

本案已向

國(地區)申請專利

日本 JP

申請日期

2001/03/26

案號

2001-088294

主張優先權

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

本發明涉及一種氮化鎵晶體基材的製造方法，和氮化鎵晶體基材。

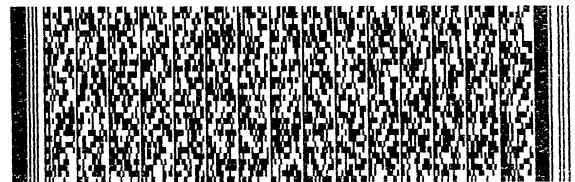
現有技術

GaN化合物半導體、如氮化鎵(GaN)，氮化銦鎵(InGaN)，和氮化鎵鋁(GaAlN)，作為用於藍光發射二極體(LEDs)和鐳射二極體(LDs)的材料，已引起人們的關注。此外，借助良好的耐熱性和耐環境性能，氮化鎵化合物半導體已用於光學裝置中，以及利用這些特徵的電子裝置用的元件的開發中。

然而，在氮化鎵化合物半導體中，難於生長大晶體，為此，至今還沒有生產出能夠投入實際使用的氮化鎵基材。藍寶石是目前廣泛投入實際使用的GaN生長的基材，並且通常的做法是，在藍寶石單晶基材上，例如通過金屬-有機物氣相磊晶生長(MOVPE)而使GaN磊晶地生長。

藍寶石基材的晶格常數不同於GaN，並因此，當GaN直接在藍寶石基材上生長時，將不能夠生長出單晶膜。為克服這個問題，日本專利公開JP188983/1988披露了一種方法，在該方法中，為降低晶格的應力，AlN或GaN的緩衝層在藍寶石基材上於低溫一次生長，然後，在該緩衝層上使GaN生長。

然而，甚至在利用低溫生長的緩衝層進行GaN生長的情況下，在基材和晶體之間的晶格常數差也將存在，因此，GaN有許多缺陷，這些缺陷被認為是生產GaN基LDs的



五、發明說明 (2)

障礙。此外，由於藍寶石基材和GaN之間線性膨脹係數的不同，因此在磊晶生長之後在基材中將存在扭曲，並且在最差情況下，基材將有害地開裂。

為此，人們渴望開發出GaN大基材。

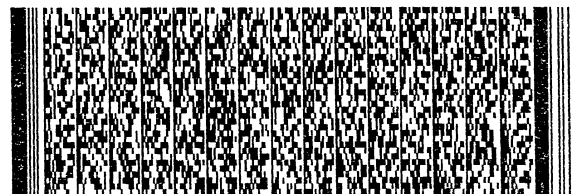
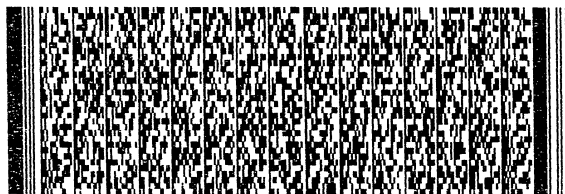
儘管大塊GaN晶體的生長是十分困難的，但近來提出了一種方法，在該方法中，GaN的厚膜，例如通過HVPE在基材上異質外延地生長，然後除去基材，以便提供GaN無支撐(free standing)基材。

目前，尚未開發出通過侵蝕分離在藍寶石基材上生長的GaN用的任何工藝。儘管還進行了通過拋光機械地除去藍寶石基材的嘗試，但在拋光過程中基材的扭曲將增加，並且基材開裂的可能性很高。為此，該方法一直沒有投入實際使用。

在此，Jpn. J. Appl. Phys. Vol.38(1999) Pt.2, No. 3A) 報道了一種方法，其中，通過HVPE，在藍寶石基材上生長GaN厚膜之後，施加雷射脈衝，以只分離GaN薄膜。然而，該方法也可能造成基材開裂。

此外，日本專利公開JP12900/2000披露了一種利用易於除去的基材的方法。在該方法中，通過HVPE，GaN厚膜在GaAs基材上生長，然後通過侵蝕除去GaAs基材。根據該方法，能夠以相對高的得率製備大的GaN基材。然而，該方法有這樣的問題：在GaN晶體生長期間GaAs基材將有害地分解，並且砷(As)作為雜質進入GaN中。

為降低磊晶生長GaN的缺陷密度，利用圖形罩幕的選



五、發明說明 (3)

擇性生長將是有效的，並且例如日本專利公開 JP312971/1998 披露了一種用於此的工藝。然而，由於沒有易於分離基材的方法，因此，上述工藝不能在生產 GaN 的無支撐基材中有效地使用。

發明概要

因此，本發明的目的在於解決現有技術的這個問題，並且提供一種氮化鎵晶體基材的簡單製造方法，所述基材具有低的缺陷密度並且沒有被雜質大量摻雜；以及通過所述製造方法生產的氮化鎵晶體基材。

根據本發明的第一方面，氮化鎵晶體基材的製造方法包括如下步驟：

在原料基材上沈積金屬薄膜，所述基材是單晶藍寶石基材、包含在藍寶石基材上生長的單晶氮化鎵薄膜的基材、以及單晶半導體基材中的任何一種；

將氮化鎵薄膜沈積至所述金屬薄膜上，形成疊層基材；和

從帶有在其上沈積的氮化鎵薄膜的疊層基材中除去原料基材，製備無支撐氮化鎵晶體基材。

根據本發明的第二方面，氮化鎵晶體基材的製造方法包含如下步驟：

在原料基材上沈積金屬薄膜，所述基材是單晶藍寶石基材、包含在藍寶石基材上生長的單晶氮化鎵薄膜的基材、以及單晶半導體基材中的任何一種；



五、發明說明 (4)

在金屬薄膜上形成由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮化鎵選擇生長區；

將選擇生長區用作起源，在選擇生長區和罩幕區上沈積氮化鎵薄膜，從而形成疊層基材；和

從帶有在其上沈積的氮化鎵薄膜的疊層基材中除去原料基材，而製備無支撐氮化鎵晶體基材。

根據本發明的第三方面，氮化鎵晶體基材的製造方法包括如下步驟：

在原料基材上沈積金屬薄膜，所述基材是單晶藍寶石基材、包含在藍寶石基材上生長的單晶氮化鎵薄膜的基材、以及單晶半導體基材中的任何一種；

在金屬薄膜上沈積氮化鎵薄膜；

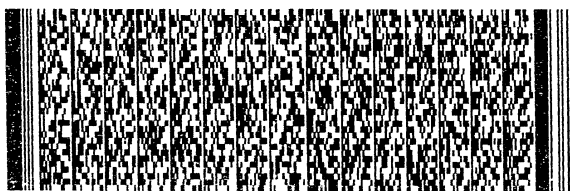
在氮化鎵薄膜上形成由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮化鎵選擇生長區；

再次將選擇生長區用作起源，在選擇生長區和罩幕區上沈積氮化鎵薄膜，從而形成疊層基材；和

從帶有在其上沈積的氮化鎵薄膜的疊層基材中除去原料基材，而製備無支撐氮化鎵晶體基材。

根據本發明的第四方面，氮化鎵晶體基材的製造方法包括如下步驟：

在原料基材上形成由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮化鎵選擇生長區，所述基材是單晶藍寶石基材、包含在藍寶石基材上生長的單晶氮化鎵薄膜的基材、以及單晶半導體基材中的任何一種；



五、發明說明 (5)

將選擇生長區用作起源，在選擇生長區和單幕區上沈積氮化鎵薄膜；

在氮化鎵薄膜上形成金屬薄膜；

再次在金屬薄膜上沈積氮化鎵薄膜，從而形成疊層基材；和

從帶有在其上再次沈積的氮化鎵薄膜的疊層基材中除去原料基材，而製備無支撐氮化鎵晶體基材。

根據具有上述相應構成的本發明第一至第四方面的製造方法，另外還包括如下步驟：

在原料基材上沈積金屬薄膜，該基材是無支撐的氮化鎵晶體基材；

在該金屬薄膜上沈積氮化鎵薄膜而形成疊層基材；和

從帶有在其上沈積的氮化鎵薄膜的疊層基材中除去原料基材，而製備無支撐氮化鎵晶體基材。

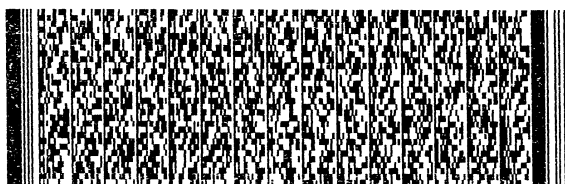
根據具有上述相應構成的本發明第一至第四方面的製造方法，另外還包括如下步驟：

在原料基材上沈積金屬薄膜，所述基材是無支撐氮化鎵晶體基材；

在金屬薄膜上形成由圖形單幕材料製成的單幕區和氮化鎵選擇生長區；

將選擇生長區用作起源，在選擇生長區和單幕區上沈積氮化鎵薄膜，從而形成疊層基材；和

從帶有在其上沈積的氮化鎵薄膜的疊層基材中除去原料基材，製備無支撐氮化鎵晶體基材。



五、發明說明 (6)

