

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：95142928

※ 申請日期：95-11-21

※IPC 分類：F04B 0006.00

一、發明名稱：(中文/英文)

用於泵之誤差體積系統及方法

ERROR VOLUME SYSTEM AND METHOD FOR A PUMP

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商恩特葛瑞斯公司

ENTEGRIS, INC.

代表人：(中文/英文)

彼得 W 瓦寇特

WALCOTT, PETER W.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國明尼蘇達州加斯卡市林曼大道3500號

3500 LYMAN BOULEVARD, CHASKA, MN 55318, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 喬治 康乃拉
GONNELLA, GEORGE

2. 詹姆士 賽隆
CEDRONE, JAMES

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.

2. 美國 U.S.A.

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；2005年12月05日；60/742,304

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 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：

本發明之實施例係關於一種使用一泵來精確施配流體之抽汲系統。本發明之實施例提供用於藉由校正施配系統中之柔度來減少一泵所施配之流體量之誤差的系統及方法。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(9)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無元件符號說明)

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】

本發明大體而言係關於流體泵。更特定言之，本發明之實施例係關於泵中之誤差校正。

【先前技術】

存在對流體被抽汲裝置施配之量及/或速率之精確控制為必要的許多應用。舉例而言，在半導體處理中，控制諸如光阻化學品之光化學品塗覆至半導體晶圓所採用之量及速率係至關重要的。於處理期間塗覆至半導體晶圓之塗層通常需要一以埃為單位量測之在晶圓表面上的平坦度。必須控制將處理化學品塗覆至晶圓上之速率以確保均勻地塗覆處理液體。

用於將流體施配至晶圓的泵及相關系統組件通常具有一定量之柔度。亦即，其傾向於根據確立於其上之壓力的量而延展大小。因此，由泵產生的一定量之功用於系統柔度而非移動流體。若未考量泵及系統柔度，則泵可施配少於所欲流體之流體或可產生具有不良流體特徵的施配。因此，需要一種系統及方法來考量一施配系統之整體柔度。

【發明內容】

本發明之實施例提供用於減少一泵所施配之流體量之誤差的系統及方法。

本發明之一實施例包括補償施配泵之施配體積之誤差的方法，該方法包含：根據施配配方確定施配體積量；基於施配配方確定一流體特性(例如，黏度或其他特性)之值；

根據誤差體積與該流體特性之間的相關、基於該流體特性值來確定一考量施配系統中之柔度的誤差體積量；及控制施配馬達將施配泵中之活塞移動至一位置以考量根據配方所確定之施配體積量及誤差體積量，從而自噴嘴施配施配體積量之流體。該方法亦可包括：補償諸如使用者所規定之體積的其他誤差體積。泵可經控制以在配方所指示之時間內將活塞移動至一考量施配體積及誤差體積之位置從而施配施配體積。

本發明之另一實施例包括一多級泵，該多級泵包含：一界定一施配腔室之泵體、一安置於該施配腔室中之隔膜、一在施配腔室中往復運動以移動該隔膜之活塞、一耦接至該活塞以使該活塞往復運動之馬達，及一耦接至該馬達(亦即，能夠直接地或間接地控制該馬達)之控制器。該控制器可包括一儲存流體特性與誤差體積之間的關聯之記憶體。此外，該控制器可操作以：根據一施配配方確定一施配體積量；基於該施配配方確定一流體特性值；存取記憶體以根據相關、基於該流體特性值來確定一誤差體積量；及藉由控制器控制施配馬達將活塞移動至一與排出至少誤差體積量及施配體積量相關聯的位置。

本發明之另一實施例包含一種用於在由泵執行之施配操作中對系統柔度進行補償的方法，該方法包括藉由一安裝於測試施配系統中之測試泵來執行之部分及藉由一安裝於半導體製造設備中之泵來執行之部分。安裝於半導體製造設備中之泵可相同於或不同於測試泵。藉由測試泵，該方

法可包含：以相應之所要施配體積量、以一組具有各種流體特性值之測試流體來執行一組測試施配；及相對於所要施配體積量來分析測試施配之一組實際施配體積量以確定流體特性與考量一施配系統(亦即，當流體自泵施配至一位點上時展現出柔度的泵、管道及相關聯組件)中之柔度之誤差體積之間的相關。藉由安裝於半導體製造設備中之泵，該方法可包括：根據一施配配方來確定一所要之製造製程施配體積量以用於施配一處理流體；基於該施配配方確定處理流體之一流體特性值；根據流體特性與誤差體積之間的相關、基於處理流體之該流體特性值來確定一誤差體積量；及控制施配馬達將活塞移動至一位置以考量根據配方所確定之所要製造製程施配體積量及誤差體積量從而自噴嘴將該施配體積量之流體施配至晶圓上。

可在測試泵上執行之實例步驟包括：a)藉由選自該組測試流體之所選測試流體、以相應所要施配體積量來執行測試施配；b)確定一平均實際施配體積量；c)對一組額外之所要施配體積量中之每一者重複步驟a至步驟b；d)自該組測試流體中選擇新的測試流體作為所選測試流體來重複步驟a至步驟c，其中每一測試流體具有不同之流體特性值；及e)基於平均實際施配體積量及相應之所要施配體積量來確定誤差體積與該流體特性之間的關聯。

本發明之實施例藉由增加施配操作之精確度來提供優於先前抽汲系統之優勢。

本發明之實施例藉由對整個施配系統中之柔度加以補償

來提供優於先前之誤差補償方法之另一優勢。

【實施方式】

本發明之較佳實施例說明於圖式中，類似數字用以指代各個圖式之類似及對應之部件。

本發明之實施例係關於一種使用一多級泵來精確施配流體之抽汲系統。本發明之實施例提供用於藉由計入施配系統之柔度(亦即，由壓力導致之形狀變化)來減小泵所施配之流體量之誤差的系統及方法。

大體而言，在一隔膜泵中，活塞在腔室中之移位將排出一特定量之流體。在一硬質系統中，一特定活塞移位所排出之流體量將不隨壓力而發生變化。然而，大多數系統具有一定量之柔度(例如，部件歸因於壓力而拉伸)，導致相同量之活塞移位將視壓力而排出不同量之液體的問題。所要施配體積與一泵實際施配之流體量之間的差異被稱作誤差體積。本發明之實施例提供藉由提供一機構來減小誤差體積之系統及方法，經由該機構預計誤差體積且在移動活塞時考慮到該誤差體積。

對於上下文，圖1至圖6提供可對其實施誤差體積補償之施配系統及多級施配泵的實例。多級泵之額外實施例描述於：由發明者Cedrone等人於2005年12月5日申請之題為"SYSTEM AND METHOD FOR MULTI-STAGE PUMP WITH REDUCED FORM FACTOR"的美國臨時專利申請案第60/742,435號及由發明者Cedrone等人於2006年11月20日申請之題為"SYSTEM AND METHOD FOR A PUMP WITH REDUCED

FORM FACTOR"的美國專利申請案第 11/602,464 號中。然而應瞭解，本發明之實施例可實施於其他系統及泵中。圖 1 為一抽汲系統 10 的圖示。抽汲系統 10 可包括：一流體源 15、一泵控制器 20 及一多級泵 100，其一同工作以將流體施配至晶圓 25 上。多級泵 100 之操作可由泵控制器 20 控制，該泵控制器 20 可載於多級泵 100 上或經由一或多個用於傳達控制信號、資料或其他資訊的通信鏈路連接至多級泵 100。此外，泵控制器 20 之功能性可分佈於一自載控制器與另一控制器之間。泵控制器 20 可包括一含有一組用於控制多級泵 100 之操作之控制指令 30 的電腦可讀媒體 27 (例如，隨機存取記憶體 (RAM)、唯讀記憶體 (ROM)、快閃記憶體、光碟、磁碟機或其他電腦可讀媒體)。處理器 35 (例如，CPU、ASIC、RISC、DSP 或其他處理器) 可執行該等指令。處理器之一實例為 Texas Instruments 之 TMS320F2812PGFA 16 位元 DSP (Texas Instruments 為基地在 TX 之 Dallas 的公司)。在圖 1 之實施例中，控制器 20 經由通信鏈路 40 及 45 與多級泵 100 通信。通信鏈路 40 及 45 可為網路 (例如，乙太網路、無線網路、全球區域網路、DeviceNet 網路或者此項技術中已知或已開發的其他網路)、匯流排 (例如，SCSI 匯流排) 或其他通信鏈路。可將控制器 20 作為一自載 PCB 板、遠程控制器或以其他合適之方式實施。泵控制器 20 可包括至控制器之恰當介面 (例如，網路介面、I/O 介面、類比數位轉換器及其他組件) 以與多

級泵 100 通信。此外，泵控制器 20 可包括此項技術中已知之多種電腦組件，包括處理器、記憶體、介面、顯示裝置、周邊裝置或其他出於簡明之目的而未圖示的電腦組件。泵控制器 20 可控制多級泵中之各個閥門及馬達以使多級泵精確地施配流體，包括低黏度流體(亦即，小於 100 厘泊)或其他流體。在此以引用之方式完全併入本文中之由 Cedrone 等人於 2005 年 12 月 2 日申請之題為 "I/O INTERFACE SYSTEM AND METHOD FOR A PUMP" 的美國專利申請案序號第 60/741,657 號及由發明者 Cedrone 等人於 2006 年 11 月 20 日申請之題為 "I/O SYSTEMS, METHODS AND DEVICES FOR INTERFACING A PUMP CONTROLLER" 的美國專利申請案序號第 11/602,449 號中所描述之 I/O 介面連接器可用以將泵控制器 20 連接至多種介面及製造工具。

圖 2 為一多級泵 100 之圖示。多級泵 100 包括一饋入級部分 105 及一獨立之施配級部分 110。自流體流動觀點來看，位於饋入級部分 105 與施配級部分 110 之間的係過濾器 120，其過濾來自處理流體之雜質。若干閥門(例如，入口閥 125、隔離閥 130、阻障閥 135、淨化閥 140、排放閥 145 及出口閥 147)可控制流體流過多級泵 100。施配級部分 110 可進一步包括一確定施配級 110 處之流體之壓力的壓力感應器 112。如下文所述，由壓力感應器 112 所確定之壓力可用以控制各種泵之速度。實例壓力感應器包括：陶瓷及聚合物壓阻式及電容式壓力感應器，包括德國 Korb 之

Metallux AG 製造之壓力感應器。根據一實施例，壓力感應器 112 之接觸處理流體之面為全氟聚合物。泵 100 可包括額外壓力感應器，諸如用於讀取饋入腔室 155 中之壓力之壓力感應器。

饋入級 105 及施配級 110 可包括滾動隔膜泵以抽汲多級泵 100 中之流體。例如，饋入級泵 150 ("饋入泵 150") 包括：一用於收集流體之饋入腔室 155、一在饋入腔室 155 內移動且排出流體之饋入級隔膜 160、一移動饋入級隔膜 160 之活塞 165、一導螺桿 170 及一步進馬達 175。導螺桿 170 經由螺帽、齒輪或用於將能量自馬達傳至導螺桿 170 之其他機構耦接至步進馬達 175。根據一實施例，饋入馬達 175 使一螺帽旋轉，進而使導螺桿 170 旋轉，此引起活塞 165 致動。施配級泵 180 ("施配泵 180") 可類似地包括：一施配腔室 185、一施配級隔膜 190、一活塞 192、一導螺桿 195 及一施配馬達 200。施配馬達 200 可經由螺紋螺帽(例如，Torlon 或其他材料螺帽)驅動導螺桿 195。

根據其他實施例，饋入級 105 及施配級 110 可為多種其他泵，包括氣動或液壓致動泵、液壓泵或其他泵。在發明者 Zagars 等人於 2005 年 2 月 4 日申請之題為 "PUMP CONTROLLER FOR PRECISION PUMPING APPARATUS" 的美國專利申請案第 11/051,576 號中描述了使用一用於饋入級之氣動致動泵及一步進馬達驅動液壓泵之多級泵的一實例。然而，在兩級處之馬達之使用提供一優勢在於，其消除了液壓管路、控制系統及流

體，藉此減小了空間及潛在洩漏。

饋入馬達175及施配馬達200可為任何合適之馬達。根據一實施例，施配馬達200為永磁同步馬達("PMSM")。該PMSM可由馬達200處之利用場導向控制("FOC")或此項技術中已知之其他類型之位置/速度控制的數位信號處理器("DSP")、載於多級泵100上之控制器或獨立之泵控制器(例如，如圖1所示)控制。PMSM 200可進一步包括一用於即時回饋施配馬達200之位置之編碼器(例如，細線旋轉位置編碼器)。使用位置感應器對活塞192之位置給予精確且可重複之控制，此導致對施配腔室185中之流體移動的精確且可重複之控制。舉例而言，根據一實施例，使用一2000線編碼器對DSP給予8000個脈衝，有可能精確地量測至0.45度旋轉且控制0.45度之旋轉。此外，PMSM可在低速度下運轉，其具有極少振動或無振動。饋入馬達175亦可為PMSM或步進馬達。亦應注意，饋入泵可包括一原位感應器，其指示該饋入泵何時處於其原位。

在多級泵100操作期間，多級泵100之閥門經打開或關閉以允許或限制流體流至多級泵100之各個部分。根據一實施例，此等閥門可為氣動致動(亦即，氣體驅動)隔膜閥，其視確定為壓力或真空而打開或關閉。然而，在本發明之其他實施例中，可使用任何合適之閥門。

下文提供對多級泵100之操作之各級的總結。然而，多級泵100可根據多種控制機制加以控制以定序閥門並控制壓力，該等控制機制包括(但不限於)以下申請案中所描述

之控制機制：發明者 Gonnella 等人於 2005 年 12 月 2 日申請之題為 "SYSTEM AND METHOD FOR VALVE SEQUENCING IN A PUMP" 的美國臨時專利申請案第 60/742,168 號；發明者 Gonnella 等人於 2006 年 11 月 20 日申請之題為 "SYSTEM AND METHOD FOR VALVE SEQUENCING IN A PUMP" 的美國專利申請案第 11/602,465 號；發明者 Cedrone 等人於 2005 年 12 月 2 日申請之題為 "SYSTEM AND METHOD FOR PRESSURE COMPENSATION IN A PUMP" 的美國臨時專利申請案第 60/741,682 號；發明者 Cedrone 等人於 2006 年 11 月 20 日申請之題為 "SYSTEM AND METHOD FOR PRESSURE COMPENSATION IN A PUMP" 的美國專利申請案第 11/602,508 號；發明者 Cedrone 等人於 2005 年 12 月 2 日申請之題為 "I/O Interface System and Method for A Pump" 的美國臨時專利申請案第 60/741,657 號；發明者 Cedrone 等人於 2006 年 11 月 20 日申請之題為 "I/O SYSTEMS, METHODS AND DEVICES FOR INTERFACING A PUMP CONTROLLER" 的美國專利申請案序號第 11/602,449 號；發明者 Clarke 等人於 2006 年 8 月 11 日申請之題為 "SYSTEMS AND METHODS FOR FLUID FLOW CONTROL IN AN IMMERSION LITHOGRAPHY SYSTEM" 的美國專利申請案第 11/502,729 號；發明者 Gonnella 等人於 2005 年 12 月 2 日申請之題為 "SYSTEM AND METHOD FOR CORRECTING FOR PRESSURE

