



(21)申請案號：106134834

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 12 日

(51)Int. Cl. : H01L21/205 (2006.01)

H01L21/683 (2006.01)

C23C16/46 (2006.01)

(30)優先權：2016/10/25 日本

2016-208600

(71)申請人：日商紐富來科技股份有限公司(日本) NUFLARE TECHNOLOGY, INC. (JP)  
日本(72)發明人：家近泰 IYECHIKA, YASUSHI (JP)；津久井雅之 TSUKUI, MASAYUKI (JP)；石  
川幸孝 ISHIKAWA, YOSHITAKA (JP)

(74)代理人：葉璟宗；鄭婷文；詹富閔

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：5 項 圖式數：9 共 33 頁

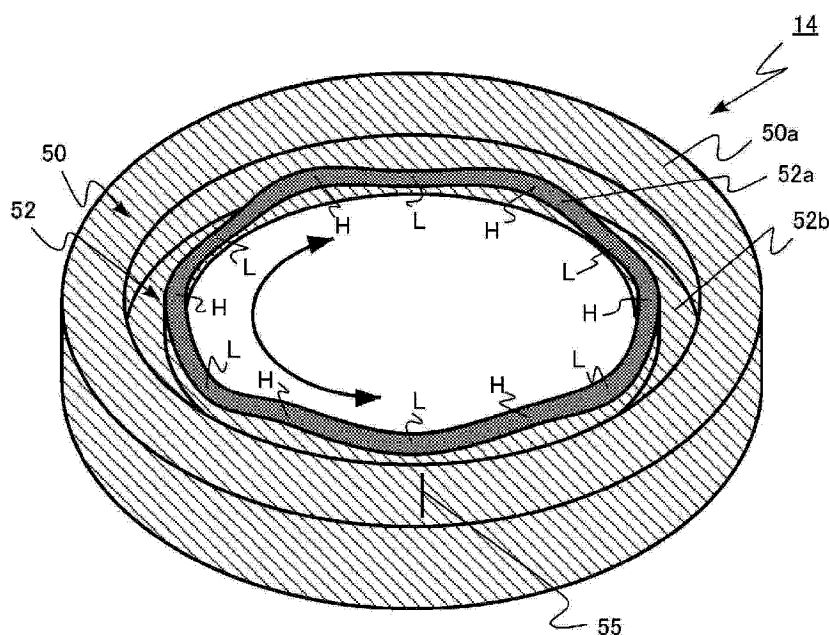
(54)名稱

氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法

(57)摘要

本發明的實施形態的氣相成長裝置具備：反應室；環狀保持器，對設於反應室內的基板進行載置，且具有環狀的外周部、及具有位於較外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面；以及加熱器，設於環狀保持器的下方。

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 14 . . . 環狀保持器
- 50 . . . 外周部
- 50a . . . 上表面
- 52 . . . 內周部
- 52a . . . 基板載置面
- 52b . . . 槽
- 55 . . . 對準標記
- H . . . 凸起區域
- L . . . 凹陷區域

【圖2】

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種供給氣體進行成膜的氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法。

【先前技術】

【0002】 作為形成高品質的半導體膜的方法，有藉由氣相成長使單晶膜於晶圓等基板上成長的磊晶成長技術。於使用磊晶成長技術的氣相成長裝置中，在被保持為常壓或減壓的反應室內的支持部上載置晶圓。

【0003】 繼而，一面將該晶圓加熱，一面將成為成膜原料的源氣體等製程氣體自反應室上部供給反應室內的晶圓表面。於晶圓表面發生源氣體的熱反應，於晶圓表面形成磊晶單晶膜。

【0004】 形成於晶圓表面的磊晶單晶膜的特性依存於晶圓的溫度。因此，期望達成晶圓面內的高的溫度均勻性。

【0005】 於日本專利公開公報 2015-195259 號中記載有一種氣相成長裝置，該氣相成長裝置於載置晶圓的基座（susceptor）上設有配置於正六角形的頂點的基板支持部。

【發明內容】

【0006】 本發明提供一種可提高基板的溫度均勻性的氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法。

【0007】 本發明的一態樣的氣相成長裝置具備：反應室；環狀保

持器，對設於所述反應室內的基板進行載置，且具有環狀的外周部、及具有位於較所述外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且所述基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面；以及加熱器，設於所述環狀保持器的下方。

**【0008】** 本發明的一態樣的環狀保持器具有環狀的外周部、及具有位於較所述外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且所述基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面。

**【0009】** 本發明的一態樣的氣相成長方法中，於具有環狀的外周部、及具有設於較所述外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，且所述基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面的環狀保持器上，以表面為{111}面的矽基板的 $\langle 1-10 \rangle$ 方向與將相對向的所述凸起區域連結的方向或將相對向的所述凹陷區域連結的方向一致的方式載置所述矽基板，使用設於所述環狀保持器下方的加熱器對所述矽基板進行加熱，於所述矽基板上形成膜。

### **【圖式簡單說明】**

#### **【0010】**

圖 1 為第一實施形態的氣相成長裝置的示意剖面圖。

圖 2 為第一實施形態的環狀保持器的示意圖。

圖 3A、圖 3B 為第一實施形態的環狀保持器的示意圖。

圖 4 為第一實施形態的氣相成長方法的說明圖。

圖 5 為第一實施形態的氣相成長裝置的作用及效果的說明圖。

圖 6A、圖 6B 為第一實施形態的氣相成長裝置的作用及效果的說明圖。

圖 7 為第一實施形態的氣相成長裝置的作用及效果的說明圖。

圖 8A、圖 8B 為第二實施形態的環狀保持器的示意圖。

圖 9 為第二實施形態的氣相成長裝置的作用及效果的說明圖。

#### 【實施方式】

【0011】 以下，一面參照圖式一面對本發明的實施形態進行說明。

【0012】 本說明書中，有時對相同或類似的構件標註相同的符號。

【0013】 本說明書中，將以可成膜的方式設置有氣相成長裝置的狀態下的重力方向定義為「下」，將其相反方向定義為「上」。因此，所謂「下部」相對於基準是指重力方向的位置，所謂「下方」相對於基準是指重力方向。而且，所謂「上部」相對於基準是指與重力方向相反方向的位置，所謂「上方」相對於基準是指與重力方向相反的方向。另外，所謂「縱向」為重力方向。

【0014】 另外，本說明書中所謂「製程氣體」，是為了於基板上

成膜而使用的氣體的總稱，例如是設定為包括源氣體、載氣、稀釋氣體等的概念。

**【0015】**（第一實施形態）

本實施形態的氣相成長裝置具備：反應室；環狀保持器，對設於反應室內的基板進行載置，且具有環狀的外周部、及具有位於較外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面；以及加熱器，設於環狀保持器的下方。

**【0016】** 另外，本實施形態的環狀保持器具有環狀的外周部、及具有位於較外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面。

**【0017】** 另外，本實施形態的氣相成長方法中，於具有環狀的外周部、及具有設於較外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面的環狀保持器上，以表面為{111}面的矽基板的 $\langle 1-10 \rangle$ 方向與將相對向的凸起區域連結的方向或將相對向的凹陷區域連結的方向一致的方式載置矽基板，使用設於環狀保持器下方的加熱器對矽基板進行加熱，於矽基板上形成膜。

**【0018】** 圖 1 為本實施形態的氣相成長裝置的示意剖面圖。本實施形態的氣相成長裝置例如為使用有機金屬氣相成長法（Metal-organic Chemical Vapor Deposition，MOCVD）的單片式

的磊晶成長裝置。

【0019】 本實施形態的氣相成長裝置具備反應室 10、第一氣體供給路 11、第二氣體供給路 12 及第三氣體供給路 13。反應室 10 具備環狀保持器 14、旋轉體單元 16、旋轉軸 18、旋轉驅動機構 20、簇射板 22、內加熱器（加熱器）24、外加熱器 26、反射器 28、支持柱 34、固定台 36、固定軸 38 及氣體排出口 40。

【0020】 第一氣體供給路 11、第二氣體供給路 12、第三氣體供給路 13 對反應室 10 供給製程氣體。

【0021】 第一氣體供給路 11 例如對反應室 10 供給含有 III 族元素的有機金屬及載氣的第一製程氣體。第一製程氣體為於晶圓上形成 III-V 族半導體的膜時的含有 III 族元素的氣體。

【0022】 III 族元素例如為鎵（Ga）、鋁（Al）、銦（In）等。另外，有機金屬為三甲基鎵（Tri Methyl Gallium，TMG）、三甲基鋁（Tri Methyl Aluminum，TMA）、三甲基銦（Tri Methyl Indium，TMI）等。

【0023】 第二氣體供給路 12 例如對反應室 10 供給含有氨（ $\text{NH}_3$ ）的第二製程氣體。第二製程氣體為於晶圓上形成 III-V 族半導體的膜時的 V 族元素、氮（N）的源氣體。

