合物引入，特別地那些不包含XVII族元素(鹵素)。該鹼金屬離子可以包括選自 Li^+ 、 Na^+ 及 K^+ 的一以上的型態。其較佳的使用它們以鹼金屬的形式及其氮基化合物與疊氮化物對氮的莫耳比在1:200與1:2之間。溶解在超臨界溶液之饋入原料是含鎵或鋁的氮化物或鎵的前驅物，其可以形成可溶在超臨界溶劑中之鎵的化合物。

雖然本發明說明的製程是根據在一乾淨的氮-鹼環境中

反應，如果氮或XVII族的其他元素不負面影響反應發生的環境，也被容許利用HVPE方法或另外的化學方法獲得饋入原料的應用為GaN形式。

饋入原料可以是含鎵或含鋁氮化物其在超臨界含氮溶劑中承受一可逆的溶解製程。其也可與金屬鎵混合在超臨界溶劑中承受一不可逆反應。使用含鎵或含鋁氮化物為氮化鎵的形式使容易控制整個結晶製程。較佳的使用單晶GaN的晶種，雖然下列也可以使用：經由HVPE方法或熔融法獲得GaN，經由高壓方法獲得晶種，該晶種具有從超臨界含氮方法得到的塊體單晶切出的A(11 $\bar{2}$ 0)、M(1 $\bar{1}$ 00)或R(1 $\bar{1}$ 02)表面。為了結晶目的，也可能使用具有N-極性之C(0001)表面。

在本發明，溶解與結晶製程通常平行實施，及其同時發生在高壓釜個別空間處。換句話說，在鹼金屬離子的高壓釜中獲得超臨界含氮溶劑。該溶劑溶解含鎵或含鋁的饋入原料，及從超臨界溶液實施含鎵或含鋁氮化物結晶在晶種表面上，其條件是比饋入原料的溶解製程更高的溫度及/或更低的壓力。

在第一具體實施例推介溶解含鎵或含鋁的饋入原料之製程以傳送超臨界溶液至一具有更高溫度及/或更低壓力的地方之分離製程加以補充。在本例，高壓釜中至少形成兩個區域具不同溫度，及含鎵或含鋁的饋入原料放在具低溫的溶解區域而晶種放在具高溫的結晶區域。在溶解區域與結晶區域之間的溫差應被設定在該方式以致確保主要經由對流製程發生的化學傳送通過超臨界溶液。在溶解區域與

結晶區域之間的溫差超過 1°C ，較佳地在 5 與 150°C 之間，及最佳地低於 100°C 。

較佳地，本發明獲得的氮化物具有式子 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$ 表示，其中 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y < 1$ ， $0 \leq x+y \leq 1$ 。超臨界溶劑定義如下：其包含 NH_3 及/或其衍生物及一鹼金屬離子或至少鈉或鉀離子形式的礦化劑。饋入原料主要由含鎵或含鋁氮化物或其前驅物選自群組包括：疊氮化物、鹽亞胺、鹽胺-鹽亞胺、氨基化合物、氮化物、含鎵或含鋁金屬化合物及合金、以及金屬鎵。前驅物的定義可以進一步在本文件見到。在本發明，該晶種包含至少一含鎵或含鋁氮化物結晶層或其他XIII族的元素(IUPAC 1989)。較佳的該層的表面差排密度低於 $10^6/\text{cm}^2$ 。

在本發明，該含鎵或含鋁氮化物的結晶可以發生在 100°C 與 800°C 之間的溫度，較佳地在 300°C 與 600°C 之間，最佳地在 400°C 與 550°C 之間。在含鎵或含鋁氮化物的結晶期間，壓力可以在 10 與 1000 MPa 之間的範圍，較佳地在 100 與 550 MPa 之間，及最佳地在 150 與 300 MPa 之間。在超臨界溶劑中鹼金屬離子的濃度以該方式調整以致確保饋入原料與含鎵或含鋁氮化物之適當溶解度性質，及在超臨界溶劑中鹼金屬離子對其他物種的莫耳比控制在 $1:200$ 至 $1:2$ 的範圍，較佳地在 $1:100$ 與 $1:5$ 之間，及最佳地在 $1:20$ 與 $1:8$ 之間。

在本發明，一單晶含鎵或含鋁氮化物的成長是利用在含一以上影響其氮-鹼特性的礦化劑之超臨界溶劑中的化學傳送而獲得。因此，這是氮-鹼結晶的技術，及用在本發明的術語應該了解是根據下面的定義：

XIII族元素氮化物意指一XIII族元素，亦即鋁、鎵及銦單獨或任何組合的氮化物。含鎵氮化物是最佳的該氮化物。

含鎵或含鋁氮化物意指一鎵(或鋁)的氮化物及可選擇其他XIII族的元素(根據IUPAC, 1989)。其包括，但非限制，二元化合物-GaN(或AlN)，三元化合物-AlGaN、InGaN或四元化合物AlInGaN，較佳地包含一實質部分的鎵，無論如何皆高於摻雜物含量的等級。相關於鎵(或鋁)的其他元素之組成可以其結構修飾至其不抵觸氮-鹼結晶技術的特性之程度。(本提到之式子僅企圖提供氮化物的成份。其不企圖指出他們的相對量。)

塊體單晶含鎵或含鋁氮化物意指一單晶基板為含鎵或含鋁氮化物的形式，可以在其上得到光電裝置，如：利用MOCVD方法或利用磊晶成長方法如HVPE方法之發光二極體(LED)或雷射二極體(LD)。

C-、A-或M-平面表示六方XIII族元素氮化物晶體之C-、A-、M-平面的表面。

含鎵或含鋁氮化物的前驅物是包含至少鎵(鋁)的一物質或一混合物，其也可以包含鹼金屬、XIII族的元素(根據IUPAC, 1989)，氮及/或氫，及金屬鎵、其合金或金屬化合物、氮化物、氨基化合物、鹽亞胺、鹽胺-鹽亞胺及疊氮化物，其可以形成鎵化合物可溶在如下定義的超臨界含氮溶劑中。

含鎵或含鋁的饋入原料是含鎵或含鋁的氮化物或其前驅物。饋入原料的形式可以是：利用任何方法得到的

GaN(AlN)，例如，熔融方法、HNP方法、HVPE方法或在超臨界含氮溶劑中一化學反應從金屬鎵(鋁)同步得到多晶 GaN(AlN)之結果。

超臨界含氮溶劑是至少由氮組成的超臨界溶劑，其包含一以上型態的鹼金屬離子，用來溶解含鎵或含鋁的饋入原料。該超臨界含氮溶劑也可以包含氮的衍生物及/或其混合物，特別地-聯胺。

礦化劑是傳送一或多種型態鹼金屬離子到超臨界含氮溶劑的一物質，支撐含鎵或含鋁氮化物的溶解。

引起減弱超臨界溶液中氮-鹼特性的不含氧物種的物質是選自群組其包括：

a) A_mB_n 化合物，其中A意指 H^+ 及/或金屬，較佳地是鹼， NH_4^+ 、Si、S、P，其中B意指鹵素、S、P，及n與m意指對應的計量係數不小於1及/或

b) 物種的群組如：

- S_4N_4 ， S_2N_2 ，SN， S_4N_2 ， $S_{11}N_2$ ， P_3N_5 ， P_4N_6 ，PN，
- PN_2^- ， PN_3^{4-} ， PN_4^{7-} ， PN^- ， PN^{2-} ，
- $PNCI_2$ ， $P(NH)_2NH_2$ ， P_4S_{10} ， $NP(SNH_4)_2$ ， $NPSNH_4SH$ ， $NP(SH)_2$ ，PNS，