VARIATIONS USING A MOTOR"的臨時專利申請案第 60/741,681 號；發明者 Cedrone 等人於 2006 年 11 月 20 日申請之題為 "SYSTEM AND METHOD FOR CORRECTING FOR PRESSURE VARIATIONS USING A MOTOR" 的美國專利申請案第 11/602,472 號；發明者 Gonnella 等人 2005 年 12 月 2 日申請之題為 "SYSTEM AND METHOD FOR CONTROL OF FLUID PRESSURE" 的美國專利申請案第 11/292,559 號；發明者 Gonnella 等人 2006 年 2 月 28 日申請之題為 "SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING OPERATION OF A PUMP" 的美國專利申請案第 11/364,286 號，該等申請案中之每一者以引用之方式完全併入本文中。根據一實施例，多級泵 100 可包括：就緒段、施配段、填充段、預過濾段、過濾段、排放段、淨化段及靜態淨化段。在饋入段期間，打開入口閥 125 且饋入級泵 150 移動(例如，拉動)饋入級隔膜 160 以將流體引入饋入腔室 155 中。一旦充足量之流體已填充饋入腔室 155，入口閥 125 即關閉。在過濾段期間，饋入級泵 150 移動饋入級隔膜 160 以自饋入腔室 155 排出流體。打開隔離閥 130 及阻障閥 135 以允許流體經由過濾器 120 流至施配腔室 185。根據一實施例，可首先打開隔離閥 130(例如，在 "預過濾段" 中)以允許壓力在過濾器 120 中建立且接著打開阻障閥 135 以允許流體流入施配腔室 185 中。根據其他實施例，可打開隔離閥 130 及阻障閥 135 且可

移動饋入泵以在過濾器之施配側建立壓力。在過濾段期間，可使施配泵 180 到達其原位。如 Laverdiere 等人於 2004 年 11 月 23 日申請之題為 "System and Method for a Variable Home Position Dispense System" 的美國臨時專利申請案第 60/630,384 號及由 Applicant Entegris Inc. 及發明者 Laverdiere 等人於 2005 年 11 月 21 日申請之題為 "System and Method for Variable Home Position Dispense System" 的 PCT 申請案第 PCT/US2005/042127 號中所述，施配泵之原位可為在施配循環中在施配泵處給予最大可用容積但小於施配泵可提供之最大可用容積之位置。基於施配循環之各種參數來選擇原位以減小多級泵 100 之未使用之滯留體積。可使饋入泵 150 類似地到達提供小於其最大可用容積之容積的原位。

在排放段開始時，打開隔離閥 130，關閉阻障閥 135 且打開排放閥 145。在另一實施例中，阻障閥 135 在排放段期間可保持打開且在排放段結束時關閉。在此時間期間，若阻障閥 135 係打開的，則壓力可為控制器所獲悉，因為可藉由壓力感應器 112 而量測之施配腔室中之壓力將受到過濾器 120 中之壓力的影響。饋入級泵 150 將壓力施加至流體以經由打開之排放閥 145 將氣泡自過濾器 120 移除。饋入級泵 150 可經控制以使得排放以預定速率發生，以允許較長之排放時間及較低之排放速率，藉此允許對排放廢物之量進行精確控制。若饋入泵為氣動式泵，則可在排放流體路徑

中設置流體流量限制，且可增加或減小施加至饋入泵之氣動壓力以便維持"排放"設定點壓力，從而給予對另外未受控制之方法的某一控制。

在淨化段開始時，關閉隔離閥130，關閉阻障閥135（若其在排放段中打開），關閉排放閥145，且打開淨化閥140且打開入口閥125。施配泵180將壓力施加至施配腔室185中之流體以經由淨化閥140排放氣泡。在靜態淨化段中，停止施配泵180，但淨化閥140保持打開以繼續排放空氣。在淨化或靜態淨化段期間移除之任何過量流體皆可被導引出多級泵100（例如，返回至流體源或丟棄）或再循環至饋入級泵150。在就緒段期間，可打開入口閥125、隔離閥130及阻障閥135且關閉淨化閥140，以使得饋入級泵150可達到來源（例如，來源瓶）之周圍壓力。根據其他實施例，可在就緒段處關閉所有閥門。

在施配段期間，出口閥147打開且施配泵180將壓力施加至施配腔室185中之流體。由於出口閥147可比施配泵180緩慢地對控制作出反應，因此可首先打開出口閥147且在某一預定時段後起動施配馬達200。此防止施配泵180推動流體穿過部分打開之出口閥147。此外，此防止流體沿著由打開閥門導致之施配噴嘴向上移動，繼之以馬達動作所導致之前向流體運動。在其他實施例中，可打開出口閥147且同時藉由施配泵180開始施配。

可執行一額外之反吸段，其中移除施配噴嘴中之過量流體。在反吸段期間，出口閥147可關閉且可使用一輔助馬

達或真空將過量流體自出口噴嘴吸出。或者，出口閥 147 可保持打開，且可反轉施配馬達 200 以將流體反吸入施配腔室中。反吸段有助於防止過量流體滴至晶圓上。

圖 3A 為多級泵 100 之泵總成之一實施例的圖示。多級泵 100 可包括一施配區塊 205，其界定穿過多級泵 100 之各流體流徑且至少部分地界定饋入腔室 155 及施配腔室 185。根據一實施例，施配泵區塊 205 可為 PTFE、經改質 PTFE 或其他材料之整體區塊。由於此等材料不與或極少與許多處理流體反應，因此使用此等材料允許流道及泵腔室藉由最小量之額外硬體直接機械加工於施配區塊 205 中。施配區塊 205 因此藉由提供整合之流體歧管而減少對管路之需要。

施配區塊 205 可包括各種外部入口及出口，包括(例如)：入口 210，經由其收納流體；排放出口 215，其用於在排放段期間排放流體；及施配出口 220，經由其在施配段期間施配流體。在圖 3A 之實例中，由於經淨化之流體被導引回饋入腔室中，因此施配區塊 205 不包括外部淨化出口(如圖 4A 及圖 4B 所示)。然而，在本發明之其他實施例中，流體可於外部加以淨化。在此以引用的方式完全併入本文中的由 Iraj Gashgaei 於 2005 年 12 月 2 日申請之題為 "O-RING-LESS LOW PROFILE FITTING AND ASSEMBLY THEREOF" 的美國臨時專利申請案第 60/741,667 號及由發明者 Gashgaei 於 2006 年 11 月 20 日申請之題為 "O-RING-LESS LOW PROFILE FITTINGS AND FITTING ASSEMBLIES" 的美國專利申請案第 11/602,513 號描述了可用以將施配區塊 205 之外部入口及出口連接至流體管線之接頭組件的一實

施例。

施配區塊 205 將流體導引至饋入泵、施配泵及過濾器 120。泵蓋 225 可保護饋入馬達 175 及施配馬達 200 免受損害，而活塞外殼 227 可提供對活塞 165 及活塞 192 之保護且(根據本發明之一實施例)可由聚乙烯或其他聚合物形成。閥板 230 提供可經組態以引導流體流至多級泵 100 之各組件之閥門(例如，圖 2 之入口閥 125、隔離閥 130、阻障閥 135、淨化閥 140 及排放閥 145)系統的閥門外殼。根據一實施例，入口閥 125、隔離閥 130、阻障閥 135、淨化閥 140 及排放閥 145 中之每一者至少部分地整合入閥板 230 中，且係一視壓力還是真空施加至相應隔膜而打開或關閉之隔膜閥。在其他實施例中，該等閥門中之一些可位於施配區塊 205 外部或配置於額外閥板中。根據一實施例，一 PTFE 薄片夾於閥板 230 與施配區塊 205 之間以形成各種閥門之隔膜。閥板 230 包括每一閥門之閥門控制入口以將壓力或真空施加至相應隔膜。舉例而言，入口 235 對應於阻障閥 135，入口 240 對應於淨化閥 140，入口 245 對應於隔離閥 130，入口 250 對應於排放閥 145，且入口 255 對應於入口閥 125 (出口閥 147 在此情況下位於外部)。藉由將壓力或真空選擇性地施加至該等入口，相應閥門打開或關閉。

經由閥門控制供應管線 260 將閥門控制氣體及真空提供至閥板 230，閥門控制供應管線 260 自閥門控制歧管(由泵蓋 263 或外殼蓋 225 覆蓋)經由施配區塊 205 延行至閥板

230。閥門控制氣體供應入口265向閥門控制歧管提供加壓氣體且真空入口270向閥門控制歧管提供真空(或低壓)。閥門控制歧管充當一三通閥以經由供應管線260將加壓氣體或真空導引至閥板230之恰當入口從而致動相應閥門。

圖3B為多級泵100之另一實施例的圖示。圖3B中所示之許多特徵與上文結合圖3A所描述之特徵相似。然而，圖3B之實施例包括若干特徵以防止流體滴液進入多級泵100之容納電子器件之區域中。舉例而言，當操作者連接或斷接來自入口210、出口215或排放口220之管時，可發生流體滴液。"防滴"特徵可經設計以防止潛在有害化學品之滴液進入泵(尤其是電子器件腔室中)，且不必要求泵為"防水"(例如，可浸入流體中而無洩漏)。根據其他實施例，可完全密封該泵。

根據一實施例，施配區塊205可包括一自施配區塊205接合頂蓋263之邊緣向外突出的垂直突出的凸緣或唇緣272。根據一實施例，在頂部邊緣上，頂蓋263之頂部與唇緣272之頂表面齊平。此使得接近施配區塊205與頂蓋263之頂部界面的滴液傾向於在施配區塊205上流動，而非流過該界面。然而在側面上，頂蓋263與唇緣272之基底齊平，或另外自唇緣272之外表面向內偏移。此導致滴液傾向於沿著由頂蓋263與唇緣272建立之拐角流下，而非在頂蓋263與施配區塊205之間流下。此外，一橡膠密封件置放於頂蓋263之頂部邊緣與背板271之間以防止滴液在頂蓋263與背板271之間洩漏。

施配區塊205亦可包括傾斜特徵273，該傾斜特徵273包括一界定於施配區塊205內之傾斜表面，該表面向下傾斜並遠離泵100之容納電子器件之區域。因此，接近施配區塊205之頂部的滴液經導引遠離電子器件。此外，泵蓋225亦可自施配區塊205之外側邊緣稍微向內偏移，以使得沿泵100之側面流下的滴液將傾向於流過泵蓋225與泵100之其他部分的界面。

根據本發明之一實施例，無論一金屬蓋在何處與施配區塊205形成界面，金屬蓋之垂直表面皆可自施配區塊205之相應垂直表面稍微向內偏移(例如，1/64英吋或0.396875毫米)。此外，多級泵100可包括密封件、傾斜特徵及其他特徵以防止滴液進入多級泵100之容納電子器件之部分。此外，如圖4A中所示(下文論述)，背板271可包括進一步使得多級泵100"防滴"之特徵。

圖4A為多級泵100之一實施例的圖示，其中使施配區塊205透明以展示所界定之穿過其中之流體流道。施配區塊205界定多級泵100之各個腔室及流體流道。根據一實施例，可將饋入腔室155及施配腔室185直接機械加工於施配區塊205內。此外，可將各個流道機械加工於施配區塊205內。流體流道275(圖4C中所示)自入口210延行至入口閥。流體流道280自入口閥延行至饋入腔室155以使自入口210至饋入泵150之泵入口路徑完整。閥門外殼230中之入口閥125調節入口210與饋入泵150之間的流量。流道285將流體自饋入泵150導引至閥板230中之隔離閥130。由另一流道

(未圖示)將隔離閥130之輸出導引至過濾器120。此等流徑充當至過濾器120之饋入級出口流徑。流體自過濾器120經由連接過濾器120之流道流至排放閥145及阻障閥135。將排放閥145之輸出導引至排放出口215以使得排放流徑完整，而經由流道290將阻障閥135之輸出導引至施配泵180。因此，自過濾器120至阻障閥135之流道及流道290充當饋入級入口流徑。在施配段期間，施配泵可經由流道295 (例如，泵出口流徑)將流體輸出至出口220，或在淨化段中經由流道300將流體輸出至淨化閥。在淨化段期間，流體可經由流道305返回至饋入泵150中。因此，流道300及流道305充當淨化流徑以使流體返回至饋入腔室155中。由於流體流道可直接形成於PTFE (或其他材料)塊中，因此施配區塊205可充當在多級泵100之各個組件之間的處理流體之管路，從而消除或減少對額外管道之需要。在其他情況下，可將管道插入至施配區塊205中以界定流體流道。根據一實施例，圖4B提供施配區塊205之一圖示，該施配區塊205透明以展示其中之若干流道。

返回參看圖4A，圖4A亦展示多級泵100，其泵蓋225及頂蓋263經移除以展示包括饋入級馬達190之饋入泵150、包括施配馬達200之施配泵180及閥門控制歧管302。根據本發明之一實施例，可使用插入至施配區塊205中之相應空穴中之條狀件 (例如，金屬條) 而將饋入泵150、施配泵180及閥板230之部分耦接至施配區塊205。每一條狀件可包括一或多個螺孔以收納螺桿。作為一實例，可經由一或

多個螺桿(例如，螺桿312及螺桿314)將施配馬達200及活塞外殼227安裝至施配區塊205，該或該等螺桿穿過施配區塊205中之螺孔以擰入條狀件316中之相應孔中。應注意，用於將組件耦接至施配區塊205之此機構係作為實例而提供且可使用任何合適之附著機構。

根據本發明之一實施例，背板271可包括向內延伸之突出部(例如，托架274)，頂蓋263及泵蓋225安裝至該等突出部。由於頂蓋263及泵蓋225與托架274重疊(例如，在頂蓋263之底部及背部邊緣及泵蓋225之頂部及背部邊緣處)，因此可防止滴液流入頂蓋263之底部邊緣與泵蓋225之頂部邊緣之間的任何空間之間或在頂蓋263及泵蓋225之背部邊緣處的電子器件區域中。

根據本發明之一實施例，歧管302可包括一組螺線管閥以選擇性地將壓力/真空引導至閥板230。當視實施而定一特定螺線管接通以藉此將真空或壓力引導至閥門時，該螺線管將產生熱。根據一實施例，將歧管302安裝於一PCB板(其安裝至背板271且較佳地展示於圖4C中)下，遠離施配區塊205，且特定言之，遠離施配腔室185。可將歧管302安裝至托架(亦即，進而安裝至背板271)或可以其他方式耦接至背板271。此有助於防止來自歧管302中之螺線管的熱影響施配區塊205中之流體。背板271可由不銹鋼、機械加工鋁或可消散來自歧管302及PCB之熱的其他材料製成。換言之，背板271可充當歧管302及PCB之散熱托架。泵100可進一步安裝至可將熱由背板271傳導至之表面或其

