

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：95142916

※ 申請日期：95.11.21

※IPC 分類：G05F

F04B 25/00

一、發明名稱：(中文/英文)

用於具有減低形狀因數之幫浦之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR A PUMP WITH REDUCED FORM
FACTOR

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 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 詹姆士 賽隆

CEDRONE, JAMES

2. 喬治 康乃拉

GONNELLA, GEORGE

3. 伊拉 賈西蓋

GASHGAEE, IRAJ

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.

2. 美國 U.S.A.

3. 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. 專利合作條約；2005年11月21日；PCT/US2005/042127

2. 美國；2005年12月05日；60/742,435

☐ 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：

本發明之實施例提供具有用以減低形狀因數及增加可靠性及可服務性的特徵之幫浦。另外，本發明之實施例提供用於平緩流體處理特性之特徵。本發明之實施例可包括一具有一馬達從動饋入級幫浦及一馬達從動施配級幫浦之幫浦。饋入級馬達及施配級馬達可包括各種類型的馬達，且該等幫浦可為滾動隔膜幫浦或其他幫浦。根據一實施例，一界定幫浦腔室及各流道的施配區塊可由一單件材料形成。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (4B) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	多級幫浦
120	過濾器
205	施配區塊
210	入口
215	排放出口
220	施配出口/排放口
225	幫浦蓋/外殼蓋
227	活塞外殼
230	閥板/閥外殼
235	入口
240	入口
245	入口
250	入口
255	入口
260	閥控制供應線
263	頂蓋
265	閥控制氣體供應入口
270	真空入口
271	背板
272	凸緣/唇緣
273	傾斜特徵

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】

本發明大體係關於流體幫浦。更明確地說，本發明之實施例係關於多級幫浦。更明確地說，本發明之實施例係關於一種具有減低形狀因數之多級幫浦。

【先前技術】

存在對流體由幫浦裝置施配的量及/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，控制將諸如光阻化學品之光化學品塗覆至半導體晶圓之數量及速率係重要的。在處理期間塗覆至半導體晶圓之塗層通常需要以埃為單位量測的晶圓之表面上的平坦度。將處理化學品塗覆至晶圓的速率必須經控制以便確保均勻地塗覆處理液體。

用於半導體工業中之許多光化學品現今極昂貴，通常花費多達每公升\$1000。因此，較佳確保使用最小但充足量之化學品且確保化學品未受到幫浦裝置之損害。當前的多級幫浦可引起液體中之尖銳的壓力尖峰。此壓力尖峰及隨後的壓降可能損害流體(亦即，可能不利地改變流體之物理特性)。另外，壓力尖峰可導致積聚流體壓力，其可引起施配幫浦施配比所欲流體多的流體或者以具有不利動力學之方式來施配流體。

依賴於饋入及施配腔室中之平坦隔膜來移動之光阻施配幫浦之一些先前幫浦設計在處理流體上施加壓力。液壓流體通常用以確定該隔膜之一側上的壓力以引起該隔膜移

動，藉此排出該處理流體。氣動活塞或步進馬達從動活塞可使液壓流體處於壓力下。為了得到施配幫浦所需的排量容積，隔膜必須具有相對較大的表面積且因此具有相對較大的直徑。此外，在先前幫浦中，界定幫浦之各部分的各板由經夾緊或擰緊於一起之外部金屬板固持於一起。各板間之間的空間增加了流體洩漏之可能性。另外，在整個幫浦中分配閥，其使替代及修理較困難。

【發明內容】

本發明之實施例提供一種具有減低形狀因數、更平緩的流體處理能力及減低流體使用及增加可靠性的各種特徵之多級幫浦。本發明之一實施例包括一種多級幫浦，該多級幫浦包含一幫浦入口流徑、一幫浦出口流徑、一與該幫浦入口流徑流體連通之饋入幫浦、一與該饋入幫浦及該幫浦出口流徑流體連通之施配幫浦，及一組選擇性地允許流體流過該多級幫浦之閥。該饋入幫浦可包含一可在饋入腔室中移動之饋入級隔膜、一移動該饋入級隔膜之饋入活塞及耦接至該饋入活塞以使該饋入活塞往復運動之一饋入馬達。該施配幫浦可包含一可在施配腔室中移動之施配滾動隔膜、一移動該施配隔膜之施配活塞及一耦接至該施配活塞以使該施配活塞往復運動之施配馬達。根據本發明之各種實施例，該饋入級隔膜亦可為滾動隔膜。另外，饋入馬達及施配馬達每一者可為步進馬達或無刷DC馬達，或者，舉例而言，該饋入馬達可為步進馬達且該施配馬達可為無刷DC馬達。根據一實施例之多級幫浦可包括一單件