根據具有上述相應構成的本發明第一至第四方面的製造方法，另外還包括如下步驟：

在原料基材上沈積金屬薄膜，所述基材是無支撐氮化鎵晶體基材；

在金屬薄膜上沈積氮化鎵薄膜；

在氮化鎵薄膜上形成由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮化鎵選擇生長區；

將選擇生長區用作起源，再在選擇生長區和罩幕區上沈積氮化鎵薄膜，從而形成疊層基材；和

從帶有再次在其上沈積的氮化鎵薄膜的疊層基材中除去原料基材，製備無支撐氮化鎵晶體基材。

根據具有上述相應構成的本發明第一至第四方面的製造方法，另外還包括如下步驟：

在原料基材上形成由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮化鎵選擇生長區，所述基材是無支撐氮化鎵晶體基材；

將選擇生長區用作起源，在選擇生長區和罩幕區上沈積氮化鎵薄膜；

在氮化鎵薄膜上形成金屬薄膜；

再次在金屬薄膜上沈積氮化鎵薄膜，從而形成疊層基材；和

從帶有在其上再次沈積的氮化鎵薄膜的疊層基材中除去原料基材，製備無支撐氮化鎵晶體基材。

在上述製造方法中，金屬薄膜優選是具有C-軸取向的金屬薄膜。



五、發明說明 (7)

在上述製造方法中，所述金屬薄膜優選由選自如下的金屬製成的：鋁、金、銀、銅、鉑、鐵、鎳、鈦、鋯和鉛以及包含任一種所述金屬的合金。

在上述製造方法中，優選的是，金屬薄膜的厚度從10-1000納米。

在上述製造方法中，優選的是，氮化鎵沈積的厚度不低於50微米。

在上述製造方法中，可以使氮化鋁沈積至金屬薄膜上，然後再在氮化鋁上沈積氮化鎵。

在上述製造方法中，優選的是，沈積氮化鎵步驟的一部分或全部可通過HVPE來完成。

在上述製造方法中，優選的是，原料基材的除去步驟是通過金屬薄膜從基材上分離氮化鎵薄膜的步驟。

在上述製造方法中，優選的是，通過對金屬薄膜的侵蝕而從原料基材上分離氮化鎵薄膜。

根據本發明，金屬薄膜沈積至原料基材上，所述基材是單晶藍寶石基材、包含在藍寶石基材上生長的單晶氮化鎵薄膜的基材、以及單晶半導體基材的任何一種，並將氮化鎵薄膜沈積至金屬薄膜上而形成疊層基材。借助上述構成，在氮化鎵薄膜生長之後，氮化鎵的單晶能夠容易地從原料基材上分離。

從原料基材上分離氮化鎵的生長單晶也能夠通過如下而得以促進：採用這樣的結構，其中由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮化鎵選擇生長區形成在金屬薄膜上，將選擇



五、發明說明 (8)

生長區用作起源，使氮化鎵薄膜沈積至選擇生長區和罩幕區上，從而形成疊層基材，原料基材由該疊層基材組成。

此外，從原料基材上分離氮化鎵的生長單晶也能夠通過如下方法進行：採用這樣的結構，其中使氮化鎵薄膜沈積至金屬薄膜上，將由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮化鎵選擇生長區形成在氮化鎵薄膜上，然後將選擇生長區用作起源，再次將氮化鎵薄膜沈積至選擇生長區和罩幕區上，從而形成疊層基材。

此外，從原料基材上分離氮化鎵的生長單晶也能夠通過如下方法進行：採用這樣的結構，其中由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮化鎵選擇生長區形成在原料基材上，將選擇生長區用作起源，使氮化鎵薄膜沈積至選擇生長區和罩幕區上，將金屬薄膜形成在氮化鎵薄膜上，並且再次將氮化鎵薄膜沈積在金屬薄膜上，從而形成疊層基材。

特別是，通過採用這樣的結構，其中，將金屬薄膜沈積至原料基材上，所述基材是無支撐氮化鎵晶體基材，並將氮化鎵薄膜沈積至金屬薄膜上而形成其上沈積有氮化鎵薄膜的疊層基材，不僅能夠促進氮化鎵生長單晶從原料基材上的分離，而且還能夠減少晶體的缺陷。

特別是，通過採用這樣的結構，其中，將金屬薄膜沈積至原料基材上，所述基材是無支撐氮化鎵晶體基材，將由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮化鎵選擇生長區形成在金屬薄膜上，並將選擇生長區用作起源，將氮化鎵薄膜沈積至選擇生長區和罩幕區上而形成其上沈積有氮化鎵薄膜



五、發明說明 (9)

的疊層基材，不僅能夠促進氮化鎵生長單晶從原料基材上的分離，而且還能夠減少晶體的缺陷。

特別是，通過採用這樣的結構，其中，將金屬薄膜沈積至原料基材上，所述基材是無支撐氮化鎵晶體基材，將氮化鎵薄膜沈積至金屬薄膜上，將由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮化鎵選擇生長區形成在氮化鎵薄膜上，將選擇生長區用作起源，再次將氮化鎵薄膜沈積至選擇生長區和罩幕區上而形成其上再次沈積有氮化鎵薄膜的疊層基材，不僅能夠促進氮化鎵生長單晶從原料基材上的分離，而且還能夠減少晶體的缺陷。

特別是，通過採用這樣的結構，其中，將由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮化鎵選擇生長區形成在原料基材上，所述基材是無支撐氮化鎵晶體基材，將選擇生長區用作起源，將氮化鎵薄膜沈積至選擇生長區和罩幕區上，將金屬薄膜沈積至氮化鎵薄膜上，並再次將氮化鎵薄膜沈積至金屬薄膜上而形成疊層基材，不僅能夠促進氮化鎵生長單晶從原料基材上的分離，而且還能夠減少晶體的缺陷。

優選實施方案說明

下面將詳細解釋本發明優選的實施方案。

根據本發明氮化鎵晶體基材的製造方法，其特徵在於包括如下步驟：提供原料基材，所述基材是單晶藍寶石基材、具有在其上生長的單晶氮化鎵薄膜的基材、以及單晶半導體基材的任何一種；將金屬薄膜沈積至原料基材上，



五、發明說明 (10)

在隨後的步驟中，所述金屬薄膜能夠容易地除去；和再將氮化鎵薄膜沈積至金屬薄膜上。能夠用於本發明製造方法中的金屬薄膜要求具有如下性能。

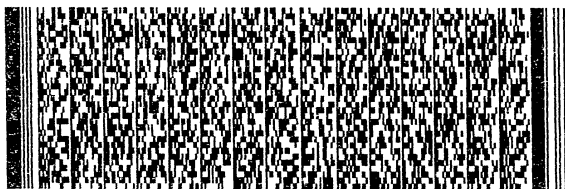
(1) 為在金屬薄膜上磊晶生長氮化鎵單晶，該金屬薄膜至少應當具有C-軸取向(具有(111)晶體取向的、某些立方晶系金屬的薄膜或具有(0001)晶體取向的、六方晶系金屬的薄膜能夠在藍寶石或氮化鎵的C-面或A-面上生長。另外，相同取向的薄膜也能夠在矽、砷化鎵等的立方單晶的(111)面上生長)。

(2) 在氮化鎵可生長的溫度(500°C或更高)下，金屬薄膜應當既不熔融，也不與藍寶石基材、氮化鎵、或作為生長氣氛的氨氣或氫氣反應，而干擾C-軸取向。

(3) 金屬薄膜能夠與不化學侵蝕氮化鎵的酸、堿或類似物反應，從而促進氮化鎵從疊層基材上的分離。

能夠滿足上面(1)至(3)要求的金屬包括：鋁、金、銀、銅、鉑、鎳、鈦、銦和鉛。這些金屬薄膜的使用能夠降低由晶格常數的不同或特別是在基材和氮化鎵薄膜之間不同的熱膨脹係數所造成的應變，能夠減少生長氮化鎵的缺陷密度，與此同時，能夠生產出沒有明顯扭曲的氮化鎵基材。

金屬薄膜能夠例如通過氣相沈積、濺鍍、或各種CVDs而進行沈積。所述金屬薄膜優選具有平坦的表面並且覆蓋基材的整個表面區域。然而，甚至當存在小孔時，氮化鎵能夠覆蓋這些孔並在金屬薄膜的表面上生長。



五、發明說明 (11)

在選擇生長中使用的罩幕可以由氮化鎵晶體幾乎不可能在其上生長的任何材料組成，其例子包括： SiO_2 和 SiN_x 。

下面的實施例將闡明本發明，但這些實施例並不構成對本發明的限定。

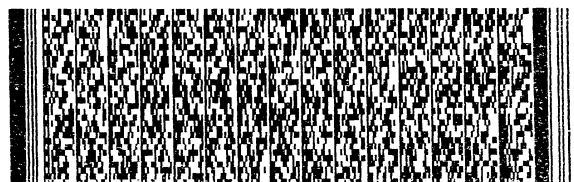
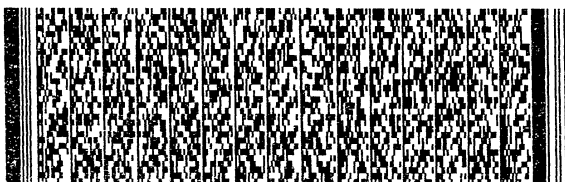
實施例

