



(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 I880718 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 04 月 11 日

- (21)申請案號：113114870 (22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 06 月 05 日
- (51)Int. Cl. : **H01L23/467 (2006.01)** **H05B6/36 (2006.01)**
- (30)優先權：2019/06/07 美國 62/858,570
- (71)申請人：美商蘭姆研究公司(美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)
美國
- (72)發明人：羅伯茨 麥可 菲利浦 ROBERTS, MICHAEL PHILIP (US)；威廉斯 布萊恩 WILLIAMS, BRIAN (US)；亞雷茲 法蘭西斯柯 J JUAREZ, FRANCISCO J. (US)；巴特瑟 瑞秋 E BATZER, RACHEL E. (US)；謙德拉瑟哈蘭 拉密許 CHANDRASEKHARAN, RAMESH (IN)；飛利浦 理查 PHILLIPS, RICHARD (US)；楊諾亞 YANG, NUOYA (CN)；沃瑪克 喬瑟夫 L WOMACK, JOSEPH L. (US)；李 明 LI, MING (US)；錢駿 QIAN, JUN (CN)；洪圖 HONG, TU (CN)；穆勒洛克斯 斯基 MULLENAUX, SKY (US)
- (74)代理人：許峻榮
- (56)參考文獻：
- | | | | |
|----|----------------|----|----------------|
| US | 2002/0188376A1 | US | 2010/0107977A1 |
| US | 2017/0362713A1 | | |
- 審查人員：湯欽全
- 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：22 共 80 頁

(54)名稱

多站半導體處理中的可獨立調整流路傳導性

(57)摘要

本文提供用於獨立調整流路傳導性之方法及設備。一多站處理設備可包括處理腔室；複數製程站於該處理腔室中，其各自包括具有一進氣口之一噴淋頭；以及一氣體輸送系統，其包括一接合點及複數流路，其中每一流路包括一流量元件；包括一溫度控制單元，其與該流量元件熱性連接，且其呈可控制以改變流量元件之溫度；以及將製程站之對應進氣口流體連接至該接合點，使得該複數製程站之每一製程站透過不同流路流體連接至該接合點。

Methods and apparatuses are provided herein for independently adjusting flowpath conductance. One multi-station processing apparatus may include a processing chamber, a plurality of process stations in the processing chamber that each include a showerhead having a gas inlet, and a gas delivery system including a junction point and a plurality of flowpaths, in which each flowpath includes a flow element, includes a temperature control unit that is thermally connected with the flow element and that is controllable to change the temperature of that flow element, and fluidically connects one corresponding gas inlet of a process station to the junction point such that each process station of the plurality of process stations is fluidically connected to the junction point by a different flowpath.

指定代表圖：

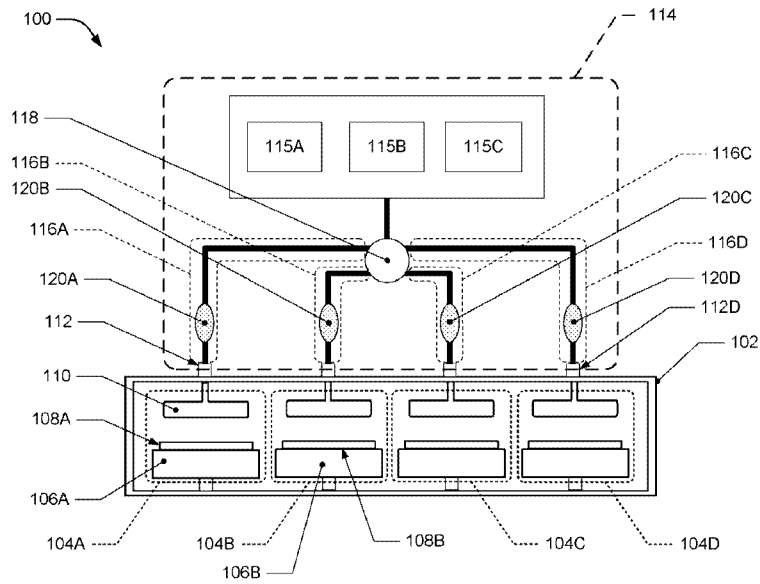


圖 1

符號簡單說明：

- 100:工具
- 102:處理腔室
- 104A:處理站
- 104B:處理站
- 104C:處理站
- 104D:處理站
- 106A:第一基座
- 106B:第二基座
- 108A:第一基板
- 108B:第二基板
- 110:噴淋頭
- 110A:噴淋頭
- 110B:噴淋頭
- 110C:噴淋頭
- 110D:噴淋頭
- 112:進氣口
- 112D:進氣口
- 114:氣體輸送系統
- 115A:方塊
- 115B:方塊
- 115C:方塊
- 116A:流路
- 116B:流路
- 116C:流路
- 116D:流路
- 118:接合點
- 120A:溫度控制單元
- 120B:溫度控制單元
- 120C:溫度控制單元
- 120D:溫度控制單元



I880718

【發明摘要】

【中文發明名稱】多站半導體處理中的可獨立調整流路傳導性

【英文發明名稱】INDEPENDENTLY ADJUSTABLE FLOWPATH

CONDUCTANCE IN MULTI-STATION SEMICONDUCTOR PROCESSING

【中文】

本文提供用於獨立調整流路傳導性之方法及設備。一多站處理設備可包括處理腔室；複數製程站於該處理腔室中，其各自包括具有一進氣口之一噴淋頭；以及一氣體輸送系統，其包括一接合點及複數流路，其中每一流路包括一流量元件；包括一溫度控制單元，其與該流量元件熱性連接，且其呈可控制以改變流量元件之溫度；以及將製程站之對應進氣口流體連接至該接合點，使得該複數製程站之每一製程站透過不同流路流體連接至該接合點。

【英文】

Methods and apparatuses are provided herein for independently adjusting flowpath conductance. One multi-station processing apparatus may include a processing chamber, a plurality of process stations in the processing chamber that each include a showerhead having a gas inlet, and a gas delivery system including a junction point and a plurality of flowpaths, in which each flowpath includes a flow element, includes a temperature control unit that is thermally connected with the flow element and that is controllable to change the temperature of that flow element, and fluidically connects one corresponding gas inlet of a process station to the junction point such that each process station of the plurality of process stations is fluidically connected to the junction point by a different flowpath.

第 1 頁，共 3 頁(發明摘要)

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100 : 工具
102 : 處理腔室
104A : 處理站
104B : 處理站
104C : 處理站
104D : 處理站
106A : 第一基座
106B : 第二基座
108A : 第一基板
108B : 第二基板
110 : 噴淋頭
110A : 噴淋頭
110B : 噴淋頭
110C : 噴淋頭
110D : 噴淋頭
112 : 進氣口
112D : 進氣口
114 : 氣體輸送系統
115A : 方塊
115B : 方塊
115C : 方塊

116A：流路

116B：流路

116C：流路

116D：流路

118：接合點

120A：溫度控制單元

120B：溫度控制單元

120C：溫度控制單元

120D：溫度控制單元

【發明說明書】

【中文發明名稱】 多站半導體處理中的可獨立調整流路傳導性

【英文發明名稱】 INDEPENDENTLY ADJUSTABLE FLOWPATH

CONDUCTANCE IN MULTI-STATION SEMICONDUCTOR PROCESSING

【技術領域】

【0001】 本發明係關於多站半導體處理中的可獨立調整流路傳導性。

【先前技術】

【0002】 在半導體處理操作期間，基板通常是支撐在處理腔室內之基座上，且製程氣體流進腔室內，以在基板上沉積一或更多材料層。在商業規模製造中，每一基板或晶圓含有要製造之特定半導體裝置的許多複製品，且需要許多基板來達到所需量的裝置。半導體處理操作之商業可行性大部分上是取決於製程條件之晶圓內均一性及晶圓間可重複性。據此，致力於確保給定晶圓之每一部分及每一被處理的晶圓都暴露於相同處理條件。處理條件及半導體處理工具之變化會引起沉積條件之變異，從而導致整個製程及產品有不可接受之變異。需有使製程變異最小化之技術及設備。

【0003】 本文所包含之背景及上下文描述僅為了整體上呈現本發明之脈絡而提供。本發明之許多部份呈現了發明人之成果，而僅因為此等成果被描述於背景章節中或在本文其他地方呈現為背景資料，並不意味其被承認為先前技術。

【發明內容】

【0004】本發明之系統、方法及裝置各自具有若干創新態樣，其中沒有單一者單獨導致本文所揭示之所欲屬性。此些態樣包括至少以下實施方式，儘管進一步實施方式可闡述於詳細描述中，或者可顯而易見於本文所提供之討論中。

【0005】在一些實施例中，可提供多站處理設備。該設備可包括一處理腔室；複數製程站於處理腔室中，其各自包括具有一進氣口之一噴淋頭；以及一氣體輸送系統，其包括一接合點及複數流路。每一流路可包括一流量元件；包括一溫度控制單元，其與該流量元件熱性連接，且其呈可控制以改變流量元件之溫度；以及將製程站之對應進氣口流體連接至接合點，使得該複數製程站之每一製程站透過不同流路流體連接至接合點。

【0006】在一些實施例中，該溫度控制單元可呈可控制以藉由溫度改變來改變其所熱性接觸之流量元件的流導性。

【0007】在一些實施例中，該溫度控制單元可包括一加熱元件，其配置成加熱其所熱性接觸之流量元件。

【0008】在一些此等實施例中，該加熱元件可包括一電阻加熱元件、一熱電加熱器、及/或一流體導管，該流體導管配置成使加熱流體於該流體導管流動。

【0009】在一些實施例中，每一噴淋頭可進一步包括一面板及一溫度控制單元，該溫度控制單元與噴淋頭熱性連接，並呈可控制以改變噴淋頭之一部分的溫度，以及每一流路可進一步將噴淋頭面板流體連接至接合點。

【0010】在一些此等實施例中，該溫度控制單元可與噴淋頭之一桿熱性連接，並呈可控制以改變該桿之溫度。

【0011】在一些此等實施例中，溫度控制單元可與該面板熱性連接，並呈可控制以改變該面板之溫度。

【0012】在一些此等實施例中，該噴淋頭可進一步包括一背板，以及該溫度控制單元與該背板熱性連接，並呈可控制以改變該背板之溫度。

【0013】 在一些此等實施例中，該噴淋頭可為一齊平安裝型噴淋頭。

【0014】 在一些實施例中，該溫度控制單元可至少部分地設置於其所位於之流量元件內。

【0015】 在一些實施例中，每一流路之流量元件可包括一閥，以及每一流路之溫度控制單元可呈可控制以加熱該閥來改變該閥之流導性。

【0016】 在一些實施例中，每一流路之流量元件可包括一單塊，以及每一流路之該溫度控制單元可呈可控制以加熱該單塊來改變該單塊之流導性。

【0017】 在一些實施例中，每一流路之流量元件可包括一氣體管線，以及每一流路之該溫度控制單元可呈可控制以加熱該氣體管線來改變該氣體管線之流導性。

【0018】 在一些此等實施例中，該接合點為一混合碗。

【0019】 在一些實施例中，每一流路之流量元件可包括一接頭，以及每一流路之該溫度控制單元可呈可控制以加熱該接頭來改變該接頭之流導性。

【0020】 在一些此等實施例中，該接頭可為三通接頭。

【0021】 在一些實施例中，每一流路可進一步包括兩溫度控制單元，以及每一流路中之每一溫度控制單元可與該流路之不同流量元件熱性接觸。

【0022】 在一些實施例中，該設備可進一步包括一控制器，其配置成以控制該多站處理設備來沉積一材料至該複數製程站處之基板上。對於流體連接至該複數製程站之第一站的第一流路，第一溫度控制單元可與第一流量元件熱性接觸；對於流體連接至該複數製程站之第二站的第二流路，第二溫度控制單元可與第二流量元件熱性接觸；以及該控制器可包括控制邏輯用於提供一基板於該等製程站之每一者處，同時沉積一第一材料層至第一站處之第一基板上以及一第二材料層至第二站處之第二基板上，以及在該沉積之至少一部分期間，保

持該第一流量元件在第一溫度，且第二流量元件在不同於該第一溫度之第二溫度。

【0023】 在一些此等實施例中，該保持第一流量元件在第一溫度可包括使第一溫度控制單元加熱第一流量元件至第一溫度，以及該保持第二流量元件在第二溫度可包括不使第二溫度控制單元加熱第二流量元件。

【0024】 在一些此等實施例中，該保持第一流量元件在第一溫度可包括使第一溫度控制單元加熱第一流量元件至第一溫度，以及該保持第二流量元件在第二溫度可包括使第二溫度控制單元加熱第二流量元件至第二溫度。

【0025】 在一些此等實施例中，該控制器可進一步包括控制邏輯用於在該沉積之至少一第二部分期間，保持第一流量元件在不同於第一溫度之第三溫度，且第二流量元件在不同於第二溫度之第四溫度。

【0026】 在一些此等實施例中，在該保持第一流量元件在第一溫度期間，第一流路可具有第一流導性，以及在該保持第二流量元件在第二溫度期間，第二流路可具有不同於第一流導性之第二流導性。

【0027】 在一些此等實施例中，在該保持第一流量元件在第一溫度期間，第一流路可具有第一流導性，以及在該保持第二流量元件在第二溫度期間，第二流路可具有實質上等於第一流導性之第二流導性。

【0028】 在一些此等實施例中，沉積於第一基板上之第一材料層可具有特性之第一值，以及沉積於第二基板上之第二材料層可具有特性之第二值，其實質上相同於該第一值。

【0029】 在一些進一步此等實施例中，該特性可為濕蝕刻速率、乾蝕刻速率、組成、厚度、密度、交聯量、反應完成度、應力、折射率、介電常數、硬度、蝕刻選擇性、穩定性或密閉度。

【0030】 在一些此等實施例中，沉積於第一基板上之第一材料層可具有特性之第一值，以及沉積於第二基板上之第二材料層可具有特性之第二值，其不同於該第一值。

【0031】 在一些此等實施例中，該沉積可進一步包括基板之溫度持溫、標示、流動前驅物、流動沖洗氣體、流動反應物氣體、產生電漿、及/或活化基板上之前驅物以因此沉積材料於基板上。

【0032】 在一些實施例中，提供在多站沉積設備中沉積材料於基板上之方法，該多站沉積設備具有帶有第一噴淋頭之第一站以及帶有第二噴淋頭之第二站。該方法可包括：提供第一基板至第一站之第一基座上；提供第二基板至第二站之第二基座上；同時沉積第一材料層至第一基板上以及第二材料層至第二基板上；以及在該同時沉積之至少一部分期間保持第一流路之第一流量元件在第一溫度，其中第一流路將接合點流體連接至第一噴淋頭，以及第二流路之第二流量元件在不同於該第一溫度之第二溫度，其中第二流路將接合點流體連接至第二噴淋頭。

【0033】 在一些實施例中，該保持第一流量元件在第一溫度可包括保持第一流路處於第一流導性，以及該保持第二流量元件在第二溫度可包括保持第二流路處於不同於該第一流導性之第二流導性。

【0034】 在一些實施例中，該保持第一流量元件在第一溫度可包括保持第一流路處於第一流導性，以及該保持第二流量元件在第二溫度可包括保持第二流路處於實質上相同於該第一流導性之第二流導性。

【0035】 在一些實施例中，該保持第一流量元件在第一溫度可包括加熱第一流量元件，以及該保持第二流量元件在第二溫度可包括不加熱第二流量元件。

【0036】 在一些實施例中，該保持第一流量元件在第一溫度可包括加熱第一流量元件，以及該保持第二流量元件在第二溫度可包括加熱第二流量元件。

【0037】 在一些實施例中，該方法可進一步包括：在提供第一基板及第二基板之前，提供第三基板至第一基座上；在提供第一基板及第二基板之前，提供第四基板至第二基座上；以及同時沉積第三材料層至第三基板上及第四材料層至第四基板上，而不保持第一流量元件在第一溫度，且不保持第二流量元件在第二溫度。第一基板上之第一材料層之特性與第二基板上之第二材料層之特性之間的第一非均一性，可小於第三基板上之第三材料層之特性與第四基板上之第四材料層之特性之間的第二非均一性。

【圖式簡單說明】

【0038】 本文所揭示之諸多實施方式在附圖之圖式中係以示例方式而非限制方式進行說明，其中相似參考符號是指相似元件。

【0039】 圖1繪出第一示例多站半導體處理工具。

【0040】 圖2繪出第二示例多站處理工具。

【0041】 圖3繪出用於在多站半導體處理腔室中執行膜沉積之第一示例技術。

【0042】 圖4繪出用於在多站半導體處理腔室中執行膜沉積之第四技術。

【0043】 圖5繪出用於在多站半導體處理腔室中執行膜沉積之第五示例技術。

【0044】 圖6繪出用於在多站半導體處理腔室中執行膜沉積之第六示例技術。

【0045】 圖7繪出用於透過ALD製程在基板上形成材料膜之示例操作序列的流程圖。

【0046】 圖8繪出兩基板之材料厚度圖。

【0047】 圖9繪出兩基板之折射率(RI)圖。

【0048】圖10繪出用於使用任何數量之製程在半導體基板上沉積膜的單站基板處理設備。

【0049】圖11繪出示例多站基板處理設備。

【0050】圖12A繪出根據揭示實施例之示例噴淋頭的等角視圖。

【0051】圖12B繪出圖12A之示例噴淋頭的剖面等角視圖。

【0052】圖13繪出示例齊平安裝型噴淋頭之剖面側視圖。

【0053】圖14繪出第三示例多站半導體處理工具。

【0054】圖15繪出示例熱控噴淋頭之等角視圖。

【0055】圖16繪出圖15之示例熱控噴淋頭的等角剖切圖。

【0056】圖17繪出圖15之熱控噴淋頭之一部分的等角局部分解圖。

【0057】圖18繪出圖17之熱控噴淋頭之該部分的另一等角局部分解圖。

【0058】圖19示出根據一些實施方式之氣體分佈歧管的等角剖面圖。

【0059】圖20示出根據一些實施方式之圖19示例氣體分佈歧管的分解圖。

【0060】圖21示出根據一些實施方式之圖19示例氣體分佈歧管之加熱板組件的示例俯視圖。

【0061】圖22示出根據一些實施方式之圖19示例氣體分佈歧管之冷卻板組件的示例俯視圖。

【實施方式】

【0062】具有多站處理腔室之半導體處理工具通常是透過使製程氣體從共同源流到接合點並接著通過各別(通常表面上相同)流路到達每一站處的氣體分佈裝置，而將製程氣體輸送至每一站。相同建立之流路間的流導性(flow conductance)已被發現因固有的變異性(例如製造公差內之變異性)而有所不同。此外，此些流路內之流導性已被發現其影響沉積在基板上之材料的特性，例如

材料厚度及折射率。儘管此等變異通常是夠小，以至於其不影響在較早技術節點中或單站反應器中執行半導體裝置製造操作的製程條件。然而，即使先前被認為是微小的流導變異，設計約束及先進的製造技術對此幾乎是不留空間。

【0063】 已發現元件的流導性可透過尤其調整元件的溫度來調整。據此，本文描述的是，用於調整流路內元件之一或更多流導性的技術及設備，以修改或調節流路之流動特性。此進而可用來調整沉積材料特性、及/或改善沉積材料特性之站間(station-to-station)匹配。為了改善站間匹配，可透過例如獨立地控制往不同站之不同管線中流量元件的溫度，而彼此獨立地調整往單個多站腔室之不同站之管線中流量元件的傳導性。

【0064】 如所提及的，不同流路中兩個表面上相同之流量元件的流導性可能因製造公差內的變異性而有所不同。透過調整此些元件之一者的溫度，元件之流導性被對應地調整，使得兩流量元件之流導性匹配。在另一示例中，相同處理腔室內之兩不同站處的沉積材料特性可能不同。對於該等站之其中一者，該站之流路中一流量元件的溫度可被調整，以調整該流路的流導性，調整該站處沉積材料特性，並更近地匹配其他站處的特性。在另一示例中，通過入口管線到製程腔室之流速或其他流動特性可能稍微偏離規格。為了將流動特性調整到規格範圍內，沿入口管線之元件的溫度可按計劃方式來調整。

【0065】 一些半導體製程係用於使用諸多技術來沉積一或更多材料層至基板上，例如化學氣相沉積(“CVD”)、電漿增強CVD(“PECVD”)、原子層沉積(“ALD”)、低壓CVD、超高CVD及物理氣相沉積(“PVD”)。CVD製程在晶圓表面上沉積膜，其透過使一或更多氣體反應物(亦稱為前驅物)流入反應器中，氣體反應物在其中進行反應(可選地在電漿輔助下，如在PECVD中)，以在基板表面上形成產物(通常為膜)。在ALD製程中，前驅物係輸送至晶圓表面，其在此處被晶圓吸附，接著透過化學或物理化學反應被轉化，以在基板上形成薄膜。電漿

可存在於腔室中以促進反應。ALD製程採用多個膜沉積循環，其每一者皆產生“離散(discrete)”膜厚度。

【0066】 ALD產生相對保形的膜，其原因是單個ALD循環僅沉積單個材料薄層，該厚度被進行本身成膜化學反應之前可吸附到基板表面上之一或更多膜前驅物反應物的量(即形成吸附限制層)所限制。多個“ALD循環”可接著用來建立所需厚度的膜，且由於每一層為薄且保形，故所得膜實質上符合底下裝置結構的形狀。在某些實施例中，每一ALD循環包括以下步驟：

1. 暴露基板表面於第一前驅物。
2. 沖洗基板所在之反應腔室。
3. 可選地透過暴露於高溫及/或電漿及/或透過暴露於第二前驅物來活化基板表面的反應。
4. 沖洗基板所在之反應腔室。

【0067】 每一ALD循環的持續時間可小於25秒或小於10秒或小於5秒。

ALD循環之一或更多電漿暴露步驟可為短的持續時間，例如1秒或更短之持續時間。前驅物暴露步驟可為類似短的持續時間。在如此短的持續時間中，精確控制引入製程腔室之氣體的流動特性非常重要。半導體裝置特徵部尺寸之不斷減小以及不斷增加複雜特徵部幾何形狀之使用(如在3D裝置結構中)使得此挑戰更加複雜。在此等應用中，膜沉積製程必須產生厚度被精確控制之膜，其通常具有高保形性(即使非平面，材料膜具有與底下結構之形狀相關的均勻厚度)。

【0068】 為了本發明之目的，關於可相互連接以形成流體連接之容積、氣室、孔等，使用術語“流體連接”，其類似關於連接在一起以形成電性連接之組成件而使用術語“電性連接”的方式。若使用術語“流體插置”，則可用來指與至少兩其他組成件、容積、氣室或孔流體連接之組成件、容積、氣室或孔，使得從該等其他組成件、容積、氣室或孔中之一者流向該等其他組成件、容積、氣室或

孔中之另一者的流體在到達該等組成件、容積、氣室或孔中之另一者之前先流過“流體插置”的組成件。例如，若將泵流體插置於容器與出口之間，則從容器流至出口之流體將在到達出口之前先流過泵。

