



(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 I744502 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：107108087

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 09 日

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

H01L21/54 (2006.01)

(30)優先權：2017/04/10 世界智慧財產權組織 PCT/FI2017/050254

(71)申請人：芬蘭商皮寇桑公司 (芬蘭) PICOSUN OY (FI)

芬蘭

(72)發明人：瑪琳恩 提摩 MALINEN, TIMO (FI)；寇斯特摩 朱哈娜 KOSTAMO, JUHANA (FI)；普達斯 馬可 PUDAS, MARKO (FI)

(74)代理人：劉法正；尹重君

(56)參考文獻：

JP 2005-175242A

審查人員：楊鈞皓

申請專利範圍項數：24 項 圖式數：6 共 38 頁

(54)名稱

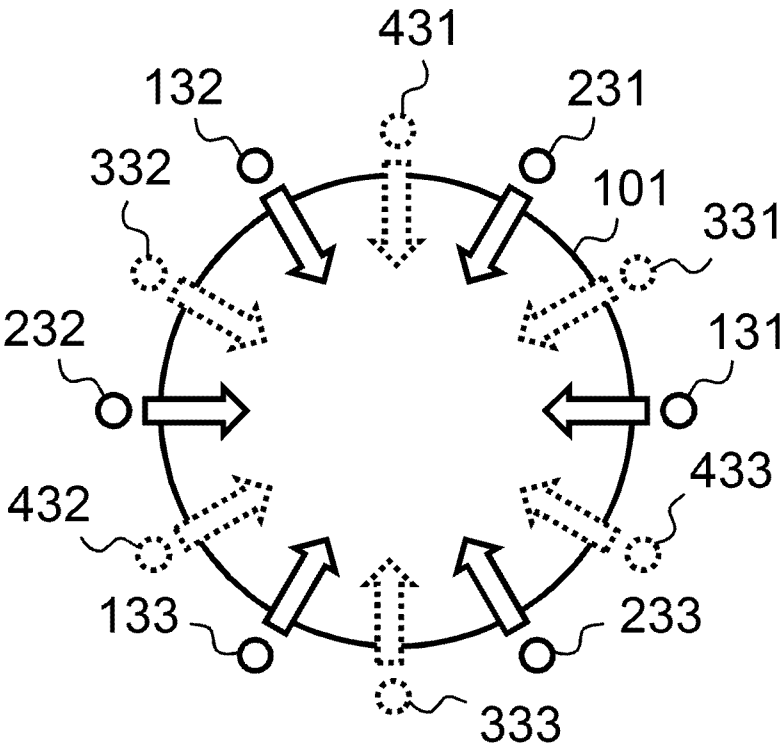
基板處理設備及方法

(57)摘要

基板處理設備之一反應室含有反應空間。至少三個側向化學品入口各自從不同方向指向反應空間之中心區域，至少三個側向化學品入口中之每一者提供用於第一前驅物化學品至該反應空間之單獨可關閉路線。

A reaction chamber of a substrate processing apparatus contains a reaction space. At least three lateral chemical inlets point towards a centre area of the reaction space each from different directions, each of the at least three lateral chemical inlets providing an individually closable route for a first precursor chemical to the reaction space.

指定代表圖：



符號簡單說明：

101:基板

131:第一入口；(側向)入口；反應室入口；側向前驅物化學品入口

132:第二入口；(側向)入口

133、231~233、331~333、431~433: (側向)入口

【圖2】



I744502

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

基板處理設備及方法

【英文發明名稱】

SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS AND METHOD

【中文】

基板處理設備之一反應室含有反應空間。至少三個側向化學品入口各自從不同方向指向反應空間之中心區域，至少三個側向化學品入口中之每一者提供用於第一前驅物化學品至該反應空間之單獨可關閉路線。

【英文】

A reaction chamber of a substrate processing apparatus contains a reaction space. At least three lateral chemical inlets point towards a centre area of the reaction space each from different directions, each of the at least three lateral chemical inlets providing an individually closable route for a first precursor chemical to the reaction space.

【指定代表圖】 圖 2**【代表圖之符號簡單說明】**

101...基板

131...第一入口；(側向)入口；反應室入口；側向前驅物化學品入口

132...第二入口；(側向)入口

133、231~233、331~333、431~433...(側向)入口

【特徵化學式】

(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

基板處理設備及方法

【英文發明名稱】

SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS AND
METHOD

【技術領域】

【0001】本發明總體上係關於基板處理方法及設備，詳言之係關於化學沉積方法及沉積反應器。更特地地但非排他地，本發明係關於藉由原子層沉積(ALD)進行的均勻沉積。

【先前技術】

【0002】本部分說明有用的背景資訊，而不承認本文描述的任何技術代表技藝現狀。

【0003】ALD係已知為用於各種基板、尤其用於矽晶圓之保形沉積方法。然而，晶圓大小朝向450 mm晶圓尺寸之漸增及所需低的不均勻性甚至對ALD提出挑戰。該挑戰對前驅物化學品有更多需求，從而具有有限的沉積窗、有限的穩定性或反應性副產物。

【0004】US 20130210238 A1提出ALD方法，其中沉積之均勻性係藉由旋轉運載基板之固持器來增強。然而，此可能引起雜質粒子之不必要產生，且需要昂貴的工具有設計。

【發明內容】

【0005】本發明之實施例之一目標係提供能夠產生

具有改良均勻性之ALD塗層的方法及設備，或至少係提供對現存技術之替代方法。

【0006】根據本發明之第一示例性態樣，提供一種方法，其包含：

在基板處理設備中提供具有反應空間之反應室；及

提供至少三個各自從不同方向指向反應空間之中心區域的側向前驅物化學品入口，至少三個側向前驅物化學品入口中之每一者提供用於一第一前驅物化學品至反應空間之單獨可關閉路線。

【0007】因此，在某些示例性實施例中，同一種前驅物化學品係具備來自至少三個不同側向方向之入口。在某些示例性實施例中，側向前驅物化學品入口係垂直地定位在相同位準。

【0008】在某些示例性實施例中，側向前驅物化學品入口係至少部分側向的。側向前驅物化學品入口在其指向方向具有側向分量時係至少部分側向的。指向方向可為水平方向或相對於水平方向具有非零角度之方向。

【0009】在某些示例性實施例中，至少三個入口之指向方向中的三個方向互相在部分程度上成相反關係(簡稱部分相反)(或其側向分量互相在部分程度上成相反)。

【0010】在某些示例性實施例中，每一側向前驅物化學品入口具有其自身的饋入管，且每一饋入管具有其自身的脈衝閥。因此，個別饋入管將第一前驅物化學品提供至相應入口，且脈衝閥係附接至每一個別饋入管。在某些示

例性實施例中，脈衝閥為三通閥。第一前驅物化學品沿饋入管流至相應入口。在某些示例性實施例中，第一前驅物蒸氣至相應入口之流動係藉由脈衝閥打開及關閉。在某些示例性實施例中，脈衝閥係藉由一控制系統控制。在某些示例性實施例中，脈衝閥包含兩個輸入埠及一個輸出埠。輸入埠之一係與第一前驅物化學品之前驅物來源容器流體連通。另一輸入埠係與惰性氣體源流體連通。在某些示例性實施例中，控制系統控制輸入埠中何者在每一時間段連接至輸出埠。在某些示例性實施例中，在第一前驅物化學品之前驅物化學品脈衝週期期間，控制系統藉由操作脈衝閥來控制第一前驅物化學品僅經由選定側向前驅物化學品入口流入反應空間。

【0011】 在某些示例性實施例中，反應空間具有圓柱形之一般外形。在某些示例性實施例中，繞垂直中心線之反應空間實際上係分成三個相等扇形，且第一前驅物化學品之至少一個入口係置於每一扇形處。

