

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於一種藉由一面加熱晶圓，一面在高溫狀態下供應原料氣體，而使化合物半導體等的薄膜在晶圓表面氣相成長的氣相成長裝置，尤其是關於一種謀求晶圓之面內溫度分布之均一化的技術。

【先前技術】

現在，氣相成長法是被利用在產業界的各個領域。此氣相成長法當中，在使其成長於晶圓上的薄膜的面內所有區域，膜厚、組成及摻雜濃度均一當然是必須的條件。而面內所有區域的膜厚等之均一化的實現手段有各種方法，但是以加熱晶圓時的均熱化為最重要的要素技術。

第 5 圖是過去一般氣相成長裝置之構成例的剖面圖。如第 5 圖所示，氣相成長裝置 100 是由反應爐 1、用來配置晶圓 2 的晶圓保持器 3、用來載置晶圓保持器 3 的基座 4、設在基座 4 之下側的加熱器 5、將晶圓保持器 3 及基座 4 支持成可自由旋轉狀態的旋轉機構 6、用來供應原料氣體及載體氣體的氣體導入管 7、以及排出未反應氣體的氣體排出管 8 等所構成。

第 6A、6B 圖是晶圓保持器 3 之詳細構成的放大圖，第 6A 圖是俯視圖，第 6B 圖是沿著第 6A 圖之 A-A 線的剖面圖。晶圓保持器 3 是在其一面於同一圓周上形成複數個(第 6A 圖為 6 個)用來配置晶圓 2 的圓形收容孔 3a，並且

(2)

在相反側之面與基座 4 接觸而構成。

此外，基座 4 是由熱傳導率高的材質(例如鉬等)所構成，以便均一地傳達來自加熱器 5 的熱。又，晶圓保持器 3 一般也是使用熱傳導率高的石墨或鉬等。

形成上述構成的氣相成長裝置是利用加熱器 5 從基座 4 的下側進行加熱，藉此將熱經由基座 4、晶圓保持器 3 而傳達至晶圓 2，並且使晶圓 2 上升至預定的溫度。而且是利用旋轉機構 6 使基座 4 以預定的轉速旋轉，藉此一面將從氣體導入管 7 所導入的原料氣體及載體氣體均等地供應至晶圓 2 表面，一面進行薄膜的氣相成長。

另外，第 5、6A、6B 圖當中是由一個構件構成用來載置晶圓 2 的晶圓保持器 3，但如果是要載置複數個晶圓，也提案一種對應於各個晶圓而設置複數個晶圓保持器，並且將前述複數個晶圓保持器載置於基座之預定位置的氣相成長裝置(例如參照日本專利申請案公開公報 平 11-8119 號(專利文獻 1))。

【發明內容】

然而，在如上所述的氣相成長裝置 100 當中，可知在包含晶圓 2 的晶圓保持器 3 全體當中，與晶圓 2 平行之面當中的面內溫度分布會產生很大的差異。而且，調查晶圓保持器本身的溫度分布之後，也清楚看到晶圓保持器表面之中心部的溫度會變得比周緣部的溫度高(例如 15℃ 以上)。

(5)

以下參照圖面來說明本發明之氣相成長裝置(MOCVD裝置)之一實施形態。此外，本發明當然不會因為以下的實施例而受到任何的限定。

第 1 圖是本實施形態之氣相成長裝置的構成例的剖面圖。而第 2A、2B 圖是晶圓保持器 3 的詳細構成放大圖，第 2A 圖是俯視圖，第 2B 圖是沿著第 2A 圖之 A-A 線的剖面圖。

如第 1、2A、2B 圖所示，氣相成長裝置 100 是由反應爐 1；用來配置晶圓 2 之作爲晶圓收容手段的晶圓保持器 3；保持晶圓保持器 3，並且使來自加熱手段的熱量均一化之作爲均熱手段的基座 4；設在基座 4 之下側的加熱器 5；將晶圓保持器 3 及基座 4 支持成可自由旋轉狀態的旋轉機構 6；用來供應原料氣體及載體氣體的氣體導入管 7；以及用來排出未反應氣體的氣體排出管 8 等所構成。

此氣相成長裝置 100 的各壁體是由例如不鏽鋼所構成。而氣體導入管 7 是設置在上側壁體中央部，並且例如將三甲基銻(TMI)、三甲基鋁(TMAI)、三甲基鉀(TMG)等的第 13(3B)族原料氣體、胂(AsH_3)、磷(PH_3)等的第 15(5B)族原料氣體、以及作爲載體氣體的氫氣(H_2)等的惰性氣體導入反應爐內。