植入在含鎵氮化物結晶晶格的硫或矽物種用作施體；鎂、鋅或鎘是受體；摻雜物如錳或鉻在結晶氮化鎵晶格中提供具有磁性質；其中磷原子關於氮原子是等電荷的，及因此使其能隙比在純含鎵氮化物窄。那些物種不僅引起減弱超臨界溶劑的氮-鹼特性，而且也修飾含鎵氮化物的光、

電及磁性質。

含鎔饋入原料的溶解是經由饋入原料之鎔化合物，例如鎔錯合物，溶在超臨界溶劑可逆或不可逆的形成製程。鎔錯合物是化學錯合化合物，其中心放置鎔原子，周圍被 NH_3 型態配位基或其衍生物如 NH_2^- 、 NH^{2-} 所包圍。類似的定義應用於含鋁饋入原料的溶解。

超臨界含氮溶液意指所得溶液為在超臨界含氮溶劑中含鎔或含鋁饋入原料溶解之結果。

溶解度：我們的經驗指出含鎔或含鋁氮化物的固體與在足夠高溫度及壓力之超臨界溶液之間可以達成平衡。因此，含鎔或含鋁氮化物的溶解度可以被定義做上面提到的含鎔或含鋁氮化物的溶解製程所得的溶解鎔(鋁)化合物之平衡濃度。在該製程，平衡濃度，亦即溶解度，可以利用修飾溶劑的組成、溫度及/或壓力來控制。

溶解度的負溫度係數(負TCS)意指假如所有其他參數保持一定，個別化合物的溶解度是溫度的單調減少函數。相似地，溶解度的正壓力係數(正PCS)意指，假如所有其他參數保持一定，溶解度是壓力的單調增加函數。在我們的研究中已表示在超臨界含氮溶劑中含鎔或含鋁氮化物的溶解度在至少從 300°C 至 550°C 溫度範圍及壓力從100至550 MPa擁有一負溫度係數及一正壓力係數。其意指根據圖1，在高壓釜中饋入原料溶解後，在溫度 400°C 保持8天(亦即，溶解步驟後)，利用增加高壓釜中的溫度至 500°C ，而保持200 Mpa的定壓力(結晶步驟)，可以達到氮化鎔的再結晶。另一

方面，如圖2所示，在高壓釜中增加壓力，溶解饋入原料後，保持2天在350 MPa(亦即，溶解步驟後)，利用減小壓力至200 MPa而保持定溫度在500°C(結晶步驟)，達到氮化鎵的再結晶。

過飽和：假如在超臨界含氮溶劑中溶解的鎵(鋁)化合物之濃度高於在特定物理化學條件中的含鎵或含鋁氮化物的溶解度，那麼關於含鎵或含鋁氮化物在那些條件中超臨界含氮溶液的過飽和可以定義做真實濃度與溶解度之間的差。當在一密閉系統中溶解含鎵或含鋁氮化物，例如，利用增加溫度或減少壓力，是可得到過飽和狀態。

在超臨界含氮溶液中含鎵或含鋁氮化物的化學輸送是一包含含鎵或含鋁饋入原料在超臨界溶液中溶解、溶解的鎵化合物輸送通過超臨界溶液，以及含鎵或含鋁氮化物從過飽和超臨界溶液結晶的連續製程。通常，化學輸送可以利用被溶解的饋入原料與結晶產物之間的溫度差、壓力差、濃度差或其他化學或物理的差異來引起。由於根據本發明製程，是可能因在溫度差的條件之化學輸送的結果得到塊體單晶含鎵或含鋁氮化物，而其需要在結晶區域維持比在溶解區域更高的溫度。根據本發明，化學輸送較佳地由對流引起。

晶種如其已在上面提到的，對在根據本發明得到所需的塊體含鎵或含鋁氮化物單晶的製程是決定性的。對於晶種的品質對利用根據本發明製程得到的塊體含鎵或含鋁氮化物單晶之結晶品質是決定性的，選用在製程的晶種應該具

有可能高的品質。也可以使用具有一修飾表面的各種結構或晶圓。例如具有許多適當彼此間隔的表面之一結構被安排在一主要基板上及易於影響結晶氮化物的側向過度成長，是可以用做一晶種。甚且，具有一均勻磊晶表面的一晶種呈現n型電導性，例如，可以使用Si摻雜。該晶種可以使用從氣相，如HVPE或MOCVD或其他MBE成長含鎵氮化物晶體的製程來製造。在成長製程期間摻雜Si的等級在 10^{16} 至 $10^{21}/\text{cm}^3$ 確保n型電導性。甚且，可以使用一複合物晶種及該晶種可以直接沉積在一主要基材上或在一例如AlN製作的緩衝層上-一層可以由摻雜Si的GaN製造。進一步，對一特殊的未來用途，塊體單晶可以利用根據本發明製程成長在具有關於特定XIII族元素氮化物之六方纖維鋅礦型態的結晶晶格如個別氮化物的C-平面、A-平面或M-平面之一限定方向的均勻晶種上。

從過飽和超臨界含氮溶液自發結晶意指除了在晶種表面上，發生在高壓釜內任何位置含鎵或含鋁氮化物晶體任何不需要的成核與成長的製程。該定義也包括在晶種表面上的成長，其中所成長晶體具有不同於該晶種的方向。

在晶種上的選擇性結晶意指結晶製程發生在沒有自發結晶的晶種表面上，但也是當自發結晶發生在可忽略的程度時。要得到塊體單晶，該製程是絕對需要的及，同時，是本發明的要素之一。

反應溫度與壓力：在本說明書提出的實施例中，高壓釜內的溫度剖面利用一空的高壓釜量測，其不含超臨界含氮

溶液。因此，這不是實施在超臨界條件製程的真實溫度。壓力是直接量測或根據對假設的製程溫度及高壓釜體積之含氮溶劑的物理化學數據來計算。

MOCVD方法(金屬有機化學氣相沉積)意指磊晶層從一氣相沉積的製程，其中在氮化鎵的例子，氮及金屬有機鎵化合物被用做試藥。

HVPE方法(鹵化物氣相磊晶)意指磊晶層從一氣相沉積的製程，其中在氮化物的例子，金屬鹵化物及氮被用做試藥。

高壓釜意指一密閉的加壓反應器，其具有一反應腔，其中實施根據本發明的氮鹼製程。

為了完成根據本發明的製程，較佳的使用如圖3及圖4所示的設備，下面說明更詳細。

前面提到的製程及設備容許得到塊體單晶含鎵或含鋁氮化物。該塊體單晶具有低差排密度(塊體 GaN 的例子： $10^4/\text{cm}^2$)。重要的是塊體單晶 GaN 可以具有一直徑超過 1 英寸及，同時，厚度 3 mm(較佳地 5 mm)。以一線鋸切成薄片晶圓容許得到 0.5 mm 厚的塊體單晶基板。塊體單晶基板稍後可以用做晶種。為了增進其 n 型電導性，其較佳的在從氣相成長期間利用 Si 摻雜以增加 n 型載子的濃度。假如在超臨界含氮中得到使用從氣相成長方法沉積含鎵或含鋁氮化物，對含鎵或含鋁氮化物將是較佳的，具有 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$) 的形式或使用沉積在 GaN 上的塊體單晶 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$)。在從氣相成長期間含鎵或含鋁氮化物利用 Si 摻雜是可能得到具有 n 型電導性的 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$

($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y < 1$, $0 \leq x+y \leq 1$), 及因為其結晶在超臨界氮中從氣相成長的條件得到的含鎵或含鋁氮化物之上, 其可能使用來製造具有高結晶品質及差排密度低於 $10^5/\text{cm}^2$ 的模板型態基板。