1. 流導性介紹

【0069】 當流體透過流路從一氣室流向另一氣室時，該流路呈現出阻礙流體流動的限制。流體流動的相對難易程度被視為傳導性或流導性，其一般是以下列方程式表示： $C = \frac{Q}{P_u - P_d}$ ，其中C為傳導性，Q為流速， P_u 為流路上游之壓力， P_d 是流路下游的壓力。流導性類似於電導率，流速類似於電流，且壓力差類似於電壓差。類似於電導率，流導性之倒數可視情況為阻率、流阻率或電阻率。因此，流路本身可說是具有流導性及流阻率。對於具有多個串聯連接之元件及壓差的流路，該流路之淨傳導性為各個傳導性之倒數總和的倒數。類似地，淨阻率為阻率之總和。

【0070】 多站處理工具通常具有單個處理腔室，其包括多個站，例如2、4、6或8個站，基板可在其中同時進行處理。每一站一般包括基板支撐結構，例如基座或靜電吸盤，以及用於將製程氣體輸送至該站處基板的噴淋頭。多站處理工具通常亦包括氣體輸送系統，其具有氣體(或液體)源、閥、氣體管線、以及配置成將製程氣體傳輸至每一站之噴淋頭的其他流量元件，每一噴淋頭配置成以相對均勻的方式分佈製程氣體至站中基板各處。氣體輸送系統之一部分包括複數流路，每一流路將一對噴淋頭流體連接至一共同接合點。通常期望在所有站中建立相同且均一的流動條件，使得此些站處之並行處理在站之間產生均一的處理結果。因此，流路通常盡可能地構造成相同，使得接合點(例如混合腔室)與噴淋頭之間的氣流盡可能地相似。例如，更多氣體傾向於流過較高傳導性之流路，若流路之流導性不匹配，則會導致在對應處理站處之流動不匹配。

【0071】 在一些情況中，每一流路可視為包括噴淋頭本身；因此，每一流路可延伸於共同接合點與噴淋頭到處理站之流體連接之間。站中之噴淋頭亦可類似於彼此地構造，以在站中及站間建立均一的流動條件。

【0072】 儘管使用相同的組成件及設計，但許多流路因許多原因而具有不同的傳導性，例如流路內流量元件之固有變異，甚至相當小的變異，而此些差異會不利地影響處理特性及晶圓均一性。例如，流路中所使用的閥因製造公差(例如 $\pm 3\%$)可能具有可變的流導性。此變異在一些應用中阻礙了對通過該流路之流導性進行足夠嚴格的控制，且相較於其他流路，亦可能導致在該流路中有不同的流動。當額外流量元件(每一者具有其自有的可變流導性)包含於流路中時，流路以及流路之間的流導變異性則複雜化。作為示例，單個流路可含有多個依序佈設的閥。因此，其對於具有調整流路中一或更多流量元件之流導性的能力是有利的，以尤其解決各個元件及整個流路之流導變異。

【0073】 另外，因流路之流導性偏離精確指定流導性而導致偏離精確指定流動特性(例如，流速)可能會影響沉積在基板上之材料的一或更多特性，例如材料的厚度及/或折射率(“RI”)。例如，如下更詳細地討論，增加流路之流導性可減小所得材料厚度並可增大所得RI。當然，其他沉積膜特性亦可能受到影響。示例包括組成、結晶度、內應力、消光係數、介電常數、密度、介電崩潰電壓及其類似者。調整流路中一或更多流量元件之流導性可允許對這些特性中之任一者或更多者進行微調。又，透過允許對供至多站腔室之不同站之不同輸入管線的流導性進行獨立調整，則可實施該等方法及設備以減少站間之非均一性。

II. 流導性調整

【0074】 根據某些實施例，通過流量元件之流導性係透過改變流量元件之溫度來調整。在一些情況中，隨著溫度升高，流導性減小，且流阻性增大，其原因為，如根據理想氣體定律之一級近似(first approximation)，壓力隨溫度升高

而增加，且由於氣體黏度隨溫度升高而趨於增加。另，由於熱膨脹所引起之流量元件之幾何形狀改變，流導性可能隨溫度升高而增加或減少。例如，受熱管可膨脹並變大，其可增加通過該管之流導性。在另一示例中，閥之受熱聚合物閥座亦可膨脹，其可能限制通過該閥的流導性。

【0075】 據此，本文所述之設備及技術調整流路之流量元件的溫度，以調整通過此些流量元件的流導性，調整沉積材料的特性，並降低站間的變異。圖1繪出第一示例多站半導體處理工具(下稱為“工具”)。該工具100包括具有四個處理站104A-104D(每一者由虛線框圍出)的處理腔室102；每一站包括基座106(有基板108A在基座106A上)及具有進氣口112之噴淋頭110；此些項目標於處理站104A中。

【0076】 工具100亦包括與每一處理站104A-104D流體連接之氣體輸送系統114，用於輸送製程氣體至噴淋頭110，其可包括液體及/或氣體，例如膜前驅物、載體及/或沖洗及/或製程氣體、次級反應物等。氣體輸送系統114可包括其他特徵，其圖形表示為方塊115A-115C，例如一或更多氣體源、混合容器及用於汽化將被供應至混合容器之液體反應物的汽化點，以及用以引導並控制整個氣體輸送系統114中氣體及液體流動之閥及氣體管線。噴淋頭朝處理站處之基板分佈製程氣體及/或反應物(例如，膜前驅物)。

【0077】 亦如圖1中所見，氣體輸送系統114包括四個流路116A-116B，其各自流體連接至接合點118及對應處理站之進氣口112。例如，流路116A流體連接至接合點118及處理站104A之進氣口112並跨於其間，使氣體從接合點118通過流路116A流到進氣口112；此些流路中之每一者從接合點118延伸至進氣口112。此些流路由虛線形狀圍出，其示為說明性呈現，而非氣體輸送系統之準確、精確示意圖。接合點118可視為氣體輸送系統中的共用點，兩個或更多之各別流路或支路從該共用點向外分支至各別處理站。在一些實施例中，此可視為往處理

站之相同或幾乎相同流路開始的點。在一些實施例中，可有多個接合點或子接合點，使得一些流路在第一接合點開始，而其他流路在第二接合點開始。參考圖1，流路116A及116B可從第一接合點延伸，而流路116C及116D可從不同的第二接合點延伸至其各自的處理站。如下所述，在一些實施例中，每一流路可進一步包括對應的噴淋頭，使得每一流路跨於接合點118與每站中每一噴淋頭上之一或更多點，例如噴淋頭與處理站氣室容積之間的流體連接。

【0078】 在一些實施例中，如圖1所繪示，進氣口112可視為在處理腔室102的外部。在此些實施例中，流路可視為位於處理腔室的外部。在一些其他實施例中，進氣口可在處理腔室102內部或部分在內部，且在此些實施例中，流路可延伸於處理腔室102內部或部分在內部。

【0079】 每一流路亦包括溫度控制單元，其配置且可控制或改變該流路內流量元件的溫度。如圖1中所見，流路116A-116D各自分別具有單個溫度控制單元120A-120D。在一些實施例中，溫度控制單元可配置成加熱流量元件，並可包括加熱元件，例如電阻加熱器、熱電加熱器或使加熱流體流動之流體導管。在一些實施例中，溫度控制單元亦可配置成冷卻流量元件，例如透過其具有使冷卻流體可流過之流體導管。溫度控制單元可設置在流量元件上、周圍或內部。例如，溫度控制單元可為加熱器套，且可透過包裹在管路或閥上而設置在流量元件上；在另一示例中，溫度控制單元可為電阻加熱元件，其透過嵌於流體流過之管道或閥或塊內而設置在流量元件內。

【0080】 如所述，在一些實施例中，溫度控制單元可設置在流量元件(溫度控制單元在其上操作)之內部或至少部分地在內部。在一些實施例中，溫度控制單元之至少一部分嵌於流量元件之一部分內。例如，電阻加熱元件或加熱流體導管可嵌於管路之壁內或閥之主體內。在一些情況中，溫度控制單元之嵌入部設置於使得其不接觸流體。例如，嵌入管壁之電阻加熱元件可能不延伸穿過內

管壁而進入氣體流動的管內部。流體導管可為通道，例如管道或管，流體可流過其之，且流體被加熱至升高溫度，例如，高於環境溫度的溫度，其可至少與流體導管之所欲溫度一樣高，例如至少80°C、100°C或110°C。加熱流體可為受熱氣體(例如，惰性氣體，如氫或氮)或受熱液體(例如，水、乙二醇/水混合物、烴油或製冷劑/相變流體)。

【0081】 透過調整流量元件的溫度，例如透過加熱，溫度控制單元進一步配置且可控制或調整該流量元件之流導性。如上所述，改變一些流量元件的溫度，例如管路或閥，即可改變通過該流量元件之流導性。使用溫度來控制流導性是有利的，因為一般來說，一旦元件被製造或安裝，流量元件之流導性就不能改變。例如，閥之流導性通常在其製造後就固定了，因此無法“立即”調整。例如，如上所述，大多數閥具有製造公差，例如 $\pm 3\%$ ，其在沒有閥之物理改變下一般是無法改變。然而，如本文所述調整閥之溫度可調整閥的流導性，以減小其變異，例如將其減小至小於或等於 $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 或 $\pm 0.5\%$ 。

【0082】 雖然工具100示為具有四個站，但工具之其他實施例可具有更多或更少的站，例如2、6、8或10個站。此些工具可配置為相同，使得每一處理站具有在該站與接合點之間延伸的對應流路，並包括至少一溫度控制單元。在一些實施例中，每一流路可具有多於一個溫度控制單元，且每一流路可具有多個且不同的流量元件。

【0083】 例如，在如圖1中所繪示之一些實施例中，工具100可具有單個接合點118，其視為混合碗，製程氣體在其中流動並混合。連接至混合碗118可能是四個相同(或意指除了例如較小構造及製造差異以外的相同)流路116A - 116D，雖然在圖1中並未將其示為相同，其每一者延伸至對應處理站處之進氣口，如上所述。例如，流路116A從混合碗118延伸至處理站104A的進氣口112；類似地，流路116D從混合碗118延伸至處理站104D的進氣口112D。在一些此等

實施例中，此些流路可包括配管元件而沒有閥。每一溫度控制元件可為設置在用於流路之管一部分周圍的加熱器。此部分可視為沿管之部分或全部外周緣之周緣部分，以及沿管之部分或全部長度之縱向部分。

【0084】 在一些其他實施例中，該工具可具有包括可被溫度控制之多個不同流量元件的流路。圖2繪出第二示例多站處理工具。在此，工具200包括與圖1相同之四個處理站204A-204D，但氣體輸送系統214之四個流路不同。每一流路216A-216D(僅有其中一者標示於虛線形狀內)延伸於接合點218與對應處理站之進氣口212之間。每一流路亦包括多個流量元件，例如標為流路216A者包括閥222、單塊224(附接有其他流量組成件，如第二閥226及質量流量控制器228)、及一或更多氣體管線230。雖然未標示，但其他三個流路216B-216D包括此些相同的流量元件。如進一步所示，溫度控制單元220可設置在此些流量元件中之一或更多者之上或之內。例如，如圖2中所見，溫度控制單元220設置於閥222上，單塊224內及氣體管線230上。溫度控制單元可透過調整該流量元件的溫度來調整此些元件中之每一者的流導性。雖然未示於圖1或2中，在一些實施例中，每一流路可包括可被溫度控制之其他流量元件，例如接頭，包括三通接頭，其在流路內的接合點(除了接合點118以外)處；此可能包括流路內兩個或三個管線之間接合處的接頭。如其他流量元件，溫度控制單元可設置於此些其他流量元件之上或之內，其可配置成透過調整該流量元件之溫度來調整此些元件中之每一者的流導性。

【0085】 如上所述，每一流路可進一步包括對應的噴淋頭，且每一噴淋頭之流導性可透過控制一或更多態樣之噴淋頭的溫度而為可調整的。本文所述之噴淋頭可包括由背板及面板界定之氣室容積，該面板朝向半導體處理容積(半導體基板可在其中進行處理)的前面。面板可包括複數氣體分佈孔，其允許氣室容積中之氣體流過面板並進入基板與面板之間(或支撐晶圓之晶圓支撐件與面板之

間)的反應空間。類似於氣體流過之其他流量元件，噴淋頭之一些特徵(例如內表面的構造以及背板及/或面板的特徵)以及通孔的構造(例如，其直徑及彼此間間距)可能會影響並限制通過噴淋頭之氣流。控制一或更多態樣之噴淋頭的溫度可調整通過噴淋頭的流導性，以例如引起更均勻流過噴淋頭及/或降低晶圓非均一性。

【0086】噴淋頭通常分為以下大類：齊平安裝型(flush-mount)及枝形燈架型(chandelier-type)。齊平安裝型噴淋頭通常整合於處理腔室之蓋體中，即，噴淋頭既充當噴淋頭又作為腔室蓋。枝形燈架型噴淋頭不充當為處理腔室的蓋體，而是透過桿懸掛在其半導體處理腔室內，該桿用於將此等噴淋頭與此等腔室之蓋體連接，並對將被輸送至此等噴淋頭之處理氣體提供一或複數條流體流路。圖1、2、12及14中之噴淋頭示為枝形燈架型噴淋頭。在一些實施例中，本文所述之任一噴淋頭可為齊平安裝型噴淋頭。

【0087】圖12A繪出根據揭示實施例之示例噴淋頭的等角視圖，圖12B繪出圖12A之噴淋頭的剖面等角視圖。圖12B之剖面圖是沿圖12A中之剖面線A-A截取。噴淋頭1210為具有桿1218之示意性枝形燈架型噴淋頭。在此些圖中，噴淋頭1210包括具有氣室入口1203之背板1202及連接至背板1202之面板1204。噴淋頭1210之進氣口1205可視為氣體流入噴淋頭1210之桿中的點；此進氣口1205可視為本文所述之進氣口，例如圖1、2及13之進氣口112及212。背板1202及面板1204一起部分地定義出噴淋頭1210內之氣室容積1208，且在一些情況下，擋板(未示出)可設置在氣室容積1208內。背板1202及面板1204在噴淋頭內可設置成彼此相對，使得其具有相互面對的表面。面板1204包括部分地定義氣室容積1208並面向背板1202之背表面1212，以及配置成面對設置於處理腔室內之基板的前表面1214。面板1204亦包括複數通孔1216(在圖12B中標出一個)，其從背表面1212

穿過面板1204延伸到前表面1214，並允許流體從氣室容積1208行進至噴淋頭1210的外部並到達基板上。

【0088】 一些噴淋頭可包括一或更多溫度控制單元，以控制一或更多態樣之溫度，並因而調整噴淋頭的流導性。圖12A及12B之噴淋頭包括溫度控制單元，其可用於控制噴淋頭的溫度。在一些實施例中，噴淋頭1210可包括一或更多溫度控制單元，其配置成控制噴淋頭桿1218的溫度。在一些情況中，控制噴淋頭之節流元件(如氣室容積1208及該複數通孔1216)上游之桿的溫度因而控制其流導性之作法，使得通過噴淋頭能有更精確且均一之流導性控制及調整。如圖12A及12B中代表示出，噴淋頭1210包括設置在桿1218上之一溫度控制單元1220A，以加熱、控制桿1218的溫度並因而控制桿1218的流導性。溫度控制單元1220A可為單個單元或複數單元。溫度控制單元1220A可包括設置於桿1218周圍及/或內部之一或更多電阻加熱器、設置於桿1218周圍或內部並配置成使熱傳導流體(例如經加熱的水)流動以加熱桿之一或更多流體導管、或設置在桿1218之孔中的一或更多插裝加熱器。

【0089】 在一些實施例中，溫度控制單元1220A亦可包括一或更多冷卻元件，其配置成主動地冷卻該桿1218，例如設置於桿1218周圍或內部並配置成使熱傳導流體(例如經冷卻的水)流動並冷卻該桿1218之一或更多流體導管。在一些此等實施例中，溫度控制單元1220A可具有兩個部分，第一部分作為配置成加熱該桿1218之加熱部分，第二部分作為配置成冷卻該桿1218之冷卻部分。此些部分中之每一者均可包括部分子集，例如第一部分包括多個加熱元件。

【0090】 圖15繪出示例熱控噴淋頭之等角視圖；圖16繪出圖15之示例熱控噴淋頭的等角剖切圖。在圖15及16中，示出噴淋頭1500。噴淋頭1500包括面板1514，其於底側中可具有大量的氣體分佈孔1544(未見於圖15中，但見於圖16)。面板1514可與背板1546連接，背板1546又可透過桿1512且在一些實施方式中透

過桿基部1518而與冷卻板組件1502結構連接且熱性連接。桿1512可包括一或更多孔，例如槍鑽孔，其尺寸可設計成以接收例如插裝加熱器或加熱器元件1510。在所繪之示例噴淋頭1500中，有三個加熱器元件1510，其沿著桿1512之進氣口1504的三側設置，並沿中央氣體通道1538之幾乎整個長度延伸(見圖16)。在一些實施方式中，可提供額外孔或洞，其延伸到相似深度並可配置成接收溫度探針，例如熱電偶，其可插入其中以測量噴淋頭1500中靠近氣體分佈氣室的溫度。

【0091】 冷卻板組件1502可如所示具有分層構造，雖然其他實施方式可使用其他製造技術(例如積層製造或鑄造)來提供類似結構。冷卻板組件1502可包括蓋板1532，其例如透過擴散接合或硬焊而接合至第一板1526，第一板1526又接合至第二板1528，第二板1528又接合至第三板1530。將理解的是，儘管此等結構在本申請中稱為“板”，但其可包括延伸背離原本整體上呈平坦表面之特徵，而使“板”具有3維結構，其使該等結構有非平面外觀。

【0092】 冷卻板組件1502可包括內部冷卻管道1536，其整體地圍繞桿1512延伸，且其可流體連接於冷卻板組件1502內，以使冷卻劑從冷卻劑入口1506流過其中，隨後在流到冷卻劑出口1508之前流過外部冷卻管道1534(其可環繞(或至少部分地環繞)內部冷卻管道1536)。

【0093】 當噴淋頭1500安裝在半導體處理系統中時，其可連接至幾個額外系統。例如，加熱器元件1510可與加熱器功率源1564連接，該加熱器功率源可在控制器1566之指引下提供電力至加熱器元件1510。控制器1566可例如具有一或更多處理器1568及一或更多記憶體裝置1570。一或更多記憶體裝置(如本文稍後所討論)可儲存用於控制該一或更多處理器以執行諸多功能或控制硬體之諸多其他部件之電腦可執行指令。

【0094】 圖17及18繪出圖15之熱控噴淋頭之一部分的等角局部分解圖。在圖17及18中，蓋板1532及第一板1526均已被移除，從而顯露冷卻板組件1502內

之冷卻流路。如所見，中央氣體通道1538可位於緊鄰加熱器筒1510，其可用於提供熱予中央氣體通道1538內流動的氣體。內部冷卻管道1536及外部冷卻管道1534清楚可見。如所見，外部冷卻管道1534係由第一板1526及第二板1528(其在組裝諸多板時對齊)中之兩個匹配管道形成。外部冷卻管道1534可延伸圍繞中央氣體通道1538之全部或幾乎全部(例如約300°弧)。外部冷卻管道1534之一端可與內部冷卻管道1536流體連接，其可允許流過內部冷卻管道1536之冷卻劑隨後流過外部冷卻管道1534而不離開冷卻板組件，且接著通過冷卻劑出口1508。

【0095】如圖18中可見，第一板1526具有第一表面，其接合至第二板1528之第二表面，以形成冷卻板組件的一部分。該第一表面可視情況地包括上述匹配管道中之一者以及複數凸部1540，其每一者可被置入且尺寸設計成突出進入內部冷卻管道1536之對應或相似形狀的部分中，因而形成具有非常薄之U形剖面的流體流動通道，其一般使流過內部冷卻管道1536之流體在凸部所在區域中加速，因而增加此等區域中冷卻流體之雷諾數(Reynolds number)，並增加冷卻流體與內部冷卻管道1536之壁之間以及冷卻流體與凸部1540之間的熱傳導；此增加了內部冷卻管道1536之冷卻效率。

【0096】凸部1540可將尺寸設計為使得內部冷卻管道1536底部與凸部1540接觸面(facing surface)之間間隙大致相同於，內部冷卻管道1536側壁與凸部1540接觸面或側壁之間間隙。例如，在示例噴淋頭1500中，內部冷卻管道1536側壁與凸部1540接觸面或側壁之間間隙約1 mm，而內部冷卻管道1536底部與凸部1540接觸面之間間隙約1.3 mm。凸部1540在該示例中從第一板1526延伸約14 mm；此導致內部冷卻管道具有約7.2立方厘米的容積。相比之下，外部冷卻管道(其具有約6 mm之高度及約6.3 mm之寬度)具有約9.6立方厘米之容積；冷卻板組件內之入口及出口的容積分別貢獻額外約1.4立方厘米及0.8立方厘米。在此等佈設中，可將每分鐘約3800至5700立方厘米之冷卻劑流供應至冷卻

管道，從而導致冷卻板組件1502之冷卻管道內每分鐘約有200至300次完全替換之冷卻流體；冷卻流體，例如水、氟化冷卻劑(例如來自Solvay之Galden®PFPE)或其他冷卻液。此可允許冷卻板組件得以保持在約20°C至60°C的溫度，而噴淋頭面板1514保持在約300°C至360°C的溫度，例如350°C。將理解的是，以上關於示例噴淋頭1500所討論之特定尺寸及性能特質並非旨在進行限制，且具有不同尺寸及性能特質之其他噴淋頭亦可落入本發明之範圍內。

【0097】 將進一步注意的是，凸部1540從第一板1526朝面板1514向下延伸。因此，來自面板1514及桿1512之熱可沿著內部冷卻管道1536之側壁而流向第一板1526，以及從第一板1526流至凸部1540之端處(即在相反的方向上)。此可能對流過內部冷卻管道之冷卻劑的熱化有平衡的效果，因為內部冷卻管道1536側壁之溫度梯度在內部冷卻管道1536底部處(即最靠近面板1514)可能為最高且在內部冷卻管道1536之頂部附近(即最靠近第一板1526)為最低，而凸部1540中之溫度梯度則可反轉，即在第一板1526附近為最高溫度且內部冷卻管道1536之底部附近為最低溫度。此促進了更有效的熱傳導。

【0098】 如圖12B中進一步所示，噴淋頭1210之面板1204可額外地或可替代地包括一或更多溫度控制單元1220B，其配置成對面板1204進行加熱、冷卻、或其兩者。此些溫度控制單元1220B可包括設置於面板1204內而與面板1204直接接觸及/或熱性連接至面板1204之一或更多電阻加熱器。當溫度控制單元1220B與面板1204熱性連接時，亦如本文中總體上所述，熱能配置成直接於此些項目之間傳播或間接通過插置於溫度控制單元1220B與面板1204之間的其他導熱材料，例如導熱板(例如，包括金屬)。可替代地，或額外地，溫度控制單元1220B可包括一或更多流體導管，其設置於面板1204內或與面板1204熱性接觸，並配置成使熱傳導流體(例如經加熱的水及/或經冷卻的水)流動，並加熱及/或冷卻面板1204。

