



(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 I471451 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：101133962

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 09 月 17 日

(51)Int. Cl. : C23C16/44 (2006.01)

C23C16/52 (2006.01)

C30B25/10 (2006.01)

(30)優先權：2011/09/22 德國

102011083245.9

(71)申請人：世創電子材料公司 (德國) SILTRONIC AG (DE)

德國

(72)發明人：伯寧格 喬治 BRENNINGER, GEORG (DE)

(74)代理人：陳翠華

(56)參考文獻：

TW 200835892A

US 5167716

US 6036877

US 6083323

US 2007/0042117A1

審查人員：吳國宇

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：1 共 16 頁

(54)名稱

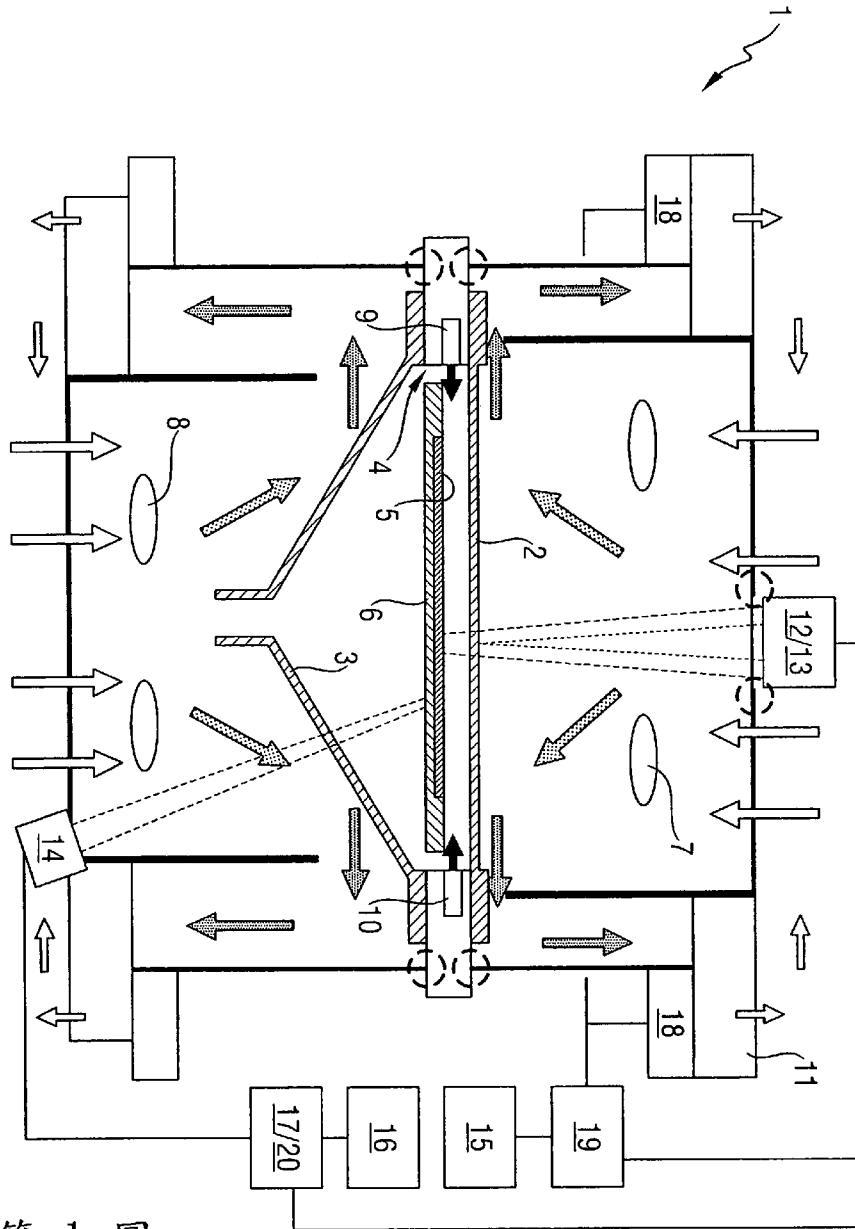
於處理室中由氣相沉積在半導體晶圓上沉積層的方法和設備

METHOD AND APPARATUS FOR DEPOSITING A LAYER ON A SEMICONDUCTOR WAFER BY VAPOR DEPOSITION IN A PROCESS CHAMBER

(57)摘要

本發明係關於一種於處理室中由氣相沉積在半導體晶圓上沉積層的方法和設備，尤其係關於一種在具有上蓋和下蓋的處理室中由氣相沉積在半導體晶圓上沉積層的方法和設備。該方法包括：測量該半導體晶圓的前側的溫度；將該半導體晶圓加熱至沉積溫度；將該處理室的上蓋溫度控制為目標溫度，其中上蓋溫度係在該上蓋外表面的中心處測量，並作為用於控制上蓋溫度的控制迴路的受控變數的實際值；設定一氣體流量，用於沉積該層的處理氣體以該氣體流量被引導通過該處理室；以及在將該處理室的上蓋溫度控制至目標溫度的期間，在該經加熱至該沉積溫度的半導體晶圓的前側沉積該層。

Method and apparatus for depositing a layer on a semiconductor wafer by vapor deposition in a process chamber having an upper and a lower cover. The method comprises measuring the temperature on the front side of the semiconductor wafer; heating the semiconductor wafer to a deposition temperature; controlling the temperature of the upper cover of the process chamber to a target temperature, wherein the temperature of the upper cover is measured in the center of the outer surface of the upper cover and is used as an actual value of the controlled variable of a control loop for controlling the temperature of the upper cover; setting a gas flow rate with which a process gas for depositing the layer is conducted through the process chamber; and depositing the layer on the front side of the semiconductor wafer heated to the deposition temperature during the control of the temperature of the upper cover of the process chamber to the target temperature.



