

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 96102030

※申請日期： 96.1.19

※IPC 分類： C23C 16/455 (2006.01)

C30B 25/14 (2006.01)

C30B 25/10 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

高溫原子層沈積注入歧管

HIGH TEMPERATURE ALD INLET MANIFOLD

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

ASM 美國股份有限公司

ASM AMERICA, INC.

☐ 指定 為應受送達人

代表人：(中文/英文) 圖德 衛斯特桑德/TODD, WESTERSUND

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國亞利桑那州鳳凰城東大學大道 3440 號

3440 EAST UNIVERSITY DRIVE, PHOENIX, AZ UNITED STATES
OF AMERICA

國 籍：(中文/英文) 美國/USA

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 普羅文撒 提莫西 J./PROVENCHER, TIMOTHY J.

2. 希克森 克魯閣 B./HICKSON, CRAIG B.

國 籍：(中文/英文) 1-2 美國/USA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.美國；2006/1/19；60/760,243

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

一種用於將一種或多種氣體分配到原子層沈積(ALD)反應器之系統及方法。安裝於噴頭組件上方之一體注入岐管塊包括：直接安裝於其上之高溫(高達 200°C)額定閥以及短的容易吹淨之反應物管線。一體通路以及金屬密封避免了 O 形環以及沿流動通路之轉接死區。所述岐管包括位於所述注入岐管塊內用於吹淨反應物管線之惰性氣體通道。

六、英文發明摘要：

A system and method for distributing one or more gases to an atomic layer deposition (ALD) reactor. An integrated inlet manifold block mounted over a showerhead assembly includes high temperature (up to 200°C) rated valves mounted directly thereto, and short, easily purged reactant lines. Integral passageways and metal seals avoid o-rings and attendant dead zones along flow paths. The manifold includes an internal inert gas channel for purging reactant lines within the inlet manifold block.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1 反應室
- 2 蓋
- 3 分散板
- 4 排氣管
- 5 下室
- 6 閘閥
- 7 排氣口
- 8 基底支撐座
- 8' 較低位置
- 9 升降機制
- 10 岐管組件
- 11 管狀氣體引入構件
- 12 基源
- 13 氣體分散部分
- 14 噴頭氣室
- 15 半導體基底
- 16 閥
- 17 狹縫排氣口
- 18 上空間
- 19 排氣口凸緣
- 20 噴頭排氣閥

- 21 氣體流出口
- 22 反應空間
- 23 環形狹縫
- 24 排氣管
- 25 電極
- 26 第二加熱器
- 30(a)、30(b)、30(c)、30(d) 閥
- 31(a)、31(b)、31(c)、31(d) 閥
- 32 閥
- 42 加熱器
- 43 中間分散元件
- 50 渦輪分子式幫浦
- 52 惰性通道供給管線
- 54 惰性氣體管線
- 100 薄膜形成設備

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及用於原子層沈積(ALD)反應器之歧管組件。

【先前技術】

半導體產業中，於基底(substrate)(例如矽晶圓)上形成薄膜材質的原子層沈積(ALD)製程是習知的。ALD 是氣相沈積之一種類型，其中膜是經多重超薄層之沈積增長，膜的厚度由沈積層之數量決定。於 ALD 製程中，供給要沈積之材質的一種或多種混合物(前驅物)之氣態分子到基底或晶圓以於晶圓上形成該材質之薄膜。於一脈衝中，典型地少於 1 單層之第一前驅物材質於自我限制製程中大量吸附於晶圓上。被吸附之前驅物材質可以被分解或另於後續的一個或多個反應物脈衝中反應以形成所希望材質之單一分子層。例如，被吸附之前驅物材質可以與後續反應物脈衝之反應物反應，以形成元件或混合物之單一分子層。示例包括僅從被吸附之物種(species)剝離(strip)配位基(ligand)之反應物脈衝，用另一物種以形成混合物替代配位基之反應物，以及每一週期順序使用三種或多種反應物和/或前驅物脈衝。較厚的膜經重複生長週期產生，直到達到目標厚度。

於 ALD 製程中，引入具有至少一要被塗覆之表面的一個或多個基底到反應器或沈積室。典型地加熱晶圓到所希望之溫度，高於凝結溫度但低於所選氣相反應物之熱分

解溫度。一種反應物能夠與先前反應物之被吸附物種反應以於基底表面上形成所希望之產品。產品可以是膜、膠帶(liner)或層。

於 ALD 製程中，所有典型地以蒸氣或氣體形式之反應物脈衝，用反應物脈衝之間的去除步驟脈衝至反應器內。例如，於反應物的脈衝之間提供惰性氣體脈衝。惰性氣體於下一反應物脈衝之前吹淨(purge)一個反應物脈衝室以避免氣相混合或 CVD 類型之反應。ALD 之一個特性特徵是將每一反應物(不論是對物種變為膜有貢獻之前驅物或僅僅是還原劑)噴擊到基底，直到達到飽和表面條件。重複週期以形成希望厚度之原子層。爲了獲得自我限制成長，提供充分數量之各前驅物以飽和(saturate)基底。由於成長率是自我限制，成長率與反應順序之重複率成正比，而不是與 CVD 中的反應物和/或溫度之變動(flux)成正比。

【發明內容】

本發明之系統以及方法具有幾個特徵，單個特徵並不單獨負責產生其所希望之屬性。在不限制由後續申請範圍所表達之此發明之範圍的情況下，現在將簡要地討論它的較突出之特徵。考慮此討論之後，尤其是閱讀“較佳實施例之具體描述”這部份之後，將明白描述於此之特徵是如何提供較傳統之 ALD 混合方法以及系統有利之幾個優點。

一方面是原子層沈積裝置。裝置包括具有第一通路及第二通之歧管主體，第一通路及第二通路不具有 O 形環。裝置進一步包括位於主體內並與第一通路及第二通路流通

之孔。裝置還包括與孔流通並配置為在安裝於其內之晶圓上沈積薄膜之氣相沈積室。

另一方面是用於半導體處理裝置之多片式(multi-piece)歧管組件。歧管組件包括：主體，包括第一金屬材質並具有孔；以及基板，包括第一金屬材質並與主體耦接。組件進一步包括罩，包括第二金屬材質並與基板結合，罩配置為其上安裝閥。組件還包括形成於主體之孔與罩之間的內部通路。內部通路之至少一部份經主體及基板延伸，沒有在主體與基板之間的結合介面形成盲管段(dead legs)。

另一方面是原子層沈積裝置，包括：分散組件，配置為分散氣體；以及注入歧管塊，安裝於分散組件上方並具有孔、第一內部反應物管線以及第二內部反應物管線，第一及第二內部反應物管線與孔流通。組件進一步包括第一反應氣體閥，安裝於注入歧管塊上並配置為控制第一反應氣體到第一內部反應物管線之供給；以及惰性氣體閥，安裝於注入歧管塊並配置為控制惰性氣體到第一反應氣體閥之供給。組件進一步包括第二反應氣體閥，耦接於注入歧管塊並配置為控制第二反應氣體到第二內部反應物管線之供給；以及第二惰性氣體閥，安裝於注入歧管塊並配置為控制惰性氣體到第二反應氣體閥之供給。

又一方面是將氣體分配到具有歧管及反應器之原子層沈積裝置之方法。方法包括：經於第一反應氣體閥與歧管出口之間不具有O形環之第一通路將第一反應氣體發送

到歧管；抑制第一反應物氣流；以及經第一通路上游之第二通路將惰性氣體發送到歧管，第二通路於第一惰性氣體閥與第一通路之間不具有 O 形環。

【實施方式】

現在將結合幾個較佳實施例之圖示描述本發明之目的以及優點，其中，實施例僅意圖說明但不限制本發明。歧管主體之某些實施例具有一個或多個特徵。這些特徵包括內惰性氣體通道，一體加熱器，前驅物路徑內沒有 O 形環或死區(dead zone)，以及短反應氣體通路。

儘管事實上 ALD 因自我限制反應而有價值以及因此理論上在不完全一致的條件下完全共形沈積(conformal deposition)，不同製程參數必須小心控制以保證由 ALD 生成之高品質之層。已經發現，如果反應氣體未被有效地吹淨，可能會導致當其他前驅物產生脈衝時已有另一前驅物存在，導致氣相中或室/基底表面上之 CVD 反應而不是表面 ALD 反應。藉由 O 形環之使用以組裝 ALD 裝置之子元件，反應氣體之吹淨進一步複雜化。這些 O 形環產生通常被稱為盲管段(dead legs)之小空間，接近 O 形環密封表面以及供給到前驅物之氣孔。由於在這些空間中的殘留體積，這些前驅物之不適當排除將產生顆粒，因而消極地影響 ALD 製程。這些 O 形環還可以是洩漏的來源，其原因可能是經密封表面自身之裂口，或經由於高溫以及化學相容性而選擇之 O 形環材質之滲透性。

維持前驅物氣體從來源(類似於承載固體前驅物之器皿)到晶圓表面之熱控制是很重要的。通常存在所允許的熱誤差(對於每一前驅物是不同，但它們遵循相同原則)的小窗口。也就是說，藉由控制固體媒介之熱方面，來管理蒸氣汲取(或前驅物之數量)。當溫度低於臨界設置點時，氣流路徑之凝結發生，造成消極製程結果以及短的維持時間間隔。當溫度高於臨界設置點時，媒介之“分解”發生並且製程處於危險中。保持所有區域(zones)盡可能短以維持較好的熱穩定性是重要的。

如果歧管組件沒有熱整合或控制，混合氣體之溫度可能在歧管組件內變化並且導致 CVD 成長。雖然對歧管組件之熱整合之加總可能會抑制不希望之 CVD 反應，它將對歧管組件之子元件(例如，高速閥)具有有害影響。高速閥不列在高溫環境的操作中。而且，沿流動路徑之死區可能會造成反應氣體於沈積室上游的再循環。

於 ALD 製程中，排除前驅物所需的次數是非常重要的。ALD 製程是前驅物以及噴吹氣體 的“快速脈衝或快速切換(rapid fire)製程”。越短之管線以及越好之電導(泵效率)，製程時間越短。這對於 ALD 市場來說是極為重要的。

圖 1 顯示根據本發明之一實施例之薄膜形成設備 100 之實施例的截面圖。薄膜沈積設備 100 包括機器人(未圖示)，經閘閥 6 從真空輸送室(未圖示)將半導體基底(substrate)15 搬運到反應室 1，半導體基底 15 是要被處理之工件或物體。反應室 1 包括上蓋 2、分散板(dispersion

plate)3(也叫做“淋浴頭板”)、排氣管 4、下室 5、基底輸送閘閥 6、排氣口 7、基底支撐座 8 以及用以上下移動基底支撐座 8 之升降機制 9。

基底 15 裝載於基底支撐座 8 上，而支撐座 8 位於較低之位置 8'。然後向上移動基底支撐座 8 直到半導體基底 15 定位於距離分散板 3 之適當位置。支撐座 8 定位於裝置內並且配置為於沈積製程中支撐基底 15 或晶圓。支撐座 8 還可以設有內部或外部加熱器(未圖示)以於製程前以及製程中加熱基底 15。於基底 15 從真空輸送室搬運到反應室 1 之後，薄膜沈積設備於反應空間 22 內執行薄膜形成製程，藉由循環之氣體，例如，經閥 31(a)、31(b)、31(c)以及 31(d)之反應氣體與經閥 30(a)、30(b)、30(c)以及 30(d)之惰性氣體。

於某些實施例中，各反應氣體閥 31(a)-(d)是流通的並且與惰性氣體閥 30(a)-(d)關聯。較佳的是，各反應物管線之至少一部份排列為與關聯之惰性氣體閥 30 串聯。以這種方式，惰性氣體，較佳的是從接近反應氣體閥 31 或是從反應氣體閥 31 之上游進入反應氣體之流動路徑，以增強沖淨全部反應物管線。

例如，各反應氣體閥 31(a)-(d)可以是三埠閥。三埠閥具有兩個與反應氣體源以及惰性氣體閥流通之輸入口。三埠閥之輸出口是與反應空間 22 連通。反應氣體閥 31(a)-(d)獨立控制反應氣體以及惰性氣體於反應空間 22 內之流動。

於某些實施例中，各惰性氣體閥 30(a)-(d)是兩埠閥。兩埠閥具有一個與內惰性氣體通道 610(圖 4)連通之輸入口以及與反應氣體閥 31(a)-(d)之一連通之輸出口。兩埠閥控制惰性氣體於內惰性氣體通道 610 以及關聯之反應氣體閥 31(a)-(d)之一之間的流動。於這個示範性排列中，反應氣體閥 31(a)-(d)定位為與關聯之惰性氣體閥 30(a)-(d)之下游串聯。由於氣體朝反應空間 22 流動，於基底處理中，如果第二位置處之氣體朝第一位置流動，第一位置是在第二位置之下游。

各惰性氣體閥 30(a)-(d)控制惰性氣體到關聯反應氣體閥 31(a)-(d)之流動。反應氣體閥 31(a)-(d)控制從關聯之惰性氣體閥 30(a)-(d)所接收之惰性氣體的流動，用以於脈衝反應物之後吹淨反應蒸氣管線。例如，關聯於反應物蒸氣源之惰性氣體源分別連接於閥 30(a)、30(b)、30(c)以及 30(d)，其中反應物蒸氣源連接於閥 31(a)、31(b)、31(c)以及 31(d)。這些惰性氣體源可以被加壓或不被加壓。這些惰性氣體源可以是，例如，惰性氣體源或氮氣體源。ALD 控制系統(未圖示)包括記憶體以及處理模組，並且可程式為以控制這些閥以及其他閥，以選擇性允許或防止各種氣體到達反應空間 22。例如，來自惰性氣體閥 30 之氣流進入關聯之反應物管線並且繼續進入到反應室 1 內並且吹淨反應氣體室。