本發明一較佳具體實施例

根據本發明製程容許分隔溶解饋入原料的製程與輸送超臨界溶液到較高溫度及/或較低壓力的製程, 其中含鎵或含鋁氮化物的結晶發生在晶種的表面。甚且, 該製程包括在高壓釜中同時產生至少兩個具不同溫度的區域之一步驟, 其中含鎵或含鋁氮化物的饋入原料被放在具較低溫度的溶解區域及晶種被放在具較高溫度的結晶區域。溶解區域與結晶區域之間的溫差被控制在該方式以致確保通過超臨界溶液的化學輸送是利用溶解區域與結晶區域具有超過 1°C 的溫差之對流。在超臨界氮中得到的含鎵或含鋁氮化物具有 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 的形式, 其中 $0 \leq x < 1$, 而從氣相得到的含鎵或含鋁氮化物具有 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$ 的形式, 其中 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y < 1$, $0 \leq x+y \leq 1$, 及可以包含施體型態、受體型態或磁性型態的摻雜物。含有鹼金屬離子及/或其衍生物之氮可以用做超臨界溶劑。饋入原料主要由含鎵或含鋁氮化物或其前驅物選自疊氮化物、醯亞胺、醯胺-醯亞胺、氨基化合物、氮化物、金屬化合物及含鎵或含鋁合金、以及金屬鎵組成之群組所組成。該晶種包含至少一含鎵或含鋁氮化物或其他 XIII 族元素(根據 IUPAC, 1989)的結晶層。

含鎵或含鋁氮化物的結晶發生在從 100 至 800°C 的溫度與

從10至1000 MPa的壓力之下，而在超臨界溶劑中的鹼金屬離子濃度被控制在該方式以致確保饋入原料及含鎵或含鋁氮化物適當的溶解度。在超臨界溶劑中鹼金屬離子對其他物種的莫耳比被控制在從1:200至1:2的範圍。

實施的量測表示最佳所得的塊體單晶GaN可以具有一差排密度低於 $10^4/\text{cm}^2$ 與從(0002)平面的x光洛克曲線之同時半寬度低於60 arcsec，其保證半導體裝置的適當品質及壽命。同時，由於基板的電導性，n型焊墊電極可以沉積在其上。

假如鹼金屬或其化合物，如 KNH_2 ，被引入超臨界 NH_3 中，GaN表現良好溶解度。圖5中表示在一超臨界溶劑中GaN在溫度400與500°C的溶解度為壓力之函數圖，以溶解度定義做莫耳比： $S_m \equiv [\text{GaN}^{\text{solution}} : (\text{KNH}_2 + \text{NH}_3)] \times 100\%$ 。在提出的具體實施例，該溶劑是在超臨界氨中 KNH_2 溶液的形式，具有莫耳比 $x \equiv \text{KNH}_2 : \text{NH}_3$ 等於0.07。應該期望溶解度 S_m 是溫度、壓力與礦化劑含量的平滑函數，以方程式 $S_m \equiv S_m(T, p, x)$ 表示。 S_m 的無限小改變可以表示如下：

$$\Delta S_m \approx (\partial S_m / \partial T)_{p,x} \Delta T + (\partial S_m / \partial p)_{T,x} \Delta p + (\partial S_m / \partial x)_{T,p} \Delta x,$$

其中偏導數 $(\partial S_m / \partial T)_{p,x}$, $(\partial S_m / \partial p)_{T,x}$, $(\partial S_m / \partial x)_{T,p}$ 特定 S_m 的行為隨特定的參數改變。在該說明的那些導數稱做"係數"(例如， $(\partial S_m / \partial T)_{p,x}$ 指定做"溶解度的溫度係數(TCS)")。

圖5表示溶解度隨壓力增加與隨溫度減小。那些關係容許我們經由其在較高溶解度條件與其在較低溶解度條件得到塊體單晶含鎵或含鋁氮化物。負溫度係數意指存在溫度梯

度，含鎵或含鋁氮化物的化學輸送將發生從具較低溫度的溶解區域至具較高溫度的結晶區域。其結果為其他鎵化合物，縱然金屬鎵，也可以是鎵的氮錯合物的來源。例如，根據最簡單的基板，如金屬鎵，上面特定組成的鎵錯合物可以被引入一溶劑中。接著，利用適當地修正條件(例如升高溫度)，是可能得到關於含鎵或含鋁氮化物的一過飽和溶液以及結晶在晶種上。根據本發明製程容許得到塊體單晶含鎵或含鋁氮化物成長在晶種上及特別地導致產生一計量的氮化鎵得到塊體單晶層形式在一氮化鎵晶種上。因為該單晶是在一含鹼金屬離子的超臨界溶液中獲得，其也包括高於0.1 ppm的鹼金屬濃度。因為其較佳的維持超臨界溶液的純鹼特性(主要地為了避免設備的腐蝕)，有目的地鹵化物被引入溶劑中。根據本發明製程也如容許我們有目的地以Al取代0.05至0.5 Ga。平滑地改變組成的可能性導致能夠控制所得氮化物的晶格常數。甚且，該塊體單晶GaN可以接收施體型態摻雜物(例如，Si、O)及/或受體型態摻雜物(例如，Mg、Zn)及/或磁性型態摻雜物(例如，Mn、Cr)的濃度在 10^{17} 與 $10^{21}/\text{cm}^3$ 之間。那些摻雜物修飾含鎵或含鋁氮化物的光電、電及磁性質。關於其他的物理性質，所得的塊體單晶氮化鎵具有表面差排密度低於 $10^6/\text{cm}^2$ ，較佳地低於 $10^5/\text{cm}^2$ ，及更佳地低於 $10^4/\text{cm}^2$ 。甚且，從(0002)平面x光洛克曲線的半寬低於600 arcsec，較佳地低於300 arcsec，更佳地低於60 arcsec。最佳得到的塊體單晶氮化鎵可以具有表面差排密度低於 $10^4/\text{cm}^2$ 及同時從(0002)平面x光洛克曲

線的半寬低於60 arcsec(對CuK α 1)。

用來得到塊體單晶的設備如圖3及圖4所示。設備的基本單元是用來獲得超臨界狀態的一溶劑之高壓釜1，設置的安裝2用來提供化學輸送通過高壓釜1之內的超臨界溶液。該高壓釜1放在設置的加熱裝置5及/或冷卻裝置6之一組兩爐子4的腔體3之內及利用螺絲型態的隔塊裝置7以確保關於爐子4在所需的位置。該爐子4座落在床架8之上及以鋼帶9穩固包覆爐子4及床架8。該床架8結合該組爐子4被可旋轉地固定在基座10中及利用插銷連鎖11穩固在所需的角速度，容許控制高壓釜1中對流的速率與型態。放在該組爐子4的高壓釜1之中發生超臨界溶液的對流，由安裝2以水平擋板12的形式控制，佔據超過70%的高壓釜1橫截面，分隔高壓釜1之溶解區域13與結晶區域14。水平擋板12放在高壓釜長度的中間附近。在高壓釜1中個別區域的溫度值，利用控制裝置15設定該爐子4，落在100至800°C範圍內。在高壓釜1中，溶解區域13與爐子系統4的低溫區域同時位在水平擋板(或眾多擋板)12之上及饋入原料16加入到該區域13。饋入原料引入的量不超過溶解區域體積的50%。以金屬鎂(或鋁)形式饋入原料引入坩堝的量所佔體積應該不超過溶解區域體積的80%。結晶區域14與爐子4的高溫區同時及位在水平擋板(或眾多擋板)12之下。晶種17放在該區。晶種17的位置在升降對流的交點之下，稍微在爐底之上。其中調整對流的安裝2位在配置冷卻裝置6的區域。做為冷卻擋板12區域的結果，可以控制溶解區域13與結晶區域14之間的溫差。

