



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I443741 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：100101455

(22) 申請日：中華民國 100 (2011) 年 01 月 14 日

(51) Int. Cl. : *H01L21/3065(2006.01)**H01L21/306 (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 LEE, WEI I (TW) ; 陳奎銘 CHEN, KUEI MING (TW) ; 吳尹豪 WU, YIN

HAO (TW) ; 葉彥顯 YEH, YEN HSIEN (TW)

(74) 代理人：黃孝惇

(56) 參考文獻：

TW 200522187A

審查人員：湯欽全

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：15 共 0 頁

(54) 名稱

一種平整化氮化物基板的方法

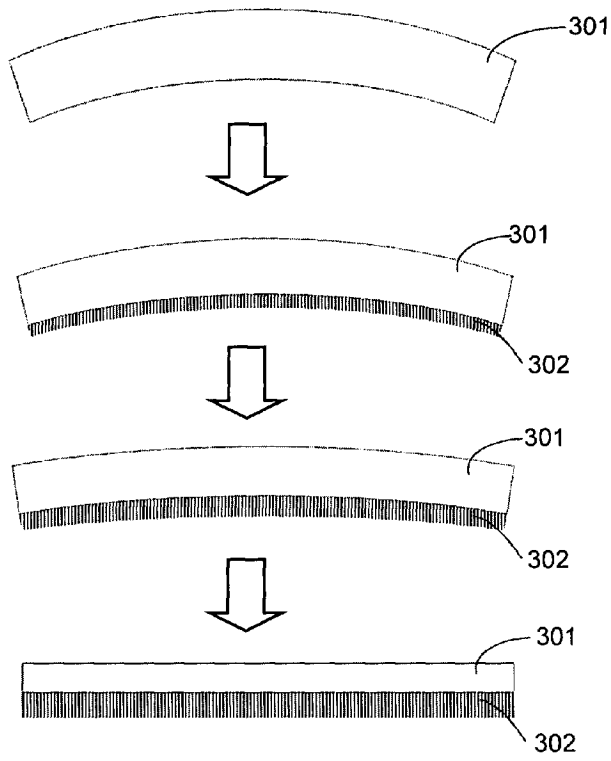
A SMOOTHING METHOD TO DECREASE BOWING OF GROUP III NITRIDE SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

(57) 摘要

本發明揭露一種平整化氮化物基板的方法，首先選擇獨立式氮化物基板的特定面向，對該面向進行蝕刻，在經過適度的蝕刻時間後，該特定面向的表面會產生特定的形貌，如柱狀或洞狀或平坦狀等結構，從而降低獨立式氮化物基板的翹曲程度以達到平整化氮化物基板的效果。

The invention discloses a smoothing method to decrease bowing of group III nitride semiconductor substrate. The certain face of group III nitride semiconductor substrates is etched under the appropriate etching recipe and time, the certain morphology such as rod-type and other structures are appeared at the certain face. And such structures can release the compressive stresses at these certain faces, resulting in clearly increasing the bowing radius of the group III nitride semiconductor substrates, finally decreasing the bowing phenomenon of the group III nitride semiconductor substrates.

301 . . . 獨立式氮化  
鎳基板  
302 . . . 柱狀結構  
302



第 3A 圖

# 公告本

煩請委員明示  
所提之修正本有無超出原說明書  
或圖式所揭露之範圍。

100. 6. 10 日  
年. 月. 日

## 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： 100101455

※申請日： 100.1.14

※IPC 分類：H01L 21/3065

(2006.01)

(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

一種平整化氮化物基板的方法 / A smoothing method to decrease bowing of group III nitride semiconductor substrate

二、中文發明摘要：

本發明揭露一種平整化氮化物基板的方法，首先選擇獨立式氮化物基板的特定面向，對該面向進行蝕刻，在經過適度的蝕刻時間後，該特定面向的表面會產生特定的形貌，如柱狀或洞狀或平坦狀等結構，從而降低獨立式氮化物基板的翹曲程度以達到平整化氮化物基板的效果。

三、英文發明摘要：

The invention discloses a smoothing method to decrease bowing of group III nitride semiconductor substrate. The certain face of group III nitride semiconductor substrates is etched under the appropriate etching recipe and time, the certain morphology such as rod-type and

other structures are appeared at the certain face. And such structures can release the compressive stresses at these certain faces, resulting in clearly increasing the bowing radius of the group III nitride semiconductor substrates, finally decreasing the bowing phenomenon of the group III nitride semiconductor substrates.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 3A 圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

301 獨立式氮化鎵基板

302 柱狀結構 302

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

other structures are appeared at the certain face. And such structures can release the compressive stresses at these certain faces, resulting in clearly increasing the bowing radius of the group III nitride semiconductor substrates, finally decreasing the bowing phenomenon of the group III nitride semiconductor substrates.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 3A 圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

301 獨立式氮化鎵基板

302 柱狀結構 302

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平整化氮化物基板的方法，特別是一種有關於使用蝕刻方法以降低氮化物基板的翹曲現象而平整化氮化物基板的方法。

### 【先前技術】

在傳統光電半導體元件與電子元件半導體的製造程序中，特別是在單晶氮化鎵基板（獨立式氮化物基板）的製程上，且由於該單晶氮化物磊晶層之下尚有未分離的異質基板，於加熱程序進行時，因該異質基板與該單晶氮化物磊晶層之熱膨脹係數並不會互相匹配，故而單晶氮化物磊晶層會產生嚴重的翹曲現象。

而於前述製程中所採用的獨立式氮化物基板會於平行成長方向產生線缺陷與點缺陷的分布不均勻現象，而形成了該獨立式氮化物基板的翹曲，而該翹曲的曲率半徑大多為 0.2 公尺 (m) 到 2 公尺 (m) 之間，故對於 2 吋的獨立式氮化物基板而言，中心與邊緣之間多會有 1500 微米 ( $\mu\text{m}$ ) 至 150 微米 ( $\mu\text{m}$ ) 的誤差距離，有時誤差距離甚至比獨立式氮化物基板本身還厚。該獨立式氮化物基板或氮化物磊晶層的翹曲現象，會在後續製成中造成基板與磊晶層的研磨破裂以及研磨不均勻現象，成為極待解決的問題。