【0024】 第三氣體供給路 13 例如向反應室 10 供給稀釋第一製程氣體及第二製程氣體的稀釋氣體。藉由利用稀釋氣體將第一製程氣體及第二製程氣體稀釋，而調整供給至反應室 10 內的 III 族元素及 V 族元素的濃度。稀釋氣體例如為氫氣、氮氣或氬氣等惰性

氣體或該些氣體的混合氣體。

【0025】 反應室 10 例如具備不鏽鋼製且圓筒狀的壁面 17。簇射板 22 是設於反應室 10 的上部。於簇射板 22 中設有多個氣體噴出孔。自多個氣體噴出孔對反應室 10 內供給製程氣體。

【0026】 環狀保持器 14 是設於反應室 10 的內部。於環狀保持器 14 上，可載置作為基板的一例的晶圓 W。於環狀保持器 14 中於中心部設有開口部。

【0027】 環狀保持器 14 例如是將碳化矽 (SiC)、碳化鉭 (TaC)、氮化硼 (BN)、熱解石墨 (Pyrolytic Graphite, PG) 等陶瓷或碳作為基材而形成。環狀保持器 14 例如可使用塗佈有 SiC、BN、TaC 或 PG 等的碳。

【0028】 環狀保持器 14 是固定於旋轉體單元 16 的上部。旋轉體單元 16 是固定於旋轉軸 18。環狀保持器 14 是間接地固定於旋轉軸 18。

【0029】 旋轉軸 18 可藉由旋轉驅動機構 20 而旋轉。藉由利用旋轉驅動機構 20 使旋轉軸旋轉，可使環狀保持器 14 旋轉。藉由使環狀保持器 14 旋轉，可使載置於環狀保持器 14 上的晶圓 W 旋轉。

【0030】 例如使晶圓 W 以 50 rpm 以上且 3000 rpm 以下的轉速旋轉。旋轉驅動機構 20 例如包括馬達及軸承。

【0031】 內加熱器 24 及外加熱器 26 是設於環狀保持器 14 的下方。內加熱器 24 及外加熱器 26 是設於旋轉體單元 16 內。外加熱器 26 是設於內加熱器 24 與環狀保持器 14 之間。

【0032】 內加熱器 24 及外加熱器 26 對環狀保持器 14 所保持的晶圓 W 進行加熱。內加熱器 24 對晶圓 W 的至少中心部進行加熱。外加熱器 26 對晶圓 W 的外周區域進行加熱。內加熱器 24 例如為圓板狀。外加熱器 26 例如為環狀。

【0033】 反射器 28 是設於內加熱器 24 及外加熱器 26 的下方。於反射器 28 與環狀保持器 14 之間設有內加熱器 24 及外加熱器 26。

【0034】 反射器 28 將自內加熱器 24 及外加熱器 26 向下方放射之熱反射，提高晶圓 W 的加熱效率。另外，反射器 28 防止將較反射器 28 更靠下方的構件加熱。反射器 28 例如為圓板狀。

【0035】 反射器 28 是由耐熱性高的材料所形成。反射器 28 例如具有對 1100°C 以上的溫度的耐熱性。

【0036】 反射器 28 例如是將 SiC、TaC、碳、BN、PG 等陶瓷或鎢等金屬作為基材而形成。於反射器 28 使用陶瓷的情況時，可使用燒結體或藉由氣相成長所製作的基材。另外，反射器 28 亦可使用在碳基材等上塗佈 SiC、TaC、BN、PG、玻璃狀碳等陶瓷而成的基材。

【0037】 反射器 28 例如是藉由多個支持柱 34 而固定於固定台 36。固定台 36 例如是藉由固定軸 38 而支持。

【0038】 於旋轉體單元 16 內，為了使晶圓 W 自環狀保持器 14 脫離而設有上推銷（未圖示）。上推銷例如貫穿反射器 28 及內加熱器 24。

【0039】 氣體排出口 40 是設於反應室 10 的底部。氣體排出口 40 將源氣體於晶圓 W 表面反應後的剩餘的反應產物及剩餘的製程氣體排出至反應室 10 的外部。

【0040】 另外，於反應室 10 的壁面 17 上設有未圖示的晶圓出入口及閘閥。可藉由晶圓出入口及閘閥將晶圓 W 搬入至反應室 10 內，或搬出至反應室 10 外。

【0041】 圖 2、圖 3A、圖 3B 為本實施形態的環狀保持器的示意圖。圖 2 為立體圖，圖 3A 為俯視圖，圖 3B 為圖 3A 的 AA'剖面圖。

【0042】 環狀保持器 14 具有環狀的外周部 50 及環狀的內周部 52。內周部 52 是設於外周部 50 的內側。外周部 50 與內周部 52 例如是一體成型。

【0043】 內周部 52 為環狀保持器 14 的鑽柱坑 (countersink)。於內周部 52 上且外周部 50 的內側保持作為基板的一例的晶圓 W。

【0044】 內周部 52 具有基板載置面 52a 及槽 52b。基板載置面 52a 為環狀。基板載置面 52a 位於較外周部 50 的上表面 50a 更靠下方。於基板載置面 52a 上載置晶圓 W。

【0045】 基板載置面 52a 為將凸起區域 H 與凹陷區域 L 於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面。凸起區域 H 與凹陷區域 L 以 60 度的週期於周方向上反覆。即，若使基板載置面 52a 於周方向上旋轉 60 度，則成為與旋轉前的基板載置面 52a 的形狀相同的形狀。所謂周方向，為圖 2 及圖 3A 中以雙箭頭所表示的方向。

【0046】 圖 3A 中，基板載置面 52a 上的白色圓點為凸起區域 H 的最高部，黑色圓點為凹陷區域 L 的最低部。基板載置面 52a 的最高部與最低部之高度差例如為 10  $\mu\text{m}$  以上且 100  $\mu\text{m}$  以下。

【0047】 基板載置面 52a 例如為正弦波狀。

【0048】 本說明書中所謂「曲面」，不排除微細的階段狀面的連續。例如於階段狀面的階差為基板載置面 52a 的最高部與最低部之差的十分之一以下的情形時，將該階段狀面的連續亦視為曲面。

【0049】 槽 52b 是設於基板載置面 52a 與外周部 50 之間。槽 52b 為環狀。

【0050】 於外周部 50 的上表面 50a，例如於與基板載置面 52a 的一個最低部相對應的位置設有對準標記 55。對準標記 55 例如為設於上表面 50a 的線狀的槽。另外，對準標記亦可設定為自環狀保持器 14 的外周部 50 的側面向內周部 52 突出的形狀。於晶圓 W 中通常為了表示結晶方位而設有缺口（notch）或參考面（orientation flat）等切口，亦可使上述對準標記的向內周部突出的形狀與該切口的形狀對準。

【0051】 對準標記 55 例如被用作將環狀保持器 14 安裝於旋轉體單元 16 時的對位記號。另外，例如被用作將晶圓 W 載置於環狀保持器 14 時的對位記號。由於基板載置面 52a 的凹凸難以目測確認，故設置對準標記 55 有用。

【0052】 再者，對準標記 55 亦可設於多處。另外，亦可設於與基板載置面 52a 的最高部相對應的位置。另外，亦可設於與基板

載置面 52a 的最底部及最高部兩者相對應的位置。另外，亦可設於外周部 50 的上表面 50a 以外的位置。

【0053】 繼而，對本實施形態的氣相成長方法進行說明。本實施形態的氣相成長方法使用圖 1 所示的磊晶成長裝置。圖 4 為本實施形態的氣相成長方法的說明圖。

【0054】 以於基底 GaN 膜上形成將氮化銦鎵膜 (InGaN 膜) 與氮化鎵膜 (GaN 膜) 交替積層多層的積層膜的情形為例進行說明。GaN 膜、InGaN 膜為氮化物半導體膜的一例。上述積層膜例如為發光二極體 (Light Emitting Diode, LED) 的發光層中所用的多量子阱 (Multi Quantum Well, MQW) 層。

【0055】 首先，將晶圓 W 搬入至反應室 10 內。晶圓 W 是表面為 {111} 面的矽基板。晶圓 W 的面方位的誤差較佳為 3 度以下，更佳為 2 度以下。於圖 4 的例中，含有缺口 N 的矽基板的直徑方向為 [1-10] 方向。矽基板的厚度例如為 700  $\mu\text{m}$  以上且 1.2 mm 以下。再者，{111} 面表示於結晶學上與 (111) 面等價的面。另外，圖 4 示出為了表示基板的結晶軸的方向而帶有缺口的例子，有時亦出於相同的目的而帶有參考面等。