【0012】 在某些示例性實施例中，提供用於第一前驅物化學品至反應空間之可關閉路線的入口之數量為四個、五個、六個、七個、八個、或九個入口。在某些示例性實施例中，入口係相對於反應空間對稱地置放。

【0013】 在某些示例性實施例中，入口中之至少三者係均勻地分佈在對稱地圍繞中心區域之圓周上。

【0014】 在某些示例性實施例中，第一前驅物化學品係每次自一個方向以脈衝方式進入反應空間中。在某些示

例性實施例中，脈衝方向在脈衝週期期間或在相同前驅物化學品(亦即，第一前驅物化學品)之連續脈衝週期之間改變。在某些示例性實施例中，第一前驅物化學品係每次自兩個、三個、四個、或更多個方向以脈衝方式進入反應空間中。

【0015】 在某些示例性實施例中，第一前驅物化學品每次僅經由一個入口進入反應空間。在某些示例性實施例中，方法包含：

- 打開用於第一前驅物化學品自第一方向經由第一側向前驅物化學品入口至反應空間中之路線，以便第一前驅物化學品在第一時間段期間經由該入口流入反應空間中；及防止第一前驅物化學品在該第一時間段期間經由其他入口流入反應空間中；

- 打開用於第一前驅物化學品自除第一方向外的第二方向經由第二側向前驅物化學品入口至反應空間中之路線，以便第一前驅物化學品在第二時間段期間經由該入口流入反應空間中；及防止第一前驅物化學品在該第二時間段期間經由其他入口流入反應空間中；及

- 打開用於第一前驅物化學品自除第一方向及第二方向兩者外的第三方向經由第三側向前驅物化學品入口至反應空間中之路線，以便第一前驅物化學品在第三時間段期間經由該入口流入反應空間中；及防止第一前驅物化學品在該第三時間段期間經由其他入口流入反應空間中。

【0016】 在某些示例性實施例中，當在四個方向上存

在用於相同前驅物化學品之側向前驅物化學品入口時，類似地對第四方向執行對應的打開及防止步驟。類似地，若存在用於相同前驅物化學品之四個以上的側向前驅物化學品入口，則類似地按需要對每一方向執行打開及關閉步驟。

【0017】在某些示例性實施例中，前驅物化學品之數量為兩種。在某些示例性實施例中，第一前驅物化學品(亦即，反應性化學品)係首先自多個方向以脈衝輸送，其中方向可為兩個、三個或更多個。第一前驅物化學品每次自一個方向或每次自多個方向以脈衝輸送。隨後，以脈衝輸送第二前驅物化學品。第二前驅物化學品自一個方向或自多個方向以脈衝輸送，其中方向可為兩個、三個或更多個。第二前驅物化學品每次自一個方向或每次自多個方向以脈衝輸送。在某些其他實施例中，在第一前驅物化學品已自一個方向以脈衝輸送之後立即以脈衝輸送第二前驅物化學品，且第一前驅物係在其後立即以脈衝輸送。脈衝可任擇地藉由沖洗步驟分開。在其他實施例中，執行所提出脈衝替代方法之組合。

【0018】在某些其他實施例中，前驅物化學品之數量為一種，例如，當施加光增強或電漿增強製程時如此。在某些其他實施例中，前驅物化學品之數量為三種或更多種。

【0019】側向前驅物化學品入口可徑向地指向反應空間之中心區域。不同化學品之入口可經定位成在相同垂直位準處交替，或可定位在不同高度處，例如以便第二前驅物化學品之入口位在第一前驅物化學品之入口上方。

【0020】在某些示例性實施例中，方法包含藉由固定基板固持器運載基板。在某些示例性實施例中，方法包含藉由固定基板固持器運載多個基板。多個基板可水平地定向作為彼此首尾相接之堆疊、或相鄰於彼此水平地定向在相同位準上、或彼此平行地垂直定向。

【0021】在某些示例性實施例中，基板為平坦的，亦即，二維物體(2D)。在某些示例性實施例中，基板為3D物體。在某些示例性實施例中，基板包含多個2D及/或3D物體。

【0022】在某些示例性實施例中，方法包含：

藉由固定基板固持器運載基板；及

藉由以預定方式打開及關閉個別入口，來向基板提供相當於旋轉基板之效應。

【0023】在某些示例性實施例中，方法包含：

自反應室之側面將第一前驅物化學品之進入流提供至基板表面上，且在傳遞過基板之邊緣之後將外出流向提供至排氣口。

【0024】在某些示例性實施例中，方法包含自反應室之側面提供第一前驅物化學品沿基板表面之流動，且當已傳遞過基板之邊緣時向下朝向排氣口轉向。

【0025】在某些示例性實施例中，側向前驅物化學品入口係定位在基板固持器之(最高)基板固持位準上方的位準。當存在處於不同位準(高度)的多個水平定向基板時，在某些示例性實施例中，提供在最高基板固持位準上方之

位準及在最高最高基板固持位準下方之位準的第一前驅物化學品之側向前驅物化學品入口。

【0026】在某些示例性實施例中，方法包含：

加熱流入反應空間中的至少一化學品。

【0027】在某些示例性實施例中，方法包含：

提供圍繞反應室進而封閉在反應室與外腔室之間的中間空間之外腔室。

【0028】在某些示例性實施例中，加熱中間空間。在某些示例性實施例中，加熱(在中間空間中或分離地)流入反應空間之至少一化學品。

【0029】在某些示例性實施例中，方法包含：

提供圍繞反應室進而封閉在反應室與外腔室之間的中間空間之外腔室；及

將化學品饋入管(在饋入管之端部處具有入口之饋入管)經由中間空間朝向反應室導向。

【0030】在某些示例性實施例中，方法包含：

向反應空間提供對稱氣體流動分佈。

【0031】在某些示例性實施例中，方法包含：

當在沉積循環中自一個步驟進行至另一步驟(例如，自前驅物脈衝至沖洗)時維持反應室中之流體(或氣體流動)動力狀態不變。

【0032】在某些示例性實施例中，基板固持器係對稱地置放在反應室或反應空間之側向中心區域中。在某些示例性實施例中，排氣管線係置放在反應室之底部區段中。

在某些示例性實施例中，排氣管線或氣體移除歸因於對稱原因對繞基板固持器或基板的任何處的氣體流動引起相等效應。

【0033】在某些示例性實施例中，第一前驅物化學品係利用分離的脈衝閥連接至多於一個反應室入口(該側向化學品入口)。脈衝閥係藉由控制系統分離地(或單獨地)控制或致動。在某些示例性實施例中，亦將另一前驅物化學品連接至多於一個反應室入口。此外，該些入口可藉由分離的入口閥單獨地控制。

【0034】在某些示例性實施例中，在反應室中每次處理單一基板。基板可為晶圓，諸如矽晶圓，其具有例如300 mm或450 mm之直徑。

【0035】在某些示例性實施例中，方法包含在反應空間中對一基板或多個基板提供連續自飽和表面反應。在某些示例性實施例中，方法包含與空間ALD相對比執行暫時原子層沉積而不旋轉基板。在某些示例性實施例中，每次在基板之整體表面上執行暫時原子層沉積而不將基板表面分成多個反應區。在某些示例性實施例中，方法包含操作熱壁反應室。在某些示例性實施例中，所沉積的技術係化學氣相沉積(CVD)。