除了關聯於惰性氣體以及反應氣體之閥 30、31，ALD 裝置包括獨立的惰性氣體管線 54 以及連接惰性氣體源至

反應室 1 之閥 32。惰性氣體閥 32 提供附加惰性氣體到 ALD 裝置並且基於希望的基底處理可以連續或週期操作。於所示之實施例中，惰性氣體還經惰性通道供給管線 52(圖 6)流動到內惰性氣體通道 610。惰性通道供給管線 52 可以經惰性氣體閥 32 或獨立的惰性氣體閥(未圖示)接收惰性氣體。內惰性氣體通道 610 是與惰性氣體閥 30(a)-(d)連通。

當基底 15 插入到反應室 1 時，ALD 裝置 100 配置為於基底 15 上沈積薄膜。一般說來，ALD 裝置經一個或多個閥 31(a)、31(b)、31(c)以及 31(d)接收第一反應氣體。ALD 裝置 100 還經一個或多個其他閥 30(a)、30(b)、30(c)以及 30(d)接收惰性氣體。藉由開關適合之閥，停止第一反應氣體之流動並且然後來自一個或多個閥 30(a)、30(b)、30(c)、30(d)之惰性氣體，沿惰性氣體管線 54 之主吹噴氣流，吹淨沈積室以及氣體管線。於吹淨反應室 1 以及氣體管線後，沈積週期由一種或多種其他反應氣體繼續。來自交替脈衝之反應物僅於基底上或晶圓表面相互反應，以於每一週期中不再形成單一單層之所希望產品並且於氣相中不反應或接觸(meet)。請注意，於一些操作模式中，每一週期中於一單層上方增加的沈積速度可以通過對均勻性之某些犧牲來實現。

於 ALD 裝置 100 之實施例中，兩種或多種反應氣體在每一週期中順序流經(以吹噴週期來分隔)ALD 裝置 100 以於晶圓上形成材質。於反應空間 22 內吸附或反應之後，反應空間內剩餘之各反應氣體隨後經排氣管 24 排出。排氣

管 24 可以連接於渦輪分子式幫浦(TMP) 50，以協助從反應室 1 移除氣體以及提供反應室 1 中之低壓條件。而且，藉由將 ALD 裝置 100 之底部上的任一耦接件連接到真空幫浦(TMP)50 或乾幫浦(DRY)，可以將整個 ALD 裝置 100 抽氣到低壓。

ALD 裝置 100 包括氣體引入歧管組件 10。歧管組件 10 包括主體 27(圖 5)、內惰性氣體通道 610 以及中心孔 28。歧管組件 10 進一步包括一個或多個反應氣體閥 31(a)、31(b)、31(c)以及 31(d)，一個或多個惰性氣體閥 30(a)、30(b)、30(c)以及 30(d)。歧管組件 10 配置為發送(route)經反應氣體閥 31(a)、31(b)、31(c)、31(d)進入之反應氣體以及經惰性氣體閥 30(a)、30(b)、30(c)、30(d)進入之惰性氣體通過 ALD 裝置 100(見圖 3)。歧管組件 10 進一步配置為於一給定脈衝中，選擇性將經閥 30(a)-(d)進入之一種或多種惰性氣體與經閥 31(a)-(d)進入之反應氣體之一種混合。合成之混合物進入反應室 1。於每個脈衝後，ALD 裝置 100 從反應室 1 經排氣管 24 排出(例如經由吹噴)所有未反應之反應物以及惰性氣體。在此顯示之閥的位置僅出於說明之目的並且可以沿氣體管線設置於不同位置上。較佳的是，閥定位為接近或於其自身之歧管組件 10 上以減少閥之氣體管線下游的長度。反應氣體閥 31(a)-31(d)可以，例如，設置為距離注入歧管塊大約 10mm，以提供短且容易被吹淨之管線。如下文所述，於在此描述之示範性實施例中的各種閥被指定為使氣體或一種或多種氣體之混物流動進

入歧管組件 10。然而，本發明並不限於在此描述之示範性實施例。

反應氣體經 ALD 裝置 100 循環之次序取決於希望之產品。爲了於各種氣體進入反應室 1 之前最小化一種或多種反應氣體之間的任何相互影響，經閥 30(a)-(d)進入之惰性氣體週期性地循環或於反應氣體之脈衝之間經 ALD 裝置 100 連續流動。以這種方式，惰性氣體吹淨管線以及反應室 1。如下文將解釋的，不同的反應氣體以及惰性氣體是系統地通過 ALD 裝置 100 循環，以便於通過閘閥 6 嵌入之晶圓上形成沈積。

如圖 4 所示，氣體引入歧管組件 10 是安裝於分散板 3 之上。歧管組件 10 耦合到穿過蓋 2(見圖 1)延伸之管狀氣體引入構件 11。下文結合圖 1 描述歧管組件 10 之實施例。構件 11 連接歧管組件 10 之下游端並且接收來自歧管組件 10 之反應物以及惰性氣體。示範性惰性氣體包括氮氣與氬氣。沈積製程利用惰性氣體來吹噴和/或與反應氣體混合。於所示實施例中顯示之基源(radical source)12 經閥 16 與歧管組件 10 連接，閥 16 可以是全開啟閥。於某些實施例中，閥 16 是雙動(dual action)閘閥。閥 16 之開啟可以將來自不同氣體之基引入到歧管組件 10 內。構件 11 與氣體分散部分 13 流通。從構件 11 流動之氣體通過氣體分散部分 13 擴撒。遙式電漿(remote plasma)主要用於室之清潔但也可以用於處理。

於某些實施例中，構件 11 具有中間分散機制 43。圖 2 是顯示中間分散元件 43 之示例的示意圖。如圖 2 所示，所顯示的中間分散元件 43 是圓柱形並且可以附著於構件 11 之下游端或頂端(見圖 1)。於某些實施例中，元件 43 之壁內的一個或多個細孔或狹縫 44 為從構件 11 進入之氣體提供擴散流動出口路徑。細孔 44 可以定位為使得遠離元件 43 之徑向方向上均勻流出氣體。除了細孔 44 外或替代細孔 44，一個或多個細孔 45 可以通過元件 43 之底面延伸，朝分散板 3 之豎直方向上流出氣體。較佳的是，一個或多個細孔 45 不與分散板 3 內之細孔排列，以便更好地越過板 3 散佈氣體。

顯示於圖 1 中之氣體分散部分 13 的截面輪廓是喇叭(horn)形狀。為了適應短時期內穿過反應室 1 之排出氣流之變化，氣體分散部分 13 之內容量為小的話較佳。於某些實施例中，氣體分散部分 13 相對於其水準下表面具有平截錐形(flat truncated cone shape)，大約 3-30 度之角度。實施例可以包括 5 度、10 度、15 度、20 度以及 25 度之角度，以及這些角度值之間的角度，但較佳的是為大約 5-15 度，以便更加均勻地散佈擴散氣體。

於某些實施例中，氣體分散部分 13 之下表面以及氣體分散板 3 之間的距離大約為 2-10mm，包括 3mm、5mm、7mm 以及這些值之間的值。具有接近於分散板 3 之分散部分 13 可以更加均勻地越過板 3 散佈氣體。於某些實施例

中，氣體分散部分 13 之內壁的外形可以是光滑的，以便促進平滑之氣流。

於某些實施例中，加熱器 42 設置於分散部分 13 之內壁。加熱器 42 加熱進入分散部分 13 之氣體。第二加熱器 26 可以設置於分散板 3 內，尤其在週邊邊緣處，以便調節薄膜之形成。

狹縫排氣口 17 形成於氣體分散部分 13 之頂端與分散板 3 之間。狹縫具有於分散部分 13 之外頂端附近延伸之環形(例如圓形)。排氣口可以使用各種形狀但較佳的是選擇可以最小化氣流被液壓破壞之區域的形狀。例如，排氣口之形狀可以具有多個圓弧形狹縫，多個圓細孔等等。狹縫或細孔 17 之開放寬度可以是與氣體分散部分 13 之下表面以及氣體分散板 3 之間的距離相等，或者是大約 2mm 到 5mm 之間。

排氣狹縫 17 與上空間 18 流通。上空間 18 是通過分散部分 13 之上外壁以及上蓋 2 之下表面形成。上空間 18 與定位於氣體分散部分 13 之下表面以及分散板 3 之間的噴頭氣室(plenum)14 流通。於某些實施例中，分散部分 13 之上外壁與上蓋 2 之下表面之間的距離大致等於氣體分散部分 13 之下表面與分散板 3 之間的距離。

排氣口凸緣(flange)19 與上蓋 2 連接並且接收從上空間 18 以及噴頭氣室 14 排出之氣體。噴頭排氣閥 20 之開啓與閉合允許或防止氣體從上空間 18 以及噴頭氣室 14 排出。

當氣體經狹縫 17 通過上空間 18 時，由於氣壓降低，使得於反應物脈衝之間的短時期內排出氣體更加困難。因此，於某些實施例中，具有穿過狹縫 17 延伸並且連接到排氣口凸緣 19 之輸送管是有利的。已經發現，與具有上空間 18 之實施例相比，環形輸送管增加到排氣口凸緣 19 之氣流。這是因為輸送管與氣體接觸之內表面面積小於氣體從上空間 18 流動之表面面積。然而，因為排氣口凸緣 19 定位為相對於環形輸送管偏置，與使用上空間 18 之實施例相比，環形輸送管不能均勻排氣。例如，於使用上空間 18 之實施例中，排氣口凸緣 19 可以定位為接近上空間 18 之中心並且均勻接收排出氣體。

氣體流過氣體分散部分 13 並且到達噴頭氣室 14。氣體進一步流過分散板 3 中之氣體流出口 21。流過氣體流出口 21 之氣體到達基底支撐座 8 以及分散或淋浴頭板 3 之間的反應空間 22。然後氣體可以繼續並到達基底 15 之表面。然後氣體繼續穿過形成於排氣管 4 內之環形狹縫 23 並且從與排狹縫 23 流通之氣管 24 排出。於某些實施例中，從分散板 3 到反應空間 22 之氣體流動率大約是 2-3 升/秒。

藉由從電極 25 輸送射頻能到分散板 3，可以於分散板 3 以及基底支撐座 8 之間產生電漿。例如，於分散板 3 以及基底支撐座 8 之間產生臨場(in situ)電漿，其用於電漿增強原子層沈積(PEALD)製程。遙式電漿產生用於執行 PEALD 之某些製程以及用於於基底 15 處理之間週期的反應室 1 清潔，例如於每一堆晶圓之間。遙式電漿是使用離

場(ex-situ)電漿產生器產生，顯示為遙式基或激發的物種源 12。產生器可以操作於，例如，400kHz 之頻率以及從位於 Wilmington, MA 之 MKS Instruments 獲得。產生器可以安裝於歧管組件 10 之頂部或更上游。閥 16 將遙式電漿產生器從歧管組件 10 中隔開。基產生於遙式電漿產生器內，用於室清潔或沈積。允許基流動/漂流/擴散整個分散部分 13 並且到基底 15 之表面。較佳的是，基源 12 安裝為接近室 1 並且閥 16 充分開啟以最大化殘餘之激發物種並且因此有效地清潔。

用於臨場直接式電漿(direct plasma)產生之 RF 產生器可以操作於，例如，13.56MHz。這樣的 RF 產生器以及匹配之網路可以從位於加州的 Fremont 的 ADTEC 技術股份有限公司獲得。匹配之網路可以安裝於反應室 1 之頂部。傳輸線連接於匹配之網路的輸出以及分散板 3 之間。分散板 3(圖 1)、分散部分 13(圖 1)以及上蓋環 113(圖 4)是 RF 高壓(RF hot)。定義反應空間 22 之剩餘之傳導元件，尤其是基底支撐 8，是在地上。直接式電漿僅產生於分散板 3 以及基底支撐座 8 之間。

一旦處理完成，降低基底支撐座 8 並且可以經相同之閘閥 6 從沈積室移除基底 15。

於基底 15 之處理過程中，控制系統(未圖示)配置為控制設備。例如，控制系統可以包括電腦控制系統以及電控制閥以控制反應物以及惰性氣體於裝置內外之流動以及 RF 能量之應用。控制系統可以包括模組，例如執行某些任

務之軟體或硬體組成，例如 FPGA 或 ASIC。模組可以方便地配置為存在於電腦控制系統之可尋址儲存媒體上以及配置為執行一個或多個處理器。

圖 3 顯示引入氣體到反應室 1 之代表性次序。於示於圖 3 之步驟 1 中，噴頭排氣閥 20 是閉合的。反應氣體閥 31(a)是開放的以允許氣體 A 進入歧管組件 10 之中心孔 28。這個示例中，氣體 A 連續進入氣體分散部分 13 中，流過分散板 3，並且被供給到反應空間 22 內。氣體 A 從反應空間 22 穿過排氣狹縫 23 排出並到達排氣管 24。