他結構上。因此，背板271及其附著至之結構充當泵100之歧管302及電子器件的散熱片。

圖4C為展示用於將壓力或真空提供至閥板230之供應管線260的多級泵100之圖示。如結合圖3所論述，閥板230中之閥門可經組態以允許流體流至多級泵100之各個組件。閥門之致動係由將壓力或真空引導至每一供應管線260之閥門控制歧管302來控制的。每一供應管線260可包括一具有一小孔之接頭組件(於318處指示一實例接頭組件)。此孔可具有小於接頭組件318所附著至之相應供應管線260之直徑的直徑。在一實施例中，該孔之直徑可大致為0.010英吋。因此，接頭組件318之孔可用以對供應管線260設置限制。每一供應管線260中之孔有助於減輕向供應管線施以壓力與真空之間的尖銳壓力差異之效應，且因此可使得向閥門施以壓力與真空之間的轉變平穩。換言之，孔有助於減小壓力變化對下游閥門之隔膜的影響。此允許閥門較平穩地打開及關閉，其可導致系統內較平穩的壓力轉變(其可由閥之打開及關閉引起)且事實上可增加閥門自身的使用壽命。

圖4C亦說明PCB 397。根據本發明之一實施例，歧管302可自PCB板397接收信號以使螺線管打開/關閉以將真空/壓力引導至各個供應管線260從而控制多級泵100之閥門。再次，如圖4C中所示，歧管302可定位於PCB 397遠離施配區塊205之末端處以減小熱對施配區塊205中之流體的影響。此外，按基於PCB設計及空間約束之可行的程度，

可將產生熱之組件置放於PCB之遠離施配區塊205之側上，以再次減小熱之影響。來自歧管302及PCB 397之熱可由背板271消散。另一方面，圖4D為泵100之一實施例的圖示，其中歧管302直接安裝至施配區塊205上。

圖5A說明多級泵100之一部分的側視圖，其包括：施配區塊205、閥板230、活塞外殼227、導螺桿170及導螺桿195。圖5B說明圖5A之一截面圖A-A，其展示：施配區塊205、施配腔室185、活塞外殼227、導螺桿195、活塞192及施配隔膜190。如圖5B中所示，施配腔室185可至少部分地由施配區塊205界定。隨著導螺桿195旋轉，活塞192可(相對於圖5B所示之對準)向上移動以使施配隔膜190移位，藉此使施配腔室185中之流體經由出口流道295或淨化流道300脫離該腔室。應注意，流道之入口及出口可不同地置放於施配腔室185中。圖5C說明圖5B之一截面。在圖5C中所示之實施例中，施配隔膜190包括一裝配至施配區塊205中之凹槽400中的夾具395。在此實施例中，施配隔膜190之邊緣因此密封於活塞外殼227與施配區塊205之間。根據一實施例，施配泵及/或饋入泵150可為滾動隔膜泵。

應注意，結合圖1至圖5C描述之多級泵100係作為實例(而非限制)而提供，且可實施本發明之實施例用於其他多級泵組態。

如上文所論述，根據本發明之一實施例之饋入泵150可由步進馬達驅動，而施配泵180可由無刷DC馬達或PSMS

馬達驅動。下文圖6描述可根據本發明之多個實施例使用之一馬達總成的實施例。

圖6為根據本發明之一實施例之馬達總成600之一特定實施例的示意性表示，該馬達總成600具有一馬達630及一耦接至該馬達630之位置感應器640。在圖6所示之實例中，一隔膜總成610經由導螺桿620連接至馬達630。在一實施例中，馬達630為永磁同步馬達("PMSM")。PMSM馬達之控制機制之實施例描述於在此以引用之方式完全併入本文中之由發明者 Gonnella 等人於2005年12月2日申請之題為 "SYSTEM AND METHOD FOR POSITION CONTROL OF A MECHANICAL PISTON IN A PUMP" 的美國臨時專利申請案第 60/741,660 號；由發明者 Gonnella 等人於2006年9月1日申請之題為 "SYSTEM AND METHOD FOR POSITION CONTROL OF A MECHANICAL PISTON IN A PUMP" 的美國臨時專利申請案第 60/841,725 號；及由發明者 Gonnella 等人於2006年11月20日申請之題為 "SYSTEM AND METHOD FOR POSITION CONTROL OF A MECHANICAL PISTON IN A PUMP" 的美國專利申請案第 11/602,485 號中。在有刷DC馬達中，由換向器及電刷來改變電流極性。然而，在PMSM中，極性反轉係藉由與轉子位置同步切換之功率電晶體來執行的。因此，PMSM之特徵可表現為"無刷"且被認為比有刷DC馬達可靠。此外，PMSM可藉由以轉子磁鐵產生轉子磁通量來達成較高效

率。PMSM之其他優勢包括：減少之振動、減少之雜訊(藉由消除電刷)、有效之散熱、較小之佔據面積及低轉子慣性。由轉子之運動而在定子中誘發的反電磁力可視纏繞定子之方式而具有不同輪廓。一輪廓可具有梯形形狀且另一輪廓可具有正弦形狀。在此揭示案中，術語PMSM意欲表示所有類型之無刷永磁馬達且可與術語"無刷DC馬達"("BLDCM")互換使用。

PMSM 630可用作上文所述之饋入馬達175及/或施配馬達200。在一實施例中，泵100可利用步進馬達作為饋入馬達175而利用PMSM 630作為施配馬達200。合適之馬達及相關聯之部件可自美國新罕布什爾州(NH)之Dover的EAD Motors或其類似處獲得。在操作中，BLDCM 630之定子產生一定子通量且轉子產生一轉子通量。定子通量與轉子通量之間的相互作用界定BLDCM 630之扭矩且因此界定BLDCM 630之速度。在一實施例中，使用數位信號處理器(DSP)來實施所有場導向控制(FOC)。在包含於電腦可讀媒體中之電腦可執行軟體指令中實現FOC演算法。數位信號處理器連同晶載硬體周邊裝置現可具有計算功率、速度及可程式性以控制BLDCM 630並以相對較低之附加成本以微秒為單位完全地執行FOC演算法。可用於實施本文中所揭示之本發明之實施例的DSP之一實例為可購自基地在美國德克薩斯州(TX)之Dallas之Texas Instruments, Inc.的16位元DSP(部件號TMS320F2812PGFA)。

BLDCM 630中可併入至少一位置感應器以感應實際之轉

子位置。在一實施例中，位置感應器可位於BLDCM 630外部。在一實施例中，位置感應器可位於BLDCM 630內部。在一實施例中，BLDCM 630可無感應器。在圖6中所示之實施例中，位置感應器640耦接至BLDCM 630以即時回饋BLDCM 630之實際轉子位置，DSP使用該即時回饋來控制BLDCM 630。具有位置感應器640之一增加的益處在於，其證明對機械活塞(例如，圖2之活塞192)之位置的極精確且可重複之控制，此意謂對活塞移位施配泵(例如，圖2之施配泵180)中之流體移動及施配量的極精確且可重複之控制。在一實施例中，位置感應器640為細線旋轉位置編碼器。在一實施例中，位置感應器640為2000線編碼器。使用2000線編碼器，有可能精確量測至0.45度之旋轉及控制0.45度之旋轉。

BLDCM 630可以極低速度運行且仍維持一恆定速度，此意謂少的振動或無振動。在諸如步進馬達之其他技術中，於較低速度下運轉而不將振動引入抽汲系統係不可能的，振動係由不良之恆定速度控制引起的。此變化將引起不良之施配效能且導致極窄之窗口操作範圍。雖然展示一特定之馬達總成，然而本發明之實施例可使用多種馬達總成用於饋入馬達及/或施配馬達來實施。

通常，施配操作要求以一規定流動速率歷時一規定時間來施配流體以使得在時段期間施配正確量之流體。施配系統中之流體的流動速率視流體之黏度及確立於流體上之壓力而定。除了於一規定量時間內施配一特定量流體之外，

希望將流體施配為一相當均勻之柱。"良好"施配可顯現為可能由於出口閥打開及關閉而於末端處略顯錐形但無柱之中斷、滴液或顯著變形的流體之一直柱。

返回圖2及圖3A，在一極其硬質之系統中，施配活塞192將無關於流體黏度而總是移動相同量以排出具有良好形狀之特定量之流體。然而實情為，施配泵100及施配系統之其他組件展現出柔度。亦即，施配系統之各個組件傾向於在壓力下拉伸或延展，柔度之量視壓力而定。隨著施配活塞192移動，移動之一些用於系統之柔度。當施配活塞192停止移動時，組件可收縮從而返回其原始體積。此可對所施配流體柱的品質造成問題，因為柱之最後部分係藉由返回其未變形(或較少變形)狀態之組件而移動的。作為一實例，假定活塞移動 x 距離，對應於1 mL施配。流體體積之一些(例如，0.9 mL)將被施配，而流體體積之一些(例如，0.1 mL)佔據由柔度引起之額外體積。當活塞停止移動(且若出口閥未關閉)時，額外之0.1 mL將在管道、隔膜及其他組件收縮時施配。雖然可施配適當之1 mL，然而最後之0.1 mL通常由於在流體柱中存在中斷、滴液或波動而不具有良好形狀。本發明之實施例可藉由將活塞移動較遠且當已施配適當量之流體時關閉出口閥以補償此從而達成一良好施配(例如，具有大體上均勻之流體柱之施配。)

可基於處理流體之黏度(或其他參數)來確定一包括多級泵100之施配系統的誤差體積。誤差體積係一加至施配體積(或自施配體積減去)以補償計劃施配量與施配泵100在未

計入誤差體積之情況下所施配之流體量(例如，假定出口閥在任一情況下於相同時間關閉)之間的差值之體積。誤差體積可為泵100之物理或控制特徵、處理變數或泵100所連接至之系統的結果。可將誤差體積轉化為馬達為提供所要施配量而必須移動的額外量。泵控制器可控制施配馬達將活塞移動至一考量施配體積與誤差體積之位置。舉例而言，若施配體積為1 mL且誤差體積為0.1 mL，則泵控制器可控制施配馬達將活塞移動至一根據控制器而對應於1.1 mL施配之位置。歸因於系統中之柔度，在時段內實際僅施配1 mL。

可使用各種方法來確定泵及/或整體施配系統在施配操作期間之柔度。根據一實施例，將具有已知直徑及柔度的一定長度之管道連接至出口210且垂直延伸。以流體填充施配腔室185以使得一流體柱填充管道之一部分且排放出腔室185中之任何空氣。標出大氣壓力下的流體柱頂部之位置。可接著將壓力施加至管道之遠離泵的末端處，藉此對該液體柱及施配腔室185中之液體加壓。此將使得該液體柱沿管向下移動。由於已知管直徑，因此藉由量測開始時之流體柱頂部位置與施加壓力後之流體柱頂部位置之間的差值便可確定基於壓力之體積變化(亦即，基於管道直徑，下降1毫米將對應於一特定立方公分數的流體)。此體積變化係由管及泵之柔度引起的。可減去歸因於已知之管柔度的體積變化以確定僅泵之柔度。

可將由泵之柔度引起之體積誤差加至所要施配體積以更

精確地達成所要施配體積。作為實例，若泵在大於大氣壓 5 psi 之壓力下具有一為 0.02 毫升之誤差且施配配方要求以一對應於大於大氣壓 5 psi 之施配壓力的特定流速來施配 1 毫升流體，則泵控制器將以一在大氣壓下(或在極其硬質之系統中)使得泵施配 1.02 毫升之流體的量來移動活塞 192。換言之，泵控制器將使得施配馬達 200 移動額外距離以補償泵在 5 psi 下之柔度。

然而，泵極少單獨使用，且僅考量泵之柔度的方法無法充分補償包括泵及其他額外組件之整個施配系統的柔度。此外，上述方法未考慮到以下事實：一滾動隔膜在移動之不同級處、在不同壓力下可具有不同之柔度。此外，諸如上文所描述之僅依賴於確立施配腔室中之流體上的壓力之方法的方法未考量到以下事實：閥門時序及其他控制處理可於施配期間降低泵柔度。本發明之實施例提供一種較好地確定在施配操作中由整體系統(包括泵)中之柔度引起之誤差體積，從而精確地在製造設備中施配流體之方法。根據一實施例，可在一經設計以模擬泵操作環境之測試系統中對泵進行校準。校準所產生之資料可儲存於一泵控制器中且可用於確定一給定製程配方之恰當誤差體積以用於在半導體製造設備中施配處理流體。

圖 7 說明一用於基於泵之黏度確定誤差校正之裝置的實施例。應注意，所提供之尺寸係作為實例而非限定而提供。本發明之實施例可實施於多種測試系統中。經由管道(在此實例中，76 英吋(193.04 公分)之管道用於入口，且 36

英吋(91.44公分)之管道用於排放口，兩者均為1/4英吋外徑(OD) $\times$ 0.156英吋(0.396公分)內徑(ID)之管道)使多級泵100之入口及排放口與流體源700流體連通。經由15英吋之1/4英吋(0.635公分)OD $\times$ 0.157英吋(0.399公分) ID管道將多級泵100之出口導引至出口閥147及反吸閥704。泵100自出口閥147及反吸閥704經由55英吋(139.7公分)之4 mm OD $\times$ 0.3 mm ID管道及一噴嘴與一校準天平(例如，秤)(未圖示)流體連通。在55英吋(139.7公分)之4 mm OD管道之末端處為一2 mm ID之噴嘴。

一螺線管閥706(例如，來自美國Indiana之SMC Corporation of America of Indianapolis的SMC VQ11Y-5M螺線管閥)經由15英吋之4 mm OD $\times$ 2.5 mm ID管道將壓力提供至反吸閥704(例如，美國伊利諾伊州(IL)之Rolling Meadows之CKD USA Corp.之部件號為CKD AS1201FM的針閥及反吸閥CKDAMDSZO-XO388)及出口閥147。螺線管閥706調節60 psi之壓力至出口閥147及反吸閥704以打開或關閉此等閥門。此外，向泵100提供20 in Hg真空及38至40 psi受壓氣體以打開、關閉上文所述之閥板230中的各個閥門。

根據一實施例，將泵100藉由流體之4 cP黏度標準、量測密度預致敏，且施配速率設定為1.0 mL/sec。施配循環設定為施配1 ml流體。將流體施配至一校準天平(亦即，秤)上，且記錄下5次施配之質量以找出平均質量。接著將施配體積改變為2 ml流體。再次，向校準天平執行5次施

配且找出平均質量。對於設定4 ml、6 ml、8 ml及10 ml施配體積重複找出五次施配所施配之平均質量的處理。對於23、45、65及100黏度流體重複找出每一設定施配體積(例如，1 ml、2 ml、4 ml、6 ml、8 ml及10 ml)之5次施配之平均質量的處理。雖然上文提供了施配量及黏度之特定實施例，然而此等係作為實例而非限定而提供。