【0036】根據本發明之第二示例性態樣，提供一種設備，其包含：

具有反應空間之反應室；及

至少三個各自從不同方向指向反應空間之中心區域的

側向前驅物化學品入口，至少三個側向前驅物化學品入口中之每一者提供用於第一前驅物化學品至反應空間之單獨可關閉路線。

【0037】在某些示例性實施例中，至少三個入口之指向方向中的三個方向係互相部分相反的。

【0038】在某些示例性實施例中，提供用於第一前驅物化學品至反應空間之可關閉路線的入口之數量為四個、五個、六個、七個、八個、或九個入口。

【0039】在某些示例性實施例中，入口中之至少三者係均勻地分佈在對稱地圍繞中心區域之圓周上。

【0040】在某些示例性實施例中，設備包含：

經組配以運載基板之固定基板固持器；及

經組配以預定方式打開及關閉個別入口以向基板提供相當於旋轉基板之效應的控制系統。

【0041】在某些示例性實施例中，第一前驅物化學品之化學品饋入管線分支成第一、第二及第三饋入管，其延伸至自該等不同方向指向反應空間的相應第一、第二及第三側向前驅物化學品入口。在某些示例性實施例中，設備包含在第一、第二、及第三饋入管之每一者中的單獨控制脈衝閥。

【0042】在某些示例性實施例中，源自於前驅物化學品來源(或容器)之一個前驅物化學品饋入管線係分成引導至多個側向前驅物化學品入口中的多個前驅物化學品饋入管，例如，3個、4個、5個、6個饋入管等等。在某些示例

性實施例中，每一饋入管具有其自身的脈衝閥。在某些示例性實施例中，每一脈衝閥在與其他脈衝閥不同的時間以脈衝輸送(以便其將前驅物化學品傳遞過該脈衝閥)。

【0043】 在某些示例性實施例中，設備包含：

經組配以加熱流入反應空間中之至少一化學品的加熱器。

【0044】 在某些示例性實施例中，設備包含：

圍繞反應室進而封閉在反應室與外腔室之間的中間空間之外腔室；及

經由中間空間朝向反應室導向的化學品饋入管。

【0045】 在某些示例性實施例中，設備包含：

組配來在沉積循環中自一個步驟進行至另一步驟時維持反應室中之流體動力狀態不變的控制系統。

【0046】 在某些示例性實施例中，與其他化學品饋入管之至少一者運載相同前驅物化學品的每一化學品饋入管具有分離脈衝閥，以將前驅物化學品或前驅物蒸氣釋放至反應室中作為開啟/關閉脈衝或作為對一載氣流之脈衝。

【0047】 在某些示例性實施例中，自側向前驅物化學品入口釋放之氣體僅為反應性氣體，在其他實施例中，為與載氣混合的反應性氣體。

【0048】 在某些示例性實施例中，相同饋入管將兩種或至少兩種前驅物化學品(反應性化學品)饋入反應空間中。在某些示例性實施例中，源自於兩個分離前驅物化學品來源(或容器)之兩種前驅物化學品係饋入多個(亦即，至

少兩個或至少三個)饋入管中，該等饋入管各自具有其自身的脈衝閥，該等饋入管引導至相應側向前驅物化學品入口。

【0049】在某些示例性實施例中，設備包含熱壁反應室。在某些示例性實施例中，設備包含在反應室壁之兩側上經密封免於環境空氣之加熱空間。

【0050】根據本發明之第三示例性態樣，提供一種方法，其包含：

在基板處理設備中提供具有反應空間之反應室；及

提供兩個各自從不同方向指向反應空間之中心區域的側向前驅物化學品入口，每一側向前驅物化學品入口提供用於第一前驅物化學品至反應空間之單獨可關閉路線。

【0051】在某些示例性實施例中，兩個入口之指向方向係部分相反的或直接彼此相反。

【0052】在某些示例性實施例中，第一前驅物係經由第一側向前驅物化學品入口釋放至反應空間中，且隨後在相同基板處理序列期間，相同第一前驅物化學品係經由不同側向前驅物化學品入口自另一方向釋放至反應空間中。

【0053】根據本發明之第四示例性態樣，提供一種設備，其包含：

具有反應空間之反應室；及

兩個各自從不同方向指向反應空間之中心區域的側向前驅物化學品入口，每一側向前驅物化學品入口提供用於第一前驅物化學品至反應空間之單獨可關閉路線。

【0054】在某些示例性實施例中，源自於前驅物化學

品來源(或容器)之一個前驅物化學品饋入管線係分成兩個饋入管，其中之一引導至兩個側向前驅物化學品入口之第一入口，而其中另一者引導至兩個側向前驅物化學品入口之第二入口。在某些示例性實施例中，兩個饋入管具有其自身的脈衝閥。在某些示例性實施例中，每一脈衝閥在與其他脈衝閥不同的時間以脈衝輸送(以便其將前驅物化學品傳遞過該脈衝閥)。

【0055】 結合具有至少三個側向前驅物化學品入口之實施例提出的內容亦適用於其中使用兩個側向前驅物化學品入口之實施例。

【0056】 本發明之不同的非約束示例性態樣及實施例已在前文說明。上文實施例係僅僅用於解釋可在本發明之實施方式中使用的選定態樣或步驟。一些實施例可僅參考本發明之某些示例性態樣來提出。應瞭解，對應實施例亦適於其他示例性態樣。可形成實施例之任何適當組合。

【圖式簡單說明】

【0057】

本發明現將僅以舉例說明方式參考隨附圖式來描述，附圖中：

圖1展示根據本發明之某些示例性實施例的提供側向前驅物化學品入口之示意圖；

圖2展示根據本發明之某些示例性實施例的提供其他入口之示意圖；

圖3展示直接相反及部分程度上相反(簡稱部分相反)

的方向；

圖4展示根據本發明之某些示例性實施例的基板處理設備之示意性側視圖；

圖5展示根據本發明之某些其他示例性實施例的基板處理設備之示意性側視圖；及

圖6展示根據本發明之某些示例性實施例的方法之流程圖。

【實施方式】

【0058】在以下描述中，原子層沉積(ALD)技術係用作實例。然而，本發明不限於ALD技術，但其可在多種沉積設備中，例如，在化學氣相沉積(CVD)反應器中獲利用。

【0059】ALD生長機制之基礎係一般技藝人士所知的。ALD係基於將至少兩種反應性前驅物物種連續引入至少一個基板的特殊化學沉積方法。然而，應理解，該些反應性前驅物之一者可在使用時由能量替代，例如，光增強ALD或電漿輔助ALD，例如PEALD，從而導致單一前驅物ALD製程。例如，諸如金屬之純元素之沉積僅需要一種前驅物。諸如氧化物之二元化合物可利用一種前驅物化學品在該前驅物化學品含有將要沉積的二元材料之兩種元素時產生。藉由ALD生長之薄膜係緻密的、無針孔的且具有均勻厚度。

【0060】至少一個基板典型地係在反應容器中暫時暴露於分離的前驅物脈衝以藉由連續自飽和表面反應將材料沉積在基板表面上。在本申請案之上下文中，術語ALD

包含所有可適用的基於ALD之技術及任何等效或緊密相關的技術，諸如，例如以下ALD子類型：分子層沉積(MLD)電漿輔助ALD，例如電漿增強原子層沉積(PEALD)及光增強原子層沉積(亦稱為閃光增強ALD)。

【0061】基本ALD沉積循環由四個連續步驟組成：脈衝A、沖洗A、脈衝B及沖洗B。脈衝A由第一前驅物蒸氣組成，而脈衝B由另一前驅物蒸氣組成。惰性氣體及真空泵係典型地用於在沖洗A及沖洗B期間自反應空間沖洗氣態反應副產物及殘餘反應物分子。沉積序列包含至少一個沉積循環。重複沉積循環直至沉積序列已產生所要厚度之薄膜或塗層。沉積循環亦可更簡單或更複雜。例如，循環可包括藉由沖洗步驟分離的三個或更多個反應物蒸氣脈衝，或可省略某些沖洗步驟。所有該些沉積循環形成藉由邏輯單元或微處理器控制的定時沉積序列。

【0062】反應空間為反應室內之限定體積。所要化學反應係在反應空間中發生。化學品經由其流入反應空間中的基本ALD入口工具通常稱為蓮蓬頭。前驅物化學品之入口可來自頂部或交叉流，其中化學品自至少一個側面進入。