- 1 . . . 處理室
- 2 . . . 上蓋
- 3 . . . 下蓋
- 4 . . . 側壁
- 5 . . . 半導體晶圓
- 6 . . . 襯托器
- 7、8 . . . 輻射加熱系統
- 9、10 . . . 連接件
- 11 . . . 熱交換器
- 12、13、14 . . . 感測器
- 15 . . . 資料記憶體
- 16 . . . 測量單元
- 17 . . . 比較單元
- 18 . . . 風扇
- 19、20 . . . 控制器

第 1 圖

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： 101133962

※申請日： 101. 9. 17

※IPC 分類： C23C 16/44 (2006.1)
C23C 16/52 (2006.1)
C30B 25/10 (2006.1)

一、發明名稱：(中文/英文)

於處理室中由氣相沉積在半導體晶圓上沉積層的方法和設備 /
METHOD AND APPARATUS FOR DEPOSITING A LAYER ON A
SEMICONDUCTOR WAFER BY VAPOR DEPOSITION IN A PROCESS
CHAMBER

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種於處理室中由氣相沉積在半導體晶圓上沉積層的方法和設備，尤其係關於一種在具有上蓋和下蓋的處理室中由氣相沉積在半導體晶圓上沉積層的方法和設備。該方法包括：測量該半導體晶圓的前側的溫度；將該半導體晶圓加熱至沉積溫度；將該處理室的上蓋溫度控制為目標溫度，其中上蓋溫度係在該上蓋外表面的中心處測量，並作為用於控制上蓋溫度的控制迴路的受控變數的實際值；設定一氣體流量，用於沉積該層的處理氣體以該氣體流量被引導通過該處理室；以及在將該處理室的上蓋溫度控制至目標溫度的期間，在該經加熱至該沉積溫度的半導體晶圓的前側沉積該層。

三、英文發明摘要：

Method and apparatus for depositing a layer on a semiconductor wafer by vapor deposition in a process chamber having an upper and a lower cover. The method comprises measuring the temperature on

the front side of the semiconductor wafer; heating the semiconductor wafer to a deposition temperature; controlling the temperature of the upper cover of the process chamber to a target temperature, wherein the temperature of the upper cover is measured in the center of the outer surface of the upper cover and is used as an actual value of the controlled variable of a control loop for controlling the temperature of the upper cover; setting a gas flow rate with which a process gas for depositing the layer is conducted through the process chamber; and depositing the layer on the front side of the semiconductor wafer heated to the deposition temperature during the control of the temperature of the upper cover of the process chamber to the target temperature.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