將基於黏度之誤差體積(例如，實際施配之平均體積與施配體積設定之間的差值)作為黏度之函數繪製為所執行之曲線擬合。此曲線擬合表示使用者界定之施配體積與泵實際施配之量之間的誤差。該曲線(或一表示該曲線之表格)可儲存於泵100之韌體中。當一使用者建立一施配循環時，該使用者可輸入處理流體之黏度以使得泵可應用恰當之誤差較正。若預期施配將在不同施配速率下發生，則可產生額外之表格或曲線。可將使用一特定泵所產生之校準資料裝入一組具有共同特徵之泵中。

圖7之實施例說明一可用於確定黏度(或其他參數)與誤差體積之間的相關之系統之一實施例。測試裝置之組件可經選擇以近似於預期製造環境中之組件。舉例而言，自泵100至出口閥147(停止閥)之出口管道可為4至5米之5至6.5 mm OD、4至4.35 mm ID之管道。出口閥147可為一獨立出口閥或組合出口閥、諸如美國Il之Rolling Meadows之CKD USA Corp.之CKDAMDSZOX0388的反吸閥。自出口閥147(或反吸閥)之管道可為大致為1至1.5米長之4 mm OD、2 mm ID之管道。再次，應注意，各種大小及部件係作為實

例而非限定而提供。

圖8為將體積誤差繪製為黏度之函數的圖表。自此實例圖表可見，誤差體積基於處理流體之黏度而大致為線性。因此，舉例而言，若使用者設定施配5 ml之10 cP流體，則泵100可為10 cP流體計入0.052106 mL之體積誤差。另一方面，若使用者設定施配5 ml之20 cP流體，則泵100可計入0.088935 mL之體積誤差。

應注意，本發明之其他實施例可包括不同之測試裝置(例如，不同管道長度及直徑，不同部件及不同操作條件)。此外，可使用更大或更小之流體之施配體積及黏度來執行測試。亦可實施用於確定體積誤差之其他機制。

當泵安裝於製造設備中時，使用者可輸入一配方(例如，施配量、施配時間或流速、流體黏度或其他參數)。基於流體黏度(或其他流體特性)，泵控制器可基於流體特性與誤差體積之間的相關(例如，經由計算、查找表格或其他機制)來確定適當之誤差體積。使用圖8之圖表，若使用者以黏度2 cP、施配體積2 ml及流速1 mL/sec輸入一流體之一配方，則泵控制器可自動在2 mL施配上添加0.05211 mL。在施配期間，泵控制器可使施配馬達200將活塞192移動至一考量到2 mL施配體積及0.05211 mL誤差體積的位置上。由於施配系統(包括泵100)之柔度，因此所施配之量將大致為2 mL。

其中安裝有泵100之實際施配系統可能不同於在其中產生誤差體積與黏度或其他流體特性之間的相關之測試系

統。因此，即使根據圖8應用誤差體積亦可能在所要施配與實際施配之間留有一定的少量誤差。根據一實施例，可給予使用者規定一使用者規定之誤差體積的選項，該誤差體積在藉由相關所確定之誤差體積之外(例如，在基於黏度之誤差體積之外)加至施配體積上。在施配期間，泵控制器可控制施配馬達200將活塞192移動至一根據泵控制器而考量到施配體積、基於黏度之誤差體積及使用者界定之誤差體積之位置。

若泵以與移動以恰好排出施配體積之速度相同的速度移動至一考量到施配體積及誤差體積之位置，則實際施配速率將低於配方中所規定之施配速率且施配時間過長，因為活塞以相同速度行進更長之距離。為補償此，泵控制器可控制施配馬達200在由配方所指定之時間內移動至一恰當位置以考量誤差體積。使用先前實例，泵控制器可基於原始配方中所規定之以1 cc/sec之2 cc施配而控制施配馬達200在兩秒內將活塞192移動至一位置以考量2 mL施配體積、0.05211 mL黏度誤差體積及使用者規定之誤差體積。因此，在正確量之時間內得以施配正確量之流體。根據一實施例，在任何情況下，可在活塞192到達恰當位置時關閉出口閥以使得不會藉由系統組件之收縮而施配額外流體。

圖9為說明一用於確定泵之誤差體積之方法之一實施例的流程圖。圖9之步驟可於一經設計以模擬期望之製造施配系統的測試系統中執行。一測試泵可用於產生流體特性

與誤差體積之間的相關並將該相關傳播至待安裝於一半導體製造設備上之多個泵(可包括該測試泵)。在步驟900，將一泵安裝於一合理地模擬一所欲之施配環境的測試施配系統中。測試泵之控制器可起初經組態以使得活塞之一特定位置(例如，基於實際位置或相對於一起始位置之移位)對應於一特定之施配體積。在步驟902，將一包括施配體積之配方程式化至泵中。在步驟904，泵根據配方進行施配以施配一定體積之流體。在施配期間，泵控制器可控制施配馬達將活塞移動一對應於施配體積之距離(亦即，控制器經組態以與施配體積相關聯之距離)。在步驟906，量測施配流體以確定實際施配之流體的體積。舉例而言，當使用秤時，確定質量並將質量除以密度以確定體積。

可藉由相同配方及流體將步驟904及步驟906重複任意數目次。在步驟908，可對施配體積及對實際施配體積之量測結果加以分析以確定流體之誤差體積。舉例而言，可自若干施配(例如，五次施配)之平均施配體積減去配方中規定之所要施配體積，以確定在一特定條件設定下之誤差體積。可對一具有新的所要施配體積之配方重複步驟902至步驟906，且可使用一具有不同流體特性值(對此流體特性值產生相關)之新流體來重複步驟902至步驟908。在步驟910，確定誤差體積與黏度(或其他流體特性)之間的相關。應注意，可根據任何對應於體積之量測(諸如實際體積量測、量測活塞移位距離、質量或其他對應於體積之量測)來完成誤差體積與流體特性之間的相關。

圖 10 說明一用於操作一泵以考量誤差體積之方法的一實施例。出於圖 10 之目的，假定泵安裝於一半導體製造設備中且藉由上文所述之誤差體積與流體特性之間的相關來程式化。在步驟 1000，一使用者可輸入一配方，該配方包括(例如)施配體積(或可自其得出施配體積之資訊)、施配時間(或流速)及流體類型(或黏度)。在步驟 1002，泵控制器可基於該配方確定施配體積量、流體特性值(例如，黏度)以及基於誤差體積與流體特性之間的相關之誤差體積量。此可(例如)藉由使用查找表、計算或利用誤差體積相關之其他機制來完成。應注意，在確定時，施配體積量及誤差體積量可為對應於體積之任何量測，包括體積量測、距離量測(例如，誤差體積量可為關於將活塞移動多遠以排出一特定體積之量測)或對應於體積之其他量測。

若存在多個相關曲線或相關資料組，則泵可選擇最符合使用者所提供之配方的相關。作為另一實例，若泵包括用於 1 cc/sec 施配及用於 10 cc/sec 施配之黏度與誤差體積之間的相關曲線，則泵可選擇更密切符合配方參數之相關。根據又一實施例，若相關資料與一特定配方並不匹配，則泵控制器可插入用於該配方之相關資料。舉例而言，若泵控制器具有用於 1 cc 施配及用於 10 cc 施配之黏度與誤差體積之間的相關資料，但配方需要 7 cc/sec 施配，則泵控制器可插入用於 7 cc/sec 施配之黏度與誤差體積之間的關係。

在步驟 1004，泵控制器可接收一可為使用者所規定之額外誤差體積。舉例而言，一使用者可進行一考量到泵控制

器已知之誤差體積(亦即，基於相關)的施配並確定該泵仍稍微未充分施配流體。若實際施配系統或配方與產生相關資料之條件有顯著不同，則此可發生。使用者可向泵控制器提供恰當之額外誤差體積。

在步驟1006，泵可執行施配。在施配中，泵控制器可控制施配馬達移動至一根據控制器而考量到施配體積加上誤差體積之位置。換言之，泵控制器可將施配體積加上誤差體積轉換為位置或移位(若尚未作為位置或移位來量測)且可相應地控制施配馬達將活塞移動至一特定位置。然而，由於系統中之柔度，因此實際上僅將施配體積施配至晶圓上。根據一實施例，控制器可控制施配馬達以使得在配方所規定之時間內發生流體施配。此可包括：控制施配馬達以較高速度移動從而包括誤差體積所需之較大距離。

可將圖9及圖10之各個步驟實施為儲存於電腦可讀媒體(例如，圖1之電腦可讀媒體27)上之電腦指令(例如，圖1之電腦指令30)。可視需要重複圖9及圖10之步驟。

雖然根據多級泵進行描述，然而本發明之實施例亦可用於一單級泵中。圖11為泵4000之泵總成之一實施例的圖示。泵4000可類似於上文所述之多級泵100的一級(例如，施配級)且可包括一由步進馬達、無刷DC馬達或其他馬達所驅動之滾動隔膜泵。泵4000可包括一施配區塊4005，其界定穿過泵4000之各個流體流徑且至少部分地界定一泵腔室。根據一實施例，施配泵區塊4005可為PTFE、經改質PTFE或其他材料之整體區塊。由於此等材料不與或極少

與許多處理流體反應，因此使用此等材料允許流道及泵腔室藉由最小量之額外硬體而直接機械加工於施配區塊4005中。施配區塊4005因此藉由提供整合之流體歧管而減少對管路之需要。

施配區塊4005可包括各種外部入口及出口，包括(例如)：入口4010，經由其收納流體；用於淨化/排放流體之淨化/排放出口4015；及施配出口4020，經由其在施配段期間施配流體。在圖11之實例中，由於泵僅具有一個腔室，因此施配區塊4005包括外部淨化出口4010。在此以引用之方式完全併入本文中的由Iraj Gashgaei於2005年12月2日申請之題為"O-RING-LESS LOW PROFILE FITTING AND ASSEMBLY THEREOF"的美國專利申請案第60/741,667號及由發明者Iraj Gashgaei於2006年11月20日申請之題為"O-RING-LESS LOW PROFILE FITTINGS AND FITTING ASSEMBLIES"的美國專利申請案第11/602,513號描述了可用以將施配區塊4005之外部入口及出口連接至流體管線之接頭組件的一實施例。

施配區塊4005將流體自入口導引至入口閥(例如，至少部分由閥板4030界定)、自入口閥導引至泵腔室、自泵腔室導引至排放/淨化閥，且自泵腔室導引至出口4020。泵蓋4225可保護泵馬達免受損害，而活塞外殼4027可提供對活塞之保護且根據本發明之一實施例係由聚乙烯或其他聚合物形成。閥板4030提供可經組態以引導流體流動至泵4000之各個組件的閥門(例如，入口閥及淨化/排放閥)系統

的閥門外殼。閥板4030及相應閥門可類似於上文論述之結合閥板230所描述之方式來形成。根據一實施例，入口閥及淨化/排放閥中之每一者至少部分地整合入閥板4030中，且係一視將壓力還是真空施加至相應隔膜而打開或關閉之隔膜閥。在其他實施例中，該等閥門中的一些可位於施配區塊4005外部或配置於額外閥板中。根據一實施例，一PTFE薄片夾於閥板4030與施配區塊4005之間以形成各種閥門之隔膜。閥板4030包括每一閥門之閥門控制入口(未圖示)以將壓力或真空施加至相應隔膜。

如多級泵100，泵4000可包括若干特徵以防止流體滴液進入多級泵100之容納電子器件之區域。"防滴"特徵可包括突出唇緣、傾斜特徵、組件之間的密封件、在金屬/聚合物界面處之偏移及上文所述之使電子器件與滴液隔離的其他特徵。電子器件及歧管及PCB板可類似於上文所述之方式進行組態從而減小熱對泵腔室中之流體的影響。

因此，本發明之實施例可包括一補償泵之施配體積之誤差的方法，該方法包含：根據施配配方確定施配體積；基於施配配方確定一流體特性值；根據誤差體積與流體特性之間的相關、基於該流體特性值來確定一考量施配系統中之柔度的誤差體積量；及控制施配馬達將施配泵中之活塞移動至一位置以考量根據配方所確定之施配體積量及誤差體積量，從而自噴嘴施配施配體積量之流體。

雖然本文中已參考說明性實施例詳細地描述了本發明，然而應瞭解，該描述僅作為實例且並不應以限制意義加以

解釋。因此，應進一步瞭解，一般熟習此項技術者在參考此描述後將易瞭解且可製造對本發明之實施例之細節的多種改變及本發明之額外實施例。預期所有該等改變及額外實施例在如所主張之本發明之範疇內。

【圖式簡單說明】

圖1為一抽汲系統之一實施例的圖示；

圖2為根據本發明之一實施例之多級泵的圖示；

圖3A、圖3B、圖4A、圖4C及圖4D為多級泵之各個實施例的圖示；

圖4B為施配區塊之一實施例的圖示；

圖5A為一多級泵之一部分之一實施例的圖示；

圖5B為包括施配腔室的圖5A之多級泵之實施例之一截面的圖示；

圖5C為圖5B之多級泵之實施例之一截面的圖示；

圖6為根據本發明之一實施例的具有一無刷DC馬達之馬達總成的圖示；

圖7為一確定一施配系統之誤差體積與流體特性之間的相關之系統之圖示；

圖8為一提供誤差體積與黏度之間的相關之實例圖表；

圖9為說明確定誤差體積與一流體特性之間的相關之一實施例的流程圖；

圖10為說明一用於控制泵之方法之一實施例的流程圖；及

圖11為一單級泵之圖示。

【主要元件符號說明】

10	抽 汲 系 統
15	流 體 源
20	泵 控 制 器
25	晶 圓
27	電 腦 可 讀 媒 體
30	控 制 指 令
35	處 理 器
40	通 信 鏈 路
45	通 信 鏈 路
100	多 級 泵
105	饋 入 級 部 分
110	施 配 級 部 分
112	壓 力 感 應 器
120	過 濾 器
125	入 口 閥
130	隔 離 閥
135	阻 障 閥
140	淨 化 閥
145	排 放 閥
147	出 口 閥 / 停 止 閥
150	饋 入 級 泵
155	饋 入 腔 室
160	饋 入 級 隔 膜
165	活 塞

170	導螺桿
175	步進馬達/饋入馬達
180	施配泵/施配級泵
185	施配腔室
190	施配級隔膜
192	活塞
195	導螺桿
200	施配馬達
205	施配區塊
210	入口
215	排放出口
220	施配出口
225	泵蓋/外殼蓋
227	活塞外殼
230	閥板/閥門外殼
235	入口
240	入口
245	入口
250	入口
255	入口
260	閥門控制供應管線
263	頂蓋
265	閥門控制氣體供應入口
270	真空入口