晶圓保持器 3 是形成圓盤狀的構件，而且是在其一面於同一圓周上形成複數個(第 2A 圖爲 6 個)用來配置晶圓 2 的圓形收容孔 3a，並且在相反面與基座 4 接觸而構成。而且，本實施形態的晶圓保持器 3 是在與基座 4 相接之側的

(6)

面從周緣保持預定間隔，形成有凹陷成圓頂狀的凹部 3b，晶圓保持器 3 與基座 4 是以周緣部的接觸面 3c 接觸。

基座 4 是由熱傳導率高的材質(例如鉬等)所構成，以便均等地傳達來自加熱器 5 的熱，並藉由旋轉機構 6 支持成可旋轉的狀態。另外，在基座 4 的下側以同心圓狀配設有用來加熱晶圓 2 的加熱器 5。

氣體導入管 7 是設置在反應爐 1 的上壁，而氣體排出管 8 是設置在反應爐 1 的底壁。經由氣體導入管 7 從導入口被導入反應爐 1 內的原料氣體會在反應爐的上游側經過分解，並且流到下游側而在晶圓 2 上形成薄膜，未反應的原料氣體是與載體氣體一同經由排氣口從氣體排出管 8 排出至外部。

另外，圖面雖未顯示，但在例如旋轉機構 6 的外圍及反應爐的下側壁面外壁設有水冷套管，並藉由這些水冷套管及加熱器 5 來控制反應爐 1 內的溫度。

形成上述構成的氣相成長裝置 100 是藉由利用加熱器 5 從基座 4 的下側進行加熱，使熱經由由基座 4、圓頂狀凹部 3b 所形成的空間、晶圓保持器 3 而傳達至晶圓 2，並且使晶圓 2 上升至預定的溫度。而且是利用旋轉機構 6 使基座 4 以預定的轉速旋轉，藉此將從氣體導入管 7 所導入的原料氣體及載體氣體均等地供應至晶圓 2 表面而使薄膜進行氣相成長。

本實施形態的晶圓保持器 3 是例如直徑 180mm、厚度 10mm，設在表面的收容孔 3a 是直徑 50mm、高度

(7)

0.5 mm，設在背面的圓頂狀凹部 3b 是直徑 (D) 170 mm、高度 (H) 1.7 mm。亦即，設在晶圓保持器 3 之背面側的凹部 3b 是使其高度 (H) 與直徑 (D) 的比 H/D 形成 1.0%。

藉由使晶圓保持器 3 形成這種形狀，在晶圓保持器 3 與基座 4 之間就會形成空間，而且越靠近圓頂狀凹部 3b 的中心部，熱的傳達就越差。因此，過去雖然是越靠近晶圓保持器 3 的中心部，溫度就變得越高，但本實施形態是使晶圓保持器 3 的中心部與周緣部的溫差變得非常小。該結果，熱就會均一地傳達至載置於晶圓保持器 3 的晶圓 2，而可謀求晶圓 2 之面內溫度分布的均一化。

實際上，使用一適用了本實施例之晶圓保持器 3 的氣相成長裝置，在 InP 晶圓 2 上使薄膜進行成長時，晶圓 2 表面之面內溫度分布的不均是在 1°C 以下，可大致形成均一狀態。而且，可在晶圓 2 的面內所有區域使具有良好之均一性的薄膜進行氣相成長。

以下，針對就形成在晶圓保持器 3 之背面的圓頂狀凹部的形狀(高度)進行檢討的結果加以說明。

第 3 圖是形成在晶圓保持器 3 的圓頂狀凹部 3b 的高度 $H(\text{mm})$ 與晶圓保持器表面當中的溫差 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ 的關係圖表，第 4 圖是圓頂狀凹部 3b 的高度與直徑的比 H/D 與晶圓保持器表面當中的溫差 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ 的關係圖表。在此，當位於圓頂狀凹部 3b 的頂點正上方之部分的溫度為中心部溫度 T_{in} ，位於晶圓保持器 3 之與基座 4 的接觸部 3c 的正上方之部分的溫度為周緣部溫度 T_{out} 時，以 $T_{in}-T_{out}$ 所求