氣體 A 於一給定時間週期被供給後，步驟 2 中，對應於氣體 A 之反應氣體閥 31(a)配置為防止氣體 A 進入歧管組件 10 之中心孔 28 並且允許惰性氣體從惰性氣體閥 30(a)流動到歧管組件 10 之中心孔 28 內。這時候，取決於特定製程或相關化學品，噴頭排氣閥 20 可以是充分開啟。剩餘氣體 A 由惰性氣體吹噴。惰性氣體從惰性氣體閥 30(a)引入到用於氣體 A 之反應氣體管線內，於反應氣體閥 31(a)之點上游處。以這種方式，惰性氣體流過反應氣體閥 31(a)並且吹淨或噴淨反應物管線，以防止後續步驟中反應物擴散。內惰性氣體通道 610(見圖 4)供給進入惰性氣體閥 30(a)之惰性氣體。於某些實施例中，內惰性氣體通道 610 位於歧管組件 10 內。

步驟 3 中，反應氣體閥 31(a)配置為防止反應氣體 A 以及惰性氣體歧管組件 10 之進入中心孔 28。步驟 3 中，圖 3 之惰性氣體閥 30(a)是閉合的，但這並不是必須的。於

所示實施例中，希望暫停惰性氣體穿過這個通道，三埠反應氣體閥 31(a)防止惰性氣體進入歧管組件 10 之中心孔 28，不管惰性氣體閥 30(a)之構造。

藉由開啟反應氣體閥 31(b)，氣體 B 引入到歧管組件 10 之中心孔 28 內。這種情況下，氣體 B 從氣體引入部分 11(圖 1)引入並引入到氣體分散部分 13 內。然後氣體 B 連續穿過分散板 3 並且供給到基底表面 15 上。當越過基底表面 15 時，氣體 B 脈衝使基底之表面飽和。吸附或反應發生於氣體 B 與基底之表面之間，如由先前脈衝剩下之氣體 B。

越過反應空間 22 之後以及於徑向方向上，氣體 B 朝排氣管 24 流動並且穿過排氣狹縫 23。排氣管 24 配置為於氣體已經飽和晶圓後收集多餘氣體以及任何副產品。於一實施例中，排氣管 24 內區域的壓力低於反應室 1 內之壓力。負壓源或真空可以與排氣管 24 和/或排氣狹縫 23 連通，以從反應室 1 抽出氣體。氣體 B 從排氣狹縫 23 排出到排氣管 24。

於給定週期時間內，反應氣體閥 31(b)是閉合的並且氣體 B 之供給被關閉。與示於步驟 2 相似之狀態中，除了惰性氣體流過替代氣體 A 通道之氣體 B 通道外，剩餘氣體 B 從閥 20 排出。藉由將重複供給反應氣體 A 以及供給反應氣體 B 作為這四個步驟之一部份，各週期沈積少於分子單層。熟知此技藝之技工將明白，來自大體積前驅物之位

阻現象(steric hindrance)趨於阻礙反應場所並且將成長率減少到每一週期少於單層。

即使使用三種或更多之反應氣體，藉由重複供給三種或更多之反應氣體之步驟以及吹噴各氣體之步驟，可以容易實現膜之形成。

於某些實施例中，藉由開啓或閉合噴頭排氣閥 20，可以容易地吹淨分散板 3 之內部區域。此外，因為閥 20 被開啓或閉合之程度可以變化，完全關閉是不需要的。

同樣，於某些實施例中，取決於化學，一個或多個反應物管線(A, B, C, D)可以於製程中一直被開啓。這將出現，例如，當反應氣體源作為用於脈衝步驟中被噴擊之前驅物之還原劑時，僅當施加 RF 能量時反應。

當施加射頻能到氣體分散板 3 時，反應氣體還可以作為直接式電漿氣體供給。藉由於氣體分散部分 13 內提供加熱器 42(圖 1)，提升分散部分 13 內部之溫度是可能的。因此，當使用具有低蒸氣壓並且容易凝結之有機金屬材質時，沒有凝聚之情況下將它們排出變得可能。

圖 4 是顯示 ALD 裝置 100 之實施例之詳細截面圖。這個圖沒有顯示基底支撐座或基座以及所有氣體閥。將氣體 A 反應氣體經閥 31(a)引入到歧管組件 10。然後將氣體 A 經中間分散元件 43 內之狹縫 44 引入到分散部分 13 之第一隔間 82。第一隔間 82 是由部分具有狹縫之底板定義。氣體 A 反應氣體流過狹縫並且流入位於分散板 3 之上表面

上方之第二隔間 81，分散板 3 具有多個細孔(未圖示)。第一隔間 82 以及第二隔間 81 組成噴頭氣室。

於某些實施例中，第一隔間 82 不具有底板並且第一隔間 82 以及第二隔間 81 之間沒有明顯之界線。氣體 A 經形成於分散板 3 內之細孔流出反應室 1 之反應空間 22。反應空間 22 定位於基底支撐座 8(圖 1)之上方。於上述製程中，反應空間 22 使用排氣管 4 經環形狹縫 23 持續排氣，其中朝反應空間 22 之外圍徑向抽取氣體。環形狹縫 23 定位於基底支撐座 8 之外圍附近。氣體分散部分 13 經上蓋環固定到分散板 3，絕緣板 150 放置於上蓋環 113 之上方。

氣體分散部分 13 以及分散板 3 並不直接接觸，以及沿分散部分 13 之外圍形成環形間隙 83。環形間隙 83 經上蓋板 113 與排氣口凸緣 19(見圖 1)連通。

當吹噴第一與第二隔間 82、81 時，吹噴氣體經閥 30(a)-(d)之一、關聯之反應氣體閥 31(a)-(d)之一、岐管組件 10 以及中間分散元件 13 引入到其內。主要的吹噴從惰性氣體管線 54 流動並穿過岐管組件 10。來自反應氣體閥 31(a)-(d)以及惰性氣體閥 30(a)-(d)之惰性氣體吹淨或噴淨反應氣體閥以及中心孔 28 之間的管線。同時，使用排氣口凸緣 19 經環形間隙 83 排空第一與第二隔間 82、81。經狹縫 23 以及排氣管 4 持續地排空反應空間 22。

如圖 5 最佳顯示，於此實施例中，岐管組件 10 包括四個反應氣體閥 31(a)-(d)，惰性通道供給管線 52，以及惰性混合氣體供給管線 54。各反應氣體閥 31(a)-(d)與惰性氣

體閥 30(a)-(d)成對。反應氣體閥 31(a)與惰性氣體閥 30(a)耦接。反應氣體閥 31(b)與惰性氣體閥 30(b)成對。反應氣體閥 31(c)與惰性氣體閥 30(c)成對。反應氣體閥 31(d)與惰性氣體閥 30(d)成對。ALD 裝置 100 可以包括較多或較少之反應氣體閥以及惰性氣體閥，取決於 ALD 裝置 100 之構造。而且，各反應物管線可以與一惰性氣體閥成對或不成對。例如，一種或多種反應物管線可以與惰性氣體閥成對，而另一反應物管線卻不與惰性氣體閥成對。不與閥成對之反應物管線可以藉由其他方式吹噴。

耦接件 190(a)將反應氣體閥 31(a)耦接到反應源 A620(圖 6)。耦接件 190(b)將反應氣體閥 31(b)耦接到反應源 B626(圖 6)。耦接件 190(c)將反應氣體閥 31(c)耦接到反應源 C632(圖 6)。耦接件 190(d)將反應氣體閥 31(d)耦接到反應源 D638(圖 6)。

耦接件 190(f)將內惰性氣體通道 610(見圖 6)耦接到惰性氣體源或吹噴氣體源 644(圖 6)。耦接件 190(e)產生從惰性氣體源或吹噴氣體源 644(見圖 6)至內部惰性氣體通道 610(見圖 6)的氣流路徑。耦接件 190(f)產生一個額外的個別的氣流路徑，其從惰性氣體源或吹噴氣體源 644 直接通往中心孔 28(而沒有通過內部惰性氣體通道 610)。

於圖 5 中顯示之實施例中，惰性通道供給管線 52 以及耦接件 190(a)-(d)提供到閥以及朝向歧管組件 10 之內部流動路徑。惰性通道供給管線 52 與內惰性氣體通道 610 連接。於所示實施例中，各惰性氣體閥 30(a)-(d)位於內惰

性氣體通道 610 之下游。管線 54 提供岐管組件 10 內部之沒有流過閥之路徑。

於圖 5 所示之實施例中，耦接件 190(a)-(d)將反應氣體流動到岐管組件 10 內。惰性氣體管線 54 提供將惰性氣體直接流動到中心孔 28 之通路。合成之混合物(每次一種反應物以及一種惰性氣體)向下朝反應室 1 流動。當裝配於 ALD 裝置 100 時，絕緣板 56 與絕緣板 150(圖 4)相鄰。

岐管組件 10 包括一個或多個配置為控制壁溫之加熱器盒 180。岐管以及加熱器盒 180 加熱流過岐管組件 10 之反應氣體。當反應氣體流過岐管組件 10 時，控制它們之溫度減少了氣體將發生凝結或熱分解的可能性。於某些實施例中，一個或多個加熱器盒 180 分別加熱各反應氣體閥 31(a)-(d)。於所示實施例中，反應氣體閥之兩個具有加熱器以使具有低蒸氣壓(例如，標態時之液態或固態，例如 ZrCl_2 、 HfCl_2 、TMA 以及其他金屬有機物)之前驅物的使用容易，而另兩個卻不具有加熱器。例如，第一組之一個或多個加熱器盒 180 可以位於岐管組件 10 內並且接近運輸反應氣體 A 之管線。第二組之一個或多個加熱器盒 180 可以位於岐管組件 10 內並且接近運輸反應氣體 B 之管線。可以單獨控制第一以及第二組之加熱器盒以便將氣體 A 加熱到不同於氣體 B 之溫度。於某些實施例中，加熱器盒 180 將岐管組件 10 內之壁溫維持到 200°C 。可以採用一個或多個熱開關來監視岐管組件 10 之溫度。可以明白，系統包括

其他溫度傳感器以及控制機制來將系統之不同組成維持於所希望之溫度。

進一步，系統可以維持第一對閥 30、31 之不同溫度以及第二組閥 30、31 之第二溫度，取決於希望之處理。雖然所示之實施例期望由溫度傳感器驅動之加熱器盒定義單積體電路 ALD 注入歧管之溫度控制之單一區域，所示實施例還適於 ALD 歧管內之各前驅物的單獨區域控制。例如，於具有各自歧管通路之四個前驅物之所示情況下，可以提供五個區域，用於各前驅物之流動路徑的單獨熱控制：中樞(center hub)以及各前驅物管線(包括閥)是作為分隔區域。為了使區域之熱分離容易，中樞可以製造成具有熱空斷(thermal air break)結構，限制機戒連接於前驅物氣體出口孔附近之小突點。可以採用附加加熱器以及熱耦合監視熱控制。有利地，混合點(例如，噴頭氣室)之流動通路上游之溫度可以對應各反應物分別調節，無論是通過凝結還是反應或吸附，以最小化管線之塗布，並且因此最小化堵塞和/或下游污染。

圖 6 為經圖 5 所示之歧管組件 10 之氣流路徑之示意圖並顯示了分別與獨立反應氣體閥 30(a)-(d)連通之四個惰性氣體閥 31(a)-(d)。歧管組件 10 包括與四個惰性氣體閥 30(a)-(d)連通之內惰性氣體通道 610。圖 6 進一步繪示了各反應物及惰性氣體源。取決於反應物在標準狀態下是否是固體、液體或者氣體，反應源可以代表氣體容器、起泡器

或者其他蒸發器。與反應物以及惰性氣體源關聯之附加閥(未圖示)可以位於歧管組件 10 之外面。

氣體 A 在到達反應氣體閥 31(a)之前從其源 620 流經管線 622。取決於所需之處理步驟，反應氣體閥 31(a)配置為允許或者防止氣體 A 流經管線 624 並進入歧管組件 10 之中心孔 28。氣體 B 在到達反應氣體閥 31(b)之前從其源 626 流經管線 628。取決於所需之處理步驟，反應氣體閥 31(b)可以配置為允許或防止氣體 B 流經管線 630 並進入歧管組件 10 之中心孔 28。

氣體 C 在到達反應氣體閥 31(c)之前從其源 632 流經管線 634。取決於所需之處理步驟，反應氣體閥 31(c)可以配置為允許或防止氣體 C 流經管線 636 並進入歧管組件 10 之中心孔 28。氣體 D 在到達反應氣體閥 31(d)之前從其源 638 流經管線 640。取決於所需之處理步驟，反應氣體閥 31(d)可以配置為允許或防止氣體 D 流經管線 642 並進入歧管組件 10 之中心孔 28。所示之四反應氣體閥實施例是示範性的並且可以使用更多或更少之反應氣體閥。

惰性氣體在到達內惰性氣體通道 610 之前，從氣體源 644(可以包括多氣體容器)並流經惰性通道供給管線 52。內惰性氣體通道 610 較佳的是位於歧管組件 10 之內。通過在歧管組件 10 內包括惰性氣體通道 610，提高了維護之熟練程度。有利地，於再組裝到反應器上之前，可以在工作臺上對歧管組件 10 進行測試。利用包括於歧管組件 10 內之惰性氣體通道 610，惰性氣體以及前驅物氣體之熱控制更