實施例1

作為金屬薄膜，將0.1微米厚的鋁膜氣相沈積至作為原料基材、直徑為50.8毫米(約2英寸)的單晶藍寶石C-面基材上。通過X-射線繞射對其上沈積有鋁薄膜的基材進行分析。結果是，不僅觀察到歸因於藍寶石(0001)面的繞射峰，而且觀察到歸因於鋁的(111)面的繞射峰，這表明，鋁薄膜具有C-軸取向。

將該基材置於MOCVD爐(金屬-有機化學氣相沈積爐；未示出)中並在650°C在氫氣氛下加熱30分鐘，從而清潔基材的表面，與此同時，改善鋁的取向度。然後，利用作為原料的TMA(三甲基鋁)和氮，在650°C於同一爐中，在鋁薄膜的表面上生長0.1微米厚的氮化鋁薄膜。另外，將基材溫度升至1050°C，並利用作為原料的TMG(三甲基鎵)和氮，使氮化鎵薄膜生長至1微米的厚度。

將該基材轉移至HVPE爐中，並將氮化鎵沈積至該基材的表面上，厚度為300微米。在這種情況下，將氮和氮化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力



五、發明說明 (12)

為大氣壓，基材溫度等於 1050°C ，生長速率=80微米/小時。

圖1示出了：作為如此得到的疊層基材，氮化鎵磊晶疊層基材結構的橫截面圖。

具體地說，圖1是顯示氮化鎵磊晶疊層基材的一優選實施方案的橫截面圖，其應用了根據本發明氮化鎵晶體基材的製造方法。

在該附圖中，數位1表示作為原料基材的單晶藍寶石C-面基材，數位2表示具有C-軸取向的金屬薄膜，數位3表示氮化鋁薄膜，而數位4表示氮化鎵薄膜。

將從HVPE爐中取出的疊層基材5浸入由鹽酸和過氧化氫水溶液組成的混合液中。結果是，鋁薄膜被選擇性地侵蝕，並且氮化鎵薄膜4從單晶C-面藍寶石基材1上分離出。由於氮化鋁薄層粘附至氮化鎵薄膜4的一面上(附圖中的下面)，因此，借助用包含金剛石砂粒的拋光液的拋光而除去該薄層。因此，提供了氮化鎵的單晶無支撐基材。

就扭曲對氮化鎵的單晶基材進行測量。結果是，扭曲的曲率半徑約為4米，這表明，單晶基材是非常平坦的。另外，通過原子力顯微術觀察氮化鎵的單晶基材的表面，從而測量表面凹坑的密度。結果是，密度低至 2×10^5 凹坑/平方釐米，這表明，氮化鎵的單晶基材具有很高的結晶度。

實施例2



五、發明說明 (13)

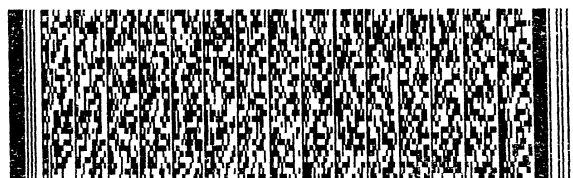
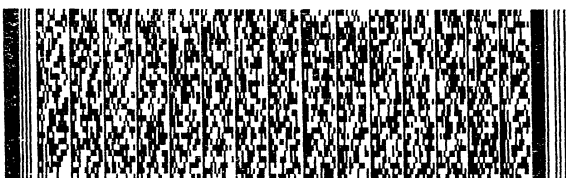
作為原料，將直徑為50.8毫米(約2英寸)的單晶藍寶石C-面基材置於MOCVD爐中，並將TMG和氨用作原料，在600°C使氮化鎵薄膜生長至厚度為50納米。然後，將基材的溫度升至1050°C，並使氮化鎵薄膜生長至厚度為1微米。

將作為金屬薄膜的、0.1微米厚的金薄膜沈積至該基材上，然後通過X-射線繞射進行分析。結果是，觀察到歸因於金薄膜(111)面的繞射峰，這表明，金薄膜具有C-軸取向。

再次將該基材置於MOCVD爐中。在該爐中，在850°C的基材溫度下，利用作為原料的TMA和氨，使氮化鋁薄膜生長至厚度為0.1微米。另外，將基材溫度升至1050°C，並將原料變成TMG和氨，然後氮化鎵薄膜生長至厚度為2微米。

接著，將該基材轉移至HVPE爐中，並將氮化鎵沈積至該基材的表面上，厚度為300微米。在這種情況下，將氨和氮化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力為大氣壓，基材溫度等於1050°C，生長速率=80微米/小時。

將如此得到的疊層基材從HVPE爐中取出，並浸入王水中過夜，從而溶解並除去金薄膜，借此，藍寶石基材能夠從氮化鎵薄膜中分離出。因此，製得了氮化鎵的單晶無支撐基材。通過原子力顯微術觀察氮化鎵的單晶基材的表面，從而測量表面凹坑的密度。結果是，密度低至 4×10^5



五、發明說明 (14)

凹坑/平方釐米，這表明：氮化鎵的單晶基材具有高的結晶度。

實施例3

作為原料，提供直徑為50.8毫米(約2英寸)的單晶藍寶石C-面基材。通過濺鍍，將作為金屬薄膜的銀薄膜以200納米厚度沈積至基材上。將該基材放置於MOCVD爐中，並將TMG和氨用作原料，在600°C使氮化鎵薄膜在銀薄膜的表面上生長至厚度為50納米。然後，將基材的溫度升至1050°C，並利用TMG和氨作為原料，使氮化鎵薄膜生長至厚度為1微米。

然後，將該基材轉移至HVPE爐中，並將氮化鎵沈積至該基材的表面上，厚度為300微米。在這種情況下，將氨和氮化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力為大氣壓，基材溫度等於1050°C，生長速率=80微米/小時。

將如此得到的疊層基材從HVPE爐中取出，並浸入熱硫酸中，從而溶解並除去銀薄膜，借此，藍寶石基材能夠從氮化鎵薄膜中分離出。因此，製得了氮化鎵的單晶無支撐基材。

通過原子力顯微術觀察氮化鎵的單晶基材的表面，從而測量表面凹坑的密度。結果是，密度低至 9×10^4 凹坑/平方釐米，這表明：氮化鎵的單晶基材具有高的結晶度。



五、發明說明 (15)

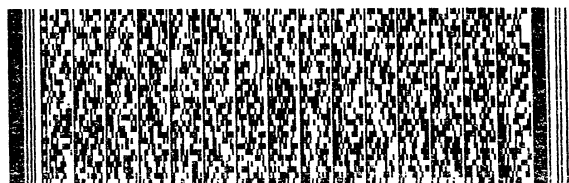
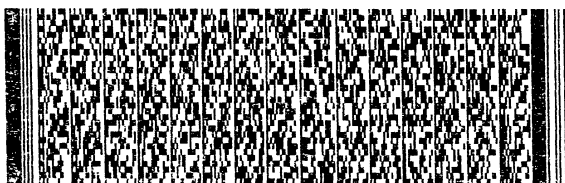
實施例4

用與實施例2相同的方式，通過MOCVD，使氮化鎵單晶在作為原料基材、直徑為50.8毫米(約2英寸)的單晶藍寶石C-面基材進行生長，其厚度為1微米。將作為金屬薄膜的鎳薄膜以0.1微米的厚度沈積至該基材上，並將沈積過的基材放置於MOCVD爐中，在其中，在1200℃於氫氣氛下對基材進行加熱30分鐘，以對基材表面進行清潔。然後，在同一爐中，將TMA和氨用作原料，在1060℃使氮化鋁薄膜在基材上進行生長，其厚度為0.1微米。然後，將原料變成TMG和氨，並在同一爐中在基材上使氮化鎵薄膜生長至厚度為1微米。

將該基材轉移至HVPE爐中，並將氮化鎵沈積至該基材的表面上，厚度為300微米。在這種情況下，將氨和氯化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力為大氣壓，基材溫度等於1060℃，生長速率=85微米/小時。在生長期間，二氯矽烷作為摻雜矽的摻雜氣體而流入氮化鎵晶體中。

將如此得到的疊層基材從HVPE爐中取出，並浸入王水中過夜，從而溶解並除去鎳薄膜，借此，藍寶石基材能夠從氮化鎵薄膜中分離出。因此，製得了氮化鎵的單晶無支撐基材。

通過Pauw法測量氮化鎵的單晶基材的載體密度，發現其值為 $8 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 。結果表明：製得了高載體密度、n-型氮化鎵單晶基材。



五、發明說明 (16)

通過原子力顯微術觀察氮化鎵的單晶基材的表面，從而測量表面凹坑的密度。結果是，密度低至 6×10^5 凹坑/平方釐米，這表明：氮化鎵的單晶基材具有高的結晶度。

實施例5

作為原料基材，提供直徑為50.8毫米(約2英寸)的單晶藍寶石C-面基材。將作為金屬薄膜的鈦以0.1微米的厚度氣相沈積至基材上，然後，出於防止氧化的目的，將金氣相沈積至該沈積過的基材上，厚度為10-20納米。

將該基材放置於MBE爐(分子束磊晶爐)中，並在 700°C 在基材上使氮化鎵薄膜生長至厚度為0.5微米。將該基材轉移至HVPE爐中，並將氮和氮化鎵用作原料，再次使氮化鎵在基材上生長，厚度為300微米。所述生長在如下條件下進行：壓力為大氣壓，基材溫度等於 1050°C ，生長速率=80微米/小時。

