



(21)申請案號：111140529

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 10 月 26 日

(51)Int. Cl. : C23C14/56 (2006.01)

C23C16/44 (2006.01)

H01L21/02 (2006.01)

H01L21/205 (2006.01)

H01L21/67 (2006.01)

(30)優先權：2021/11/02 美國

63/274,646

(71)申請人：荷蘭商 A S M I P 私人控股有限公司 (荷蘭) ASM IP HOLDING B.V. (NL)  
荷蘭

(72)發明人：烏斯特雷肯 西奧多羅斯 G M OOSTERLAKEN, THEODORUS G.M. (NL)

(74)代理人：洪澄文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：6 共 34 頁

(54)名稱

立式爐、及形成半導體結構之方法

(57)摘要

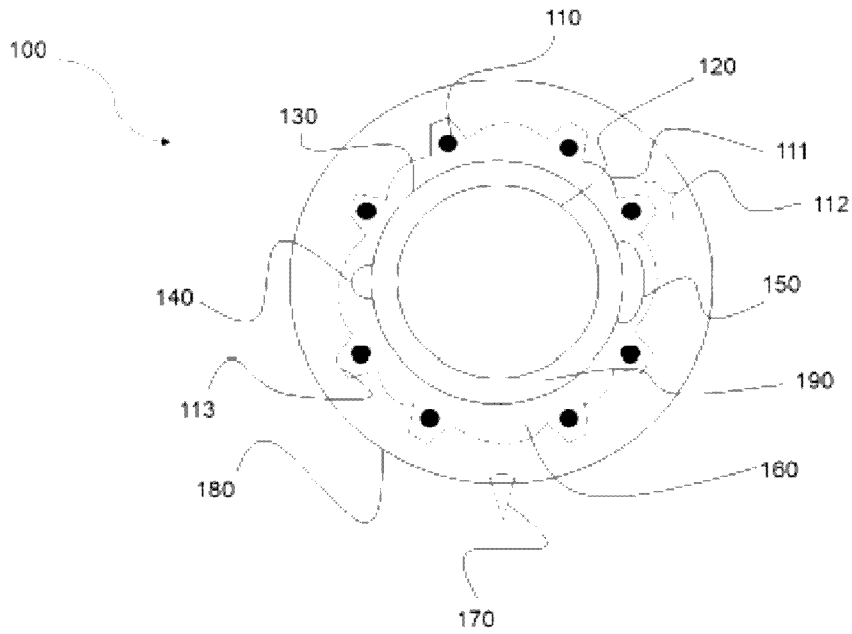
所提供者係一種立式爐及一種用於形成包含一膜之一半導體結構之方法。在一較佳實施例中，此立式爐包含一內部包殼，其界定一製程空間及一開口。此製程空間在一垂直方向上延伸，且此開口用於接納複數個晶圓。此立式爐包含一外部包殼，其環繞此內部包殼。此外，其包含一氣體注射器，其用於將一製程氣體注入此製程空間中。其亦包含一排氣氣體出口，其用於排氣此製程空間。此立式爐具備一燈，其用於加熱此複數個晶圓。此燈係在此內部包殼與此外部包殼之間的一內部空間中沿圓周配置。此立式爐進一步包含一冷卻入口，其用於提供一冷卻流體至此內部空間中以冷卻此內部空間。

A vertical furnace and a method for forming a semiconductor structure comprising a film is provided. In a preferred embodiment, this vertical furnace comprises an inner enclosure defining a process space and an opening. This process space extends in a vertical direction and the opening is for receiving a plurality of wafers. This vertical furnace comprises an outer enclosure that surrounds the inner enclosure. Furthermore, it comprises a gas injector for injecting a process gas into the process space. It also comprises an exhaust gas outlet for exhausting the process space. This vertical furnace is provided with a lamp for heating the plurality of wafers. This lamp is arranged circumferentially in an interior space between the inner enclosure and the outer enclosure. This vertical furnace further comprises a cooling inlet for providing a cooling fluid into the interior space to cool the interior space.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 110:燈
- 111:非反射部分
- 112:囊袋
- 113:反射部分
- 120:晶舟
- 130:內部包殼
- 140:氣體入口
- 150:排氣氣體出口
- 160:冷卻通道
- 180:外部包殼
- 190:製程空間



第 1 圖

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】基板處理設備

【英文發明名稱】SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS

【中文】

所提供者係一種立式爐及一種用於形成包含一膜之一半導體結構之方法。在一較佳實施例中，此立式爐包含一內部包殼，其界定一製程空間及一開口。此製程空間在一垂直方向上延伸，且此開口用於接納複數個晶圓。此立式爐包含一外部包殼，其環繞此內部包殼。此外，其包含一氣體注射器，其用於將一製程氣體注入此製程空間中。其亦包含一排氣氣體出口，其用於排氣此製程空間。此立式爐具備一燈，其用於加熱此複數個晶圓。此燈係在此內部包殼與此外部包殼之間的一內部空間中沿圓周配置。此立式爐進一步包含一冷卻入口，其用於提供一冷卻流體至此內部空間中以冷卻此內部空間。

【英文】

A vertical furnace and a method for forming a semiconductor structure comprising a film is provided. In a preferred embodiment, this vertical furnace comprises an inner enclosure defining a process space and an opening. This process space extends in a vertical direction and the opening is for receiving a plurality of wafers. This vertical

furnace comprises an outer enclosure that surrounds the inner enclosure. Furthermore, it comprises a gas injector for injecting a process gas into the process space. It also comprises an exhaust gas outlet for exhausting the process space. This vertical furnace is provided with a lamp for heating the plurality of wafers. This lamp is arranged circumferentially in an interior space between the inner enclosure and the outer enclosure. This vertical furnace further comprises a cooling inlet for providing a cooling fluid into the interior space to cool the interior space.

【指定代表圖】第1圖

【代表圖之符號簡單說明】

110:燈

111:非反射部分

112:囊袋

113:反射部分

120:晶舟

130:內部包殼

140:氣體入口

150:排氣氣體出口

160:冷卻通道

180:外部包殼

8111-P220140300-TW/f

第2頁，共3頁(發明摘要)

190:製程空間

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 基板處理設備

【英文發明名稱】 SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS

【技術領域】

【0001】 本揭露係關於半導體裝置製造之領域。更具體地，其係關於基板處理設備。其進一步係關於由此設備形成半導體結構之方法。

【先前技術】

【0002】 隨著裝置縮放持續，半導體產業在製造方面面臨更多要求。隨著晶圓大小增加以便增加每一晶圓所產出的晶片數，對降低成本、對經濟地使用無塵室空間的需求亦往前邁進。

【0003】 利用批次處理工具可以是在這點上向前邁進的一種方式。此係導因於批次處理工具能夠同時處理複數個晶圓的事實。然而，其等可引發與其等之使用相關聯的其他挑戰，可影響在其中處理之晶圓的可靠度、製程本身的良率、及以更大規模所得的產出量。欲在批次工具中致能大規模具成本效益的晶圓處理，已嘗試改變其等之設計。

【0004】 儘管在使用批次工具處理的過程中已有相當大的進展，但仍可能難以提供批次處理工具，尤其是垂直處理工具，其中在製程空間的內壁上減少沉積發生。

**【0005】** 因此，所屬技術領域中對提供用於晶圓處理之改良式立式爐存在需求。

**【發明內容】**

**【0006】** 本揭露之一目標在於提供一種具有改善的沉積特性之批式處理設備。更具體地，一目標可在於提供一種允許在基板上沉積之立式爐，藉此可減少一內部包殼（**enclosure**）的壁上，且具體係面向此晶舟之此內部包殼的壁上的沉積。欲至少部分地達成此目標，本揭露可提供一種立式爐及一種用於形成一半導體結構之方法，如獨立項中所定義者。在附屬項中提供此立式爐及此方法的進一步實施例。

**【0007】** 在一第一態樣中，本揭露係關於一立式爐。此立式爐可包含一內部包殼，其界定一製程空間及一開口。此製程空間可在一垂直方向上延伸，且此開口可用於接納複數個晶圓。此立式爐可包含一外部包殼，其可環繞此內部包殼。此外，其可包含一氣體注射器，其用於將一製程氣體注入此製程空間中。其亦可包含一排氣氣體出口，其用於排氣此製程空間。此立式爐可具備一燈，其用於加熱此複數個晶圓。此燈可在此內部包殼與此外部包殼之間的一內部空間中沿圓周配置。此立式爐可進一步包含一冷卻入口，其用於提供一冷卻流體至此內部空間中以冷卻此內部空間。

**【0008】** 由於此內部空間中所提供的此冷卻流體，根據第一態樣之本揭露的立式爐可允許此內部包殼的壁保持在低於此製程空

間的一溫度。此可具有減少不想要的製程（諸如，例如，沉積）發生在此內部包殼的壁上，且具體係面向此晶舟之此內部包殼的壁上的優點。由於可減少維護循環的數目，減少沉積可因而縮短此立式爐的停機時間。

**【0009】** 由於其中所提供的此冷卻流體，第一態樣之實施例的一優點可在於此內部空間的溫度可保持在一較低溫度。

**【0010】** 第一態樣之實施例的一優點可在於其可提供一個加熱系統，其用於複數個晶圓。這可允許最佳化製造成本，並可進一步允許以一經濟效益方式設定此製程的熱預算。

**【0011】** 第一態樣之實施例的一優點可在於其亦允許在較低溫度下進行處理。此可具有減少沉積膜中關於應力鬆弛之問題的優點。應力鬆弛可導致增加的晶圓翹曲（warpage）、膜的剝離或脫層，從而導致此立式爐中的粒子污染。

**【0012】** 第一態樣之實施例的一優點可在於可達成更經濟效益的晶圓處理。此可導因於膜可在此立式爐中沉積於複數個基板上，從而降低晶圓處理成本的事實。

**【0013】** 第一態樣之實施例的一優點可在於可提供製程氣體以便一次處理複數個晶圓，從而增加製程產出量。

**【0014】** 第一態樣之實施例的一仍進一步的優點可在於可增加此立式爐中之晶圓處理的產出量。此亦可導因於在此立式爐中於複數個基板上完成處理導致在一給定的處理時間量中處理更多晶圓的事實。



**【0015】** 第一態樣之實施例的一優點可在於由於關於諸如，例如，應力鬆弛、一晶圓上方或複數個晶圓上方的沉積膜之厚度變動的問題減少而可增加此立式爐中之晶圓處理的良率。

**【0016】** 在第一態樣中，本揭露係關於一種形成包含一膜之一半導體結構之方法。此方法可包含提供複數個晶圓，其等可經配置在一晶舟中。可將此晶舟載入根據第一態樣之實施例之立式爐的一製程室中。此方法可進一步包含加熱此製程空間，從而使溫度往上增加至適於形成一膜的一預定溫度。一製程氣體可提供至此製程空間中。此製程氣體可適於在此預定溫度下於此複數個晶圓上形成此膜。其後，在此內部空間中可提供一冷卻流體以用於冷卻此內部空間。

**【0017】** 第二態樣之實施例的一優點可在於由於此內部空間中所提供之此冷卻流體的供應，此內部包殼的壁可保持在低於此製程空間的一溫度。此可允許避免不想要的製程（諸如，例如，沉積）發生在此立式爐之此內部包殼的壁上，且具體係面向此晶舟的壁上。

**【0018】** 第二態樣之實施例的一優點可在於其亦可允許在較低溫度下處理複數個基板。此可有利於提供在複數個基板上提供的膜之減少的應力鬆弛。此繼而可增加此立式爐中的處理良率。

**【0019】** 儘管此領域中已持續有所進展，但咸信本揭露的概念代表實質上的新進展。偏離先前技術的作法係包括在本揭露的概念中，其等得出改良式立式爐。

**【0020】** 將從欲與包括圖式共同考慮之下文的實施方式更加明白本揭露之上述及其他特性、特徵、及優點。舉實例而言，圖式繪示本揭露的原理。此說明僅為了實例目的而給定，並未限制本揭露的範疇。下文所提及之參考圖係關於所包括圖式。

**【0021】** 本揭露的具體及較佳態樣係在隨附的獨立項及附屬項中闡述。來自附屬項的特徵可與獨立項的特徵結合。來自附屬項的特徵可依適當方式而非僅依申請專利範圍內所闡述的方式與其他獨立項的特徵結合。

### **【圖式簡單說明】**

**【0022】** 透過下文之說明性及非限制性實施方式將更好地理解本揭露概念的上述以及額外的目標、特徵、及優點。亦參照所包括之圖式。在圖式中，除非另有說明，否則相似元件符號將用於相似元件。

第1圖：係根據本揭露之第一態樣之實施例之立式爐的示意上視圖。

第2圖：係根據本揭露之第一態樣之實施例之具備燈之立式爐的示意剖面。

第3圖：係根據本揭露之第一態樣之實施例之包含複數個燈之立式爐的示意剖面。

第4A圖至第4C圖：示意地顯示根據本揭露之第一態樣之實施例之反射器總成的傾斜視圖。

第5A圖及第5B圖：顯示根據本揭露之第一態樣之實施例之至立式爐中的最佳熱耦接之兩組模擬結果（A、B）－第5A圖依據燈溫度（°C）而變動之晶圓溫度（°C）及內部包殼溫度（°C）（封閉圓形－晶圓堆疊的溫度及封閉三角形－內部包殼的溫度）；及第5B圖依據晶圓溫度而變動之功率使用（kW），此晶圓溫度得自用於不同立式爐配置（1、2）的燈之模擬結果。