此外，在習知傳統光電半導體元件與電子元件半

導體技術之改善獨立式氮化物基板翹曲的方法，包括了如下列的數種方式：

於中華民國專利編號第 200423312 號專利文獻中提及以圖樣化的氮化物晶種進行選擇性成長，惟該方法須經過繁瑣的黃光製程，且所減少的獨立式氮化物基板翹曲程度有限，更無法即時量測氮化物基板翹曲程度變化而適時進行彈性調整。

於美國專利編號第 7,229,926 號專利文獻中提出以機械研磨方法進行研磨基板的正反面，以及使用乾溼式蝕刻去除研磨所產生的損害層。但該方法並未在研磨前降低基板的翹曲程度，故會於研磨時造成基板的破裂以及基板的不均勻現象，且此方法需要研磨已產生的損害層，才能進行蝕刻而降低基板的翹曲程度。

且綜合前述之專利文獻，前述的習知技術皆都未提及當獨立式氮化物基板下方的異質基板在尚未去除的情況下，該獨立式氮化物基板翹曲現象的改善程度。

故而為了能產生更有效率的改善獨立式氮化物基板翹曲現象，提供產業界掌握更佳的生产製程，且可運用於光電半導體元件的製造上，需要研發新式方法，藉以提高獨立式氮化物基板的生產良率且能降低光電半導體元件的製造成本。

#### 【發明內容】

本發明之一種平整化氮化物基板的方法，不需要

繁瑣的進行半導體製程即可大幅度降低氮化物基板的翹曲現象。

本發明揭露一種平整化氮化物基板的方法，首先選擇獨立式氮化物基板的特定面向，對該面向進行蝕刻，在經過適度的蝕刻時間後，該特定面向的表面會產生特定的形貌，如柱狀或洞狀或平坦狀等結構，從而降低獨立式氮化物基板的翹曲程度以達到平整化氮化物基板的效果。

本發明可即時量測獨立式氮化物基板或氮化物磊晶層翹曲的程度變化，而適時進行彈性調整。

本發明可使用在化學研磨的製程前或是製程後，亦可運用在半導體的其它製程階段。

本發明可降低正面凸起或背面凸起之獨立式氮化物基板(氮化物磊晶層)的翹曲程度。

經本發明之蝕刻而可得到柱狀結構，或是洞狀結構，或是平坦狀結構等結構，前述結構皆可降低獨立式氮化物基板的翹曲程度，達到平整化的效果，且使用前述等結構對於基板，使得後續製程之應用，包括如研磨，磊晶等製程之應用具有更好的運用效果。

為讓本發明的上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合附圖以詳細說明如下。

## 【實施方式】



本發明之一種平整化氮化物基板的方法，係使用不同的蝕刻方法以降低氮化物基板的翹曲現象，具體的實施例如下列的詳細說明：

#### 第一實施例：

本發明一種平整化氮化物基板的方法，首先提供上方凸起(Convex)的獨立式氮化鎵(GaN)基板，使用感應耦合電漿離子蝕刻技術(乾蝕刻技術)以蝕刻該獨立式氮化鎵基板的下方，該離子耦合電漿所使用的蝕刻氣體為氯氣( $\text{Cl}_2$ )與氬氣(Ar)，第一次蝕刻時間為7分鐘，後續的蝕刻時間以14分鐘進行累加，即第二次蝕刻時間為21分鐘，第三次蝕刻時間為35分鐘，第四次蝕刻時間為49分鐘，第五次蝕刻時間為63分鐘，第六次蝕刻時間為77分鐘，依此類推進行蝕刻的時間。

而如第1圖所示，在每次的蝕刻前以及每次的蝕刻後量測上方凸起獨立式氮化鎵基板的曲率半徑，可得所產生的曲率半徑變化與蝕刻時間的關係。其中定義「bowing curvature」為曲率半徑的倒數，即「bowing curvature」的數值越小，可表示曲率半徑越大，也就是翹曲程度越小。此外，也定義上方凸起的「bowing curvature」為正值，下方凸起的「bowing curvature」為負值。故從第1圖所示，隨著蝕刻時間加長，曲率半徑明顯的變大，在蝕刻時間為63分鐘時，曲率半徑

達到 17.8 公尺 (m)，翹曲的現象幾乎消失，此外加長蝕刻時間至 77 分鐘時，翹曲方向更從背面凸起 (Concave) 變為上方凸起 (Convex)，此結果顯示蝕刻時間在 63 到 77 分鐘間的某特定時間，可取得完全無翹曲現象的獨立式氮化鎵基板。

另以第 2A 圖與第 2B 圖說明不同的蝕刻時間對於上方凸起獨立式氮化鎵基板下方表面形貌的改變示意圖。如第 2A 圖為蝕刻時間 7 分鐘時基板下方的形貌，可以發現有許多柱子的產生；而如第 2B 圖所示，隨著蝕刻時間增長到 77 分鐘，柱子的長度會變長。

第 3A 圖表示上方凸起獨立式氮化鎵基板 301 經蝕刻的側面變化示意圖，如獨立式氮化鎵基板 301 與柱狀結構 302，由於柱狀結構 302 釋放了基板下方的壓應力，使得翹曲程度逐漸減小。

而第 3B 圖表示上方凸起獨立式氮化鎵基板 301 的翹曲與下方經蝕刻所產生的柱狀結構 302 的側面傾斜角度示意圖。

此外如第 4 圖所示光激發螢光頻譜 (PL) 量測該上方凸起基板下方的光譜圖，由於柱子釋放了基板下方的壓應力，可以光激發螢光頻譜量測基板下方，由光譜圖可以發現基板下方的主峰值有明顯紅移的現象，波長從 363.2 奈米 (nm) 紅移至 367.2 奈米 (nm)，確實釋放了該基板下方的壓應力，而降低氮化鎵基板的翹曲。故而，使用本蝕刻方法可降低該氮化鎵基板的