271	背板
272	凸緣/唇緣
273	傾斜特徵
274	托架
275	流體流道
280	流體流道
285	流道
290	流道
295	流道
300	流道
302	歧管
305	流道
312	螺桿
314	螺桿
316	條狀件
318	接頭組件
395	夾具
397	PCB
600	馬達總成
610	隔膜總成
620	導螺桿
630	馬達
640	位置感應器
700	流體源

704	反吸閥
706	螺線管閥
4000	泵
4005	施配區塊
4010	外部淨化出口
4015	淨化/排放出
4020	施配出口
4025	泵蓋
4027	活塞外殼
4030	閥板

十、申請專利範圍：

1. 一種用於補償一施配系統之施配體積之誤差之方法，該系統包含：

一泵控制器，其基於一施配配方確定一施配體積量，其中該泵控制器可操作一施配泵之控制操作，其中該施配系統包含該泵控制器、該施配泵及一或多個在該施配泵下游之管；

該泵控制器基於該施配配方確定一流體特性之一值；

該泵控制器決定該施配泵之誤差體積、該一或多個管及該流體特性之間之一關聯，其中該關聯係考量該施配泵中之柔度及該一或多個管；

該泵控制器基於該流體特性之該值及該關聯來確定一誤差體積量；及

該泵控制器控制一施配馬達以將該施配泵中之一活塞移動至一位置以考量根據該配方所確定之該施配體積量及該誤差體積量，從而自一噴嘴施配該施配體積量之流體。

2. 如請求項 1 之方法，其中該泵控制器控制該施配馬達進一步包含：該泵控制器控制該施配馬達在該配方所規定之一時間內將該活塞移動至該位置以施配該施配體積量。

3. 如請求項 1 之方法，其進一步包含：

該泵控制器接收一使用者規定之誤差體積，其中該位置進一步考量該使用者規定誤差體積，且其中控制該施

配馬達進一步包含：一測試泵控制器，控制該施配馬達在該配方所規定之一時間內將該活塞移動至該位置以施配該施配體積量。

4. 如請求項1之方法，其進一步包含：

一測試泵控制器，其在一測試施配系統中產生該誤差體積與該流體特性之間的該關聯，該測試施配系統包含至少該測試泵控制器、一測試泵、及一或多個測試泵管，其中該測試施配系統係經組態成模擬該施配系統。

5. 如請求項4之方法，其中產生該關聯之該測試泵控制器進一步包含：

藉由具有各種該流體特性之值之流體以相應之所要施配體積量來執行一組測試施配；

該測試泵控制器相對於該等所要施配體積量來分析該等測試施配之一組實際施配體積量以確定該流體特性與該誤差體積之間的該關聯係，其中該關聯係考量該測試施配系統之柔度及該一或多個測試泵管之柔度。

6. 如請求項4之方法，其中產生該關聯進一步包含：

a)該測試泵控制器藉由一測試流體以一相應之所要施配體積量來執行一組測試施配；

b)該測試泵控制器確定一平均實際施配體積量；

c)該測試泵控制器對一組額外之所要施配體積量中之每一者重複步驟a至步驟b；

d)該測試泵控制器對一組額外測試流體中之每一者重複步驟a至步驟c，其中每一測試流體具有一不同之該流

體特性之值；

e)該測試泵控制器基於該等平均實際施配體積量及該等相應之所要施配體積量來確定誤差體積與該流體特性之間的一關係。

7. 如請求項4之方法，其中該測試施配系統經組態以近似於一半導體製造晶圓塗佈系統。

8. 如請求項4之方法，其中該測試施配系統中之該一或多個測試泵管包含：

一第一長度之管道，其連接於一多級泵之一出口埠與一出口閥之間；及

一第二長度之管道，其連接於該出口閥與一噴嘴之間。

9. 如請求項4之方法，其中該關聯係使用一測試泵而產生且該關聯被傳播至一組泵以用於後續使用，其中該組泵包含該施配泵。

10. 如請求項1之方法，其中該流體特性為黏度。

11. 一種多級泵，其包含：

一泵體，其界定一施配腔室；

一隔膜，其安置於該施配腔室中；

一活塞，其在該施配腔室中往復運動以移動該隔膜，其中該隔膜係一滾動隔膜；

一馬達，其耦接至該活塞以使該活塞往復運動；

一控制器，其耦接至該馬達，該控制器包括一儲存一流體特性與一誤差體積之間的一關聯之記憶體，該控制

器可操作以：

基於一施配配方確定一施配體積量；

基於該施配配方確定一流體特性之一值；

存取該記憶體以基於該關聯、基於該流體特性之該值來確定一誤差體積量；及

藉由該控制器控制該施配馬達將該活塞移動至一與排出至少該誤差體積量及該施配體積量關聯聯的位置。

12. 如請求項11之多級泵，其中該控制器進一步可操作以控制該施配馬達在該配方所指示之一時段內將該活塞移動至該位置以施配該施配體積量。

13. 如請求項11之多級泵，其中該控制器進一步可操作以藉由該控制器控制該施配馬達將該活塞移動至與排出至少該施配體積量、該誤差體積量及一額外之使用者規定誤差體積量相關聯的另一位置。

14. 如請求項11之多級泵，其中該流體特性為黏度。

15. 一種用於在由一泵執行之一施配操作中對系統柔度進行補償之方法，其包含：

藉由一安裝於一測試施配系統中之測試泵，其包含至少一測試泵控制器、該測試泵、及一或多個在測試泵下游之測試泵管：

該測試泵控制器藉由一組具有一流體特性之各種值之測試流體以相應之所要施配體積量來執行一組測試施配，其中該測試泵控制器係可操作該該測試泵之控制操作；

該測試泵控制器相對於該等所要施配體積量來分析該等測試施配之一組實際施配體積量以確定該流體特性與該誤差體積之間的一關聯，其中該關聯係考量該施配系統中之柔度，其中該柔度包含該施配泵之柔度及該一或多個管之柔度；

藉由一安裝於一半導體製造設備中一施配系統中之泵，其中施配系統包含一泵控制器、該泵及一或多個在該泵下游之管；

該泵控制器基於一施配配方來確定一所要製造製程施配體積量以用於施配一處理流體，其中該泵控制器可操作該泵之控制操作；

該泵控制器基於該施配配方確定一處理流體之一流體特性值；

該泵控制器根據該流體特性與該誤差體積之間的該關聯、基於該處理流體之該流體特性值來確定一誤差體積量；及

該泵控制器控制一施配馬達將一活塞移動至一位置以考量根據該配方所確定之該所要製造製程施配體積量及該誤差體積量，從而自一噴嘴將該施配體積量之流體施配至一晶圓。

16. 如請求項15之方法，其中該泵控制器控制該施配馬達進一步包含該泵控制器控制該施配馬達在該配方所規定之一時間內將該活塞移動至該位置以施配該施配體積量。

17. 如請求項15之方法，其進一步包含該泵控制器接收一使

用者規定誤差體積，其中該位置進一步考量該使用者規定誤差體積，且其中該泵控制器控制該施配馬達進一步包含該泵控制器控制該施配馬達在該配方所規定之一時間內將該活塞移動至該位置以施配該施配體積量。

18. 如請求項15之方法，其中執行一組測試施配及分析一組實際施配體積量進一步包含：

a)該泵控制器藉由一選自該組測試流體中之所選測試流體以一相應之所要施配體積量來執行測試施配；

b)該泵控制器確定一平均實際施配體積量；

c)該泵控制器對一組額外之所要施配體積量中之每一者重複步驟a至步驟b；

d)該泵控制器自該組測試流體中選擇一新的測試流體作為該所選測試流體來重複步驟a至步驟c，其中每一測試流體具有一不同之該流體特性之值；

e)該泵控制器基於該等平均實際施配體積量及該等相應之所要施配體積量來確定誤差體積與該流體特性之間的一關係。

19. 如請求項15之方法，其中該測試施配系統經組態以近似於一半導體製造晶圓塗佈系統，其中該測試施配系統包含：

一第一長度之管道，其連接於該測試泵之一出口埠與一出口閥之間；及

一第二長度之管道，其連接於該出口閥與一測試噴嘴之間。

20. 如請求項15之方法，其進一步包含將使用該測試泵所產生之該關聯傳播至一組泵以用於後續使用，其中該組該泵包含該施配泵，其中該測試系統係經組態成模擬該施配系統。