(8)

出的溫差為晶圓保持器表面的溫差 ΔT 。另外，圓頂狀凹部 3b 的直徑 D 為 170mm ，加熱器 5 的設定溫度為 640°C 。

根據第 3、4 圖，由於晶圓保持器表面的溫差 ΔT 會隨著圓頂狀凹部 3b 的高度 H 變高而變小，因此在高度 H 與溫差 ΔT 之間的相關關係成立。而且，高度 H 若在 $0.02\sim 3.5\text{mm}$ 的範圍(高度與直徑的比 H/D 為 $0.01\sim 2.1\%$ 的範圍)，則溫差 ΔT 會形成 15°C 以下，尤其高度 H 在 $0.9\sim 2.5\text{mm}$ 的範圍(高度與直徑的比 H/D 為 $0.50\sim 1.50\%$ 的範圍)時，溫差 ΔT 會形成 5°C 以下。

另一方面，使圓頂狀凹部 3b 的高度 H 形成 0mm ，亦即形成與過去同樣使晶圓保持器 3 與基座 4 全面接觸的構成而進行晶圓保持器表面的溫度測定時，中心部與周緣部的溫差為 15°C 。因此，可知如本實施形態藉由在晶圓保持器 3 的背面設置圓頂狀凹部 3b，晶圓保持器 3 之表面當中的溫度分布可實現均一化。

再者，由圓頂狀凹部 3b 所形成的空間變大時，熱傳達效率應該會變差，因此針對熱相對於凹部 3b 之高度 H 的損失加以檢討。該結果，當圓頂狀凹部 3b 的高度 H 為 $3.0\sim 3.5\text{mm}$ 時，晶圓保持器 3 相對於加熱器 5 之設定溫度 640°C 的到達溫度會變成 607°C ，明顯可知熱傳達效率會降低。因此，圓頂狀凹部 3b 的高度 H 以 $0.02\sim 3.0\text{mm}$ 為佳，藉此便可將經由空間而進行熱傳達所導致之熱的損失抑制在最小限度。

(9)

以上，已根據實施形態具體說明了本案發明者所完成的發明，但本發明並不限於上述實施形態，而可在不脫離其主旨的範圍進行變更。

例如，在圓頂狀凹部 3b 亦可設置用來改善晶圓保持器 3 之溫度分布的突起，亦可藉由該突起使晶圓保持器 3 與基座 4 局部接觸。另外，亦可藉由連續形成此突起而分割由圓頂狀凹部 3b 所形成的空間部。

另外，晶圓保持器 3 的材質並沒有特別的限定，但只要是具有不會污染培育結晶或反應爐 1 內之環境的特性的材料，則亦可使用任何材料來製作。然而，爲了提高來自加熱器 5 的熱傳導效率，以如石墨或鉬等熱導電率爲 $50\text{W/m}^2\text{K}$ 以上 $500\text{W/m}^2\text{K}$ 以下的材質爲佳。

上述實施例是在晶圓保持器 3 對應於收容孔 3a 設置凹部 3b 而形成空間部，但亦可使用適當的治具使基座 4 與晶圓保持器 3 僅分開預定的距離。

【圖式簡單說明】

第 1 圖是實施形態之氣相成長裝置的概略構成剖面圖。

第 2A、2B 圖是實施形態之晶圓保持器 3 的詳細構成放大圖，第 2A 圖是上面圖，第 2B 圖是剖面圖。

第 3 圖是形成在晶圓保持器 3 的圓頂狀凹部 3b 的高度 $H(\text{mm})$ 與晶圓保持器表面當中的溫差 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ 的關係圖表。

(10)

第 4 圖是圓頂狀凹部 3b 的高度與直徑的比 H/D 與晶圓保持器表面當中的溫差 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ 的關係圖表。

第 5 圖是習知氣相成長裝置的概略構成剖面圖。

第 6A、6B 圖是習知晶圓保持器 3 的詳細構成放大圖，第 6A 圖是上面圖，第 6B 圖是剖面圖。

【主要元件符號說明】

- | | |
|-----|---------------------|
| 1 | 反應爐 |
| 2 | 晶圓 |
| 3 | 晶圓保持器(晶圓收容手段) |
| 3a | 收容孔 |
| 3b | 圓頂狀凹部 |
| 3c | 接觸部 |
| 4 | 基座(susceptor)(均熱手段) |
| 5 | 加熱器(加熱手段) |
| 6 | 旋轉機構 |
| 7 | 氣體導入管(氣體供應手段) |
| 8 | 氣體排出管 |
| 100 | 氣相成長裝置 |