將如此得到的疊層基材從HVPE爐中取出，並浸入氫氟酸和硝酸的混合液中。結果是，鈦層被選擇性地侵蝕，並且氮化鎵薄膜從藍寶石基材上分離。因此，製得了氮化鎵的單晶無支撐基材。

通過原子力顯微術觀察氮化鎵的單晶基材的表面，從而測量表面凹坑的密度。結果是，密度低至 2×10^5 凹坑/平方釐米，這表明：氮化鎵的單晶基材具有高的結晶度。

由於在生長時產生的熱應變所致，因此，具有高結晶度的氮化鎵的單晶無支撐基材本身具有高的扭曲度，並且



五、發明說明 (17)

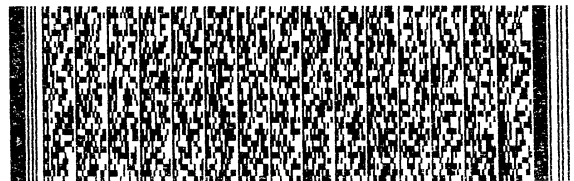
扭曲的曲率半徑約為70釐米。將該基材夾在平滑的陶瓷表面的台(未示出)之間，並且在這種狀態下，在1000℃進行2小時的應變消除退火。結果是，扭曲的曲率半徑降至約5米。

實施例6

作為原料基材，提供直徑為50.8毫米(約2英寸)的矽(111)基材，並將作為金屬薄膜的銅薄膜以0.1微米的厚度沈積至該基材上。然後，將該基材置於MOCVD爐中，在爐中，在800℃於氫氣氛下對基材進行加熱30分鐘，以便對該基材的表面進行清潔，與此同時，改善取向度。然後，在同一爐中，將TMA和氮用作原料，於800℃的溫度下，在銅表面上使氮化鋁生長至厚度為0.1微米。另外，將基材溫度升至1050℃將TMG和氮用作原料，使氮化鎵薄膜生長至厚度為1微米。

將該基材轉移至HVPE爐中，並將氮化鎵沈積至所述基材的表面上，其厚度為300微米。在這種情況下，將氮和氮化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力為大氣壓，基材溫度等於1050℃，生長速率=80微米/小時。

將如此得到的疊層基材從HVPE爐中取出，並浸入王水中過夜，以便完全溶解和除去矽基材及銅薄膜。由於氮化鋁薄層粘附在氮化鎵層的一面上，因此通過用含金剛砂粒的拋光液的拋光而除去該薄層。因此，製得了氮化鎵的單



五、發明說明 (18)

晶無支撐基材。

通過原子力顯微術觀察氮化鎵的單晶基材的表面，從而測量表面凹坑的密度。結果是，密度低至 2×10^4 凹坑/平方釐米，這表明：氮化鎵的單晶基材具有高的結晶度。

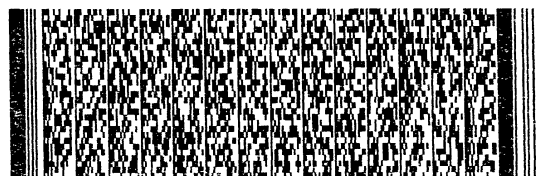
實施例7

作為原料基材，提供直徑為50.8毫米(約2英寸)的矽(111)基材並置於MOCVD爐中，並在TMA流動的同時，在氫氣氛下，在 400°C ，將鋁薄膜作為金屬薄膜沈積至矽的表面上，其厚度為0.2微米。然後，在同一爐中，將基材溫度升至 600°C ，並將TMG和氨用作原料，在鋁薄膜的表面上，使氮化鎵薄膜生長至厚度為0.01微米。另外，將基材溫度升至 1050°C ，並將TMG和氨用作原料，使氮化鎵薄膜生長至厚度為2微米。

將該基材轉移至HVPE爐中，並將氮化鎵沈積至所述基材的表面上，其厚度為300微米。在這種情況下，將氨和氮化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力為大氣壓，基材溫度等於 1050°C ，生長速率=80微米/小時。

將如此得到的疊層基材從HVPE爐中取出，並浸入王水中過夜，以便完全溶解和除去矽基材及鋁薄膜。因此，製得了氮化鎵的單晶無支撐基材。

通過原子力顯微術觀察氮化鎵的單晶基材的表面，從而測量表面凹坑的密度。結果是，密度低至 4×10^4 凹坑/



五、發明說明 (19)

平方釐米，這表明：氮化鎵的單晶基材具有高的結晶度。

實施例8

作為原料基材，提供直徑為50.8毫米(約2英寸)的矽(111)基材並置於MOCVD爐中，並在TMA流動的同時，在氫氣氮下，在400°C的基材溫度，將鋁薄膜作為金屬薄膜沈積至矽基材的表面上，其厚度為0.2微米。然後，在同一爐中，將基材溫度升至600°C，並將TMA和氮用作原料，在鋁薄膜的表面上，使氮化鎵薄膜生長至厚度為0.1微米。另外，將基材溫度升至1050°C，並將TMG和氮用作原料，使氮化鎵進行生長，其在基材上的厚度為1微米。

將該基材轉移至HVPE爐中，並將氮化鎵沈積至所述基材的表面上，其厚度為300微米。在這種情況下，將氮和氮化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力為大氣壓，基材溫度等於1050°C，生長速率=80微米/小時。

將如此得到的疊層基材從HVPE中取出，並浸入王水中過夜，以便完全溶解和除去矽基材及鋁薄膜。因此，製得了氮化鎵的單晶無支撐基材。

通過原子力顯微術觀察氮化鎵的單晶基材的表面，從而測量表面凹坑的密度。結果是，密度低至 5×10^4 凹坑/平方釐米，這表明：氮化鎵的單晶基材具有高的結晶度。

實施例9



五、發明說明 (20)

作為原料基材，提供直徑為50.8毫米(約2英寸)的矽(111)基材，並將作為金屬薄膜的銀薄膜以0.1微米的厚度氣相沈積至該基材上。然後，將該基材置於MOCVD爐中，在爐中，在650℃於氫氣氛下對基材加熱30分鐘，以便對該基材的表面進行清潔，與此同時，改善取向度。然後，在同一爐中，將TMA和氮用作原料，於650℃的溫度下，在銀薄膜的表面上使氮化鋁薄膜生長至厚度為0.02微米。另外，將TMA和氮用作原料，使氮化鎵薄膜生長至厚度為0.1微米。接著，將原料變成TMG和氮，並使氮化鎵薄膜生長至厚度為1微米。

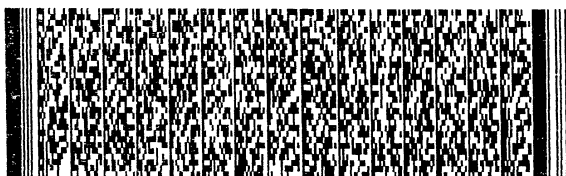
將該基材轉移至HVPE爐中，並將氮化鎵沈積至所述基材的表面上，其厚度為400微米。在這種情況下，將氮和氮化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力為大氣壓，基材溫度等於1050℃，生長速率=80微米/小時。

將如此得到的疊層基材從HVPE爐中取出，並浸入硝酸中過夜，以便完全溶解和除去銀薄膜。因此，製得了氮化鎵的單晶無支撐基材。

通過原子力顯微術觀察氮化鎵的單晶基材的表面，從而測量表面凹坑的密度。結果是，密度低至 1×10^5 凹坑/平方釐米，這表明：氮化鎵的單晶基材具有高的結晶度。

實施例10

作為原料，提供直徑為50.8毫米(約2英寸)並且具有



五、發明說明 (21)

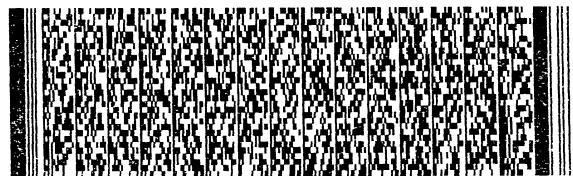
(111) 結晶取向表面的SOI(於絕緣體上的矽)，並置於MBE爐(未示出)中。在該爐中，將基材溫度升至400°C，並將鋁薄膜作為金屬薄膜沈積至基材上，其厚度為50納米。然後，將等離子體裂解的氮引入同一爐中，以便只氮化鋁薄膜的表面。

將該基材置於HVPE爐中，並將氮化鎵沈積至所述基材的表面上，其厚度為300微米。在這種情況下，將氮和氮化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力為大氣壓，基材溫度等於1050°C，生長速率=80微米/小時。

將如此得到的疊層基材浸入由鹽酸和過氧化氫水溶液組成的混合液中。結果是，鋁薄膜被優先侵蝕，並且氮化鎵層從SOI基材上分離。就扭曲量對如此得到的氮化鎵的單晶無支撐基材進行測量。結果是，基材扭曲的曲率半徑約為4米，這表明，基材是非常平坦的。