1：處理室

2：上蓋

3：下蓋

4：側壁

5：半導體晶圓

6：襯托器

7、8：輻射加熱系統

9、10：連接件

11：熱交換器

12、13、14：感測器

15：資料記憶體

16：測量單元

17：比較單元

18：風扇

19、20：控制器

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】

本發明係關於在處理室中由氣相沉積在半導體晶圓上沉積層的方法和設備。本發明尤其係關於由矽組成的磊晶層在由單晶矽組成的半導體晶圓上的沉積，以及適合於此的設備。

【先前技術】

半導體晶圓往往設有由氣相沉積產生的層。在層沉積期間，半導體晶圓通常由轉動襯托器（susceptor）支持，該襯托器設置在處理室中。上蓋和下蓋形成處理室的邊界，這些邊界可傳遞熱輻射並且輻射能通過這些邊界傳遞至處理室中以及半導體晶圓。該半導體晶圓被加熱到最適合於層沉積的特定溫度。此外，該處理室在側壁上具有用於將處理氣體引入處理室以及從處理室排出處理氣體和處理氣體的氣態產物的連接件。處理氣體在待塗佈的半導體晶圓的側面區域上方被引導。通過接觸被加熱到沉積溫度的半導體晶圓，處理氣體被分解，並且所需的層沉積在半導體晶圓上。

必須以一定間隔清潔處理室，因為不可能完全防止處理氣體的產物沉積在處理室內部，例如沉積在襯托器的部件、上蓋內表面或側壁的內側上。清潔係例如由氣相蝕刻實現。

在清潔處理室期間，半導體晶圓不能被塗佈。因此，非常重要的是，必須盡可能少地進行處理室的清潔。

為此，EP 0 808 917 A1 建議在控制迴路中將處理室壁的溫度控制在窄的溫度範圍內。該文獻特別建議藉助於來自外部的冷卻氣體冷卻處理室，並通過控制冷卻氣體的流入量將壁的溫度控制為

目標溫度。

根據 US 2007/0042117 A1，可例如透過相互獨立地控制處理室上蓋的溫度和處理室下蓋的溫度，來擴展處理室表面的溫度控制。為了控制蓋的溫度和待塗佈襯底的溫度，特別使用高溫計，該高溫計測量上蓋外表面的上蓋溫度、下蓋外表面的下蓋溫度、基材前側中心處的基材溫度和基材襯托器的溫度。該控制迴路還包括相對於上蓋和下蓋引導冷卻氣體的冷卻系統。

本發明的發明人已經發現，無論如何小心地控制例如處理室之蓋表面的溫度，均會出現一些缺陷，其關係到沉積層的特性，或者存在於必須較頻繁地清潔處理室的事實。

【發明內容】

因此，本發明的目的在於為避免這類缺陷的出現提出改進。

該目的透過一種在具有上蓋和下蓋的處理室中由氣相沉積在一半導體晶圓上沉積一層的方法實現，該方法包括：測量該半導體晶圓的前側的溫度；將該半導體晶圓加熱至一沉積溫度；將該處理室的上蓋溫度控制為一目標溫度，其中上蓋溫度係在上蓋外表面的中心處測量，並作為用於控制上蓋溫度的控制迴路的受控變數的實際值；設定一氣體流量，一用於沉積該層的處理氣體以該氣體流量被引導通過該處理室；以及在將該處理室的上蓋溫度控制至目標溫度的期間，在該經加熱至該沉積溫度的半導體晶圓的前側上沉積該層。

本發明測量上蓋外表面的中心處的上蓋溫度，並將該可用溫度作為控制迴路中的受控變數的實際值，上蓋溫度通過該控制迴路被控制為目標溫度。該目標溫度較佳被選定為處於最佳溫度範圍

內。該最佳溫度範圍為以下溫度範圍，在該溫度範圍內，處理氣體的產物在上蓋內表面上的沉積速度小於鄰接該最佳溫度範圍的溫度範圍內的沉積速度。上蓋實際溫度係在蓋的外表面的中心處測量，因此，係在一偏離例如 EP 0 808 917 A1 中所揭露的位置處測量。