【0099】圖19示出根據一些實施方式之氣體分佈歧管1906(例如噴淋頭)的等角剖面圖。氣體分佈歧管1906可含有多種組成件。例如，氣體分佈歧管1906可包括面板組件1908，其可與溫度控制組件1912導熱接觸；溫度控制組件1912與真空歧管1910導熱接觸，真空歧管1910與面板組件1908導熱接觸。溫度控制組件1912可包括冷卻板組件1920、加熱板組件1914(其偏離冷卻板組件1920以形成間隙1916)、以及分佈在間隙1916內之複數熱扼流圈1918，其每一者將於下進一步詳細描述。

【0100】圖20示出根據一些實施方式之圖19氣體分佈歧管1906的分解等角剖面圖。圖20分別示出氣體分佈歧管1906之一些組成件及特徵，例如熱扼流圈1918，其可見於圖20中在冷卻板組件1920與加熱板組件1914之間。

【0101】熱扼流圈1918可在冷卻板組件1920與加熱板組件1914之間提供可配置之導熱通道。在一些實施方式中，熱扼流圈1918可配置以使由氣體分配歧管1906執行之半導體製造操作所需的指定熱量散逸。

【0102】如圖20所示，每一熱扼流圈1918可包括間隔物1974。每一間隔物可包括中心區域1976，且每一熱扼流圈1918可包括穿過中心區域1976之螺栓1978。熱扼流圈1918可基於所需熱導率而由各種材料組成。例如，為了減小熱導率，熱扼流圈1918可由銅、鋁、鋼或鈦組成。熱扼流圈1918在整個實施方式中可作尺寸上變化，其取決於期望多少散熱量。然而，熱扼流圈1918在平行於圖3第二外表面之平面中之總剖面面積(包括間隔物1974及螺栓1978)可介於第一外表面1926之表面積的1.7%至8.0%，例如，面板組件面向熱扼流圈且與溫度控制組件或真空歧管組件傳導接觸之表面積的1.7%至8%。

【0103】如上所述，圖19之氣體分佈歧管1906可包括加熱板組件1914。圖21示出根據一些實施方式之圖19氣體分佈歧管1906之加熱板組件1914的示例俯視圖。加熱板組件1914可包括例如可傳導熱之加熱板，例如標準鋁板。可透過

電阻加熱元件1988將熱提供至板，該電阻加熱元件1988嵌於板中或設為與板緊密熱接觸，例如透過壓入已加工到板中之曲折槽中，如所示。例如，電阻加熱元件1988可具有金屬外殼，其具有將電阻組成件(例如鎳鉻合金線之線圈)與殼分開之內部絕緣體(例如氧化鎂)。可透過供應變化電流通過電阻加熱元件1988，來改變提供至加熱板組件1914之熱。此加熱板組件1914配置成加熱面板組件108。

【0104】 圖19之氣體分佈歧管1906可包括冷卻板組件1920。圖22示出根據一些實施方式之圖19氣體分佈歧管1906之冷卻板組件1920的示例俯視圖。冷卻板組件1920可包括冷卻通道1980。冷卻液(例如水)可流過冷卻通道1980，以對面板組件1908提供熱控制。舉例來說，溫度範圍為15至30攝氏度之冷卻水可流過冷卻通道1980，以使面板組件1908之溫度保持在200至300攝氏度範圍內。可替代地，此等冷卻可使用高溫兼容的熱傳導流體(例如Galden[®])來完成。

【0105】 一些齊平安裝型噴淋頭可構造為類似於一些枝形燈架型噴淋頭。齊平安裝型噴淋頭可具有背板及帶有通孔之面板，其一起形成內部氣室容積；可加熱背板、面板及/或往背板之進氣口，以控制通過噴淋頭之流導性。圖13繪出示例齊平安裝型噴淋頭之剖面側視圖。在此，齊平安裝型噴淋頭1310包括帶有氣室入口1303之背板1302及連接至該背板1302之面板1304。噴淋頭1310之進氣口1305可視為氣體流入噴淋頭1310之點；該進氣口1305可視為本文所述之進氣口，例如圖1、2及14之進氣口112及212。背板1302及面板1304一起部分地定義出噴淋頭1310內之氣室容積1308，且在一些情況中，擋板(未示出)可設置在氣室容積1308內。背板1302及面板1304在噴淋頭內可設置成彼此相對，使得其具有彼此面對的表面。面板1304包括部分定義氣室容積1308並面向背板1302之背表面1312，以及配置成面向所設置之基板(當其安裝於處理腔室內時)的前表面1214。面板1204亦包括複數通孔1316(圖13中標出兩個)，其從背表面1312穿過

面板1304延伸到前表面1314，並允許流體從氣室容積1308行進至噴淋頭1310外部並到達基板上。

【0106】 齊平安裝型噴淋頭亦可包括一或更多溫度控制單元，以控制一或更態樣的溫度，並因而調整噴淋頭的流導性。圖13之噴淋頭包括溫度控制單元之說明性示例，其可用於控制噴淋頭的溫度。在一些實施例中，噴淋頭1310可包括一或更多溫度控制單元1320A，其配置成控制背板1302的溫度。在一些情況中，控制背板1302之溫度可改變噴淋頭限制性通孔1316上游處之氣室容積1308內的流導性，並因此透過噴淋頭提供更準確且均一之流導性控制及調整。溫度控制單元1320A可為單個單元或複數單元。溫度控制單元1320A可包括一或更多設置於背板1302之上及/或之內的電阻加熱器、設置於背板1302之上或之內並配置成使熱傳導流體(例如經加熱的水)流動以加熱桿之一或更多流體導管、或設置在背板1302之孔中的一或更多插裝加熱器。

【0107】 在一些實施例中，溫度控制單元1320A亦可包括一或更多冷卻元件，其配置成主動地冷卻該背板1302，例如設置於背板1302之上或之內並配置成使熱傳導流體(例如經冷卻的水)流動並冷卻該背板1302之一或更多流體導管。在一些此等實施例中，溫度控制單元1320A可具有兩個部分，第一部分作為配置成加熱該背板1302之加熱部分，第二部分作為配置成冷卻該背板1302之冷卻部分。此些部分中之每一者均可包括部分子集，例如第一部分包括多個加熱元件。

【0108】 噴淋頭1310之面板1304亦可包括一或更多溫度控制單元1320B，其配置成對面板1304進行加熱、冷卻、或其兩者。此些溫度控制單元1320B可包括一或更多電阻加熱器，其設置於面板1304內、與面板1304直接接觸及/或熱性連接至面板1304(因此熱能係配置成直接於此些項目之間傳播，或間接通過其他導熱材料，例如導熱板(例如，其包含金屬)，其插置於溫度控制單元1320B與面

板1304之間)。可替代地或額外地，溫度控制單元1320B可包括一或更多流體導管，其設置於面板1304內或與面板1304熱性接觸，並配置成使熱傳導流體(例如，經加熱的水及/或經冷卻的水)流動且加熱及/或冷卻面板1304。示例溫控噴淋頭描述於上文並示於圖19-22中。

【0109】 圖14繪出示例性多站半導體處理工具1400。此工具1400與圖1中之工具100相同並於本文中進行描述，除了工具1400之每一流路1416A、1416B、1416C及1416D分別包括每一對應處理站104A、104B、104C及104D之對應噴淋頭110A、110B、110C及110D之外。例如，流路1416A流體連接至處理站104A，並包括設置在處理站104A內之噴淋頭110A。工具1400之此些流動路徑1416A、1416B、1416C及1416D可視為分別跨於接合點118與一或更多態樣之噴淋頭110A、110B、110C及110D之間，因而包圍並延伸經過每一噴淋頭之進氣口112。在一些實施例中，每一流路在噴淋頭中終止的點可視為噴淋頭與處理站之內部容積之間的流體連接處，其可視為噴淋頭之氣體分佈埠。

【0110】 亦如圖14中所見，每一噴淋頭110A、110B、110C及110D包括一或更多分別由項目1420A、1420B、1420C及1420D表示之溫度控制單元。此些噴淋頭中之每一者可如本文關於圖12A及12B之噴淋頭1210或圖13之噴淋頭1310所描述來配置。例如，噴淋頭110A、110B、110C及110D之一或更多溫度控制單元1420A、1420B、1420C及1420D可為配置成控制桿(例如1220A)、面板(例如，1220B)、或其兩者之溫度那樣。因此，噴淋頭110A、110B、110C及110D之此些一或更多溫度控制單元1420A、1420B、1420C及1420D可用於以與本文所述任何其他流量元件(用於本文所述之任一技術)之相同方式來控制通過噴淋頭之流導性。例如，關於圖3-6所述技術之流量元件可為圖12A、12B、13及14之噴淋頭。

III. 示例技術

【0111】 本文技術及設備利用處於不同溫度之兩個或更多流路來調整通過一流路之流導性、調節沉積材料之特性、並減少站間變異。在一些實施例中，可透過調整一站之流路中流量元件的溫度，並因而改變流導性及調整該站處的材料特性，來減小站間之材料特性差異；此可視為調節該站處之材料特性。該溫度亦可在沉積製程中進行調整，以在整個材料中產生具有不同值之膜特性。例如，可在沉積期間調整差距，以在材料內使得材料之一部分具有某特性之一值，而材料之另一部分具有該特性之另一值，例如不同的RI值。在一些實施例中，可調整流量元件之溫度並因而調整流導性，使得其與所欲流導性或另一流量元件之流導性相匹配；此可視為該流量元件之硬體調節。例如，閥之流導性可透過改變其溫度來調整，使得閥與另一閥之流導性相匹配或實質上相匹配(例如，在 $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 或 $\pm 0.5\%$ 之內)。可用諸多方式來實施溫度及流導性的調整。

【0112】 據此，在一些實施例中，兩個或更多流路之流量元件的溫度可在整個沉積中相對於彼此互不相同，包括在沉積期間改變溫度。此可能包括溫度(i)從互不相同的值開始並在整個沉積中保持處於那些不同值，(ii)從相同的值開始，接著在稍後沉積製程中改變為不同值，(iii)從不同值開始，接著在稍後沉積製程中改變為相同值，以及(iv)從不同值開始，接著在稍後沉積製程中改變為其他不同值。在一些其他實施例中，溫度在整個沉積中可相對於彼此保持在相同值，但在整個沉積中可改變其值。

A. 溫度為不同值之示例技術

【0113】 在第一示例技術中，在沉積一或更多材料層於基板上之沉積製程的至少一部分期間，兩個或更多流路之流量元件的溫度相對於彼此互不相同。在該部分期間，一流路之一流量元件設定為並保持在第一溫度，而第二流路之另一流量元件設定為並保持在第二溫度。如本文所用，材料的“層”可為在完整

沉積製程之後所沉積之材料的全部層，其可包括材料的多個子層，且亦可包括材料之單個離散層或子層，例如透過原子層沉積(ALD)所沉積之材料的單個離散層。

【0114】 圖3繪出用於在多站半導體處理腔室中執行膜沉積之第一示例技術。將參考圖1之工具100、處理站104A與104B、及流路116A與116B來描述此技術。雖然參考圖1之工具100的特徵，但此技術同樣適用於本文所述之任何其他工具，例如圖2之工具200及圖13之工具1300，以及本文所述流路之任一流量元件，包括例如，閥、單塊、一或更多氣體管線、三通接頭、接頭及噴淋頭。此些技術亦可用於控制通過不同流量元件之流導性，例如一流路中的閥及另一流路中的單塊。在方塊301中，將第一基板108A設置在第一站104A之第一基座106A上，且在操作303中，將第二基板108B設置在第二站104B之第二基座106B上。在一些實施例中，可以相反順序或同時執行方塊301及303。

【0115】 一旦此些基板設置於其各自的基座上，一或更多材料層即可同時且各別沉積至第一及第二基板上，如方塊305所示。此可在第一基板上產生一或更多第一層，並在第二基板上產生一或更多第二層。如本文更詳細描述，沉積製程之一部分一般涉及例如在ALD沉積之注入階段期間或在化學氣相沉積(CVD)活化期間將一或更多製程氣體從噴淋頭流至基板上。此些製程氣體透過前述流路流向基板，所述流路可具有相對於其他流路設定為不同溫度之流量元件。如方塊307所指，分別在第一及第二基板上之一或更多第一及第二層沉積的至少一部分期間，第一流路(如116A)之第一流量元件可保持在第一溫度，而第二流路(如116B)之第二流量元件可同時保持在不同於第一溫度的第二溫度。在一些實施例中，溫度的維持可以是流量元件之主動加熱，例如透過產生熱的電阻加熱器。在一些其他實施例中，溫度的維持可缺少加熱或不加熱流量元件，使得

溫度控制單元不主動加熱流量元件；流量元件因此可保持在該流量元件周圍之周圍環境溫度下。

【0116】 在一些實施例中，此些不同溫度可在沉積全部所欲材料層所需之整個沉積製程中維持。例如，若ALD製程要執行500個循環，則可在所有此些500個循環中始終保持此些第一及第二溫度。例如，可在沉積製程開始之前或一些啟動操作期間進行此溫度調整及設定。此些操作可包括基板裝載、基板之溫度持溫(其被加熱)、標示(indexing)及填充安瓿。

【0117】 在一些情況中，在整個沉積中維持流路有不同溫度之流量元件，可在不同站產生彼此具有實質上相同特質之材料層，例如厚度及RI(實質上相同意指彼此於例如10%、5%、1%、0.5%或0.1%內)。此可導致較佳之站間匹配。例如，若確定兩站之間的厚度在某個閾值內相互不匹配，接著對於隨後沉積製程，可調整其中一站之流路中流量元件的溫度，以改變流導性，進而改變該站處的沉積厚度，使得站間的厚度更接近。在一些其他實施例中，每一站處之沉積材料層可具有互不相同的特質，例如不同厚度。此仍可導致其他材料特質有較佳匹配。例如，材料特性可具有互不相同的密度，但仍導致相同厚度(此可能是由於其他製程條件，例如沉積速率)。

【0118】 對於一些實施例，可僅對於沉積製程之一部分維持不同流路之不同流量元件溫度，以僅改變一部分沉積材料的特質。在同一基板上沉積具有不同特質的層可能有利於僅對總沉積材料之一部分(例如，一層或複數層)的特質進行微調。此亦可能有利於在基板之處理期間對製程條件或材料特性之漂移進行調整。例如，由於材料同時在不同站處沉積在一組基板上，故其中一站處之製程條件可能在此處理期間發生漂移，例如電漿功率增加或減小，其又可能導致材料層具有與其他層不同的材料特性(例如不同厚度)，並導致站間之非均一性。在一些處理期間調整一或更多流路之流導性可能得以對漂移製程條件進行調

整，並減少產生的非均一性。例如，若一站的電漿功率在處理期間發生漂移(其改變沉積材料的厚度)，則可透過調整其溫度來調整該站之流路的流導性，以解決該漂移情況，從而在該站處產生材料厚度之所欲量。

【0119】 在另一類似情況中，製程條件可能傾向於在一批基板(例如200或500個基板)期間漂移，且此些漂移條件可能導致材料特性之非均一性或非均一性增加，例如不同厚度。在該批基板中的一些基板期間調整一或更多流路之流導性的作法，可能得以對漂移製程條件進行調整並減小所產生的非均一性。例如，若一站之電漿功率在處理該批期間(例如，在處理該批中特定數量之基板後)發生漂移，從而該站處之沉積厚度可能會漂移超過可接受的閾值，則可調整該站之流路的流導性，以解決該漂移情況，從而產生材料厚度之所欲量。

【0120】 一批基板可被定義為達到極限(例如積聚極限)之前或之時可以特定沉積製程進行處理之基板的數量。例如，當材料沉積在多個基板上時，來自沉積製程之材料在一或更多內部腔室表面(例如腔室壁、基座及噴淋頭之表面)上累積，其在本文中稱為“積聚(accumulation)”。當在同一腔室內於該腔室清潔之間處理多個基板時，該積聚隨著更多基板進行處理而增加。當腔室中之積聚達特定厚度時，在腔室中可能發生不利影響，且當積聚達此等厚度時(其可稱為積聚極限)，則停止基板之處理並清潔腔室。在此等示例中，特定腔室中之ALD製程可具有 $20,000 \text{ \AA}$ 的積聚極限，其為腔室上積聚對該腔室中處理之基板造成不利影響的點。據此，在該腔室中處理之一批基板被限制在達到 $20,000 \text{ \AA}$ 積聚極限之前可在該腔室中處理之基板數量。

【0121】 在第二示例技術中，不同流路中之流量元件的溫度可從互為相同溫度開始，接著在稍後沉積製程中被調整為不同溫度。在此，例如，在兩個溫度相同時，可能會發生一些沉積，其可能無任何各自溫度控制單元所施加的熱，或者可能是高於環境溫度之相同受熱溫度。在沉積之此第一部分後，可調整不

同流路之流量元件的溫度，包括加熱第一流量元件至第一溫度，並加熱第二流量元件至第二溫度。此調整之後，在第一及第二基板上執行額外沉積，而第一流量元件保持在第一溫度，且第二流量元件保持在第二溫度。如上所述，在一些實施例中，僅有一流量元件可被主動加熱，而另一流量元件不被加熱。例如，可透過主動加熱流量元件來達到並保持第一流量元件之第一溫度，而且可不向第二流量元件施加熱。參考圖3，該沉積之第一部分及流路調整可視為在方塊301及303之後且在方塊305及307之前發生。

【0122】 在第三示例技術中，類似但相反於第二示例技術，不同流路中之流量元件的溫度可從互不相同之溫度開始，接著在稍後沉積製程中改變為相同溫度。在此，可使用主動冷卻(例如透過冷卻流體)、被動冷卻或主動加熱，來進行相同溫度之調整。在一些此等實施例中，可調整一流量元件的溫度，使得其與另一流量元件的溫度相同。在一些其他此等實施例中，兩流量元件之溫度可被調整至另一相同溫度。參考圖3，流路調整及該沉積之較後部分可視為在方塊301-307之後發生。

【0123】 類似地，第四示例技術可包括在基板上執行同時沉積之第一部分，而不同流路中之流量元件的溫度保持在互不相同的溫度，接著執行同時沉積之另一部分，且不同流路中之流量元件的溫度則保持在其他不同溫度。圖4繪出用於在多站半導體處理腔室中執行膜沉積之第四技術。在此，方塊401至407與以上關於圖3描述之方塊301至307相同。在圖4中，執行方塊401、403、405及407，接著在此些方塊之後，在方塊409中，第一流量元件之溫度調整至不同於第一溫度之第三溫度，且第二流量元件之溫度調整至不同於第二溫度之第四溫度。在流量元件處於此些其他不同溫度之後，對於沉積的第二部分，在方塊411中於兩基板上執行另一同時沉積，且流量元件保持在此些其他不同的溫度。

【0124】 在一些實施例中，對於每一站之溫度調整量可相對於每一站互為不同。例如，第一流量元件可從第一溫度調整X度，而第二流量元件可從第二溫度調整Y度。在一些其他實施例中，可能期望將流量元件保持在互不同的溫度，但對其調整相同的量(例如，以X度調整兩者溫度)。此可對所有基板提供均一控制及特性調整。

【0125】 另外，雖然本文技術係關於兩站之兩流路進行描述，但此些技術可應用於任何數量之多站及流路。例如，在如圖1所示之具有四站腔室的工具中，每一流路中至少一流量元件的溫度可能不同於其他流路中對應流量元件的溫度。在一些情況中，如圖5所示，其繪出用於在多站半導體處理腔室中執行膜沉積之第五示例技術，對於一或更多材料層同時沉積於四站104A-104D中四個基板上之沉積製程的至少第一部份，第一流路116A之第一流量元件可處於第一溫度，第二流路116B之第二流量元件可處於第二溫度，第三流路116C可處於第三溫度，且第四流路116D之第四流量元件可處於第四溫度。在一些實施例中，此些溫度中之至少兩者可互不相同，且其他溫度可相同或不同。例如，所有溫度可互不相同，第一及第二溫度可互不相同，而第三及第四溫度與第一或第二溫度相同，或者第一、第二及第三溫度可均互不相同，而第四溫度可與其他溫度中之任一者相同。

【0126】 本文所述之技術亦適用於每一流路內之多個流量元件的溫度控制。例如，兩個或更多流量元件可加熱至不同溫度，以產生通過該流路之所欲流導性。例如參考圖2，此可包括加熱每一流路216A-216D之兩個或更多流量元件222、224、226及228。

B. 有相同溫度之示例技術

【0127】 如上所述，不同流路之流量元件在沉積期間相對於彼此保持在相同溫度，但在沉積製程期間則相對於參考溫度保持在不同溫度。此概念示於圖6

中，其繪出用於在多站半導體處理腔室中執行膜沉積之第六示例技術。在此，方塊601及603與上述方塊301和303相同。對於方塊605及607，在一或更多材料層同時沉積至第一及第二基板上期間，第一及第二流量元件兩者皆保持在相同的第一溫度。在方塊609中，第一及第二流量元件兩者皆調整到相同的第二溫度，其後，在方塊611及613中，在一或更多材料層同時沉積至第一及第二基板上期間，第一及第二流量元件兩者皆保持在相同的第二溫度。

【0128】 在此，流量元件在沉積期間相對於彼此保持在相同溫度，但相對於參考溫度(例如工具之周圍環境)則處於不同差距。此些實施例可在整個材料中生成具有不同特性值之沉積材料。例如，第一基板上之沉積材料在材料內具有兩個不同特性，例如兩個不同RI。該等差距可能會進行額外次調整，以在沉積材料內產生額外值及梯度。

C. 在諸多沉積製程中使用示例技術

【0129】 所有示例技術均可用於諸多沉積製程中，例如CVD及ALD。例如，參考圖3，方塊305及307之第一及第二溫度的同時沉積及維持可用於第一及第二基板的整個CVD或ALD沉積製程。在此處理之後，可執行後處理操作且可從腔室中移除基板。對於如ALD之循環沉積製程，可對一或更多沉積循環執行上述方塊305及307、405及407、411及413、605及607與611及613之同時沉積及溫度維持，使得此些方塊可在整個沉積製程中重複。

【0130】 如上所述，典型ALD循環包括(1)將基板表面暴露於第一前驅物；(2)沖洗基板所在之反應腔室，活化基板表面之反應，其通常用電漿及/或第二前驅物，以及(4)沖洗基板所在之反應腔室。圖7繪出用於透過ALD製程在基板上形成材料膜之示例操作序列的流程圖。如圖7中可見，以上項目1對應於方塊758，以上項目2對應於方塊760，以上項目3對應於方塊762，且以上項目4對應於方塊764；該等四個方塊執行N個循環，隨後停止該製程。