【0056】 繼而，將晶圓 W 載置於環狀保持器 14 的基板載置面 52a 上。如圖 4 所示，晶圓 W 是以矽基板的  $\langle 1-10 \rangle$  方向與將相對向的凹陷區域 L 連結的方向一致的方式載置。更準確而言，以矽基板的  $\langle 1-10 \rangle$  方向與將於環狀保持器 14 內隔著環狀保持器 14 的中心於直徑方向上相對向的凹陷區域 L 的最低部彼此連結的方向

一致的方式載置。

【0057】 例如藉由使晶圓 W 的缺口 N 與對準標記 55 對準，而以矽基板的[1-10]方向與將相對向的凹陷區域 L 連結的方向一致的方式載置。再者， $\langle 1-10 \rangle$  方向的表述表示於結晶學上與[1-10]方向等價的方向。

【0058】 藉由使晶圓 W 的缺口 N 與對準標記 55 對準，作為將相對向的凹陷區域 L 連結的方向的三個方向全部與矽基板的[1-10]方向一致。再者，即便矽基板的[1-10]方向與將相對向的凹陷區域 L 連結的方向並不完全一致，通常只要於將晶圓 W 載置於環狀保持器 14 上時可能產生的誤差的範圍內實質上一致即可。例如只要換算為角度而於 $\pm 3$ 度的範圍內一致即可。

【0059】 繼而，一面藉由旋轉驅動機構 20 使晶圓 W 旋轉，一面藉由設於環狀保持器 14 下方的內加熱器 24 及外加熱器 26 進行加熱。

【0060】 繼而，於晶圓上使用 TMA、TMG 及氨將 AlN（氮化鋁）及 AlGaN（氮化鋁鎵）的緩衝層成膜後，使基底 GaN 膜成長。繼而，於該基底 GaN 膜上交替形成 InGaN 膜與 GaN 膜，形成 MQW 層。

【0061】 於形成 InGaN 膜的情形時，自第一氣體供給路 11 對反應室 10 供給例如以氮氣作為載氣的 TMG 與 TMI 的混合氣體。另外，自第二氣體供給路 12 對反應室 10 供給例如氨。另外，自第三氣體供給路 13 對反應室 10 供給例如氮氣作為稀釋氣體。

【0062】 於形成 GaN 膜的情形時，自第一氣體供給路 11 對反應室 10 供給例如以氮氣作為載氣的 TMG。另外，自第二氣體供給路 12 對反應室 10 供給例如氨。另外，自第三氣體供給路 13 對反應室 10 供給例如氮氣作為稀釋氣體。

【0063】 形成 MQW 層後，停止內加熱器 24 及外加熱器 26 的加熱，降低晶圓 W 的溫度。其後，將晶圓自反應室 10 中搬出。

【0064】 繼而，對本實施形態的氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法的作用及效果進行說明。

【0065】 形成於晶圓 W 表面的磊晶單晶膜的特性例如膜厚、化學組成、結晶性等依存於晶圓 W 的溫度。因此，若晶圓 W 面內的溫度不均一大，則膜的特性於晶圓 W 的面內不均一。因此，期望提高晶圓面內的溫度均勻性。

【0066】 圖 5、圖 6A、圖 6B 及圖 7 為本實施形態的氣相成長裝置的作用及效果的說明圖。

【0067】 圖 5 為比較形態的環狀保持器 15 的立體圖。比較形態的環狀保持器 15 於基板載置面 52a 為平面而非曲面的方面與本實施形態的環狀保持器 14 不同。比較形態的環狀保持器 15 於基板載置面 52a 中於周方向上不存在凸起區域 H 及凹陷區域 L 的方面與本實施形態的環狀保持器 14 不同。

【0068】 圖 6A、圖 6B 為表示使用比較形態的環狀保持器 15，利用與上述氣相成長方法相同的方法形成 MQW 層的情形的結果的圖。圖 6A 為表示晶圓 W 面內的特性分佈的圖，圖 6B 為表示晶圓

W 的外周區域的周方向的特性分佈的圖表。

【0069】 圖 6B 的橫軸為周方向的位置，縱軸為 MQW 層的發光峰波長及晶圓高度。實線為發光峰波長，虛線為晶圓高度。再者，所謂周方向，為圖 6A 的箭頭所表示的方向。晶圓高度為於晶圓 W 上將含有 MQW 的層成膜後所測量的晶圓表面的高度，是以晶圓表面的最低位置為基準而表示。

【0070】 發光峰波長是藉由對晶圓 W 照射激發光並對由 MQW 層所釋出的螢光的波長進行測定而求出。圖 6B 表示晶圓 W 的外周區域的發光峰波長的周方向的依存性。

【0071】 MQW 層的發光峰波長依存於晶圓 W 的溫度。例如，MQW 成膜時的晶圓 W 的溫度越高，發光峰波長越變短。另外，例如 MQW 成膜時的晶圓 W 的溫度越低，發光峰波長越變長。

【0072】 圖 6B 為針對實際上成長有含有 MQW 的層的晶圓 W 表示外周部的發光峰波長的分佈及晶圓高度的分佈的測定結果的例子。如圖 6B 所示般得知，晶圓 W 的外周部的發光峰波長週期性地變化，另外該變化的情況與晶圓 W 的晶圓高度一致。進而如圖 6B 所示，各區域以 60 度的週期而出現。換言之，晶圓 W 的外周區域的發光峰波長的分佈為六次旋轉對稱。

【0073】 若將該結果和 MQW 成長時的晶圓溫度與發光峰波長的關係一併考慮，則得知於 MQW 的成膜時，如圖 6A 所示，於晶圓 W 的外周區域，發光峰波長短、即 MQW 成膜時的溫度高的區域（圖中為短波長、高溫）與發光峰波長較長、即成膜時的溫度低

的區域（圖中為長波長、低溫）於周方向上交替存在。

【0074】 另外，如圖 6B 所示，成膜時的溫度高的區域的晶圓 W 的高度低，成膜時的溫度低的區域的晶圓 W 的高度高。成膜時的溫度高的區域為晶圓 W 的外周部中自晶圓的中心觀看相當於矽基板的  $\langle 1-10 \rangle$  方向的區域。

【0075】 再者，即便使晶圓 W 預先旋轉 30 度並載置於環狀保持器 15，成膜時的溫度高的區域亦與晶圓 W 的矽基板的  $\langle 1-10 \rangle$  方向一致。因此，環狀保持器 15 中產生的溫度分佈並未成為週期性溫度分佈的原因。

【0076】 根據上述結果，產生晶圓 W 的外周區域的溫度分佈的原因可如以下般考慮。即，於 MQW 層的成膜中，晶圓 W 依存於結晶方位而變形，於晶圓 W 的外周區域產生周方向的週期性翹曲。晶圓 W 翹曲的結果為，晶圓 W 的高度低的區域中，晶圓 W 背面與環狀保持器 15 的基板載置面 52a 接觸。另一方面，晶圓 W 的高度高的區域中，晶圓 W 背面離開環狀保持器 15 的基板載置面 52a 而並未接觸。

【0077】 晶圓 W 於成膜中是藉由內加熱器 24 及外加熱器 26 自背面側加熱。於晶圓 W 的背面與環狀保持器 15 之間，經由基板載置面 52a 而發生熱傳導。

【0078】 因此，例如晶圓 W 背面與基板載置面 52a 接觸的區域成為高溫，未接觸的區域成為低溫。於本實施形態的例中，矽基板的  $\langle 1-10 \rangle$  方向的晶圓 W 的高度變低，與基板載置面 52a 接觸而

成為高溫。另一方面，自  $\langle 1-10 \rangle$  方向偏離 30 度的區域的晶圓 W 的高度變高，未與基板載置面 52a 接觸而成為低溫。

【0079】 如圖 2 及圖 3A 所示，本實施形態的環狀保持器 14 具有將凸起區域 H 與凹陷區域 L 以 60 度的週期於周方向上反覆的基板載置面 52a。藉由使矽基板的  $\langle 1-10 \rangle$  方向與凹陷區域 L 對準，可使因晶圓 W 的翹曲而產生的晶圓 W 背面的凹凸形狀與基板載置面 52a 的凹凸對準。因此，晶圓 W 的背面均等地與基板載置面 52a 接觸，而抑制於晶圓 W 的外周區域產生依存於結晶方位的週期性溫度分佈。

【0080】 再者，即便無法使基板載置面 52a 的曲面形狀完全與晶圓 W 的背面形狀對準而晶圓 W 背面的一部分並未接觸，基板載置面 52a 與晶圓 W 背面的距離亦與比較形態的情形相比格外接近。晶圓 W 的溫度亦因來自基板載置面 52a 的放射熱而上升。因此，即便晶圓 W 背面的一部分並未接觸，與基板載置面 52a 的距離亦變近，由此抑制於晶圓 W 的外周區域產生依存於結晶方位的週期性溫度分佈。