實施例11

作為原料基材，提供直徑為76.2毫米(約3英寸)的矽(111)基材，並將作為金屬薄膜的鋁薄膜以0.1微米的厚度通過濺塗裝置(未示出)沈積至該基材上。將該基材置於HVPE爐中，在爐中，在600°C於氮氣氛下對沈積過的基材加熱10分鐘，以便僅對該基材的表面進行氮化。接著，沈積氮化鎵至厚度為350微米。在這種情況下，將氮和氮化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力



五、發明說明 (22)

為大氣壓，基材溫度等於 1050°C ，生長速率=80微米/小時。在生長期間，二氯矽烷作為摻雜矽的摻雜氣體而流入氮化鎵晶體中。

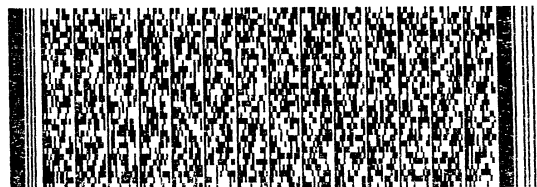
將如此得到的疊層基材從HVPE爐中取出，並浸入王水中過夜，從而完全溶解並除去矽基材和鋁薄膜。因此，製得了氮化鎵的單晶無支撐基材。

測量氮化鎵的單晶基材的載體密度，發現其值為 $8 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。結果表明：製得了高載體密度、n-型氮化鎵單晶基材。

實施例12

作為原料基材，提供通過實施例2所述的方法生產的、直徑為50.8毫米(約2英寸)的單晶氮化鎵基材，並將作為金屬薄膜的金薄膜以0.1微米的厚度氣相沈積至該單晶氮化鎵基材上。將該沈積過的基材置於MOCVD爐中，並在 850°C 的基材溫度下，將TMA和氮用作原料，在基材上，使氮化鋁薄膜生長，其厚度為0.1微米。另外，在 1050°C 對基材進行加熱，並將原料變成TMG和氮，然後以2微米的厚度使氮化鎵在基材上生長。

接著，將該基材轉移至HVPE爐中，並將氮化鎵沈積至基材表面上，其厚度為300微米。在這種情況下，將氮和氮化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力為大氣壓，基材溫度等於 1050°C ，生長速率=80微米/小時。



五、發明說明 (23)

將如此得到的疊層基材從HVPE爐中取出，並浸入王水中過夜，從而溶解並除去金薄膜，借此，下層氮化鎵基材將能夠與磊晶生長厚的氮化鎵薄膜分離。通過原子力顯微術觀察新得到的氮化鎵的單晶基材的表面，從而測量表面凹坑的密度。結果是，密度為 1×10^5 凹坑/平方釐米，這表明：凹坑數量少於下層基材中的數量，而且重復應用本發明的製造方法，將能夠提供具有更高結晶度的氮化鎵的單晶基材。

實施例13

圖2是顯示磊晶的氮化鎵疊層基材另一優選實施方案的橫截面圖，其應用了根據本發明氮化鎵晶體基材的製造方法。在圖1和2中，相同的部件用相同的參考號表示。

作為原料基材，提供直徑為50.8毫米(約2英寸)的單晶藍寶石C-面基材1，並將金薄膜2作為金屬薄膜氣相沈積至基材上，其厚度為300納米。通過熱CVD將二氧化矽薄膜6沈積至該基材上，厚度為0.5微米，並通過照相平印術，在二氧化矽薄膜上形成平行於 $\langle 11-20 \rangle$ 的條形窗口，從而使金薄膜2暴露。窗口的寬度約為3微米，而罩幕的寬度約為7微米。將該基材置於MOCVD爐中。在該爐中，將TMA和氮用作原料，在 800°C 的基材溫度下，在金薄膜2的表面上，使氮化鋁薄膜3進行生長，其厚度為100納米。另外，將基材溫度升至 1050°C ，並將TMG和氮用作原料，在基材上使氮化鎵薄膜4進行生長，其厚度為1微米。氮化鎵首先



五、發明說明 (24)

在視窗部分選擇性地生長，並且在單幕6的窗口填充氮化鎵之後，氮化鎵將在單幕上橫向地生長，從而覆蓋基材的整個表面。最後，形成了具有平坦表面的氮化鎵薄膜。

將該基材轉移至HVPE爐中，並在基材的表面上另外沈積氮化鎵，其厚度為300微米。在這種情況下，將氮和氮化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力為大氣壓，基材溫度等於1050°C，生長速率=80微米/小時。在生長完成之後，提供了示於圖2中的疊層基材7。

將如此得到的疊層基材7從HVPE爐中取出，並浸入王水中，從而溶解並除去金薄膜2，借此，單晶藍寶石C-面基材1與氮化鎵薄膜4分離。在其基材1一側上埋在氮化鎵中的二氧化矽單幕6通過用金剛石砂粒的機械拋光而除去。因此，製得了氮化鎵的單晶無支撐基材4。

通過原子力顯微術觀察氮化鎵的單晶基材4的表面，從而測量表面凹坑的密度。結果是，密度低至 1×10^4 凹坑/平方釐米，這表明，氮化鎵的單晶基材具有很高的結晶度。

實施例14

圖3是顯示磊晶的氮化鎵疊層基材另一優選實施方案的橫截面圖，其應用了根據本發明氮化鎵晶體基材的製造方法。

作為原料基材，提供直徑為50.8毫米(約2英寸)的單晶藍寶石C-面基材1，並通過濺鍍將銀薄膜2作為金屬薄膜



五、發明說明 (25)

沈積至基材上，其厚度為200納米。將該基材置於MOCVD爐中。在該爐中，將TMA和氮用作原料，在800℃的基材溫度下，在銀薄膜2的表面上，使氮化鋁薄膜3生長至厚度為150納米。然後，將基材溫度升至1050℃，並將TMG和氮用作原料，在基材上使氮化鎵薄膜生長，其厚度為1微米。通過PCVD將二氧化矽薄膜6沈積至該基材上，厚度為0.6微米，並通過照相平印術，在二氧化矽薄膜上形成平行於 $\langle 1-100 \rangle$ 的條形窗口，從而使氮化鎵薄膜暴露。窗口的寬度約為2微米，而罩幕的寬度約為8微米。將該基材轉移至HVPE爐中。在該爐中，在基材的表面上沈積氮化鎵4，其厚度為300微米。在這種情況下，將氮和氮化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力為大氣壓，基材溫度等於1050℃，生長速率=100微米/小時。在生長完成之後，提供了示於圖3中的疊層基材8。

將如此得到的疊層基材8從HVPE爐中取出，並浸入熱硫酸中，從而溶解並除去銀薄膜2，借此，單晶藍寶石C-面基材1與氮化鎵薄膜4分離。因此，製得了氮化鎵的單晶無支撐基材4。通過原子力顯微術觀察氮化鎵的單晶基材4的表面，從而測量表面凹坑的密度。結果是，密度低至 2×10^4 凹坑/平方釐米，這表明，氮化鎵的單晶基材具有很高的結晶度。

實施例15

圖4是顯示磊晶的氮化鎵疊層基材另一優選實施方案



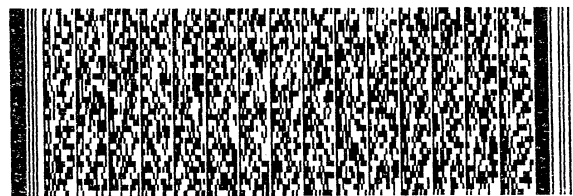
五、發明說明 (26)

的橫截面圖，其應用了根據本發明氮化鎵晶體基材的製造方法。

作為原料基材，提供由實施例2所述的方法生產的、直徑為50.8毫米(約2英寸)的單晶氮化鎵基材4，並通過熱CVD將二氧化矽薄膜31沈積至該單晶氮化鎵基材4上，厚度為0.5微米，並通過照相平印術，在二氧化矽薄膜31上形成平行於 $\langle 11-20 \rangle$ 的條形窗口32，從而使氮化鎵基材的表面暴露。窗口32的寬度約為3微米，而二氧化矽薄膜31的單幕寬度約為7微米。

將該基材置於MOCVD爐中。在該爐中，將基材溫度升至 1050°C ，並將TMG和氨用作原料，使氮化鎵薄膜33進行生長，其厚度為2微米。氮化鎵首先在窗口32上選擇性地生長，並且在單幕的窗口填充氮化鎵之後，氮化鎵將在單幕上橫向地生長，從而覆蓋基材的整個表面。最後，形成了具有平坦表面的氮化鎵薄膜33。作為金屬薄膜，將金薄膜34氣相沈積至基材上，其厚度為0.1微米。然後將該沈積過的基材置於HVPE爐中，並在基材的表面上沈積氮化鎵35，其厚度為300微米。在這種情況下，將氨和氮化鎵用作生長用的原料。所述生長在如下條件下進行：壓力為大氣壓，基材溫度等於 1050°C ，生長速率=80微米/小時。在生長完成之後，提供了疊層基材9。

將如此得到的疊層基材9從HVPE爐中取出，並浸入王水中過夜，從而溶解並除去金薄膜34，借此，下層磊晶生長的氮化鎵基材4與通過HVPE而磊晶生長的氮化鎵薄膜35



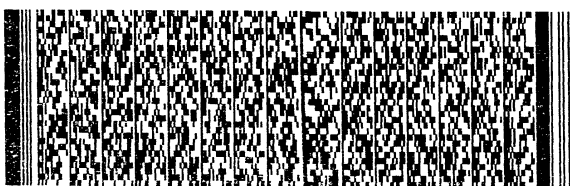
五、發明說明 (27)