21. 如請求項15之方法，其中該流體特性為黏度。

十一、圖式：

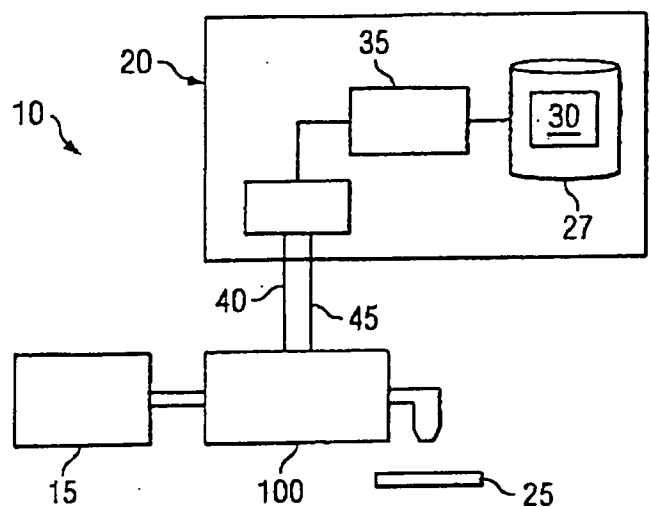


圖1

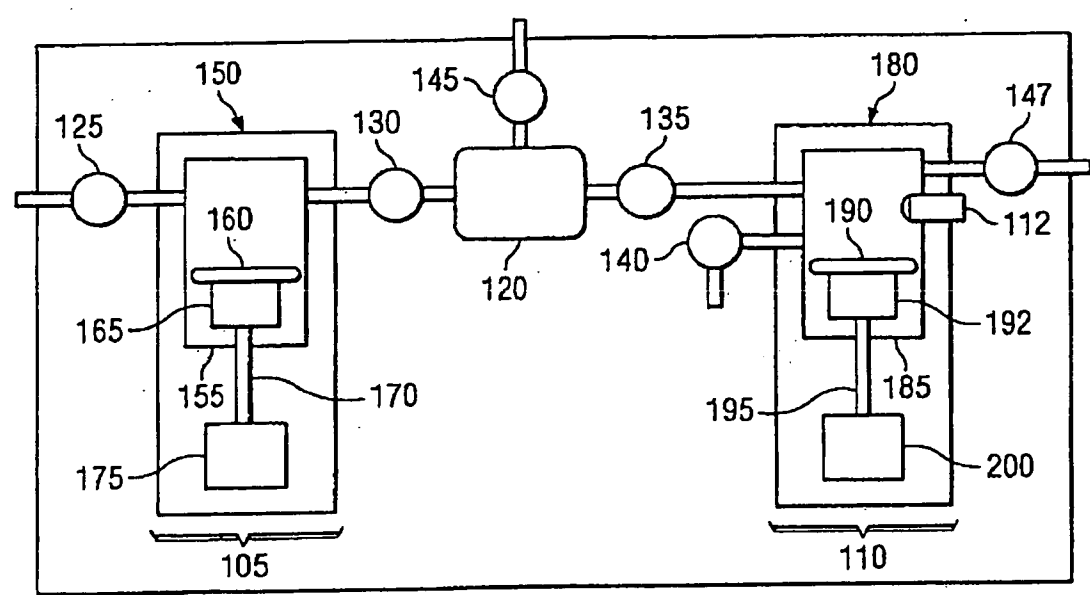


圖2

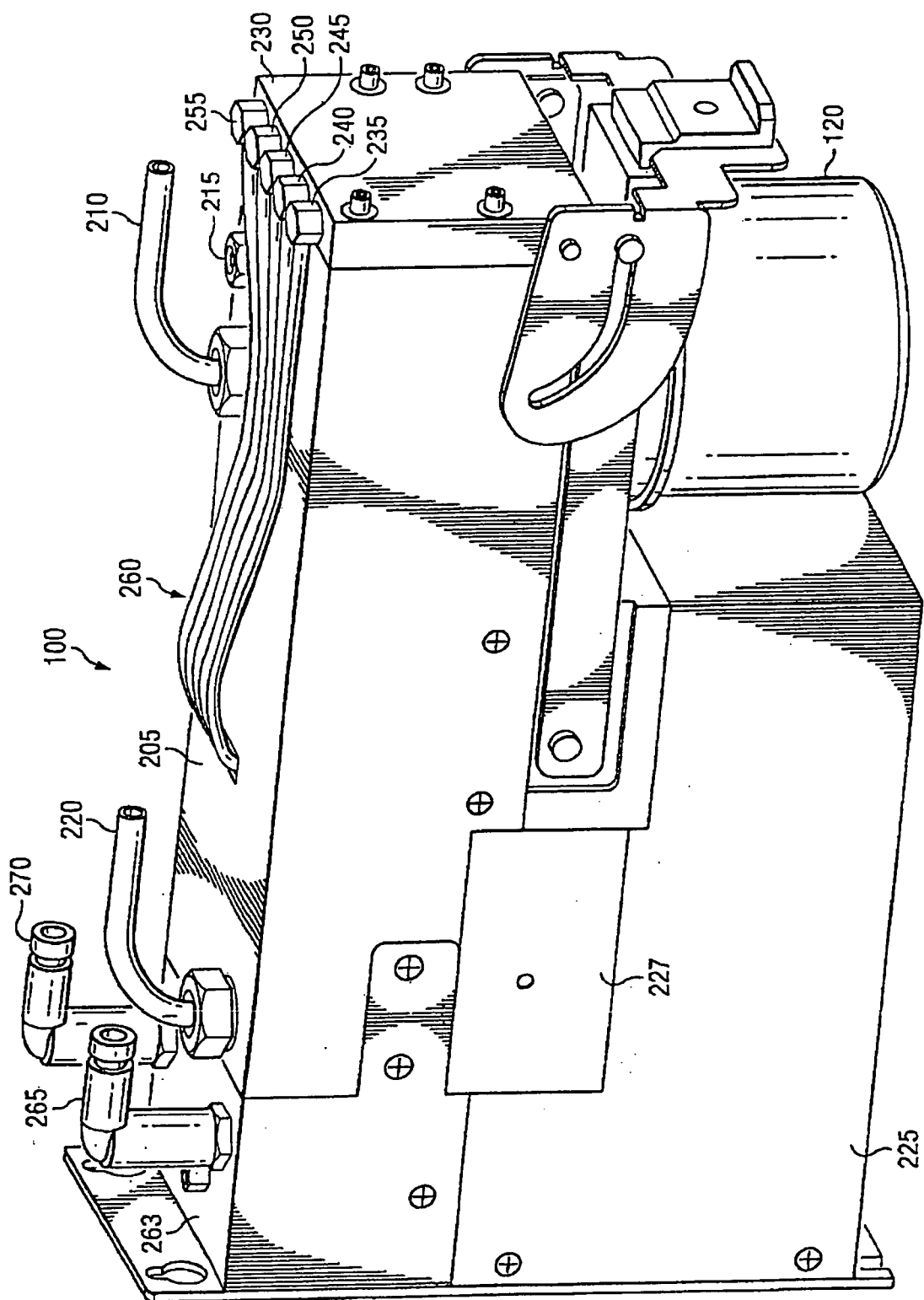


圖3A

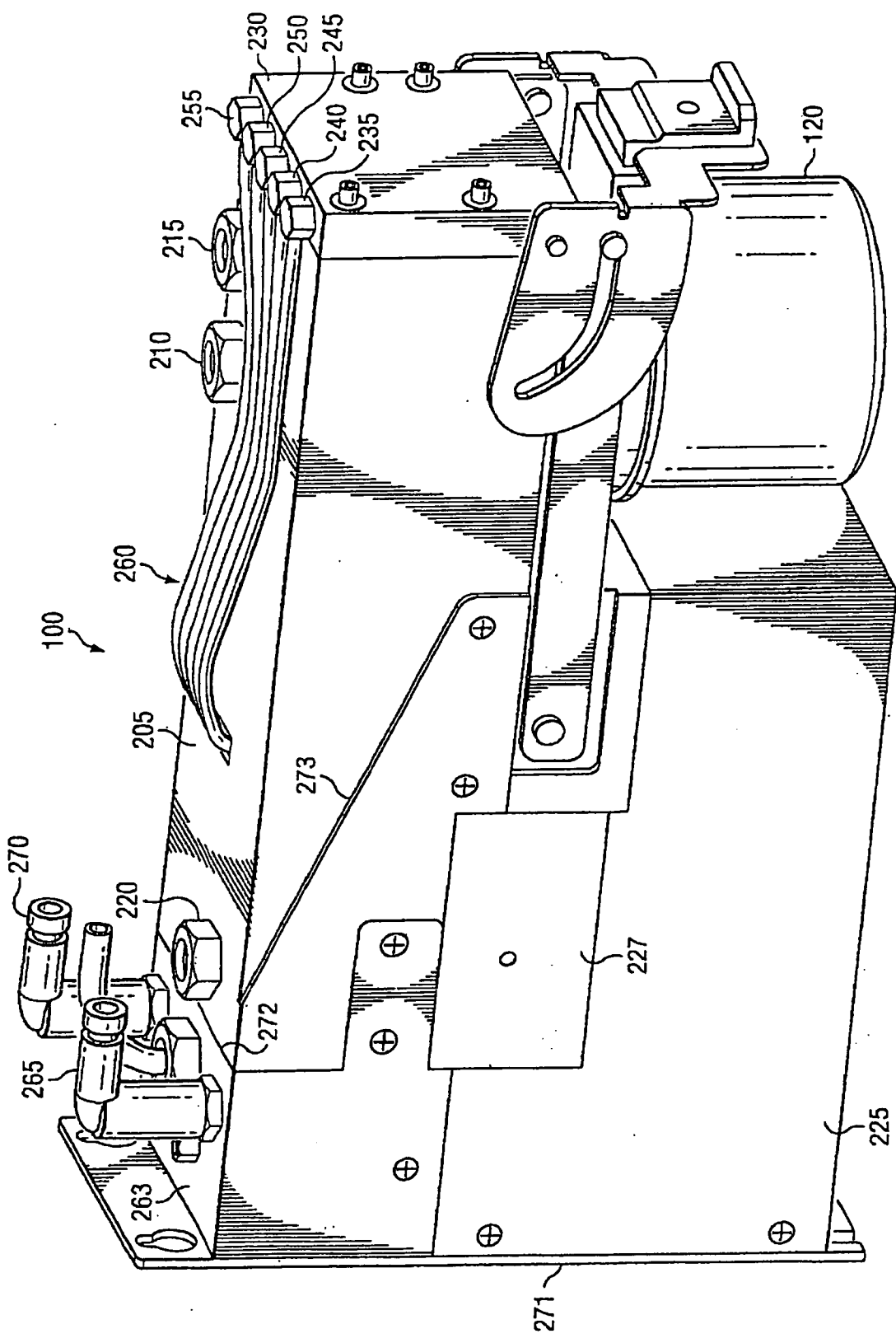
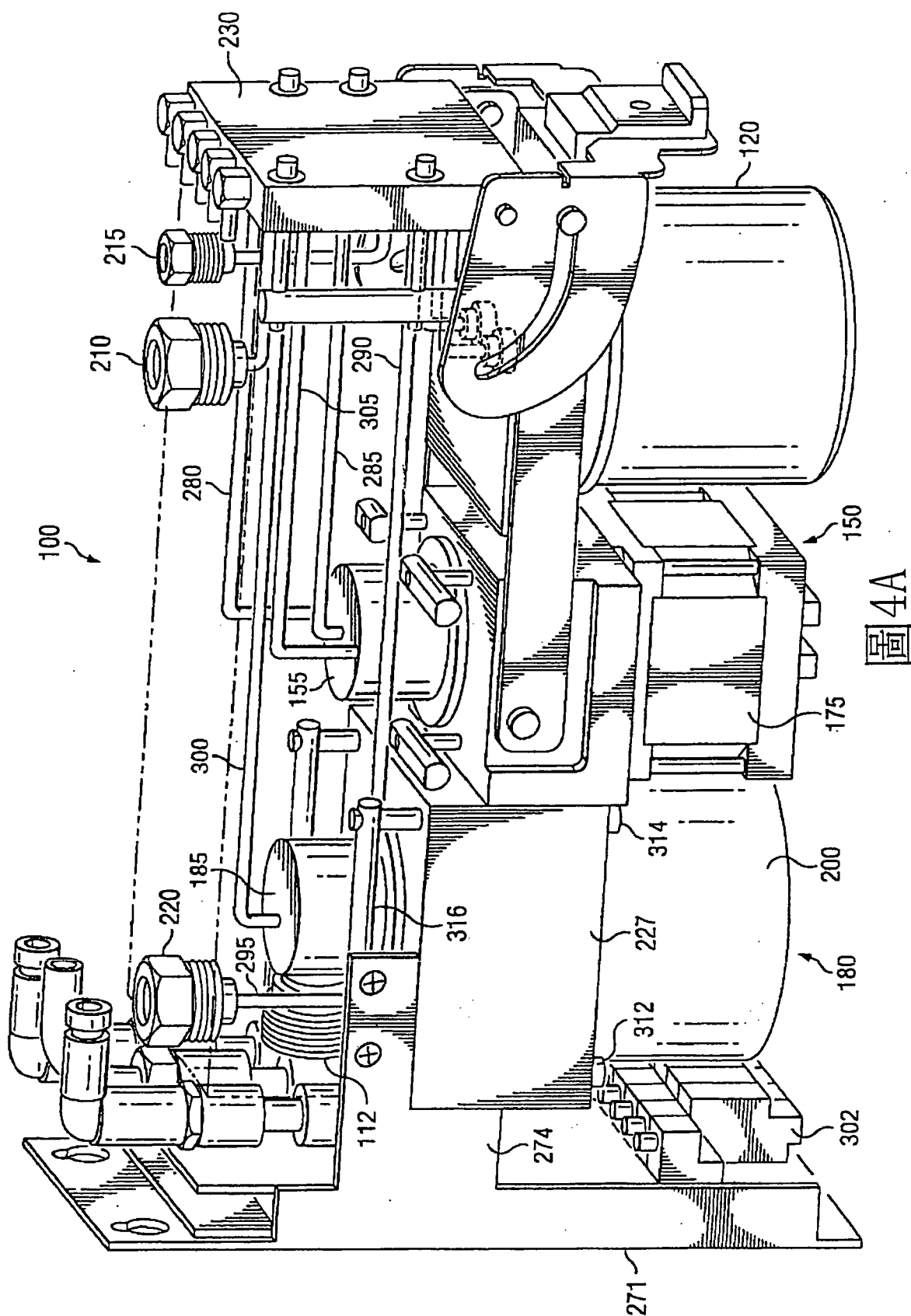