【0081】 於本實施形態的環狀保持器 14 中，基板載置面 52a 的最高部與最低部之差較理想為 10  $\mu\text{m}$  以上且 100  $\mu\text{m}$  以下，更理想為 20  $\mu\text{m}$  以上且 50  $\mu\text{m}$  以下。若小於上述範圍則有無法充分地對應於晶圓 W 的翹曲之虞。若產生超過上述範圍的晶圓 W 的翹曲，則有晶圓 W 發生滑動之虞。

【0082】 圖 7 為表示晶圓 W 的中心自環狀保持器 14 的中心偏離

而載置的狀態的俯視圖。例如於晶圓 W 的成膜中，環狀保持器 14 以載置有晶圓 W 的狀態而旋轉。此時，有時因施加於晶圓 W 的離心力而晶圓 W 自環狀保持器 14 的中心偏離。

【0083】 例如於未在環狀保持器中設置槽 52b 的情形時，若晶圓 W 的中心自環狀保持器 14 的中心偏離，則晶圓 W 背面的外周與環狀保持器的接觸面積視部位而不同。因此，晶圓 W 的外周區域的溫度容易產生不均一。

【0084】 本實施形態的環狀保持器 14 於基板載置面 52a 與外周部 50 之間設有槽 52b。因此，晶圓 W 背面僅於內周部 52 的基板載置面 52a 上與環狀保持器 14 接觸。

【0085】 因此，即便於如圖 7 所示般晶圓 W 的中心自環狀保持器 14 的中心偏離而載置的情形時，晶圓 W 背面的外周與環狀保持器 14 的接觸面積亦不會視部位而變化。因此，例如與未設置槽 52b 的環狀保持器相比較，不易產生晶圓 W 的外周區域的溫度不均一。

【0086】 以上，根據本實施形態的氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法，藉由減小晶圓 W 的外周區域的周方向的溫度不均一，可提高晶圓的溫度的均勻性。因此，可形成特性不均一小的膜。

【0087】 （第二實施形態）

本實施形態的氣相成長裝置及環狀保持器於內周部具有於外周部的內側突出的多個島狀的凸部，除此以外與第一實施形態相

同。因此，對於與第一實施形態重複的內容，省略描述。

【0088】 圖 8A、圖 8B 為本實施形態的環狀保持器的示意圖。圖 8A 為俯視圖，圖 8B 為圖 8A 的 BB'剖面圖。

【0089】 本實施形態的環狀保持器 64 於內周部 52 中具有於外周部 50 的內側突出的多個島狀的凸部 52c。例如於外周部 50 的內周面的 8 處設有向中心方向突出的島狀的凸部 52c。多個島狀的凸部 52c 與基板載置面 52a 分離。

【0090】 圖 9 為本實施形態的氣相成長裝置的作用及效果的說明圖。圖 9 為表示晶圓 W 的中心自環狀保持器 64 的中心偏離而載置的狀態的俯視圖。

【0091】 基板載置面 52a 的凹凸是以晶圓 W 的中心與環狀保持器 64 的中心一致為前提而形成。因此，若晶圓 W 的中心自環狀保持器 64 的中心偏離而載置，則有因晶圓 W 的翹曲而產生的晶圓 W 背面的凹凸形狀與基板載置面 52a 的凹凸未對準，晶圓 W 的外周區域的周方向的溫度不均一變大之虞。

【0092】 例如，如圖 7 所示，於第一實施形態的環狀保持器 14 的情況下，晶圓 W 的中心與環狀保持器 14 的中心之間產生大的偏離。進而，晶圓 W 的端部與外周部 50 以廣範圍接觸或接近，例如因來自外周部 50 的熱傳導而產生晶圓端部的溫度上升。因此，有晶圓 W 的外周區域的周方向的溫度不均一變得更大之虞。

【0093】 本實施形態的環狀保持器 64 的情況下，於內周部 52 中具有於外周部 50 的內側突出的多個島狀的凸部 52c。因此，如圖

9 所示，即便晶圓 W 的中心自環狀保持器 64 的中心偏離，晶圓 W 的端部亦與島狀的凸部 52c 接觸，而可將晶圓 W 的中心與環狀保持器 64 的中心之間的偏離限制得小。因此，亦可將因晶圓 W 的翹曲而產生的晶圓 W 背面的凹凸形狀、與基板載置面 52a 的凹凸的偏離抑制得小。

【0094】 另外，晶圓 W 的端部與外周部 50 僅於島狀的凸部 52c 接觸。因此，與圖 7 所示的第一實施形態的情形相比較，晶圓 W 的端部與外周部 50 的接觸面積變小。因此，晶圓 W 的外周區域的周方向的溫度不均一減小。

【0095】 再者，島狀的凸部 52c 的個數未必限於 8 個，亦可小於 8 個，亦可多於 8 個。其中，較理想為於晶圓 W 自環狀保持器 64 的中心偏離的情形時，晶圓 W 的端部必定與凸部 52c 接觸。就此觀點而言，較理想為島狀的凸部 52c 的個數至少為 3 個以上。

【0096】 根據本實施形態的氣相成長裝置，與第一實施形態相比，可進一步減小晶圓 W 的外周區域的周方向的溫度不均一，因此，可進一步提高晶圓的溫度的均勻性。

【0097】 以上，一面參照具體例一面對本發明的實施形態進行了說明。上述實施形態僅是作為例子而列舉，並未限定本發明。另外，亦可將各實施形態的構成要素適當組合。

【0098】 例如於實施形態中，以於內周部 52 設有環狀的槽 52b 的情形為例進行了說明，但亦可設定為不設置環狀的槽 52b 的形態。

【0099】 另外，於實施形態中，以單片式的氣相成長裝置為例進行了說明，但只要為使用環狀保持器的裝置，則不限於單片式，亦可將本發明應用於在多個晶圓 W 上同時進行成膜的批次式的氣相成長裝置。

【0100】 另外，於實施形態中，以於 GaN 膜上使將氮化銦鎵膜與氮化鎵膜積層多層的積層膜磊晶成長的情形為例進行了說明，但例如亦可將本發明應用於氮化鋁 (AlN)、氮化鋁鎵 (AlGaN) 等其他 III-V 族的氮化物系半導體的單晶膜等的成膜。另外，亦可將本發明應用於 GaAs 等 III-V 族的半導體。進而，本發明亦可應用於其他膜的成膜。

【0101】 另外，於實施形態中，以將製程氣體於簇射板內混合的情形為例進行了說明，但亦可為將製程氣體於進入簇射板之前混合的構成。另外，亦可為製程氣體於自簇射板噴出至反應室內之前成為經分離的狀態的構成。

【0102】 另外，以將環狀保持器 14、環狀保持器 64 的外周部 50 與內周部 52 一體成型的情形為例進行了說明，但環狀保持器 14、環狀保持器 64 亦可為內周部 52 或其一部分可分離的構造。藉由將內周部 52 或其一部分設為可分離，例如可應用多種形狀的環狀保持器，晶圓 W 的外周區域的溫度分佈的微調整變容易。進而，環狀保持器 14、環狀保持器 64 亦可與圓盤狀的保持器組合而使用，另外亦可與圓盤狀保持器為一體。

【0103】 另外，於實施形態中，以具備內加熱器 24 與外加熱器

26 兩種作為加熱器的情形為例進行了說明，但加熱器亦可僅為一種。另外，加熱器亦可為三種以上。

**【0104】** 有時於依照以上所說明的實施形態於晶圓 W 上進行成膜，並對周方向的特性進行評價之後，對凹部與凸部之高低差進一步進行微調整，藉此可進一步提高周方向的特性的均勻性，於此種情形時較理想為進行該微調整。

**【0105】** 於實施形態中，對裝置構成或製造方法等本發明的說明中並非直接必要的部分等省略了記載，但亦可適當地選擇使用必要的裝置構成或製造方法等。除此以外，具備本發明的要素且本領域技術人員可適當設計變更的所有氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法均包含在本發明的範圍內。本發明的範圍是藉由申請專利範圍及其均等物的範圍而定義。

#### **【符號說明】**

#### **【0106】**

- 10：反應室
- 11：第一氣體供給路
- 12：第二氣體供給路
- 13：第三氣體供給路
- 14、15、64：環狀保持器
- 16：旋轉體單元
- 17：壁面
- 18：旋轉軸

20：旋轉驅動機構

22：簇射板

24：內加熱器

26：外加熱器

28：反射器

34：支持柱

36：固定台

38：固定軸

40：氣體排出口

50：外周部

50a：上表面

52：內周部

52a：基板載置面

52b：槽

52c：凸部

55：對準標記

H：凸起區域

L：凹陷區域

N：缺口

W：晶圓



201820418

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法

【中文】

本發明的實施形態的氣相成長裝置具備：反應室；環狀保持器，對設於反應室內的基板進行載置，且具有環狀的外周部、及具有位於較外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面；以及加熱器，設於環狀保持器的下方。