【0063】圖1展示根據本發明之某些示例性實施例的提供側向前驅物化學品入口之示意圖。

【0064】可為諸如矽晶圓之晶圓的基板101係中心地定位在反應空間內(在圖1中未展示)。

【0065】三個側向入口131、132、及133已經定位各自從不同方向指向反應空間(及/或基板101)之中心區域。

指向方向係互相部分相反的。圖3展示與方向300直接相反及部分相反的方向。藉由虛線繪製的方向表示與方向300部分相反的方向，而藉由實線繪製的方向表示與方向300直接相反的方向。與方向300部分相反的方向具有與方向300直接相反的分量及垂直於方向300的分量。

【0066】圖1中之入口131~133係相對於反應空間(及/或基板101)對稱置放。其係均勻分佈在對稱地圍繞中心區域之圓周上。因此，圖1中之入口131~133之角距為120度。

【0067】第一前驅物化學品係連接至入口131~133之每一者。每一入口131、132、及133提供用於第一前驅物化學品至反應空間之可關閉路線，以便可在基板表面處發生所要表面反應。

【0068】入口係定位在對應饋入管之端部處。在某些示例性實施例中，第一前驅物化學品每次僅經由一個入口進入反應空間。因此，在第一前驅物化學品之第一脈衝週期期間，在某些示例性實施例中，第一前驅物化學品經由第一入口131進入，且在相同前驅物化學品之下一脈衝週期期間，經由第二入口132進入。替代地，在第一前驅物化學品之第一脈衝週期期間，第一前驅物化學品首先經由第一入口131進入，但在相同脈衝週期期間，第一前驅物化學品之進入係切換以經由第二入口132發生。

【0069】第一前驅物化學品可連同典型地為惰性氣體之載氣一起進入反應空間中。在某些示例性實施例中，在具有或不具有載氣的第一前驅物化學品經由一個入口

131~133 進入反應空間時，不具有第一前驅物化學品之載氣或惰性氣體經由剩餘入口 131~133 流入反應空間中。

【0070】入口 131~133 之每一者可例如藉由定位至對應饋入管線中之分離脈衝閥(在圖 1 中未展示)單獨地控制。在某些示例性實施例中，單獨控制包含控制經由每一入口 131~133 之進入流體之流動速率及化學組成以改良沉積之均勻性。在某些示例性實施例中，分離脈衝閥允許以下項目一次流過對應入口進入反應空間中：

- 惰性載氣及第一前驅物化學品之混合物(或僅僅第一前驅物化學品，亦即，無載氣)，或
- 不具有第一前驅物化學品之惰性載氣。

在某些示例性實施例中，反應空間具備繞垂直對稱軸之對稱氣體流動分佈。

【0071】如所提及的，習知 ALD 製程含有前驅物化學品 A 及 B (諸如三甲基鋁(TMA)及水)之連續脈衝之重複循環，該等重複循環係典型地藉由沖洗步驟分離，但在某些情況下可省略沖洗步驟。在典型情況下，諸如 US 8211235 B1 中所揭示的情況，每一化學品係經由其自身的饋入管饋入反應室中。然而，有可能經由相同饋入管饋送兩種前驅物化學品，但沉積品質可由此降低。然而，沉積品質之降低可在其中使用另外的能量來促進表面反應之沉積製程中避免，該等沉積製程諸如前文提及的光增強或電漿增強沉積製程。隨後，可選擇前驅物化學品以便其即使經由相同饋入管饋入，但在饋入管中彼此不會反應。兩種(或更多種)

前驅物化學品可經由一或多個相同饋入管暫時分離地饋送或作為混合物饋送。

【0072】因此，在某些示例性實施例中，分離脈衝閥允許：

- 在具有或不具有載氣的情況下，至少兩種前驅物作為混合物或暫時地分離，

以一次流過對應入口至反應空間中。

【0073】在某些示例性實施例中，前驅物化學品流動之方向係自一個入口循環至下一入口以此類推，進而達成將藉由旋轉基板101所達成的相同前驅物化學品傳播效應。

【0074】圖1僅展示第一前驅物化學品之入口，但明顯的是，取決於製程，可存在除入口131~133外的一或多個側向入口。圖2展示含有除側向(前驅物)入口131~133之外的多個其他側向入口之更詳細組配。側向入口231、232、及233係與入口131~133類似地以120度之角距來配置，但入口231~233之位置旋轉60度，以便其於上文提及的圓周中之位置在入口131~133之相鄰入口之間的半程處。圓周因此包含均勻分佈在該圓周上之六個入口。所有入口131~133及231~233係單獨地控制。哪一個入口用於將哪種化學品導向至反應空間中係取決於實施方式。在實施例中，入口131~133係用於在第一脈衝週期期間將第一前驅物化學品導入反應空間中，與入口131直接相對立的入口232用以在第二脈衝週期期間導向第二前驅物化學

品，且入口231及233將沖洗氣體連續地導入反應空間中。當不存在經由前驅物化學品入口131~133及231進入反應空間中之前驅物化學品入口時，可能存在經由該些入口流至反應空間中之惰性氣體。

【0075】圖2進一步展示任擇側向入口331、332、及333以及任擇側向入口431、432、及433。入口331~333及431~433係與入口131~133類似地以120度之角距來配置，但入口331~333之位置旋轉30度，而入口431~433之位置旋轉90度，以便圓周包含十二個均勻分佈的入口。所有入口131~133、231~233、331~333、及431~433係單獨地控制(例如藉由控制系統致動的分離脈衝閥)。哪一個入口用於將哪種化學品導向至反應空間中係取決於實施方式。入口可用以引導第一或第二前驅物化學品或沖洗氣體。在某些示例性實施例中，提供用於第一前驅物化學品至反應空間之可關閉路線的入口之數量為三個、四個、五個、六個、七個、八個、或九個入口，以提供前驅物化學品在基板表面上之更均勻分佈。

【0076】在某些示例性實施例中，連接至第一前驅物化學品之入口中之三個的指向方向係互相部分相反的。此意味著任何第一入口之指向方向係與其他兩個入口之指向方向兩者為部分相反的。在某些其他實施例中，連接至第一前驅物化學品之入口係以不同方式配置。其不需為均勻分佈的。例如，在某些示例性實施例中，連接至第一前驅物化學品之入口中之三個的指向方向係使得指向方向中之

兩者彼此直接相反，而剩餘入口之指向方向係垂直於兩個指向方向。在某些示例性實施例中，連接至第一前驅物化學品之入口中之至少三個各自從不同方向指向反應空間之中心區域，但所有指向方向不需為互相部分相反的或直接相反的。在某些示例性實施例中，連接至第一前驅物化學品之入口係分佈在圍繞反應空間之中心區域的圓周上，以使得反應空間係分成 $360/n$ 個相等扇形(其中 $n = 120、90、72、60、45、40、36、$ 或 30 ，例如，亦即，扇形之數量分別為3個、4個、5個、6個、8個、9個、10個、或12個)，使得每一扇形含有連接至第一前驅物化學品之至少一個入口。在某些示例性實施例中，入口係藉由包含處於彼此靠近的相同位置處的多個個別入口之入口群組來實施。

【0077】圖4展示根據本發明之某些示例性實施例的基板處理設備100之示意性側視圖。在某些示例性實施例中，基板處理設備100為沉積設備、沉積反應器，例如ALD或CVD反應器。

【0078】設備100包含界定反應空間111之反應室110。在某些示例性實施例中，設備包含圍繞反應室110進而封閉在反應室110與外腔室120之間的中間空間121之外腔室120。在某些示例性實施例中，中間空間121係藉由設置於空間121中之加熱器145加熱。