翹曲，且不會對該基板本體造成破裂，而達到平整化氮化物基板的效果。

## 第二實施例：

本發明一種平整化氮化物基板的方法，首先提供下方凸起(Concave)的獨立式氮化鎵基板，使用感應耦合電漿離子蝕刻技術(乾蝕刻技術)以蝕刻該獨立式氮化鎵基板的上方，該離子耦合電漿所使用的蝕刻氣體為氯氣與氫氣，第一次蝕刻時間為 7 分鐘，後續的蝕刻時間以 14 分鐘進行累加，即第二次蝕刻時間為 21 分鐘，第三次蝕刻時間為 35 分鐘，第四次蝕刻時間為 49 分鐘，依此類推進行蝕刻的時間。

第 5 圖所示係在每次的蝕刻前以及每次的蝕刻後量測該下方凸起獨立式氮化鎵基板的曲率半徑，描繪出所產生的曲率半徑變化與蝕刻時間的關係。可觀察曲率半徑從 2.8 公尺產生變化，之後隨著蝕刻時間加長，曲率半徑明顯的變大，在蝕刻時間為 49 分鐘時，曲率半徑達到 15.0 公尺，翹曲的現象幾乎消失。

第 6A 圖與第 6B 圖說明不同的蝕刻時間，對於該下方凸起獨立式氮化鎵基板上方的表面形貌的改變。第 6A 圖為蝕刻時間 7 分鐘時基板上方的形貌，可發現有許多柱子的產生，而如第 6B 圖所示，隨著蝕刻時間增長到 49 分鐘，柱子的長度變長。

以第 7A 圖表示該下方凸起獨立式氮化鎵基板經

蝕刻的變化示意圖，如獨立式氮化鎵基板 701 與柱狀結構 702，經蝕刻所產生的柱狀結構 702 釋放了獨立式氮化鎵基板 701 上方的壓應力，使得翹曲程度逐漸減小。

第 7B 圖表示下方凸起獨立式氮化鎵基板 701 的翹曲與上方經蝕刻所產生的柱狀結構 702 的側面傾斜角度的示意圖。故而，使用本蝕刻方法可降低氮化鎵基板 701 的翹曲，並不會對該基板 701 本體造成破裂，而達到平整化氮化物基板 701 的效果。

### 第三實施例

本發明一種平整化氮化物基板的方法，如第 8A 圖所示之上方凸起獨立式氮化鎵基板經蝕刻的側面變化示意圖，首先提供上方凸起獨立式氮化鎵基板 801，進行濺鍍(或沉積)以形成一層介電層(或金屬層)802 於該上方凸起獨立式氮化鎵基板的上方，並使用溼式蝕刻(或電化學蝕刻)方法以蝕刻該上方凸起獨立式氮化鎵基板 801 的下方，最後再移除前述的介電層(或金屬層)802。

仍如第 8A 圖所示之上方凸起獨立式氮化鎵基板 801 經蝕刻的側面變化示意圖，該上方凸起獨立式氮化鎵基板 801 之上方表面形貌經蝕刻所產生的柱狀結構，或是洞狀結構，或是平坦狀結構等結構 803 將會釋放該上方凸起獨立式氮化鎵基板 801 上方的壓應

力，使得翹曲程度逐漸減小。

本發明一種平整化氮化物基板的方法，如第 8B 圖所示之下方凸起獨立式氮化鎵基板 801 經蝕刻的側面變化示意圖，首先提供下方凸起獨立式氮化鎵基板 801，進行濺鍍(或沉積)以形成一層介電層(或金屬層)802 於該下方凸起獨立式氮化鎵基板 801 的下方，並使用溼式蝕刻(或電化學蝕刻)方法以蝕刻該下方凸起獨立式氮化鎵基板 801 的上方，最後再移除前述的介電層(或金屬層)802。

仍如第 8B 圖所示之下方凸起獨立式氮化鎵基板 801 的側面變化示意圖，該下方凸起獨立式氮化鎵基板 801 背面表面形貌經蝕刻所產生的柱狀結構，或是洞狀結構，或是平坦狀結構等結構 803 將會釋放該下方凸起獨立式氮化鎵基板 801 上方的壓應力，使得翹曲程度逐漸減小，而達到平整化氮化物基板 801 的效果。

#### 第四實施例

本發明一種平整化氮化物基板的方法，第 9A 圖係上方凸起的氮化物磊晶層 902 與異質基板 901 經蝕刻的側面變化示意圖，首先提供上方凸起的氮化物磊晶層 902 與異質基板 901，該氮化物磊晶層 902 與該異質基板 901 係相互連結並未進行分離，使用各式蝕

刻法(乾式蝕刻與溼式蝕刻)以蝕刻該異質基板 901 的下方，經蝕刻所產生的柱狀結構，或是洞狀結構，或是平坦狀結構等結構 903 將會釋放異質基板 901 背面的壓應力，使得翹曲程度逐漸減小。

本發明一種平整化氮化物基板的方法，第 9B 圖係下方凸起的氮化物磊晶層 902 與異質基板 901 經蝕刻的側面示意圖，首先提供下方凸起的氮化物磊晶層 902 與異質基板 901，該氮化物磊晶層 902 與該異質基板 901 係相互連結並未進行分離，使用各式蝕刻方法，包括乾式蝕刻、溼式蝕刻以及電化學蝕刻等方法以蝕刻該氮化物磊晶層 902 的上方，經蝕刻所產生的柱狀結構，或是洞狀結構，或是平坦狀結構等結構 903 將會釋放異質基板 901 背面的壓應力，使得翹曲程度逐漸減小，而達到平整化氮化物基板 901 的效果。

本發明之一種平整化氮化物基板的方法，不需要繁瑣的製程，即可大幅度降低氮化物基板的翹曲現象，達到平整化的效果，且可即時量測獨立式氮化物基板或氮化物磊晶層翹曲程度變化，適時進行彈性調整，可使用在化學研磨的製程前或是製程後，亦可運用在其它製程階段，使得後續製程之應用，包括如研磨，磊晶等製程之應用具有更好的運用效果。