圖3B



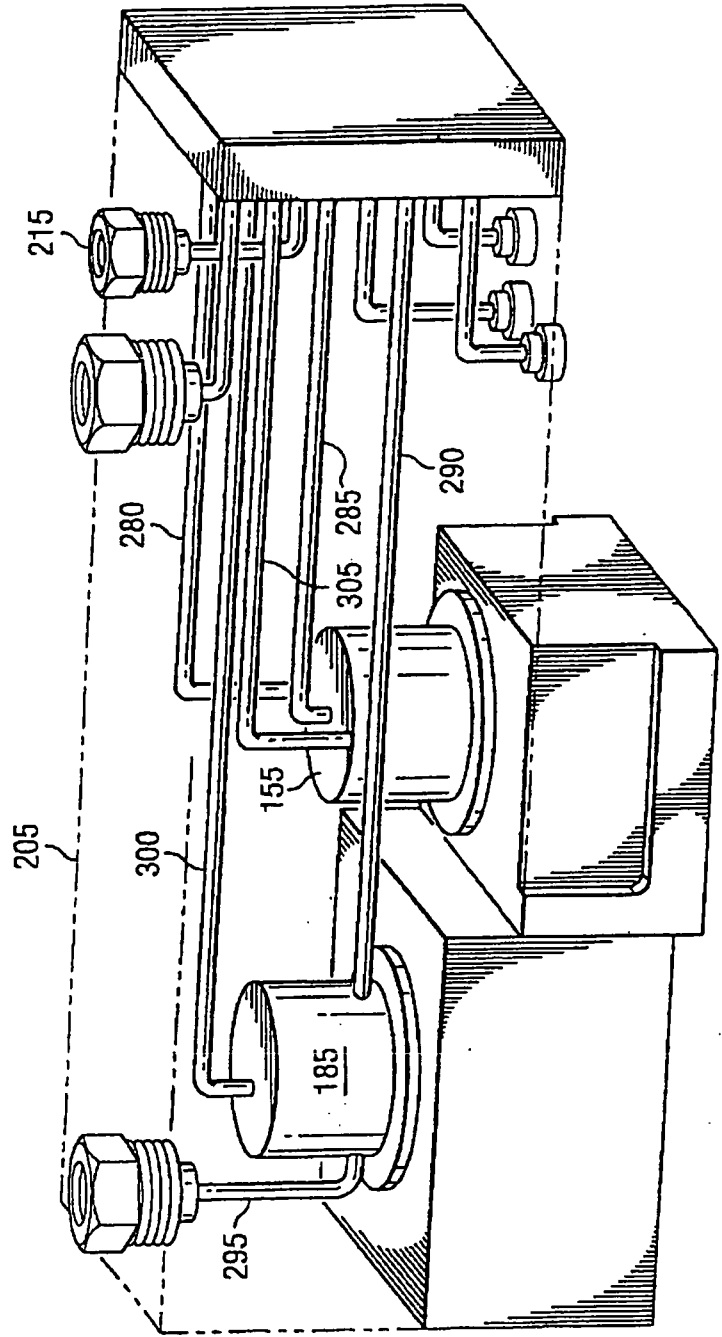


圖4B

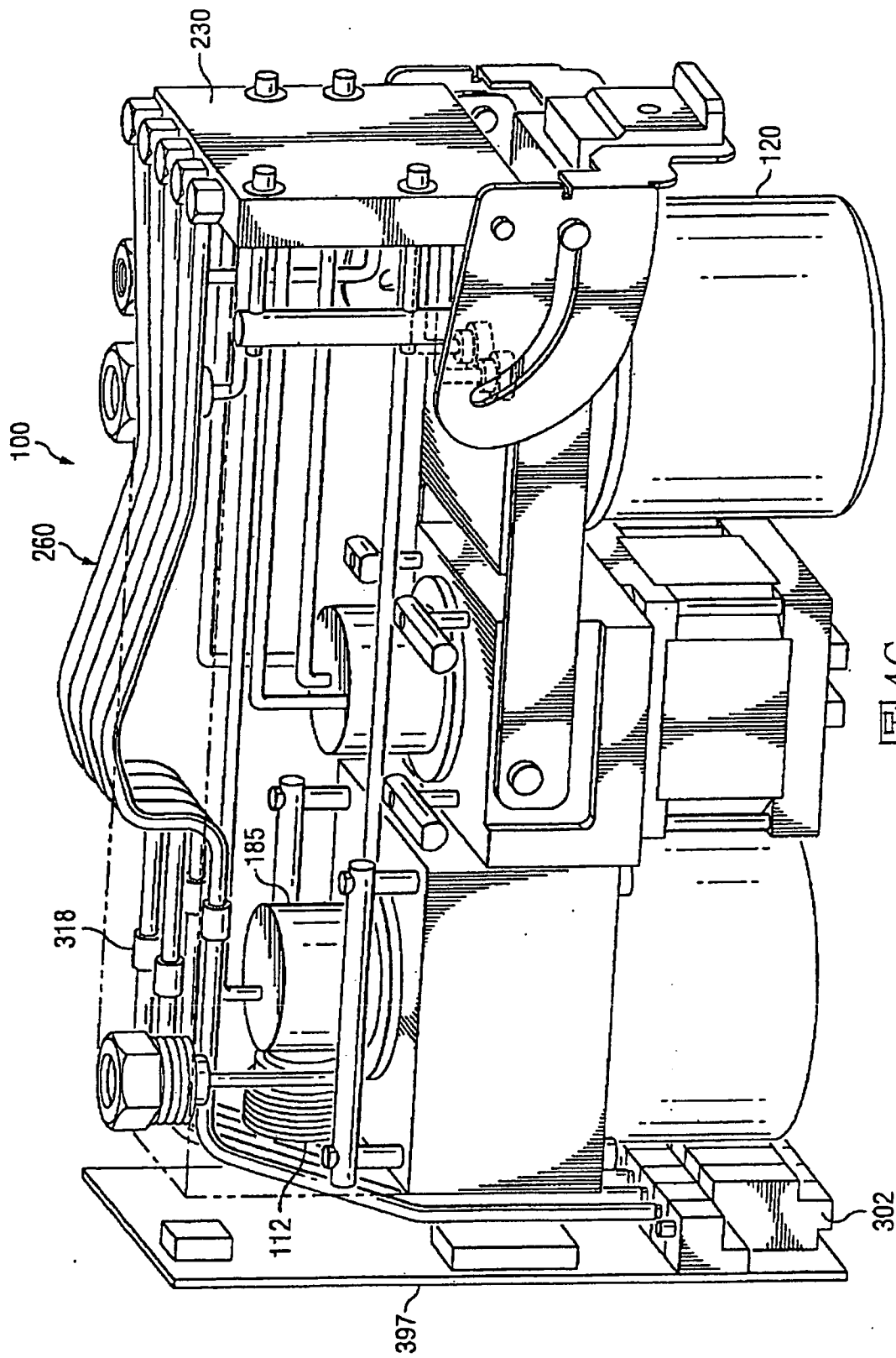


圖4C

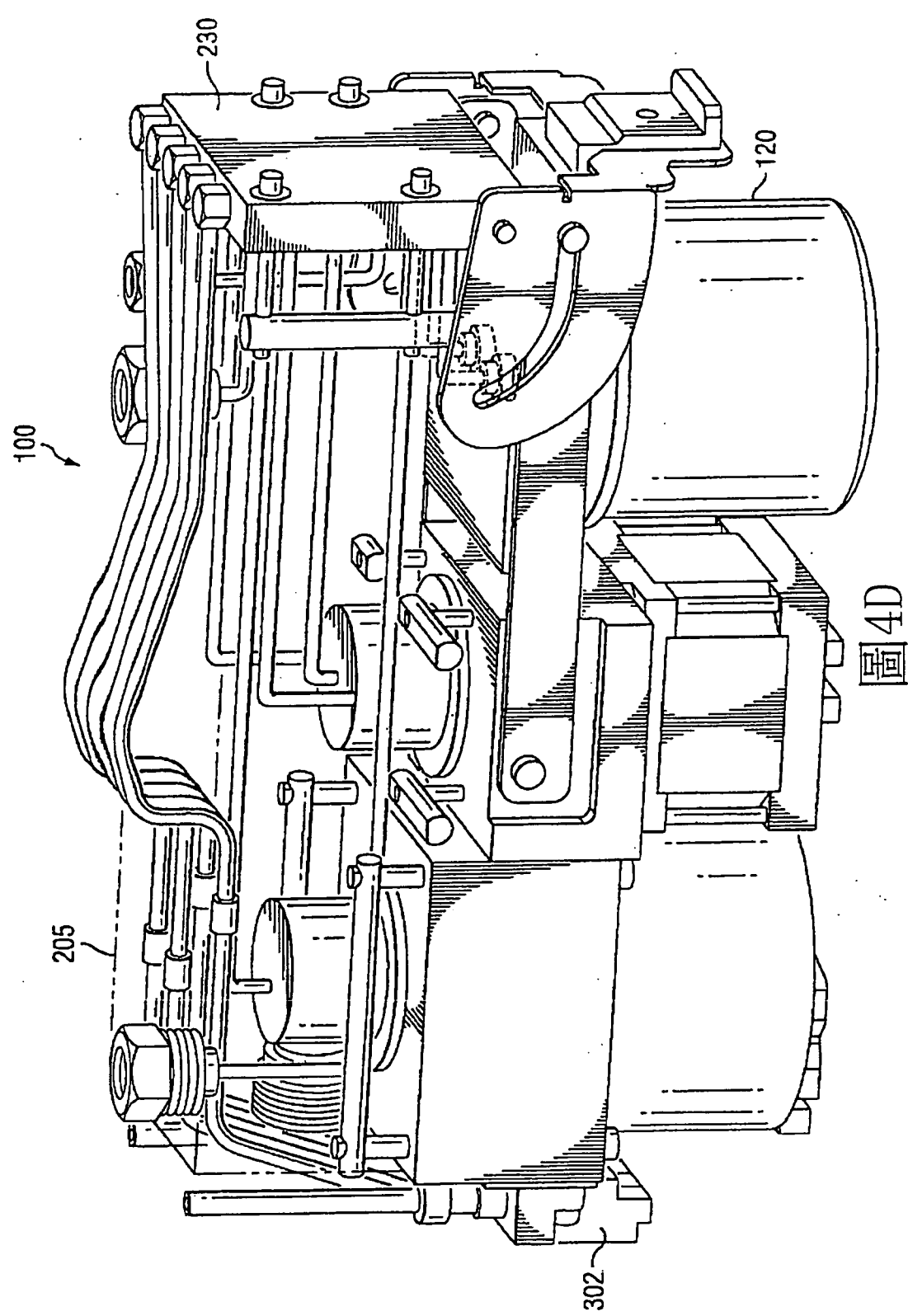


圖 4D

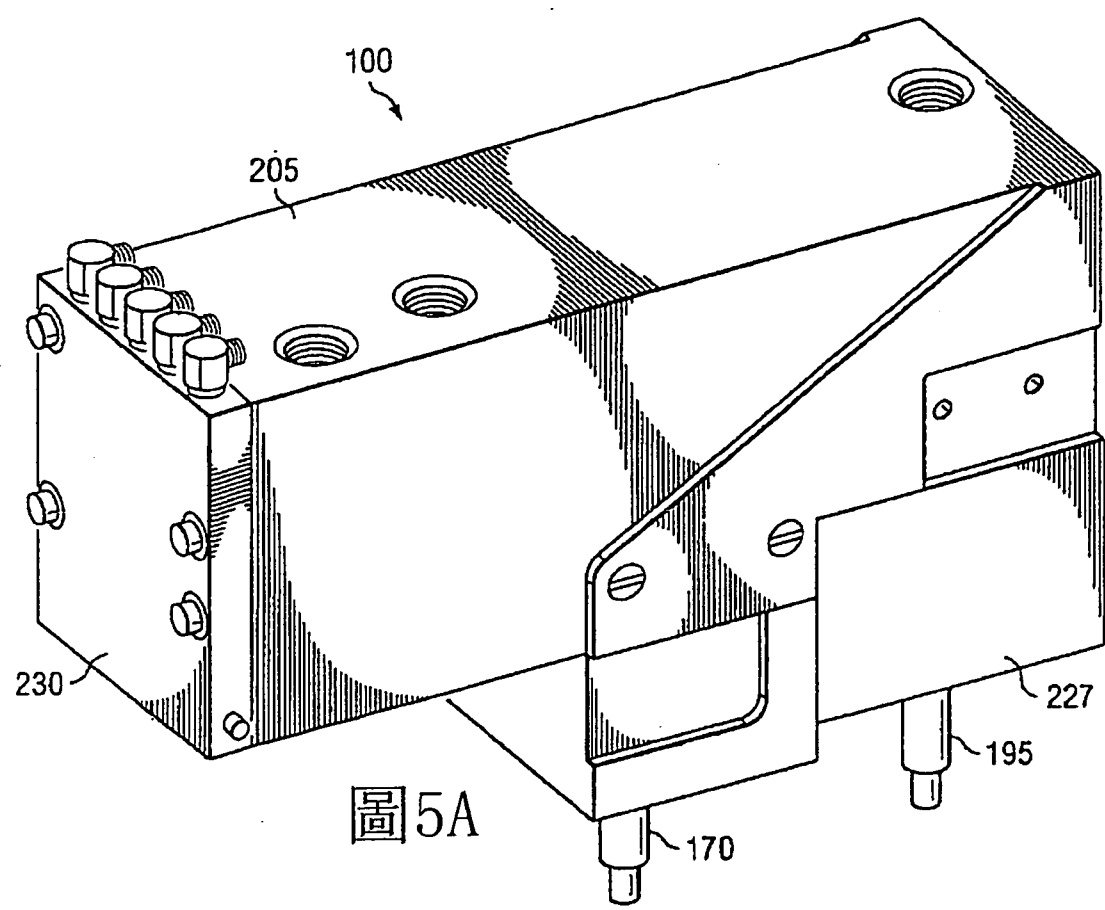


圖 5A

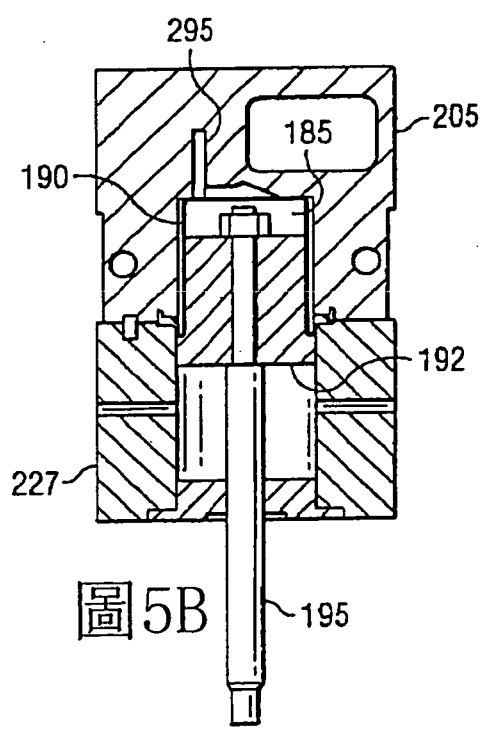


圖 5B

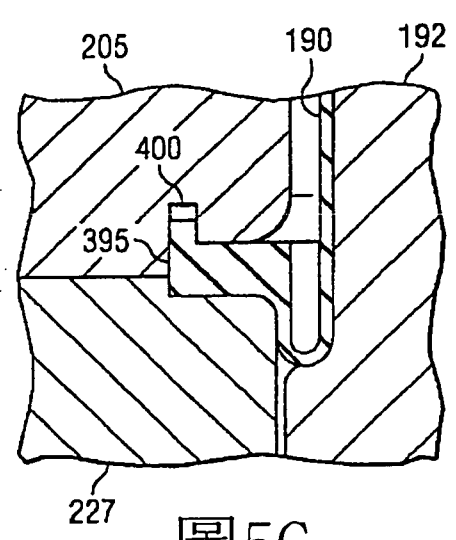