冷卻裝置18位在結晶區域底部的位置，容許在製程完成後快速冷卻該區域及大大在結晶製程後的爐子冷卻期間防止晶體的溶解。

該得到的塊體單晶氮化鎵可以具有表面差排密度低於 $10^5/\text{cm}^2$ 及從 (0002) 平面 x 光洛克曲線的半寬低於 60 arcsec(對 $\text{CuK}\alpha 1$)。以對晶體主軸之偏離角在 0.05 與 0.2 度之間，利用線鋸切片成晶圓後，使用 HVPE 方法，在那些條件是可能加入它們利用維持 30 $\mu\text{m}/\text{h}$ 達 100 小時的成長速率使 3 mm 的 GaN 具有 n 型的電導性。

該得到具有 5 mm 寬度的塊體單晶 GaN 是以一線鋸利用 25 小時切片成 0.5 mm 厚的晶圓。以該方法，是可能得到至少 4 片基板。那些基板，除了高結晶品質，也具有電導性，所以他們可以用做以半導體基礎製造的光電裝置如雷射二極體之基板。

實施例

一 600 cm^3 高壓釜 1 之溶解區域 13，具有內直徑 40 mm 及長度 480 mm，裝入 53.0 g 的金屬鎵 (6N) 形式之饋入原料。相同高壓釜的結晶區域 14 裝入利用如圖 9 所示利用在超臨界氮方法中 A 軸方向成長所得氮化鎵晶圓 (具有直徑約 1 英吋及質量 2.0 g) 的形式之一晶種晶體。(該晶種是由具有一長度 (L)，從 A 平面及 M 平面的邊緣周圍之兩邊的 A 軸方向成長 (W) 的晶圓所製造)。

12.0 g，4N 的金屬鈉及 19.5 g，4N 的金屬鉀被放入高壓釜中做為礦化劑。接著，高壓釜裝入 255.0 g 的氮 (5N)，緊閉及

放進一組爐子4之中。溶解區域13的溫度升至450°C(圖6，以1°C/min)，而該結晶區域不加熱及其溫度不超過250°C。在該方式，獲得的含氮超臨界溶液具以下的莫耳比： $\text{KNH}_2:\text{NH}_3=0.035$ ； $\text{NaNH}_2:\text{NH}_3=0.035$ 。該溫度分佈維持在高壓釜中4天(圖6)，期間發生鎵的部分溶解及未溶解的鎵完全反應成多晶GaN。

接著，溶解區域的溫度增加到500°C(以1°C/min)，多晶區域的溫度慢慢增加到550°C(圖6，以0.1°C/min)，高壓釜內的壓力達到約280 MPa。該高壓釜保持在那些條件(製程的第二步驟)持續20天(圖6)。該製程的結果，饋入原料的部分溶解(亦即，多晶GaN)被觀察在溶解區域及氮化鎵結晶在HVPE晶體上發生在結晶區域。該氮化鎵結晶在晶體兩邊上為具有總厚度2 mm單晶層形式。

以相似的方式得到的晶體為了使用它們做為基板承受下列製程：

- 1)沉積在具有HVPE-GaN晶種上的5 mm單晶層被放入爐中及在含有低量氧之氮氣環境及在600°C與900°C之間的溫度承受1至5小時的退火。

- 2)該樣品接著放在由Takatori公司製造的線鋸上。為了給與相對於晶體主軸適當的偏離角，該樣品放在一角度低於1度的位置。接著，該樣品使用一線鋸切片成5晶圓，因此得到具有偏離角在0.05與0.2度之間的樣品。

- 3)該樣品接著放在爐中及在含少量氧的氮氣溫度中1至5小時及600°C至900°C之間的溫度退火。(如此製備的樣品稱

為：GaN基板)

4)該GaN基板接著固定在工作桌上，放入一由Logitech公司製造的研磨機中。在研磨製程中，使用鑽石工具與二氧化矽、或氧化鋁漿液(具pH值從3至6或者從9至11)。所得表面的粗糙度低於 $10\text{\AA}$ 。

5)接著使用HVPE或MOCVD方法將一GaN或AlGaN保護層(好幾微米厚)加到GaN基板表面，因此得到模板型態的基板。

6)接著，使用HVPE方法以下面特定條件產生一3 mm厚GaN層在具有前述保護層的GaN基板上，或在不具有前述保護層的GaN基板上。根據前述方法切片及研磨後，得到用在光電裝置的一0.5 mm厚模板型態的基板。HVPE製程的條件如下：反應溫度 1050°C ，反應壓力：0.1 MPa大氣壓，氮分壓：0.03 MPa， GaCl_3 分壓：100 Pa，承載氣體為氫。

7)取代GaN或AlGaN，另外的保護層包括SiC或ZnO可以形成在GaN基板上及進一步一3 mm厚GaN層可以使用HVPE方法形成。

假如需要，從塊體單晶氮化物移除雜質的實施步驟可以利用在超臨界含氮溶劑，水或二氧化碳的清洗製程，或承受氣體氫、氮或氨的作用。在該例中，較佳的是清洗步驟可以藉助應用超音波或曝露到一電子束實施。

工業應用

所得的模板型態基板很適用在從氣相如MOCVD、MBE及HVPE的磊晶基板，導致可能製造良好的光電裝置如雷射二

極體及大輸出LED與良好的電氣裝置如MOSFET。

【圖式簡單說明】

本發明說明在包含的附圖中：

圖1是表示高壓釜中溫度隨時間改變的圖示，其中 p =常數及表示在本發明例子中溫度改變與溶解及結晶製程間的關係；

圖2是表示高壓釜中壓力隨時間改變的圖示，其中 T =常數及表示在本發明例子中壓力改變與溶解及結晶製程間的關係；

圖3是高壓釜的垂直截面圖及用來實施本發明的該組爐子。

圖4是用來獲得塊體單晶氮化鎵的設備透視圖示。

圖5是表示GaN在包含鉀氮基化合物(具有礦化劑： $\text{NH}_3=0.07$)之超臨界氮的溶解度與壓力之間的關係，其中 $T=400^\circ\text{C}$ 及 $T=500^\circ\text{C}$ ；最後，

圖6是為了本實施例目的，表示高壓釜中溫度隨時間改變的圖示。

圖7A及7B是根據本發明模板型態基板的第一具體實施例的圖示截面。

圖8A、8B及8C根據本發明模板型態基板的第二具體實施例的圖示截面。

圖9是表示製造A軸方向成長晶種的製程之圖示平面。

【圖式代表符號說明】

1 高壓釜

2	安 裝
3	腔 體
4	爐 子
5	加 熱 裝 置
6-1	冷 卻 裝 置
6-2	冷 卻 裝 置
7	螺絲型態的隔塊裝置
8	床 架
9	鋼 帶
10	基 座
11	插 銷 連 鎖
12	水 平 擋 板
13	溶 解 區 域
14	結 晶 區 域
15	控 制 裝 置
16	饋 入 原 料
17	晶 種
A	塊體單晶氮化物層
A1	Ga-極面
A2	Al-極面
B	氣相磊晶成長的氮化物層
B1	氮化物層
B2	含鎳氮化物層
C	含鎳氮化物層

C1	氮化物層
C2	含鎳氮化物

伍、中文發明摘要：

本發明係提供一種用在光電或電氣裝置的基板，其包括利用氣相磊晶成長的一層氮化物，其中該氮化物基板的兩主要表面實質上由個別的非N-極面與N-極面組成而該基板的差排密度是 $5 \times 10^5/\text{cm}^2$ 以下。因此，該模板型基板具有一良好的差排密度及一(0002)平面的X光洛克曲線(rocking curve)之FWHM小於80的良好值，以致所得的模板型基板適用做為從氣相如MOCVD、MBE與HVPE的磊晶基板，導致可以製作良好的光電裝置如雷射二極體及大輸出的LED與良好的電氣裝置如MOSFET。

陸、英文發明摘要：

The substrate is used for opto-electric or electrical devices and comprises a layer of nitride grown by means of vapor phase epitaxy growth wherein both main surfaces of the nitride substrate are substantially consisting of non N-polar face and N-polar face respectively and the dislocation density of the substrate is $5 \times 10^5/\text{cm}^2$ or less. Therefore, the template type substrate has a good dislocation density and a good value of FWHM of the X-ray rocking curve from (0002) plane less than 80, so that the resulting template type substrate is very useful for the epitaxy substrate from gaseous phase such as MOCVD, MBE and HVPE, resulting in possibility of making good opto-electric devices such as Laser Diode and large-output LED and good electric devices such as MOSFET.