以上所述僅為本發明之較佳實施例而已，並非用以限定本發明之申請專利範圍；凡其它未脫離本發明所揭示之精神下所完成之等效改變或修飾，均應包含

在下述之申請專利範圍內。

**【圖式簡單說明】**

第 1 圖所示係每次蝕刻前後所量測上方凸起獨立式氮化鎵基板的曲率半徑與時間關係圖。

第 2A 圖與第 2B 圖係不同的蝕刻時間對於上方凸起獨立式氮化鎵基板的下方表面形貌的改變示意圖。

第 3A 圖表示上方凸起獨立式氮化鎵基板變化的側面示意圖。

第 3B 圖表示上方凸起獨立式氮化鎵基板的翹曲與下方經蝕刻所產生的柱子的側面傾斜角度示意圖。

第 4 圖所示光激發螢光頻譜(PL)量測上方凸起獨立式氮化鎵基板的下方的光譜圖。

第 5 圖所示係為每次蝕刻前後所量測下方凸起獨立式氮化鎵基板的曲率半徑與時間關係圖。

第 6A 圖與第 6B 圖說明不同的蝕刻時間，對於下方凸起獨立式氮化鎵基板上方的表面形貌的改變。

第 7A 圖表示下方凸起獨立式氮化鎵基板的變化的側面示意圖。

第 7B 圖表示下方凸起獨立式氮化鎵基板的翹曲與上方經蝕刻所產生的柱子的側面傾斜角度的示意圖。

第 8A 圖所示之上方凸起獨立式氮化鎵基板經蝕刻的側面變化示意圖。

第 8B 圖所示之下方凸起獨立式氮化鎵基板經蝕刻的側面變化示意圖。

第 9A 圖係上方凸起的氮化物磊晶層與異質基板經蝕刻的側面變化示意圖。

第 9B 圖係下方凸起的氮化物磊晶層與異質基板經蝕刻的側面變化示意圖。

**【主要元件符號說明】**

獨立式氮化鎵基板 301

柱狀結構 302

獨立式氮化鎵基板 701

柱狀結構 702

獨立式氮化鎵基板 801

介電層(或金屬層)802

柱狀結構，洞狀結構，平坦狀結構等結構 803

異質基板 901

氮化物磊晶層 902

柱狀結構，洞狀結構，平坦狀結構等結構 903



## 七、申請專利範圍：

1. 一種平整化氮化物基板的方法，至少包含：  
提供一具有上方凸起的一氮化鎳基板；以及  
使用一乾蝕刻方法蝕刻該具有上方凸起的該氮化鎳基板的一下方，其中該乾蝕刻方法所使用的一第一次蝕刻時間為 7 分鐘，後續的蝕刻時間以 14 分鐘進行累加，藉以形成該平整化氮化物基板的方法。
2. 一種平整化氮化物基板的方法，至少包含：  
提供一具有下方凸起的一氮化鎳基板；以及  
使用一乾蝕刻方法蝕刻該具有下方凸起的該氮化鎳基板的一上方，其中該乾蝕刻方法所使用的一第一次蝕刻時間為 7 分鐘，後續的蝕刻時間以 14 分鐘進行累加，藉以形成該平整化氮化物基板的方法。
3. 一種平整化上方凸起獨立式氮化鎳基板的方法，至少包含：  
提供一上方凸起獨立式氮化鎳基板；  
形成一層金屬層於該上方凸起獨立式氮化鎳基板的上方；  
使用一電化學蝕刻方法以蝕刻該上方凸起獨立式氮化鎳基板的一下方；以及  
移除該金屬層藉以形成該平整化氮化物基板的方法。
4. 一種平整化下方凸起獨立式氮化鎳基板的方法，至少包含：