第6圖：顯示根據本揭露之第二態樣之實施例之例示性方法的流程圖。

### 【實施方式】

【0023】 本揭露將針對具體實施例並參照特定圖式描述。然而，本揭露並未受限於此，而僅受限於申請專利範圍。所述圖式僅係示意而非限制性。尺寸並未對應於實際縮減以實行本揭露。元件之一些者的大小在圖式中可未按比例繪製以用於說明目的。

【0024】 須注意，申請專利範圍內所用的用語「包含（comprising）」不應解釋為受限於其後所列出的手段。其並未排除其他元件或步驟。因此，應將其解釋為指定所述特徵、步驟、或組件的存在，如所提及者。然而，其並未阻止一或多個其他步驟、組件、或特徵、或其等之群組的存在或添加。

【0025】 說明書通篇於各處提及「實施例（embodiments）」不必然全部提及相同實施例，但可全部提及相同實施例。此外，如在所屬技術領域中具有普通技能者將從本揭露明白的，具體的特徵、

結構、或特性可在一或多個實施例中以任何合適方式組合。

**【0026】** 應理解，在本揭露之例示性實施例的描述中，本揭露之各種特徵有時在單一實施例、圖式、或描述中係歸類在一起，以便幫助理解本揭露態樣之一或多者。實施方式之後的申請專利範圍係併入實施方式中，其中各請求項係作為本揭露之單獨實施例獨立地存在。

**【0027】** 本文所述之一些實施例包括一些，但非其他實施例中所包括的其他特徵。然而，不同實施例之特徵的組合係意欲屬於本揭露之範疇並形成不同實施例，如所屬技術領域中者所將理解。在所包括的申請專利範圍內，所主張之實施例的任何者可例如以任何組合使用。

**【0028】** 下列用語僅提供以幫助理解本揭露。

**【0029】** 如本文中所使用且除非另有提供，用語「燈的間距值（pitch value of lamps）」係指燈中之一者的直徑及此燈與相鄰燈之間的間距之總和。

**【0030】** 如本文中所使用且除非另有提供，用語「囊袋的基底寬度（base width of pockets）」係指連接反射器總成之部分非反射部分與反射部分之囊袋的兩點之間的距離。

**【0031】** 如本文中所使用且除非另有提供，用語「囊袋的高度（height of pockets）」係指從囊袋最高點開始測量延伸至與界定反射器總成之部分非反射部分的軸相交之一點的距離。

**【0032】** 如本文中所使用且除非另有提供，用語「內部空間

(interior space)」係指立式爐中所包含之內部包殼與外部包殼之間的空間之體積。

【0033】 如本文中所使用且除非另有提供，用語「系統配置 (system configuration)」係指燈的配置連同所提供之冷卻的配置。

【0034】 如本文中所使用，提及具體元件之「各者 (each)」(例如，「冷卻氣體入口之各者」、「複數個燈之各者」、「囊袋之各者」)可指元件之二或更多者，且可不指元件的每一者。例如，「冷卻氣體入口之各者」可指複數個冷卻氣體入口中所包含之個別冷卻氣體入口，且不必然需要指所有冷卻氣體入口。

【0035】 如本文中所使用，提及「垂直方向 (vertical direction)」代表沿著垂直軸的方向。

【0036】 現將藉由本揭露之若干實施例的實施方式來描述本揭露。很顯然，在不悖離本揭露之技術教示的情況下，可根據所屬技術領域中熟習此項技術者之知識來配置本揭露的其他實施例，本揭露僅受限於所包括之申請專利範圍的條件。

【0037】 根據本揭露之第一態樣之實施例之立式爐的示意上視圖係顯示於第1圖中。

【0038】 第2圖顯示根據本揭露之第一態樣之實施例之立式爐的示意剖面。

【0039】 此立式爐可包含內部包殼 (130)，其界定製程空間 (190) 及開口 (未示於圖式中)。此製程空間 (190) 可在垂直

方向上延伸，且此開口可用於接納複數個晶圓。在實施例中，複數個晶圓可配置在晶舟（120）中。在實施例中，內部包殼（190）的內壁可面向晶舟。在實施例中，內部包殼的壁厚度可在3 mm至10 mm的範圍內。在較佳實施例中，其可在5 mm至6 mm的範圍內。在實施例中，內部包殼（130）可具有的直徑在350 mm至430 mm的範圍內。此立式爐亦可包含外部包殼（180）。此外部包殼（180）可環繞內部包殼（130）。在實施例中，外部包殼（180）可具有的直徑在480 mm至630 mm的範圍內。

**【0040】** 氣體注射器（未示於圖式中）亦可包含在此立式爐中以用於將製程氣體注入製程空間（190）中。在實施例中，氣體注射器可放置在製程空間（190）中。在實施例中，氣體入口（140）可存在以便提供製程氣體至氣體注射器。一經抵達氣體注射器後，接著可藉由此氣體注射器將製程氣體提供至製程空間（190）中。

**【0041】** 此立式爐可進一步包含排氣氣體出口（150），其用於排氣製程空間。在實施例中，排氣氣體可包含由於製程氣體與複數個晶圓接觸而產生之未反應的製程氣體及/或多個製程氣體。此立式爐可具備燈（110），其用於加熱複數個晶圓（第2圖）。在實施例中，此燈可例如係鹵素燈。此燈（110）可沿圓周配置在內部空間中。此內部空間可經定位在內部包殼（130）與外部包殼（180）之間。此立式爐可進一步包含冷卻入口（未示於圖式中），其用於提供冷卻流體至內部空間中以冷卻內部空間。在實施例中，冷卻流體可提供至內部空間中，使得其流動方向可經引導通過冷卻通道

(160)，從而冷卻內部空間。冷卻內部空間可提供的優點在於內部包殼(130)的內壁可保持在低於製程空間(190)的溫度。此可以是由於內部包殼(130)之外壁上所發生的熱傳遞之結果，其歸因於由於冷卻流體在冷卻通道(160)中的流動而在外壁上提供的冷卻效應。此可允許避免不想要的製程(諸如，例如，沉積)或粒子污染由於內壁相較於製程空間(190)的較低溫度而發生在此立式爐之內部包殼(130)的內壁上。

**【0042】** 在實施例中，此立式爐可以用於實行製程(諸如，例如，氧化、膜沉積、或擴散)的爐。在實施例中，此立式爐可以用於沉積磊晶層之磊晶沉積工具。因此，此一立式爐可有利地用於磊晶沉積，以較低製造成本提供較快速的製程。

**【0043】** 在實施例中，冷卻流體可以是液體或氣體。在實施例中，此液體可包含適於冷卻的液體混合物。在較佳實施例中，此冷卻流體可以是氣體。因此，此冷卻氣體可以是例如空氣、氮氣、或二氧化碳氣體。在尚有較佳實施例中，此氣體可以是空氣。在實施例中，此冷卻氣體可以在 $10^{\circ}\text{C}$ 至 $150^{\circ}\text{C}$ 的範圍內之溫度提供。在較佳實施例中，其可以在 $20^{\circ}\text{C}$ 至 $50^{\circ}\text{C}$ 的範圍內之溫度提供。此冷卻氣體的流量率可配置，使得較快速的熱傳遞可發生在內部包殼與部分非反射部分之間，以便可致能內部包殼(130)以最小時間量較快速地冷卻。因此，冷卻可發生在內部包殼(130)的外壁上。在實施例中，流量率可例如在 $200\text{ m}^3/\text{小時}$ 至 $2000\text{ m}^3/\text{小時}$ 的範圍內。在實施例中，冷卻氣體的流量率可以是約 $500\text{ m}^3/\text{小時}$ 。

【0044】 應理解，在替代實施例中，此冷卻氣體亦可包含適於冷卻的氣體混合物。

【0045】 在實施例中，立式爐可包含複數個冷卻入口（未示於圖式中），其等用於提供冷卻流體。此可允許在內部空間內均等地分配冷卻氣體。此可圍繞內部包殼（130）沿圓周提供平衡的冷卻效應。由於冷卻流體所提供的冷卻效應，熱傳導經增強，從而減小內部包殼（130）之內壁上的溫度。在實施例中，複數個冷卻入口可位在立式爐的上部部分處，使得冷卻流體的流動可在冷卻通道（160）內沿著其垂直軸從立式爐的上部端均等地導引至下部端。冷卻氣體可通過主冷卻氣體入口提供至立式爐。進一步地，通過此主冷卻氣體入口，冷卻氣體可進一步分配至冷卻氣體入口的各者中。

【0046】 在替代實施例中，複數個冷卻入口可配置，使得其等可沿著立式爐的垂直方向共線地定位，以便冷卻流體一經通過這些冷卻入口的各者進入冷卻通道（160）中之後，冷卻流體在通過冷卻出口離開冷卻通道之前在冷卻通道（160）中沿圓周行進。在這些實施例中，冷卻出口可相鄰於冷卻入口而對準。在這些實施例中，冷卻流體優先地可以是冷卻氣體。在這些實施例中，冷卻氣體可具備預定壓力值，以便在其通過冷卻出口退出冷卻通道（160）之前保持通過軌道繞圓周旋轉。這些實施例可提供處理可關於複數個燈之冷卻的問題之優點。這些實施例可進一步提供保護複數個燈之電性及/或機械連接點的優點。

【0047】 在尚有替代實施例中，複數個冷卻入口可配置，使



得其等可沿著立式爐的垂直方向彼此成對角線地定位，以便冷卻流體一經通過冷卻入口的各者進入冷卻通道中之後，冷卻流體在藉由複數個冷卻出口離開冷卻通道之前在冷卻通道（160）中沿圓周行進。在這些實施例中，冷卻出口亦可相鄰於冷卻入口而對準。這些實施例可提供處理可關於複數個燈之冷卻的問題之優點。這些實施例可進一步提供保護複數個燈之電性及/或機械連接點的優點。

**【0048】** 應理解，在冷卻入口可沿著垂直方向共線地或成對角線地定位之實施例中，冷卻入口之間距及通過這些冷卻入口提供之冷卻氣體的流量率可配置，使得可達成所想要的冷卻效應，以便可減少內部包殼（130）之內壁上的沉積。

**【0049】** 在實施例中，立式爐可包含複數個燈（110），其等用於加熱可沿圓周配置在內部空間（190）中的複數個晶圓。此可允許在內部空間中沿圓周提供平衡的熱分布。平衡的熱分布可克服跨晶圓之製程特性的變動（諸如，例如，沉積膜的厚度變動、沉積膜中的摻雜物分布、或間隙填充特性）。此係因為製程特性一般係受溫度驅動，且跨晶圓表面之溫度變動可導致此類差異。

**【0050】** 在實施例中，複數個燈（110）沿著垂直方向可具有節距值，其在10 cm至25 cm的範圍內。此可導致複數個燈（110）沿著垂直方向的平衡分布。應理解，取決於燈（110）的大小及其可變熱的程度，接著可進一步地調整節距值以便提供盡可能多的熱至製程空間（190），從而充分地加熱晶舟中的晶圓。若欲使用較大尺寸的燈，則其等可以特定節距值隔開。由於晶舟可旋轉，可使溫度

均等，從而得利於由這些燈所提供的熱。小於此範圍之節距值可需要尺寸較小的燈。此可因此導致燈可變得脆弱的事實。大於此範圍之節距值可影響跨晶舟中之晶圓的均勻性。第3圖顯示包含複數個燈(110)之立式爐的示意剖面。在實施例中，複數個燈(110)可沿圓周以彼此規律的間隔定位，且其等可沿著垂直方向延伸。以彼此規律的間隔沿圓周定位可具有的優點在於晶圓可遭受均勻的熱暴露。在實施例中，複數個燈可沿著垂直方向以彼此規律的間隔(X)延伸。此可有助於沿著垂直方向提供平衡的熱分布。以此方式，複數個燈(110)就提供熱而言可一舉滿足複數個晶圓。此可以是有利的，因為其可沿著此立式爐之垂直方向提供平衡的熱分布。沿著垂直方向之平衡的熱分布可允許克服晶舟內之晶圓間的製程變動。這些晶圓間的變動可以是例如沉積膜的厚度變動、沉積膜中的摻雜物分布、或間隙填充特性。此可以是有利的，因為晶舟內之晶圓間的變動可導致在此立式爐中執行之製程的良率下降。此外，由於晶圓的一些者將不符合製程規格，其可導致製造成本增加。

**【0051】** 在實施例中，此立式爐可進一步包含反射器總成，其在垂直方向上配置於內部空間內，並可以圍封製程空間(190)的圓筒形狀形成。反射器總成可包含反射部分(113)(第2圖)，其與部分非反射部分(111)交替地配置。在實施例中，此反射器總成可沿著對應於製程空間(190)之高度的高度定位。複數個晶圓可配置在晶舟內，其可適配於製程空間。因此，其高度對應於製程空間(190)之高度的反射器總成可允許提供處理必然需要的熱至複數