加均勻，因為惰性氣體與前驅物氣體經相同之熱質量 (thermal mass) 或者歧管組件 10 給入。

當惰性氣體通道位於歧管外側並位於反應器頂部內側時，在室內需要附加的 O 形環。這些附加 O 形環會影響反應器之真空完整性。清潔也更加複雜，因為要拆開整個反應器來取出位於反應器內之惰性氣體通道。

內惰性氣體通道 610 進一步與惰性氣體閥 30(a)-(d) 中之一個或多個連通。在圖 6 所繪示之示範性實施例中，內惰性氣體通道 610 與四個惰性氣體閥 30(a)-(d) 連通。

惰性氣體在到達惰性氣體閥 30(a) 之前從內惰性氣體通道 610 流經管線 646。於某些實施例中，惰性氣體閥 30(a) 為兩埠閥。兩埠閥控制內惰性氣體通道 610 與反應氣體閥 31(a) 之間惰性氣體之流動。兩埠閥具有與內惰性氣體通道 610 連通之輸入口以及經由管線 648 與反應氣體閥 31(a) 連通之輸出口。通過這種方式，惰性氣體閥 30(a) 可以配置為允許或防止管線 646 與管線 648 之間惰性氣體之流動。

反應氣體閥 31(a) 與管線 648 連通。除了如上文所描述地允許或防止反應氣體 A 從管線 622 到達歧管組件 10 之中心孔 28，反應氣體閥 31(a) 進一步配置為允許或防止惰性氣體經管線 624 流入歧管組件 10 之中心孔 28。因而，反應氣體閥 31(a) 可以配置為獨立允許或防止惰性氣體及反應氣體 A 進入管線 624。

於較佳實施例中，反應氣體閥 31(a) 為三埠閥。反應氣體閥 31(a) 之第一埠與管線 622 連通並接收反應氣體 A。反

應氣體閥 31(a)之第二埠與管線 648 連通並接收惰性氣體。反應氣體閥 31(a)之第三或輸出埠經由管線 624 與歧管組件 10 之中心孔 28 連通。

惰性氣體在到達惰性氣體閥 30(b)之前從內惰性氣體通道 610 流經管線 650。於某些實施例中，惰性氣體閥 30(b)為兩埠閥。該兩埠閥控制內惰性氣體通道 610 與反應氣體閥 31(b)之間之惰性氣體之流動。兩埠閥具有與內惰性氣體通道 610 連通之輸入口以及經管線 652 與反應氣體閥 31(b)連通之輸出口。通過這種方式，惰性氣體閥 30(b)可以配置為允許或防止管線 650 與管線 652 之間之惰性氣體之流動。

反應氣體閥 31(b)與管線 652 連通。除了如上文所描述地允許或防止反應氣體 B 從管線 628 到達歧管組件 10 之中心孔 28，反應氣體閥 31(b)進一步配置為允許或防止惰性氣體經管線 630 並流入歧管組件 10 之中心孔 28。因而，反應氣體閥 31(b)可以配置為單獨允許或防止惰性氣體及反應氣體 B 進入管線 630。

於較佳實施例中，反應氣體閥 31(b)為三埠閥。反應氣體閥 31(b)之第一埠與管線 628 連通並接收反應氣體 B。反應氣體閥 31(b)之第二埠與管線 652 連通並接收惰性氣體。反應氣體閥 31(b)之第三或輸出埠經管線 630 與歧管組件 10 之中心孔 28 連通。

惰性氣體在到達惰性氣體閥 30(c)之間從內惰性氣體通道 610 流經管線 654。於某些實施例中，惰性氣體閥 30(c)為兩埠閥。該兩埠閥控制內惰性氣體通道 610 與反應氣體

閥 31(c)之間惰性氣體之流動。該兩埠閥具有一個與內惰性氣體通道 610 連通之輸入口以及經管線 656 與反應氣體閥 31(c)連通之輸出口。通過這種方式，惰性氣體閥 30(c)可以配置為允許或防止管線 654 與管線 656 之間之惰性氣體流動。

反應氣體閥 31(c)與管線 656 連通。除了如上文所描述地允許或防止反應氣體 C 從管線 634 進入歧管組件 10 之中心孔 28，反應氣體閥 31(c)進一步配置為允許或防止惰性氣體經管線 636 並流入歧管組件 10 之中心孔 28。因而，反應氣體閥 31(c)可以配置為單獨允許或防止惰性氣體及反應氣體 C 進入管線 636。

於較佳實施例中，反應氣體閥 31(c)為三埠閥。反應氣體閥 31(c)之第一埠與管線 634 連通並接收反應氣體 C。反應氣體閥 31(c)之第二埠與管線 656 連通並接收惰性氣體。反應氣體閥 31(c)之第三或輸出埠經管線 636 與歧管組件 10 之中心孔 28 連通。

惰性氣體在到達惰性氣體閥 30(d)之間從內惰性氣體通道 610 流經管線 658。於某些實施例中，惰性氣體閥 30(d)為兩埠閥。該兩埠閥控制內惰性氣體通道 610 與反應氣體閥 31(d)之間惰性氣體之流動。該兩埠閥具有一個與內惰性氣體通道 610 連通之輸入口以及經管線 660 與反應氣體閥 31(d)連通之輸出口。通過這種方式，惰性氣體閥 30(d)可以配置為允許或防止管線 658 與管線 660 之間之惰性氣體流動。

反應氣體閥 31(d)與管線 660 連通。除了如上文所描述地允許或防止反應氣體 D 從管線 640 進入歧管組件 10 之中心孔 28，反應氣體閥 31(d)進一步配置為允許或防止惰性氣體經管線 642 並流入歧管組件 10 之中心孔 28。因而，反應氣體閥 31(d)可以配置為單獨允許或防止惰性氣體及反應氣體 D 進入管線 642。

於較佳實施例中，反應氣體閥 31(d)為三埠閥。反應氣體閥 31(d)之第一埠與管線 640 連通並接收反應氣體 D。反應氣體閥 31(d)之第二埠與管線 660 連通並接收惰性氣體。反應氣體閥 31(d)之第三或輸出埠經管線 642 與歧管組件 10 之中心孔 28 連通。

術語“防止”以及“允許”是相對術語並且不限於封閉氣流或者允許全流量。例如，反應氣體閥 31(a)配置為在增加流經閥之反應氣體時允許反應氣流。類似地，反應氣體閥 31(a)配置為在減少流經閥之反應氣體時防止反應氣流。此外，圖 6 中所繪示之管線長度僅是為識別方便，並且取決於所需配置可以更短或者更長。於某些實施例中，較佳的是縮短一個或多個管線以便減少要從歧管組件 10 吹噴之未反應反應物之次數。實際上，如從圖 4 到圖 5 以及圖 7 第到圖 10 所知道的，歧管組件 10 內之圖 6 之“管線”全部是中心區塊和/或附板內之加工通道，使得閥與反應室之間之距離最小，減少吹噴時間。

獨立於內惰性氣體通道 610，惰性混合供應管線 54 將中心孔 28 或者歧管組件 10 內部與惰性氣體源(吹噴氣體

源)644 耦接。管線 54 提供沒有經過閥到中心孔 28 之路徑。於某些實施例中，閥 662 控制從管線 54 進入歧管組件 10 之惰性氣體之流動。

圖 7 為圖 5 之歧管設備 10 之繪示了耦接到歧管組件 10 之主體 27 之反應氣體閥 31(a)-(d)以及惰性氣體閥 30(a)-(d)之上視圖。歧管組件 10 配置為將經耦接件 190(a)-(d)進入之反應氣體以及經耦接件 190(e)進入之惰性氣體發送到歧管組件 10 之中心孔 28。耦接件 190(a)經由管線 622 與反應氣體閥 31(a)連通。耦接件 190(b)經由管線 628 與反應氣體閥 31(b)連通。耦接件 190(c)經由管線 634 與反應氣體閥 31(c)連通。耦接件 190(d)經由管線 640 與反應氣體閥 31(d)連通。耦接件 190(e)經由管線 54 與歧管組件 10 之中心孔 28 連通。

在一個給定脈衝過程中，歧管組件 10 可以同時將單種氣體或者多種氣體發送到歧管組件 10 之中心孔 28。較佳的是，在 ALD 模式，一種反應氣體在孔 28 內與惰性氣體混合。合成之混合物進入沈積室 1(圖 1)。在每個脈衝之後，ALD 經排氣管 24 從沈積室並經噴頭排氣閥 20(圖 1)從噴頭組件排出(例如通過吹噴)所有未反應之反應物及惰性氣體。

在處理過程中、間斷中或者僅在吹噴過程中，惰性氣體可以經管線 54 連續流動到歧管組件 10 之中心孔 28。如上文所描述的，惰性氣體還可以經歧管組件 10 內之惰性通

道供給管線 52(圖 6)流動到內惰性氣體通道 610。內惰性氣體通道 610 與惰性氣體閥 30(a)-(d)連通。

惰性氣體閥 30(a)-(d)直接附著到岐管組件 10 之主體 27。如圖 8 及圖 9 中所看到的，可以使用附著到主體 27 之間隔塊 700(a)-(d)將各反應氣體閥 31(a)-(d)安裝到主體 27 上。間隔塊 700(a)-(d)設有與反應氣體閥 31(a)-(d)配合之開口以及螺絲孔。間隔塊 700(a)-(d)簡化了岐管組件 10 之製造。間隔塊 700(a)與反應氣體閥 31(a)關聯並且在岐管組件 10 之主體 27 與反應氣體閥 31(a)之間提供流動通路。間隔塊 700(b)與反應氣體閥 31(b)關聯並且在岐管組件 10 之主體 27 與反應氣體閥 31(b)之間提供流動通路。間隔塊 700(c)與反應氣體閥 31(c)關聯並且在岐管組件 10 之主體 27 與反應氣體閥 31(c)之間提供流動通路。間隔塊 700(d)與反應氣體閥 31(d)關聯並且在岐管組件 10 之主體 27 與反應氣體閥 31(d)之間提供流動通路。

圖 8 是沿圖 7 之剖線 8-8 之截面圖，同時圖 9 是沿圖 7 之剖線 9-9 之截面圖。各間隔塊 700(a)-(d)提供向以及從關聯反應氣體閥 31(a)-(d)之氣體發送通路之一部分。圖 8 以及圖 9 中所繪示之空氣發送通路對應於參照圖 6 所描述之管線。圖 6 中描述之整個管線可以代表岐管組件 10 之單個元件之整個通路或者岐管組件 10 之多個元件中之部分通路。例如，圖 6 以及圖 8 中所繪示之管線 652 對應於岐管組件 10 之主體 27 與間隔塊 700(b)二者之通路之至少部

分。圖 6 以及圖 8 中所繪示之管線 660 對應於歧管組件 10 之主體 27 與間隔塊 700(d)二者之通路之至少部分。

所繪示之實施例中之主體 27 為帶有中心孔 28 之管狀。主體 27 包括入口 612 以及出口 614。中心孔 28 具有柱形之下部以及錐形上部。入口 612 之區域內之截面面積較佳的是大於出口 614 之截面面積。於某些實施例中，中心孔 28 之截面流動面積隨著朝向出口 614 遷移而逐步減小並形成漸縮或“漏斗形(funnel)”通道。

於某些實施例中，主體 27 之內表面之至少一部分具有圓錐形狀，圓錐形狀隨著混合物朝向出口 614 移動經該主體 27 之開口截面面積。主體 27 進一步包括位於下游或者底面上之附著孔以便將歧管組件 10 附著到反應室 1 之淋浴頭板。

在所繪示之實施例中，各間隔塊 700(a)-(d)具有連接到關聯反應氣體閥 31(a)-(d)之兩個輸入口與單個輸出口之三個分立通路。例如，間隔塊 700(b)及歧管組件 10 之主體 27 二者內之第一通路或管線 652 將惰性氣體閥 30(b)之輸出口連接到反應氣體閥 31(b)之兩個輸入口中之一個上。第二通路或管線 628 將耦接件 190(b)連接到反應氣體閥 31(b)之另一個輸入口。第三通路或管線 630 將反應氣體閥 31(b)之輸出口與歧管組件 10 之中心孔 28 連接。關於反應氣體閥 31(d)，間隔塊 700(d)及歧管組件 10 之主體 27 二者內之第一通路或管線 660 將惰性氣體閥 30(d)之輸出口連接到反應氣體閥 31(d)之兩個輸入口中之一個上。第二通路或管

線 640 將耦接件 190(d) 連接到反應氣體閥 31(d) 之另一個輸入口。第三通路或管線 640 將反應氣體閥 31(d) 之輸出口與岐管組件 10 之中心孔 28 連接。在圖 7 中，惰性氣體閥 30(a)-(d) 被反應氣體閥 31(a)-(d) 部分遮擋。