【0131】 在具有多個同時沉積及溫度保持方塊之技術中，例如圖4及6之示例技術，整個沉積製程可分為兩個或更多部分，每一部分具有特定數量的沉積循環，且對於每一部分的循環，執行與其相應部分相關聯之彼等方塊。例如，一部分可具有 X 個循環，另一部分可具有 Y 個循環，例如，參考圖4，執行方塊405及407達 X 個循環，使得在所有 X 個循環期間第一及第二溫度保持不變，接著對於沉積之第二部分，在所有 Y 個沉積循環期間第三及第四溫度保持不變。可類似地執行所有其他示例技術，使得在整個沉積製程之一部分中執行每一同時沉積及溫度方塊達特定沉積循環數。

【0132】 對於本文所述之所有示例技術，取決於其他處理條件，同時沉積於基板上之沉積材料層可為相同或可為不同。例如，其可具有相同的厚度或其可具有不同密度。

D. 校準之其他技術

【0133】 在一些實施例中，可執行校準沉積製程，以確定流量元件溫度並將其與不同材料特性值相關聯。校準沉積製程可包括將第一組基板設置在站處，將每一站之每一流路中流量元件的溫度設定在第一溫度並保持在第一溫度，同時將材料沉積至第一組基板上，接著測定(例如透過測量)所得材料特性值(例如厚度及 RI)。接下來，可將第二組基板裝載至基座上，可將流量元件之溫度設定於第二溫度並保持於第二溫度，可在第二組基板上重複沉積製程，以及可再次測定所得材料特性值。可在 N 個不同距離對 N 組基板重複此沉積及測定。每一站所測得之材料特性值與該站發生沉積之流量元件的溫度相關聯，且此資訊可用於上述任何技術中，以調整溫度並沉積已知材料特性值。

IV. 實驗結果

【0134】 圖8繪出兩基板之材料厚度圖。在此，四組兩個基板在兩站腔室中進行處理。對於每一組，站1之流路中的一流量元件(即氣體管線)加熱至每一

組之不同溫度。在總共8個基板上測得之平均材料厚度示於圖8中；橫軸為氣體管線之溫度，單位為攝氏度，縱軸為基板上沉積材料之平均厚度。可看出，沉積材料之總厚度隨站1之流量元件的溫度升高而減小。例如，組1具有約42.5攝氏度之最低溫度、約127埃(Å)之最大厚度；第一組在兩站間亦具有最大厚度非均一性。在組4中，流量元件處於約80°C之最高溫度，站1厚度最低，約117 Å；此第四組在兩站之間亦具有最小非均一性。根據這些結果，厚度非均一性可透過增加一站之流路中一流量元件的溫度來降低。雖然站2之流路中未有流量元件被加熱，但在不同基板組期間，發現沉積物厚度有變化。儘管如此，此圖說明每一站之間的厚度差可透過調整一站之至少一流量元件的溫度來調整。站2之此趨勢可能是由處理腔室或製程參數中其他變化條件所引起。在一些情況中，此可被流速或基板溫度之恆定偏移所抵消。可替代地或額外地，如圖8所示，站間非均一性可透過提高一站之流路中至少一流量元件的溫度來降低。

【0135】 在另一類似實驗中，測量RI並將其與不同流量元件溫度進行比較。圖9繪出兩基板之折射率(RI)圖。在此，四組兩個基板在兩站腔室中進行處理。對於每一組，站1之流路中一流量元件(即氣體管線)加熱至每一組之不同溫度。在總共8個基板上測得之沉積材料的RI示於圖9中；橫軸為氣體管線之溫度，單位為攝氏度，縱軸為基板上沉積材料之平均RI。可看出，相較於圖8中所見之厚度，RI隨站1流量元件之溫度升高而增大。例如，組1具有約42.5 °C之最低溫度及約1.45之最小RI；此第一組在兩站之間亦具有最小RI非均一性。在組4中，流量元件處於約80°C之最高溫度，站1的RI最高，約1.65；此第四組在兩站之間具有最大非均一性。根據這些結果，RI非均一性可透過降低一站之流路中一流量元件的溫度來降低。另外，雖然對於在圖9中沉積於站1之材料而言，每組基板的RI隨著溫度升高而減小，但此圖說明每一站之間的差可透過調整一站之至少一流量元件的溫度來調整。圖9中所示之站1的趨勢可能是從站2減少之每一單

位流速被其餘站(例如站1)所獲取之結果，因為總流速可由單一源(如單一MFC)控制。據此，若所有其他條件保持不變，則站2之參數減小(其透過加熱被控制)可能相較於其餘站而呈現降低、反向的影響。

V. 其他示例儀器

【0136】 在一些實施例中，半導體處理工具或設備可具有控制器，於下文中更詳細地描述，其具有用於執行本文所述之任何及所有示例技術的程式指令。例如，圖1及2之工具可具有額外特徵，例如用於執行示例技術之控制器。此包括控制配置成可控制之溫度控制單元。控制器可具有程式指令，以控制設備將材料沉積至站處的基板上，包括執行上述技術。此可包括提供第一基板至第一站(例如站104A)之第一基座上、提供第二基板至第二站(例如站104B)之第二基座上、同時沉積一或更多第一材料層至第一基板上及一或更多第二材料層至第二基板上，並在同時沉積之至少一部分期間保持第一站之第一流路(例如116A)的第一流量元件在第一溫度，而第二站之第二流路(例如116B)的第二流量元件在不同於第一溫度之第二溫度。

【0137】 每一工具或設備可包括本文所述之額外特徵。圖10繪出用於使用任何數量之製程在半導體基板上沉積膜的單站基板處理設備。圖10之設備1000具有單個處理腔室1010，其在透過真空泵1030保持在真空下之內部容積中具有單個基板固持件1018(例如，基座)。又，氣體輸送系統1002及噴淋頭1004流體耦接至腔室，以用於輸送(例如)膜前驅物、載體及/或沖洗及/或製程氣體、次級反應物等。用於在處理腔室內產生電漿之裝備亦示於圖10中。圖10中示意示出之設備通常用於執行ALD，儘管其可適於執行其他膜沉積操作，例如習知CVD，尤其是電漿增強CVD。

【0138】 為簡化，處理設備1000繪示為獨立製程站，其具有用於維持低壓環境之製程腔室主體1010。然而，將知悉的是，複數製程站可包含於共同製程

工具環境中-例如，在共同反應腔室內-如本文所述。例如，圖11繪出多站處理工具之實施方式，並於下進一步詳細討論。此外，將知悉的是，在一些實施方式中，處理設備1000之一或更多硬體參數(包括本文詳細討論的那些)可由一或更多系統控制器以程式化方式調整。

【0139】 製程站1010與用於輸送製程氣體(可包括液體及/或氣體)至分佈噴淋頭1004之氣體輸送系統1002流體連通。氣體輸送系統1002包括用於混合及/或調節製程氣體以輸送至噴淋頭1004的混合容器1006。一或更多混合容器入口閥1008及1008A可控制製程氣體引入混合容器1006。

【0140】 一些反應物可在汽化且隨後輸送至製程腔室1010之前以液體形式貯存。圖10之實施方式包括汽化點1012，用於汽化將被供應至混合容器1006之液體反應物。在一些實施方式中，汽化點1012可為受熱液體注入模組。在一些其他實施方式中，汽化點1012可為受熱汽化器。在又其他實施方式中，可從製程站去除汽化點1012。在一些實施方式中，可提供在汽化點1012上游之液體流量控制器(LFC)，用於控制液體的質量流量以汽化並輸送至處理腔室1010。

【0141】 如上所述，噴淋頭1004朝製程站處的基板1014分佈製程氣體及/或反應物(例如，膜前驅物)，其流動係由噴淋頭上游之一或更多閥(例如，閥1008、1008A及1016)控制。在圖10所示之實施方式中，基板1014位於噴淋頭1004下方，並示為留置於基座1018上。噴淋頭1004可具有任何合適形狀，並可具有任何合適數量及佈設的埠，用於分佈製程氣體至基板1014。在具有兩個或更多站之一些實施方式中，氣體輸送系統1002在噴淋頭上游處包含有閥或其他流動控制結構，其可獨立地控制製程氣體及/或反應物至每一站的流動，使得氣體可流到一站，而非另一站。此外，氣體輸送系統1002可配置成獨立地控制輸送至多站設備中每一站之製程氣體及/或反應物，使得提供至不同站之氣體組成不同；例如，氣體成分之分壓可能會同時在站之間變化。

【0142】 在圖10中，噴淋頭1004及基座1018電性連接至射頻(RF)功率源1022及匹配網路1024，用於向電漿供電。在一些實施方式中，可控制電漿能量(例如，透過具有適當機器可讀指令及/或控制邏輯之系統控制器)，其透過控制製程站壓力、氣體濃度、RF源功率、RF源頻率及電漿功率脈衝時序中之一或更多者。例如，RF功率源1022及匹配網路1024可以任何合適功率進行操作，以形成具有所欲自由基物種組成之電漿。同樣地，RF功率源1022可提供任何合適頻率及功率之RF功率。設備1000亦包括直流(DC)功率源1026，其配置成向基座提供直流電流，基座可為靜電吸盤(“ESC”)1018，以對ESC 1018及基板1014產生並提供靜電夾持力。基座1018亦可具有一或更多溫度控制元件1028，其配置成加熱及/或冷卻基板1014。基座1018亦配置成升高並降低至諸多高度或距離(如基座表面與噴淋頭之間所測得)。

【0143】 在一些實施方式中，該設備可用系統控制器中之適當硬體及/或適當機器可讀指令來控制，系統控制器可透過一系列輸入/輸出控制(I/O)指令序列來提供控制指令。在一示例中，用於設定電漿條件以用於電漿點燃或維持之指令可按製程配方之電漿活化配方形式來提供。在一些例子中，可依序安排製程配方，使得用於製程之所有指令與該製程同時執行。在一些實施方式中，用於設定一或更多電漿參數之指令可包含於電漿製程之前的配方中。例如，第一配方可包括用於設定惰性(例如，氮)及/或反應氣體之流速的指令、用於將電漿產生器設定為功率設定點之指令、以及第一配方之時間延遲指令。第二後續配方可包括用於啟動電漿產生器之指令以及第二配方之時間延遲指令。第三配方可包括用於停止電漿產生器之指令以及第三配方之時間延遲指令。將知悉的是，此些配方可在本發明之範圍內以任何合適方式進一步細分及/或重複。

【0144】 如上所述，兩個或更多製程站可包含於多站基板處理工具中。圖11繪出示例多站基板處理設備。關於設備成本、操作費用以及增加的產量，可

透過使用如圖11所示之多站處理設備來實現諸多效率。例如，單個真空泵可用於透過排空所有四個製程站之廢製程氣體等，而對所有四個製程站建立單個高真空環境。取決於實施方式，每一製程站可具有其自己之專用噴淋頭，用於氣體輸送，但可共用相同的氣體輸送系統。同樣地，電漿產生器設備之某些元件可在製程站之間被共用(例如功率源)，儘管其取決於實施方式，但某些態樣可能是特定於製程站的(例如，若噴淋頭係用以施加產生電漿之電位)。再一次，當理解的是，此等效率亦可透過在每一處理腔室中使用更多或更少數量的製程站而達到較大或較小程度，例如每一反應腔室有2、3、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15或16個或更多製程站。

【0145】 圖11之基板處理設備1100採用含有多個基板製程站之單個基板處理腔室1110，每一站可用於對固持於晶圓固持件(例如該製程站處之基座)中之基板執行處理操作。在此特定實施方式中，多站基板處理設備1100示為具有四個製程站1131、1132、1133及1134。其他類似多站處理設備可具有更多或更少的處理站，其取決於實施方式及例如並行晶圓處理之所欲程度、尺寸/空間限制、成本限制等。圖11中亦示出基板裝卸機器人1136及控制器1138。

【0146】 如圖11所示，多站處理工具1100具有基板裝載埠1140及機器人1136，該機器人1136配置成將基板從透過傳送盒(pod)1142裝載之晶舟(cassette)通過大氣埠1140移動至處理腔室1110中，並至四個站1131、1132、1133或1134中之一者上。此些處理站可與圖1及2相同或相似。

【0147】 RF功率在RF功率系統1122處產生，並被分佈至站1131、1132、1133或1134中之每一者；類似地，DC功率源1126被分佈至每一站。該RF功率系統可包括一或更多RF功率源，例如，高頻(HFRF)及低頻(LFRF)源、阻抗匹配模組及濾波器。在某些實施方式中，功率源可僅限於高頻或低頻源。RF功率系統

之分佈系統對於反應器呈對稱並可具有高阻抗。此對稱性及阻抗導致大約相等量之功率傳送至每一站。

【0148】圖11亦繪出基板轉移裝置1190之實施方式，其用於在處理腔室1114內之製程站1131、1132、1133及1134之間轉移基板。將知悉的是，可採用任何合適之基板轉移裝置。非限制性示例包括晶圓旋轉料架及晶圓裝卸機器人。

【0149】圖11亦繪出系統控制器1138之實施方式，其用於控制製程工具1100及其製程站之製程條件及硬體狀態。系統控制器1138可包括一或更多記憶體裝置1144、一或更多大容量儲存裝置1146、及一或更多處理器1148。處理器1148可包括一或更多中央處理器(CPU)、特定應用積體電路(ASIC)、通用電腦及/或專用電腦、一或更多類比及/或數位輸入/輸出連接、一或更多步進馬達控制器板等。

【0150】系統控制器1138可在處理器1148上執行機器可讀系統控制指令1150，其在一些實施方式中從大容量儲存裝置1146加載進記憶體裝置1144中。系統控制指令1150可包括用於控制時序、氣態及液態反應物之混合物、腔室及/或站壓力、腔室及/或站溫度、晶圓溫度、目標功率位準、RF功率位準、RF暴露時間、夾持基板、基板基座、吸盤及/或晶座位置之DC功率及持續時間、每一站之電漿形成、氣態及液態反應物之流動、基座之垂直高度、及由製程工具1100執行之特定製程的其他參數。這些製程可包括諸多類型的製程，包括但不限於，與基板上膜之沉積有關的製程。系統控制指令1158可以任何合適方式配置。

【0151】在一些實施方式中，系統控制軟體1158可包括用於控制上述諸多參數之輸入/輸出控制(IOC)指令。例如，沉積製程之每一步驟可包括用於由系統控制器1150所執行之一或更多指令。用於設定初級膜沉積製程之製程條件的指令可例如包含於對應沉積配方中，且同樣地用於覆蓋膜沉積。在一些實施方式中，可依序安排配方，使得用於製程之所有指令與該製程同時執行。

【0152】 儲存在與系統控制器1150相關聯之大容量儲存裝置1154及/或記憶體裝置1156上之其他電腦可讀指令及/或程式可於一些實施方式中被採用。程式或程序區段之示例包括基板設置程式、製程氣體控制程式、壓力控制程式、加熱器控制程式及電漿控制程式。

【0153】 在一些實施方式中，可有與系統控制器1150相關聯之使用者介面。該使用者介面可包含顯示螢幕、設備及/或製程條件之圖形化軟體顯示器、及使用者輸入裝置(例如指向裝置、鍵盤、觸控螢幕、麥克風等)。

【0154】 在一些實施方式中，由系統控制器1150調整之參數可與製程條件有關。非限制性之示例包括製程氣體組成及流速、溫度、壓力、電漿條件(例如RF偏壓功率位準、頻率、暴露時間)等。另外，控制器可配置成獨立地控制製程站中的條件，例如，控制器提供指令以在一些但不是全部站中點燃電漿。這些參數可按配方(其可利用使用者介面來輸入)形式提供至使用者。

【0155】 透過系統控制器1150之類比及/或數位輸入連接件，可從諸多製程工具感測器提供用以監測製程的信號。用以控制製程之信號可在製程工具1100之類比及/或數位輸出連接件上輸出。可被監測之製程工具感測器的非限制性示例包括質量流量控制器(MFCs)、壓力感測計(例如壓力計)、熱電偶、裝載感測器、光放射光譜(OES)感測器、用於原位測量晶圓之物理特性的度量裝備等。經適當程式化之反饋及控制演算法可與來自這些感測器的數據一起使用，以維持製程條件。

【0156】 系統控制器1150可提供用以實施沉積製程之機器可讀指令。該等指令可控制各種製程參數，如DC功率位準、RF偏壓功率位準、站間變異性(例如RF功率參數變異)、頻率調節參數、壓力、溫度等。該等指令可控制該等參數，以根據本文所述之諸多實施方式原位操作膜疊層之沉積。

【0157】系統控制器將通常包括一或更多記憶體裝置及一或更多處理器，其配置成執行該等機器可讀指令，使得該設備將根據所揭示之製程來執行操作。例如，機器可讀非暫態媒體(含有用以根據本文所揭示之基板摻雜製程來控制操作之指令)可耦接至系統控制器。

【0158】如上所述，在共同基板處理腔室內之多個製程站處理多個基板的做法，可透過使膜沉積能夠在多個基板上並行進行並同時利用諸多站之間之共同處理設備來增加產量。可利用一些多站基板處理工具而以相等循環數來同時處理晶圓(例如，對於一些ALD製程)。對於製程站及基板裝載與轉移裝置之此配置而言，可以並行方式在多個基板上進行允許膜沉積(如ALD製程之 N 個循環的膜沉積或CVD製程之相等暴露持續時間)之各種製程序列。

【0159】如上所述，關於設備成本、操作費用以及增加的產量，可透過使用多站工具來實現諸多效率。然而，在共同腔室中同時處理多個基板可能會導致沉積材料之站間差異，例如包括平均膜厚、晶圓表面均一性、物理特性(例如濕蝕刻速率(WER)及乾蝕刻速率(DER))、化學特性及光學特性的差異。材料特性之可接受的站間偏差可能有諸多閾值，但期望得以降低此些差異，以重複生產用於產業規模製造之均一基板。本文所述技術可調整此些特性中之一或更多者，例如濕蝕刻速率、乾蝕刻速率、組成、厚度、密度、交聯量、化學性、反應完成度、應力、折射率、介電常數、硬度、蝕刻選擇性、穩定性及密閉度(hermeticity)。

【0160】雖然以上揭示內容著重於調整流導性以控制沉積參數，但可使用相同控制以控制蝕刻製程中之蝕刻特質。一些半導體製造製程涉及諸多材料之圖案化及蝕刻，包括導體、半導體及介電質。一些示例包括導體，例如金屬或碳；半導體，例如矽或鍺；以介電質，例如氧化矽、二氧化鋁、二氧化鍺、二氧化鈣、氮化矽及氮化鈦。原子層蝕刻(“ALE”)製程使用依序自限反應來去除材

料之薄層。一般而言，ALE循環為用於執行一次蝕刻製程(例如蝕刻單層)之最少組操作。一ALE循環之結果是蝕刻基板表面上之至少一些膜層。通常，ALE循環包括改質操作以形成反應層，隨後是去除操作以僅去除或蝕刻該反應層。該循環可包括某些輔助操作，例如去除反應物或副產物之一者。一般而言，一循環含有一專有操作順序範例。

【0161】 舉例而言，習知ALE循環可包括下列操作：(i) 輸送反應物氣體，(ii)從腔室沖除反應物氣體，(iii)輸送移除氣體及可選的電漿，以及(iv)沖洗腔室。在一些實施例中，可非保形地執行蝕刻。改質操作一般形成薄的反應性表面層，其厚度小於未改質的材料。在示例改質操作中，基板可透過將氯引入腔室中來進行氯化。氯被使用作為示例蝕刻劑物種或蝕刻氣體，但將理解的是，可將不同蝕刻氣體引入腔室中。可根據要蝕刻之基板的類型及化學性來選擇蝕刻氣體。可點燃電漿，而氯與基板發生反應以進行蝕刻；氯可與基板發生反應，或可吸附至基板之表面上。氯電漿所產生的物種可透過在容納基板之製程腔室中形成電漿來直接產生，或其可在不容納基板之製程腔室中遠程產生，並可供應至容納基板之製程腔室中。

【0162】 據此，以上技術及設備中之任何一者可用於蝕刻。在一些實施例中，代替在每一站中沉積材料層，該等技術可在每一站中去除材料之一部分。此可在蝕刻或沉積製程中提供更大之晶圓間均一性。例如，在圖3中，方塊305可為蝕刻階段，其中對於蝕刻製程之第一部分，可在第一及第二基板上執行同時蝕刻，並使第一及第二流路之第一及第二流量元件分別保持在第一及第二溫度，以從第一及第二基板去除材料之第一及第二部分。

【0163】 在下文描述中，闡述若干具體細節，以對所呈現之概念提供透徹理解。可在沒有該等具體細節之一些或全部者下實踐所呈現的概念。在其他情

況中，不再詳細描述已知製程操作，以免不必要地模糊所述概念。儘管一些概念將結合具體實施例進行描述，但將理解的是，此些實施例絕非意欲限制。

【0164】 在本申請中，術語“半導體晶圓”、“晶圓”、“基板”、“晶圓基板”及“部分已製成之積體電路”可互換使用。本領域普通技術人員將理解，術語“部分已製成之積體電路”可指其上積體電路製造之許多階段中任一者期間的矽晶圓。半導體裝置產業中所使用之晶圓或基板通常具有200 mm或300 mm或450 mm的直徑。以下詳細敘述假定本發明係實施用於此等晶圓。然而，本發明不限於此。工件可有諸多形狀、尺寸及材料。除了半導體晶圓之外，可利用本發明之其他工件包括諸多製品，例如印刷電路板、磁記錄媒體、磁記錄感測器、面鏡、光學元件、微機械裝置及其類似者。

【0165】 除非本揭示內容之上下文另外明確要求，否則在整篇描述及申請專利範圍中，用語“包括”、“包括有”及其類似者應理解為包含性含義，而不是排他性或窮舉性含義；也就是說為“包括但不限於”之含義。使用單數或複數的用語一般亦分別包括複數或單數。另外，用語“在此”、“此後”、“上述”、“下述”以及類似含義用語是指此申請案全體，而非指此申請案之任何特定階層。當該用語“或”用於指兩個或更多項目之列表時，該用語涵蓋該用語之以下所有解釋：列表中的任何項目、列表中的所有項目、以及列表中之項目的任何組合。術語“實施方式”是指本文所述技術及方法的實施方式，以及體現結構及/或併入本文所述技術及/或方法的物理標的。除非另有說明，否則本文術語“實質上”意指在參考值之5%以內。例如，實質上垂直意指平行之 $\pm 5\%$ 以內。

【0166】 亦當理解的是，本文中序數標號之任何使用，例如(a)、(b)、(c)、...，僅用於組織目的，並非旨在對每一序數標號相關聯之項目傳達任何特定的順序或重要性。儘管如此，可能會有序數標號相關聯之某些項目可能本就需要特定順序的情況，例如，“(a)獲取有關X的資訊，(b)基於有關X的資訊確定Y，以及(c)

獲取有關Z的資訊”；在此示例中，(a)需在(b)之前被執行，因為(b)依賴於(a)中所獲取的資訊，然而(c)可在(a)及/或(b)中任一者之前或之後執行。

【0167】 當理解的是，例如詞句“對於該一或更多<項目>之每一<項目>”或“每一<項目>的”中(若用於本文中)用語“每一”之使用，應理解為包括單個項目組及多個項目組兩者，亦即，使用詞句“對...每一者”的含義是，在程式語言中使用其來指稱所指全部項目群中之每一項目。例如，若所指之項目群是單個項目，則“每一”將僅指該單個項目(儘管事實上“每一”的字典定義經常是定義為指“兩個或更多事物中之每一者”)，並不意味必須有該等項目的至少兩者。類似地，當所選項目可具有一或更多子項目並對該等子項目中之一者作出選擇時，將理解的是，在所選項目具有一個且只有一個子項目的情況中，選擇該一個子項目本身就是選擇該項目本身。