【指定代表圖】 圖2。

【代表圖之符號簡單說明】

14：環狀保持器

50：外周部

50a：上表面

52：內周部

52a：基板載置面

52b：槽

55：對準標記

H：凸起區域

L：凹陷區域

【特徵化學式】 無

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種氣相成長裝置，具備：

反應室；

環狀保持器，對設於所述反應室內的基板進行載置，且具有環狀的外周部、及具有位於較所述外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且所述基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面；以及

加熱器，設於所述環狀保持器的下方。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述的氣相成長裝置，其中所述內周部於所述基板載置面與所述外周部之間具有環狀的槽。

【第3項】 如申請專利範圍第 1 項所述的氣相成長裝置，其中所述內周部具有於所述外周部的內側突出的多個凸部。

【第4項】 一種環狀保持器，具有環狀的外周部、及具有上表面位於較所述外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且所述基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面。

【第5項】 一種氣相成長方法，於具備環狀的外周部、及具有設於較所述外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且所述基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面的環狀保持器上，以表面為{111}面的矽基板的 $\langle 1-10 \rangle$ 方向與將相對向的所述凸起區域連接的方向或將相對向的所述凹陷區域連結的方向一致的方式，載置所述矽基板，

使用設於所述環狀保持器下方的加熱器對所述矽基板進行加熱，  
於所述矽基板上形成膜。



















## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種供給氣體進行成膜的氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法。

【先前技術】

【0002】 作為形成高品質的半導體膜的方法，有藉由氣相成長使單晶膜於晶圓等基板上成長的磊晶成長技術。於使用磊晶成長技術的氣相成長裝置中，在被保持為常壓或減壓的反應室內的支持部上載置晶圓。

【0003】 繼而，一面將該晶圓加熱，一面將成為成膜原料的源氣體等製程氣體自反應室上部供給反應室內的晶圓表面。於晶圓表面發生源氣體的熱反應，於晶圓表面形成磊晶單晶膜。

【0004】 形成於晶圓表面的磊晶單晶膜的特性依存於晶圓的溫度。因此，期望達成晶圓面內的高的溫度均勻性。

【0005】 於日本專利公開公報 2015-195259 號中記載有一種氣相成長裝置，該氣相成長裝置於載置晶圓的基座（susceptor）上設有配置於正六角形的頂點的基板支持部。

【發明內容】

【0006】 本發明提供一種可提高基板的溫度均勻性的氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法。

【0007】 本發明的一態樣的氣相成長裝置具備：反應室；環狀保

持器，對設於所述反應室內的基板進行載置，且具有環狀的外周部、及具有位於較所述外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且所述基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面；以及加熱器，設於所述環狀保持器的下方。

**【0008】** 本發明的一態樣的環狀保持器具有環狀的外周部、及具有位於較所述外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且所述基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面。

**【0009】** 本發明的一態樣的氣相成長方法中，於具有環狀的外周部、及具有設於較所述外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，且所述基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面的環狀保持器上，以表面為{111}面的矽基板的 $\langle 1-10 \rangle$ 方向與將相對向的所述凸起區域連結的方向或將相對向的所述凹陷區域連結的方向一致的方式載置所述矽基板，使用設於所述環狀保持器下方的加熱器對所述矽基板進行加熱，於所述矽基板上形成膜。

### **【圖式簡單說明】**

#### **【0010】**

圖 1 為第一實施形態的氣相成長裝置的示意剖面圖。

圖 2 為第一實施形態的環狀保持器的示意圖。

圖 3A、圖 3B 為第一實施形態的環狀保持器的示意圖。

圖 4 為第一實施形態的氣相成長方法的說明圖。

圖 5 為第一實施形態的氣相成長裝置的作用及效果的說明圖。

圖 6A、圖 6B 為第一實施形態的氣相成長裝置的作用及效果的說明圖。

圖 7 為第一實施形態的氣相成長裝置的作用及效果的說明圖。

圖 8A、圖 8B 為第二實施形態的環狀保持器的示意圖。

圖 9 為第二實施形態的氣相成長裝置的作用及效果的說明圖。

#### 【實施方式】

【0011】 以下，一面參照圖式一面對本發明的實施形態進行說明。

【0012】 本說明書中，有時對相同或類似的構件標註相同的符號。

【0013】 本說明書中，將以可成膜的方式設置有氣相成長裝置的狀態下的重力方向定義為「下」，將其相反方向定義為「上」。因此，所謂「下部」相對於基準是指重力方向的位置，所謂「下方」相對於基準是指重力方向。而且，所謂「上部」相對於基準是指與重力方向相反方向的位置，所謂「上方」相對於基準是指與重力方向相反的方向。另外，所謂「縱向」為重力方向。

【0014】 另外，本說明書中所謂「製程氣體」，是為了於基板上

成膜而使用的氣體的總稱，例如是設定為包括源氣體、載氣、稀釋氣體等的概念。

**【0015】**（第一實施形態）

本實施形態的氣相成長裝置具備：反應室；環狀保持器，對設於反應室內的基板進行載置，且具有環狀的外周部、及具有位於較外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面；以及加熱器，設於環狀保持器的下方。

**【0016】** 另外，本實施形態的環狀保持器具有環狀的外周部、及具有位於較外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面。

**【0017】** 另外，本實施形態的氣相成長方法中，於具有環狀的外周部、及具有設於較外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面的環狀保持器上，以表面為{111}面的矽基板的 $\langle 1-10 \rangle$ 方向與將相對向的凸起區域連結的方向或將相對向的凹陷區域連結的方向一致的方式載置矽基板，使用設於環狀保持器下方的加熱器對矽基板進行加熱，於矽基板上形成膜。

**【0018】** 圖 1 為本實施形態的氣相成長裝置的示意剖面圖。本實施形態的氣相成長裝置例如為使用有機金屬氣相成長法（Metal-organic Chemical Vapor Deposition，MOCVD）的單片式

的磊晶成長裝置。

【0019】 本實施形態的氣相成長裝置具備反應室 10、第一氣體供給路 11、第二氣體供給路 12 及第三氣體供給路 13。反應室 10 具備環狀保持器 14、旋轉體單元 16、旋轉軸 18、旋轉驅動機構 20、簇射板 22、內加熱器（加熱器）24、外加熱器 26、反射器 28、支持柱 34、固定台 36、固定軸 38 及氣體排出口 40。

【0020】 第一氣體供給路 11、第二氣體供給路 12、第三氣體供給路 13 對反應室 10 供給製程氣體。

【0021】 第一氣體供給路 11 例如對反應室 10 供給含有 III 族元素的有機金屬及載氣的第一製程氣體。第一製程氣體為於晶圓上形成 III-V 族半導體的膜時的含有 III 族元素的氣體。

【0022】 III 族元素例如為鎵（Ga）、鋁（Al）、銦（In）等。另外，有機金屬為三甲基鎵（Tri Methyl Gallium，TMG）、三甲基鋁（Tri Methyl Aluminum，TMA）、三甲基銦（Tri Methyl Indium，TMI）等。

【0023】 第二氣體供給路 12 例如對反應室 10 供給含有氨（ $\text{NH}_3$ ）的第二製程氣體。第二製程氣體為於晶圓上形成 III-V 族半導體的膜時的 V 族元素、氮（N）的源氣體。

【0024】 第三氣體供給路 13 例如向反應室 10 供給稀釋第一製程氣體及第二製程氣體的稀釋氣體。藉由利用稀釋氣體將第一製程氣體及第二製程氣體稀釋，而調整供給至反應室 10 內的 III 族元素及 V 族元素的濃度。稀釋氣體例如為氫氣、氮氣或氬氣等惰性

氣體或該些氣體的混合氣體。

【0025】 反應室 10 例如具備不鏽鋼製且圓筒狀的壁面 17。簇射板 22 是設於反應室 10 的上部。於簇射板 22 中設有多個氣體噴出孔。自多個氣體噴出孔對反應室 10 內供給製程氣體。

【0026】 環狀保持器 14 是設於反應室 10 的內部。於環狀保持器 14 上，可載置作為基板的一例的晶圓 W。於環狀保持器 14 中於中心部設有開口部。

【0027】 環狀保持器 14 例如是將碳化矽 (SiC)、碳化鈮 (TaC)、氮化硼 (BN)、熱解石墨 (Pyrolytic Graphite, PG) 等陶瓷或碳作為基材而形成。環狀保持器 14 例如可使用塗佈有 SiC、BN、TaC 或 PG 等的碳。