【0079】在某些示例性實施例中，反應空間111具有圓柱體之大致外形。在某些示例性實施例中，反應空間111具有圓形橫截面。在某些其他示例性實施例中，反應空間

具有矩形之大致外形。在某些示例性實施例中，反應空間具有正方形橫截面。在某些示例性實施例中，固定(亦即，非旋轉)基板固持器102係中心地定位在反應空間內。在某些示例性實施例中，基板固持器運載基板101，或在某些示例性實施例中運載多個基板。基板101可呈配合圖1及2揭示的形式，亦即，晶圓。

【0080】在某些其他示例性實施例中，存在以首尾相接方式水平地配置的多個晶圓，以便氣體可在其之間在水平方向上流動。在某些其他示例性實施例中，存在垂直定位的單一晶圓或存在彼此平行地垂直配置的多個晶圓，以便氣體可在其之間流動。

【0081】在某些示例性實施例中，反應室110係藉由反應室蓋113自頂部密封。在其他實施例中，諸如圖5所展示的一個實施例，可省略該蓋。在某些示例性實施例中，蓋113為可移動蓋，其藉由升降機為垂直可移動的，以提供裝載及卸載打開。升降機在圖4中藉由箭頭480表示。裝載在某些示例性實施例中係經由裝載埠114執行或類似地定位於外腔室120之側壁中。

【0082】在某些示例性實施例中，基板固持器102係附接至或整合至蓋113(但此在圖4中未展示)。在其他實施例中，基板固持器係自下方得以支撐(亦在圖4中未展示)。

【0083】設備100包含至少三個各自從不同方向指向反應空間111之中心區域的側向前驅物化學品入口，至少三個側向前驅物化學品入口中之每一者提供用於第一前驅

物化學品至反應空間111之單獨可關閉路線。入口之數量及定位可例如與配合圖1及2展示的任何替代方法中所展示者相同，但圖4中僅展示單一入口131。

【0084】在某些示例性實施例中，第一前驅物化學品係利用分離脈衝閥自前驅物來源連接至多於一個反應室入口(該側向前驅物化學品入口)。脈衝閥係分離地(或單獨地)藉由控制系統160控制，且其係定位在反應室110之外側上。控制系統160包含經組配以執行儲存在記憶體媒體處的電腦程式之處理器。在某些示例性實施例中，控制系統160係按電腦程式所指示組配來將控制訊號發送至脈衝閥或脈衝閥致動構件以便打開及關閉脈衝閥之所要輸入端及輸出端。

【0085】圖4展示定位在對應饋入管141之端部處的側向前驅物化學品入口131。饋入管141之第一分支141a係與第一前驅物化學品來源151流體連通。饋入管141之第二分支141b係與惰性或載氣源152流體連通。在某些示例性實施例中，第一前驅物化學品或第一前驅物化學品及載氣之混合物沿第一分支141a流至脈衝閥142之第一入口。脈衝閥142之定位係取決於實施方式。若存在外腔室120，則脈衝閥142可定位在外腔室120外側。惰性或載氣沿第二分支141b流至脈衝閥142之第二入口。控制系統160控制脈衝閥142，以便前驅物蒸氣(或前驅物蒸氣及載氣之混合物)或惰性氣體經由脈衝閥142之出口沿饋入管141流至入口131且自其流入反應空間111中。

【0086】在某些示例性實施例中，當在沉積循環中自一個步驟進行至另一步驟(例如，自前驅物脈衝至沖洗)時保持自所有入口至反應空間中之氣體流動速率不變。

【0087】在某些示例性實施例中，亦將另一化學品連接至多於一個反應室入口。此外，該些入口可藉由分離的入口或脈衝閥單獨地控制。如所提及的，存在多於一種前驅物化學品。在某些示例性實施例中，加熱(在中間空間121中，例如，藉由加熱器145，或分離地)流至反應空間111的例如前驅物化學品之至少一化學品。

【0088】在某些示例性實施例中，提供自反應室110之側面至基板表面上的第一前驅物化學品之進入流，及在傳遞過基板101之邊緣之後向下至排氣管線115或前管線的外出流。在某些示例性實施例中，排氣管線115係定位在基板101下方。

【0089】在某些示例性實施例中，化學品入口及任擇地饋入管係延伸至蓋113之內側中(參見圖5)處於基板之上，與US 8211235 B1中所描述類似。

【0090】在某些示例性實施例中，設備包含分離入口131、132、及133所需的脈衝閥，例如，其係附接至蓋113。

【0091】在某些示例性實施例中，亦如圖4中所展示，基板固持器102係相對於垂直對稱軸對稱地置放於反應室110或反應空間111之中心區域中。在某些示例性實施例中，排氣管線115係置放在反應室110之底部區段中。在某些示例性實施例中，排氣管線115或氣體移除歸因於對

稱原因對繞基板固持器102或基板101的任何處的氣體流動引起相等效應。

【0092】圖5展示根據本發明之某些其他示例性實施例對的諸如沉積或清潔設備之基板處理設備之示意性側視圖。圖5中展示的內容與圖4中展示的內容不同之處在於，圖5中展示的設備在側面上包含除反應室入口131等等外的頂部饋入部件590。在某些示例性實施例中，頂部饋入部件590係用於將能量以電漿自由基或光子之形式饋入反應空間111中，例如，以促進基板表面上之表面反應，例如，根據PEALD或光增強ALD。在其他情況下，結合圖4提出的描述可應用於圖5中說明的實施例。已結合圖1~圖3描述的內容亦適用於圖4及5中展示的實施例。其適於所描述結構及操作兩者。

【0093】圖6展示根據本發明之某些示例性實施例的方法之流程圖。在步驟601中，經由裝載路線將基板裝載至反應室中。在如圖4所示的示例性實施例中，裝載係例如經由裝載埠114及經由藉由提升蓋113形成的路線來發生。在如圖5所示的示例性實施例中，裝載係例如經由類似的裝載埠及經由藉由降下腔室形成的路線來發生，與相同申請人的同在申請中之專利申請案 PCT/FI2017/050071中所述類似。在步驟602中，執行ALD沉積序列，其中第一前驅物化學品自至少三個側向方向流入反應室或反應空間中以使得第一前驅物化學品每次僅自一個方向流動。在沉積之後，在步驟603中，將基板自反應室卸載。

【0094】當ALD化學品(諸如第一或第二前驅物化學品、載氣或沖洗氣體)以氣相釋放至反應室中時，較佳流動型式可取決於化學品及製程條件。在某些示例性實施例中，前驅物脈衝週期之開始不改變反應空間中之流體動力狀態。當通常 $> 0.1 \text{ mbar}$ 之壓力範圍係用於反應室內且反應空間內之流動為亂流時，此可為合乎需要的。在某些其他示例性實施例中，有意地使在開始時或在前驅物脈衝週期期間的流體動力狀態變化。例如，當壓力 $< 1 \text{ mbar}$ 下至 $1 \text{ }\mu\text{bar}$ 之壓力用於反應室內，且需要反應空間內之脈衝化學品之流動更為層流時，此可為合乎需要的。在某些示例性實施例中，藉由降低除釋放脈衝化學品(亦即，第一或第二前驅物化學品)之入口外的一或多個入口之流動速率來改變流體動力狀態。脈衝化學品相較於其中流體動力狀態不改變之情形在基板表面上達到較大區域，且在某些示例性實施例中，脈衝化學品作為在基板之上不產生亂流或旋轉之層流溢出基板。

【0095】在某些示例性實施例中，每一入口之流動速率係藉由定位於每一饋入管中之質量流量控制器控制。在某些示例性實施例中，除所論述的脈衝入口外的入口之流動速率在多個預定義值之間變化。例如，所有其他入口在沖洗步驟期間可具有 50 sccm 之流動速率，在第一前驅物化學品自一個方向之第一脈衝期間具有 40 sccm 之流動速率，且在相同化學品之第二脈衝期間具有 20 sccm 之流動速率。在某些示例性實施例中，相同化學品係自多個方向