五、中文發明摘要

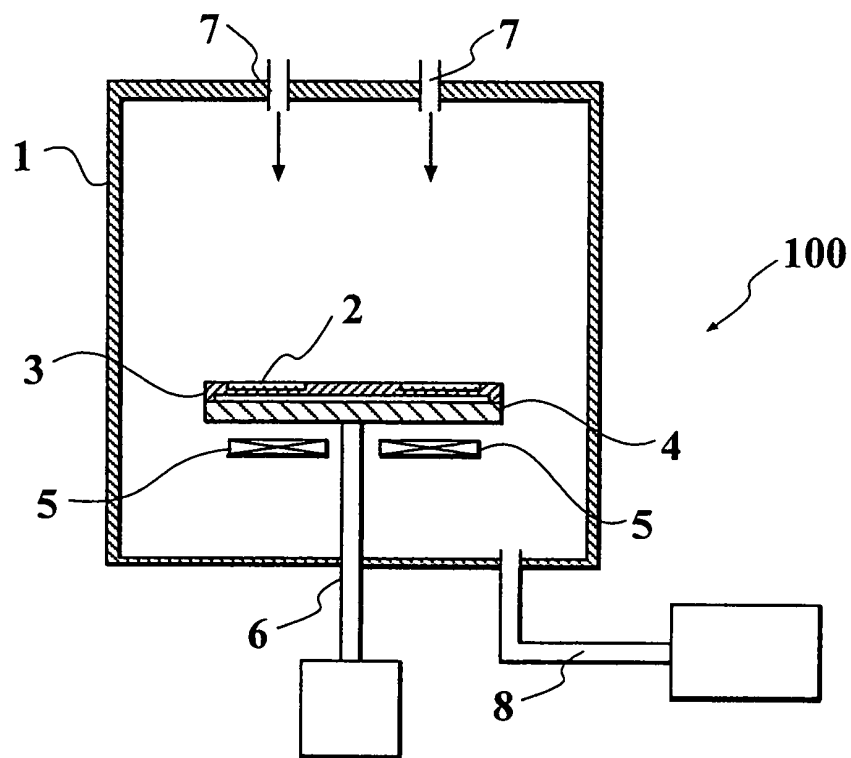
發明之名稱：氣相成長裝置

本發明提供一種可在晶圓的面內所有區域使具有良好之均一性的薄膜進行氣相成長的氣相成長裝置。本發明是針對至少具有：可密閉的反應爐；設置在該反應爐內，並且在表面側具有用來保持晶圓之晶圓載置部(收容孔)的晶圓收容手段(晶圓保持器)；用來向晶圓供應原料氣體的氣體供應手段(氣體導入管)；用來加熱前述晶圓的加熱手段(加熱器)；以及保持前述晶圓收容手段，並且使來自前述加熱手段的熱量均一化的均熱手段(基座)，並藉由在前述反應爐內利用前述加熱手段，經由前述均熱手段及前述晶圓收容手段而加熱晶圓，同時在高溫狀態下供應原料氣體，而在前述晶圓表面形成成長膜的氣相成長裝置，在前述晶圓收容手段的背面側，形成凹陷成圓頂狀的凹部。