本發明考慮了以下事實，即帶有處理氣體的產物的上蓋內表面在上蓋中心處的塗佈開始時間係晚於遠離上蓋中心的位置。處理室的上蓋和下蓋通常由石英玻璃構成，其為可傳遞熱輻射並且具有較低熱傳導率的材料。由於該特性，在上蓋外表面上的位置處測量的溫度明顯取決於在該位置處透過沉積處理氣體的產物而進行的上蓋內表面覆蓋。

因此，有利於在以下位置測量上蓋的溫度，在該位置處，由於處理氣體的產物在上蓋內表面上的沉積使測量結果有誤的概率最低。該位置是上蓋外表面的中心。透過使用上蓋外表面中心處測量的溫度作為受控變數的實際值，上蓋的溫度的控制因此能確保上蓋的溫度係實際上對應於或基本上對應於目標溫度，而與上蓋內表面的起始塗佈無關，並因而保持在最佳溫度範圍內。因此，具有以下效果，即在必須進行清潔之前，該處理室可被用於在較長的時間段中由氣相沉積在半導體晶圓上沉積層。如果上蓋的溫度在其它不同位置測量，則處理室的兩次清潔之間的間隔將必須更短。

較佳地，在清潔處理室之前，沉積至少一個另外的層在至少一個另外的半導體晶圓上。處理室的清潔較佳由氣相蝕刻實現。

根據該方法的一較佳形式，係選擇上蓋的目標溫度，以使得其

與設定用於沉積該層的處理氣體的氣體流量相互關聯。

這是因為處理氣體在上蓋內表面上具有冷卻效果。因此並由於蓋的材料低熱傳導率，在上蓋內表面和外表面之間的溫度可能出現相當大的溫差。於是，在上蓋外表面上測量的溫度將高於當上蓋的材料熱傳導率允許最快溫度均勻化時的情況。如果處理氣體的冷卻效果在選擇目標溫度時被忽視，儘管採用了上蓋的溫度控制，蓋的內表面上的溫度將會落在最佳溫度範圍以外，且因此必須更頻繁地清潔處理室。

根據本方法的進一步較佳形式，在清潔處理室之後，以總厚度的形式記錄沉積在半導體晶圓上的材料量，並且僅當已經沉積了限定總厚度的材料時才再次清潔處理室。沉積材料的限定總厚度對應於處理室在兩次清潔之間沉積於半導體晶圓上的層厚度的總和。

此外可預定，在任何情況下當由於半導體晶圓的前側和襯托器的後側之間的溫差而建議實施處理室清理時，特別是當處理室清理之後第一次沉積期間存在的初始溫差變化已經超過 5°C 時，甚至不考慮清潔後沉積材料的限定總厚度，再次清潔處理室。這種溫差變化可視為一種指示，顯示處理氣體的產物已經沉積在上蓋內表面的上蓋中心處。這些沉積物破壞半導體晶圓前側的半導體晶圓溫度測量，顯示低於真實溫度的溫度。因此，如果前側的溫度測量顯示出與預計沉積溫度相對應的沉積溫度，半導體晶圓的溫度已經過高。襯托器後側的溫度測量不會受到上蓋內表面上的沉積物的損害，並且會顯示出襯托器後側的真實溫度。與在半導體晶圓前側測得的溫度相比，這種溫度的增加表示上蓋內表面增

加的污染。

根據本方法的進一步較佳形式，由矽組成的磊晶層透過氣相沉積在由單晶矽組成的半導體晶圓上沉積，例如使用三氯矽烷和氫氣的混合物作為處理氣體。

為了沉積由矽組成的磊晶層，較佳地選擇下表中列出的處理參數。

表：

氣體流量 [公升每分鐘 (slm)]	最佳溫度範圍 [°C]	第二目標溫度 [°C]
45-55	510-530	520
56-65	525-545	535
66-80	540-560	550

表中的氣體流量表示被設定為用於沉積層的處理氣體的氣體流量。

如果以偏離表中數值的方式將目標溫度設定為低於最佳溫度範圍的下限溫度，處理氣體的產物將更快速地以白色沉積物沉積在上蓋內表面上，並且將必須更頻繁地清潔處理室。

如果以偏離表中數值的方式將目標溫度設定為高於最佳溫度範圍的上限溫度，處理氣體的產物將更快速地以褐色沉積物沉積在上蓋內表面上，並且將必須更頻繁地清潔處理室。

較佳地，至少一個由矽組成的另外的磊晶層沉積在至少一個由單晶矽組成的另外的半導體晶圓上，並且記錄自上一次處理室清潔以後總體上已經沉積在半導體晶圓上的材料量。只有當磊晶沉