拾、申請專利範圍：

1. 一種用在光電或電氣裝置的基板，其係包括利用氣相磊晶成長法所成長之一氮化物層，其中氮化物基板的二主要表面實質上個別包括非N-極面與N-極面，且該基板之差排密度是 $5 \times 10^5/\text{cm}^2$ 以下；該基板厚度為100 μm 以上，直徑為1吋以上，該基板係切自層A)、層B1)及/或層B2)之結合層中層B1)及/或B2)之一部份，其中層A)為包含至少一鹼金屬元素(I族，IUPAC 1989)的塊體單晶氮化物，層B1)為利用MOCVD或MBE法所成長的氮化物，層B2)為利用HVPE法所成長之含鎳氮化物；且該基板包含至少一鹼金屬元素(I族，IUPAC 1989)。
2. 一種用在光電或電氣裝置的基板，其係包括利用氣相磊晶成長法所成長之一氮化物層，其中氮化物基板的二主要表面實質上個別包括非N-極面與N-極面，且該基板之差排密度是 $10^5/\text{cm}^2$ 以下；該基板厚度為100 μm 以上，直徑為1吋以上，該基板係切自層A1)、層B)、層A2)、層C1)及/或層C2)之結合層中層C1)及/或C2)之一部份，其中層A1)為包含至少一鹼金屬元素(I族，IUPAC 1989)的塊體單晶氮化物，層B)為利用氣相磊晶成長所成長的氮化物，層A2)為包含至少一鹼金屬元素(I族，IUPAC 1989)的塊體單晶氮化物，層C1)為利用MOCVD或MBE法成長者，層C2)為利用HVPE法所成長之含鎳氮化物；且該基板包含至少一鹼金屬元素(I族，IUPAC 1989)。
3. 如請求項1或2之用在光電或電氣裝置的基板，其中該基

板厚度為150 μm 以上。

4. 一種製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其包括以下步驟：

(a) 藉由在超臨界含氮溶液中，於一晶種上結晶含鎵或含鋁氮化物，以製備一包含至少一鹼金屬元素(I族，IUPAC 1989)的塊體單晶氮化物層A)，其係具有一厚度以作為基板；(b)利用氣相磊晶成長法於層A)的Al或Ga-極面上形成一氮化物層B)或C)；

及(c)自基板A)將層B)或C)切下，以得到一基板，其係具有100 μm 以上之厚度，及實質上包含Al或Ga-極面之主要表面。

5. 如請求項4之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其中步驟(b)係包括：(b1)利用氣相磊晶成長法於層A)的Al或Ga-極面上形成一氮化物層B1)或C1)、及(b2)利用氣相磊晶成長法於層B1)或C1)上形成一氮化物層B2)或C2)；及(c)自基板A)將層B2)或C2)切下，以得到一基板，其係具有100 μm 以上之厚度，及實質上包含Al或Ga-極面之主要表面。

6. 如請求項4之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係進一步包括(d)利用氣相磊晶成長法於層B)、C)、B2)或C2)的Al或Ga-極面上形成一氮化物層D)。

7. 如請求項5之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係進一步包括(d)利用氣相磊晶成長法於層B)、C)、B2)或C2)的Al或Ga-極面上形成一氮化物層D)。

8. 如請求項5之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係進一步包括(d)利用氣相磊晶成長法於層B)、C)、B2)或C2)的Al或Ga-極面上形成一氮化物層D)；及(e)自基板B)、C)、B2)或C2)將層D)切下，以得到一基板，其係具有100 μm 以上之厚度，及一實質上包含Al或Ga-極面之主要表面。
9. 如請求項4至8項中任一項之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其中該等層B)、B1)、C)或C1)係利用MOCVD製備，並具有0.1至3 μm 之厚度。
10. 如請求項9之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係包括進一步研磨該等層B)、B2)、C)或C2)之其中一面的步驟，以得到一氣相磊晶用基板。
11. 如請求項4、5及8中任一項之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係進一步包括退火步驟，該步驟係於約600與1050°C之間之溫度，在不含氫的氣體環境中使該等基板B)、B2)、C)或C2)退火者，從而製造具有比退火前更好結晶品質的材料。
12. 如請求項6之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係進一步包括退火步驟，該步驟係於約600與1050°C之間之溫度，在不含氫的氣體環境中使該等基板B)、B2)、C)或C2)退火者，從而製造具有比退火前更好結晶品質的材料。
13. 如請求項7之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係進一步包括退火步驟，該步驟係於約600與1050°C之間之溫度，在不含氫的氣體環境中使該等基板B)、B2)、C)

或C2)退火者，從而製造具有比退火前更好結晶品質的材料。

14. 如請求項9之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係進一步包括退火步驟，該步驟係於約600與1050°C之間之溫度，在不含氫的氣體環境中使該等基板B)、B2)、C)或C2)退火者，從而製造具有比退火前更好結晶品質的材料。
15. 如請求項10之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係進一步包括退火步驟，該步驟係於約600與1050°C之間之溫度，在不含氫的氣體環境中使該等基板B)、B2)、C)或C2)退火者，從而製造具有比退火前更好結晶品質的材料。
16. 如請求項11之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其中該退火步驟係於添加有10與30 vol%之間之氧的鈍氣環境中實施。
17. 如請求項12之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其中該退火步驟係於添加有10與30 vol%之間之氧的鈍氣環境中實施。
18. 如請求項13之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其中該退火步驟係於添加有10與30 vol%之間之氧的鈍氣環境中實施。
19. 如請求項14之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其中該退火步驟係於添加有10與30 vol%之間之氧的鈍氣環境中實施。
20. 如請求項15之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，

其中該退火步驟係於添加有10與30 vol%之間之氧的鈍氣環境中實施。

21. 如請求項11之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其中該退火步驟為以單一步驟或多重步驟實施，直到達到期望之不純物(如氫及/或氮、或由結晶及/或退火製程期間形成之雜質所形成的離子)等級。
22. 如請求項12之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其中該退火步驟為以單一步驟或多重步驟實施，直到達到期望之不純物(如氫及/或氮、或由結晶及/或退火製程期間形成之雜質所形成的離子)等級。
23. 如請求項13之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其中該退火步驟為以單一步驟或多重步驟實施，直到達到期望之不純物(如氫及/或氮、或由結晶及/或退火製程期間形成之雜質所形成的離子)等級。
24. 如請求項14之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其中該退火步驟為以單一步驟或多重步驟實施，直到達到期望之不純物(如氫及/或氮、或由結晶及/或退火製程期間形成之雜質所形成的離子)等級。
25. 如請求項15之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其中該退火步驟為以單一步驟或多重步驟實施，直到達到期望之不純物(如氫及/或氮、或由結晶及/或退火製程期間形成之雜質所形成的離子)等級。
26. 如請求項4、5及8中任一項之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係進一步包括於超臨界含氮溶劑、水或二氧化碳的環境中之清洗製程，或承受氣體氮、氬或氦