(但每次自一個方向)脈衝，而其他入口之流動速率保持不改變。替代地，其他入口之流動速率在脈衝化學品自一個方向改變至另一方向之前改變。

【0096】在某些示例性實施例中，不同化學品(本文係表示為前驅物化學品A及B)係各自從不同入口饋入反應室(反應空間)中。然而，如相同申請人申請的公開專利申請案WO 2016102748(A1)所述，當能量係藉由光子或以其他方式自頂部以類似於圖5中展示者之配置饋入時，前驅物化學品B可為前驅物化學品A之載氣。在此種配置中，一個、兩個、三個或更多個入口可為前驅物化學品A及B所共用，而在化學品饋入管中在前驅物化學品A及B之間不具有不需要的化學反應。

【0097】另外，不同化學品例如具有不同反應性。在某些示例性實施例中，所有前驅物化學品不需自多個方向以脈衝輸送。例如，利用4個入口，有可能實現一解決方案，其中前驅物化學品A係自三個方向以脈衝輸送，且前驅物化學品B僅自一個剩餘方向以脈衝輸送。

【0098】在某些示例性實施例中，至少將一種前驅物化學品之入口以沿反應室或反應空間之水平周邊之相等分區進行劃分。在某些示例性實施例中，在周邊上存在六個側向入口，其中給三個用於脈衝前驅物化學品A(第一前驅物化學品)而剩餘三個脈衝前驅物化學品B(第二前驅物化學品)。就圖2而言，入口131~133可用以將前驅物化學品A釋放至反應空間中，而入口231~233用於將前驅物化學

品B釋放至反應空間中。在某些示例性實施例中，當不存在經由所關注入口的前驅物化學品脈衝時，存在經由該入口朝向反應空間的惰性(或沖洗)氣體流。

【0099】關於任何特定先前實施例之描述係直接適用於其他所揭示的實施例。關於所揭示設備之結構及操作兩者而言，此都適用。已在前文結合前驅物化學品之脈衝操作描述的教示內容可類似地適於所揭示設備內之沖洗操作。

【0100】在不限制申請專利範圍之範疇及解釋的情況下，本文揭示的示例性實施例中之一或多者的某些技術效應係列在下文。技術效應為相較於單一入口解決方案在處理大型基板時改良ALD沉積之均勻性。另一技術效應為相較於單一入口解決方案將高數量之氣相化學品遞送至基板。另一技術效應為藉由替代地將前驅物化學品自其釋放至反應室或反應空間中之方向循環來提供與當旋轉基板時類似的效應。

【0101】雖然習知方法已旋轉基板來減少不均勻性，但本發明所提出的實施例提供具有通向反應室的帶閥之另外化學品入口之反直覺方法。所提出的解決方案可在改良均勻性方面提供相同益處，而不使用顯著更昂貴的工具構造且無添加的粒子(如旋轉基板自身之情況)。另外，若基板例如為3D物體，則在所提出解決方案之實施例中氣體流動不會與其將可能在3D基板將在例如空間ALD腔室中旋轉時改變一樣類似地改變。

【0102】應注意，前文論述的一些功能或方法步驟可以不同的次序及/或彼此並行地執行。此外，上文所述功能或方法步驟中之一或多者可為任擇的或可加以組合。

【0103】前文描述已藉助於本發明之特定實施方式及實施例之非限制性實例提供，其為發明人預期的用於實施本發明的目前最佳模式之完整及資訊性描述。然而對熟習此項技術者明顯的是，本發明不限於上文提出的實施例之細節，但可在不背離本發明之特性的情況下使用等效手段在其他實施例中實施本發明。

【0104】此外，本發明之上文揭示實施例之一些特徵可在沒有對應使用其他特徵的情況下有利地使用。因此，前述描述應考慮為僅僅是本發明之原理的說明而不是本發明之限制。因此，本發明之範疇僅係藉由所附申請專利範圍限制。

【符號說明】

【0105】

100...(基板處理)設備

101...基板

102...基板固持器

110...反應室

111...反應空間

113...(反應室)蓋

114...裝載埠

115...排氣管線

- 120...外腔室
- 121...中間空間
- 131...第一入口；(側向)入口；反應室入口；側向前驅物化學品入口
- 132...第二入口；(側向)入口
- 133、231~233、331~333、431~433...(側向)入口
- 141...饋入管
- 141a...第一分支
- 141b...第二分支
- 142...脈衝閥
- 145...加熱器
- 151...第一前驅物化學品來源
- 152...惰性或載氣源
- 160...控制系統
- 300...方向
- 480...升降機
- 590...頂部饋入部件
- 601~603...步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種基板處理方法，其包含：

在一基板處理設備中提供具有一反應空間之一反應室；及

提供各自從不同方向指向該反應空間之一中心區域的至少三個側向前驅物化學品入口，該等至少三個側向前驅物化學品入口中之每一者提供用於一第一前驅物化學品至該反應空間之一單獨可關閉路線。

【請求項2】 如請求項1之方法，其包含：

在該反應空間中對一基板提供連續自飽和表面反應。

【請求項3】 如請求項1或2之方法，其中該等至少三個入口之該等指向方向中的三個方向，互相在部分程度上成相反關係。

【請求項4】 如請求項1或2之方法，其中提供用於一第一前驅物化學品至該反應空間之一可關閉路線的入口之數量為四個、五個、六個、七個、八個、或九個入口。

【請求項5】 如請求項1或2之方法，其中該等入口中之至少三者係均勻地分佈在對稱地圍繞該中心區域之一圓周上。

【請求項6】 如請求項1或2之方法，其中該第一前驅物化學品每次自一方向以脈衝方式進入該反應空間中。

【請求項7】 如請求項6之方法，其中脈衝方向在一脈衝週期期間改變或在相同前驅物化學品之連續脈衝週期

之間改變。

【請求項8】 如請求項1或2之方法，其包含：

打開用於一第一前驅物化學品自一第一方向經由一第一側向前驅物化學品入口進入該反應空間中之一路線，以便該第一前驅物化學品在一第一時間段期間經由該入口流入該反應空間中；及防止該第一前驅物化學品在該第一時間段期間經由其他入口流入該反應空間中；

打開用於該第一前驅物化學品自除該第一方向外的一第二方向經由一第二側向前驅物化學品入口進入該反應空間中之一路線，以便該第一前驅物化學品在一第二時間段期間經由該入口流入該反應空間中；及防止該第一前驅物化學品在該第二時間段期間經由其他入口流入該反應空間中；及

打開用於該第一前驅物化學品自除該第一方向及該第二方向兩者外的一第三方向經由一第三側向前驅物化學品入口進入該反應空間中之一路線，以便該第一前驅物化學品在一第三時間段期間經由該入口流入該反應空間中；及防止該第一前驅物化學品在該第三時間段期間經由其他入口流入該反應空間中。

【請求項9】 如請求項1或2之方法，其包含：

藉由一固定基板固持器運載一基板；及

藉由以一預定方式打開及關閉個別入口來向該基板提供相當於旋轉該基板之一效應。

【請求項10】 如請求項1或2之方法，其包含：

自該反應室之側面將該第一前驅物化學品之一進入流提供至基板表面上，且在傳遞過該基板之一邊緣之後將一外出流向下提供至排氣口。

【請求項11】 如請求項1或2之方法，其包含：

加熱流入該反應空間中的至少一化學品。

【請求項12】 如請求項1或2之方法，其包含：

提供一外腔室，該外腔室圍繞該反應室進而封閉在該反應室與該外腔室之間的一中間空間；及

將化學品饋入管經由該中間空間導向該反應室。

【請求項13】 如請求項1或2之方法，其包含：

向該反應空間提供對稱氣體流動分佈。

【請求項14】 如請求項1或2之方法，其包含：

在一沉積循環中自一個步驟進行至另一步驟時維持該反應室中之流體動力狀態不變。

【請求項15】 一種基板處理設備，其包含：

具有一反應空間之一反應室；及

各自從不同方向指向該反應空間之一中心區域的至少三個側向前驅物化學品入口，該等至少三個側向前驅物化學品入口中之每一者提供用於一第一前驅物化學品至該反應空間之一單獨可關閉路線。