【0028】 環狀保持器 14 是固定於旋轉體單元 16 的上部。旋轉體單元 16 是固定於旋轉軸 18。環狀保持器 14 是間接地固定於旋轉軸 18。

【0029】 旋轉軸 18 可藉由旋轉驅動機構 20 而旋轉。藉由利用旋轉驅動機構 20 使旋轉軸旋轉，可使環狀保持器 14 旋轉。藉由使環狀保持器 14 旋轉，可使載置於環狀保持器 14 上的晶圓 W 旋轉。

【0030】 例如使晶圓 W 以 50 rpm 以上且 3000 rpm 以下的轉速旋轉。旋轉驅動機構 20 例如包括馬達及軸承。

【0031】 內加熱器 24 及外加熱器 26 是設於環狀保持器 14 的下方。內加熱器 24 及外加熱器 26 是設於旋轉體單元 16 內。外加熱器 26 是設於內加熱器 24 與環狀保持器 14 之間。

【0032】 內加熱器 24 及外加熱器 26 對環狀保持器 14 所保持的晶圓 W 進行加熱。內加熱器 24 對晶圓 W 的至少中心部進行加熱。外加熱器 26 對晶圓 W 的外周區域進行加熱。內加熱器 24 例如為圓板狀。外加熱器 26 例如為環狀。

【0033】 反射器 28 是設於內加熱器 24 及外加熱器 26 的下方。於反射器 28 與環狀保持器 14 之間設有內加熱器 24 及外加熱器 26。

【0034】 反射器 28 將自內加熱器 24 及外加熱器 26 向下方放射之熱反射，提高晶圓 W 的加熱效率。另外，反射器 28 防止將較反射器 28 更靠下方的構件加熱。反射器 28 例如為圓板狀。

【0035】 反射器 28 是由耐熱性高的材料所形成。反射器 28 例如具有對 1100°C 以上的溫度的耐熱性。

【0036】 反射器 28 例如是將 SiC、TaC、碳、BN、PG 等陶瓷或鎢等金屬作為基材而形成。於反射器 28 使用陶瓷的情況時，可使用燒結體或藉由氣相成長所製作的基材。另外，反射器 28 亦可使用在碳基材等上塗佈 SiC、TaC、BN、PG、玻璃狀碳等陶瓷而成的基材。

【0037】 反射器 28 例如是藉由多個支持柱 34 而固定於固定台 36。固定台 36 例如是藉由固定軸 38 而支持。

【0038】 於旋轉體單元 16 內，為了使晶圓 W 自環狀保持器 14 脫離而設有上推銷（未圖示）。上推銷例如貫穿反射器 28 及內加熱器 24。

【0039】 氣體排出口 40 是設於反應室 10 的底部。氣體排出口 40 將源氣體於晶圓 W 表面反應後的剩餘的反應產物及剩餘的製程氣體排出至反應室 10 的外部。

【0040】 另外，於反應室 10 的壁面 17 上設有未圖示的晶圓出入口及閘閥。可藉由晶圓出入口及閘閥將晶圓 W 搬入至反應室 10 內，或搬出至反應室 10 外。

【0041】 圖 2、圖 3A、圖 3B 為本實施形態的環狀保持器的示意圖。圖 2 為立體圖，圖 3A 為俯視圖，圖 3B 為圖 3A 的 AA'剖面圖。

【0042】 環狀保持器 14 具有環狀的外周部 50 及環狀的內周部 52。內周部 52 是設於外周部 50 的內側。外周部 50 與內周部 52 例如是一體成型。

【0043】 內周部 52 為環狀保持器 14 的鑽柱坑 (countersink)。於內周部 52 上且外周部 50 的內側保持作為基板的一例的晶圓 W。

【0044】 內周部 52 具有基板載置面 52a 及槽 52b。基板載置面 52a 為環狀。基板載置面 52a 位於較外周部 50 的上表面 50a 更靠下方。於基板載置面 52a 上載置晶圓 W。

【0045】 基板載置面 52a 為將凸起區域 H 與凹陷區域 L 於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面。凸起區域 H 與凹陷區域 L 以 60 度的週期於周方向上反覆。即，若使基板載置面 52a 於周方向上旋轉 60 度，則成為與旋轉前的基板載置面 52a 的形狀相同的形狀。所謂周方向，為圖 2 及圖 3A 中以雙箭頭所表示的方向。

【0046】 圖 3A 中，基板載置面 52a 上的白色圓點為凸起區域 H 的最高部，黑色圓點為凹陷區域 L 的最低部。基板載置面 52a 的最高部與最低部之高度差例如為 10  $\mu\text{m}$  以上且 100  $\mu\text{m}$  以下。

【0047】 基板載置面 52a 例如為正弦波狀。

【0048】 本說明書中所謂「曲面」，不排除微細的階段狀面的連續。例如於階段狀面的階差為基板載置面 52a 的最高部與最低部之差的十分之一以下的情形時，將該階段狀面的連續亦視為曲面。

【0049】 槽 52b 是設於基板載置面 52a 與外周部 50 之間。槽 52b 為環狀。

【0050】 於外周部 50 的上表面 50a，例如於與基板載置面 52a 的一個最低部相對應的位置設有對準標記 55。對準標記 55 例如為設於上表面 50a 的線狀的槽。另外，對準標記亦可設定為自環狀保持器 14 的外周部 50 的側面向內周部 52 突出的形狀。於晶圓 W 中通常為了表示結晶方位而設有缺口 (notch) 或參考面 (orientation flat) 等切口，亦可使上述對準標記的向內周部突出的形狀與該切口的形狀對準。

【0051】 對準標記 55 例如被用作將環狀保持器 14 安裝於旋轉體單元 16 時的對位記號。另外，例如被用作將晶圓 W 載置於環狀保持器 14 時的對位記號。由於基板載置面 52a 的凹凸難以目測確認，故設置對準標記 55 有用。

【0052】 再者，對準標記 55 亦可設於多處。另外，亦可設於與基板載置面 52a 的最高部相對應的位置。另外，亦可設於與基板

載置面 52a 的最低部及最高部兩者相對應的位置。另外，亦可設於外周部 50 的上表面 50a 以外的位置。

【0053】 繼而，對本實施形態的氣相成長方法進行說明。本實施形態的氣相成長方法使用圖 1 所示的磊晶成長裝置。圖 4 為本實施形態的氣相成長方法的說明圖。

【0054】 以於基底 GaN 膜上形成將氮化銦鎵膜 (InGaN 膜) 與氮化鎵膜 (GaN 膜) 交替積層多層的積層膜的情形為例進行說明。GaN 膜、InGaN 膜為氮化物半導體膜的一例。上述積層膜例如為發光二極體 (Light Emitting Diode, LED) 的發光層中所用的多量子阱 (Multi Quantum Well, MQW) 層。

【0055】 首先，將晶圓 W 搬入至反應室 10 內。晶圓 W 是表面為 {111} 面的矽基板。晶圓 W 的面方位的誤差較佳為 3 度以下，更佳為 2 度以下。於圖 4 的例中，含有缺口 N 的矽基板的直徑方向為 [1-10] 方向。矽基板的厚度例如為 700  $\mu\text{m}$  以上且 1.2 mm 以下。再者，{111} 面表示於結晶學上與 (111) 面等價的面。另外，圖 4 示出為了表示基板的結晶軸的方向而帶有缺口的例子，有時亦出於相同的目的而帶有參考面等。

【0056】 繼而，將晶圓 W 載置於環狀保持器 14 的基板載置面 52a 上。如圖 4 所示，晶圓 W 是以矽基板的  $\langle 1-10 \rangle$  方向與將相對向的凹陷區域 L 連結的方向一致的方式載置。更準確而言，以矽基板的  $\langle 1-10 \rangle$  方向與將於環狀保持器 14 內隔著環狀保持器 14 的中心於直徑方向上相對向的凹陷區域 L 的最低部彼此連結的方向

一致的方式載置。

【0057】 例如藉由使晶圓 W 的缺口 N 與對準標記 55 對準，而以矽基板的[1-10]方向與將相對向的凹陷區域 L 連結的方向一致的方式載置。再者， $\langle 1-10 \rangle$  方向的表述表示於結晶學上與[1-10]方向等價的方向。

【0058】 藉由使晶圓 W 的缺口 N 與對準標記 55 對準，作為將相對向的凹陷區域 L 連結的方向的三個方向全部與矽基板的[1-10]方向一致。再者，即便矽基板的[1-10]方向與將相對向的凹陷區域 L 連結的方向並不完全一致，通常只要於將晶圓 W 載置於環狀保持器 14 上時可能產生的誤差的範圍內實質上一致即可。例如只要換算為角度而於 $\pm 3$ 度的範圍內一致即可。