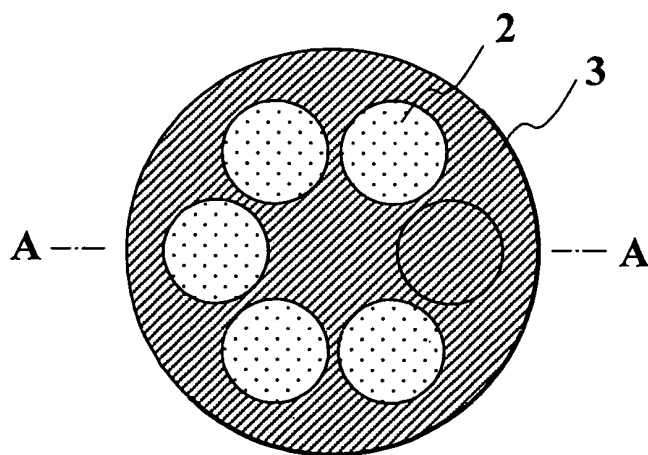
六、英文發明摘要

發明之名稱：

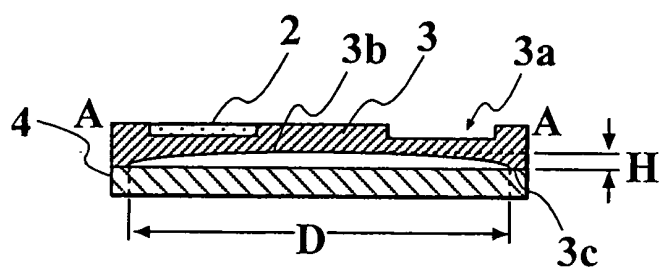
第1圖



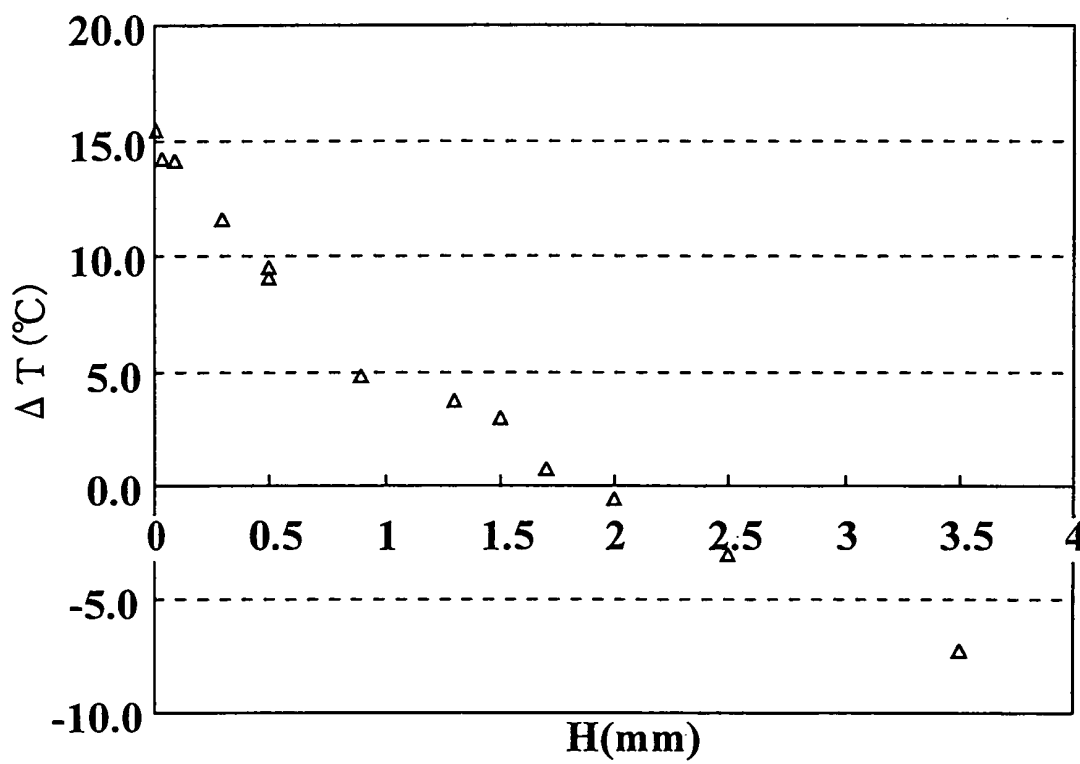
第2A圖



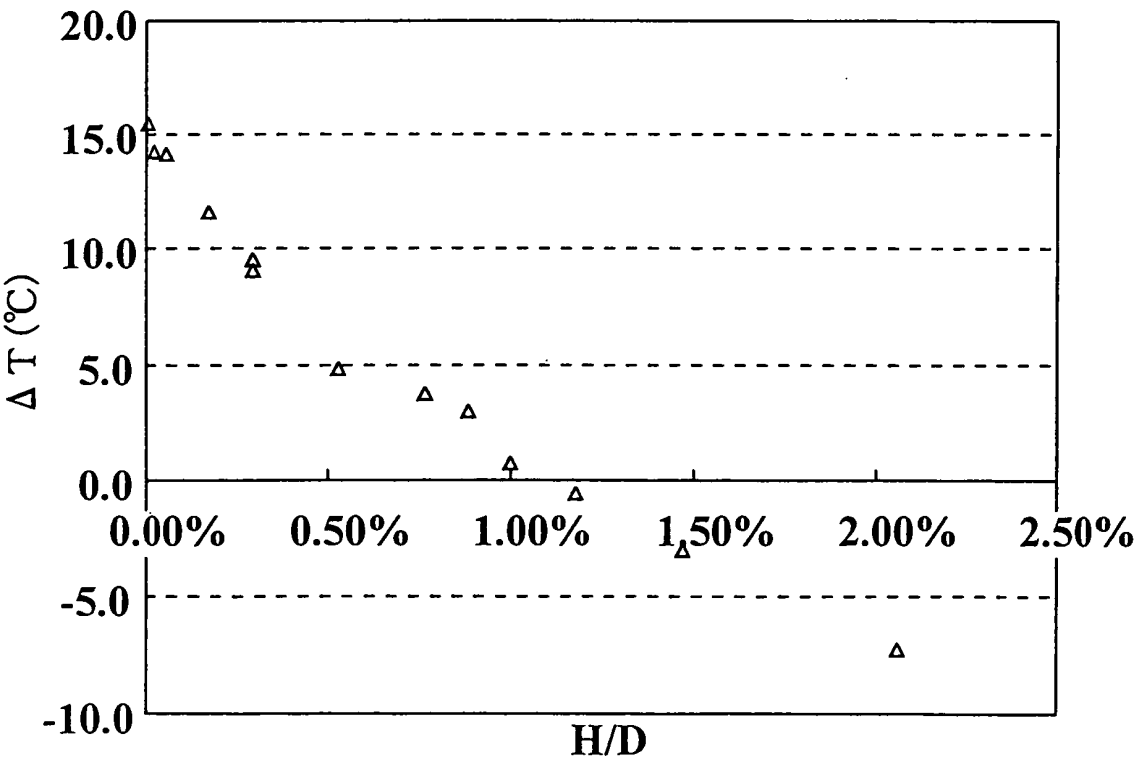
第2B圖



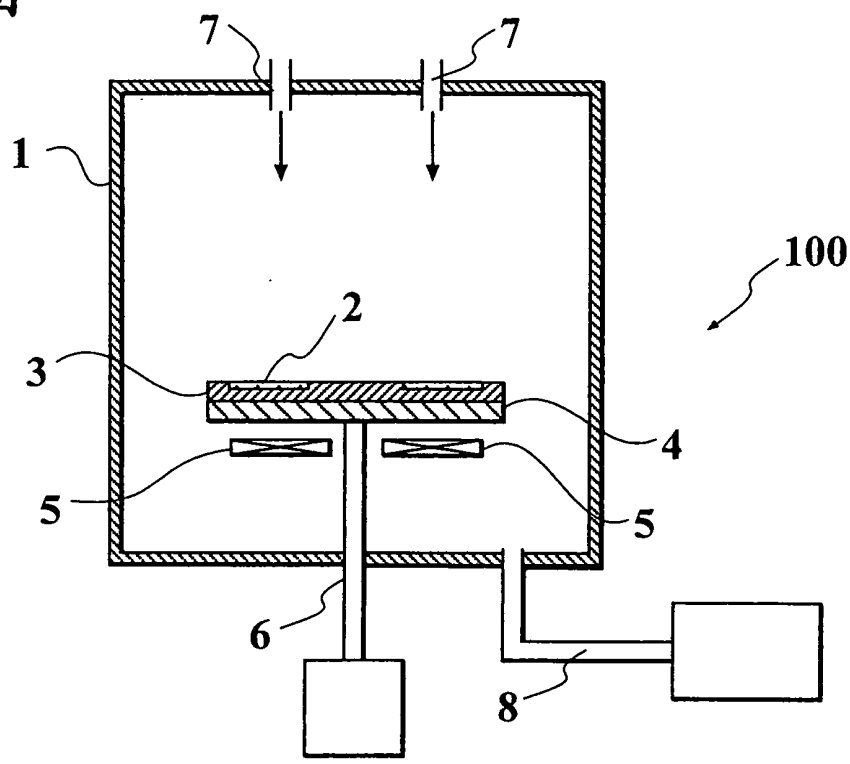
第3圖



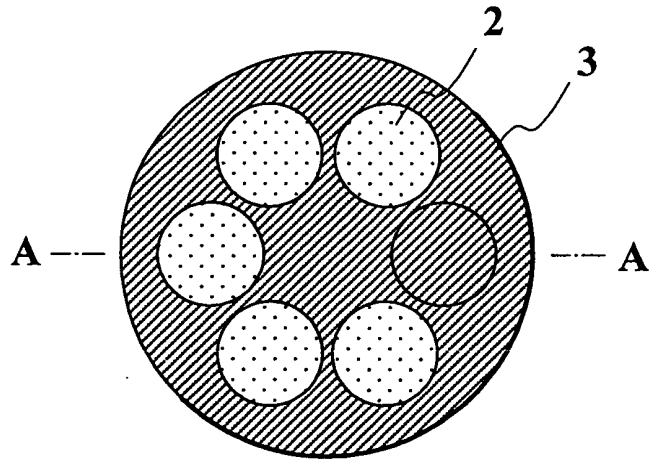
第4圖



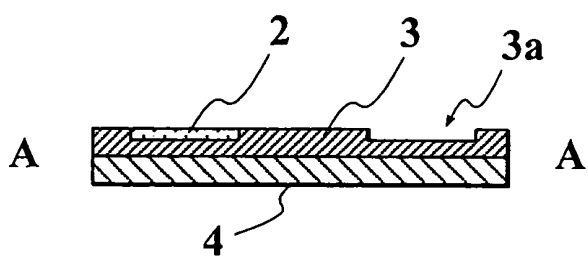
第5圖



第6A圖



第6B圖



七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(2B)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

2	晶圓
3	晶圓保持器(晶圓收容手段)
3a	收容孔
3b	圓頂狀凹部
3c	接觸部
4	基座(susceptor)(均熱手段)
H	高度
D	直徑

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

公告本

756192

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94105299

※申請日期：94 年 02 月 22 日

※IPC 分類：

一、發明名稱：

(中) 氣相成長裝置

(英)

修正
本95年9月18日
補充

H01L 21/205 (2006.01)