提供一下方凸起獨立式氮化鎵基板；

形成一層金屬層於該下方凸起獨立式氮化鎵基板的下方；

使用一電化學蝕刻方法以蝕刻該下方凸起獨立式氮化鎵基板的一上方；以及

移除該金屬層藉以形成該平整化氮化物基板的方法。

5. 一種平整化上方凸起氮化物磊晶層與異質基板的方法，至少包含：

提供一上方凸起氮化物磊晶層與一異質基板，其中該上方凸起氮化物磊晶層與該異質基板係相互連結；以及

蝕刻該異質基板的一下方，其中蝕刻該異質基板的該下方的蝕刻方法係由乾式蝕刻、溼式蝕刻以及電化學蝕刻方法群組中所選出，藉以形成該平整化氮化物基板的方法。

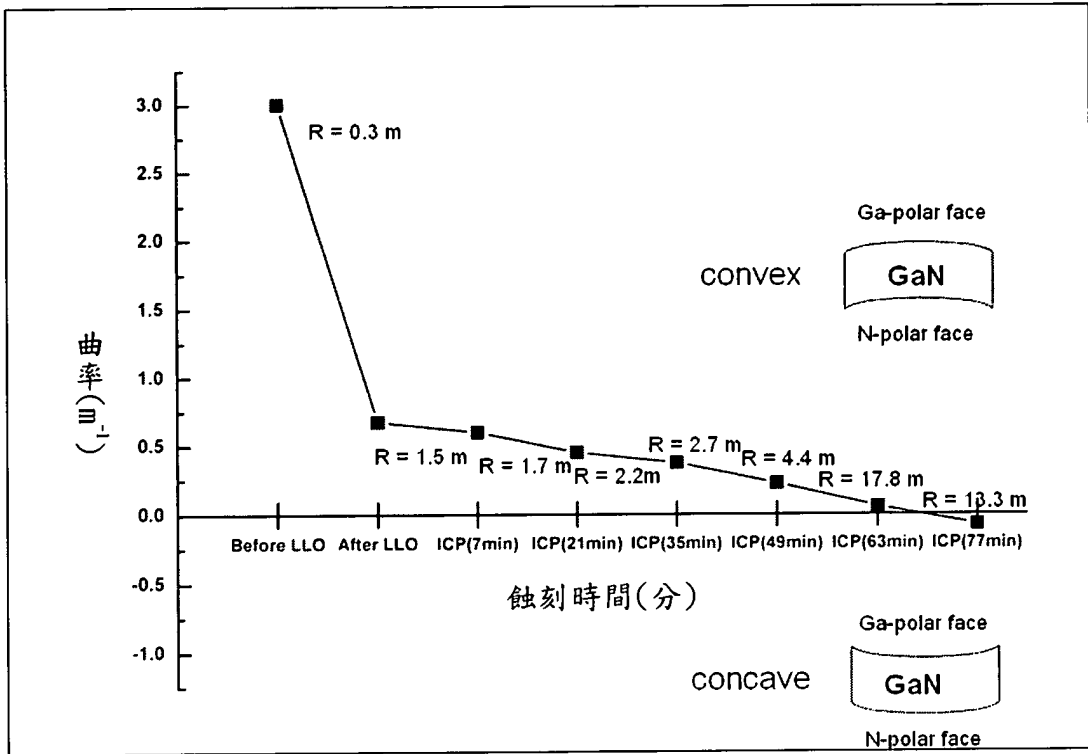
6. 一種平整化下方凸起氮化物磊晶層與異質基板的方法，至少包含：

提供一下方凸起氮化物磊晶層與一異質基板，其中該下方凸起氮化物磊晶層與該異質基板係相互連結；以及

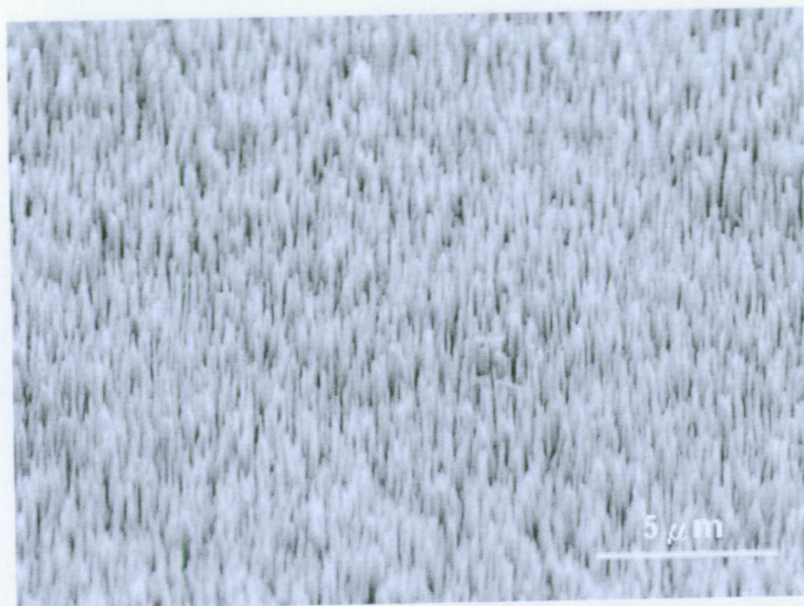
蝕刻該氮化物磊晶層的一上方，其中蝕刻該異質基板的該上方的蝕刻方法係由乾式蝕刻、溼式蝕刻以及電化學蝕刻等方法群組中所選出，藉以形成該平整