【0059】 繼而，一面藉由旋轉驅動機構 20 使晶圓 W 旋轉，一面藉由設於環狀保持器 14 下方的內加熱器 24 及外加熱器 26 進行加熱。

【0060】 繼而，於晶圓上使用 TMA、TMG 及氨將 AlN（氮化鋁）及 AlGaN（氮化鋁鎵）的緩衝層成膜後，使基底 GaN 膜成長。繼而，於該基底 GaN 膜上交替形成 InGaN 膜與 GaN 膜，形成 MQW 層。

【0061】 於形成 InGaN 膜的情形時，自第一氣體供給路 11 對反應室 10 供給例如以氮氣作為載氣的 TMG 與 TMI 的混合氣體。另外，自第二氣體供給路 12 對反應室 10 供給例如氨。另外，自第三氣體供給路 13 對反應室 10 供給例如氮氣作為稀釋氣體。

【0062】 於形成 GaN 膜的情形時，自第一氣體供給路 11 對反應室 10 供給例如以氮氣作為載氣的 TMG。另外，自第二氣體供給路 12 對反應室 10 供給例如氨。另外，自第三氣體供給路 13 對反應室 10 供給例如氮氣作為稀釋氣體。

【0063】 形成 MQW 層後，停止內加熱器 24 及外加熱器 26 的加熱，降低晶圓 W 的溫度。其後，將晶圓自反應室 10 中搬出。

【0064】 繼而，對本實施形態的氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法的作用及效果進行說明。

【0065】 形成於晶圓 W 表面的磊晶單晶膜的特性例如膜厚、化學組成、結晶性等依存於晶圓 W 的溫度。因此，若晶圓 W 面內的溫度不均一大，則膜的特性於晶圓 W 的面內不均一。因此，期望提高晶圓面內的溫度均勻性。

【0066】 圖 5、圖 6A、圖 6B 及圖 7 為本實施形態的氣相成長裝置的作用及效果的說明圖。

【0067】 圖 5 為比較形態的環狀保持器 15 的立體圖。比較形態的環狀保持器 15 於基板載置面 52a 為平面而非曲面的方面與本實施形態的環狀保持器 14 不同。比較形態的環狀保持器 15 於基板載置面 52a 中於周方向上不存在凸起區域 H 及凹陷區域 L 的方面與本實施形態的環狀保持器 14 不同。

【0068】 圖 6A、圖 6B 為表示使用比較形態的環狀保持器 15，利用與上述氣相成長方法相同的方法形成 MQW 層的情形的結果的圖。圖 6A 為表示晶圓 W 面內的特性分佈的圖，圖 6B 為表示晶圓

W 的外周區域的周方向的特性分佈的圖表。

【0069】 圖 6B 的橫軸為周方向的位置，縱軸為 MQW 層的發光峰波長及晶圓高度。實線為發光峰波長，虛線為晶圓高度。再者，所謂周方向，為圖 6A 的箭頭所表示的方向。晶圓高度為於晶圓 W 上將含有 MQW 的層成膜後所測量的晶圓表面的高度，是以晶圓表面的最低位置為基準而表示。

【0070】 發光峰波長是藉由對晶圓 W 照射激發光並對由 MQW 層所釋出的螢光的波長進行測定而求出。圖 6B 表示晶圓 W 的外周區域的發光峰波長的周方向的依存性。

【0071】 MQW 層的發光峰波長依存於晶圓 W 的溫度。例如，MQW 成膜時的晶圓 W 的溫度越高，發光峰波長越變短。另外，例如 MQW 成膜時的晶圓 W 的溫度越低，發光峰波長越變長。

【0072】 圖 6B 為針對實際上成長有含有 MQW 的層的晶圓 W 表示外周部的發光峰波長的分佈及晶圓高度的分佈的測定結果的例子。如圖 6B 所示般得知，晶圓 W 的外周部的發光峰波長週期性地變化，另外該變化的情況與晶圓 W 的晶圓高度一致。進而如圖 6B 所示，各區域以 60 度的週期而出現。換言之，晶圓 W 的外周區域的發光峰波長的分佈為六次旋轉對稱。

【0073】 若將該結果和 MQW 成長時的晶圓溫度與發光峰波長的關係一併考慮，則得知於 MQW 的成膜時，如圖 6A 所示，於晶圓 W 的外周區域，發光峰波長短、即 MQW 成膜時的溫度高的區域（圖中為 WH）與發光峰波長較長、即成膜時的溫度低的區域（圖

中為 WL) 於周方向上交替存在。

【0074】 另外，如圖 6B 所示，成膜時的溫度高的區域的晶圓 W 的高度低，成膜時的溫度低的區域的晶圓 W 的高度高。成膜時的溫度高的區域為晶圓 W 的外周部中自晶圓的中心觀看相當於矽基板的  $\langle 1-10 \rangle$  方向的區域。

【0075】 再者，即便使晶圓 W 預先旋轉 30 度並載置於環狀保持器 15，成膜時的溫度高的區域亦與晶圓 W 的矽基板的  $\langle 1-10 \rangle$  方向一致。因此，環狀保持器 15 中產生的溫度分佈並未成為週期性溫度分佈的原因。

【0076】 根據上述結果，產生晶圓 W 的外周區域的溫度分佈的原因可如以下般考慮。即，於 MQW 層的成膜中，晶圓 W 依存於結晶方位而變形，於晶圓 W 的外周區域產生周方向的週期性翹曲。晶圓 W 翹曲的結果為，晶圓 W 的高度低的區域中，晶圓 W 背面與環狀保持器 15 的基板載置面 52a 接觸。另一方面，晶圓 W 的高度高的區域中，晶圓 W 背面離開環狀保持器 15 的基板載置面 52a 而並未接觸。

【0077】 晶圓 W 於成膜中是藉由內加熱器 24 及外加熱器 26 自背面側加熱。於晶圓 W 的背面與環狀保持器 15 之間，經由基板載置面 52a 而發生熱傳導。

【0078】 因此，例如晶圓 W 背面與基板載置面 52a 接觸的區域成為高溫，未接觸的區域成為低溫。於本實施形態的例中，矽基板的  $\langle 1-10 \rangle$  方向的晶圓 W 的高度變低，與基板載置面 52a 接觸而

成為高溫。另一方面，自  $\langle 1-10 \rangle$  方向偏離 30 度的區域的晶圓 W 的高度變高，未與基板載置面 52a 接觸而成為低溫。

【0079】 如圖 2 及圖 3A 所示，本實施形態的環狀保持器 14 具有將凸起區域 H 與凹陷區域 L 以 60 度的週期於周方向上反覆的基板載置面 52a。藉由使矽基板的  $\langle 1-10 \rangle$  方向與凹陷區域 L 對準，可使因晶圓 W 的翹曲而產生的晶圓 W 背面的凹凸形狀與基板載置面 52a 的凹凸對準。因此，晶圓 W 的背面均等地與基板載置面 52a 接觸，而抑制於晶圓 W 的外周區域產生依存於結晶方位的週期性溫度分佈。

【0080】 再者，即便無法使基板載置面 52a 的曲面形狀完全與晶圓 W 的背面形狀對準而晶圓 W 背面的一部分並未接觸，基板載置面 52a 與晶圓 W 背面的距離亦與比較形態的情形相比格外接近。晶圓 W 的溫度亦因來自基板載置面 52a 的放射熱而上升。因此，即便晶圓 W 背面的一部分並未接觸，與基板載置面 52a 的距離亦變近，由此抑制於晶圓 W 的外周區域產生依存於結晶方位的週期性溫度分佈。

【0081】 於本實施形態的環狀保持器 14 中，基板載置面 52a 的最高部與最低部之差較理想為 10  $\mu\text{m}$  以上且 100  $\mu\text{m}$  以下，更理想為 20  $\mu\text{m}$  以上且 50  $\mu\text{m}$  以下。若小於上述範圍則有無法充分地對應於晶圓 W 的翹曲之虞。若產生超過上述範圍的晶圓 W 的翹曲，則有晶圓 W 發生滑動之虞。

【0082】 圖 7 為表示晶圓 W 的中心自環狀保持器 14 的中心偏離

而載置的狀態的俯視圖。例如於晶圓 W 的成膜中，環狀保持器 14 以載置有晶圓 W 的狀態而旋轉。此時，有時因施加於晶圓 W 的離心力而晶圓 W 自環狀保持器 14 的中心偏離。

【0083】 例如於未在環狀保持器中設置槽 52b 的情形時，若晶圓 W 的中心自環狀保持器 14 的中心偏離，則晶圓 W 背面的外周與環狀保持器的接觸面積視部位而不同。因此，晶圓 W 的外周區域的溫度容易產生不均一。

【0084】 本實施形態的環狀保持器 14 於基板載置面 52a 與外周部 50 之間設有槽 52b。因此，晶圓 W 背面僅於內周部 52 的基板載置面 52a 上與環狀保持器 14 接觸。