的作用，而將不純物自塊體單晶氮化物移除之步驟。

27. 如請求項16之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其進一步包括於超臨界含氮溶劑、水或二氧化碳的環境中之清洗製程，或承受氣體氮、氮或氮的作用，而將不純物自塊體單晶氮化物移除之步驟。
28. 如請求項17之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其進一步包括於超臨界含氮溶劑、水或二氧化碳的環境中之清洗製程，或承受氣體氮、氮或氮的作用，而將不純物自塊體單晶氮化物移除之步驟。
29. 如請求項18之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其進一步包括於超臨界含氮溶劑、水或二氧化碳的環境中之清洗製程，或承受氣體氮、氮或氮的作用，而將不純物自塊體單晶氮化物移除之步驟。
30. 如請求項19之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其進一步包括於超臨界含氮溶劑、水或二氧化碳的環境中之清洗製程，或承受氣體氮、氮或氮的作用，而將不純物自塊體單晶氮化物移除之步驟。
31. 如請求項20之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其進一步包括於超臨界含氮溶劑、水或二氧化碳的環境中之清洗製程，或承受氣體氮、氮或氮的作用，而將不純物自塊體單晶氮化物移除之步驟。
32. 如請求項21之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其進一步包括於超臨界含氮溶劑、水或二氧化碳的環境中之清洗製程，或承受氣體氮、氮或氮的作用，而將不純物自塊體單晶氮化物移除之步驟。

33. 如請求項22之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其進一步包括於超臨界含氮溶劑、水或二氧化碳的環境中之清洗製程，或承受氣體氮、氮或氮的作用，而將不純物自塊體單晶氮化物移除之步驟。
34. 如請求項23之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其進一步包括於超臨界含氮溶劑、水或二氧化碳的環境中之清洗製程，或承受氣體氮、氮或氮的作用，而將不純物自塊體單晶氮化物移除之步驟。
35. 如請求項24之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其進一步包括於超臨界含氮溶劑、水或二氧化碳的環境中之清洗製程，或承受氣體氮、氮或氮的作用，而將不純物自塊體單晶氮化物移除之步驟。
36. 如請求項25之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其進一步包括於超臨界含氮溶劑、水或二氧化碳的環境中之清洗製程，或承受氣體氮、氮或氮的作用，而將不純物自塊體單晶氮化物移除之步驟。
37. 如請求項26之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係藉助超音波之應用或曝露於電子束，以實施該清洗步驟。
38. 如請求項27之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係藉助超音波之應用或曝露於電子束，以實施該清洗步驟。
39. 如請求項28之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係藉助超音波之應用或曝露於電子束，以實施該清洗步驟。

40. 如請求項29之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係藉助超音波之應用或曝露於電子束，以實施該清洗步驟。
41. 如請求項30之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係藉助超音波之應用或曝露於電子束，以實施該清洗步驟。
42. 如請求項31之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係藉助超音波之應用或曝露於電子束，以實施該清洗步驟。
43. 如請求項32之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係藉助超音波之應用或曝露於電子束，以實施該清洗步驟。
44. 如請求項33之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係藉助超音波之應用或曝露於電子束，以實施該清洗步驟。
45. 如請求項34之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係藉助超音波之應用或曝露於電子束，以實施該清洗步驟。
46. 如請求項35之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係藉助超音波之應用或曝露於電子束，以實施該清洗步驟。
47. 如請求項36之製備用在光電或電氣裝置的基板之製程，其係藉助超音波之應用或曝露於電子束，以實施該清洗步驟。