化氮化物基板的方法。

八、圖式：



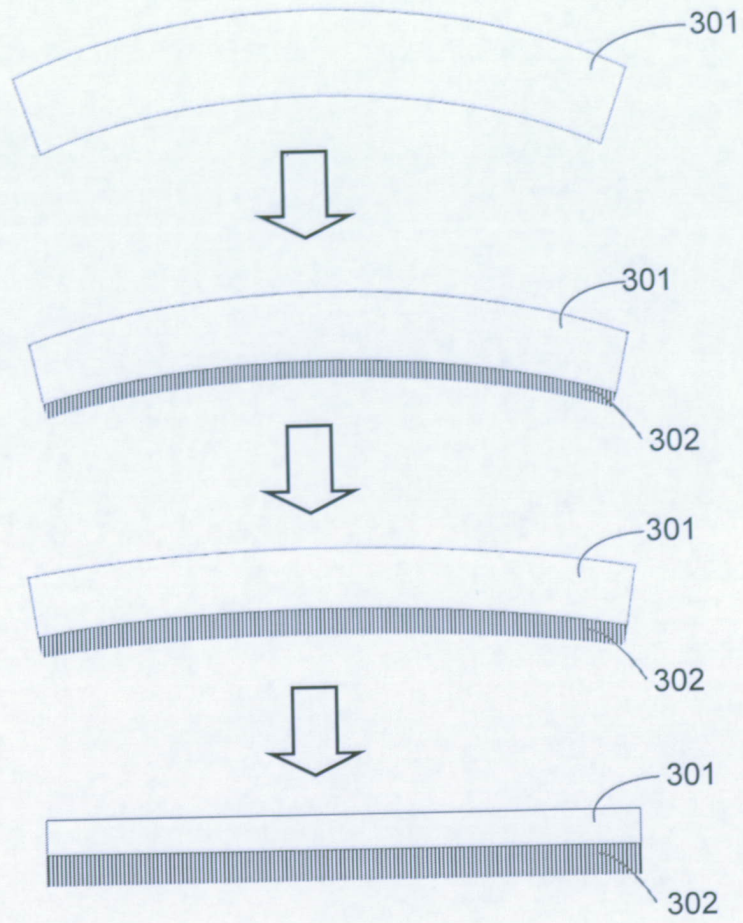
第 1 圖



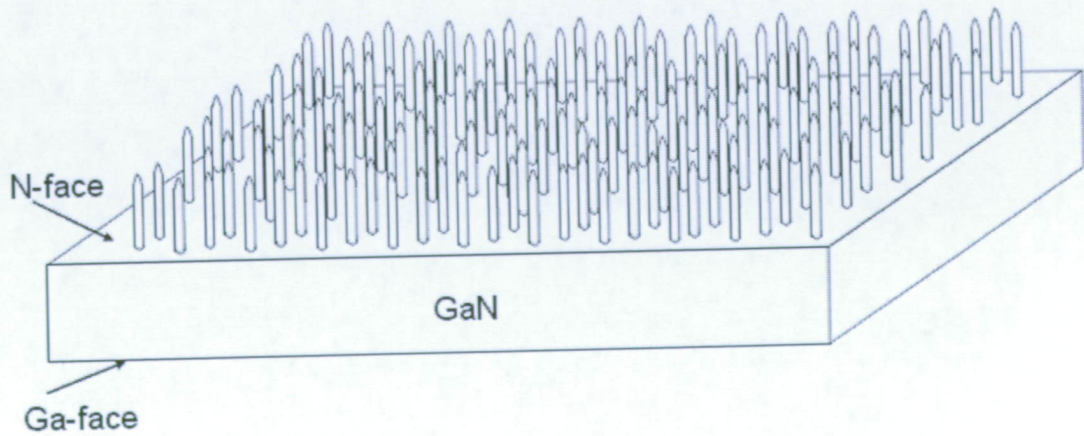
第 2A 圖



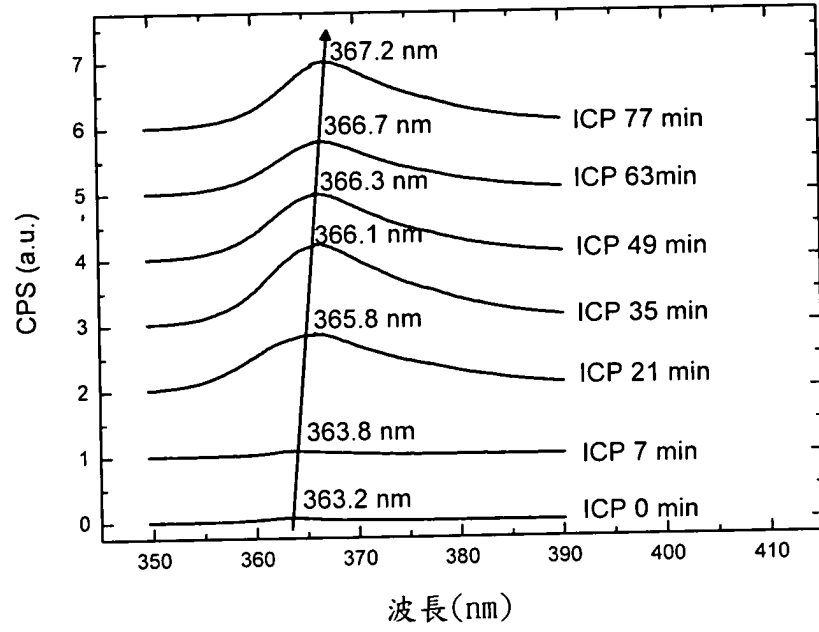
第 2B 圖



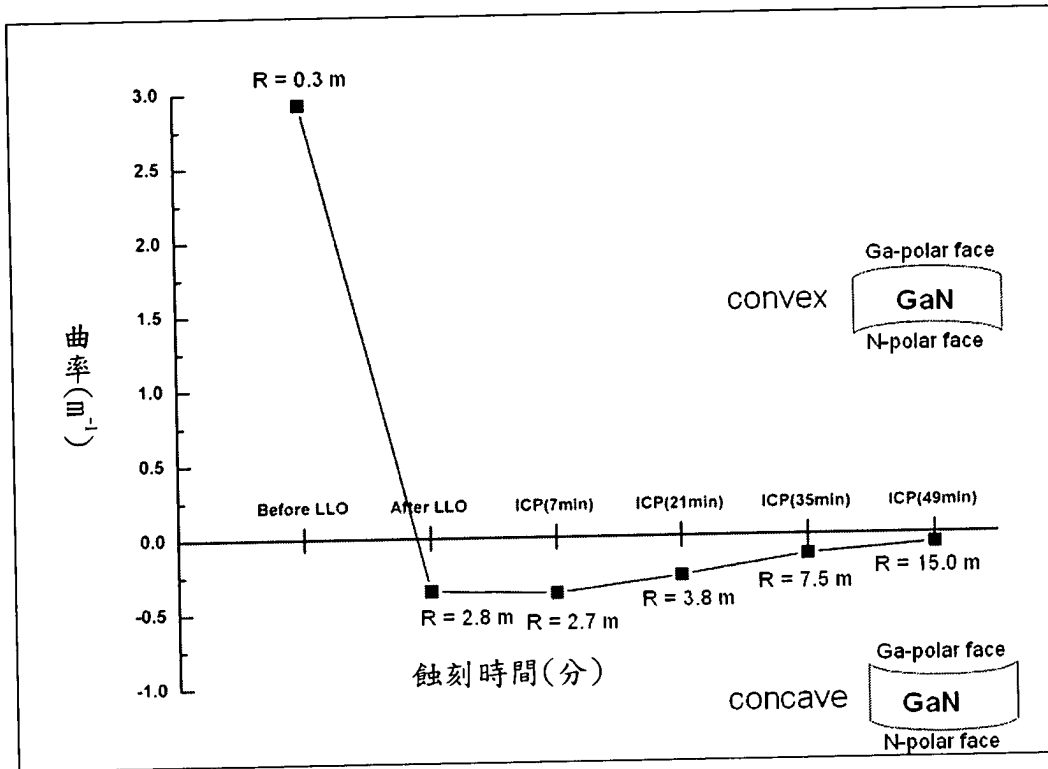