【0168】 亦將理解的是，提及總體上被配置為執行諸多功能之多個控制器，旨在涵蓋該等控制器中僅有一者配置成執行所揭示或討論之所有功能的情況，以及該等諸多控制器各自執行所討論功能之子部分的情況。

【0169】 對本發明中所述實施方式之諸多修改對本領域技術人員而言為顯而易見，且本文中所定義之一般原理在不背離本發明之精神或範圍下可應用於其他實施方式。因此，請求項非用於限制於本文所呈現之實施方式，而是應被賦予符合本文所揭示之本發明、原理及新穎特徵之最寬廣範圍。

【0170】 在分開實施方式背景下描述於本說明書中之某些特徵亦可在單個實施方式中以組合形式實施。相反地，在單一實施方式背景下描述的諸多特徵亦可分開在多個實施方式中或以任何合適的子組合來實施。再者，雖然上文可能將特徵描述為以某些組合作用並且甚至最初是如此主張，但來自所稱組合之一或更多特徵在一些情況中可從該組合中刪去，且所稱組合可指為子組合或子組合之變化。

【0171】 類似地，儘管在圖式中以特定順序繪示操作，但此不應理解為要求此等操作以所示之特定順序或以連續順序來執行，或是執行所有示出之操作以實現所欲結果。此外，圖式可以流程圖形式示意性地繪示另一示例製程。然而，未繪示之其他操作可結合於示意性示出之示例製程中。例如，可在任何所示操作之前、之後、同時或之間執行一或更多額外操作。在某些情況中，多任務及並行處理可能是有利的。此外，上述實施方式中之諸多系統組成件的分離不應被理解為在所有實施方式中都要求此等分離，且應當理解為，所述程式組件及系統可大體上在單一軟體產品中整合在一起或封裝至多個軟體產品中。另外，其他實施方式均於以下請求項之範圍內。在一些情況下，可按不同順序執行請求項中所載之動作且仍達到所欲結果。

【符號說明】

【0172】

- 100 : 工具
- 102 : 處理腔室
- 104A : 處理站
- 104B : 處理站
- 104C : 處理站
- 104D : 處理站
- 106A : 第一基座
- 106B : 第二基座
- 108A : 第一基板
- 108B : 第二基板
- 110 : 噴淋頭

110A：噴淋頭

110B：噴淋頭

110C：噴淋頭

110D：噴淋頭

112：進氣口

112D：進氣口

114：氣體輸送系統

115A：方塊

115B：方塊

115C：方塊

116A：流路

116B：流路

116C：流路

116D：流路

118：接合點

120A：溫度控制單元

120B：溫度控制單元

120C：溫度控制單元

120D：溫度控制單元

200：工具

204A：處理站

204B：處理站

204C：處理站

204D：處理站

- 212 : 進氣口
- 214 : 氣體輸送系統
- 216A : 流路
- 216B : 流路
- 216C : 流路
- 216D : 流路
- 218 : 接合點
- 220 : 溫度控制單元
- 222 : 流量元件、閥
- 224 : 流量元件、單塊
- 226 : 流量元件、閥
- 228 : 流量元件、質量流量控制器
- 230 : 氣體管線
- 301 : 方塊
- 303 : 方塊
- 305 : 方塊
- 307 : 方塊
- 401 : 方塊
- 403 : 方塊
- 405 : 方塊
- 407 : 方塊
- 409 : 方塊
- 411 : 方塊
- 413 : 方塊

- 501 : 方塊
- 503 : 方塊
- 505 : 方塊
- 507 : 方塊
- 509 : 方塊
- 511 : 方塊
- 601 : 方塊
- 603 : 方塊
- 605 : 方塊
- 607 : 方塊
- 609 : 方塊
- 611 : 方塊
- 613 : 方塊
- 758 : 方塊
- 760 : 方塊
- 762 : 方塊
- 764 : 方塊
- 1000 : 處理設備
- 1002 : 氣體輸送系統
- 1004 : 噴淋頭
- 1006 : 混合容器
- 1008 : 閥
- 1008A : 閥
- 1010 : 處理腔室、製程腔室主體、製程站、製程腔室

- 1012 : 汽化點
- 1014 : 基板
- 1016 : 閥
- 1018 : 基座、靜電吸盤
- 1022 : 射頻功率源
- 1024 : 匹配網路
- 1026 : 直流功率源
- 1028 : 溫度控制元件
- 1030 : 真空泵
- 1100 : 基板處理設備、處理工具、製程工具
- 1110 : 處理腔室
- 1122 : 射頻功率系統
- 1126 : 直流功率源
- 1131 : 製程站
- 1132 : 製程站
- 1133 : 製程站
- 1134 : 製程站
- 1136 : 基板裝卸機器人
- 1138 : 系統控制器
- 1140 : 基板裝載埠、大氣埠
- 1142 : 傳送盒
- 1144 : 記憶體裝置
- 1146 : 大容量儲存裝置
- 1148 : 處理器

1150 : 系統控制指令、系統控制器

1190 : 基板轉移裝置

1202 : 背板

1203 : 氣室入口

1204 : 面板

1205 : 進氣口

1208 : 氣室容積

1210 : 噴淋頭

1212 : 背表面

1214 : 前表面

1216 : 通孔

1218 : 桿

1220A : 溫度控制單元

1220B : 溫度控制單元

1302 : 背板

1303 : 氣室入口

1304 : 面板

1305 : 進氣口

1308 : 氣室容積

1310 : 噴淋頭

1312 : 背表面

1314 : 前表面

1316 : 通孔

1320A : 溫度控制單元

- 1320B : 溫度控制單元
- 1400 : 半導體處理工具
- 1416A : 流路
- 1416B : 流路
- 1416C : 流路
- 1416D : 流路
- 1420A : 溫度控制單元
- 1420B : 溫度控制單元
- 1420C : 溫度控制單元
- 1420D : 溫度控制單元
- 1500 : 噴淋頭
- 1502 : 冷卻板組件
- 1504 : 進氣口
- 1506 : 冷卻劑入口
- 1508 : 冷卻劑出口
- 1510 : 加熱器元件、加熱器筒
- 1512 : 桿
- 1514 : 面板
- 1518 : 桿基部
- 1526 : 第一板
- 1528 : 第二板
- 1530 : 第三板
- 1532 : 蓋板
- 1534 : 外部冷卻管道

1536 : 內部冷卻管道

1538 : 中央氣體通道

1540 : 凸部

1544 : 氣體分佈孔

1546 : 背板

1564 : 加熱器功率源

1566 : 控制器

1568 : 處理器

1570 : 記憶體裝置

1906 : 氣體分佈歧管

1908 : 面板組件

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種多站半導體處理設備，該設備包括：

複數製程站，其各自具有一噴淋頭及一進氣口；以及

一氣體輸送系統，其具有一接合點及複數流路，其中每一流路：

具有一閥，

具有一溫度控制單元，其與該閥熱性連接，且其係可控制以改變該閥之溫度，且

將一製程站之一對應進氣口流體連接至該接合點，使得該複數製程站之每一製程站透過不同流路流體連接至該接合點。

【請求項2】 如請求項1之多站半導體處理設備，其中該溫度控制單元係可控制以藉由溫度改變來改變該閥的流導性。

【請求項3】 如請求項1之多站半導體處理設備，其中該溫度控制單元包括一加熱元件，該加熱元件係配置成加熱該閥。

【請求項4】 如請求項3之多站半導體處理設備，其中該加熱元件包括一電阻加熱元件、一熱電加熱器、及/或一流體導管，該流體導管配置成使一加熱流體於該流體導管內流動。

【請求項5】 如請求項1之多站半導體處理設備，更包括配置成控制該多站半導體處理設備的一控制器，其中：

對於流體連接至該複數製程站之一第一站的一第一流路，一第一溫度控制單元與一第一閥熱性接觸，

對於流體連接至該複數製程站之一第二站的一第二流路，一第二溫度控制單元與一第二閥熱性接觸，且

該控制器包括用於在一處理操作的至少一部分期間進行下列者之控制邏輯：將該第一閥保持在一第一溫度，且將該第二閥保持在一第二溫度。

【請求項6】 如請求項5之多站半導體處理設備，其中該第一溫度與該第二溫度相同。

【請求項7】 如請求項5之多站半導體處理設備，其中該第一溫度與該第二溫度不同。

【請求項8】 如請求項5之多站半導體處理設備，其中：

在將該第一閥保持在該第一溫度的期間，該第一流路具有一第一流導性，
且

在將該第二閥保持在該第二溫度的期間，該第二流路具有不同於該第一流導性的一第二流導性。

【請求項9】 如請求項5之多站半導體處理設備，其中：

在將該第一閥保持在該第一溫度的期間，該第一流路具有一第一流導性，
且

在將該第二閥保持在該第二溫度的期間，該第二流路具有該第一流導性。

【請求項10】 如請求項1之多站半導體處理設備，其中：

每一流路具有一單塊，且

每一單塊具有：

一或更多流量元件；及

一第二溫度控制單元，其與該單塊熱性連接且係可控制以改變該單塊之溫度。

【請求項11】 如請求項10之多站半導體處理設備，其中該第二溫度控制單元係可控制以藉由溫度改變來改變該單塊的流導性。

【請求項12】 如請求項10之多站半導體處理設備，其中該第二溫度控制單元包括一加熱元件，該加熱元件係配置成加熱該單塊。

【請求項13】如請求項10之多站半導體處理設備，其中該第二溫度控制單元係至少部分地設置於該單塊內。

【請求項14】如請求項10之多站半導體處理設備，更包括配置成控制該多站半導體處理設備的一控制器，其中：

對於流體連接至該複數製程站之一第一站的一第一流路，一第一溫度控制單元與一第一閥熱性接觸，且一第二溫度控制單元與一第一單塊熱性接觸，

對於流體連接至該複數製程站之一第二站的一第二流路，一第三溫度控制單元與一第二閥熱性接觸，且一第四溫度控制單元與一第二單塊熱性接觸，並且

該控制器包括用於在一處理操作的至少一部分期間進行下列者之控制邏輯：

將該第一閥保持在一第一溫度，

將該第一單塊保持在一第二溫度，

將該第二閥保持在一第三溫度，及

將該第二單塊保持在一第四溫度。

【請求項15】如請求項14之多站半導體處理設備，其中：

在將該第一閥保持在該第一溫度且將該第一單塊保持在該第二溫度的期間，該第一流路具有一第一流導性，且

在將該第二閥保持在該第三溫度且將該第二單塊保持在該第四溫度的期間，該第二流路具有不同於該第一流導性的一第二流導性。

【請求項16】如請求項14之多站半導體處理設備，其中：

在將該第一閥保持在該第一溫度且將該第一單塊保持在該第二溫度的期間，該第一流路具有一第一流導性，且

在將該第二閥保持在該第三溫度且將該第二單塊保持在該第四溫度的期間，該第二流路具有該第一流導性。

【請求項17】 如請求項14之多站半導體處理設備，其中：

該第一溫度與該第二溫度相同，且

該第三溫度與該第四溫度相同。

【請求項18】 如請求項14之多站半導體處理設備，其中該第一溫度與該第二溫度、該第三溫度、及該第四溫度相同。

【請求項19】 如請求項14之多站半導體處理設備，其中：

該第一溫度與該第二溫度不同，且

該第三溫度與該第四溫度不同。

【請求項20】 如請求項1之多站半導體處理設備，其中：

每一流路具有一氣體管線，且

每一氣體管線具有一第三溫度控制單元，該第三溫度控制單元與該氣體管線熱性連接且係可控制以改變該氣體管線之溫度。

【請求項21】 如請求項20之多站半導體處理設備，其中該第三溫度控制單元係可控制以藉由溫度改變來改變該氣體管線的流導性。

【請求項22】 如請求項20之多站半導體處理設備，其中該第三溫度控制單元包括一加熱元件，該加熱元件係配置成加熱該氣體管線。

【請求項23】 如請求項1之多站半導體處理設備，其中：

每一製程站更具有一噴淋頭，該噴淋頭具有一桿，且

每一桿具有一桿溫度控制單元，該桿溫度控制單元與該桿熱性連接且係可控制以改變該桿之溫度，且

每一流路更將該噴淋頭流體連接至該接合點。

【請求項24】如請求項1之多站半導體處理設備，其中該溫度控制單元係至少部分地設置於該閥內。

【請求項25】一種多站半導體處理設備，該設備包括：

複數製程站，其各自具有一噴淋頭及一進氣口；以及

一氣體輸送系統，其具有一接合點及複數流路，其中每一流路：

具有一閥、一單塊、及一氣體管線，

具有一閥溫度控制單元，其與該閥熱性連接，且其係可控制以改變該閥之溫度，

具有一單塊溫度控制單元，其與該單塊熱性連接，且其係可控制以改變該單塊之溫度，

具有一氣體管線溫度控制單元，其與該氣體管線熱性連接，且其係可控制以改變該氣體管線之溫度，且

將一製程站之一對應進氣口流體連接至該接合點，使得該複數製程站之每一製程站透過不同流路流體連接至該接合點。

【請求項26】如請求項25之多站半導體處理設備，其中：

該閥溫度控制單元係可控制以藉由溫度改變來改變該閥的流導性，

該單塊溫度控制單元係可控制以藉由溫度改變來改變該單塊的流導性，且

該氣體管線溫度控制單元係可控制以藉由溫度改變來改變該氣體管線的流導性。

【請求項27】如請求項25之多站半導體處理設備，更包括配置成控制該多站半導體處理設備的一控制器，其中：

對於流體連接至該複數製程站之一第一站的一第一流路：

一第一閥溫度控制單元與一第一閥熱性接觸，

一第一單塊溫度控制單元與一第一單塊熱性接觸，且

一第一氣體管線溫度控制單元與一第一氣體管線熱性接觸，
對於流體連接至該複數製程站之一第二站的一第二流路：
一第二閥溫度控制單元與一第二閥熱性接觸，
一第二單塊溫度控制單元與一第二單塊熱性接觸，且
一第二氣體管線溫度控制單元與一第二氣體管線熱性接觸，並且
該控制器包括用於在一處理操作的至少一部分期間進行下列者之控制
邏輯：

將該第一閥保持在一第一溫度，
將該第一單塊保持在一第二溫度，
將該第一氣體管線保持在一第三溫度，
將該第二閥保持在一第四溫度，
將該第二單塊保持在一第五溫度，及
將該第二氣體管線保持在一第六溫度。