拾壹、圖式：

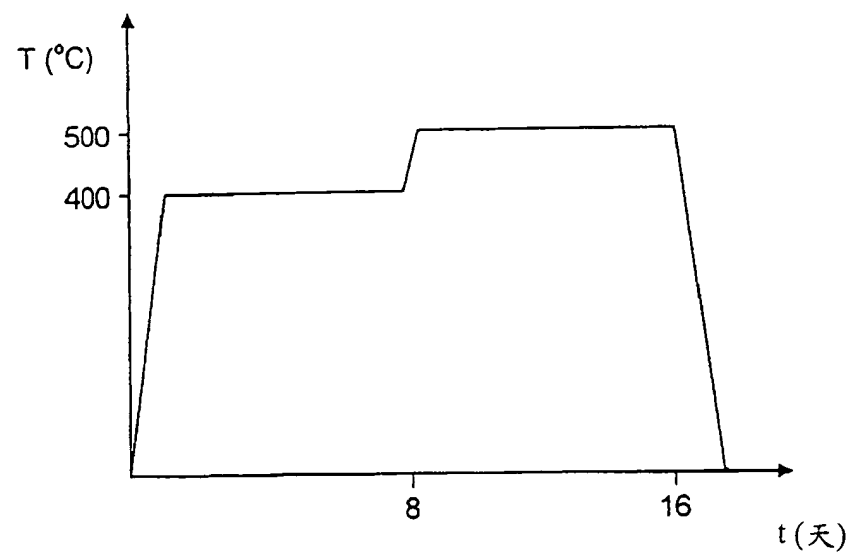


圖1

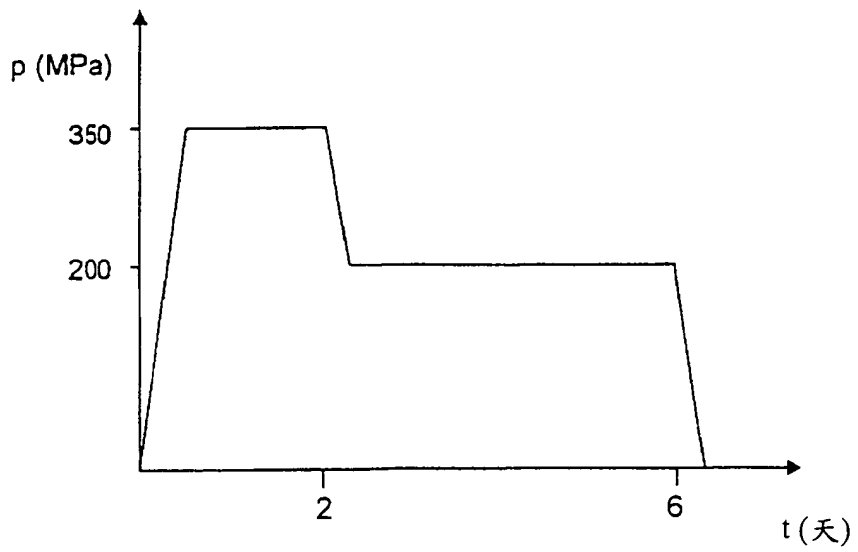


圖2

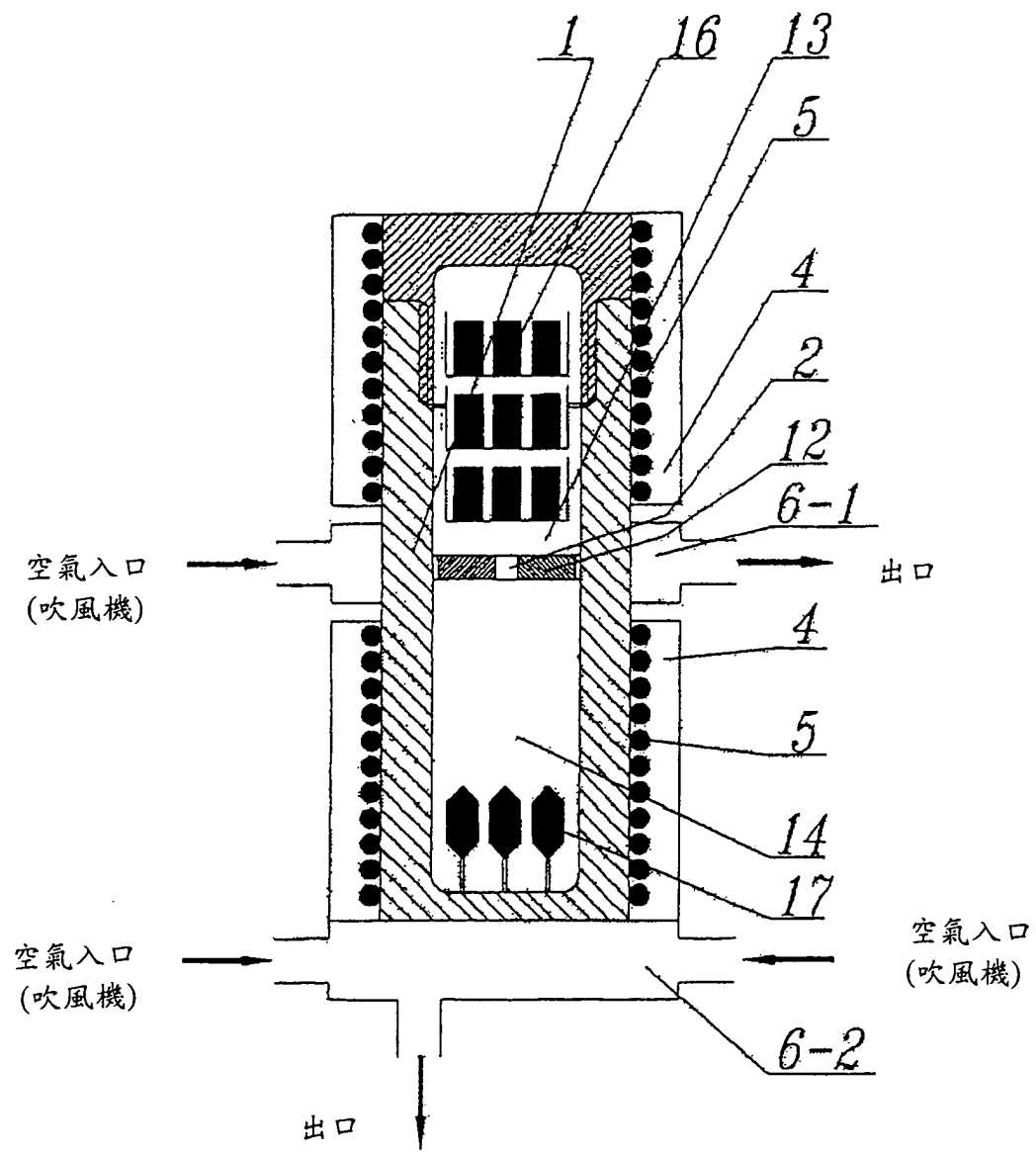


圖3

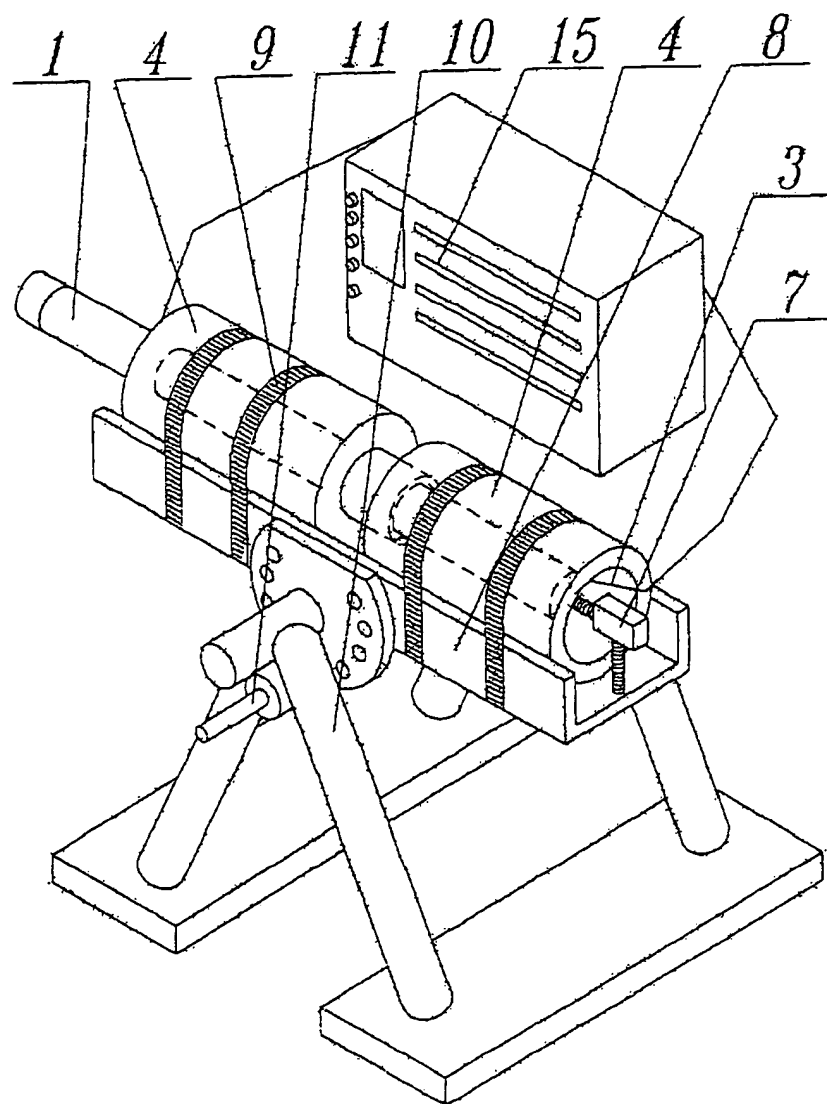


圖4

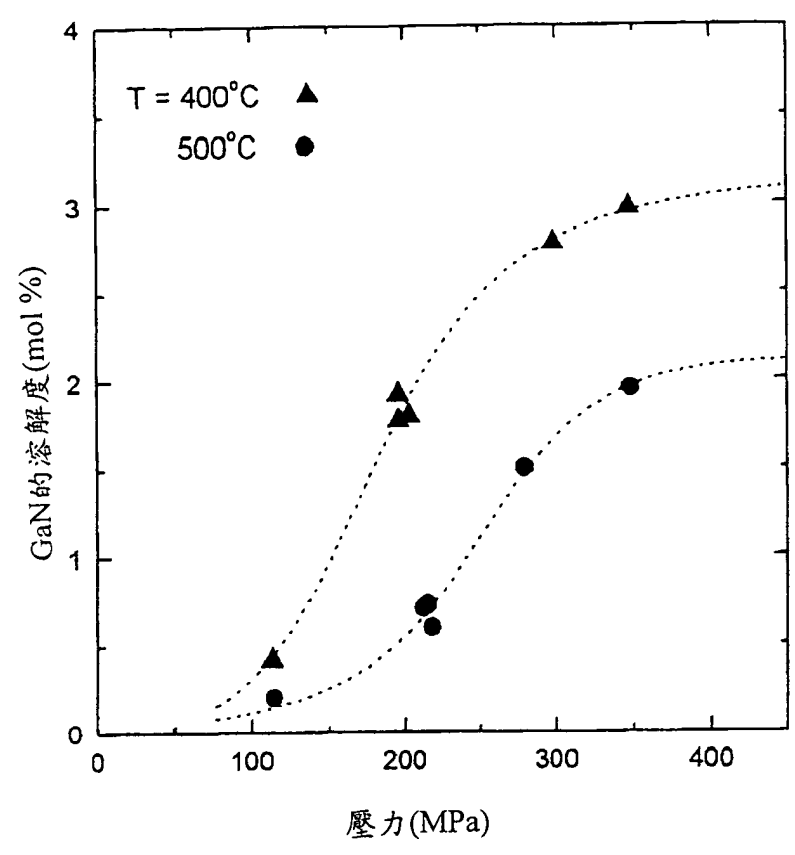


圖5

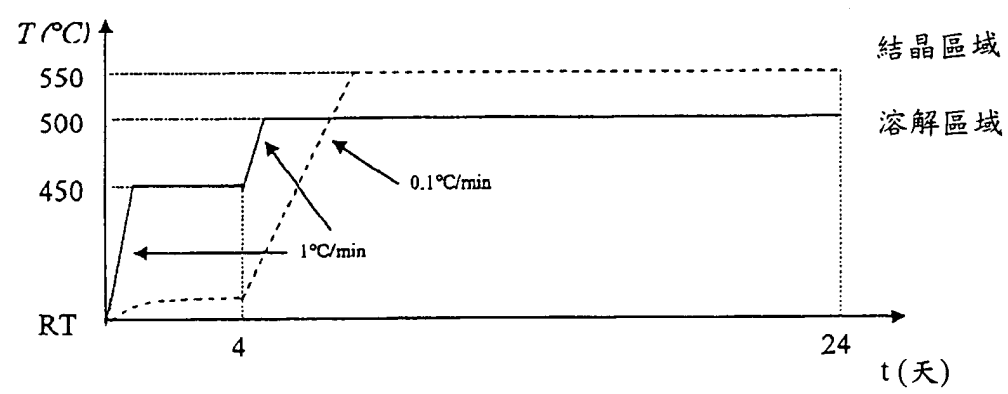


圖6

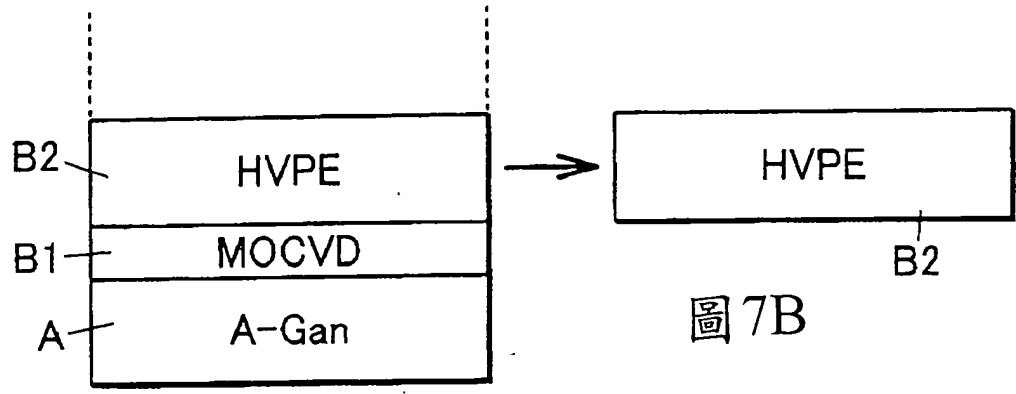


圖 7A