施配區塊，其至少部分界定該多級幫浦中之施配腔室、饋入腔室及各個流徑。

本發明之另一實施例包括一種多級幫浦，該多級幫浦包含一幫浦入口流徑、一幫浦出口流徑、一單件施配區塊，該單件施配區塊界定與該幫浦出口流徑流體連通之施配腔室之至少一部分及與該幫浦入口流徑流體連通之饋入腔室之至少一部分。該幫浦可進一步包含：一過濾器，其與該饋入腔室及該施配腔室流體連通；一饋入級隔膜，其可在該饋入腔室中移動；一饋入活塞，其移動該饋入級隔膜；一饋入馬達，其耦接至該饋入活塞以使該饋入活塞往復運動；一施配隔膜，其可在該施配腔室中移動；一施配活塞，其移動該施配隔膜；及一施配馬達，其耦接至該施配活塞以使該施配活塞往復運動。

該施配區塊可進一步界定幫浦入口流徑之第一及第二部分、饋入級出口流徑之第一及第二部分、施配級入口流徑之第一及第二部分、一排放流徑之第一及第二部分、一淨化流徑之第一及第二部分及幫浦出口流徑之至少一部分。根據一實施例，該等流徑可組態為如下：該幫浦入口流徑之第一部分自一入口通向一入口閥且該幫浦入口流徑之第二部分自該入口閥通向饋入腔室；該饋入級出口流徑之第一部分自該饋入腔室通向一隔離閥且該饋入級出口流徑之第二部分通向該過濾器；該施配級入口流徑之第一部分自該過濾器通向一阻障閥且該施配級入口流徑之第二部分自該阻障閥通向該施配腔室；該排放流徑之第一部分自該過

濾器通向一排放閥且該排放流徑之第二部分自該排放閥通向排放出口；該淨化流徑之第一部分自該施配腔室通向一淨化閥且該淨化流徑之第二部分自該淨化閥通向該饋入腔室。

本發明之又一實施例包括一種多級幫浦方法，其包含：形成一具有單件材料之施配區塊，該施配區塊至少部分界定一饋入腔室、一施配腔室、一幫浦入口流徑及一幫浦出口流徑；在該施配區塊與一施配幫浦活塞外殼之間安裝一施配滾動隔膜；在該施配區塊與一饋入幫浦活塞外殼之間安裝一饋入級滾動隔膜；經由一饋入幫浦導螺桿將一饋入幫浦活塞耦接至一饋入幫浦馬達；經由一施配幫浦導螺桿將一施配幫浦活塞耦接至一施配幫浦馬達；將該饋入馬達耦接至該饋入幫浦活塞外殼；將該施配馬達耦接至該施配幫浦活塞外殼；及將一過濾器耦接至該施配區塊，使得該過濾器與該施配腔室及該饋入腔室流體連通。

本發明之又一實施例包括一種幫浦，該幫浦包含一幫浦入口流徑；一幫浦出口流徑；一單件施配區塊，該單件施配區塊界定與該幫浦出口流徑及該幫浦入口流徑流體連通之一幫浦腔室之至少一部分；一隔膜，其可在饋入腔室中移動；一活塞，其移動該隔膜；及一馬達，其耦接至該活塞以使該活塞往復運動。

本發明之各種實施例可包括使幫浦防滴之特徵(諸如，在PTFE與金屬零件之間的相交處之偏移)、引導滴液遠離電子器件及各密封件之特徵。另外，本發明之實施例可包

括減低對幫浦中之流體的熱之影響之特徵。舉例而言，產生熱之電子組件(諸如，螺線管或微晶片)可經定位以空間限制所允許的程度遠離施配區塊。

本發明之實施例提供一種多級幫浦，其具有一小形狀因數(例如，大致為先前多級幫浦之大小的1/2)，具有更平緩的流體處理性能及更廣範圍的操作。根據本發明之實施例的多級幫浦比先前多級幫浦具有少35%的零件，其導致成本及複雜性的降低，且不需要顯著的(若存在)液壓。根據本發明之實施例的多級幫浦易於在該領域中加以維護、使用用於施配操作之較少的處理化學品、減少敏感化學之除氣及提供更精確的控制。其他優勢包括增加的電阻節省、增加的正常工作時間、較高的良率及較低的維護成本。另外，根據本發明之實施例的多級幫浦提供顯著的空間節省，其允許更多的幫浦裝備於與先前幫浦相同量的空間中。