第 3A 圖



第 3B 圖



第 4 圖

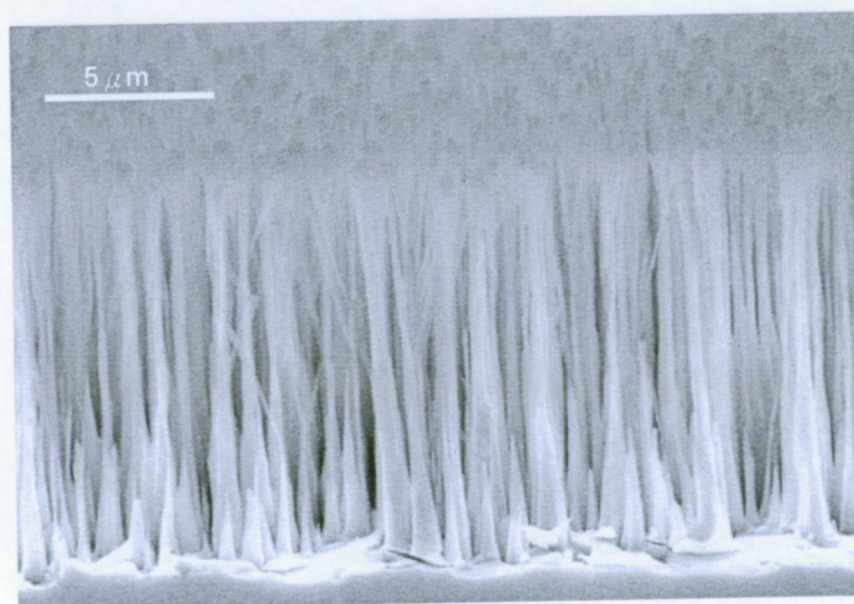


第 5 圖

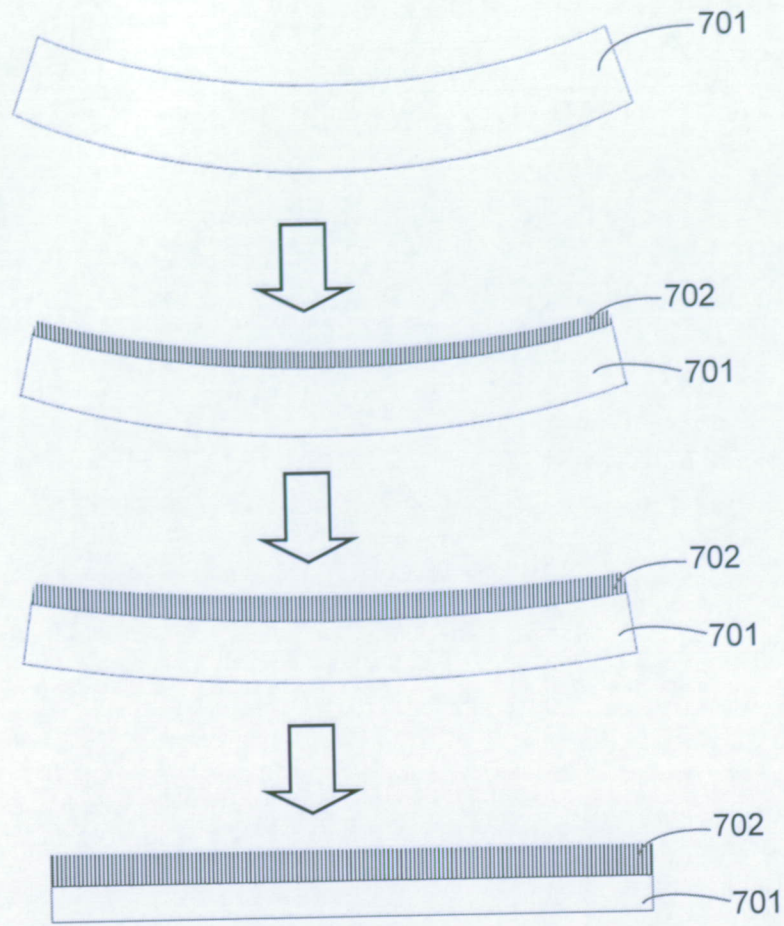




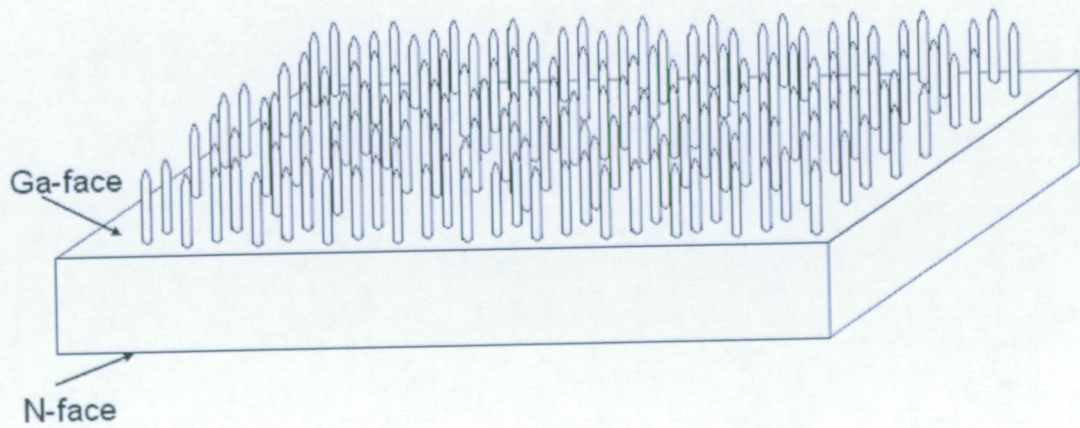
第 6A 圖



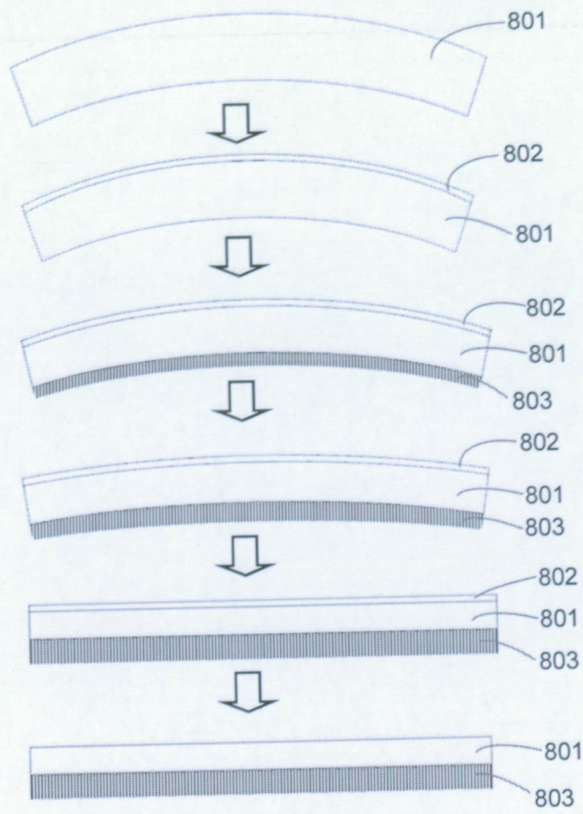