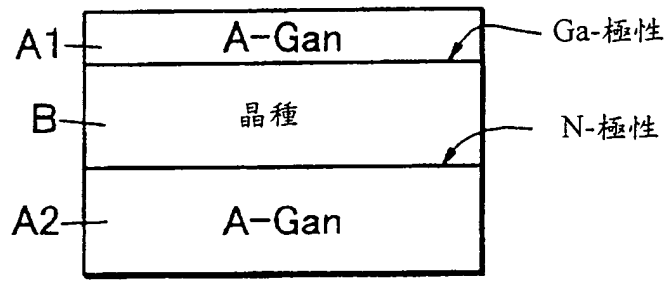


圖 8A

氣相磊晶

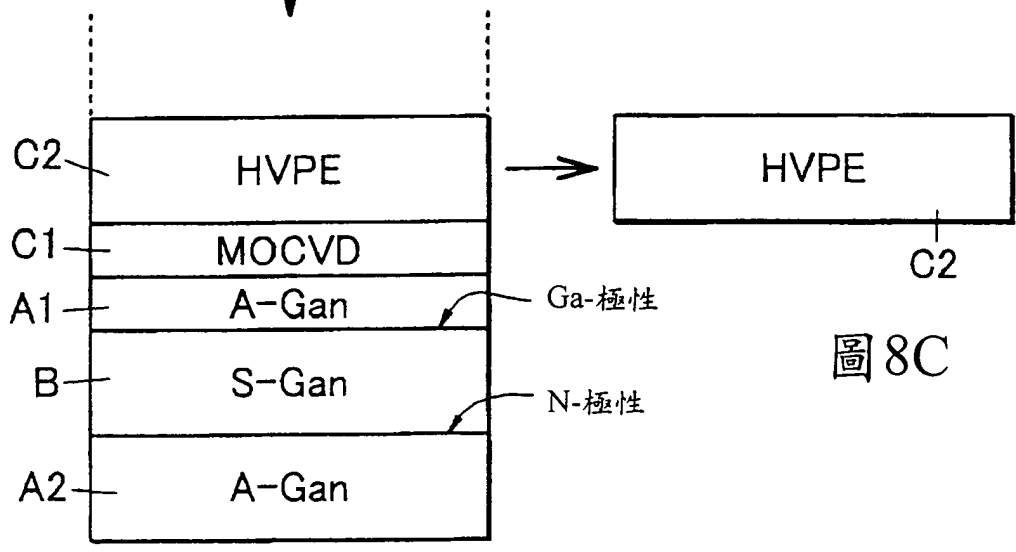


圖 8B

圖 8C

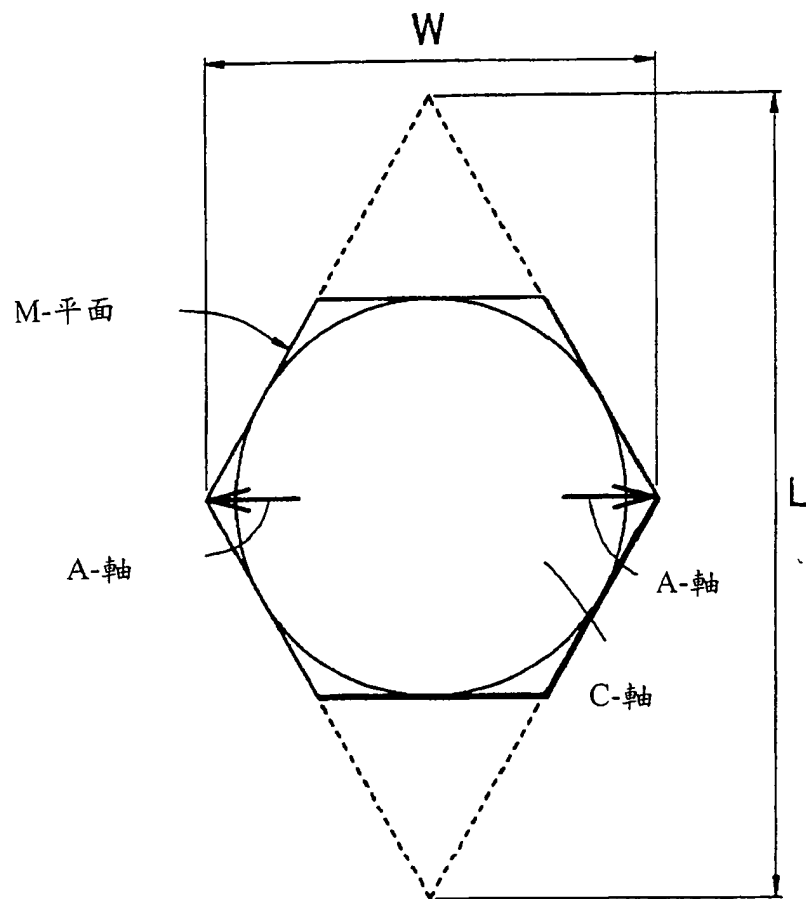


圖9

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 8 ）圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

A1 Ga-極面

A2 Al-極面

B 氣相磊晶成長的氮化物層

C1 氮化物層

C2 含鎳氮化物

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

（無）