分離。通過原子力顯微術觀察氮化鎵的單晶基材35的表面，從而測量表面凹坑的密度。結果是，密度低至 1×10^5 凹坑/平方釐米，這表明，氮化鎵的單晶基材35具有很高的結晶度。

實施例16

通過在按照實施例15中所述製造方法製得的n-型氮化鎵單晶無支撐基材35上按順序形成矽摻雜的($n=5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$)n-型GaN緩衝層(厚度約2.0微米)10、矽摻雜的($n=5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$)n-型 $\text{Al}_{0.07}\text{Ga}_{0.93}\text{N}$ 包覆層(厚度約1.0微米)11、矽摻雜的($n=1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$)n-型GaN SCH層(厚度約0.1微米)12、矽摻雜的(或未摻雜的) $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{In}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$ 多量子井層(30埃/50埃 $\times 3$)13、鎂摻雜的($p=2 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$)p-型 $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.91}\text{N}$ 溢流防止層(厚度約0.02微米)14、鎂-摻雜的($p=2 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$)p-型GaN光學限制層(厚度約0.1微米)15、鎂摻雜的($p=2 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$)p-型 $\text{Al}_{0.07}\text{Ga}_{0.93}\text{N}$ 包覆層(厚度約0.5微米)16、和鎂摻雜的($p=2 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$)p-型GaN接觸層(厚度約0.05微米)17，而製備具有LD結構的基材。

然後，如圖5所示，使其p側上具有LD結構的基材經受乾侵蝕，從而形成用於限流的、寬度約4微米、深約0.4微米的脊結構。另外，在脊的頂上形成鎳/金電極，作為p-型歐姆電極18。在其無支撐GaN基材側上具有LD結構的基材整個表面上形成鈦/鋁電極，作為n-型歐姆電極19。另外，在兩端面上形成 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 的高反射塗層(未示出)。



五、發明說明 (28)

該裝置20的長度為500微米。該裝置20是通電的。因此，在室溫，在 $4.5\text{kA}/\text{cm}^2$ 的門限電流密度和5.5V的門限電壓下，將發生連續的振盪。另外，當該裝置20在 25°C 和30mW的條件下驅動時，通過減少晶體的缺陷，裝置20的使用壽命可長達5000小時。此外，通過降低基材的扭曲，利用本發明的無支撐基材，在生產時將明顯改善其得率，並且不低於80%的裝置將提供良好的特性。

圖5是顯示利用本發明氮化鎳晶體基材的發光裝置的一優選實施方案的橫截面圖。

接著，將描述最佳條件。

在基材上生長的金屬薄膜的厚度優選在10-1000納米。其理由如下。當金屬薄膜的厚度低於10納米時，金屬薄膜將難於覆蓋基材的整個表面。在這種情況下，將使在金屬薄膜上生長的氮化鎳晶體的成核作用變得不均勻，使氮化鎳薄膜的結晶度變差。另一方面，當金屬薄膜的厚度超過1000納米時，將干擾金屬薄膜的取向，同樣將使金屬薄膜上生長的氮化鎳薄膜的結晶度變差。另外，當金屬薄膜的厚度低於10納米時，基材將不能很容易地與氮化鎳層分離。

優選的是，在金屬薄膜上生長的氮化鎳薄膜的厚度優選不低於50微米。其理由如下，在除去基材之後，當氮化鎳薄膜用作無支撐基材時，低於50微米的氮化鎳薄膜的厚度將缺乏機械強度，這可能會造成開裂並且可能會發生變形如扭曲。



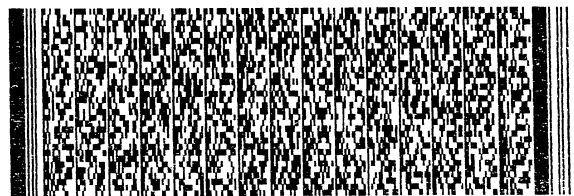
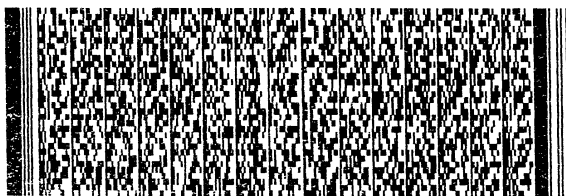
五、發明說明 (29)

在本發明中，將金屬薄膜用作緩衝層能夠明顯地降低由基材和氮化鎵之間晶格常數或熱膨脹係數的不同所造成的應變。然而，為減少氮化鎵中的缺陷密度，基材的晶格常數和熱膨脹係數更接近于氮化鎵時，將提供更好的結果。因此，當作為基材使用根據本發明生產的氮化鎵無支撐基材來實施本發明時，能夠提供具有更少缺陷密度的氮化鎵無支撐基材。

當金屬薄膜由鋁形成時，首先在鋁薄膜上生長的氮化物晶體優選在 660°C 或更低的溫度下生長。當在 660°C 或以上的溫度對鋁薄膜進行加熱時，鋁將熔融，而干擾其取向。在這種情況下，單晶氮化物薄膜不能在鋁薄膜上生長。在氮化物薄膜沈積至金屬鋁薄膜上之後，甚至當鋁薄膜熔融時，在其上生長的氮化鎵薄膜的結晶度也不受影響。出於與上述相同的理由，首先在金屬薄膜上生長的氮化物晶體的生長溫度優選低於金屬的熔點。

優選的是，通過HVPE(氮化物氣相磊晶生長)使氮化鎵薄膜生長，這是因為該晶體的生長速率高並且能夠容易地形成厚的薄膜。然而，也可以使用其他的方法，如MOCVD(金屬-有機物化學氣相沈積)。另外，還可以使用包括多種生長方法相結合的方法。例如，可以採用這樣的方法：其中，一部分氮化鎵薄膜通過MOCVD生長，然後通過HVPE使該氮化鎵薄膜生長至大厚度。

在上述優選的實施方案中，使用單晶藍寶石C-面基材或矽(111)基材。另外，也可以使用單晶碳化矽C-面基材



五、發明說明 (30)

或多晶碳化矽C-軸取向的基材。除矽以外，還可以將鍺(Ge)、GaAs、GaP、InP等用於單晶半導體基材。替代在金屬薄膜上生長的氮化鎵，可以製備四元化合物晶體的單晶無支撐基材，如氮化鋁鎵或氮化鎵銻。這也能夠用來製備摻雜鎂等的p-型氮化鎵基材。可以使用NiAl，NiGa，CoAl，CoGa或類似物的合金薄膜來替代元素金屬的薄膜。可以採用這樣的方法：其中，首先將具有表面活性劑作用的元素如矽吸收至金屬薄膜的表面上，然後使氮化鎵薄膜生長，從而進一步降低缺陷密度。有關使用單幕的選擇性生長，例如，可以用點狀窗口或格子窗口來替代條狀窗口。另外還可以採用這樣的方法：其中，使金屬薄膜本身構圖並在金屬薄膜上使氮化鎵選擇性地生長，從而降低氮化鎵中的缺陷密度。

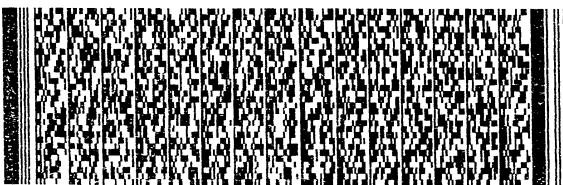
根據本發明的氮化鎵晶體基材可以用作氮化鎵裝置用的基材。特別是，當根據本發明的氮化鎵晶體基材用作鐳射二極體的基材時，由於提供了具有低缺陷密度的良好的氮化鎵晶體，能夠實現高可靠性的鐳射二極體。

如上所述，根據本發明，

(1) 由於基材能夠容易地除去，因此，能夠容易地形成具有大尺寸和均勻形狀的氮化鎵單晶的無支撐基材；

(2) 由於基材能夠容易地除去，因此，能夠容易地製備不會開裂和損壞的氮化鎵單晶的無支撐基材；

(3) 由於金屬薄膜能夠降低由於基材和氮化鎵薄膜之間晶格常數或熱膨脹係數的不同所造成應變，因此，可製



五、發明說明 (31)