個晶圓，並允許保持內部包殼（130）的內壁足夠冷以用於最小化其上的沉積。

**【0052】** 此反射部分（113）可形成為囊袋（112），其等從部分非反射部分（111）突出，並可延伸遠離內部包殼（130）。複數個燈（110）之各者可個別地定位在囊袋（112）之各者內。在實施例中，這些囊袋（112）亦可稱為從部分非反射部分（111）凹入，並可延伸遠離內部包殼（130）。可以是有利的是具有部分非反射部分（111），因為以此方式可提供所想要的燈加熱效率。

**【0053】** 在實施例中，突出囊袋（112）可具有正方形、半圓形、拋物線、三角形、或梯形形狀。具有這些形狀的突出囊袋（112）可以可得到充足光線之此一方式環繞經定位在其等內的燈。此外，這些形狀可幫助朝晶舟（120）建立熱通道。由於複數個這些囊袋（112）的存在，可朝晶舟（120）提供平衡的熱暴露。在實施例中，這些突出囊袋（112）可具有的基底寬度在50 mm至70 mm的範圍內。在實施例中，這些突出囊袋（112）可具有的高度在30 mm至60 mm的範圍內。考慮到用於加熱之燈的大小可在介於14 nm至15 nm的範圍內之事實，給定範圍內所提供之突出囊袋（112）的基底寬度及高度可充分用於提供所需的熱。應理解，取決於欲使用的燈之大小，可進一步配置突出囊袋（112）之基底寬度及高度。因此，在實施例中，這些突出囊袋（112）之基底寬度及高度可配置使得其足夠小，以便燈在經放置於這些囊袋中時係強健的，並可配置使得其足夠大，以使跨晶圓的均勻性不遭受困難。

【0054】 在實施例中，反射部分（113）可包含反射器，其面向燈（110）。此可具有藉由允許囊袋（112）內之完全反射而在內部包殼（130）上提供有效率之熱傳遞的優點。囊袋（112）內的完全反射可導致在內部包殼（130）之外壁處得到較低溫度。在實施例中，此反射器可包含銀合金或鋁合金。在實施例中，此銀合金可使得其可保存反射輻射能量的能力。此可允許反射器的效率不會隨時間降低。在實施例中，此銀合金可包含使其可易經受製造之成分，以便其壽命將不會縮短。在實施例中，此鋁合金可使其可抗氧化，以便相關聯的反射率不會改變，因此不危害其功能。在實施例中，此銀合金或鋁合金可以塗層形式提供，其可在反射器上提供。若有與其相關聯的磨耗問題則此可提供易於置換，或者諸如，例如，導致再塗佈的可能性。此可具有提供經濟製程及縮短立式爐停機時間之優點。

【0055】 在實施例中，反射器總成之部分非反射部分（111）可定位為遠離內部包殼（130） 10 mm至40 mm之範圍內的距離（ $d$ ），從而形成通路（160）以用於藉由使冷卻流體流動而冷卻內部包殼（130）。為了在內部包殼（130）的壁上提供所需的冷卻效應，此範圍內之此距離（ $d$ ）可以是有利的，因為隨著此距離（ $d$ ）的值增加，內部包殼的壁可變得越熱。因此，此距離（ $d$ ）可以是提供此種冷卻效應所需的最小距離。當提供此類冷卻效應時，可降低在內部包殼（130）的壁上具有不想要的膜沉積或粒子污染的可能性。另一方面，用於此距離（ $d$ ）的較小值可導致功率使用變得較高。

因此，提供至冷卻通道（160）中之冷卻氣體的流量率及距離（d）可共同提供導致內部包殼（130）的壁之有效率冷卻，同時提供經濟的能量消耗之優點。距離（d）的測量可沿著第二軸從兩相鄰突出囊袋（112）之間的一點（從而從部分非反射部分（111）上的任一點）延伸至內部包殼（130）上的一點，第二軸垂直於垂直方向。反射器總成之部分非反射部分（111）的表面積可配置使得在此部分上方的熱損失保持最小（諸如，例如，針對 $600^{\circ}\text{C}$ 的晶圓溫度係 $5\text{Kw}/\text{m}^2$ ），使得複數個燈（110）所提供的熱仍可足以保持製程空間（190）中的均勻溫度以實行所想要的基板處理。因此，可以是有利的是，複數個燈（110）變得盡可能熱，從而提供盡可能多的熱。以此方式，在藉由使冷卻流體在冷卻通道（160）中流動而提供冷卻效應的同時，燈仍可提供必要溫度以在製程空間（190）中於經配置在晶舟（120）中的複數個晶圓上實行所需的處理。

**【0056】** 第4A圖至第4C圖示意地顯示根據本揭露之第一態樣之實施例之反射器總成的傾斜視圖。在實施例中，於這些圖式中示意地表示之複數個燈（110）可連接至單一電力供應以便開啟。在替代實施例中，於這些圖式中表示之複數個燈（110）的各者可分開地開啟或關閉。此可具有的優點在於取決於晶舟中的晶圓負載或製程空間（190）中之處理所需的製程溫度，可依需要開啟或關閉個別的燈。在實施例中，複數個燈（110）可沿著垂直方向彼此共線地定位，如第4A圖中所示意地表示者。除了在垂直方向上共線地定位，在這些實施例中，複數個燈亦沿圓周共線。此可意指其等可沿著垂

直於垂直方向的複數個平行周向軸（**circumferential axis**）對準。換言之，此可推論出複數個燈係以與垂直方向成 $90^\circ$ 定位。應理解，垂直方向上之複數個燈（**110**）之間間距可相同，或者可不同於沿著複數個平行周向軸之複數個燈（**110**）之間間距。複數個燈（**110**）之此種配置可提供的優點係為了處理經配置在晶舟（**120**）中的晶圓而由複數個燈（**110**）之各者提供至製程空間（**190**）之平衡且均等的熱通量。平衡且均等的熱分布可克服跨晶圓之製程特性的變動（諸如，例如，沉積膜的厚度變動、沉積膜中的摻雜物分布、或間隙填充特性）。此係因為製程特性一般係受溫度驅動，且跨晶圓表面之溫度變動可導致此類差異。

**【0057】** 應理解，在替代實施例中，複數個燈（**110**）的功能可配置，使得彼此沿圓周定位之功能燈的數目沿著垂直軸可以是不同的，以便可得到平衡的熱通量。

**【0058】** 在實施例中，如示意地表示於第4A圖中者，此可指示開啟沿著複數個平行周向軸對準之各列中之不同數目的燈，同時使其他燈保持關閉狀態。此可進一步提供的優點係根據晶舟中之晶圓負載調諧功能燈數目及/或調諧實行想要的晶圓處理所需的熱通量。此可進一步提供的優點係依據不同的晶圓處理而調整功率消耗。

**【0059】** 在實施例中，複數個燈（**110**）可沿著垂直方向以交錯順序定位，如第4B圖中所示意地表示者。此可指示沿著垂直方向共線地對準之複數個燈（**110**）可就沿著複數個平行周向軸的對準以相對於彼此偏移的方式定位。以交錯順序定位可提供的優點係

最小化跨晶圓的均勻性效應。此可導因於使燈的輻射通量交叉，其沿著燈的長度及寬度遵循高斯分布。

**【0060】** 在實施例中，複數個燈（110）亦可沿著垂直方向彼此成對角線地定位，如第4C圖中所示意地表示者。此可意指複數個燈可經定位，使得其等呈現順著垂直方向螺旋下降。

**【0061】** 在實施例中，複數個燈可以與垂直方向成 $15^{\circ}$ 至 $90^{\circ}$ 的角度對角線地定位。在替代實施例中，複數個燈可以與垂直方向成 $30^{\circ}$ 至 $60^{\circ}$ 的角度對角線地定位。此可提供對使用者友善的電性連接，從而促成燈更容易功能化。此外，燈的此種定位就最小化跨晶圓之均勻性效應而言可以是有利的。

**【0062】** 應理解，如第4B圖及第4C圖所示意表示之複數個燈的配置亦可藉由提供如第4A圖示意表示之配置，並接著藉由將燈的一些者去功能化使得最終可達成交錯順序（第4B圖）或對角線定位（第4C圖）而得到。在複數個燈（110）的各者可分開地連接至電力供應之實施例中，此類去功能化在需要時可在如第4A圖示意表示之配置上輕易完成，從而得到第4B圖或第4C圖所示意表示的配置。

**【0063】** 在實施例中，立式爐可包含用於測量內部空間（190）之溫度的構件，其沿著對應於製程空間之高度的高度在垂直方向上定位。此一配置可提供的優點係亦沿著製程空間（190）中所提供之在其中可配置複數個晶圓之晶舟（120）的高度之準確的溫度測量。

**【0064】** 在實施例中，用於測量溫度的構件可包括熱電偶、紅外線感測器、狀態變化感測器、電阻式溫度測量裝置、或高溫計（亦已知為熱像儀）。在實施例中，用於測量溫度的構件可包含複數個高溫計。複數個高溫計的存在具有沿著製程空間（190）的高度在垂直方向上提供準確的溫度監測之優點。由於爐中所發生的製程一般受溫度驅動，準確的溫度控制及監測可因此提高製程良率。提高良率可導致製造成本降低。

**【0065】** 第5A圖顯示根據本揭露之第一態樣之實施例之由兩組模擬結果（A、B）所得之至立式爐中的最佳熱耦接之一實例。模擬係基於具有重複邊界條件之單一晶圓執行，從而代表經配置在晶舟中之晶圓堆疊。在B中所模擬的案例中，已使反射器總成更靠近內部包殼的外壁，從而調整距離（d）。此外，突出自部分非反射部分的囊袋係經預見以便容納燈。執行兩組不同模擬，各者均具有不同的參數集。內部包殼（130）的溫度及經配置在晶舟（120）中之晶圓堆疊的溫度係作為燈（110）溫度的函數呈現。

**【0066】** 觀察到晶圓堆疊（120）及內部包殼（130）兩者的溫度在模擬案例（A、B）兩者中均依據燈溫度的增加而增加。此外，觀察到從案例A至案例B有所不同的設計參數集進一步提供以得到內部包殼（130）與晶圓堆疊（120）之間的較大溫度差。由於增強的熱傳遞，在內部包殼（130）與晶圓堆疊（120）之間觀察到的較大溫度差可更有益於提供更有效率的冷卻效應。此可進一步指示由冷卻流體所提供之有利的冷卻效應，因為內部包殼（130）的溫度低



於晶圓堆疊(120)上所得者。在內部包殼(130)與晶圓堆疊(120)(前者的溫度小於後者)的溫度之間觀察到的差值可指示晶圓堆疊(120)可變得足夠熱,使得所想要的製程可發生在製程空間(190)中,同時內部包殼(130)的壁可由於冷卻效應而處於足夠低的溫度。此可提供減少內部包殼(130)之內壁上的沉積或粒子污染之有利效應。在實施例中,內部包殼(130)與晶圓堆疊(120)的溫度之間的此溫度差可在 $200^{\circ}\text{C}$ 至 $550^{\circ}\text{C}$ 的範圍內以達成此有利效應。在實施例中,內部包殼(130)與晶圓堆疊(120)的溫度之間的此溫度差可在 $200^{\circ}\text{C}$ 至 $300^{\circ}\text{C}$ 的範圍內。此可提供可得到有效率的功率使用之進一步的優點。此接著可在改善製造成本上扮演一個角色。

**【0067】** 第5B圖顯示作為晶圓溫度之函數的功率使用(kW)之一實例,其係針對不同的立式爐配置(1、2)由使用燈的模擬結果所得。在配置1中,燈在缺少反射器總成的情況下存在,而配置2類似於第1圖所示意表示者。其表示作為晶圓溫度之函數之由燈所提供的功率。觀察到隨著所需的晶圓溫度增加,由燈所提供的功率亦增加。此結果可進一步指示燈之選擇的重要性。雖然可得自燈的功率隨著晶圓溫度的增加而增加,應理解,晶圓處理的能量效率仍可藉由燈的正確選擇及/或依據系統而調諧。應理解,燈及/或系統配置的選擇繼而可影響晶圓處理的產出量。此可導因於在給定的晶圓溫度下提供較高功率值可影響增加的產出量之事實。藉由燈的配置,可理解燈在立式爐中如何配置。此可指示其等的存在及相對於反射器總成的定位。藉由冷卻配置,可理解如何設計冷卻通道、

冷卻流體為何、及冷卻流體通過冷卻通道的流量率為何。

**【0068】** 第6圖顯示根據本揭露之第二態樣之實施例之一例示性方法的流程圖，其可在根據本揭露之第一態樣之實施例的立式爐中實行。

**【0069】** 形成包含膜之半導體結構的方法（500）可包含提供（510）經配置在晶舟中的複數個晶圓。可將此晶舟載入（520）根據第一態樣之實施例之立式爐的製程室中所包含的製程空間（190）中。製程空間（190）可經加熱（530），從而使溫度升高至適於形成膜的預定溫度。應理解，可將預定溫度設定為根據欲在立式爐中實行之處理的需求及/或欲形成之膜的類型而增加。在實施例中，此膜可以是氧化物、氮化物，或者可包含半導體材料。在實施例中，此氧化物可以是絕緣氧化物或金屬氧化物。在實施例中，此氮化物可以是氮化矽或金屬氮化物。在實施例中，半導體材料可以是IV族半導體材料或III-V族半導體材料。在實施例中，膜可以是磊晶層。可在製程空間（190）中提供（540）製程氣體，以用於以預定溫度在複數個晶圓上形成膜。其後，在內部空間中可提供（550）冷卻流體以用於冷卻內部空間。在實施例中，可藉由可包含在此立式爐中的氣體注射器提供製程氣體至製程空間（190）。氣體注射器可在製程空間（190）內於垂直方向上延伸。