H01L 21/365 (2006.01)

C23C 16/46 (2006.01)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 日鑛金屬股份有限公司

(英) NIPPON MINING & METALS CO., LTD.

代表人：(中) 1. 岡田昌德

(英) 1. OKADA, MASANORI

地 址：(中) 日本國東京都港區虎之門二丁目一〇番一號

(英)

國籍：(中英) 日本

JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓 名：(中) 清水英一

(英) SHIMIZU, EIICHI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 牧野修仁

(英) MAKINO, NOBUHITO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 川邊學

(英) KAWABE, MANABU

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

公告本

756192

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94105299

※申請日期：94 年 02 月 22 日

※IPC 分類：

一、發明名稱：

(中) 氣相成長裝置

(英)

修正
本95年9月18日
補充

H01L 21/205 (2006.01)

H01L 21/365 (2006.01)

C23C 16/46 (2006.01)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 日鑛金屬股份有限公司

(英) NIPPON MINING & METALS CO., LTD.

代表人：(中) 1. 岡田昌德

(英) 1. OKADA, MASANORI

地 址：(中) 日本國東京都港區虎之門二丁目一〇番一號

(英)

國籍：(中英) 日本

JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓 名：(中) 清水英一

(英) SHIMIZU, EIICHI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 牧野修仁

(英) MAKINO, NOBUHITO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 川邊學

(英) KAWABE, MANABU

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2004/02/25 ; 2004-049125 ☒有主張優先權

95年9月18日修正
補充

96.9.07
年 月 日修正替換頁

民國 96 年 9 月 7 日 呈

這主要應該是由於加熱器 5 的加熱方式或設置位置、或是基座 4、晶圓保持器 3 及晶圓 2 之熱傳達率(熱擴散率)的差異或接觸熱阻所導致。換言之，應該是由於基座 4 與晶圓保持器 3、晶圓保持器 3 與晶圓 2 這些固體彼此的接觸並非完全的面接觸，而是形成斷續的面接觸(形成點接觸的集合)，所以各個的交界面當中的熱阻會變得不均一，以致引起晶圓保持器 3(包含晶圓 2)之溫度分布的惡化。該結果，過去的氣相成長裝置當中，晶圓 2 的面內溫度分布就會變得不均一，在晶圓 2 的面內所有區域便不容易使均一性良好的薄膜進行氣相成長。