【請求項28】 如請求項27之多站半導體處理設備，其中：

該第一溫度係與該第二溫度及該第三溫度相同，且
該第四溫度係與該第五溫度及該第六溫度相同。

【請求項29】 如請求項28之多站半導體處理設備，其中該第一溫度係與該第四溫度相同。

【請求項30】 如請求項28之多站半導體處理設備，其中該第一溫度係與該第四溫度不同。

【請求項31】 如請求項27之多站半導體處理設備，其中：

在將該第一閥保持在該第一溫度、將該第一單塊保持在該第二溫度、且將該第一氣體管線保持在該第三溫度的期間，該第一流路具有一第一流導性，且

在將該第二閥保持在該第四溫度、將該第二單塊保持在該第五溫度、且將該第二氣體管線保持在該第六溫度的期間，該第二流路具有一第二流導性。

【請求項32】 如請求項27之多站半導體處理設備，其中：

在將該第一閥保持在該第一溫度、將該第一單塊保持在該第二溫度、且將該第一氣體管線保持在該第三溫度的期間，該第一流路具有一第一流導性，且

在將該第二閥保持在該第四溫度、將該第二單塊保持在該第五溫度、且將該第二氣體管線保持在該第六溫度的期間，該第二流路具有該第一流導性。

【發明圖式】

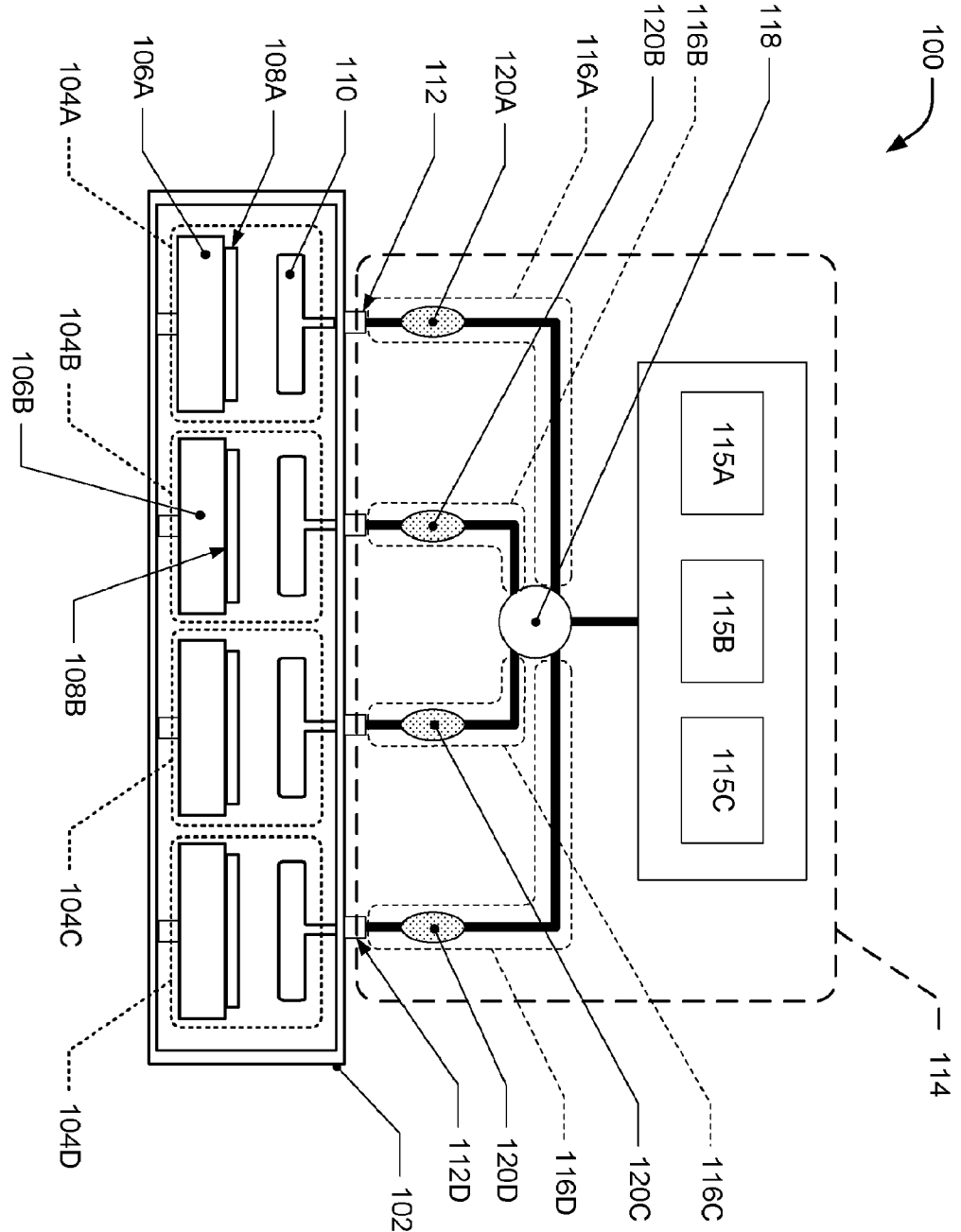


圖 1