**【0070】** 在實施例中，內部包殼（130）的內壁可面向晶舟（120），而內部包殼（130）的外壁可面向反射器總成。

**【0071】** 由於內部空間中所提供之冷卻流體達成冷卻效應，

面向晶舟之內部包殼(130)的內壁可保持低於製程空間(190)的溫度可以是一優點。此可允許避免不想要的製程(諸如,例如,沉積或粒子污染)發生在內部包殼(130)的內壁上。當避免此類不想要的製程時,可減小立式爐之維護循環的數目,從而亦縮短立式爐的停機時間。減小維護循環的數目亦可指示相繼的維護循環之間的時間增加。內部空間係立式爐中所包含之內部包殼(130)與外部包殼(180)之間的空間體積。內部包殼(130)可界定製程空間(190)。

**【0072】** 在實施例中,冷卻流體可以是液體或氣體。在實施例中,此液體可包含適於冷卻的液體混合物。在較佳實施例中,此冷卻流體可以是氣體。因此,此冷卻氣體可以是例如空氣、氮氣、或二氧化碳氣體。在尚有較佳實施例中,此冷卻氣體可以是空氣。此冷卻氣體的流量率可配置以用於致能以最小時間量在製程空間(190)中的最快速冷卻。在實施例中,流量率可例如在400 m<sup>3</sup>/小時至600 m<sup>3</sup>/小時的範圍內。在實施例中,冷卻氣體的流量率可以是約500 m<sup>3</sup>/小時。

**【0073】** 應理解,在替代實施例中,此冷卻氣體亦可包含適於冷卻的氣體混合物。

### **【符號說明】**

#### **【0074】**

1:配置

2:配置

110:燈

111:非反射部分

112:囊袋

113:反射部分

120:晶舟

130:內部包殼

140:氣體入口

150:排氣氣體出口

160:冷卻通道

180:外部包殼

190:製程空間

500:方法

510:步驟

520:步驟

530:步驟

540:步驟

550:步驟

A:案例

B:案例

d:距離

X:間隔



## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種立式爐，包括：

一內部包殼，界定在一垂直方向上延伸的一製程空間及用於收納複數個晶圓之一開口；

一外部包殼，環繞該內部包殼；

一氣體注射器，用於將一製程氣體注入該製程空間中；

一排氣氣體出口，用於排氣該製程空間，

其中，

該立式爐具備一燈，用於加熱該等晶圓，該燈係在該內部包殼與該外部包殼之間的一內部空間中沿圓周配置，且該立式爐更包括一冷卻入口，用於提供一冷卻流體至該內部空間中以冷卻該內部空間。

【請求項2】 如請求項1之立式爐，其中該立式爐包括複數個燈，用於加熱在該內部空間中沿圓周配置的該等晶圓。

【請求項3】 如請求項1或2之立式爐，其中該立式爐包括複數個冷卻入口，用於提供該冷卻流體。

【請求項4】 如請求項3之立式爐，其中該等冷卻入口係配置，使得其等沿著該立式爐的該垂直方向共線地定位，以便該冷卻流體一經通過該等冷卻入口的各者進入該冷卻通道中之後，該冷卻流體在通過複數個冷卻出口離開該冷卻通道之前在該冷卻通道（160）中沿圓周行進。

【請求項5】 如請求項3之立式爐，其中該等冷卻入口係配置，使得其等沿著該立式爐的該垂直方向彼此成對角線地定位，以便該

冷卻流體一經通過該等冷卻入口的各者進入該冷卻通道中之後，該冷卻流體在通過複數個冷卻出口離開該冷卻通道之前在該冷卻通道（160）中沿圓周行進。

【請求項6】 如請求項4或5之立式爐，其中該等冷卻出口係相鄰於該等冷卻入口而對準。

【請求項7】 如請求項1之立式爐，更包括一反射器總成，該反射器總成在一垂直方向上配置於該內部空間內，並以圍封該製程空間之一圓筒形狀形成，該反射器總成包括與一部分非反射部分交替地配置之一反射部分，其中該反射部分經形成為突出自該部分非反射部分並延伸遠離該內部包殼的囊袋，且其中該等燈之各者個別地定位在該等囊袋之各者內。

【請求項8】 如請求項7之立式爐，其中該反射器總成之該部分非反射部分係定位為遠離該內部包殼10毫米至40毫米之範圍內的一距離，從而形成一通路以用於藉由使該冷卻流體流動（該流體係一氣體的對應附屬項）而冷卻該內部包殼。