第 6B 圖



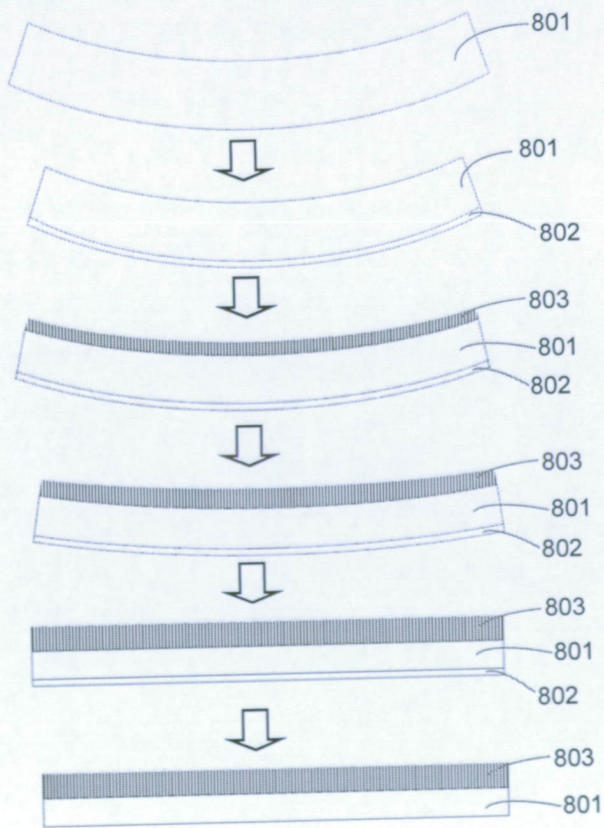
第 7A 圖



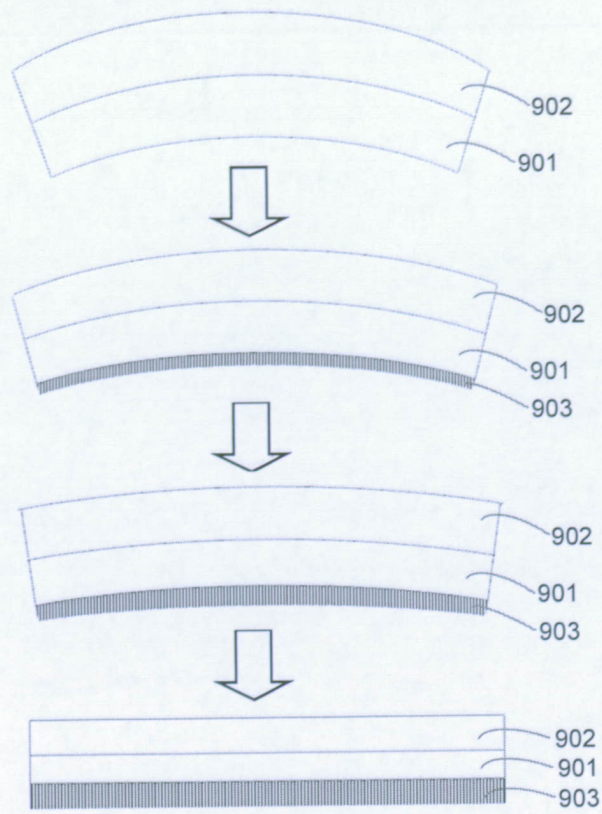
第 7B 圖



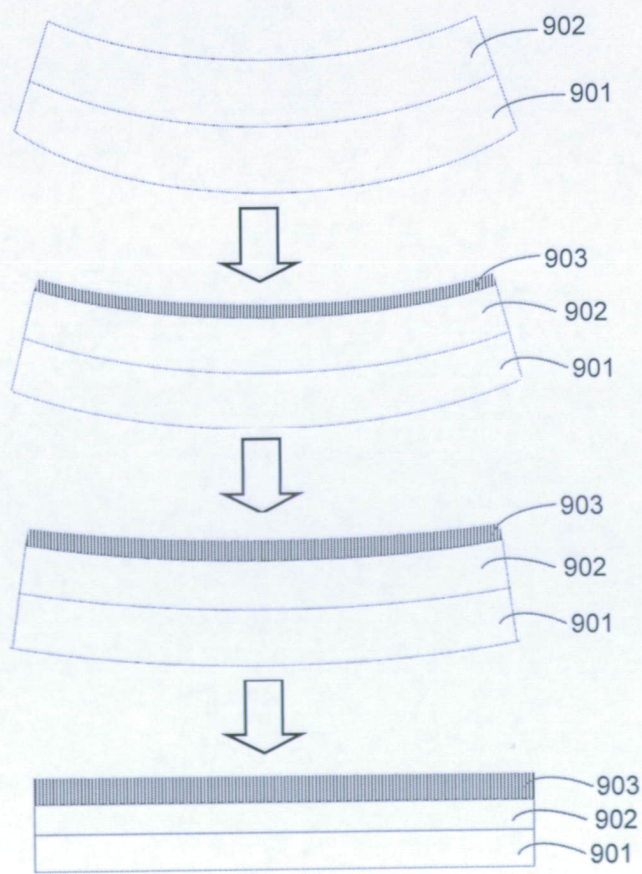
第 8A 圖



第 8B 圖



第 9A 圖



第 9B 圖