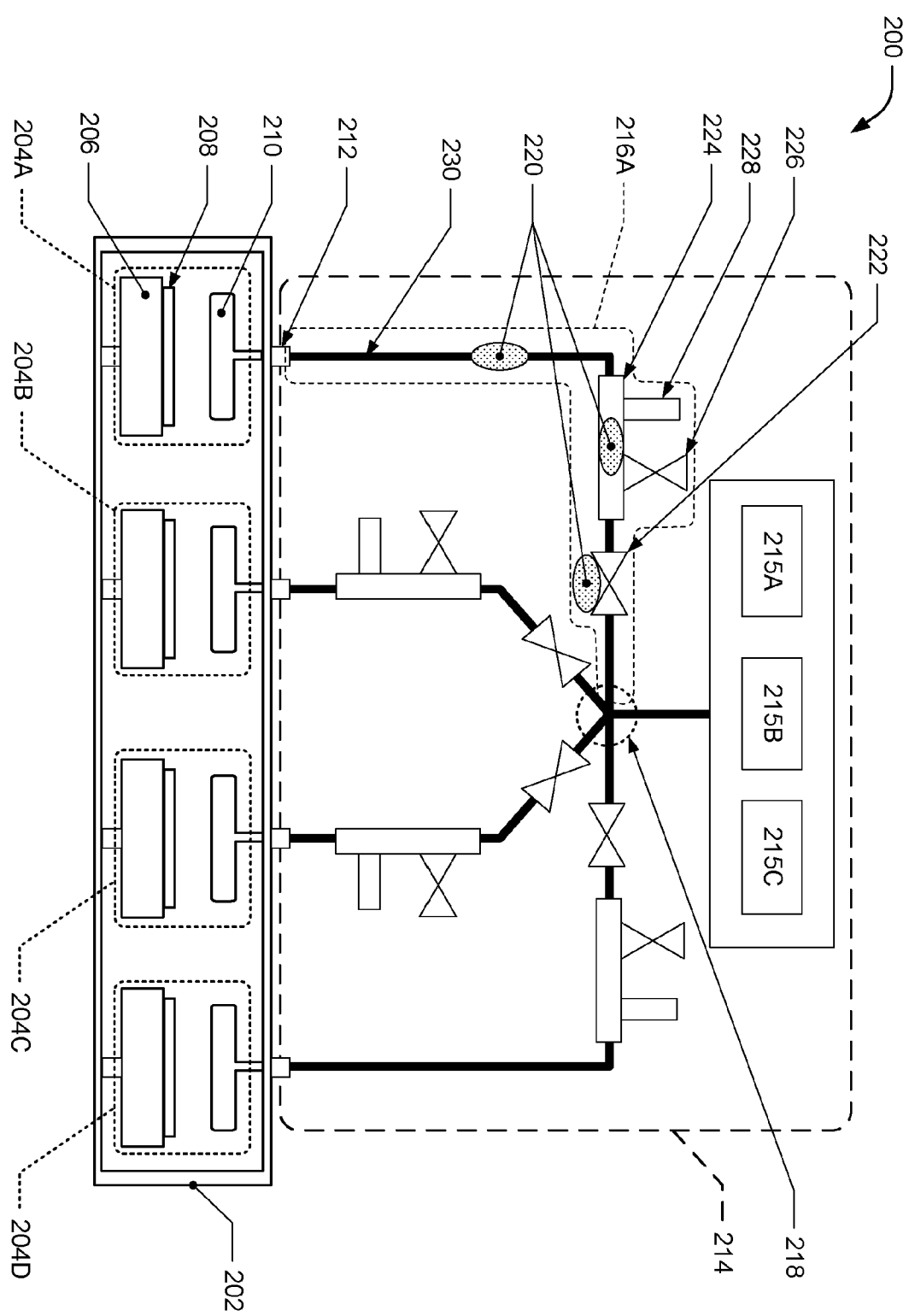


圖 2

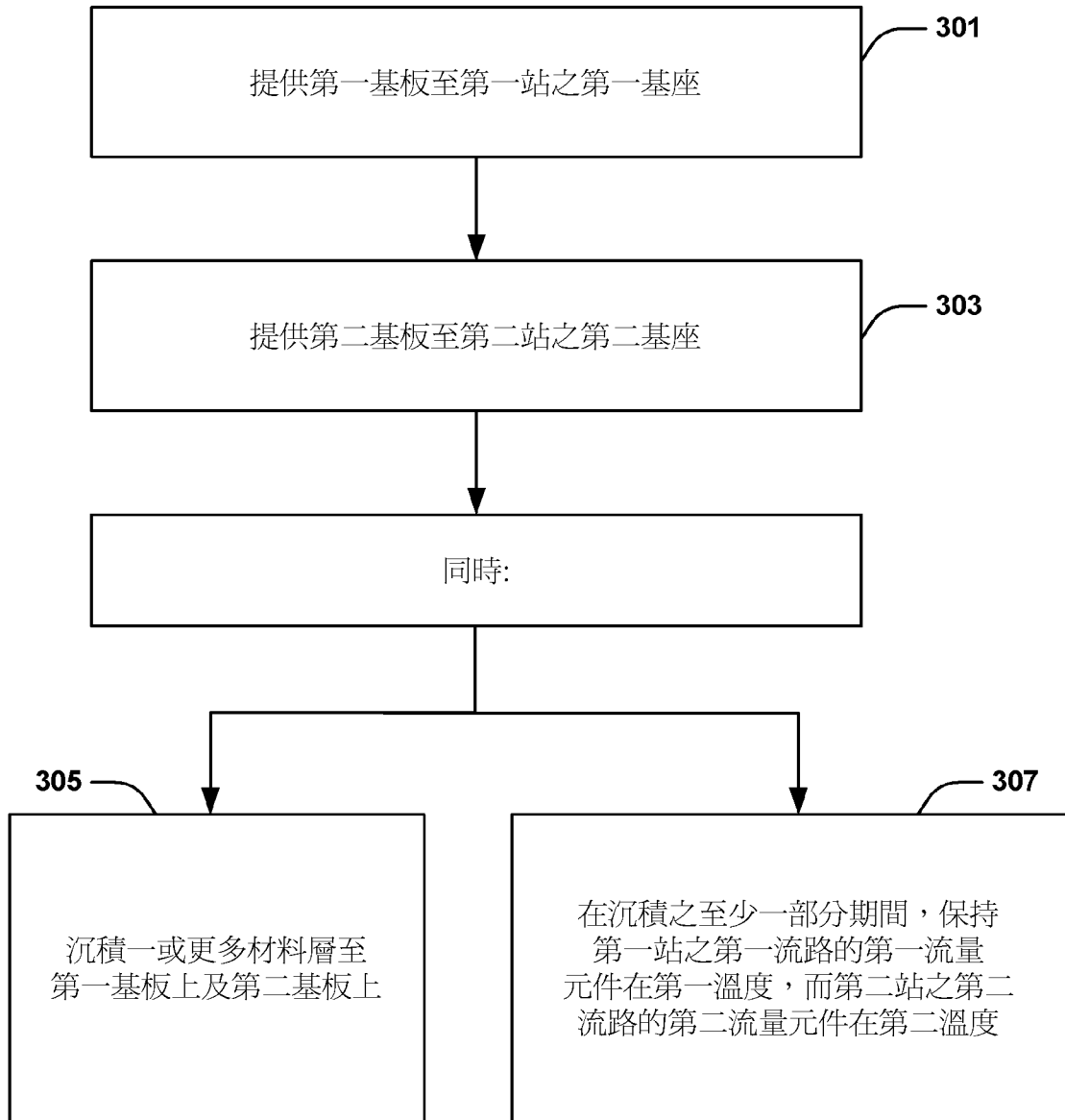


圖 3

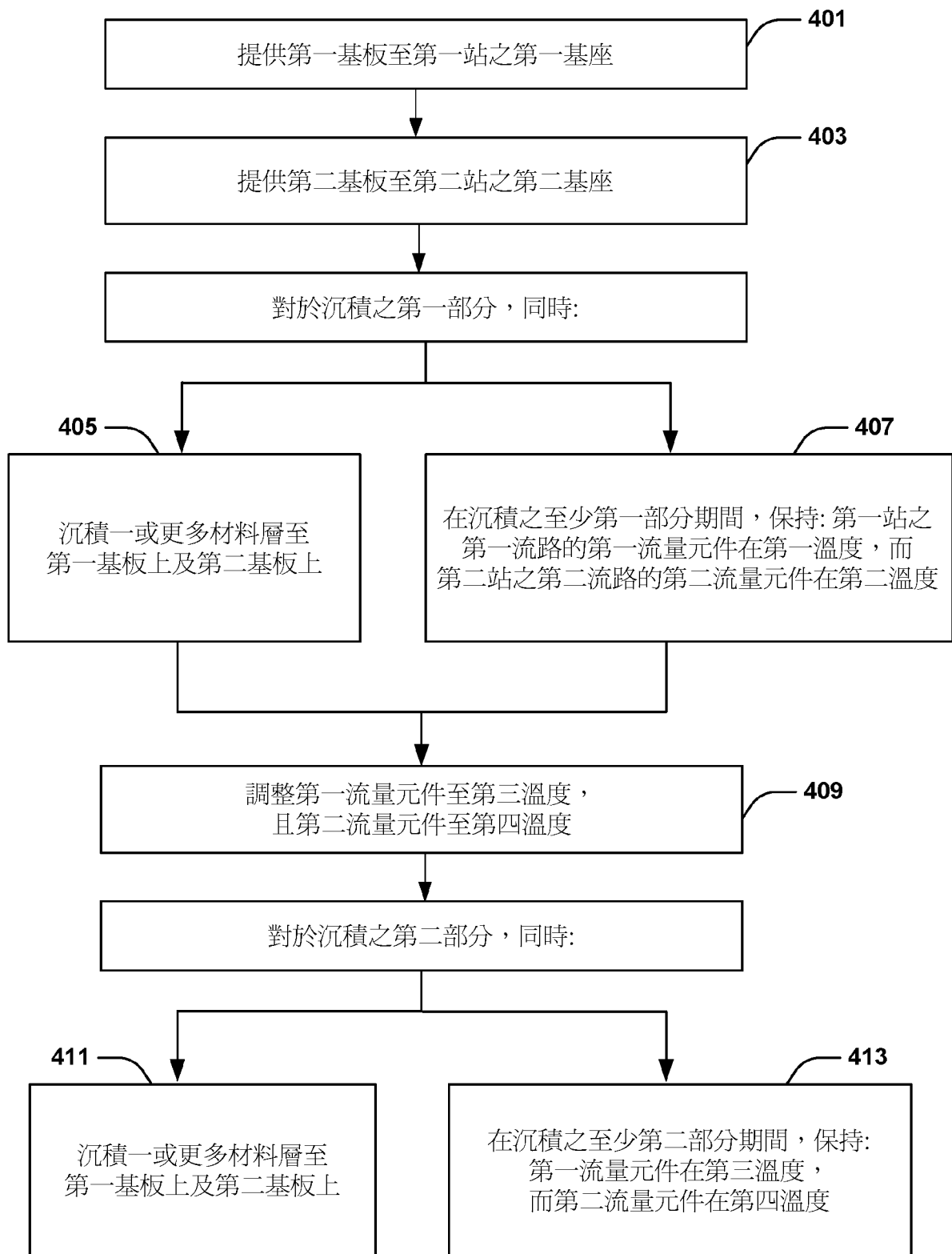


圖 4

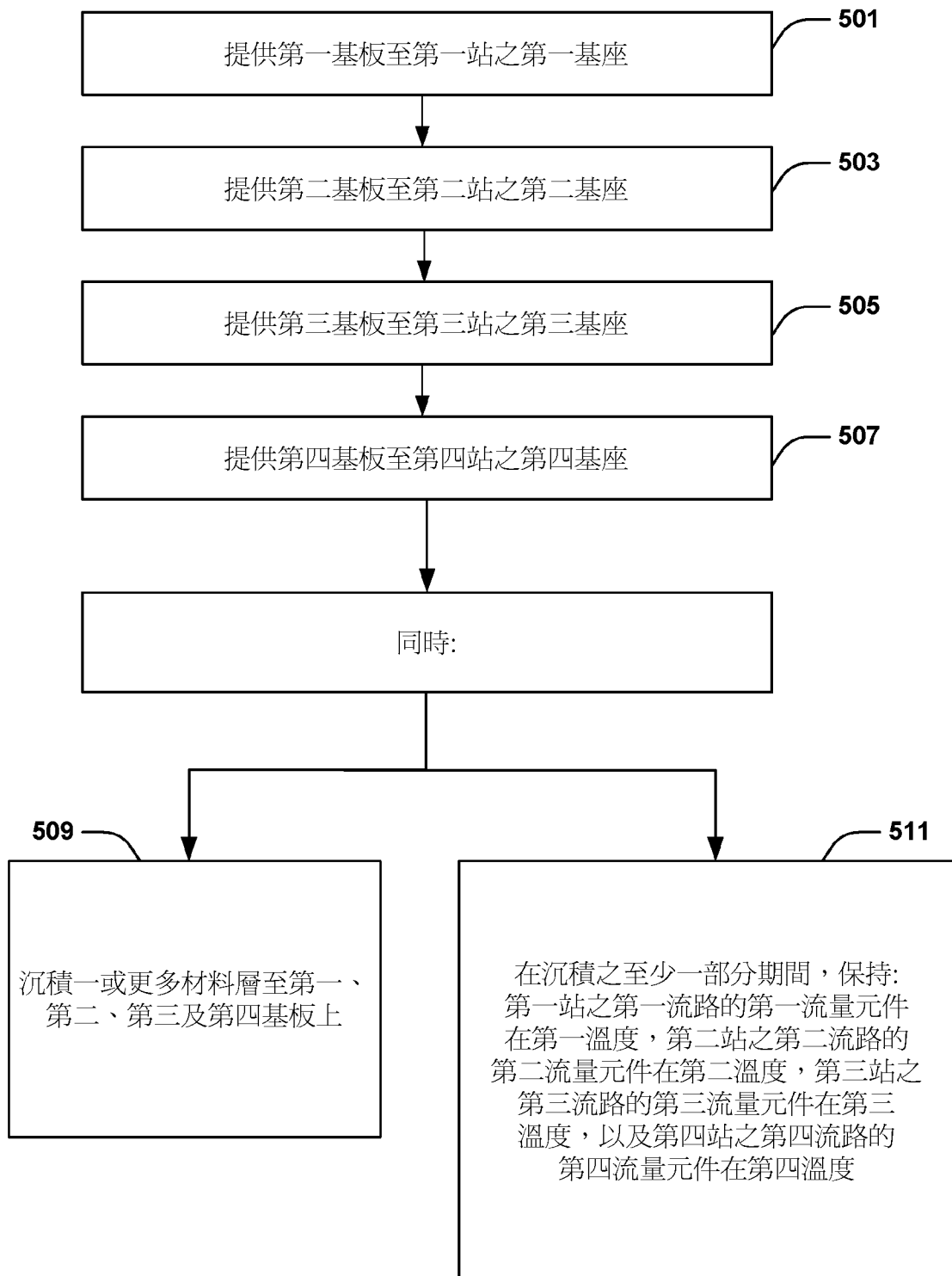


圖 5

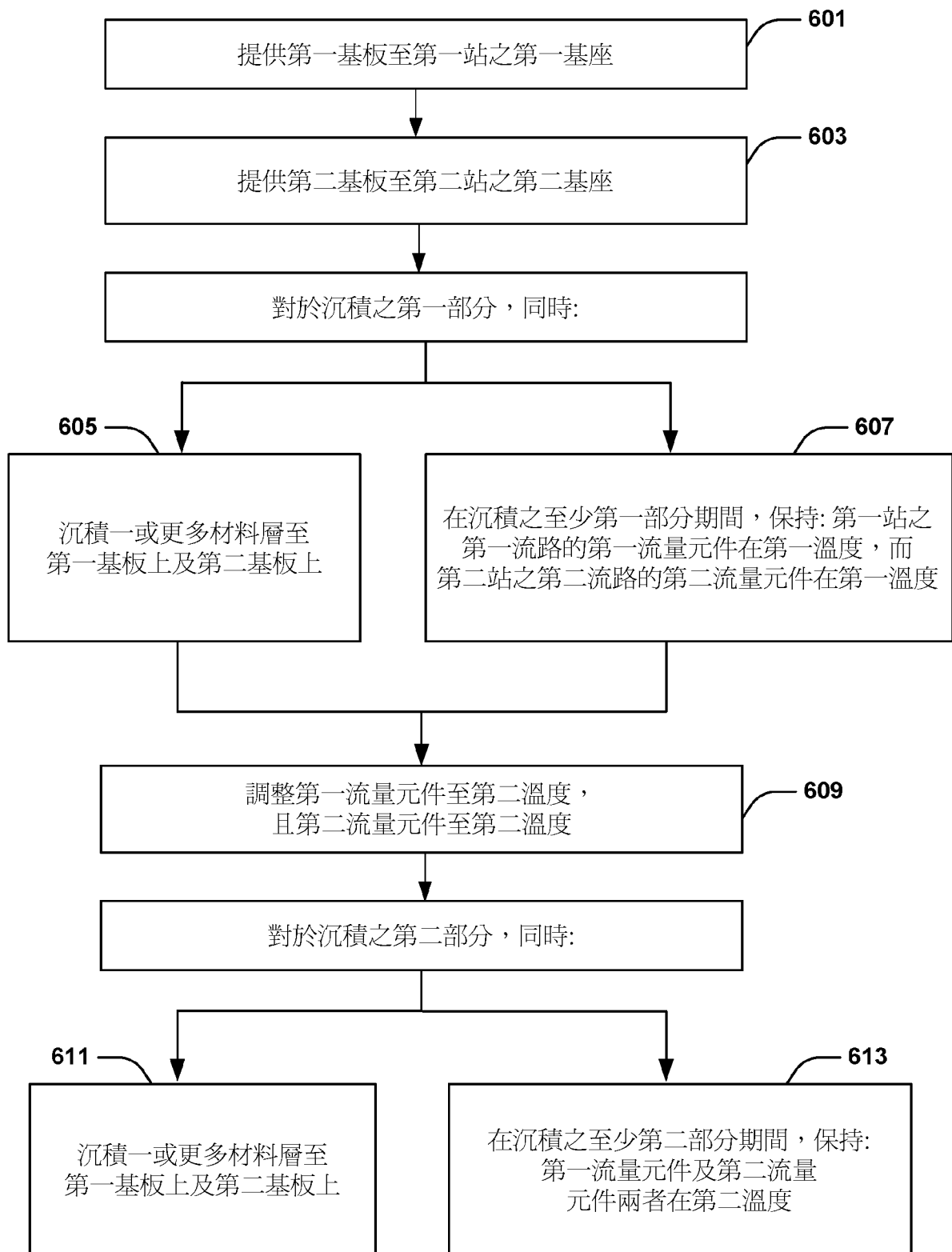


圖 6

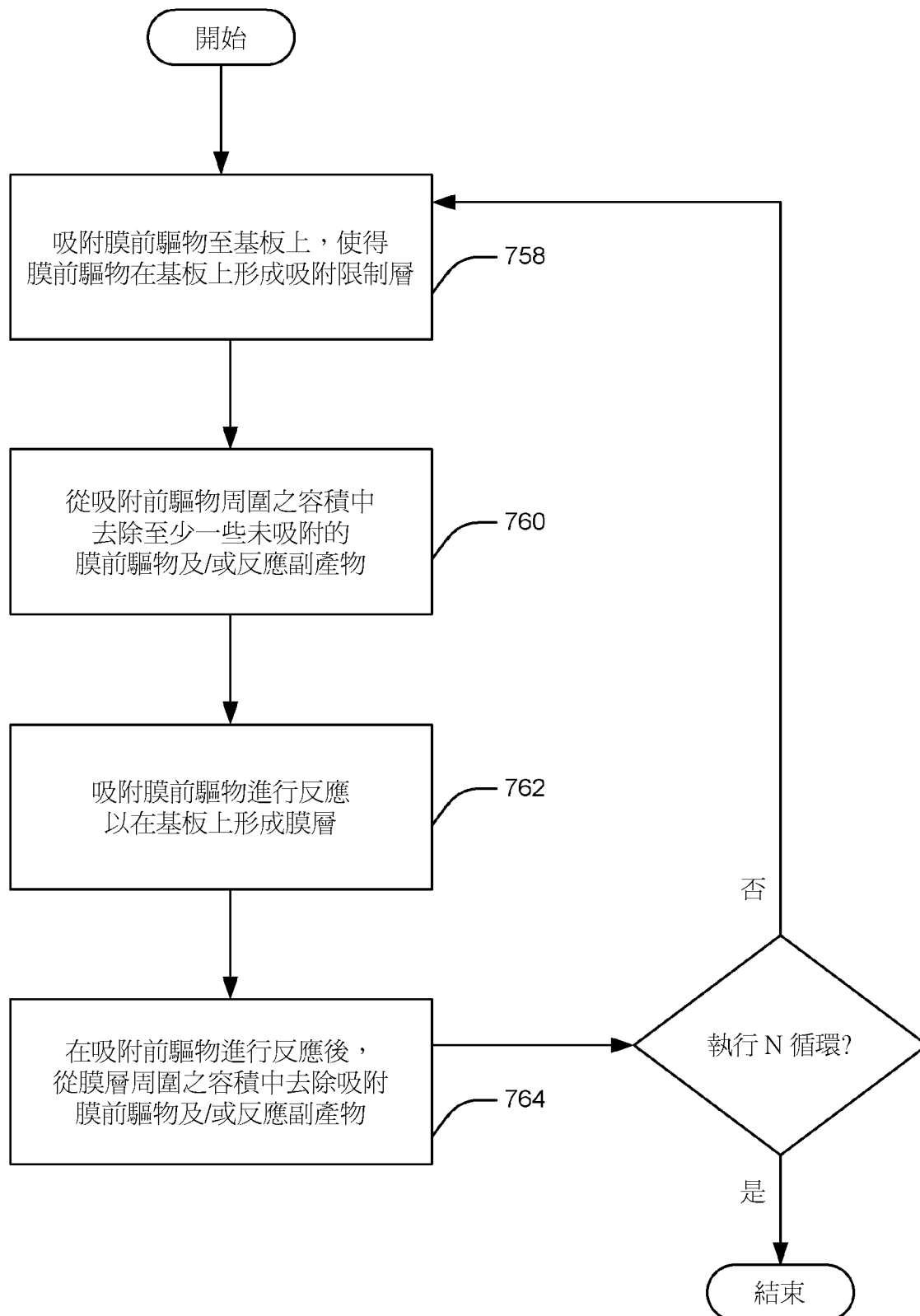


圖 7

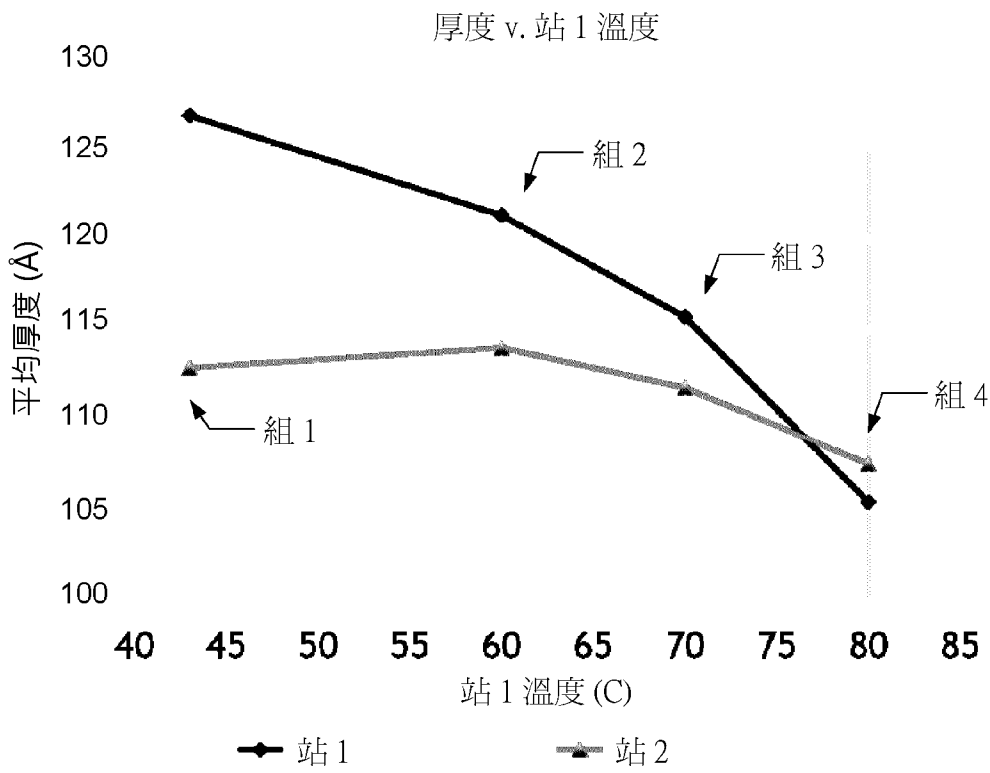


圖 8

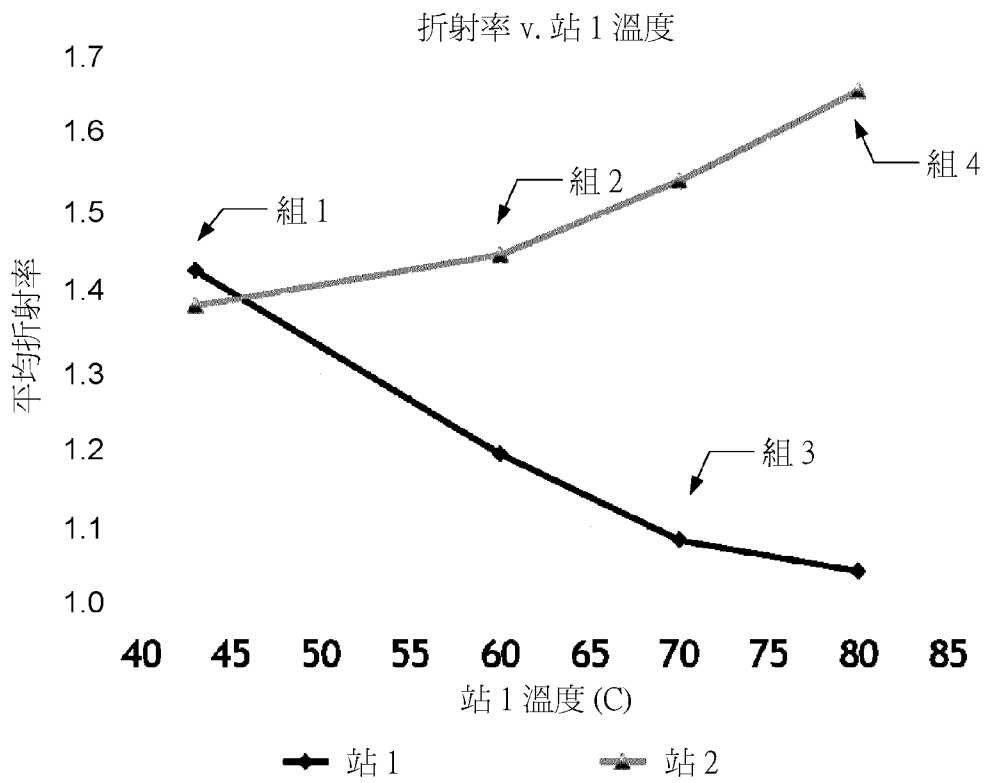


圖 9

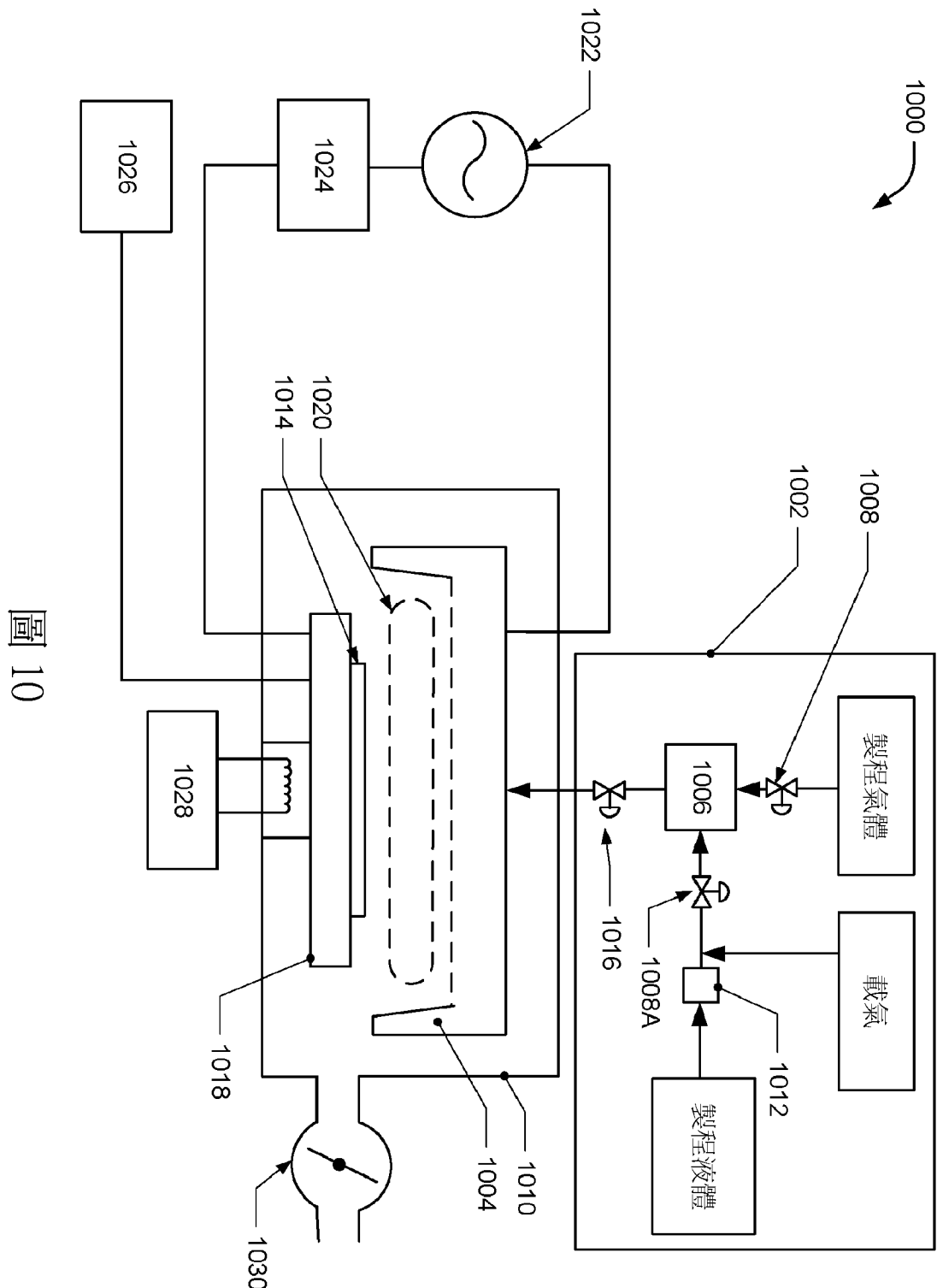


圖 10

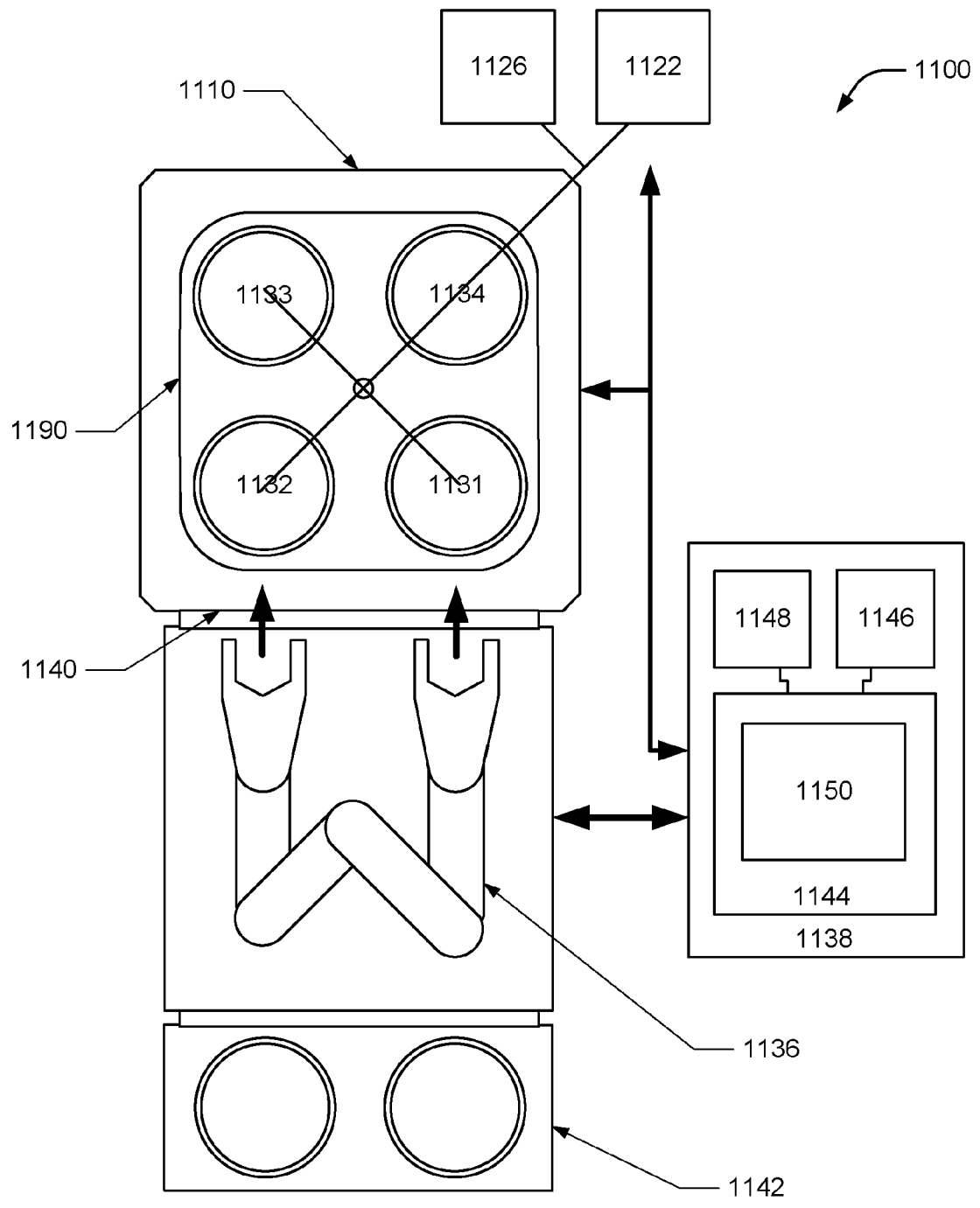


圖 11

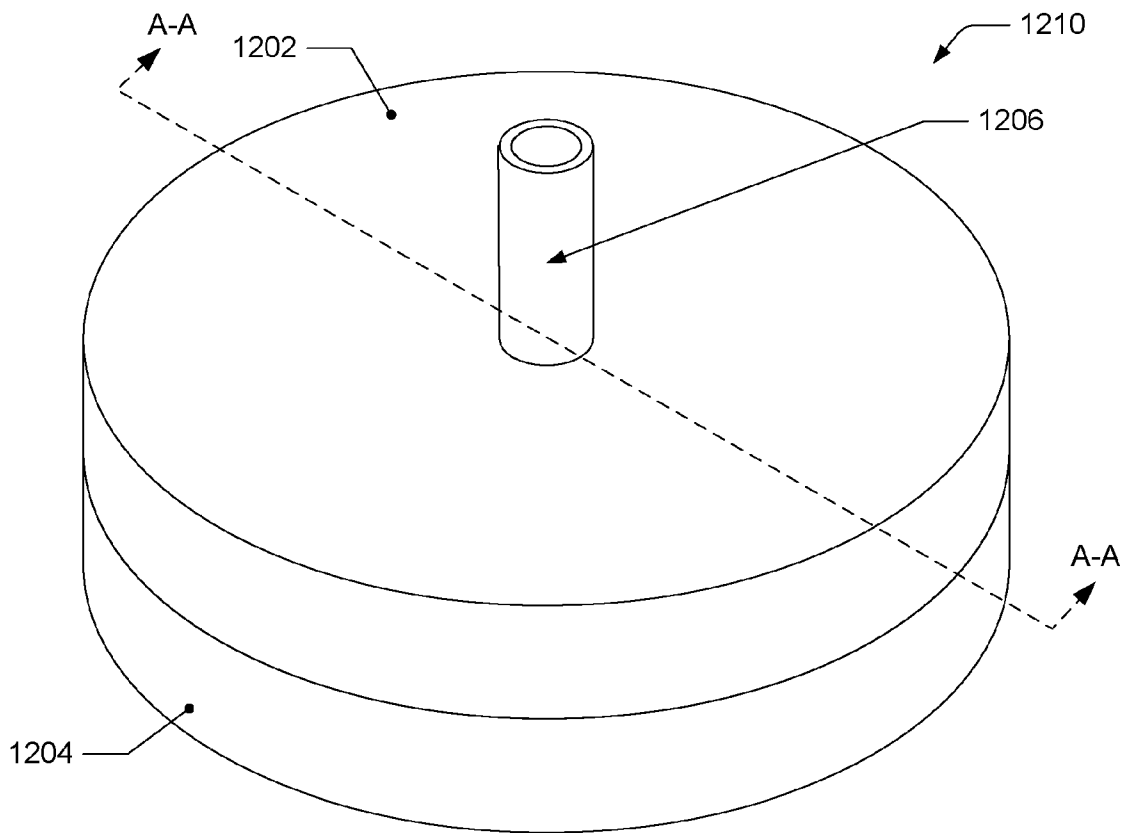


圖 12A