【請求項9】 如請求項2之立式爐，其中該等燈係沿圓周以彼此規律的間隔定位，並沿著該垂直方向延伸。

【請求項10】 如請求項9之立式爐，其中該等燈係沿著該垂直方向向彼此共線地定位。

【請求項11】 如請求項10之立式爐，其中該等燈的功能係配置使得彼此沿圓周定位之功能燈的數目沿著該垂直方向係不同的，以便提供平衡的一熱通量。

【請求項12】 如請求項9之立式爐，其中該等燈係沿著該垂直方向以一交錯順序定位。

【請求項13】 如請求項9之立式爐，其中該等燈係沿著該垂直方向彼此成對角線地定位。

【請求項14】 如請求項13之立式爐，其中該等燈係以與該垂直方向成 $15^\circ$ 至 $90^\circ$ 的一角度對角線地定位。

【請求項15】 如請求項7之立式爐，其中該反射部分包括面向該等燈之一反射器。

【請求項16】 如請求項15之立式爐，其中該反射器包括一銀合金或一鋁合金。

【請求項17】 如請求項1之立式爐，其中該反射器總成係沿著對應於該製程空間之高度的一高度定位。

【請求項18】 一種形成包括一膜之一半導體結構之方法，該方法包括：

提供經配置在一晶舟中的複數個晶圓；

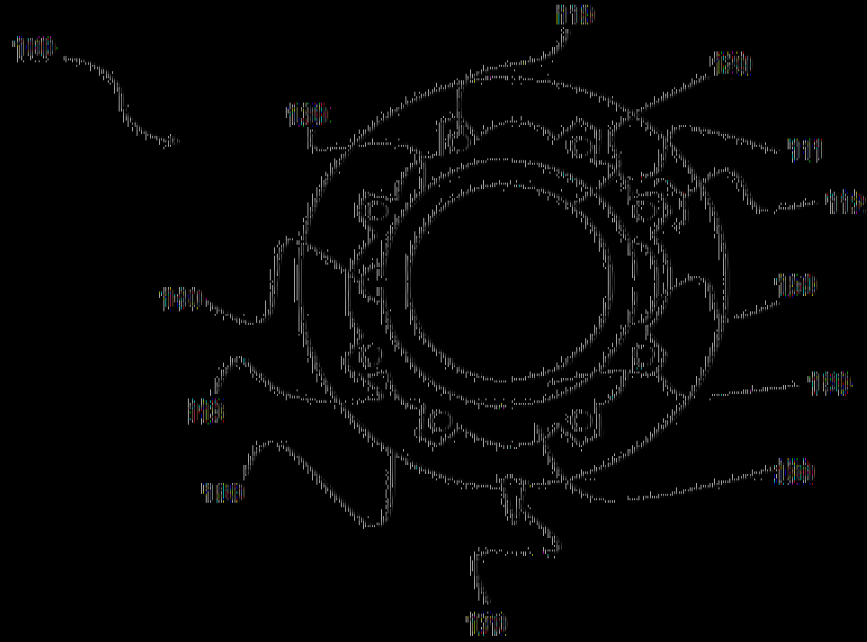
將該晶舟載入如請求項1至17中任一項之立式爐的一製程室中所包括之一製程空間中；

加熱該製程空間，從而使溫度往上增加至適於形成一膜的一預定溫度；

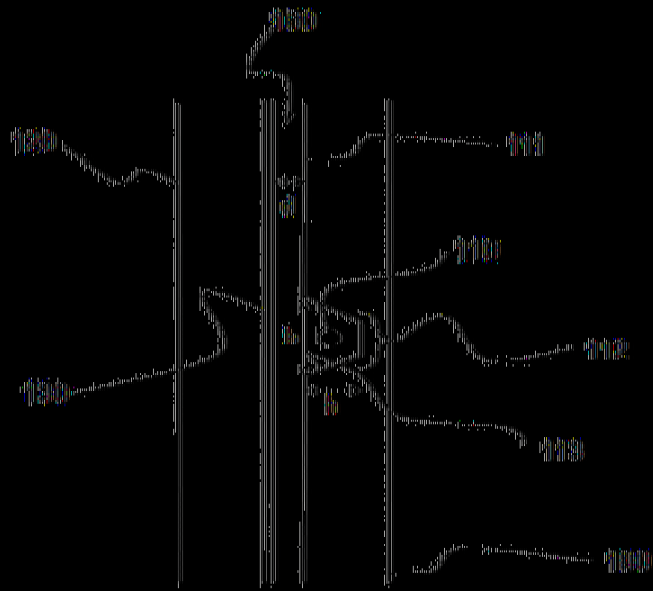
提供一製程氣體至該製程空間中以用於在該預定溫度下於該等晶圓上形成該膜，且其後；

在該內部空間中提供一冷卻流體以用於冷卻該內部空間。





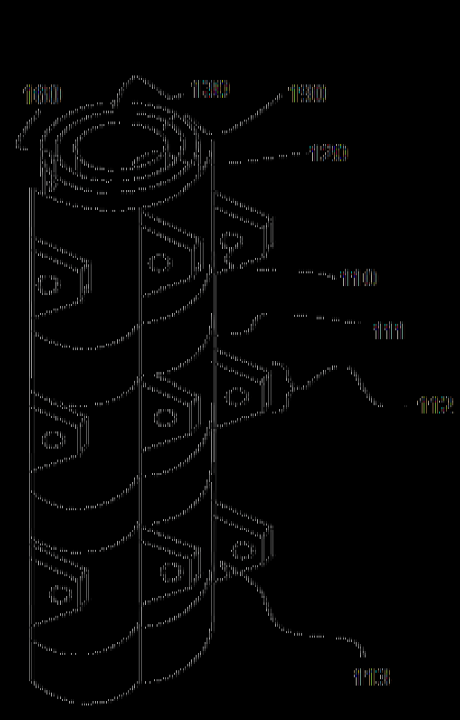
第 1 圖



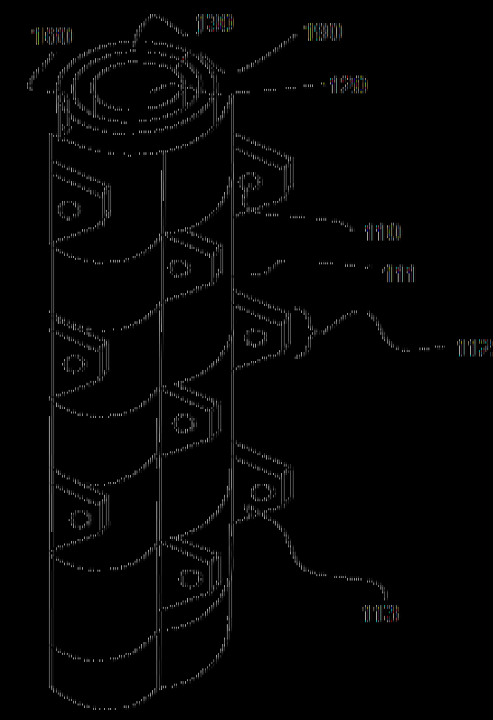
第 2 圖



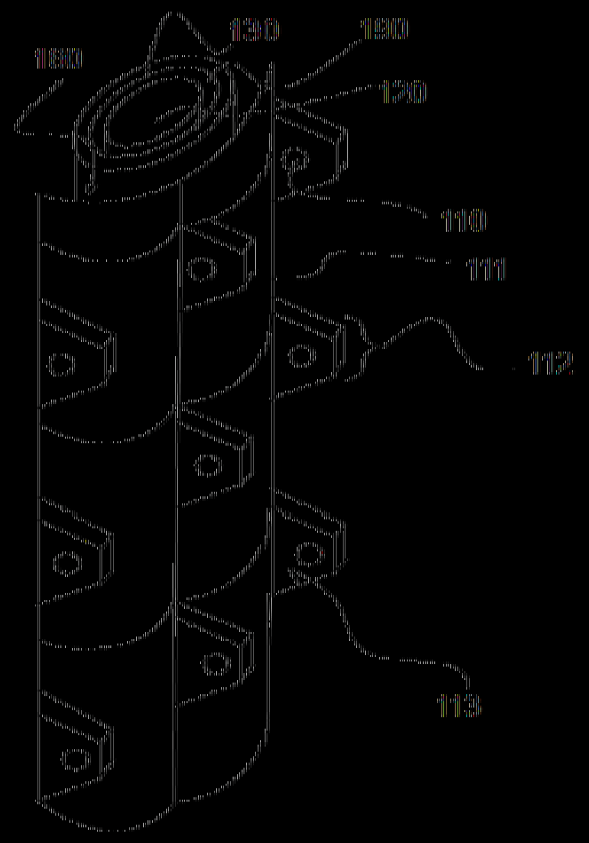
第3圖



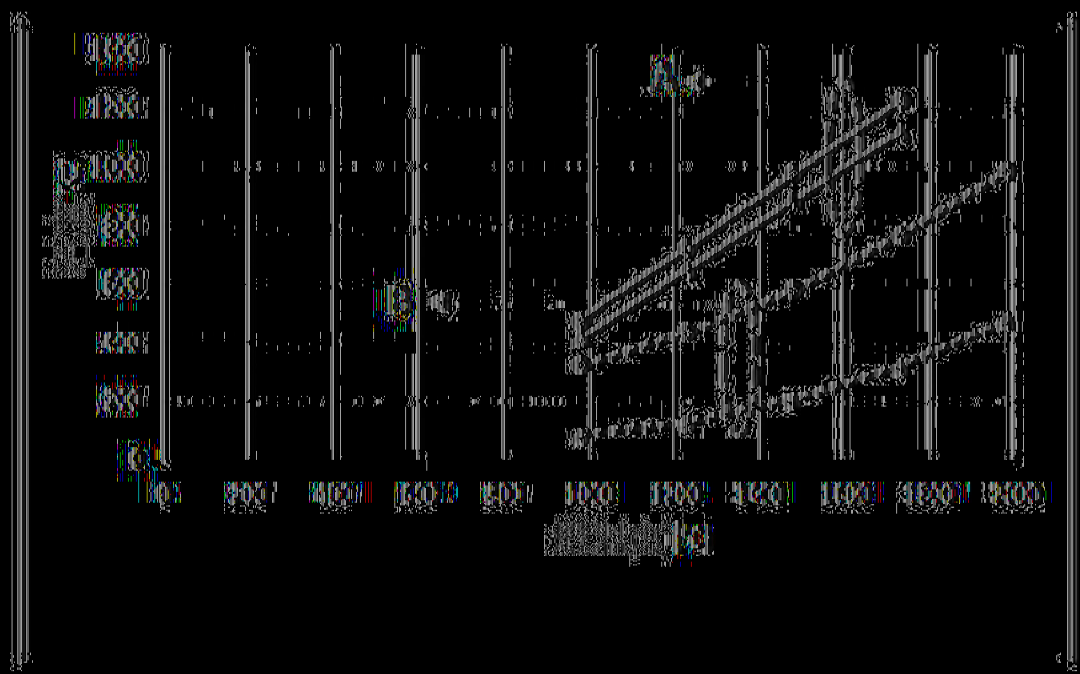
第4A圖



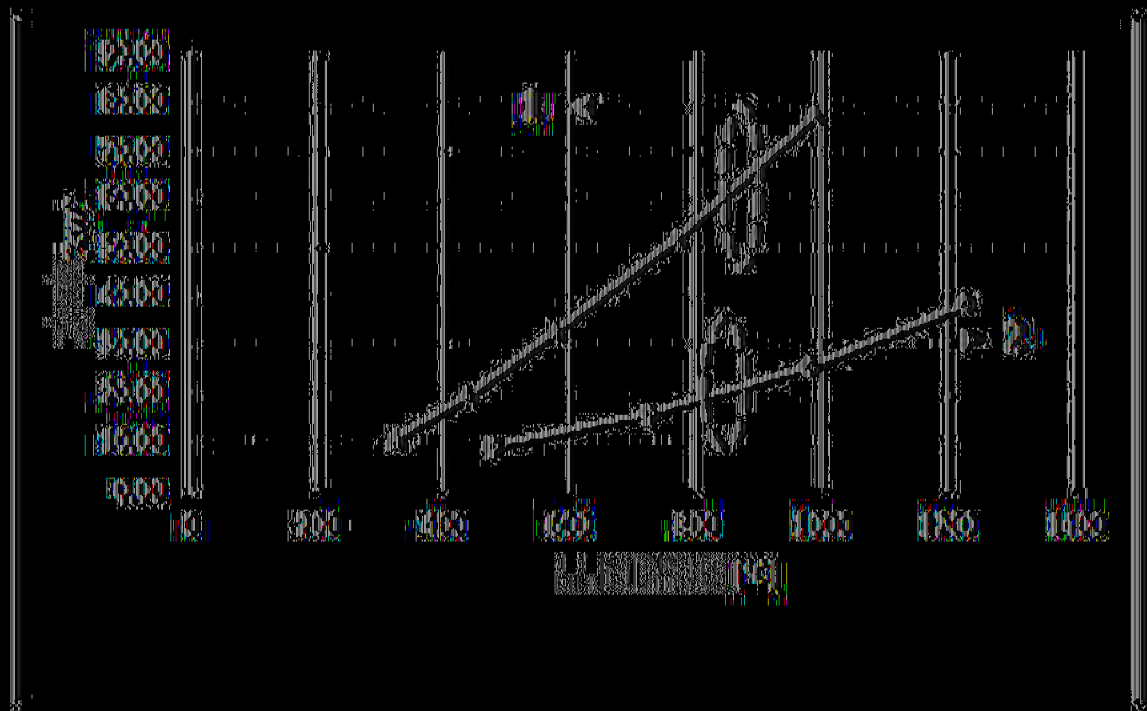
第4B圖



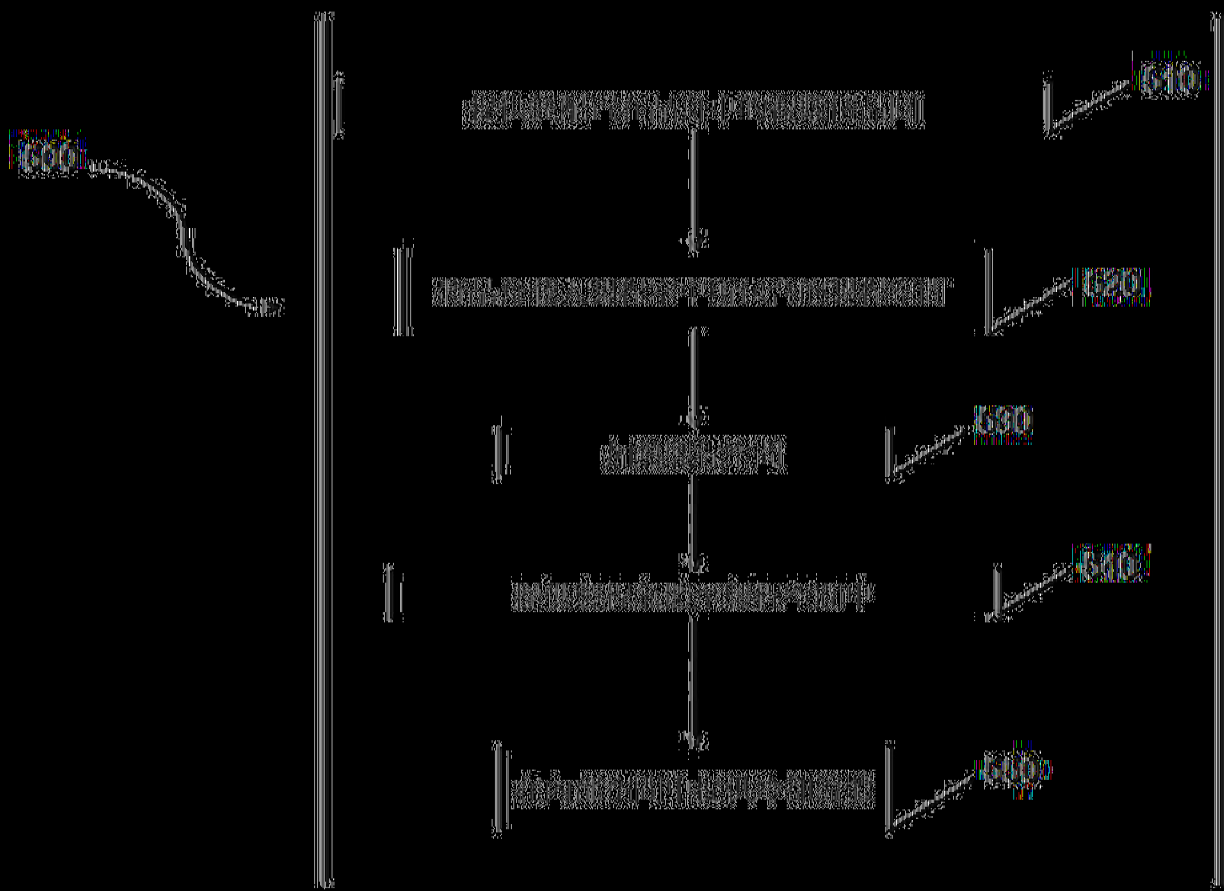
第4C圖



第5A圖



第 5B 圖



第 6 圖



## 【發明摘要】

【中文發明名稱】立式爐、及形成半導體結構之方法

【英文發明名稱】VERTICAL FURNACE, AND METHOD OF FORMING A SEMICONDUCTOR STRUCTURE

### 【中文】

所提供者係一種立式爐及一種用於形成包含一膜之一半導體結構之方法。在一較佳實施例中，此立式爐包含一內部包殼，其界定一製程空間及一開口。此製程空間在一垂直方向上延伸，且此開口用於接納複數個晶圓。此立式爐包含一外部包殼，其環繞此內部包殼。此外，其包含一氣體注射器，其用於將一製程氣體注入此製程空間中。其亦包含一排氣氣體出口，其用於排氣此製程空間。此立式爐具備一燈，其用於加熱此複數個晶圓。此燈係在此內部包殼與此外部包殼之間的一內部空間中沿圓周配置。此立式爐進一步包含一冷卻入口，其用於提供一冷卻流體至此內部空間中以冷卻此內部空間。

### 【英文】

A vertical furnace and a method for forming a semiconductor structure comprising a film is provided. In a preferred embodiment, this vertical furnace comprises an inner enclosure defining a process space and an opening. This process space extends in a vertical direction and the

opening is for receiving a plurality of wafers. This vertical furnace comprises an outer enclosure that surrounds the inner enclosure. Furthermore, it comprises a gas injector for injecting a process gas into the process space. It also comprises an exhaust gas outlet for exhausting the process space. This vertical furnace is provided with a lamp for heating the plurality of wafers. This lamp is arranged circumferentially in an interior space between the inner enclosure and the outer enclosure. This vertical furnace further comprises a cooling inlet for providing a cooling fluid into the interior space to cool the interior space.

【指定代表圖】第1圖

【代表圖之符號簡單說明】

110:燈

111:非反射部分

112:囊袋

113:反射部分

120:晶舟

130:內部包殼

140:氣體入口

150:排氣氣體出口

160:冷卻通道

180:外部包殼

190:製程空間

## 【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】立式爐、及形成半導體結構之方法

【英文發明名稱】VERTICAL FURNACE, AND METHOD OF FORMING A SEMICONDUCTOR STRUCTURE

### 【技術領域】

【0001】 本揭露係關於半導體裝置製造之領域。更具體地，其係關於基板處理設備。其進一步係關於由此設備形成半導體結構之方法。

### 【先前技術】

【0002】 隨著裝置縮放持續，半導體產業在製造方面面臨更多要求。隨著晶圓大小增加以便增加每一晶圓所產出的晶片數，對降低成本、對經濟地使用無塵室空間的需求亦往前邁進。

【0003】 利用批次處理工具可以是在這點上向前邁進的一種方式。此係導因於批次處理工具能夠同時處理複數個晶圓的事實。然而，其等可引發與其等之使用相關聯的其他挑戰，可影響在其中處理之晶圓的可靠度、製程本身的良率、及以更大規模所得的產出量。欲在批次工具中致能大規模具成本效益的晶圓處理，已嘗試改變其等之設計。

【0004】 儘管在使用批次工具處理的過程中已有相當大的進展，但仍可能難以提供批次處理工具，尤其是垂直處理工具，其



中在製程空間的內壁上減少沉積發生。

**【0005】** 因此，所屬技術領域中對提供用於晶圓處理之改良式立式爐存在需求。

### **【發明內容】**

**【0006】** 本揭露之一目標在於提供一種具有改善的沉積特性之批式處理設備。更具體地，一目標可在於提供一種允許在基板上沉積之立式爐，藉此可減少一內部包殼（**enclosure**）的壁上，且具體係面向此晶舟之此內部包殼的壁上的沉積。欲至少部分地達成此目標，本揭露可提供一種立式爐及一種用於形成一半導體結構之方法，如獨立項中所定義者。在附屬項中提供此立式爐及此方法的進一步實施例。