積矽的總厚度、即沉積材料的限定總厚度不小於 50 微米、較佳不小於 80 微米時，在上一次清潔之後再次清潔處理室。

上述目的也透過一種用於由氣相沉積在半導體晶圓上沉積層的設備實現，該設備包括具有上蓋和下蓋的處理室、用於測量上蓋外表面的中心處的上蓋溫度的第一感測器，以及利用第一感測器測得的溫度作為實際溫度，將上蓋的溫度控制為預定目標溫度的控制器。

【實施方式】

接下來參考附圖，更具體地解釋處理室的較佳實施態樣的細節。

處理室 1 係建構成實質上對稱建構，並且包括上蓋 2、下蓋 3 和封閉反應器空間的側壁 4，在該反應器空間中，通過氣相沉積塗佈半導體晶圓。待塗佈的半導體晶圓 5 由設置在反應器空間中的襯托器 6 支持。用於將半導體晶圓加熱到特定沉積溫度的輻射加熱系統 7 和 8 位於上蓋 2 的上方和下蓋 3 的下方。此外，並呈現了用於將處理氣體引入處理室、以及用於通過該處理室的側壁 4 從該處理室排出處理氣體和處理氣體的氣態產物的連接件 9 和 10。該處理室還包括用於冷卻上蓋 2 和下蓋 3 的冷卻系統，例如風扇 18，其相對於上蓋和下蓋引導冷卻氣體；以及熱交換器 11，其從與蓋接觸而被加熱的冷卻氣體吸取熱量。冷卻氣體的運動方向由箭頭標示。該冷卻系統作為用於控制處理室的上蓋溫度的控制迴路的致動裝置。感測器 12 形成控制迴路的測量元件。感測器 12 較佳為高溫計，藉由該高溫計，不接觸地測量上蓋 2 的溫度。用於將上蓋溫度控制為預定目標溫度的控制器 19 根據感測器 12 測得的溫度與目標溫度之間的差值改變風扇 18 的功率。該控制迴

路尤其為克服因處理室的殼體中的洩漏引起的擾動而設置。可能持續出現這種洩漏的位置在圖中以虛線圈特別標示。

感測器 12 係根據本發明而設置，以藉此測量上蓋外表面的中心處的上蓋 2 的溫度。該溫度形成該控制迴路的受控變數。感測器 12 可獲得與預定目標溫度相比較的實際溫度。

目標溫度較佳通過存儲多個溫度值的資料記憶體 15 預先確定，在半導體晶圓上沉積層期間，這些溫度值被分別指定處理氣體的氣體流量。資料記憶體 15 將該溫度值預先確定為指定給用於沉積層的氣體流量的目標溫度。

該設備還較佳包括測量單元 16，該測量單元記錄自上一次處理室清潔以後已經在半導體晶圓上沉積了多少材料，以及在記錄了沉積材料的限定總厚度之後生成用於啟動下一次處理室清理的信號。

感測器 13 係用於測量半導體晶圓的前側的半導體晶圓溫度。半導體晶圓的前側為沉積層的側面區域。此外，並提供感測器 14，其測量襯托器 6 的後側的溫度。感測器 13 和 14 同樣較佳具體實施為一高溫計，並且為用於通過控制器 20 控制半導體晶圓的溫度的控制迴路的一部分。感測器 13 較佳設置成使其測量前側中心處的半導體晶圓的前側的溫度。

該設備較佳還包括比較單元 17，該比較單元集成在控制器 20 中並比較感測器 13 和 14 測量的溫度，並且如果半導體晶圓的前側的由感測器 13 測得的溫度與保持半導體晶圓的襯托器的後側的由感測器 14 測得的溫度之間的溫差與初始溫差偏離超過 5°C ，該比較單元產生啟動下一次處理室清潔的信號。該初始溫差是緊