本發明是為了解決上述問題點而研創者，其目的在於提供一種藉由改善晶圓的面內溫度分布，而可在晶圓的面內所有區域使具有良好之均一性的薄膜進行氣相成長的氣相成長裝置。

本發明是針對至少具有：可密閉的反應爐；設置在該反應爐內，並且在表面側具有用來保持晶圓之晶圓載置部(收容孔)的晶圓收容手段(晶圓保持器)；用來向晶圓供應原料氣體的氣體供應手段(氣體導入管)；用來加熱前述晶圓的加熱手段(加熱器)；以及其大小與前述晶圓收容手段大致相同，保持前述晶圓收容手段，並且使來自前述加熱手段的熱量均一化的均熱手段(基座)，並且在前述反應爐內利用前述加熱手段，經由前述均熱手段及前述晶圓收容手段一面加熱晶圓，一面在高溫狀態下供應原料氣體，而在前述晶圓表面形成成長膜的氣相成長裝置，在前述晶圓

(4)

收容手段的背面側，形成：凹陷成以該晶圓收容手段的中心為頂點的圓頂狀的凹部。

藉此，在晶圓收容手段與均熱手段之間會形成以熱傳導率低的氣體充滿的空間，該空間越大，也就是越靠近圓頂狀凹部的中心部(晶圓收容手段的中心部)，熱的傳達效率就會變得越差。因此，針對習知晶圓收容手段當中越靠近中心部溫度就越高的情形，根據本發明的晶圓收容手段，可縮小中心部與周緣部的溫差。

另外，當設在前述晶圓收容手段的圓頂狀凹部的高度為 H 、直徑為 D 時，使高度與直徑的比 H/D 形成 $0.01 \sim 2.00\%$ 。較佳為使前述圓頂狀凹部的高度與直徑的比 H/D 形成 $0.50 \sim 1.50\%$ 。藉此，可使晶圓收容手段之表面當中的中心部與周緣部的溫差在 10°C 以下。

而且，設在前述晶圓收容手段的圓頂狀凹部的高度 H 以 0.01 至 3.00mm 為佳。藉此，由圓頂狀凹部所形成的空間就會受到限制，因此可將由於空間以致熱傳達效率降低的情形抑制在最小限度。

根據本發明，由於是在晶圓收容手段的背面側，形成凹陷成圓頂狀的凹部，因此晶圓收容手段的中心部與周緣部的溫差會變小，熱便可均一地傳達至載置於晶圓收容手段的晶圓。該結果，晶圓之面內所有區域當中的溫度就會變得均一，因此具有可使具有良好之均一性的薄膜進行氣相成長的效果。

【實施方式】

(1)

96年9月07日修正替換頁

96年9月7日修正補充

十、申請專利範圍

第 94105299 號 專 利 申 請 案

中 文 申 請 專 利 範 圍 修 正 本

民 國 96 年 9 月 7 日 修 正

1. 一種氣相成長裝置，是至少具有：可密閉的反應爐；設置在該反應爐內，並且在表面側具有用來保持晶圓之晶圓載置部的晶圓收容手段；用來向晶圓供應原料氣體的氣體供應手段；用來加熱前述晶圓的加熱手段；以及其大小與前述晶圓收容手段大致相同，保持前述晶圓收容手段，並且使來自前述加熱手段的熱量均一化的均熱手段，

並藉由在前述反應爐內利用前述加熱手段，經由前述均熱手段及前述晶圓收容手段而加熱晶圓，同時在高溫狀態下供應原料氣體，而在前述晶圓表面形成成長膜的氣相成長裝置，

其特徵為：前述晶圓收容手段，在背面側形成有：凹陷成以該晶圓收容手段的中心為頂點的圓頂狀的凹部。

2. 如申請專利範圍第 1 項所記載的氣相成長裝置，其中，當設在前述晶圓收容手段的前述凹部的高度為 H ，直徑為 D 時，則高度與直徑的比 H/D 為 $0.01 \sim 2.10\%$ 。

3. 如申請專利範圍第 2 項所記載的氣相成長裝置，其中，前述高度與直徑的比 H/D 為 $0.50 \sim 1.50\%$ 。

4. 如申請專利範圍第 2 或 3 項所記載的氣相成長裝置，其中，設在前述晶圓收容手段的前述凹部的高度 H 為 $0.02 \sim 3.00 \text{ mm}$ 。