**【0007】** 在一第一態樣中，本揭露係關於一立式爐。此立式爐可包含一內部包殼，其界定一製程空間及一開口。此製程空間可在一垂直方向上延伸，且此開口可用於接納複數個晶圓。此立式爐可包含一外部包殼，其可環繞此內部包殼。此外，其可包含一氣體注射器，其用於將一製程氣體注入此製程空間中。其亦可包含一排氣氣體出口，其用於排氣此製程空間。此立式爐可具備一燈，其用於加熱此複數個晶圓。此燈可在此內部包殼與此外部包殼之間的一內部空間中沿圓周配置。此立式爐可進一步包含一冷卻入口，其用於提供一冷卻流體至此內部空間中以冷卻此內部空間。

**【0008】** 由於此內部空間中所提供的此冷卻流體，根據第一

態樣之本揭露的立式爐可允許此內部包殼的壁保持在低於此製程空間的一溫度。此可具有減少不想要的製程（諸如，例如，沉積）發生在此內部包殼的壁上，且具體係面向此晶舟之此內部包殼的壁上的優點。由於可減少維護循環的數目，減少沉積可因而縮短此立式爐的停機時間。

**【0009】** 由於其中所提供的此冷卻流體，第一態樣之實施例的一優點可在於此內部空間的溫度可保持在一較低溫度。

**【0010】** 第一態樣之實施例的一優點可在於其可提供一個加熱系統，其用於複數個晶圓。這可允許最佳化製造成本，並可進一步允許以一經濟效益方式設定此製程的熱預算。

**【0011】** 第一態樣之實施例的一優點可在於其亦允許在較低溫度下進行處理。此可具有減少沉積膜中關於應力鬆弛之問題的優點。應力鬆弛可導致增加的晶圓翹曲（warpage）、膜的剝離或脫層，從而導致此立式爐中的粒子污染。

**【0012】** 第一態樣之實施例的一優點可在於可達成更經濟效益的晶圓處理。此可導因於膜可在此立式爐中沉積於複數個基板上，從而降低晶圓處理成本的事實。

**【0013】** 第一態樣之實施例的一優點可在於可提供製程氣體以便一次處理複數個晶圓，從而增加製程產出量。

**【0014】** 第一態樣之實施例的一仍進一步的優點可在於可增加此立式爐中之晶圓處理的產出量。此亦可導因於在此立式爐中於複數個基板上完成處理導致在一給定的處理時間量中處理更多晶

圓的事實。

【0015】 第一態樣之實施例的一優點可在於由於關於諸如，例如，應力鬆弛、一品圓上方或複數個晶圓上方的沉積膜之厚度變動的問題減少而可增加此立式爐中之晶圓處理的良率。

【0016】 在一第二態樣中，本揭露係關於一種形成包含一膜之一半導體結構之方法。此方法可包含提供複數個晶圓，其等可經配置在一晶舟中。可將此晶舟載入根據第一態樣之實施例之立式爐的一製程室中。此方法可進一步包含加熱此製程空間，從而使溫度往上增加至適於形成一膜的一預定溫度。一製程氣體可提供至此製程空間中。此製程氣體可適於在此預定溫度下於此複數個晶圓上形成此膜。其後，在此內部空間中可提供一冷卻流體以用於冷卻此內部空間。

【0017】 第二態樣之實施例的一優點可在於由於此內部空間中所提供之此冷卻流體的供應，此內部包殼的壁可保持在低於此製程空間的一溫度。此可允許避免不想要的製程（諸如，例如，沉積）發生在此立式爐之此內部包殼的壁上，且具體係面向此晶舟的壁上。

【0018】 第二態樣之實施例的一優點可在於其亦可允許在較低溫度下處理複數個基板。此可有利於提供在複數個基板上提供的膜之減少的應力鬆弛。此繼而可增加此立式爐中的處理良率。

【0019】 儘管此領域中已持續有所進展，但咸信本揭露的概念代表實質上的新進展。偏離先前技術的作法係包括在本揭露的概

念中，其等得出改良式立式爐。

**【0020】** 將從欲與包括圖式共同考慮之下文的實施方式更加明白本揭露之上述及其他特性、特徵、及優點。舉實例而言，圖式繪示本揭露的原理。此說明僅為了實例目的而給定，並未限制本揭露的範疇。下文所提及之參考圖係關於所包括圖式。

**【0021】** 本揭露的具體及較佳態樣係在隨附的獨立項及附屬項中闡述。來自附屬項的特徵可與獨立項的特徵結合。來自附屬項的特徵可依適當方式而非僅依申請專利範圍內所闡述的方式與其他獨立項的特徵結合。

#### **【圖式簡單說明】**

**【0022】** 透過下文之說明性及非限制性實施方式將更好地理解本揭露概念的上述以及額外的目標、特徵、及優點。亦參照所包括之圖式。在圖式中，除非另有說明，否則相似元件符號將用於相似元件。

第1圖：係根據本揭露之第一態樣之實施例之立式爐的示意上視圖。

第2圖：係根據本揭露之第一態樣之實施例之具備燈之立式爐的示意剖面。

第3圖：係根據本揭露之第一態樣之實施例之包含複數個燈之立式爐的示意剖面。

第4A圖至第4C圖：示意地顯示根據本揭露之第一態樣之實施例

之反射器總成的傾斜視圖。

第 5A 圖及第 5B 圖：顯示根據本揭露之第一態樣之實施例之至立式爐中的最佳熱耦接之兩組模擬結果 (A、B) – 第 5A 圖依據燈溫度 (°C) 而變動之晶圓溫度 (°C) 及內部包殼溫度 (°C) (封閉圓形 – 晶圓堆疊的溫度及封閉三角形 – 內部包殼的溫度)；及第 5B 圖依據晶圓溫度而變動之功率使用 (kW)，此晶圓溫度得自用於不同立式爐配置 (1、2) 的燈之模擬結果。

第 6 圖：顯示根據本揭露之第二態樣之實施例之例示性方法的流程圖。

### 【實施方式】

【0023】 本揭露將針對具體實施例並參照特定圖式描述。然而，本揭露並未受限於此，而僅受限於申請專利範圍。所述圖式僅係示意而非限制性。尺寸並未對應於實際縮減以實行本揭露。元件之一些者的大小在圖式中可未按比例繪製以用於說明目的。

【0024】 須注意，申請專利範圍內所用的用語「包含 (comprising)」不應解釋為受限於其後所列出的手段。其並未排除其他元件或步驟。因此，應將其解釋為指定所述特徵、步驟、或組件的存在，如所提及者。然而，其並未阻止一或多個其他步驟、組件、或特徵、或其等之群組的存在或添加。

【0025】 說明書通篇於各處提及「實施例 (embodiments)」不必然全部提及相同實施例，但可全部提及相同實施例。此外，如

在所屬技術領域中具有普通技能者將從本揭露明白的，具體的特徵、結構、或特性可在一或多個實施例中以任何合適方式組合。

**【0026】** 應理解，在本揭露之例示性實施例的描述中，本揭露之各種特徵有時在單一實施例、圖式、或描述中係歸類在一起，以便幫助理解本揭露態樣之一或多者。實施方式之後的申請專利範圍係併入實施方式中，其中各請求項係作為本揭露之單獨實施例獨立地存在。

**【0027】** 本文所述之一些實施例包括一些，但非其他實施例中所包括的其他特徵。然而，不同實施例之特徵的組合係意欲屬於本揭露之範疇並形成不同實施例，如所屬技術領域中者所將理解。在所包括的申請專利範圍內，所主張之實施例的任何者可例如以任何組合使用。

**【0028】** 下列用語僅提供以幫助理解本揭露。

**【0029】** 如本文中所使用且除非另有提供，用語「燈的間距值 (pitch value of lamps)」係指燈中之一者的直徑及此燈與相鄰燈之間間距之總和。

**【0030】** 如本文中所使用且除非另有提供，用語「囊袋的基底寬度 (base width of pockets)」係指連接反射器總成之部分非反射部分與反射部分之囊袋的兩點之間的距離。

**【0031】** 如本文中所使用且除非另有提供，用語「囊袋的高度 (height of pockets)」係指從囊袋最高點開始測量延伸至與界定反射器總成之部分非反射部分的軸相交之一點的距離。

【0032】 如本文中所使用且除非另有提供，用語「內部空間（interior space）」係指立式爐中所包含之內部包殼與外部包殼之間的空間之體積。

【0033】 如本文中所使用且除非另有提供，用語「系統配置（system configuration）」係指燈的配置連同所提供之冷卻的配置。

【0034】 如本文中所使用，提及具體元件之「各者（each）」（例如，「冷卻氣體入口之各者」、「複數個燈之各者」、「囊袋之各者」）可指元件之二或更多者，且可不指元件的每一者。例如，「冷卻氣體入口之各者」可指複數個冷卻氣體入口中所包含之個別冷卻氣體入口，且不必然需要指所有冷卻氣體入口。

【0035】 如本文中所使用，提及「垂直方向（vertical direction）」代表沿著垂直軸的方向。

【0036】 現將藉由本揭露之若干實施例的實施方式來描述本揭露。很顯然，在不悖離本揭露之技術教示的情況下，可根據所屬技術領域中熟習此項技術者之知識來配置本揭露的其他實施例，本揭露僅受限於所包括之申請專利範圍的條件。

【0037】 根據本揭露之第一態樣之實施例之立式爐的示意上視圖係顯示於第1圖中。

【0038】 第2圖顯示根據本揭露之第一態樣之實施例之立式爐的示意剖面。

【0039】 此立式爐可包含內部包殼（130），其界定製程空

間（190）及開口（未示於圖式中）。此製程空間（190）可在垂直方向上延伸，且此開口可用於接納複數個晶圓。在實施例中，複數個晶圓可配置在晶舟（120）中。在實施例中，內部包殼（190）的內壁可面向晶舟。在實施例中，內部包殼的壁厚度可在3 mm至10 mm的範圍內。在較佳實施例中，其可在5 mm至6 mm的範圍內。在實施例中，內部包殼（130）可具有的直徑在350 mm至430 mm的範圍內。此立式爐亦可包含外部包殼（180）。此外部包殼（180）可環繞內部包殼（130）。在實施例中，外部包殼（180）可具有的直徑在480 mm至630 mm的範圍內。

**【0040】** 氣體注射器（未示於圖式中）亦可包含在此立式爐中以用於將製程氣體注入製程空間（190）中。在實施例中，氣體注射器可放置在製程空間（190）中。在實施例中，氣體入口（140）可存在以便提供製程氣體至氣體注射器。一經抵達氣體注射器後，接著可藉由此氣體注射器將製程氣體提供至製程空間（190）中。

**【0041】** 此立式爐可進一步包含排氣氣體出口（150），其用於排氣製程空間。在實施例中，排氣氣體可包含由於製程氣體與複數個晶圓接觸而產生之未反應的製程氣體及/或多個製程氣體。此立式爐可具備燈（110），其用於加熱複數個晶圓（第2圖）。在實施例中，此燈可例如係鹵素燈。此燈（110）可沿圓周配置在內部空間中。此內部空間可經定位在內部包殼（130）與外部包殼（180）之間。此立式爐可進一步包含冷卻入口（未示於圖式中），其用於提供冷卻流體至內部空間中以冷卻內部空間。在實施例中，冷卻流



體可提供至內部空間中，使得其流動方向可經引導通過冷卻通道（160），從而冷卻內部空間。冷卻內部空間可提供的優點在於內部包殼（130）的內壁可保持在低於製程空間（190）的溫度。此可以是由於內部包殼（130）之外壁上所發生的熱傳遞之結果，其歸因於由於冷卻流體在冷卻通道（160）中的流動而在外壁上提供的冷卻效應。此可允許避免不想要的製程（諸如，例如，沉積）或粒子污染由於內壁相較於製程空間（190）的較低溫度而發生在此立式爐之內部包殼（130）的內壁上。

**【0042】** 在實施例中，此立式爐可以用於實行製程（諸如，例如，氧化、膜沉積、或擴散）的爐。在實施例中，此立式爐可以用於沉積磊晶層之磊晶沉積工具。因此，此一立式爐可有利地用於磊晶沉積，以較低製造成本提供較快速的製程。

**【0043】** 在實施例中，冷卻流體可以是液體或氣體。在實施例中，此液體可包含適於冷卻的液體混合物。在較佳實施例中，此冷卻流體可以是氣體。因此，此冷卻氣體可以是例如空氣、氮氣、或二氧化碳氣體。在尚有較佳實施例中，此氣體可以是空氣。在實施例中，此冷卻氣體可以在 $10^{\circ}\text{C}$ 至 $150^{\circ}\text{C}$ 的範圍內之溫度提供。在較佳實施例中，其可以在 $20^{\circ}\text{C}$ 至 $50^{\circ}\text{C}$ 的範圍內之溫度提供。此冷卻氣體的流量率可配置，使得較快速的熱傳遞可發生在內部包殼與部分非反射部分之間，以便可致能內部包殼（130）以最小時間量較快速地冷卻。因此，冷卻可發生在內部包殼（130）的外壁上。在實施例中，流量率可例如在 $200\text{ m}^3/\text{小時}$ 至 $2000\text{ m}^3/\text{小時}$ 的範圍內。在