接下一次清潔的前次處理室清潔之後的第一次沉積期間存在的溫差。

控制器 19 和 20、資料記憶體 15、測量單元 16 和比較單元 17 也可作為安裝控制系統的一部分。

【圖式簡單說明】

第 1 圖以簡化方式示出了本發明的關鍵元件。

【主要元件符號說明】

● 1：處理室

2：上蓋

3：下蓋

4：側壁

5：半導體晶圓

6：襯托器

● 7、8：輻射加熱系統

9、10：連接件

11：熱交換器

12、13、14：感測器

15：資料記憶體

16：測量單元

17：比較單元

18：風扇

19、20：控制器

公告本

103. 6. 24 年 月 日修正本

七、申請專利範圍：

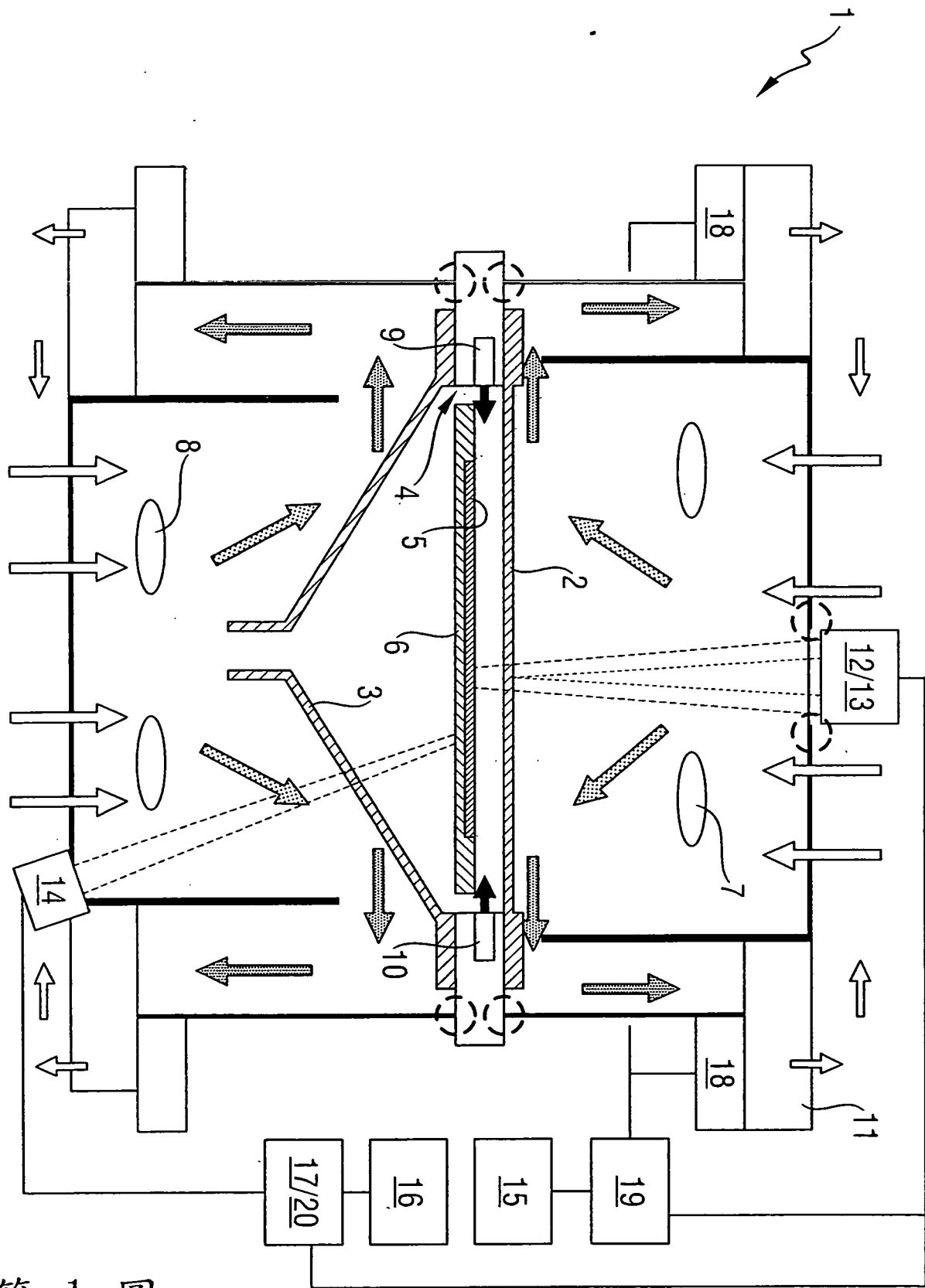
1. 一種在具有上蓋和下蓋的處理室中由氣相沉積在一半導體晶圓上沉積一層的方法，包括：測量該半導體晶圓的前側的溫度；將該半導體晶圓加熱至一沉積溫度；將該處理室的上蓋溫度控制為一目標溫度，其中上蓋溫度係在該上蓋外表面的中心處測量，並作為一用於控制上蓋溫度的控制迴路的受控變數的實際值；設定一氣體流量，一用於沉積該層的處理氣體以該氣體流量被引導通過該處理室；以及在將該處理室的上蓋溫度控制至目標溫度的期間，在該經加熱至該沉積溫度的半導體晶圓的前側上沉積該層，其中，該目標溫度被選擇為使得其與該處理氣體的設定氣體流量相互關聯。
2. 根據請求項 1 所述的方法，其中，沉積至少一個另外的層在至少一個另外的半導體晶圓上，並且記錄自上一次處理室清潔後所沉積的材料量，以及僅當已經沉積了一限定總厚度的沉積材料時，始在上一次清潔之後再次清潔該處理室。
3. 根據請求項 2 所述的方法，其中，測量一保持該半導體晶圓的襯托器的後側的溫度，並且沉積至少一個另外的層在至少一個另外的半導體晶圓上，以及如果該半導體晶圓的前側的溫度與該襯托器的後側的溫度之間的溫差與初始溫差相比變化超過 5°C ，則不考慮該沉積材料的限定總厚度，啟動該處理室的下一次清潔，其中該初始溫差係存在於接著下一次處理室清潔的前次處理室清潔之後的第一次沉積期間。
4. 根據請求項 2 所述的方法，其中，如果該半導體晶圓由單晶矽組成並且沉積材料為磊晶沉積矽，則該沉積材料的限定總