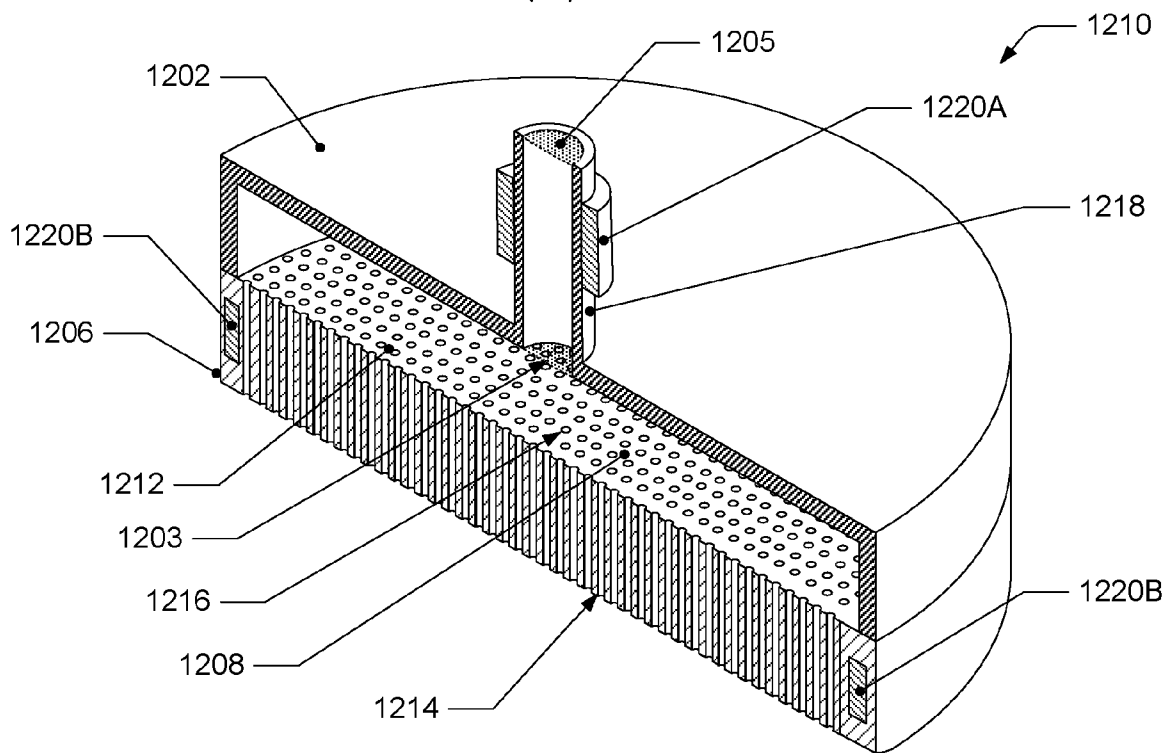


圖 12B

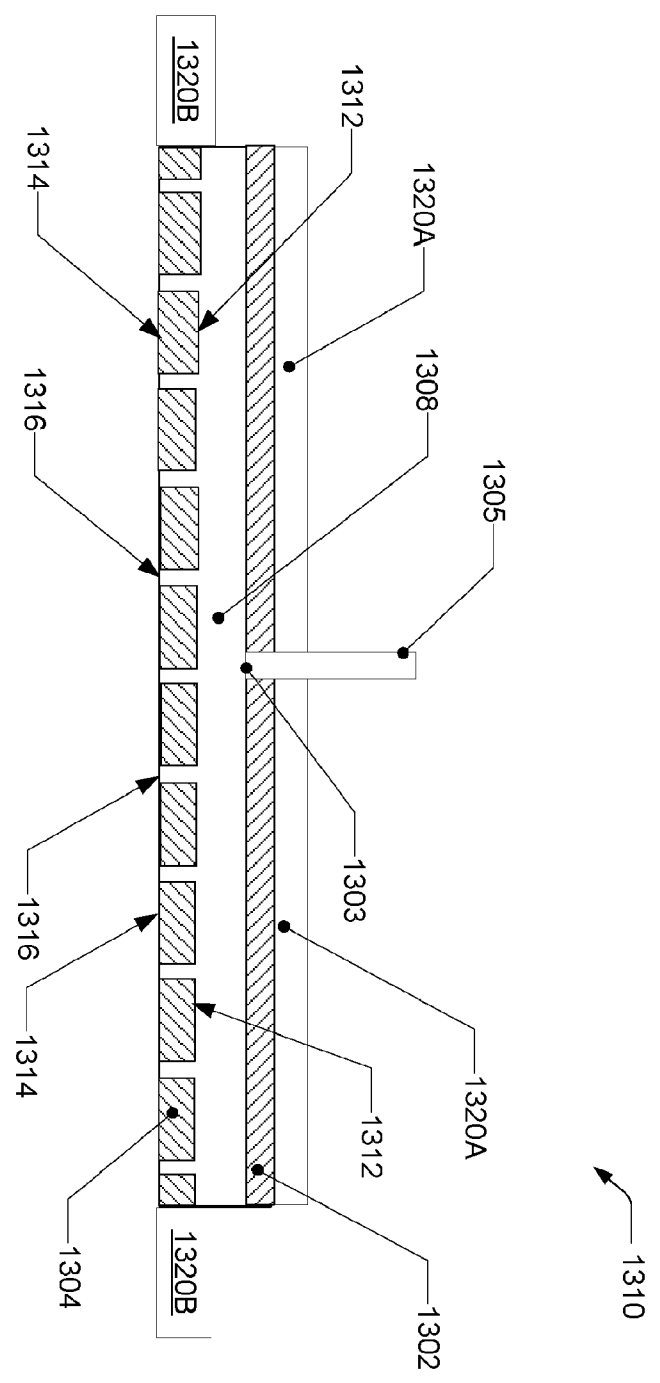


圖 13

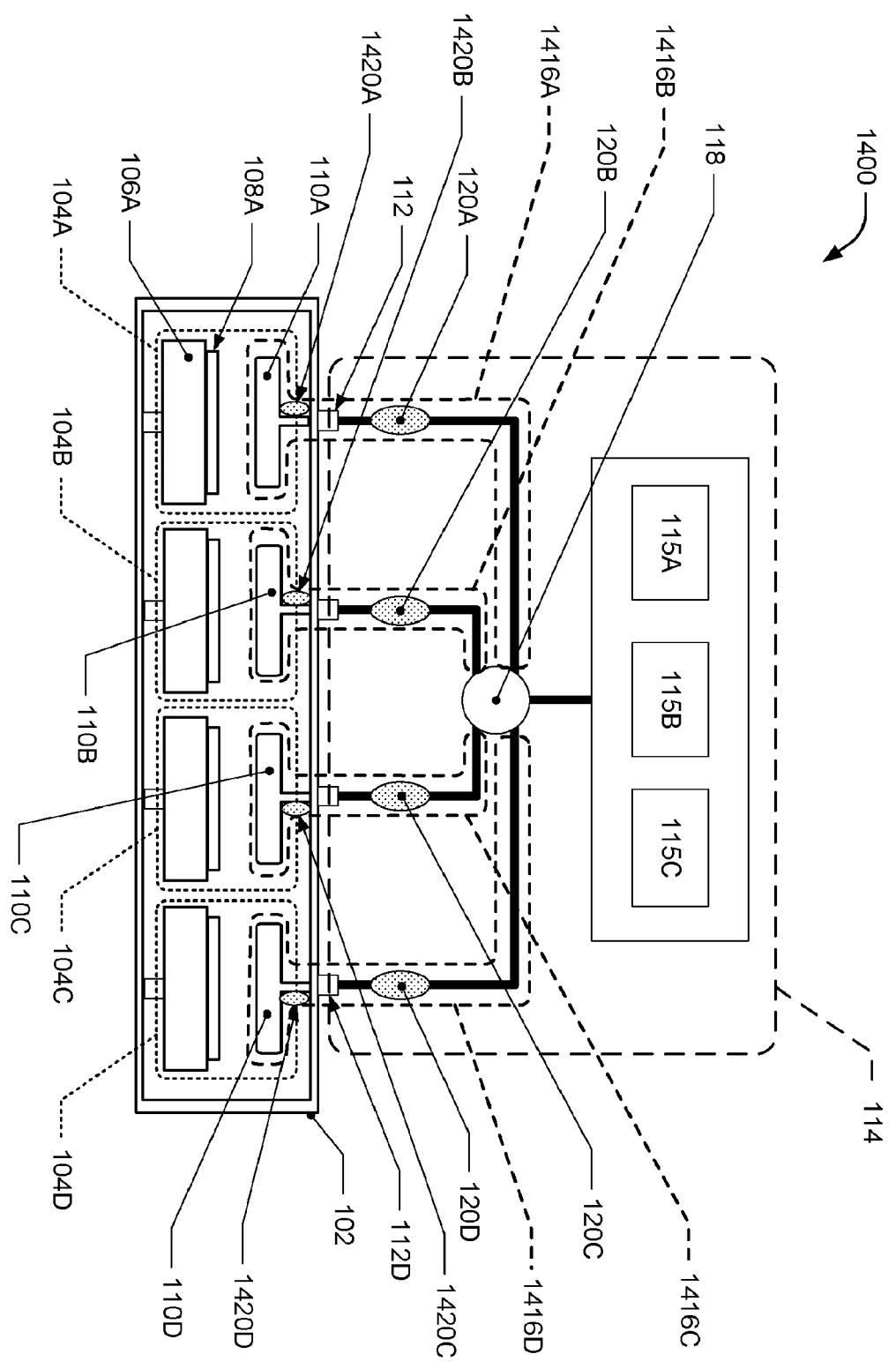


圖 14

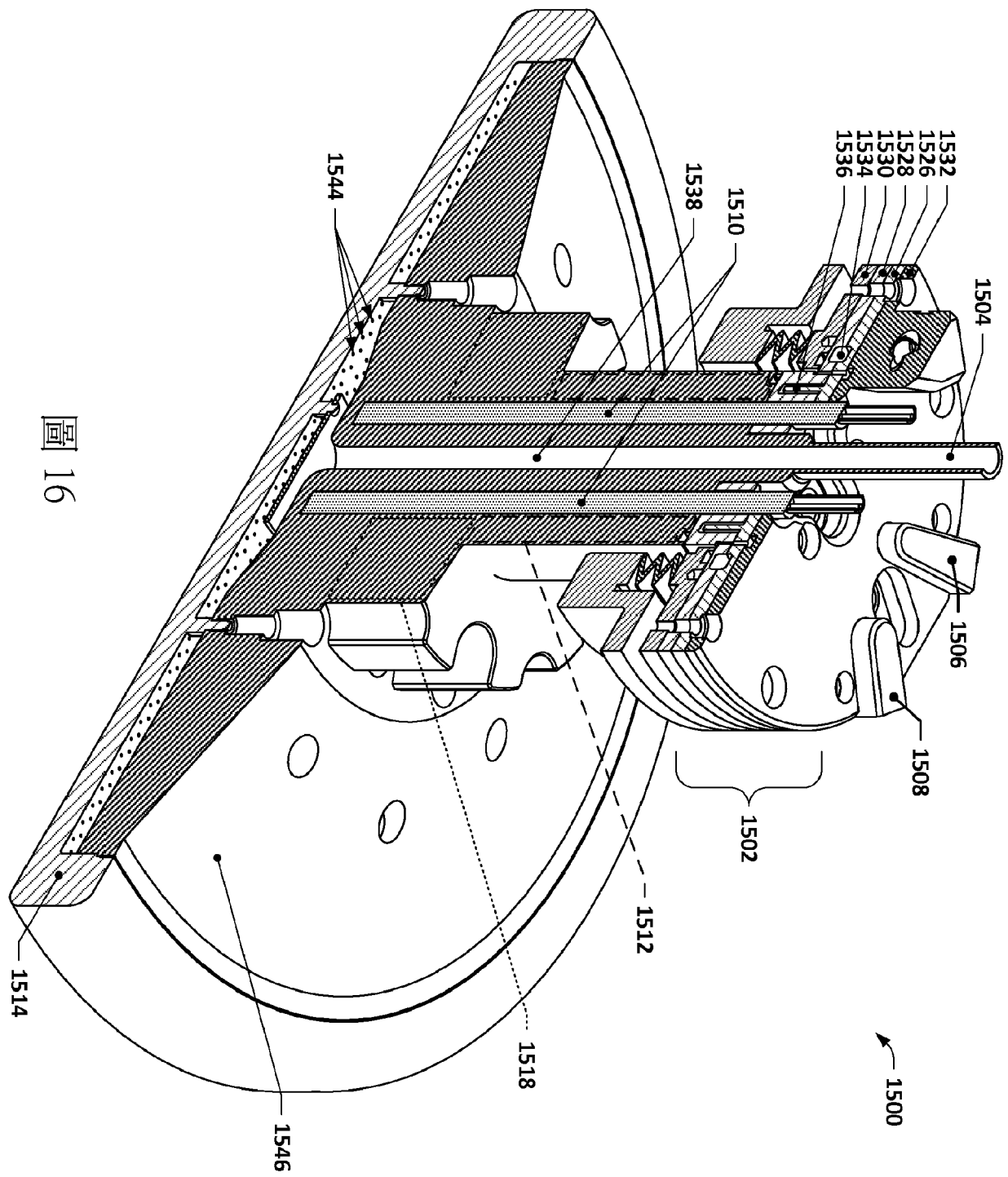


圖 16

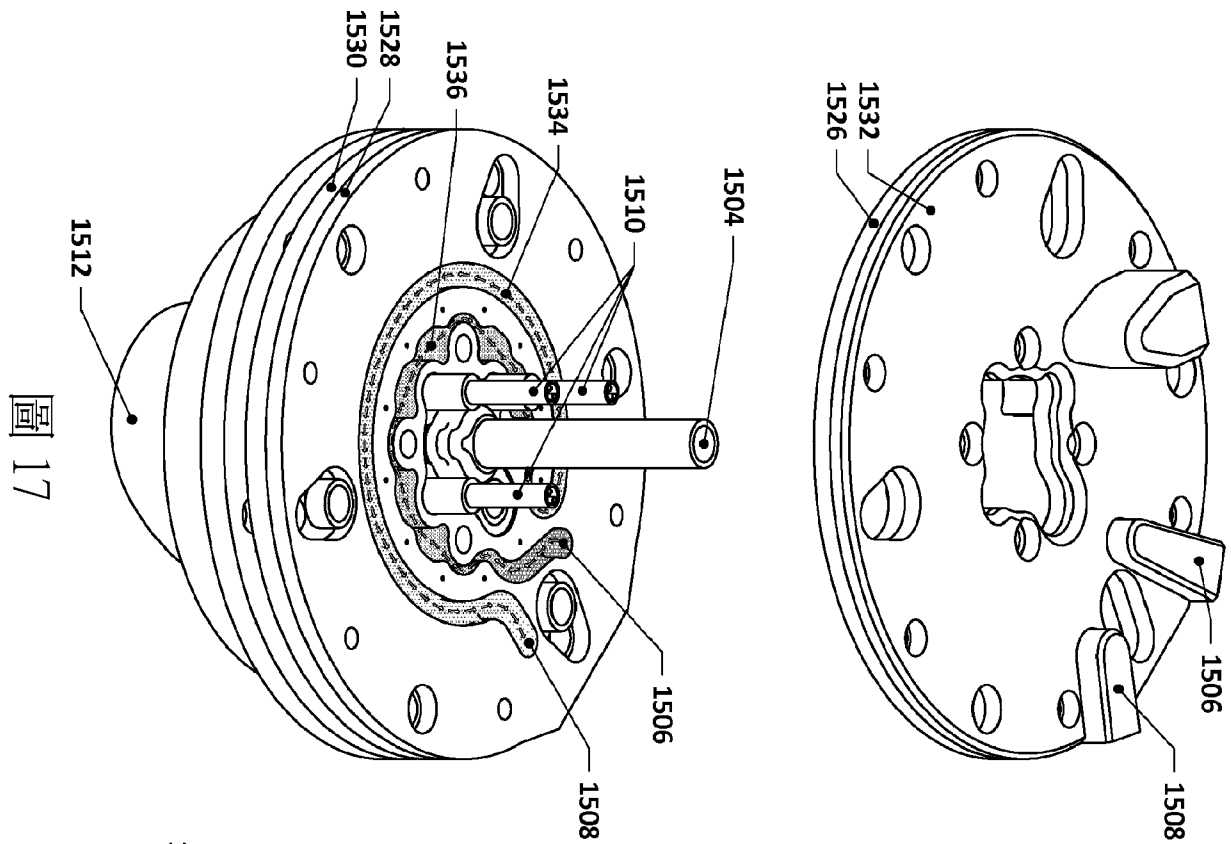


圖 17

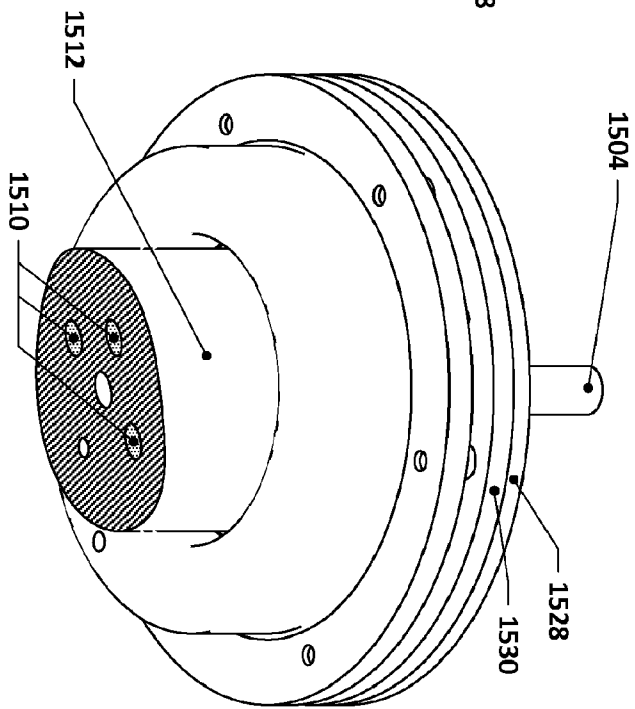
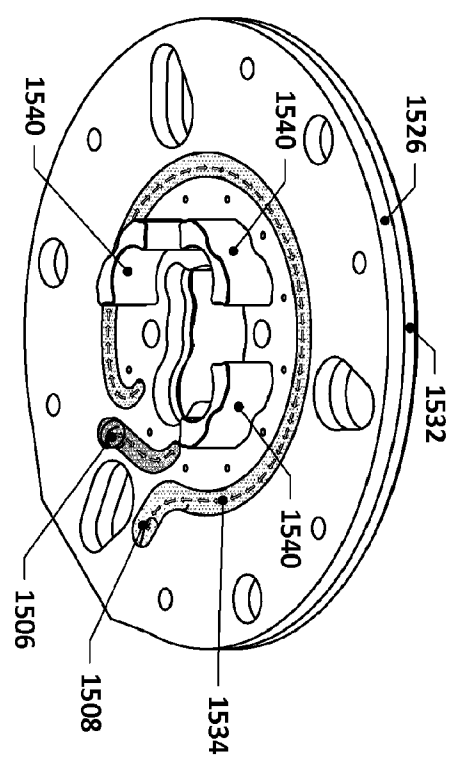
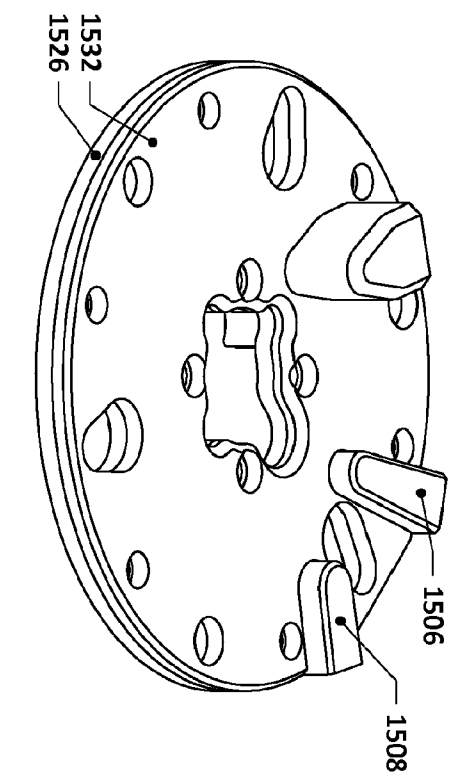


圖 18

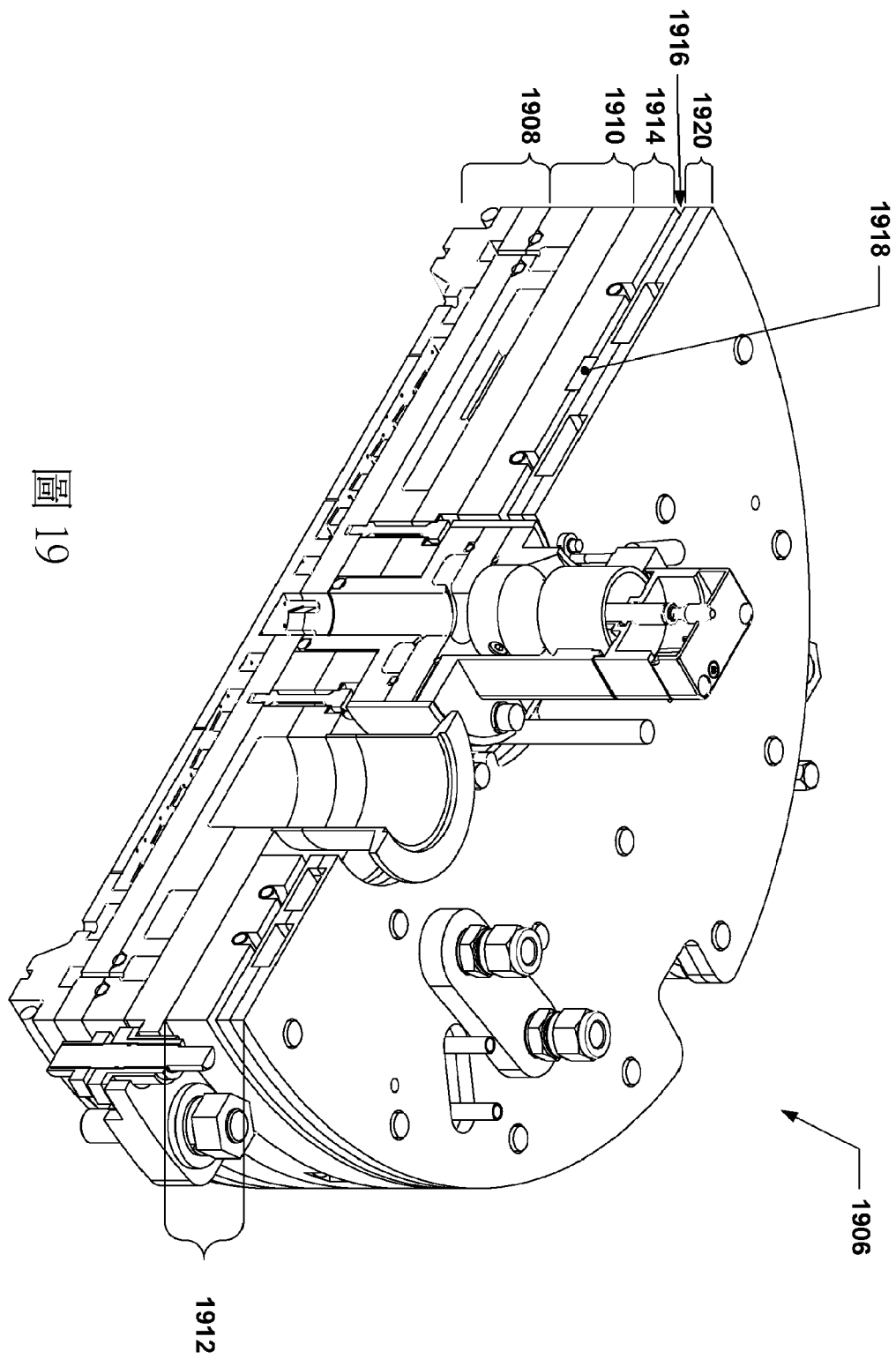


圖 19

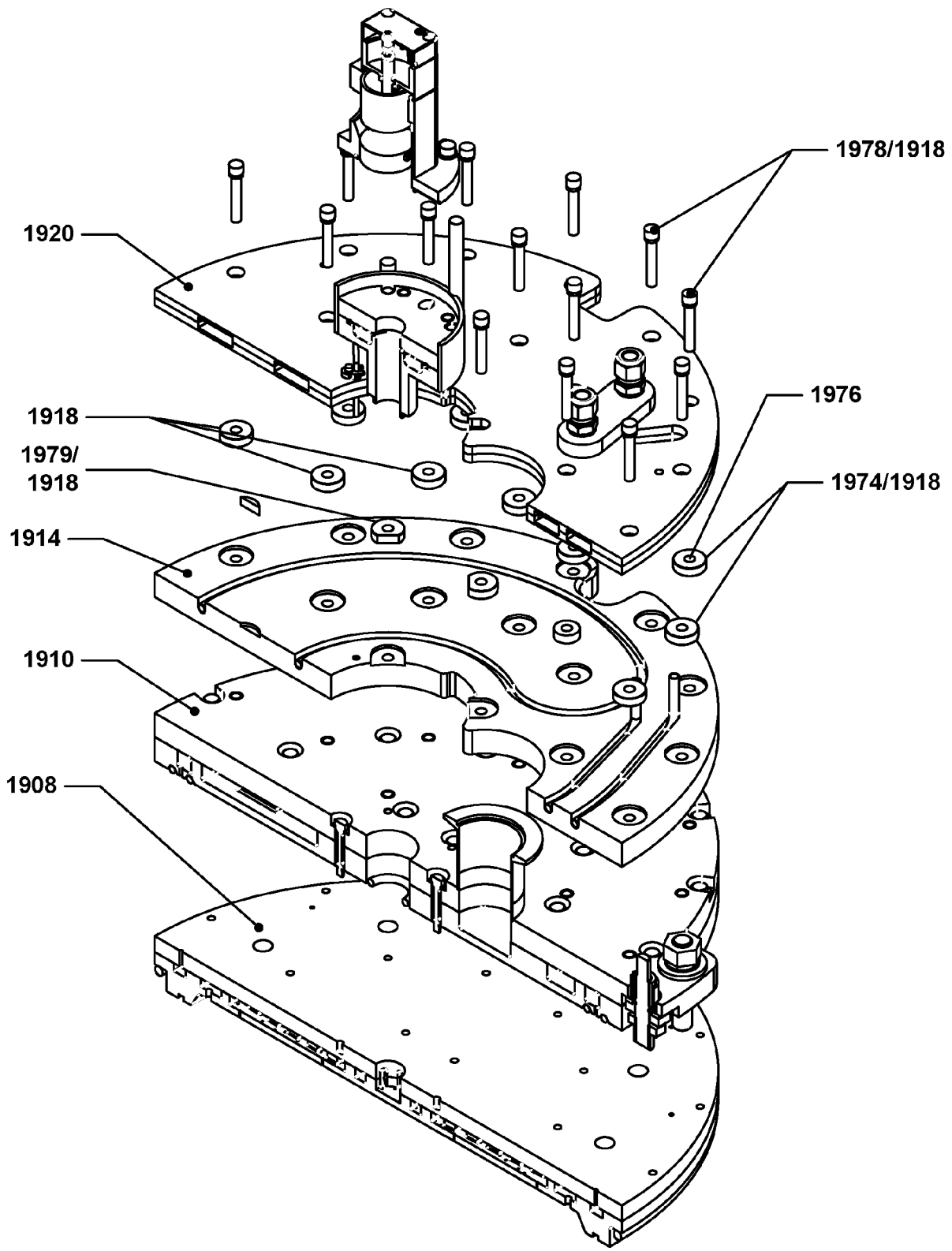


圖 20

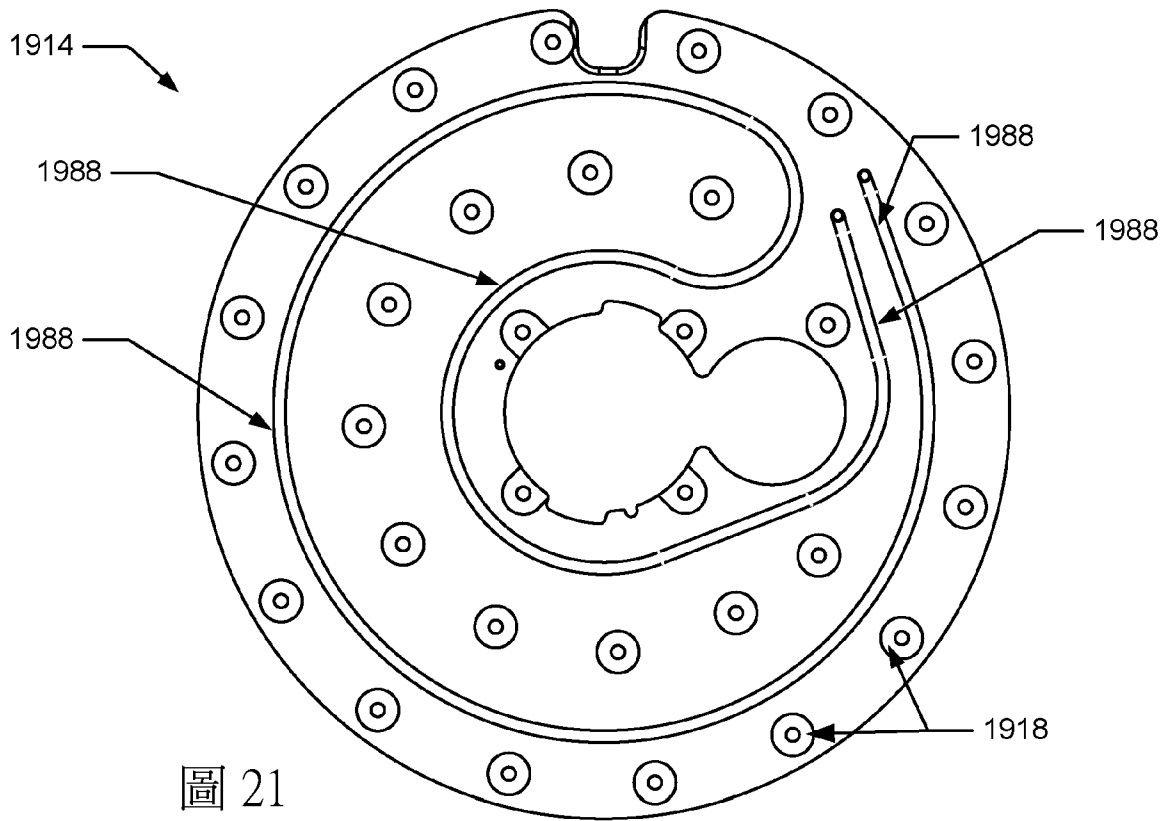


圖 21

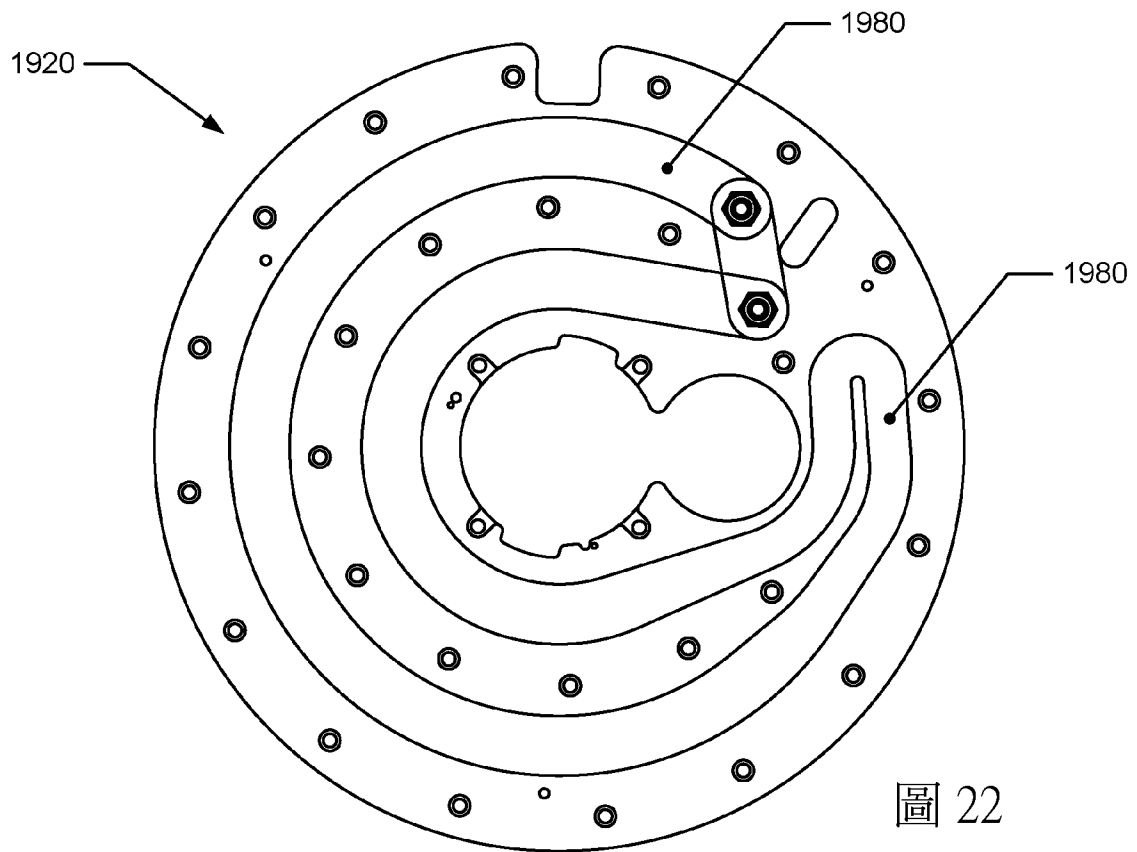


圖 22