實施例中，冷卻氣體的流量率可以是約  $500 \text{ m}^3/\text{小時}$ 。

**【0044】** 應理解，在替代實施例中，此冷卻氣體亦可包含適於冷卻的氣體混合物。

**【0045】** 在實施例中，立式爐可包含複數個冷卻入口（未示於圖式中），其等用於提供冷卻流體。此可允許在內部空間內均等地分配冷卻氣體。此可圍繞內部包殼（130）沿圓周提供平衡的冷卻效應。由於冷卻流體所提供的冷卻效應，熱傳導經增強，從而減小內部包殼（130）之內壁上的溫度。在實施例中，複數個冷卻入口可位在立式爐的上部部分處，使得冷卻流體的流動可在冷卻通道（160）內沿著其垂直軸從立式爐的上部端均等地導引至下部端。冷卻氣體可通過主冷卻氣體入口提供至立式爐。進一步地，通過此主冷卻氣體入口，冷卻氣體可進一步分配至冷卻氣體入口的各者中。

**【0046】** 在替代實施例中，複數個冷卻入口可配置，使得其等可沿著立式爐的垂直方向共線地定位，以便冷卻流體一經通過這些冷卻入口的各者進入冷卻通道（160）中之後，冷卻流體在通過冷卻出口離開冷卻通道之前在冷卻通道（160）中沿圓周行進。在這些實施例中，冷卻出口可相鄰於冷卻入口而對準。在這些實施例中，冷卻流體優先地可以是冷卻氣體。在這些實施例中，冷卻氣體可具備預定壓力值，以便在其通過冷卻出口退出冷卻通道（160）之前保持通過軌道繞圓周旋轉。這些實施例可提供處理可關於複數個燈之冷卻的問題之優點。這些實施例可進一步提供保護複數個燈之電性及/或機械連接點的優點。

【0047】 在尚有替代實施例中，複數個冷卻入口可配置，使得其等可沿著立式爐的垂直方向彼此成對角線地定位，以便冷卻流體一經通過冷卻入口的各者進入冷卻通道中之後，冷卻流體在藉由複數個冷卻出口離開冷卻通道之前在冷卻通道（160）中沿圓周行進。在這些實施例中，冷卻出口亦可相鄰於冷卻入口而對準。這些實施例可提供處理可關於複數個燈之冷卻的問題之優點。這些實施例可進一步提供保護複數個燈之電性及/或機械連接點的優點。

【0048】 應理解，在冷卻入口可沿著垂直方向共線地或成對角線地定位之實施例中，冷卻入口之間距及通過這些冷卻入口提供之冷卻氣體的流量率可配置，使得可達成所想要的冷卻效應，以便可減少內部包殼（130）之內壁上的沉積。

【0049】 在實施例中，立式爐可包含複數個燈（110），其等用於加熱可沿圓周配置在內部空間（190）中的複數個晶圓。此可允許在內部空間中沿圓周提供平衡的熱分布。平衡的熱分布可克服跨晶圓之製程特性的變動（諸如，例如，沉積膜的厚度變動、沉積膜中的摻雜物分布、或間隙填充特性）。此係因為製程特性一般係受溫度驅動，且跨晶圓表面之溫度變動可導致此類差異。

【0050】 在實施例中，複數個燈（110）沿著垂直方向可具有節距值，其在10 cm至25 cm的範圍內。此可導致複數個燈（110）沿著垂直方向的平衡分布。應理解，取決於燈（110）的大小及其可變熱的程度，接著可進一步地調整節距值以便提供盡可能多的熱至製程空間（190），從而充分地加熱晶舟中的晶圓。若欲使用較大尺

寸的燈，則其等可以特定節距值隔開。由於晶舟可旋轉，可使溫度均等，從而得利於由這些燈所提供的熱。小於此範圍之節距值可需要尺寸較小的燈。此可因此導致燈可變得脆弱的事實。大於此範圍之節距值可影響跨晶舟中之晶圓的均勻性。第3圖顯示包含複數個燈(110)之立式爐的示意剖面。在實施例中，複數個燈(110)可沿圓周以彼此規律的間隔定位，且其等可沿著垂直方向延伸。以彼此規律的間隔沿圓周定位可具有的優點在於晶圓可遭受均勻的熱暴露。在實施例中，複數個燈可沿著垂直方向以彼此規律的間隔(X)延伸。此可有助於沿著垂直方向提供平衡的熱分布。以此方式，複數個燈(110)就提供熱而言可一舉滿足複數個晶圓。此可以是有利的，因為其可沿著此立式爐之垂直方向提供平衡的熱分布。沿著垂直方向之平衡的熱分布可允許克服晶舟內之晶圓間的製程變動。這些晶圓間的變動可以是例如沉積膜的厚度變動、沉積膜中的摻雜物分布、或間隙填充特性。此可以是有利的，因為晶舟內之晶圓間的變動可導致在此立式爐中執行之製程的良率下降。此外，由於晶圓的一些者將不符合製程規格，其可導致製造成本增加。

**【0051】** 在實施例中，此立式爐可進一步包含反射器總成，其在垂直方向上配置於內部空間內，並可以圍封製程空間(190)的圓筒形狀形成。反射器總成可包含反射部分(113)(第2圖)，其與部分非反射部分(111)交替地配置。在實施例中，此反射器總成可沿著對應於製程空間(190)之高度的高度定位。複數個晶圓可配置在晶舟內，其可適配於製程空間。因此，其高度對應於製程空間

(190) 之高度的反射器總成可允許提供處理必然需要的熱至複數個晶圓，並允許保持內部包殼(130)的內壁足夠冷以用於最小化其上的沉積。

**【0052】** 此反射部分(113)可形成為囊袋(112)，其等從部分非反射部分(111)突出，並可延伸遠離內部包殼(130)。複數個燈(110)之各者可個別地定位在囊袋(112)之各者內。在實施例中，這些囊袋(112)亦可稱為從部分非反射部分(111)凹入，並可延伸遠離內部包殼(130)。可以是有利的是具有部分非反射部分(111)，因為以此方式可提供所想要的燈加熱效率。

**【0053】** 在實施例中，突出囊袋(112)可具有正方形、半圓形、拋物線、三角形、或梯形形狀。具有這些形狀的突出囊袋(112)可以可得到充足光線之此一方式環繞經定位在其等內的燈。此外，這些形狀可幫助朝晶舟(120)建立熱通道。由於複數個這些囊袋(112)的存在，可朝晶舟(120)提供平衡的熱暴露。在實施例中，這些突出囊袋(112)可具有的基底寬度在50 mm至70 mm的範圍內。在實施例中，這些突出囊袋(112)可具有的高度在30 mm至60 mm的範圍內。考慮到用於加熱之燈的大小可在介於14 nm至15 nm的範圍內之事實，給定範圍內所提供之突出囊袋(112)的基底寬度及高度可充分用於提供所需的熱。應理解，取決於欲使用的燈之大小，可進一步配置突出囊袋(112)之基底寬度及高度。因此，在實施例中，這些突出囊袋(112)之基底寬度及高度可配置使得其足夠小，以便燈在經放置於這些囊袋中時係強健的，並可配置使得

其足夠大，以使跨晶圓的均勻性不遭受困難。

**【0054】** 在實施例中，反射部分（113）可包含反射器，其面向燈（110）。此可具有藉由允許囊袋（112）內之完全反射而在內部包殼（130）上提供有效率之熱傳遞的優點。囊袋（112）內的完全反射可導致在內部包殼（130）之外壁處得到較低溫度。在實施例中，此反射器可包含銀合金或鋁合金。在實施例中，此銀合金可使得其可保存反射輻射能量的能力。此可允許反射器的效率不會隨時間降低。在實施例中，此銀合金可包含使其可易經受製造之成分，以便其壽命將不會縮短。在實施例中，此鋁合金可使其可抗氧化，以便相關聯的反射率不會改變，因此不危害其功能。在實施例中，此銀合金或鋁合金可以塗層形式提供，其可在反射器上提供。若有與其相關聯的磨耗問題則此可提供易於置換，或者諸如，例如，導致再塗佈的可能性。此可具有提供經濟製程及縮短立式爐停機時間之優點。

**【0055】** 在實施例中，反射器總成之部分非反射部分（111）可定位為遠離內部包殼（130） 10 mm 至 40 mm 之範圍內的距離（d），從而形成通路（160）以用於藉由使冷卻流體流動而冷卻內部包殼（130）。為了在內部包殼（130）的壁上提供所需的冷卻效應，此範圍內之此距離（d）可以是有利的，因為隨著此距離（d）的值增加，內部包殼的壁可變得越熱。因此，此距離（d）可以是提供此種冷卻效應所需的最小距離。當提供此類冷卻效應時，可降低在內部包殼（130）的壁上具有不想要的膜沉積或粒子污染的可能

性。另一方面，用於此距離（ $d$ ）的較小值可導致功率使用變得較高。因此，提供至冷卻通道（160）中之冷卻氣體的流量率及距離（ $d$ ）可共同提供導致內部包殼（130）的壁之有效率冷卻，同時提供經濟的能量消耗之優點。距離（ $d$ ）的測量可沿著第二軸從兩相鄰突出囊袋（112）之間的一點（從而從部分非反射部分（111）上的任一點）延伸至內部包殼（130）上的一點，第二軸垂直於垂直方向。反射器總成之部分非反射部分（111）的表面積可配置使得在此部分上方的熱損失保持最小（諸如，例如，針對 $600^{\circ}\text{C}$ 的晶圓溫度係 $5\text{Kw}/\text{m}^2$ ），使得複數個燈（110）所提供的熱仍可足以保持製程空間（190）中的均勻溫度以實行所想要的基板處理。因此，可以是有利的是，複數個燈（110）變得盡可能熱，從而提供盡可能多的熱。以此方式，在藉由使冷卻流體在冷卻通道（160）中流動而提供冷卻效應的同時，燈仍可提供必要溫度以在製程空間（190）中於經配置在晶舟（120）中的複數個晶圓上實行所需的處理。

**【0056】** 第4A圖至第4C圖示意地顯示根據本揭露之第一態樣之實施例之反射器總成的傾斜視圖。在實施例中，於這些圖式中示意地表示之複數個燈（110）可連接至單一電力供應以便開啟。在替代實施例中，於這些圖式中表示之複數個燈（110）的各者可分開地開啟或關閉。此可具有的優點在於取決於晶舟中的晶圓負載或製程空間（190）中之處理所需的製程溫度，可依需要開啟或關閉個別的燈。在實施例中，複數個燈（110）可沿著垂直方向彼此共線地定位，如第4A圖中所示意地表示者。除了在垂直方向上共線地定位，

在這些實施例中，複數個燈亦沿圓周共線。此可意指其等可沿著垂直於垂直方向的複數個平行周向軸（**circumferential axis**）對準。換言之，此可推論出複數個燈係以與垂直方向成 $90^\circ$ 定位。應理解，垂直方向上之複數個燈（110）之間間距可相同，或者可不同於沿著複數個平行周向軸之複數個燈（110）之間間距。複數個燈（110）之此種配置可提供的優點係為了處理經配置在晶舟（120）中的晶圓而由複數個燈（110）之各者提供至製程空間（190）之平衡且均等的熱通量。平衡且均等的熱分布可克服跨晶圓之製程特性的變動（諸如，例如，沉積膜的厚度變動、沉積膜中的摻雜物分布、或間隙填充特性）。此係因為製程特性一般係受溫度驅動，且跨晶圓表面之溫度變動可導致此類差異。

**【0057】** 應理解，在替代實施例中，複數個燈（110）的功能可配置，使得彼此沿圓周定位之功能燈的數目沿著垂直軸可以是不同的，以便可得到平衡的熱通量。

**【0058】** 在實施例中，如示意地表示於第4A圖中者，此可指示開啟沿著複數個平行周向軸對準之各列中之不同數目的燈，同時使其他燈保持關閉狀態。此可進一步提供的優點係根據晶舟中之晶圓負載調諧功能燈數目及/或調諧實行想要的晶圓處理所需的熱通量。此可進一步提供的優點係依據不同的晶圓處理而調整功率消耗。

**【0059】** 在實施例中，複數個燈（110）可沿著垂直方向以交錯順序定位，如第4B圖中所示意地表示者。此可指示沿著垂直方向共線地對準之複數個燈（110）可就沿著複數個平行周向軸的對



準以相對於彼此偏移的方式定位。以交錯順序定位可提供的優點係最小化跨晶圓的均勻性效應。此可導因於使燈的輻射通量交叉，其沿著燈的長度及寬度遵循高斯分布。

**【0060】** 在實施例中，複數個燈（110）亦可沿著垂直方向彼此成對角線地定位，如第4C圖中所示意地表示者。此可意指複數個燈可經定位，使得其等呈現順著垂直方向螺旋下降。

**【0061】** 在實施例中，複數個燈可以與垂直方向成 $15^{\circ}$ 至 $90^{\circ}$ 的角度對角線地定位。在替代實施例中，複數個燈可以與垂直方向成 $30^{\circ}$ 至 $60^{\circ}$ 的角度對角線地定位。此可提供對使用者友善的電性連接，從而促成燈更容易功能化。此外，燈的此種定位就最小化跨晶圓之均勻性效應而言可以是有利的。

**【0062】** 應理解，如第4B圖及第4C圖所示意表示之複數個燈的配置亦可藉由提供如第4A圖示意表示之配置，並接著藉由將燈的一些者去功能化使得最終可達成交錯順序（第4B圖）或對角線定位（第4C圖）而得到。在複數個燈（110）的各者可分開地連接至電力供應之實施例中，此類去功能化在需要時可在如第4A圖示意表示之配置上輕易完成，從而得到第4B圖或第4C圖所示意表示的配置。