厚度係不小於 50 微米。

5. 根據請求項 1 所述的方法，其中，在一由單晶矽組成的半導體晶圓上沉積一由矽組成的磊晶層，並且如果該處理氣體的設定氣體流量為 45 至 55 公升每分鐘 (slm)，則該目標溫度被選定為 510 至 530°C；如果該處理氣體的設定氣體流量為 56 至 65 公升每分鐘，則目標溫度被選定為 525 至 545°C；以及如果該處理氣體的設定氣體流量為 66 至 80 公升每分鐘，則目標溫度被選定為 540 至 560°C。
6. 一種由氣相沉積在半導體晶圓上沉積層的設備，其包括一具有一上蓋和一下蓋的處理室、一用於測量該上蓋外表面的中心處的上蓋溫度的第一感測器、以及一利用該第一感測器測得的溫度作為實際溫度以將上蓋溫度控制為預定目標溫度的控制器；以及更包括一存儲多個溫度值的資料記憶體，在半導體晶圓上沉積該層期間，該等溫度值被分別指定一處理氣體的氣體流量，其中該資料記憶體將該溫度值預先確定為指定給設定用於沉積該層的氣體流量的目標溫度。
7. 根據請求項 6 所述的設備，包括一測量單元，該測量單元記錄自上一次處理室清潔以後已經在半導體晶圓上沉積了多少材料，以及在記錄了沉積材料的限定總厚度之後，產生一用於啟動接著上一次清潔的下次處理室清潔的信號。
8. 根據請求項 6 或 7 所述的設備，包括一測量該半導體晶圓的前側的半導體晶圓溫度的第二感測器；一測量保持該半導體晶圓的襯托器的後側的溫度的第三感測器；以及一比較單

元，如果該第二感測器測得的溫度與該第三感測器測得的溫度之間的溫差與初始溫差偏離超過 5°C ，該比較單元產生一用於啟動下一次處理室清潔的信號，其中該初始溫差存在於接著下一次處理室清潔的前次處理室清潔之後的第一次沉積期間。

八、圖式：



第 1 圖