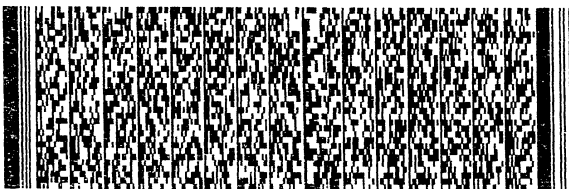
備具有低缺陷密度和良好晶體質量的氮化鎵單晶的無支撐基材；

(4) 利用環境友好的材料和方法，能夠製備氮化鎵單晶的無支撐基材；和

(5) 根據具有低缺陷密度和良好晶體質量的氮化鎵單晶的無支撐基材，能夠製備高輸出和長壽命的發光裝置。

總之，本發明能夠以簡單的方式實現氮化鎵晶體基材的製造方法，所述基材具有低的缺陷密度並且沒有被明顯污染，另外本發明還實現了通過所述製造方法生產的氮化鎵晶體基材。

特別是參考優選的實施方案，本發明已進行了詳細的描述，但應當理解的是，在所附權利要求列出的本發明的範圍內，能夠作出種種改變和改進。



圖式簡單說明

下面將結合附圖對本發明進行更為詳細的描述，其中：

圖1是顯示磊晶生長的氮化鎵疊層基材一優選實施方案的橫截面圖，其應用了根據本發明氮化鎵晶體基材的製造方法；

圖2是顯示磊晶生長的氮化鎵疊層基材另一優選實施方案的橫截面圖，其應用了根據本發明氮化鎵晶體基材的製造方法；

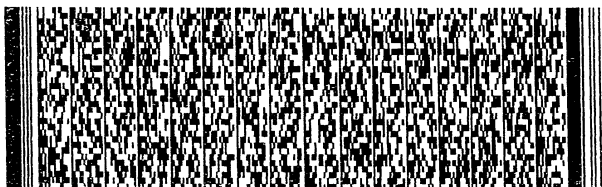
圖3是顯示磊晶生長的氮化鎵疊層基材另一優選實施方案的橫截面圖，其應用了根據本發明氮化鎵晶體基材的製造方法；

圖4是顯示磊晶生長的氮化鎵疊層基材另一優選實施方案的橫截面圖，其應用了根據本發明氮化鎵晶體基材的製造方法；

圖5是顯示利用本發明氮化鎵晶體基材的發光裝置的一優選實施方案的橫截面圖。

圖號之簡單說明：

1 單晶C-面藍寶石基材 2、34 金薄膜 3 氮化鋁薄膜
 4、33、35 氮化鎵薄膜 5、7、8、9 疊層基材 6 罩幕
 10 緩衝層 11、16 包覆層 12 SCH層 13 多量子井層
 14 溢流防止層 15 光學限制層 17 接觸層
 18、19 歐姆電極 20 裝置 31 二氧化矽薄膜 32 窗口

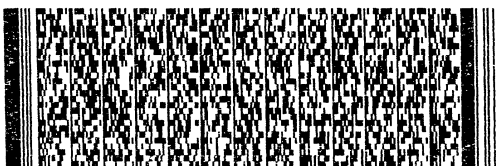


四、中文發明摘要 (發明之名稱：氮化鎵晶體基材的製造方法、及氮化鎵晶體基材)

將金屬薄膜沈積至原料基材上，所述基材是單晶藍寶石基材、包含在藍寶石基材上生長的單晶氮化鎵薄膜的基材、以及單晶半導體基材的任何一種；並將氮化鎵薄膜沈積至所述金屬薄膜上，而形成疊層基材。通過上述結構，在氮化鎵薄膜生長之後，該氮化鎵薄膜能夠容易地與原料基材分離，並且能夠以簡單的方式生產出具有低的缺陷密度並且沒有明顯的摻雜的氮化鎵晶體基材。

英文發明摘要 (發明之名稱：PROCESS FOR PRODUCING GALLIUM NITRIDE CRYSTAL SUBSTRATE, AND GALLIUM NITRIDE CRYSTAL SUBSTRATE)

A metal film is deposited on a starting substrate, which is any one of a single crystal sapphire substrate, a substrate comprising a single crystal gallium nitride film grown on a sapphire substrate, and a single crystal semiconductor substrate, and a gallium nitride film is deposited on the metal film to form a laminate substrate. By virtue of the above construction, after the growth of the gallium nitride film, the gallium nitride film can be



四、中文發明摘要 (發明之名稱：氮化鎵晶體基材的製造方法、及氮化鎵晶體基材)

英文發明摘要 (發明之名稱：PROCESS FOR PRODUCING GALLIUM NITRIDE CRYSTAL SUBSTRATE, AND GALLIUM NITRIDE CRYSTAL SUBSTRATE)

easily separated from the starting substrate, and a gallium nitride crystal substrate, which has low defect density and has not been significantly contaminated with impurities, can be produced in a simple manner.



六、申請專利範圍

在金屬薄膜上沈積氮化鎵薄膜；

在氮化鎵薄膜上形成由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮化鎵選擇生長區；

再次將選擇生長區用作起源，在選擇生長區和罩幕區上沈積氮化鎵薄膜，從而形成疊層基材；和

從帶有在其上沈積的氮化鎵薄膜的疊層基材中除去原料基材，而製備無支撐氮化鎵晶體基材。

4. 一種氮化鎵晶體基材的製造方法，包括如下步驟：

在原料基材上形成由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮化鎵選擇生長區，所述基材是單晶藍寶石基材、包含在藍寶石基材上生長的單晶氮化鎵薄膜的基材、以及單晶半導體基材的任何一種；

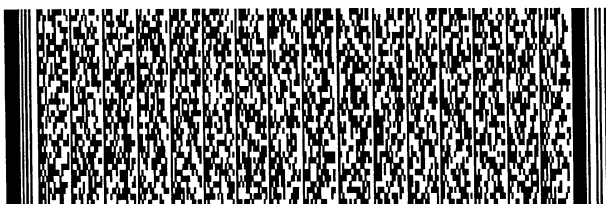
將選擇生長區用作起源，在選擇生長區和罩幕區上沈積氮化鎵薄膜；

在氮化鎵薄膜上形成金屬薄膜；

再次在金屬薄膜上沈積氮化鎵薄膜，從而形成疊層基材；和

從帶有在其上再次沈積的氮化鎵薄膜的疊層基材中除去原料基材，而製備無支撐氮化鎵晶體基材。

5. 如申請專利範圍第1-4項中任一項的方法，使用如申請專利範圍第1-4項中任一項的方法生產的無支撐氮化鎵晶體基材作為該原料基材。



六、申請專利範圍

6. 如申請專利範圍第1-4項中任一項的方法，其中金屬薄膜是具有C-軸取向的金屬薄膜。

7. 如申請專利範圍第1-4項中任一項的方法，其中金屬薄膜由選自如下的一成份所製成：鋁、金、銀、銅、鉑、鐵、鎳、鈦、鋅、和鉛以及含所述金屬任一種的合金所組成的族群。

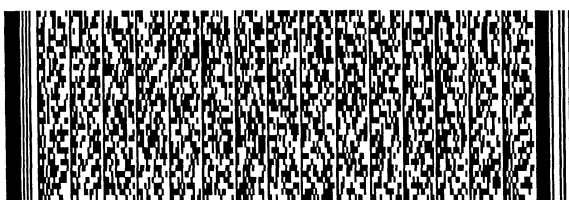
8. 如申請專利範圍第1-4項中任一項的方法，其中，金屬薄膜的厚度從10-1000納米。