【請求項16】 如請求項15之設備，其中該等至少三個入口之該等指向方向中的三個方向，互相在部分程度上成相反關係。

【請求項17】 如請求項15或16之設備，其中提供用

於一第一前驅物化學品至該反應空間之一可關閉路線的入口之數量為四個、五個、六個、七個、八個、或九個入口。

【請求項18】 如請求項15或16之設備，其中該等入口中之至少三者係均勻地分佈在對稱地圍繞該中心區域之一圓周上。

【請求項19】 如請求項15或16之設備，其包含：

經組配以運載一基板之一固定基板固持器；及

經組配以一預定方式打開及關閉個別入口以向該基板提供相當於旋轉該基板之一效應的一控制系統。

【請求項20】 如請求項15或16之設備，其中該第一前驅物化學品之一化學品饋入管線分支成一第一饋入管、一第二饋入管及一第三饋入管，其延伸至自該等不同方向指向該反應空間的相應第一側向前驅物化學品入口、第二側向前驅物化學品入口及第三側向前驅物化學品入口。

【請求項21】 如請求項20之設備，其包含在該第一饋入管、該第二饋入管、及該第三饋入管之每一者中的一單獨控制脈衝閥。

【請求項22】 如請求項15或16之設備，其包含：

經組配以加熱流入該反應空間中之至少一化學品的一加熱器。

【請求項23】 如請求項15或16之設備，其包含：

一外腔室，該外腔室圍繞該反應室進而封閉在該反應室與該外腔室之間的一中間空間；及

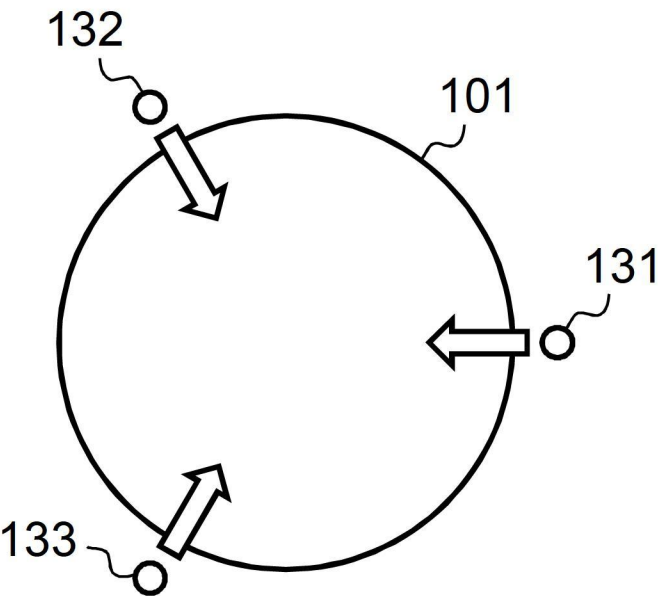
經由該中間空間導向該反應室的化學品饋入管。

【請求項24】 如請求項15或16之設備，其包含：

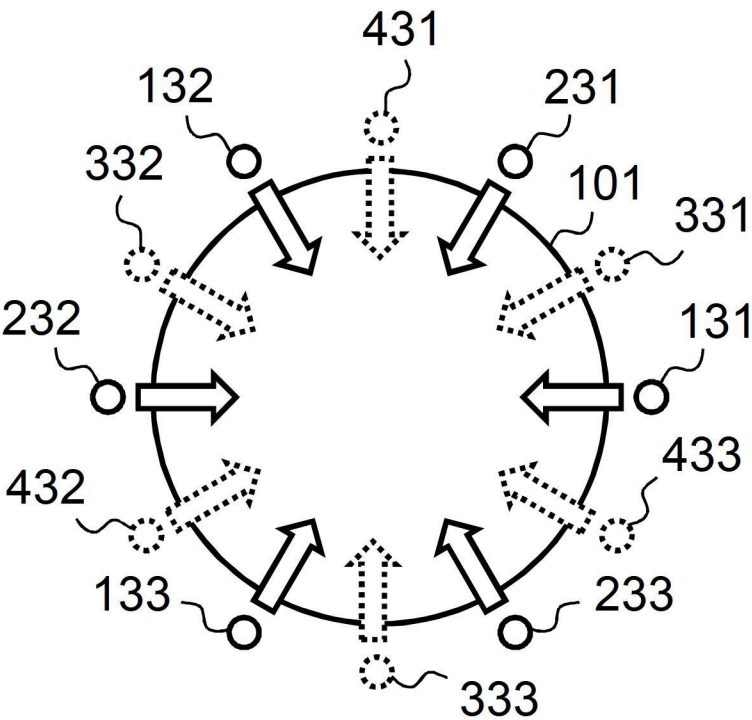
組配來在一沉積循環中自一個步驟進行至另一步驟

時維持該反應室中之流體動力狀態不變的一控制系統。

【發明圖式】

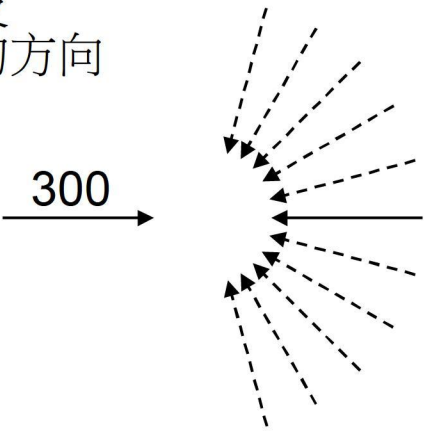


【圖1】



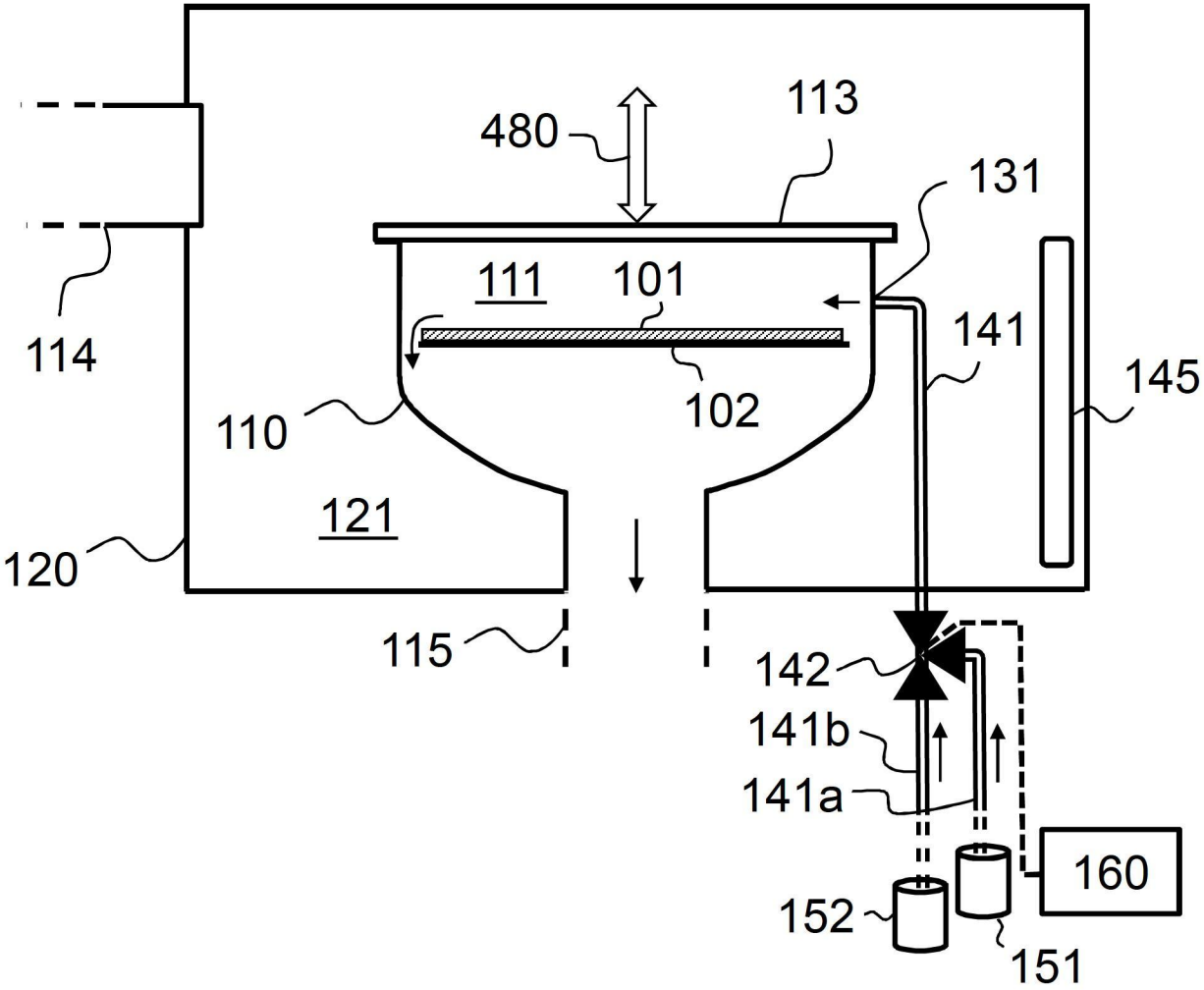
【圖2】

直接相反及
部分相反的方向

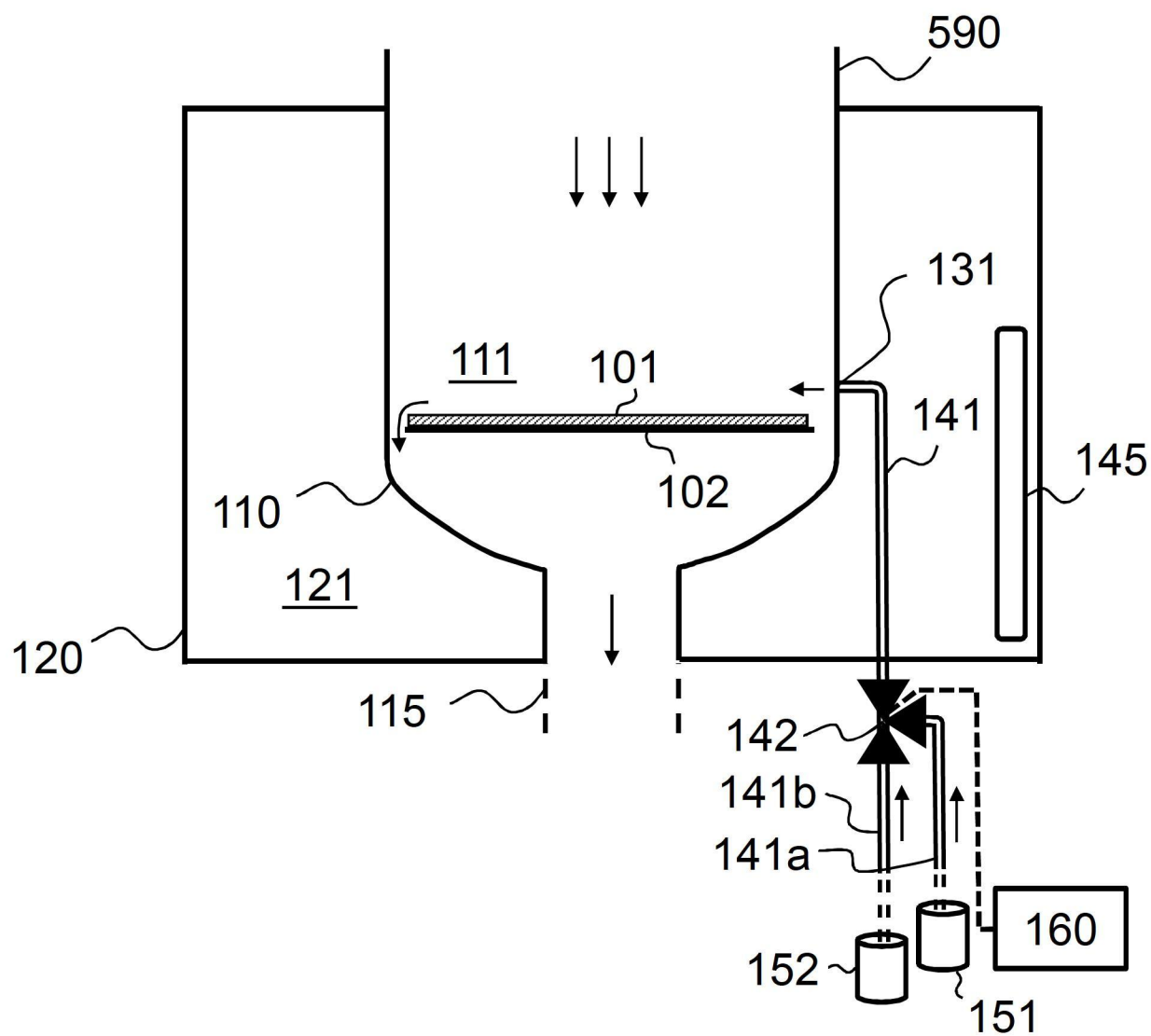


【圖3】

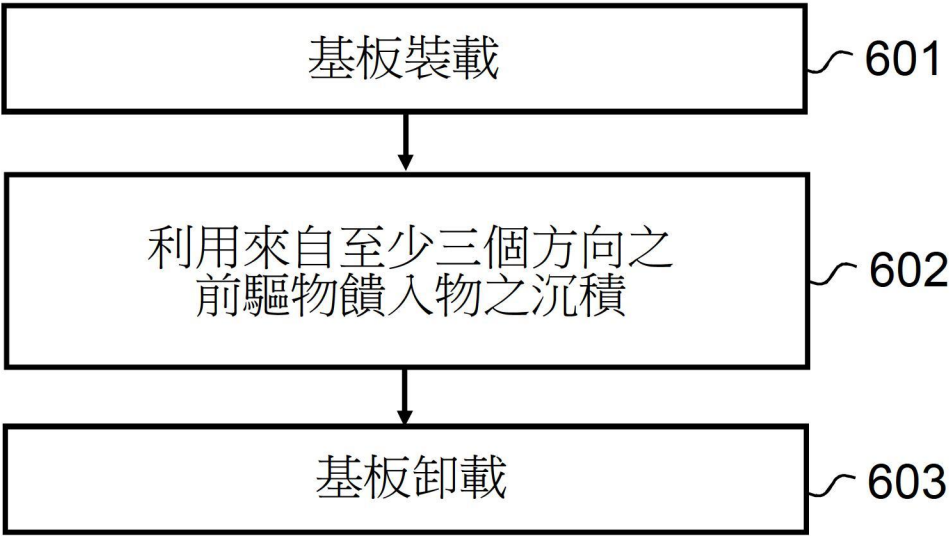
100



【圖4】



【圖5】



【圖6】