**【0063】** 在實施例中，立式爐可包含用於測量內部空間（190）之溫度的構件，其沿著對應於製程空間之高度的高度在垂直方向上定位。此一配置可提供的優點係亦沿著製程空間（190）中所提供之在其中可配置複數個晶圓之晶舟（120）的高度之準確的

溫度測量。

**【0064】** 在實施例中，用於測量溫度的構件可包括熱電偶、紅外線感測器、狀態變化感測器、電阻式溫度測量裝置、或高溫計（亦已知為熱像儀）。在實施例中，用於測量溫度的構件可包含複數個高溫計。複數個高溫計的存在具有沿著製程空間（190）的高度在垂直方向上提供準確的溫度監測之優點。由於爐中所發生的製程一般受溫度驅動，準確的溫度控制及監測可因此提高製程良率。提高良率可導致製造成本降低。

**【0065】** 第5A圖顯示根據本揭露之第一態樣之實施例之由兩組模擬結果（A、B）所得之至立式爐中的最佳熱耦接之一實例。模擬係基於具有重複邊界條件之單一晶圓執行，從而代表經配置在晶舟中之晶圓堆疊。在B中所模擬的案例中，已使反射器總成更靠近內部包殼的外壁，從而調整距離（d）。此外，突出自部分非反射部分的囊袋係經預見以便容納燈。執行兩組不同模擬，各者均具有不同的參數集。內部包殼（130）的溫度及經配置在晶舟（120）中之晶圓堆疊的溫度係作為燈（110）溫度的函數呈現。

**【0066】** 觀察到晶圓堆疊（120）及內部包殼（130）兩者的溫度在模擬案例（A、B）兩者中均依據燈溫度的增加而增加。此外，觀察到從案例A至案例B有所不同的設計參數集進一步提供以得到內部包殼（130）與晶圓堆疊（120）之間的較大溫度差。由於增強的熱傳遞，在內部包殼（130）與晶圓堆疊（120）之間觀察到的較大溫度差可更有益於提供更有效率的冷卻效應。此可進一步指示由

冷卻流體所提供之有利的冷卻效應，因為內部包殼（130）的溫度低於晶圓堆疊（120）上所得者。在內部包殼（130）與晶圓堆疊（120）（前者的溫度小於後者）的溫度之間觀察到的差值可指示晶圓堆疊（120）可變得足夠熱，使得所想要的製程可發生在製程空間（190）中，同時內部包殼（130）的壁可由於冷卻效應而處於足夠低的溫度。此可提供減少內部包殼（130）之內壁上的沉積或粒子污染之有利效應。在實施例中，內部包殼（130）與晶圓堆疊（120）的溫度之間的此溫度差可在 $200^{\circ}\text{C}$ 至 $550^{\circ}\text{C}$ 的範圍內以達成此有利效應。在實施例中，內部包殼（130）與晶圓堆疊（120）的溫度之間的此溫度差可在 $200^{\circ}\text{C}$ 至 $300^{\circ}\text{C}$ 的範圍內。此可提供可得到有效率的功率使用之進一步的優點。此接著可在改善製造成本上扮演一個角色。

**【0067】** 第 5B 圖顯示作為晶圓溫度之函數的功率使用（kW）之一實例，其係針對不同的立式爐配置（1、2）由使用燈的模擬結果所得。在配置 1 中，燈在缺少反射器總成的情況下存在，而配置 2 類似於第 1 圖所示意表示者。其表示作為晶圓溫度之函數之由燈所提供的功率。觀察到隨著所需的晶圓溫度增加，由燈所提供的功率亦增加。此結果可進一步指示燈之選擇的重要性。雖然可得自燈的功率隨著晶圓溫度的增加而增加，應理解，晶圓處理的能量效率仍可藉由燈的正確選擇及/或依據系統而調諧。應理解，燈及/或系統配置的選擇繼而可影響晶圓處理的產出量。此可導因於在給定的晶圓溫度下提供較高功率值可影響增加的產出量之事實。藉由燈的配置，可理解燈在立式爐中如何配置。此可指示其等的存在及相

對於反射器總成的定位。藉由冷卻配置，可理解如何設計冷卻通道、冷卻流體為何、及冷卻流體通過冷卻通道的流量率為何。

**【0068】** 第6圖顯示根據本揭露之第二態樣之實施例之一例示性方法的流程圖，其可在根據本揭露之第一態樣之實施例的立式爐中實行。

**【0069】** 形成包含膜之半導體結構的方法（500）可包含提供（510）經配置在晶舟中的複數個晶圓。可將此晶舟載入（520）根據第一態樣之實施例之立式爐的製程室中所包含的製程空間（190）中。製程空間（190）可經加熱（530），從而使溫度升高至適於形成膜的預定溫度。應理解，可將預定溫度設定為根據欲在立式爐中實行之處理的需求及/或欲形成之膜的類型而增加。在實施例中，此膜可以是氧化物、氮化物，或者可包含半導體材料。在實施例中，此氧化物可以是絕緣氧化物或金屬氧化物。在實施例中，此氮化物可以是氮化矽或金屬氮化物。在實施例中，半導體材料可以是IV族半導體材料或III-V族半導體材料。在實施例中，膜可以是磊晶層。可在製程空間（190）中提供（540）製程氣體，以用於以預定溫度在複數個晶圓上形成膜。其後，在內部空間中可提供（550）冷卻流體以用於冷卻內部空間。在實施例中，可藉由可包含在此立式爐中的氣體注射器提供製程氣體至製程空間（190）。氣體注射器可在製程空間（190）內於垂直方向上延伸。

**【0070】** 在實施例中，內部包殼（130）的內壁可面向晶舟（120），而內部包殼（130）的外壁可面向反射器總成。

【0071】 由於內部空間中所提供之冷卻流體達成冷卻效應，面向晶舟之內部包殼（130）的內壁可保持低於製程空間（190）的溫度可以是一優點。此可允許避免不想要的製程（諸如，例如，沉積或粒子污染）發生在內部包殼（130）的內壁上。當避免此類不想要的製程時，可減小立式爐之維護循環的數目，從而亦縮短立式爐的停機時間。減小維護循環的數目亦可指示相繼的維護循環之間的時間增加。內部空間係立式爐中所包含之內部包殼（130）與外部包殼（180）之間的空間體積。內部包殼（130）可界定製程空間（190）。

【0072】 在實施例中，冷卻流體可以是液體或氣體。在實施例中，此液體可包含適於冷卻的液體混合物。在較佳實施例中，此冷卻流體可以是氣體。因此，此冷卻氣體可以是例如空氣、氮氣、或二氧化碳氣體。在尚有較佳實施例中，此冷卻氣體可以是空氣。此冷卻氣體的流量率可配置以用於致能以最小時間量在製程空間（190）中的最快速冷卻。在實施例中，流量率可例如在 $400\text{ m}^3/\text{小時}$ 至 $600\text{ m}^3/\text{小時}$ 的範圍內。在實施例中，冷卻氣體的流量率可以是約 $500\text{ m}^3/\text{小時}$ 。

【0073】 應理解，在替代實施例中，此冷卻氣體亦可包含適於冷卻的氣體混合物。

## 【符號說明】

### 【0074】

1: 配置

2: 配置

110: 燈

111: 非反射部分

112: 囊袋

113: 反射部分

120: 晶舟

130: 內部包殼

140: 氣體入口

150: 排氣氣體出口

160: 冷卻通道

180: 外部包殼

190: 製程空間

500: 方法

510: 步驟

520: 步驟

530: 步驟

540: 步驟

550: 步驟

A: 案例

B: 案例

d: 距離

X: 間隔

**【發明申請專利範圍】**

**【請求項1】** 一種立式爐，包括：

一內部包殼，界定在一垂直方向上延伸的一製程空間及用於收納複數個晶圓之一開口；

一外部包殼，環繞該內部包殼；

一氣體注射器，用於將一製程氣體注入該製程空間中；

一排氣氣體出口，用於排氣該製程空間，

其中，

該立式爐具備一燈，用於加熱該等晶圓，該燈係在該內部包殼與該外部包殼之間的一內部空間中沿圓周配置，且該立式爐更包括一冷卻入口，用於提供一冷卻流體至該內部空間中以冷卻該內部空間。

**【請求項2】** 如請求項1之立式爐，其中該立式爐包括複數個燈，用於加熱在該內部空間中沿圓周配置的該等晶圓。

**【請求項3】** 如請求項1或2之立式爐，其中該立式爐包括複數個冷卻入口，用於提供該冷卻流體。

**【請求項4】** 如請求項3之立式爐，其中該等冷卻入口係配置，使得其等沿著該立式爐的該垂直方向共線地定位，以便該冷卻流體一經通過該等冷卻入口的各者進入該冷卻通道中之後，該冷卻流體在通過複數個冷卻出口離開該冷卻通道之前在該冷卻通道（160）中沿圓周行進。

**【請求項5】** 如請求項3之立式爐，其中該等冷卻入口係配置，使得其等沿著該立式爐的該垂直方向彼此成對角線地定位，以便該

冷卻流體一經通過該等冷卻入口的各者進入該冷卻通道中之後，該冷卻流體在通過該等冷卻出口離開該冷卻通道之前在該冷卻通道（160）中沿圓周行進。

【請求項6】 如請求項4或5之立式爐，其中該等冷卻出口係相鄰於該等冷卻入口而對準。

【請求項7】 如請求項1之立式爐，更包括一反射器總成，該反射器總成在一垂直方向上配置於該內部空間內，並以圍封該製程空間之一圓筒形狀形成，該反射器總成包括與一部分非反射部分交替地配置之一反射部分，其中該反射部分經形成為突出自該部分非反射部分並延伸遠離該內部包殼的囊袋，且其中該等燈之各者個別地定位在該等囊袋之各者內。

【請求項8】 如請求項7之立式爐，其中該反射器總成之該部分非反射部分係定位為遠離該內部包殼10毫米至40毫米之範圍內的一距離，從而形成一通路以用於藉由使該冷卻流體流動而冷卻該內部包殼。

【請求項9】 如請求項2之立式爐，其中該等燈係沿圓周以彼此規律的間隔定位，並沿著該垂直方向延伸。

【請求項10】 如請求項9之立式爐，其中該等燈係沿著該垂直方向向彼此共線地定位。

【請求項11】 如請求項10之立式爐，其中該等燈的功能係配置使得彼此沿圓周定位之功能燈的數目沿著該垂直方向係不同的，以便提供平衡的一熱通量。



【請求項12】 如請求項9之立式爐，其中該等燈係沿著該垂直方向以一交錯順序定位。

【請求項13】 如請求項9之立式爐，其中該等燈係沿著該垂直方向彼此成對角線地定位。

【請求項14】 如請求項13之立式爐，其中該等燈係以與該垂直方向成 $15^\circ$ 至 $90^\circ$ 的一角度對角線地定位。

【請求項15】 如請求項7之立式爐，其中該反射部分包括面向該等燈之一反射器。

【請求項16】 如請求項15之立式爐，其中該反射器包括一銀合金或一鋁合金。

【請求項17】 如請求項1之立式爐，其中該反射器總成係沿著對應於該製程空間之高度的一高度定位。

【請求項18】 一種形成包括一膜之一半導體結構之方法，該方法包括：

提供經配置在一晶舟中的複數個晶圓；

將該晶舟載入如請求項1至17中任一項之立式爐的一製程室中所包括之一製程空間中；

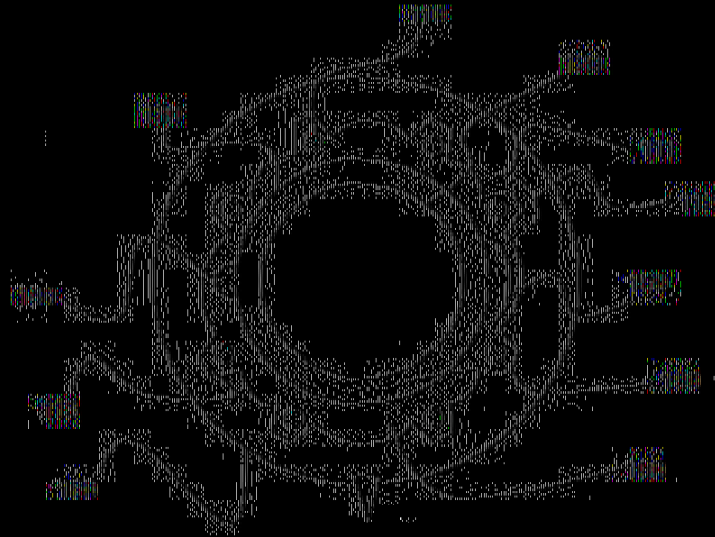
加熱該製程空間，從而使溫度往上增加至適於形成一膜的一預定溫度；

提供一製程氣體至該製程空間中以用於在該預定溫度下於該等晶圓上形成該膜，且其後；

在該內部空間中提供一冷卻流體以用於冷卻該內部空間。

(發明圖式)

發明圖式



第1圖



第2圖