9. 如申請專利範圍第1-4項中任一項的方法，其中，在金屬薄膜上沈積的氮化鎵的厚度不低於50微米。

10. 如申請專利範圍第1-4項中任一項的方法，其中，將氮化鋁沈積至金屬薄膜上，並將氮化鎵沈積至氮化鋁上。

11. 如申請專利範圍第1-4項中任一項的方法，其中，沈積氮化鎵步驟的一部分或全部可通過HVPE(氮化物蒸汽相磊晶生長)來完成。

12. 如申請專利範圍第1-4項中任一項的方法，其中，



六、申請專利範圍

除去原料基材的步驟是：通過金屬薄膜從基材上分離氮化鎵薄膜的步驟。

13. 如申請專利範圍第12項的方法，其中，通過對金屬薄膜進行侵蝕而使氮化鎵薄膜與原料基材分離。



圖 1

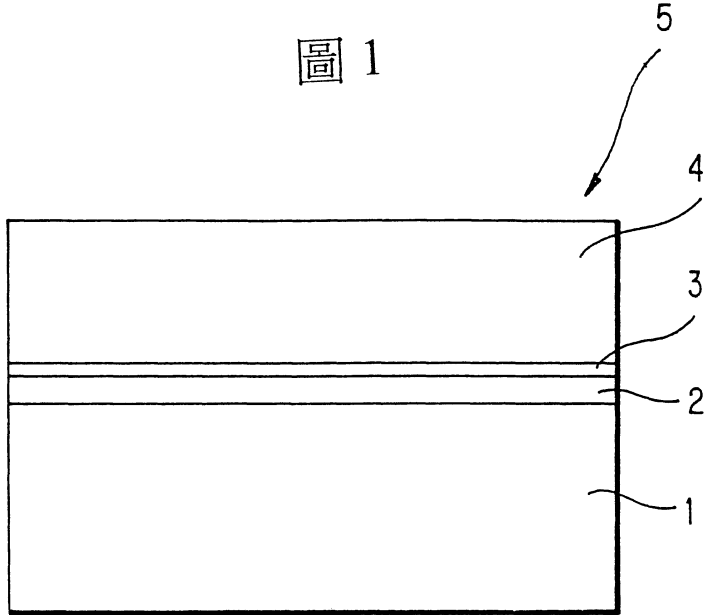


圖 2

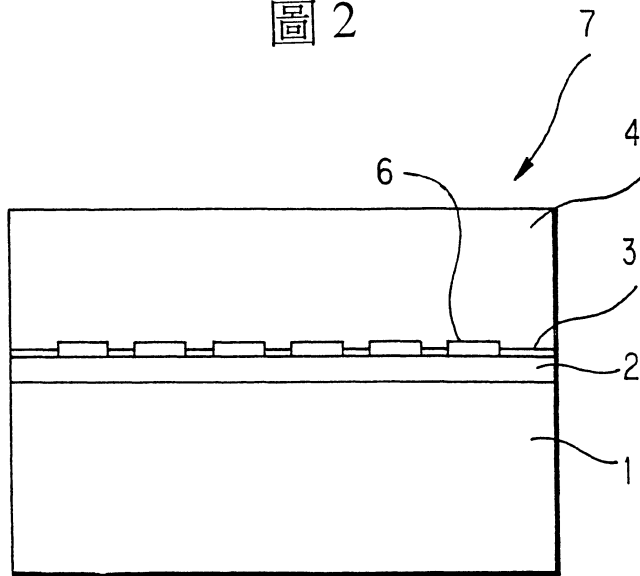


圖 3

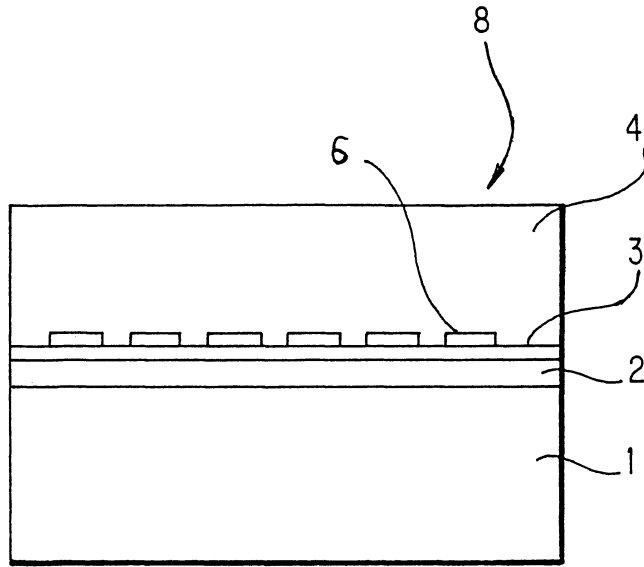


圖 4

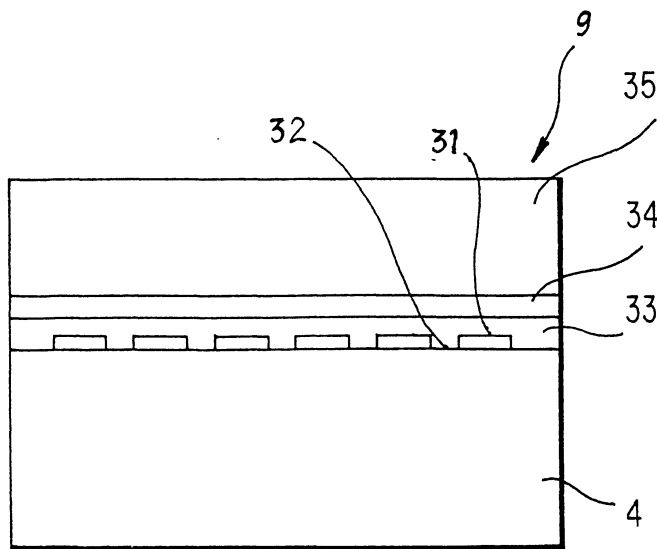
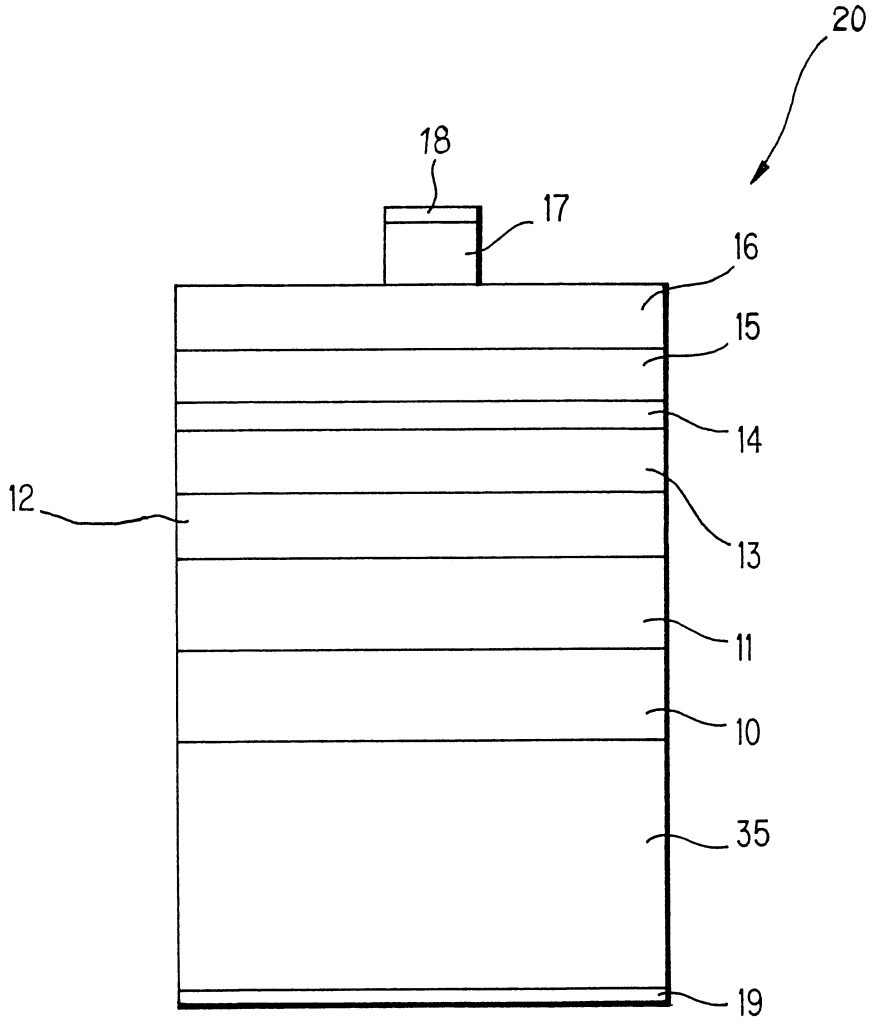
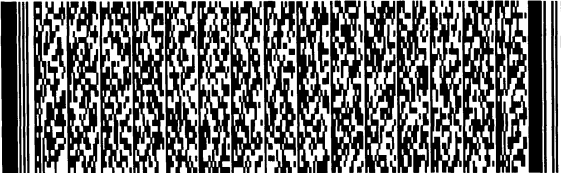


圖 5



申請日期: 9本 3 26	案號: 91105958	91611 修正 年 月 日
類別: H01U 33/00		補充

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書		538548
一、 發明名稱	中文	氮化鎵晶體基材的製造方法、及氮化鎵晶體基材
	英文	PROCESS FOR PRODUCING GALLIUM NITRIDE CRYSTAL SUBSTRATE, AND GALLIUM NITRIDE CRYSTAL SUBSTRATE
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 柴田 真佐知 2. 黑田 尚孝
	姓名 (英文)	1. Masatomo SHIBATA 2. Naotaka KURODA
	國籍	1. 日本 2. 日本
	住、居所	1. 日本國東京都千代田區大手町一丁目6番1號 2. 日本國東京都港區芝五丁目7番1號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 日立電線股份有限公司 2. 日本電氣股份有限公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. Hitachi Cable, Ltd. 2. NEC Corporation
	國籍	1. 日本 2. 日本
	住、居所 (事務所)	1. 日本國東京都千代田區大手町一丁目6番1號 2. 日本國東京都港區芝五丁目7番1號
	代表人 姓名 (中文)	1. 原 精二 2. 西垣 浩司
代表人 姓名 (英文)	1. 2.	
		

六、申請專利範圍

1. 一種氮化鎵晶體基材的製造方法，包括如下步驟：
在原料基材上沈積金屬薄膜，所述基材是單晶藍寶石
基材、包含在藍寶石基材上生長的單晶氮化鎵薄膜的基
材、以及單晶半導體基材的任何一種；
將氮化鎵薄膜沈積至所述金屬薄膜上，而形成疊層基
材；和
從帶有在其上沈積的氮化鎵薄膜的疊層基材中除去原
料基材，而製備無支撐氮化鎵晶體基材。

2. 一種氮化鎵晶體基材的製造方法，包含如下步驟：
在原料基材上沈積金屬薄膜，所述基材是單晶藍寶石
基材、包含在藍寶石基材上生長的單晶氮化鎵薄膜的基
材、以及單晶半導體基材的任何一種；
在金屬薄膜上形成由圖形罩幕材料製成的罩幕區和氮
化鎵選擇生長區；
將選擇生長區用作起源，在選擇生長區和罩幕區上沈
積氮化鎵薄膜，從而形成疊層基材；和
從帶有在其上沈積的氮化鎵薄膜的疊層基材中除去原
料基材，而製備無支撐氮化鎵晶體基材。

3. 一種氮化鎵晶體基材的製造方法，包括如下步驟：
在原料基材上沈積金屬薄膜，所述基材是單晶藍寶石
基材、包含在藍寶石基材上生長的單晶氮化鎵薄膜的基
材、以及單晶半導體基材的任何一種；