【0085】 因此，即便於如圖 7 所示般晶圓 W 的中心自環狀保持器 14 的中心偏離而載置的情形時，晶圓 W 背面的外周與環狀保持器 14 的接觸面積亦不會視部位而變化。因此，例如與未設置槽 52b 的環狀保持器相比較，不易產生晶圓 W 的外周區域的溫度不均一。

【0086】 以上，根據本實施形態的氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法，藉由減小晶圓 W 的外周區域的周方向的溫度不均一，可提高晶圓的溫度的均勻性。因此，可形成特性不均一小的膜。

【0087】 （第二實施形態）

本實施形態的氣相成長裝置及環狀保持器於內周部具有於外周部的內側突出的多個島狀的凸部，除此以外與第一實施形態相

同。因此，對於與第一實施形態重複的內容，省略描述。

【0088】 圖 8A、圖 8B 為本實施形態的環狀保持器的示意圖。圖 8A 為俯視圖，圖 8B 為圖 8A 的 BB'剖面圖。

【0089】 本實施形態的環狀保持器 64 於內周部 52 中具有於外周部 50 的內側突出的多個島狀的凸部 52c。例如於外周部 50 的內周面的 8 處設有向中心方向突出的島狀的凸部 52c。多個島狀的凸部 52c 與基板載置面 52a 分離。

【0090】 圖 9 為本實施形態的氣相成長裝置的作用及效果的說明圖。圖 9 為表示晶圓 W 的中心自環狀保持器 64 的中心偏離而載置的狀態的俯視圖。

【0091】 基板載置面 52a 的凹凸是以晶圓 W 的中心與環狀保持器 64 的中心一致為前提而形成。因此，若晶圓 W 的中心自環狀保持器 64 的中心偏離而載置，則有因晶圓 W 的翹曲而產生的晶圓 W 背面的凹凸形狀與基板載置面 52a 的凹凸未對準，晶圓 W 的外周區域的周方向的溫度不均一變大之虞。

【0092】 例如，如圖 7 所示，於第一實施形態的環狀保持器 14 的情況下，晶圓 W 的中心與環狀保持器 14 的中心之間產生大的偏離。進而，晶圓 W 的端部與外周部 50 以廣範圍接觸或接近，例如因來自外周部 50 的熱傳導而產生晶圓端部的溫度上升。因此，有晶圓 W 的外周區域的周方向的溫度不均一變得更大之虞。

【0093】 本實施形態的環狀保持器 64 的情況下，於內周部 52 中具有於外周部 50 的內側突出的多個島狀的凸部 52c。因此，如圖

9 所示，即便晶圓 W 的中心自環狀保持器 64 的中心偏離，晶圓 W 的端部亦與島狀的凸部 52c 接觸，而可將晶圓 W 的中心與環狀保持器 64 的中心之間的偏離限制得小。因此，亦可將因晶圓 W 的翹曲而產生的晶圓 W 背面的凹凸形狀、與基板載置面 52a 的凹凸的偏離抑制得小。

【0094】 另外，晶圓 W 的端部與外周部 50 僅於島狀的凸部 52c 接觸。因此，與圖 7 所示的第一實施形態的情形相比較，晶圓 W 的端部與外周部 50 的接觸面積變小。因此，晶圓 W 的外周區域的周方向的溫度不均一減小。

【0095】 再者，島狀的凸部 52c 的個數未必限於 8 個，亦可小於 8 個，亦可多於 8 個。其中，較理想為於晶圓 W 自環狀保持器 64 的中心偏離的情形時，晶圓 W 的端部必定與凸部 52c 接觸。就此觀點而言，較理想為島狀的凸部 52c 的個數至少為 3 個以上。

【0096】 根據本實施形態的氣相成長裝置，與第一實施形態相比，可進一步減小晶圓 W 的外周區域的周方向的溫度不均一，因此，可進一步提高晶圓的溫度的均勻性。

【0097】 以上，一面參照具體例一面對本發明的實施形態進行了說明。上述實施形態僅是作為例子而列舉，並未限定本發明。另外，亦可將各實施形態的構成要素適當組合。

【0098】 例如於實施形態中，以於內周部 52 設有環狀的槽 52b 的情形為例進行了說明，但亦可設定為不設置環狀的槽 52b 的形態。

【0099】 另外，於實施形態中，以單片式的氣相成長裝置為例進行了說明，但只要為使用環狀保持器的裝置，則不限於單片式，亦可將本發明應用於在多個晶圓 W 上同時進行成膜的批次式的氣相成長裝置。

【0100】 另外，於實施形態中，以於 GaN 膜上使將氮化銦鎵膜與氮化鎵膜積層多層的積層膜磊晶成長的情形為例進行了說明，但例如亦可將本發明應用於氮化鋁 (AlN)、氮化鋁鎵 (AlGaN) 等其他 III-V 族的氮化物系半導體的單晶膜等的成膜。另外，亦可將本發明應用於 GaAs 等 III-V 族的半導體。進而，本發明亦可應用於其他膜的成膜。

【0101】 另外，於實施形態中，以將製程氣體於簇射板內混合的情形為例進行了說明，但亦可為將製程氣體於進入簇射板之前混合的構成。另外，亦可為製程氣體於自簇射板噴出至反應室內之前成為經分離的狀態的構成。

【0102】 另外，以將環狀保持器 14、環狀保持器 64 的外周部 50 與內周部 52 一體成型的情形為例進行了說明，但環狀保持器 14、環狀保持器 64 亦可為內周部 52 或其一部分可分離的構造。藉由將內周部 52 或其一部分設為可分離，例如可應用多種形狀的環狀保持器，晶圓 W 的外周區域的溫度分佈的微調整變容易。進而，環狀保持器 14、環狀保持器 64 亦可與圓盤狀的保持器組合而使用，另外亦可與圓盤狀保持器為一體。

【0103】 另外，於實施形態中，以具備內加熱器 24 與外加熱器

26 兩種作為加熱器的情形為例進行了說明，但加熱器亦可僅為一種。另外，加熱器亦可為三種以上。

【0104】 有時於依照以上所說明的實施形態於晶圓 W 上進行成膜，並對周方向的特性進行評價之後，對凹部與凸部之高低差進一步進行微調整，藉此可進一步提高周方向的特性的均勻性，於此種情形時較理想為進行該微調整。

【0105】 於實施形態中，對裝置構成或製造方法等本發明的說明中並非直接必要的部分等省略了記載，但亦可適當地選擇使用必要的裝置構成或製造方法等。除此以外，具備本發明的要素且本領域技術人員可適當設計變更的所有氣相成長裝置、環狀保持器以及氣相成長方法均包含在本發明的範圍內。本發明的範圍是藉由申請專利範圍及其均等物的範圍而定義。

#### 【符號說明】

#### 【0106】

- 10：反應室
- 11：第一氣體供給路
- 12：第二氣體供給路
- 13：第三氣體供給路
- 14、15、64：環狀保持器
- 16：旋轉體單元
- 17：壁面
- 18：旋轉軸

20：旋轉驅動機構

22：簇射板

24：內加熱器

26：外加熱器

28：反射器

34：支持柱

36：固定台

38：固定軸

40：氣體排出口

50：外周部

50a：上表面

52：內周部

52a：基板載置面

52b：槽

52c：凸部

55：對準標記

H：凸起區域

L：凹陷區域

N：缺口

W：晶圓

WH：發光峰波長較短、即成膜時的溫度高的區域

WL：發光峰波長較長、即成膜時的溫度低的區域

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種氣相成長裝置，具備：

反應室；

環狀保持器，對設於所述反應室內的基板進行載置，且具有環狀的外周部、及具有位於較所述外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且所述基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面；以及

加熱器，設於所述環狀保持器的下方。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述的氣相成長裝置，其中所述內周部於所述基板載置面與所述外周部之間具有環狀的槽。

【第3項】 如申請專利範圍第 1 項所述的氣相成長裝置，其中所述內周部具有於所述外周部的內側突出的多個凸部。

【第4項】 一種環狀保持器，具有環狀的外周部、及具有位於較所述外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且所述基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面。

【第5項】 一種氣相成長方法，於具備環狀的外周部、及具有設於較所述外周部的上表面更靠下方的基板載置面的環狀的內周部，並且所述基板載置面為將凸起區域與凹陷區域於周方向上反覆的六次旋轉對稱的曲面的環狀保持器上，以表面為{111}面的矽基板的 $\langle 1-10 \rangle$ 方向與將相對向的所述凸起區域連接的方向或將相對向的所述凹陷區域連結的方向一致的方式，載置所述矽基板，

使用設於所述環狀保持器下方的加熱器對所述矽基板進行加熱，  
於所述矽基板上形成膜。

