圖 9 為沿圖 7 之剖線 9-9 之放大截面圖，顯示了連接到岐管組件 10 之主體 27 之反應氣體閥 31(a)、31(c) 以及惰性氣體閥 30(a)，30(c)。參照圖 7 及圖 9，間隔塊 700(a) 與反應氣體閥 31(a) 關聯並於岐管組件 10 之主體 27 與反應氣體閥 31(a) 之間提供流動通路。間隔塊 700(c) 與反應氣體閥 31(c) 關聯並於岐管組件 10 之主體與反應氣體閥 31(c) 之間提供流動通路。間隔塊 700(a) 與岐管組件 10 之主體 27 二者內之第一通路或管線 648 將惰性氣體閥 30(a) 之輸出口連接到反應氣體閥 31(a) 之兩個輸入口中的一個上。第二通路或者管線 622 將耦接件 190(a) 連接到反應氣體閥 31(a) 之另一輸入口。第三通路或管線 624 將反應氣體閥 31(a) 之輸出口與岐管組件 10 之中心孔 28 連接。關於反應氣體閥 31(c)，間隔塊 700(c) 及岐管組件 10 之主體 27 二者內之第一通路或管線 656 將惰性氣體閥 30(c) 之輸出口連接到反應氣體閥 31(c) 之兩個輸入口中的一個上。第二通路或管線 634 將耦接件 190(c) 連接到反應氣體閥 31(c) 之另一輸入口。第三通路或管線 636 將反應氣體閥 31(c) 之輸出口與岐管組件 10 之中心孔 28 連接。

通路或管線 654 將惰性氣體閥 30(c)之輸入口與內惰性氣體通道 610 連接。通路或管線 646 將惰性氣體閥 30(a)之輸入口與內惰性氣體通道 610 連接。

參照圖 8 及圖 9，反應氣體較佳的是經由從中心線 702 偏心的管線 624、630、636、642 進入歧管組件 10 之中心孔 28，以便旋流(swirl)中心孔 28 內之氣體來增強混合。旋流氣體會促進反應氣體與惰性氣體和/或其他反應氣體之混合，取決於所需之產品。隨著混合物向沈積室 1 遷移，氣體混合物環繞管狀主體內部。

於某些實施例中，主體 27、間隔件 700(a)-(d)以及閥 30(a)-(d)、31(a)-(d)元件中的一個或多個是不銹鋼或者其他金屬材質。利用不銹鋼，歧管組件 10 不必包括 O 形環，導致沒有死區。有利地，管線或通路一體形成於耐化學性金屬塊或者主體 27 中。於某些實施例中，惰性及反應氣體閥 30、31 為不銹鋼並且可從俄亥俄州的 Salon 的 Swagelok 公司購得。於較佳實施例中，Swagelok 公司的雙口惰性氣體閥 30(a)-(d) 標記成零件號：6LVV-MSM-ALD3T-W2-P-CS 而三口反應氣體閥 31(a)-(d) 標記成零件號：6LVV-MSM-ALD3T-W3-P-CS。利用金屬密封，可以將各金屬閥 30、31 密封到歧管的金屬，較佳為密封到不銹鋼間隔件 700 與主體 27 上。在某些的其他實施例中，歧管組件 10 中的一個或多個元件由陶瓷材質製成。

圖 9 進一步繪示了位於配合元件表面之間的各種金屬密封。當然，取決於例如材質、公差、工作壓力以及與配

合元件相關聯的氣體，可以使用更多或者更少的金屬密封。此外，於某些實施例中，一個或多個元件可以組合成單個元件，並因而使組合元件之間的所有密封都不必要。例如，間隔塊 700(a)-(d)與關聯反應氣體閥 31(a)-(d)可以組合成單個元件並消除了對組合元件之間之密封之需要。此外，與反應氣體關聯之間隔塊 700(a)-(d)可以延伸超過反應氣體閥之側面，以便形成相鄰惰性氣體閥(見圖 10)之間隔件。替代方案是，反應氣體閥及與反應氣體閥關聯之惰性氣體閥可以具有獨立之間隔件。也可以採用由聚合體材質製成之傳統密封 900，例如 O 形環，來相對噴頭組件密封歧管組件 10。

圖 10 示意性繪示了歧管組件 10 之另一實施例，其中間隔塊包括結合於反應氣體閥 31(a)及其關聯之惰性氣體閥 30(a)與歧管組件 10 之主體 27 之間之不同材質之次元件，例如鋁及不銹鋼。對於本實施例，繪示了反應氣體閥 31(a)及惰性氣體閥 30(a)，而沒有繪示反應氣體閥 31(b)-(d)與惰性氣體閥 30(b)-(d)。然而，後續描述同樣適用於其他三對反應氣體閥以及關聯惰性氣體閥 30(b)、31(b)，30(c)、31(c)，以及 30(d)、31(d)。

於本實施例中，閥 31(a)、30(a)由不銹鋼製成，例如 316SS。與強度較小之金屬相比，不銹鋼有利地增加了閥之耐久度。歧管組件 10 之主體 27 由鋁或類似材質製成並且提供高導熱性。有利地，鋁是相對輕之金屬並且與不銹

鋼相比提供了增強之熱分佈。替代方案是，主體 27 可由 316 不銹鋼製成。當然，可使用其他材質作為主體 27。

如圖 6 所示，岐管組件 10 內之許多內部通路在元件之間共用。不同部件內之連接通路之間之介面傳統上採用配合表面內之凹部來容納 O 形環或者其他密封裝置 900(圖 9)。凹部與關聯密封增加了於介面形成死區之可能。有利的是於岐管組件 10 之中心孔 28 與反應氣體閥及惰性氣體閥之間具有較少之凹部或者其嵌入式密封，O 形環以及沿流動通路產生死區之任何密封。這種死區將提供間隙或空隙，會抑制流動通路的完全吹淨。在該空隙處，或者在沿流動通路到第一反應物可擴散到之位置，未完全吹淨之第一反應氣體可能不符合需要地與第二反應氣體反應。

已經發現，通過減少位於主體 27 與閥 30、31 之間之中間介面之數量，密封之數量連同形成死區之可能性減少。當必須出現介面時，採用先進之製造技術可以最小化介面處死區之形成。這些製造技術包括電子束焊接、採用金屬密封技術、爆炸接合(explosion bonding)(爆炸接合是一種接合方法，其使用爆炸在兩個或多個相似或不相似的金屬中產生冶金鍵，而不需使用中間介質或填充金屬，也不需從外部加熱)以及類似技術。可以使用這些技術中的一種或多種來製造岐管組件 10。

於本較佳實施例中，一個或多個構件可以夾在主體 27 與閥 31(a)、30(a)之間。於所示實施例中，鋁基板 606 以及不銹鋼罩 608 將主體 27 連接到閥 30(a)、31(a)。基板 606

及罩 608 進一步彼此連接。較佳的是，基板 606 及罩 608 在連接到主體 27 之前連接到一起。於某些實施例中，使用本領域公知之爆炸接合技術將基板 606 及罩 608 附著到一起。爆炸接合融合基板 606 與罩 608 之不同材質以便在其間提供無密封介面。

較佳的是，基板 606 由與主體 27 相同之材質製成以便簡化彼此間之附著。於本示範性實施例中，二者具有鋁製成。在將基板 606 與罩 608 之組件附著到主體 27 上之前，內惰性氣體通道 610 加工於主體 27 內。基板 606 之表面形成內惰性氣體通道 610 之外表面。內惰性氣體通道 610 之所繪示之形狀及尺寸僅是示範性並且可以具有不同形狀及尺寸。此外，內惰性氣體通道 610 之位置僅是示範性的並且在主體 27 中可從所繪示之位置移開。

爆炸接合之基板 606 及罩 608 附著到主體 27 之外表面。可以採用能量束焊接(energy beam welding)方法來將基板 606 附著到主體 27 上。例如，可以使用鐳射束或者電子束並且提供能量之高聚焦束以便將材質焊接到一起。於某些實施例中，基板 606 電子束焊接到主體 27 上。

隨後，閥連接到罩(cap) 608。於某些實施例中，採用金屬密封以便在閥 30、31 與罩 608 之間形成密封。與聚合體 O 形環相反，金屬密封具有高耐化學性。於某些實施例中，在閥 30、31 與罩 608 之間之介面採用 W 形金屬密封。由於與聚合體 O 形環相比，其在沒有過大變形之情況下承

受較高負載之能力，金屬密封也是有利的。金屬密封可以進行塗覆或者不塗覆。

一旦組裝後，惰性氣體在到達惰性氣體閥 30(a)之前從內惰性氣體通道 610 流經管線 646。有利地，主體 27 與基板 606 之間之結合為沒有獨立密封之電子束焊接。基板 606 與罩 608 之間之結合為沒有獨立密封之爆炸接合。在閥 30(a)、31(a)與罩 608 之間採用可松脫金屬密封，允許移除閥 30(a)、1(a)進行檢查、清潔以及保養。

惰性氣體閥 30(a)輸出口徑由管線 648 與反應氣體閥 31(a)連通。管線 648 較佳的是沒有在內惰性氣體通道 610 之元件中共用，並且除了在管線 648 之入口及出口外不需要密封。較佳的是，密封管線 646 出口、管線 648 入口、管線 648 出口、管線 622 出口以及管線 624 入口之密封為金屬。有利地，使用金屬密封能夠比傳統聚合體密封增加密封壽命並由於其高耐化學形而提高污染排除。

反應氣體閥 31(a)與管線 648 連通。除了允許或防止反應氣體 A 從管線 622 到達岐管組件 10 之中心孔 28，反應氣體閥 31(a)進一步配置為允許或防止惰性氣體經管線 624 並進入岐管組件 10 之中心孔 28 之流動。因而，反應氣體閥 31(a)可以配置為獨立允許或防止惰性氣體及反應氣體 Af 進入管線 624。

於較佳實施例中，反應氣體閥 31(a)為三埠閥。反應氣體閥 31(a)之第一埠與管線 622 連通並接收反應氣體 A。反應氣體閥 31(a)之第二埠與管線 648 連通並接收惰性氣體。

反應氣體閥31(a)之第三或輸出埠經由管線624與岐管組件10之中心孔28連通。

控制基板606與罩608之加工公差可以有助於將管線之第一部份對準到介面之第一側面，同時將同一管線之第二部份對準到同一介面之第二側面上，由此減少岐管組件10內之再循環或空隙。控制岐管組件10之子元件之配合表面之表面光潔度及平面度可以有助於密封相鄰次元件。於某些實施例中，在密封表面表面上保持16到32微光潔表面(micro finish surface)。

控制系統控制閥30、31之一個或多個以便選擇性允許或防止一種或多種氣體達到岐管組件10之中心孔28。有利地，岐管組件10之實施例減少了在岐管組件10之部件間介面處對傳統密封之需求。傳統密封數量之減少降低了形成盲管段或死區之機會。對於ALD操作，減少盲管段可以減少所需之吹噴持續時間，以避免反應空間上游之反應物之交互作用。這種交互作用可能會導致基底上沈積之污染或不均勻。當必須出現介面時，採用先進之製造技術可以最小化死區之形成。這些製造技術包括電子束焊接、採用金屬密封技術、爆炸接合以及類似技術。岐管組件10進一步採用分立加熱器180來單獨控制進入岐管組件10之中心孔28之各種氣體之溫度。

儘管已經針對某些較佳實施例描述了本發明，但對本領域熟知此技藝者顯而易見之其他實施例也在本發明範圍內。因而，在不脫離本發明之精神及範圍之情況下，可以

進行各種變化及潤飾。例如，各種部件可如所希望地重新定位。此外，不是所有的特徵、方面以及優點都是實施本發明所必需的。

【圖式簡單說明】

圖 1 顯示根據本發明之一實施例之原子層沈積(ALD)裝置的示意圖。

圖 2 顯示應用於根據本發明之一實施例設備之中間分散元件的示例的示意圖。

圖 3 顯示根據一實施例之薄膜形成步驟示例的示意圖。

圖 4 是 ALD 裝置之截面圖，顯示與一實施例 ALD 反應器耦合之歧管組件。

圖 5 是示於第 4 圖中之歧管組件的立體圖。

圖 6 是從一實施例的圖 5 經由歧管組件的氣流路徑的示意圖，並顯示四個惰性氣體閥，各與獨立的反應氣體閥流通。

圖 7 是圖 5 之歧管組件的上視圖。

圖 8 是沿圖 7 中剖線 8-8 之截面圖。

圖 9 是沿圖 7 中剖線 9-9 之放大截面圖，顯示反應氣體閥、惰性氣體閥以及歧管主體之間的流動通路。

圖 10 是歧管組件之另一實施例，其具有不同材質之次元件，例如結合在一起之鋁與不銹鋼。

【主要元件符號說明】

- 1 反應室
- 2 蓋
- 3 分散板
- 4 排氣管
- 5 下室
- 6 閘閥
- 7 排氣口
- 8 基底支撐座
- 8' 較低位置
- 9 升降機制
- 10 岐管組件
- 11 管狀氣體引入構件
- 12 基源
- 13 氣體分散部分
- 14 噴頭氣室
- 15 半導體基底
- 16 閥
- 17 狹縫排氣口
- 18 上空間
- 19 排氣口凸緣
- 20 噴頭排氣閥
- 21 氣體流出口
- 22 反應空間

- 23 環形狹縫
- 24 排氣管
- 25 電極
- 26 第二加熱器
- 27 主體
- 28 中心孔
- 30(a)、30(b)、30(c)、30(d) 閥
- 31(a)、31(b)、31(c)、31(d) 閥
- 32 閥
- 42 加熱器
- 43 中間分散元件
- 44 狹縫
- 45 細孔
- 50 渦輪分子式幫浦
- 52 惰性通道供給管線
- 54 惰性氣體管線
- 56 絕緣板
- 81 第二隔間
- 82 第一隔間
- 83 環形間隙
- 100 薄膜形成設備
- 113 上蓋環
- 150 絕緣板
- 180 加熱器盒