圖 5C

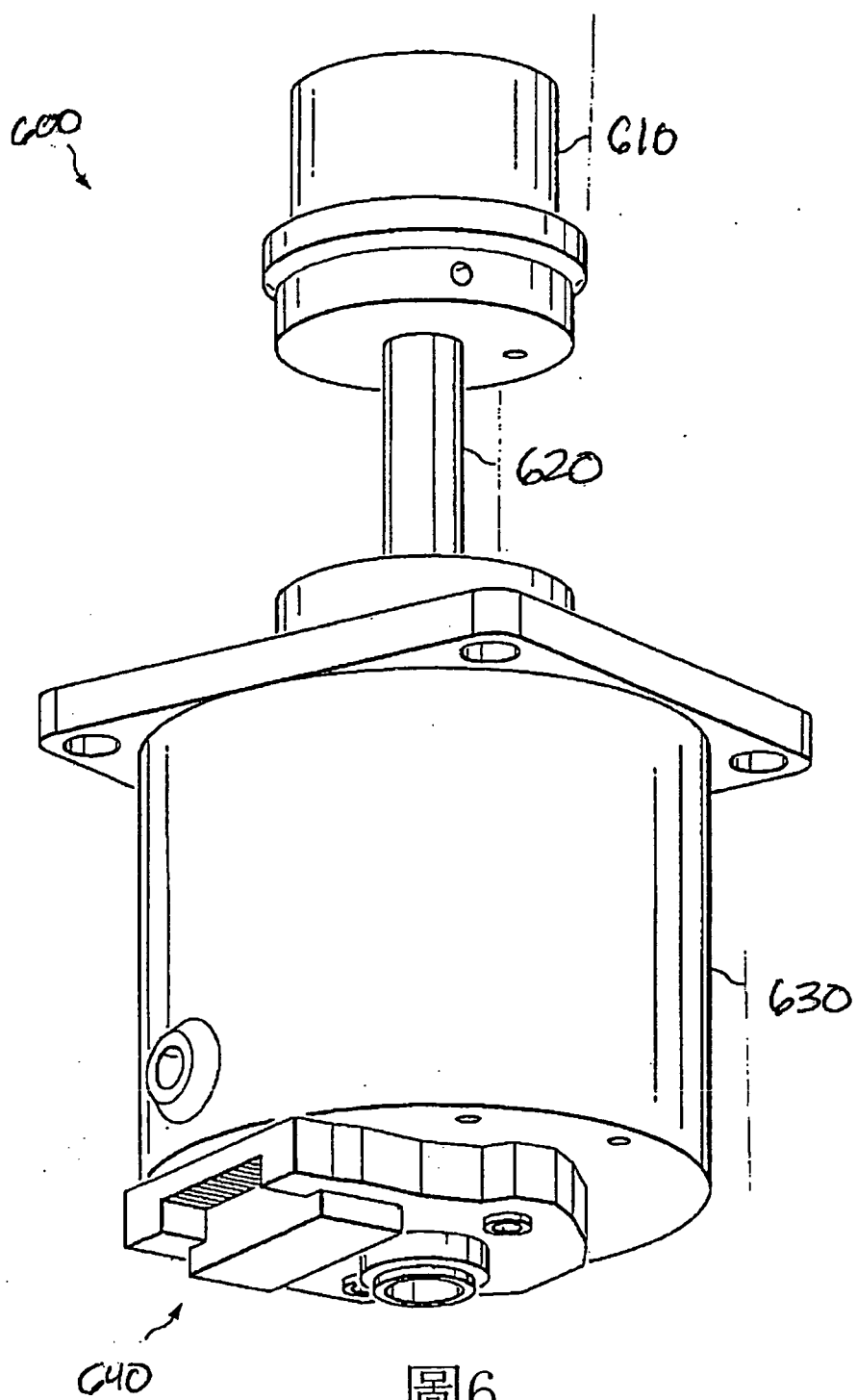


圖6

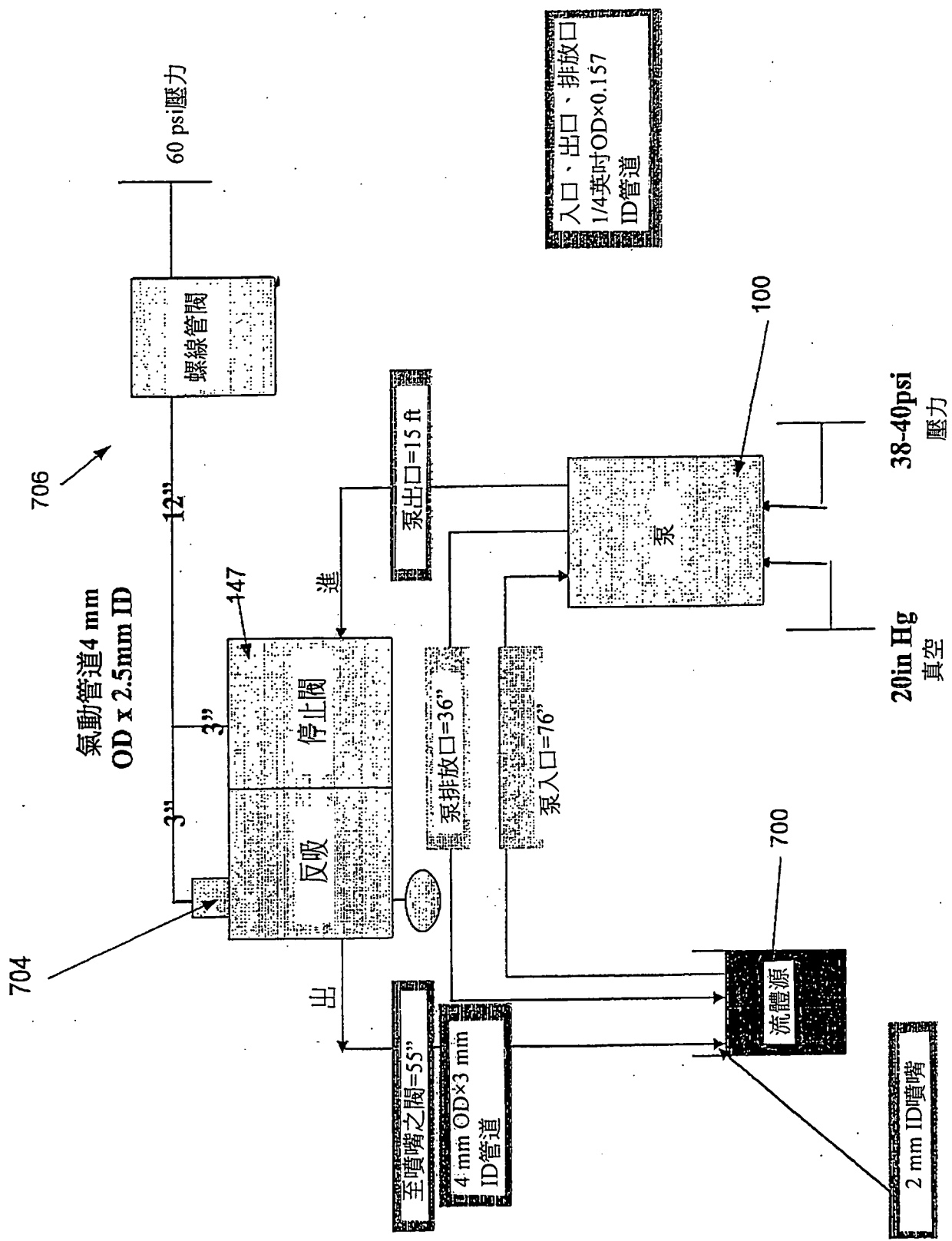


圖 7

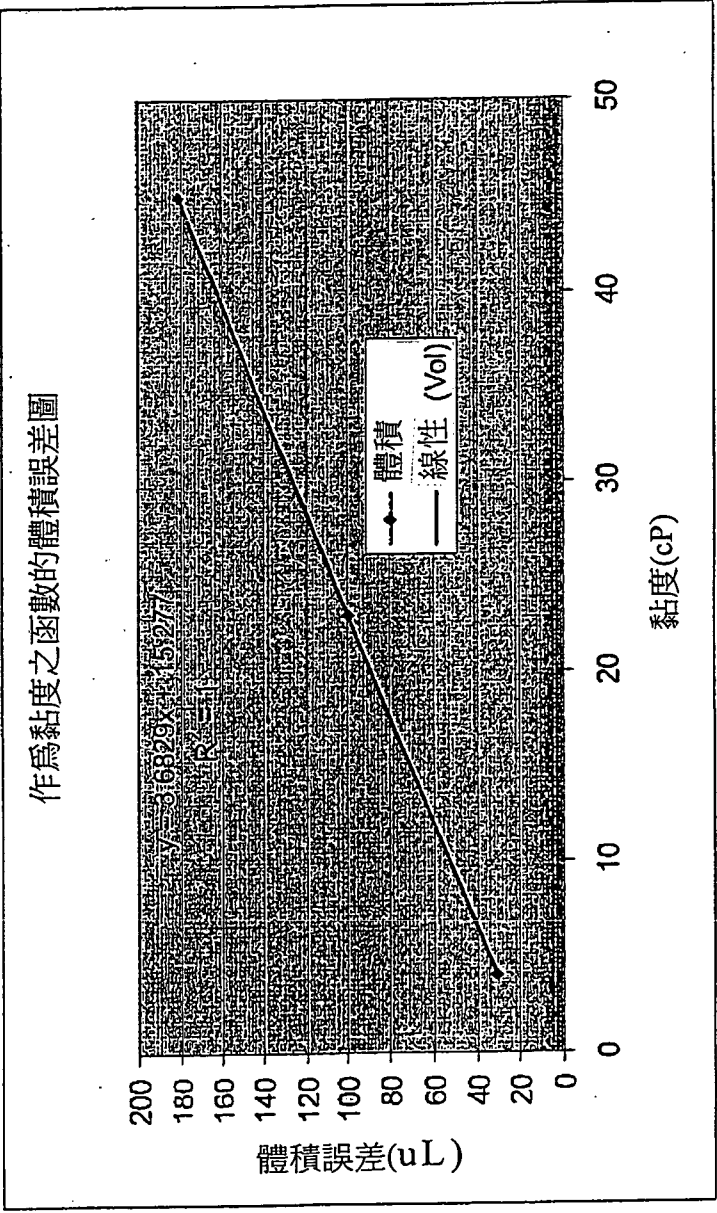


圖 8

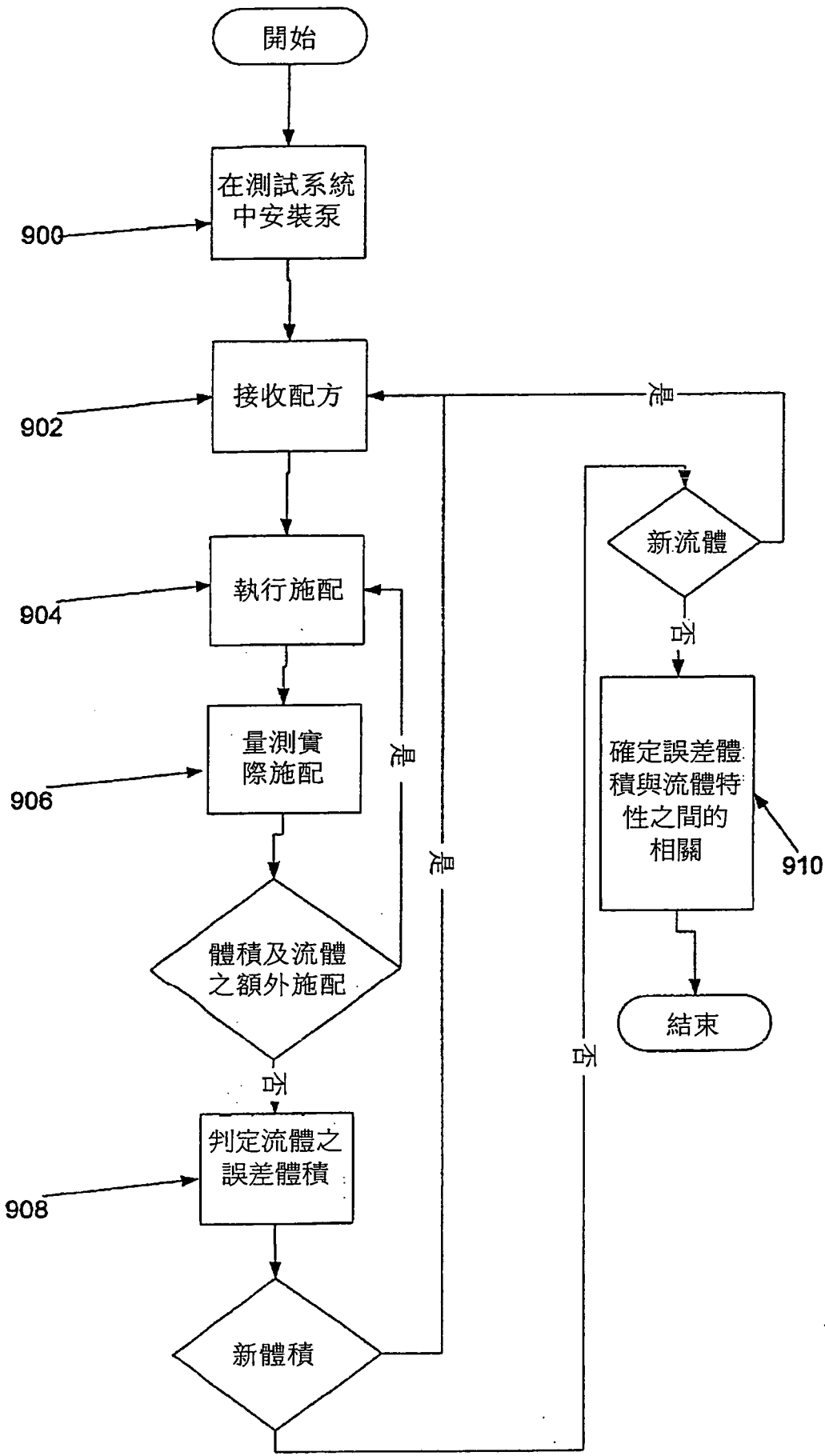


圖9

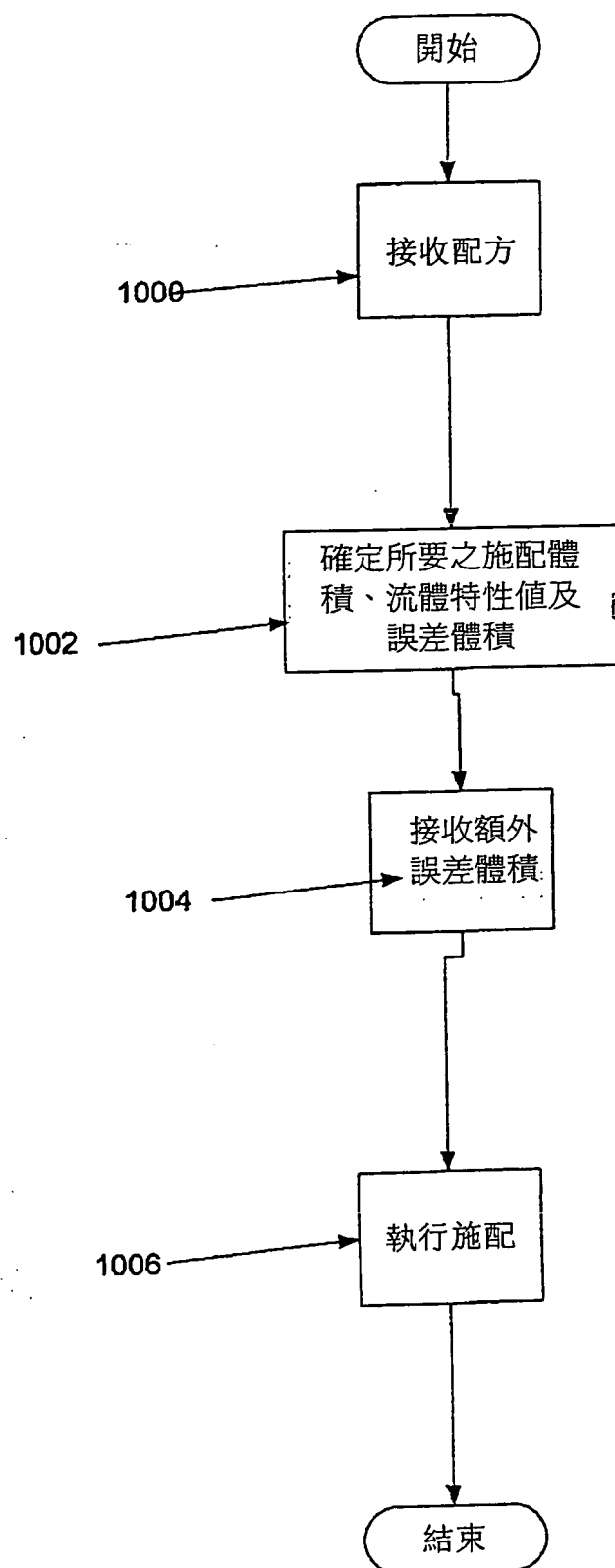


圖10

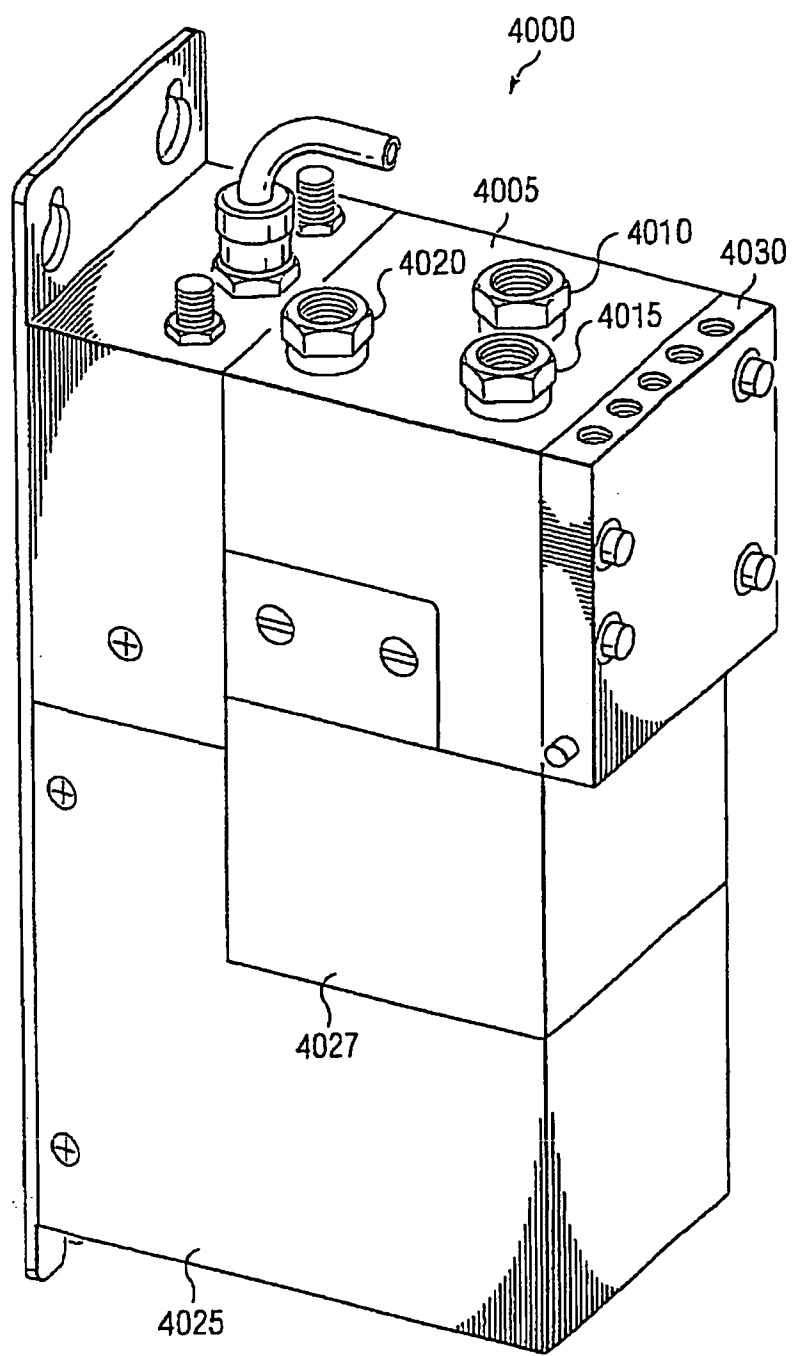


圖11