190(a)、190(b)、190(c)、190(d)、190(e) 耦接件

606 基板

608 罩

610 內惰性氣體通道

620 反應源 A

626 反應源 B

622、624、628、630、634、636、640、642、646、648、

650、652、654、656、658、660 管線

632 反應源 C

638 反應源 D

644 惰性氣體源(吹噴氣體源)

662 閥

700(a)、700(b)、700(c)、700(d) 間隔塊

702 中心線

900 密封裝置

十、申請專利範圍：

1.一種原子層沈積裝置，包括：

一歧管主體，具有一第一通路及一第二通路，所述第一通路及所述第二通路不具有 O 形環；

一孔，位於所述歧管主體內並與所述第一通路及所述第二通路相流通；以及

一氣相沈積室，與所述孔相流通，並配置為在該氣相沈積室內收容一基底。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之原子層沈積裝置，進一步包括：

一第一反應氣體閥，安裝於所述歧管主體上，並配置為控制一第一反應氣體經所述第一通路到所述孔之供應；以及

一惰性氣體閥，安裝於所述歧管主體上，並配置為控制一惰性氣體到所述第一反應氣體閥之供應。

3.如申請專利範圍第 2 項所述之原子層沈積裝置，進一步包括：

第二反應氣體閥，安裝於所述歧管主體上，並配置為控制一第二反應氣體經所述第二通路到所述孔之供應；以及

一第二惰性氣體閥，安裝於所述歧管主體上，並配置為控制所述惰性氣體到所述第二反應氣體閥之供應。

4.如申請專利範圍第 3 項所述之原子層沈積裝置，進一步包括：

一第三通路，在所述歧管主體內不具有 O 形環，並與所述孔相流通；

一第三反應氣體閥，安裝於所述歧管主體上，並配置為控制一第三反應氣體經所述第三通路到所述孔之供應；以及

一第三惰性氣體閥，安裝於所述歧管主體上，並配置為控制所述惰性氣體到所述第三反應氣體閥之供應。

5.如申請專利範圍第 3 項所述之原子層沈積裝置，進一步包括設置於所述第一反應氣體閥與所述歧管主體之間的一第一間隔塊，以及設置於所述第二反應氣體閥與所述歧管主體之間的一第二間隔塊。

6.如申請專利範圍第 5 項所述之原子層沈積裝置，其中所述第一反應氣體閥、所述第一惰性氣體閥、所述第一間隔塊、所述第二反應氣體閥、所述第二惰性氣體閥、所述第二間隔塊以及所述歧管主體包括 316 級不銹鋼。

7.如申請專利範圍第 5 項所述之原子層沈積裝置，其中所述第一間隔塊包括一基板及一罩，所述基板耦接於所述歧管主體與所述罩，並且所述罩耦接於所述第一反應氣體閥。

8.如申請專利範圍第 7 項所述之原子層沈積裝置，其中所述罩及所述基板藉由爆炸接合耦接。

9.如申請專利範圍第 7 項所述之原子層沈積裝置，其中所述基板包括鋁。

10.如申請專利範圍第 7 項所述之原子層沈積裝置，其中所述罩包括不銹鋼。

11.如申請專利範圍第 7 項所述之原子層沈積裝置，其中所述歧管主體包括鋁。

12.如申請專利範圍第 7 項所述之原子層沈積裝置，其中所述第一反應氣體閥包括不銹鋼，並且所述第一反應氣體閥與所述罩之間的耦接採用金屬密封。

13.如申請專利範圍第 7 項所述之原子層沈積裝置，其中所述第一反應氣體閥與所述罩之間是以無 O 形環的方式耦接。

14.如申請專利範圍第 7 項所述之原子層沈積裝置，進一步包括一第一加熱器，以加熱所述第一反應氣體。

15.如申請專利範圍第 14 項所述之原子層沈積裝置，進一步包括一第二加熱器，以加熱所述第二反應氣體，且獨立於所述第一加熱器對所述第二加熱器進行控制。

16.如申請專利範圍第 1 項所述之原子層沈積裝置，進一步包括設置於所述歧管主體內的一惰性氣體通道，所述惰性氣體通道選擇性地在一第一時間間隔內經由所述第一通路與所述孔連通，而在一第二時間間隔內經由所述第二通路與所述孔連通。

17.一種多片式歧管組件，應用於半導體處理裝置，所述歧管包括：

一主體，包括一第一金屬材質並具有一孔；

一基板，包括所述第一金屬材質，並與所述主體耦接；

一罩，包括一第二金屬材質，並與所述基板結合，所述罩配置成在該罩上安裝一閥；以及

一內部通路，形成於所述主體之所述孔與所述罩之間，所述內部通路之至少一部分經所述主體及所述基板延伸，而沒有在所述主體與所述基板之間的一結合介面形成死區。

18.如申請專利範圍第 17 項所述之多片式岐管組件，進一步包括位於所述主體內，並與所述內部通路相流通的一惰性氣體通道。

19.如申請專利範圍第 17 項所述之多片式岐管組件，其中所述第一金屬材質為鋁，而所述第二金屬材質為不銹鋼。

20.一種原子層沈積裝置，包括：

一分散組件，配置成用以分散氣體；

一注入岐管塊，安裝於所述分散組件上方，並具有一孔、一第一內部反應物管線以及一第二內部反應物管線，所述第一及第二內部反應物管線與所述孔相流通；

一第一反應氣體閥，安裝於所述注入岐管塊上，並配置為控制一第一反應氣體到所述第一內部反應物管線之供給，其中所述第一內部反應物管線於所述第一反應氣體閥與所述注入岐管塊之間不具有 O 形環；

一第一惰性氣體閥，安裝於所述注入岐管塊上，並配置為控制一惰性氣體到所述第一反應氣體閥之供給；

一第二反應氣體閥，耦接於所述注入歧管塊，並配置為控制一第二反應氣體到所述第二內部反應物管線之供給；以及

一第二惰性氣體閥，安裝於所述注入歧管塊上，並配置為控制所述惰性氣體到所述第二反應氣體閥之供給。

21.如申請專利範圍第 20 項所述之原子層沈積裝置，進一步包括一控制器，配置為控制所述第一反應氣體閥及所述第二反應氣體閥。

22.如申請專利範圍第 20 項所述之原子層沈積裝置，其中所述控制器交替供給所述第一反應氣體與所述第二反應氣體到所述孔。

23.如申請專利範圍第 20 項所述之原子層沈積裝置，其中所述分散組件包括具有一排氣通路的一噴頭組件。

24.如申請專利範圍第 20 項所述之原子層沈積裝置，進一步包括一間隔塊，所述間隔塊設置於所述第一反應氣體閥與所述注入歧管塊之間。

25.如申請專利範圍第 20 項所述之原子層沈積裝置，進一步包括一間隔塊，所述間隔塊設置於所述第一惰性氣體閥及所述注入歧管塊之間。

26.如申請專利範圍第 24 項所述之原子層沈積裝置，其中所述間隔塊包括一基板及一罩。

27.如申請專利範圍第 20 項所述之原子層沈積裝置，其中所述第一反應氣體閥與所述注入歧管塊之間之距離為大約 10mm。

28.如申請專利範圍第 20 項所述之原子層沈積裝置，其中所述孔之至少一部份為錐形。

29.如申請專利範圍第 28 項所述之原子層沈積裝置，其中所述第一內部反應物管線相對於穿過所述錐形孔之中心線呈一角度，以使所述第一反應氣體於所述孔內旋流。

30.如申請專利範圍第 20 項所述之原子層沈積裝置，其中所述第一及第二反應氣體閥以及所述第一及第二惰性氣體閥，是額定為運轉於至少 200°C 的溫度。

31.一種將氣體分配到原子層沈積裝置之方法，該原子層沈積裝置具有一歧管及一反應器，該方法包括：

經由在一第一反應氣體閥與一歧管出口之間不具有 O 形環的一第一通路，將一第一反應氣體發送到所述歧管；

抑制所述第一反應氣體的氣流；以及

經所述第一通路上游的一第二通路，將一惰性氣體發送到所述歧管，所述第二通路於一第一惰性氣體閥與所述第一通路之間不具有 O 形環。

32.如申請專利範圍第 31 項所述之將氣體分配到原子層沈積裝置之方法，進一步包括：於所述第一反應氣體閥與所述歧管出口之間的一位置，加熱所述第一反應氣體。

33.如申請專利範圍第 31 項所述之將氣體分配到原子層沈積裝置之方法，進一步包括：於所述歧管內旋流所述第一反應氣體。

34.如申請專利範圍第 31 項所述之將氣體分配到原子層沈積裝置之方法，進一步包括：



經由在一第二反應氣體閥與所述歧管出口之間不具有 O 形環的一第三通路，將一第二反應氣體發送到所述歧管；
抑制所述第二反應氣體的氣流；以及

經所述第三通路上游的一第四通路，將所述惰性氣體發送到所述歧管，所述第四通路於一第二惰性氣體閥與所述第三通路之間不具有 O 形環。

35.如申請專利範圍第 34 項所述之將氣體分配到原子層沈積裝置之方法，進一步包括：交替供給所述第一反應氣體與所述第二反應氣體到所述歧管。

36.如申請專利範圍第 34 項所述之將氣體分配到原子層沈積裝置之方法，進一步包括：在所述第一反應氣體發送到所述歧管以及所述第二反應氣體發送到所述歧管之間的至少一時刻，排空所述反應器。

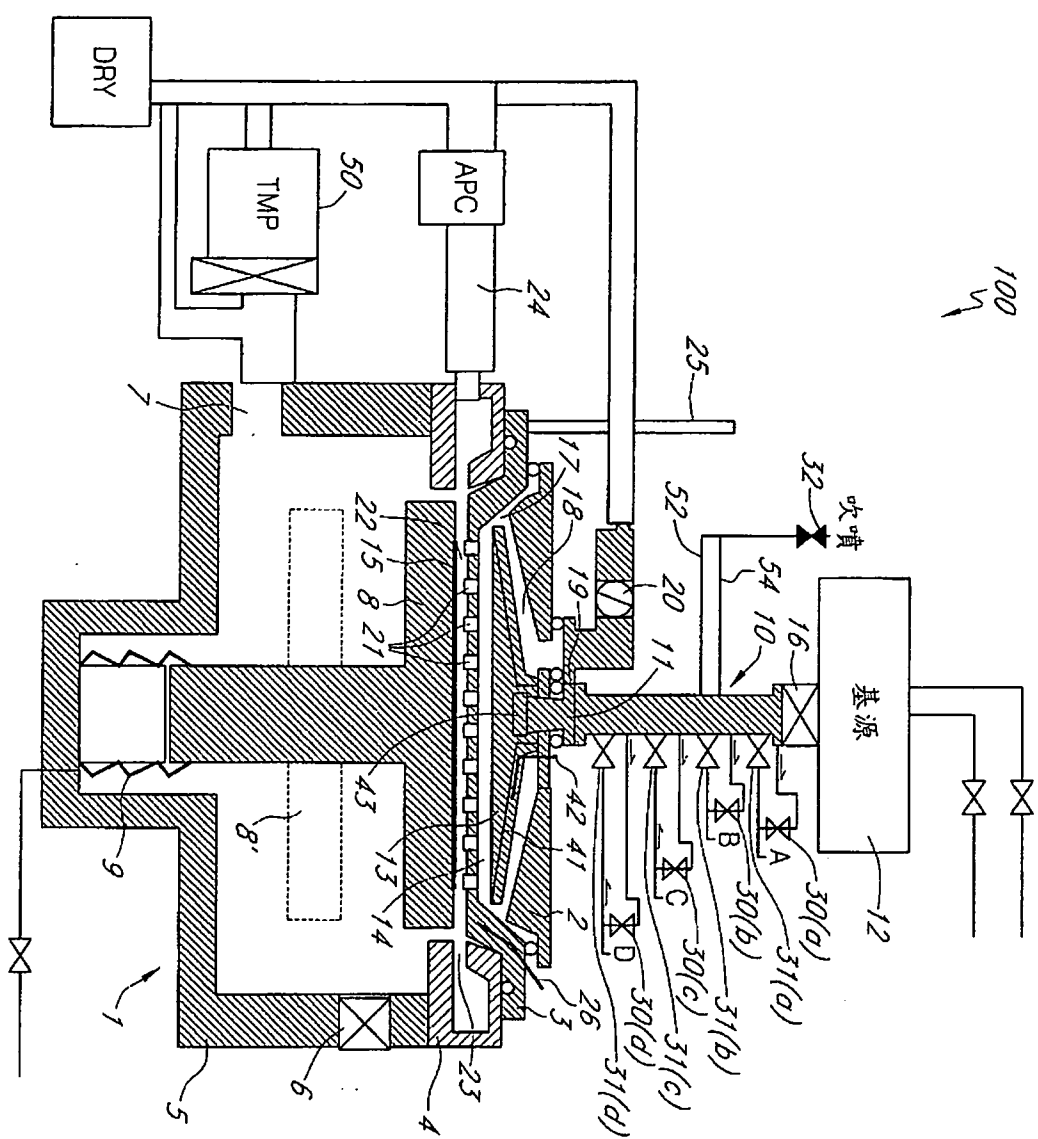


圖 1

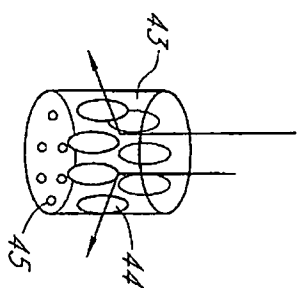
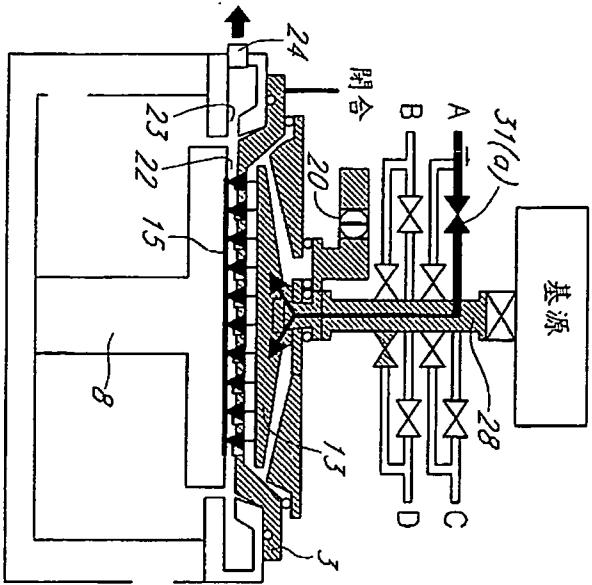
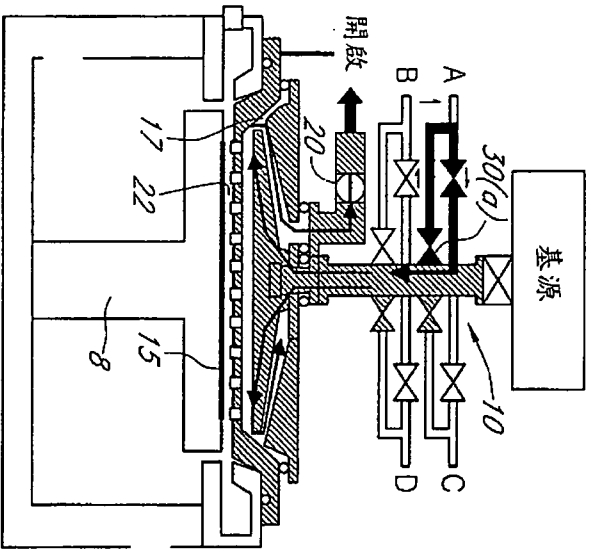


圖 2

<步驟 1>
供給氣體 A
噴頭排氣閥閉合



<步驟 2>
吹噴惰性氣體
噴頭排氣閥開啟



<步驟 3>
供給氣體 B
噴頭排氣閥閉合

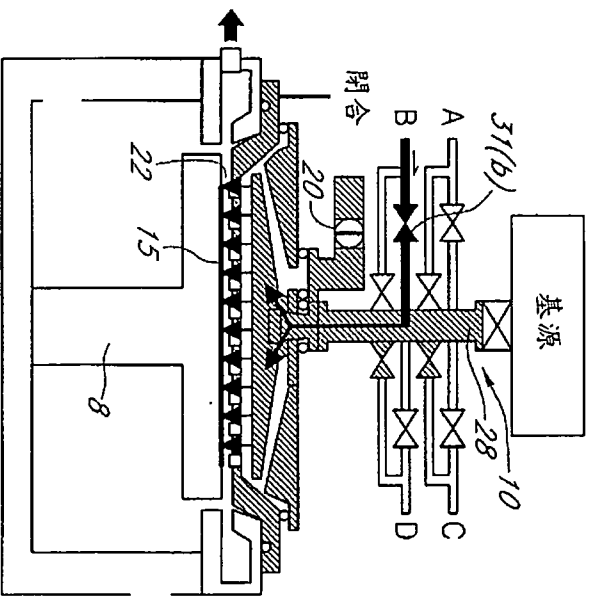


圖 3

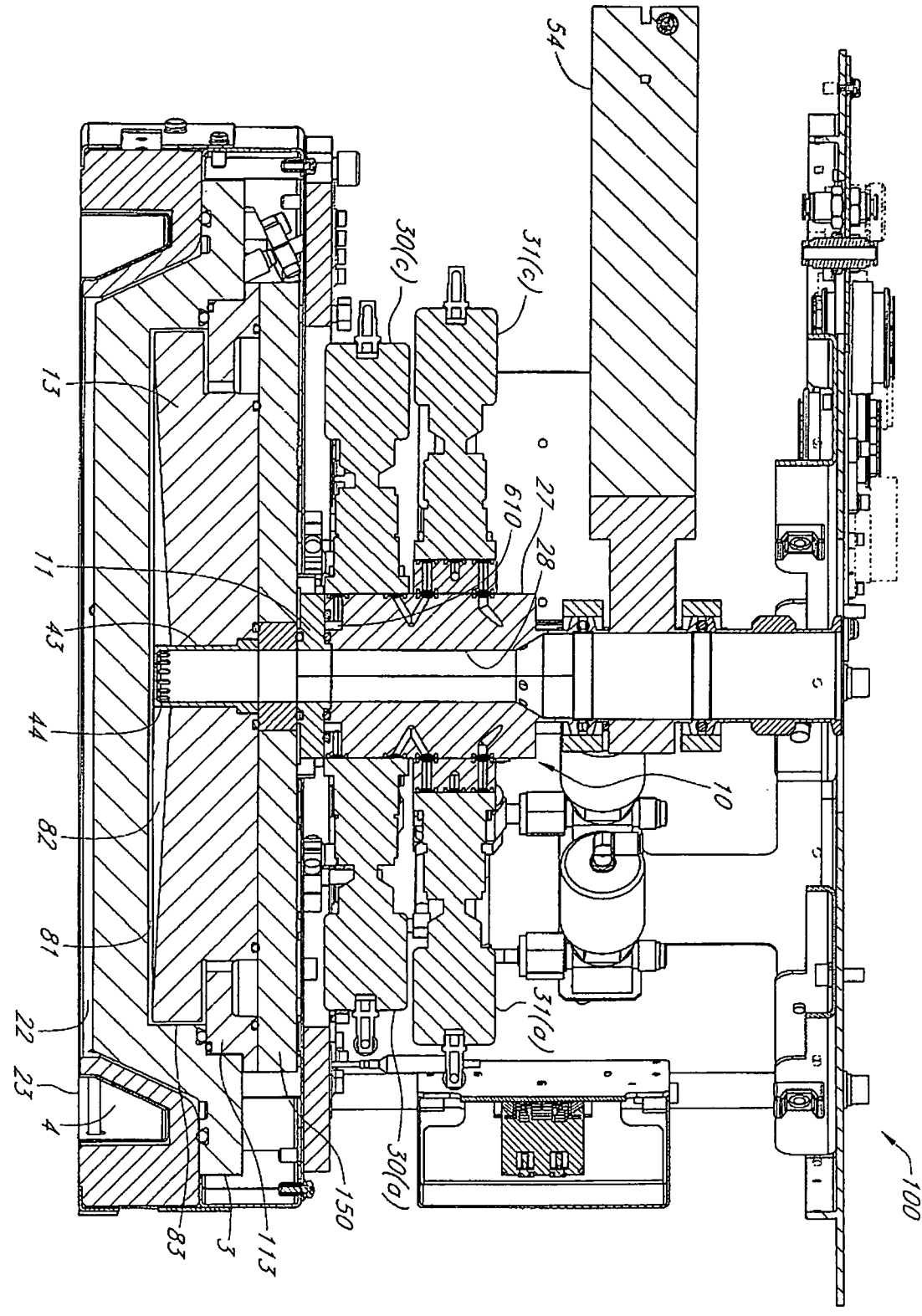


圖 4

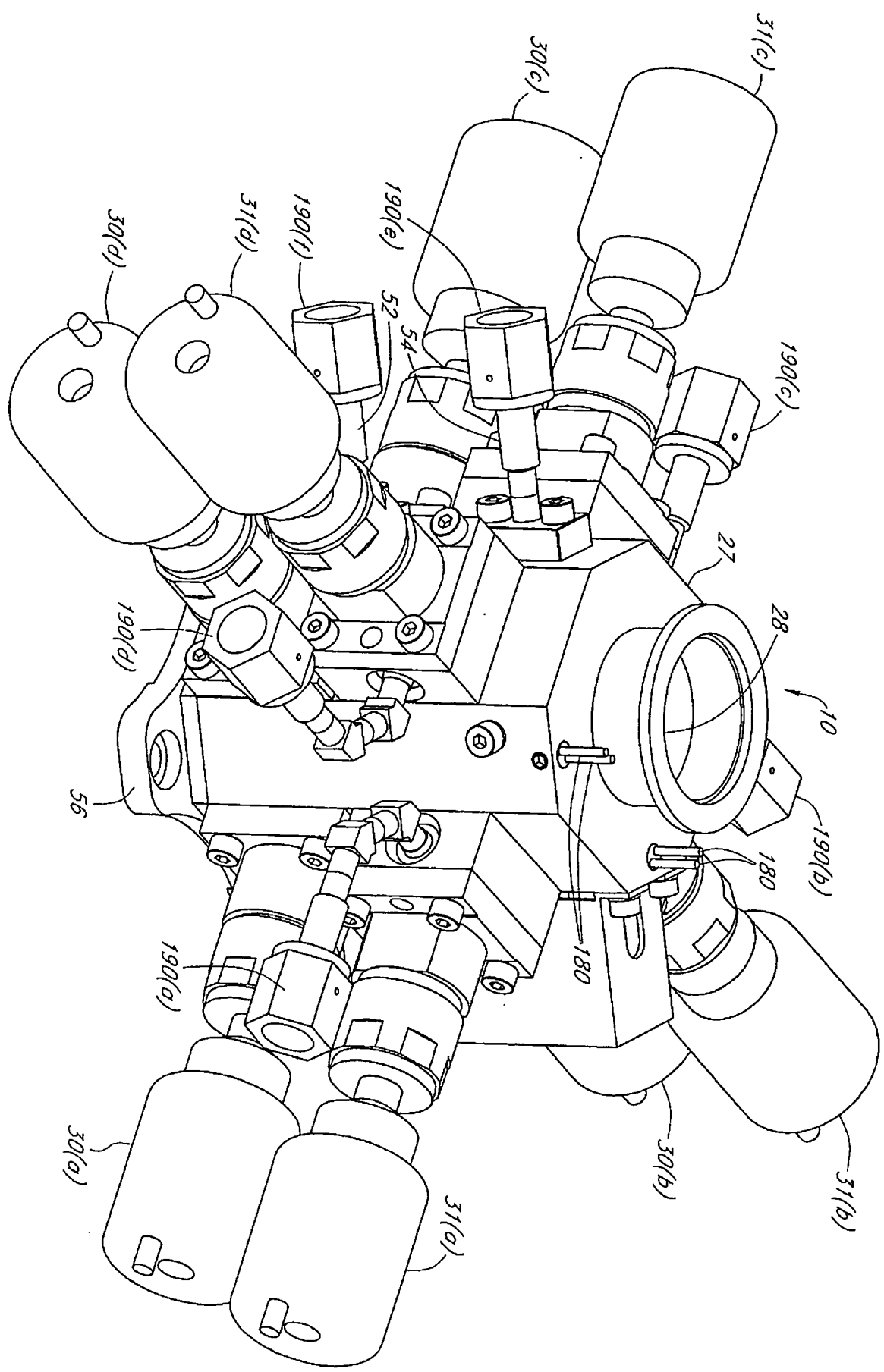


圖 5

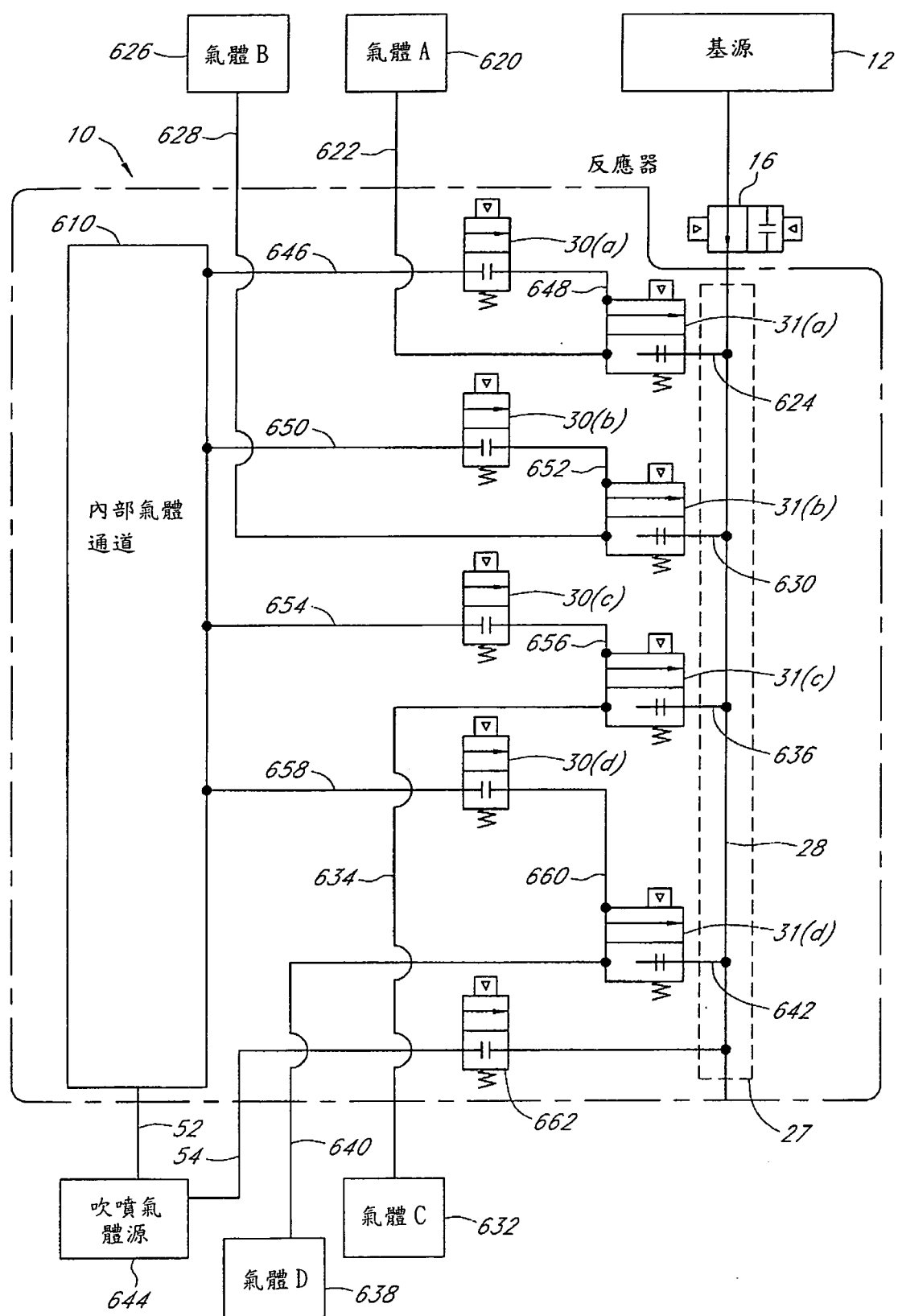


圖 6

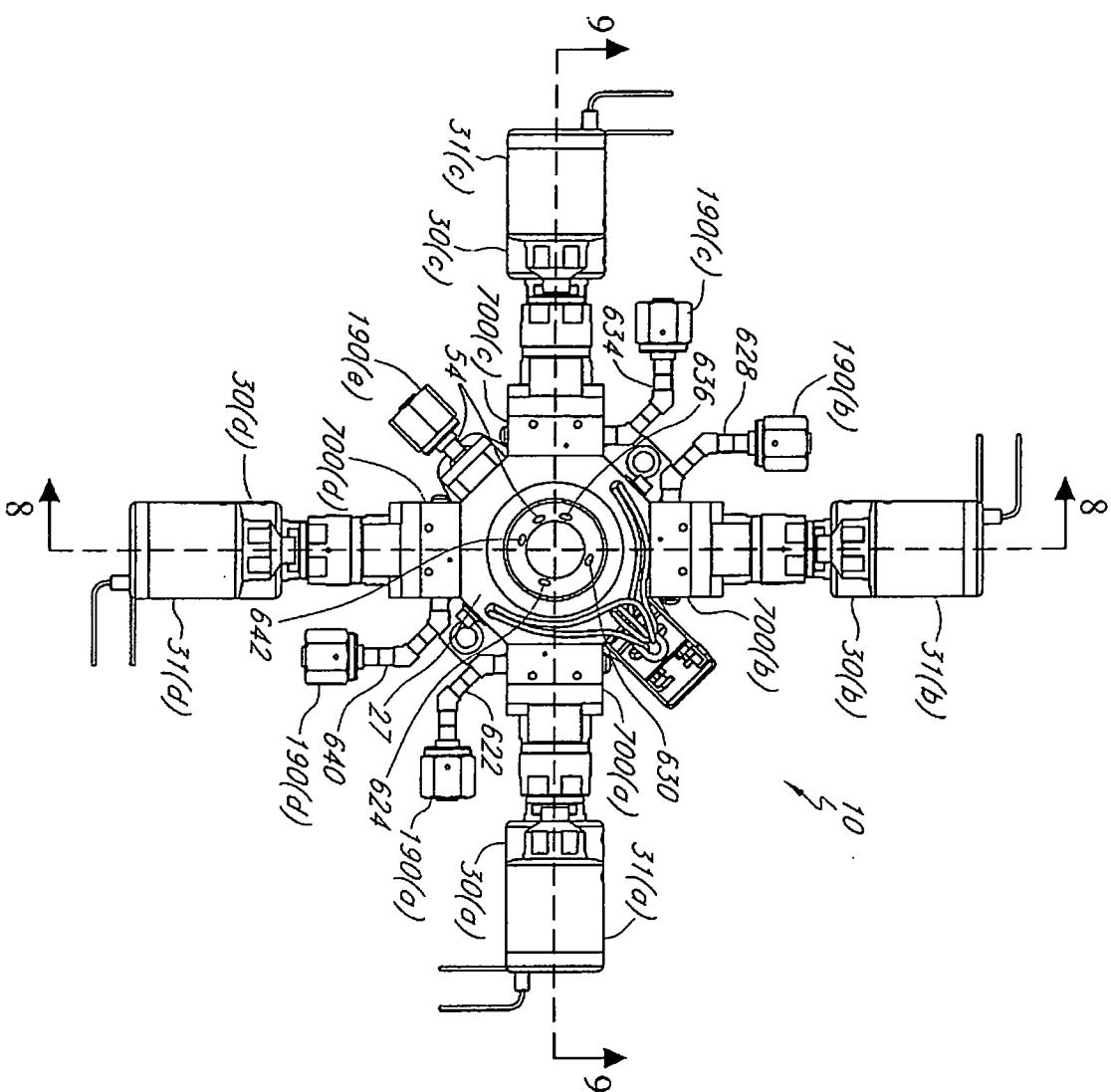


圖 7

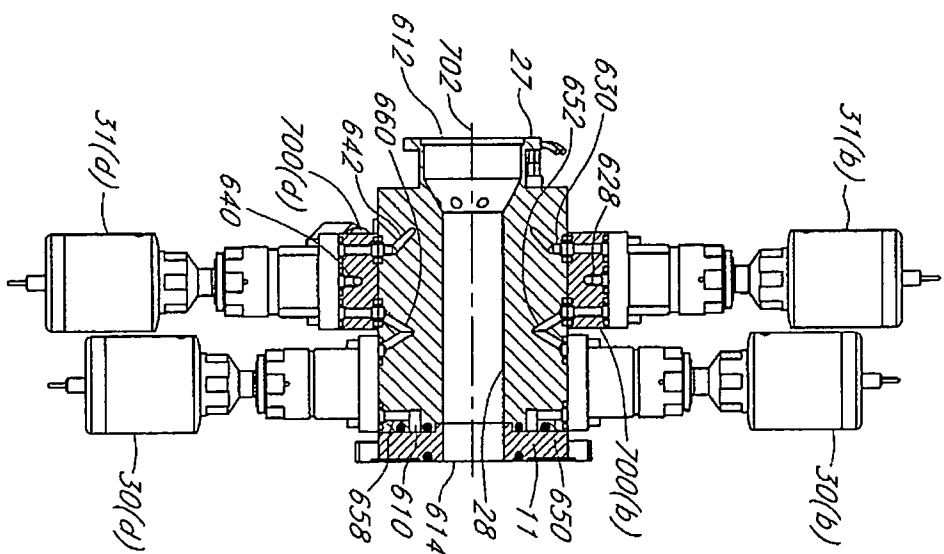


圖 8

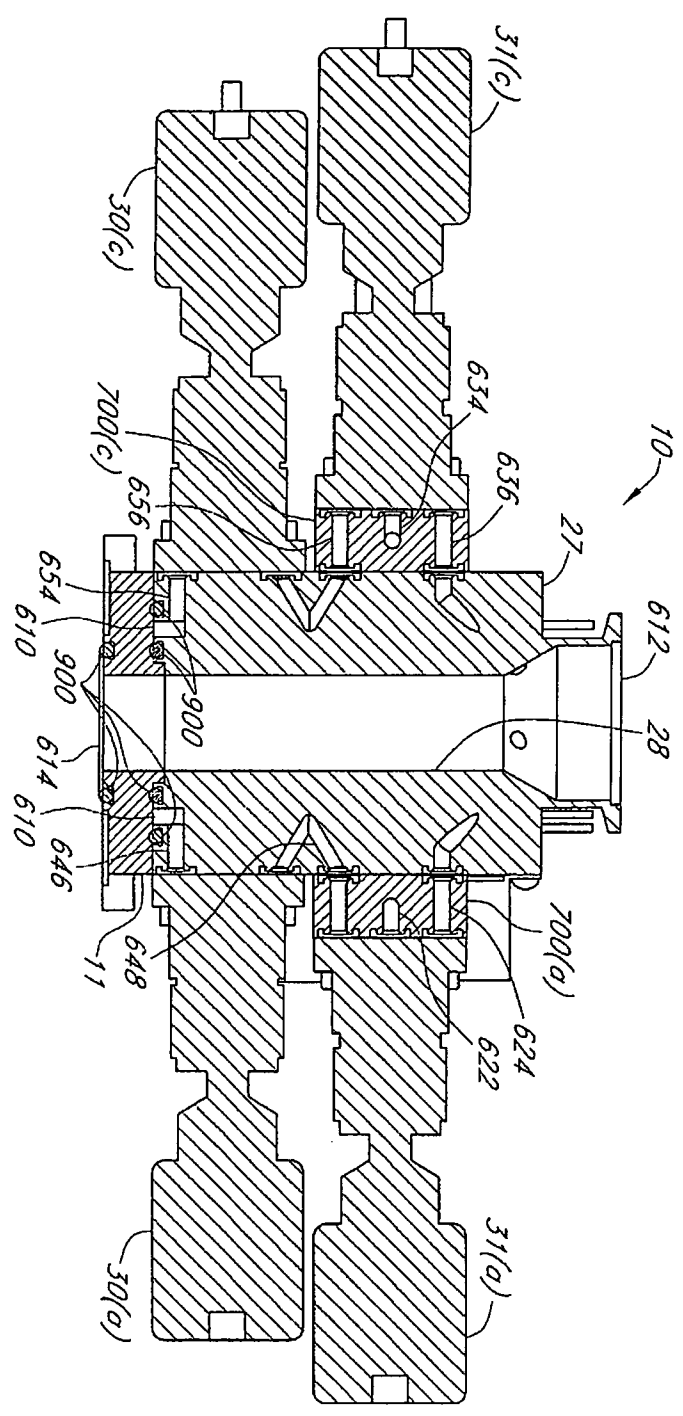


圖 9

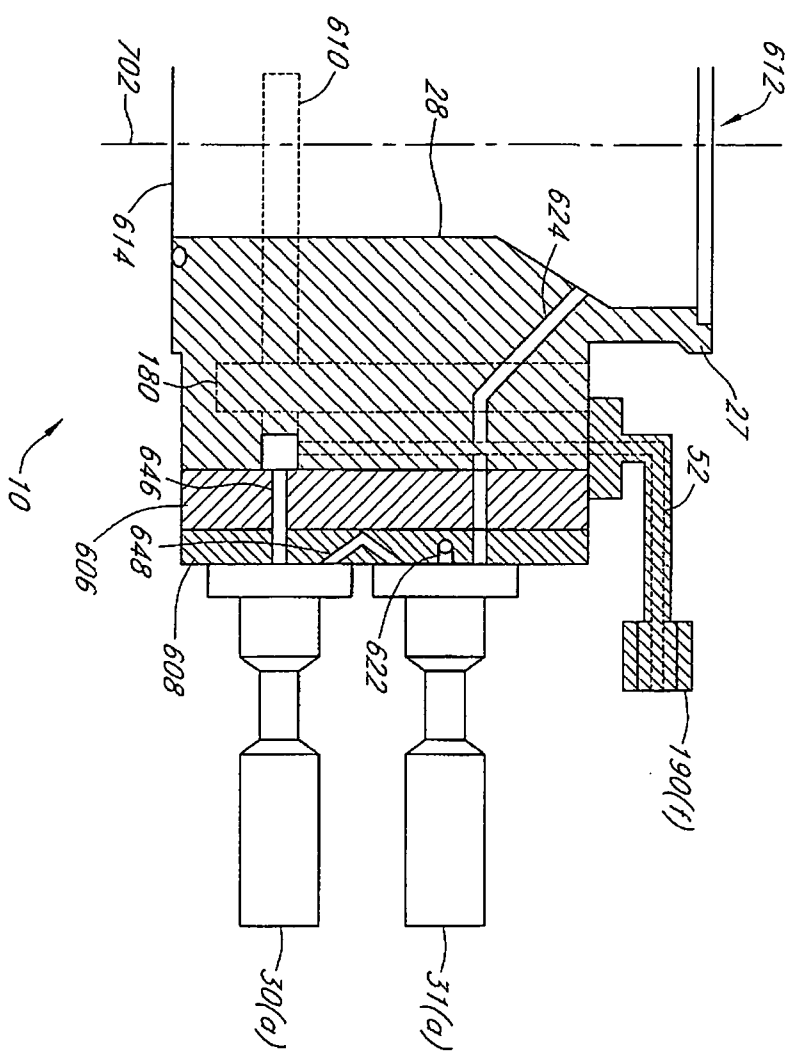


圖 10