當結合下列描述及附圖考慮時，將更佳地瞭解及理解本發明之此等及其他態樣。下列描述儘管指示了本發明之各種實施例及其眾多具體細節，但給出其係為了說明而非限制。在本發明之範疇內可進行許多取代、修改、添加或重配置，且本發明包括所有此等取代、修改、添加或重配置。

【實施方式】

本發明之較佳實施例說明於圖式中，同樣的數字用以指代各圖式之同樣及對應之零件。按提供尺寸之程度，其係

為了特定實施例之實例而提供而非為了限制而提供。實施例可實施於多種組態中。

本發明之實施例係關於一種幫浦系統，其使用一具有減低形狀因數之多級幫浦精確地施配流體。本發明之實施例可用於在半導體製造中施配光阻及其他感光化學品。

圖1為一幫浦系統10的圖示。幫浦系統10可包括一流體源15、一幫浦控制器20及一多級幫浦100，其一起工作以將流體施配至晶圓25上。多級幫浦100之操作可由幫浦控制器20控制，幫浦控制器20可在多級幫浦100上或經由一或多個用於傳達控制信號、資料或其他資訊之通信鏈路連接至多級幫浦100。另外，幫浦控制器20之功能性可分佈於自載控制器與另一控制器之間。幫浦控制器20可包括電腦可讀媒體27(例如，RAM、ROM、快閃記憶體、光碟、磁力驅動或其他電腦可讀媒體)，其含有一組用於控制多級幫浦100之操作的控制指令30。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 TMS320F2812PGFA 16位元DSP(Texas Instruments為基地在德州達拉斯(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與多級幫浦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實施為一自載PCB板、遠程控制器或以其他合適方式加以實施。幫浦控制器

20 可包括至控制器之適當介面(例如，網路介面、I/O 介面、類比數位轉換器及其他組件)以與多級幫浦 100 通信。另外，幫浦控制器 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、顯示器裝置、周邊裝置或其他為了簡潔明瞭而未圖示之電腦組件。幫浦控制器 20 可控制多級幫浦中之各閥及馬達以使得多級幫浦精確地施配流體，包括低黏度流體(亦即，小於 100 厘泊)或其他流體。如 Cedrone 等人 2005 年 12 月 2 日申請之標題為 "I/O INTERFACE SYSTEM AND METHOD FOR A PUMP" 之美國臨時專利申請案第 60/741,657 號 (其以引用的方式全部併入本文中) 中描述之一 I/O 介面連接器可用以將幫浦控制器 20 連接至多種介面及製造工具。

圖 2 為多級幫浦 100 的圖示。多級幫浦 100 包括一饋入級部分 105 及一獨立的施配級部分 110。自流體流動的觀點來看，位於饋入級部分 105 與施配級部分 110 之間的為過濾器 120，其過濾來自處理流體之雜質。許多閥可控制流體流過多級幫浦 100，該等閥包括(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。施配級部分 110 可進一步包括一壓力感應器 112，其判定流體在施配級 110 處之壓力。由壓力感應器 112 判定的壓力可用以控制各種幫浦之速度，如下文所述。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，包括由德國 Korb 的 Metallux AG 製造之壓阻式及電容式壓力感應器。根據一實施例，壓力感應器 112 之接觸處理流體的面

為全氟聚合物。幫浦 100 可包括額外的壓力感應器，諸如，讀取在饋入腔室 155 中之壓力的壓力感應器。

饋入級 105 及施配級 110 可包括滾動隔膜幫浦以抽汲多級幫浦 100 中之流體。舉例而言，饋入級幫浦 150 ("饋入幫浦 150") 包括一用以收集流體之饋入腔室 155、一在饋入腔室 155 中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、齒輪或用於將來自馬達之能量傳至導螺桿 170 之其他機構耦接至步進馬達 175。根據一實施例，饋入馬達 170 使一螺帽旋轉，該螺帽又使導螺桿 170 旋轉，從而引起活塞 165 致動。施配級幫浦 180 ("施配幫浦 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) 而驅動導螺桿 195。

根據其他實施例，饋入級 105 及施配級 110 可為多種其他幫浦，包括氣動或液壓致動的幫浦、液壓幫浦或其他幫浦。使用用於饋入級之氣動致動幫浦及步進馬達從動液壓幫浦之多級幫浦的一實例描述於發明者 Zagars 等人 2005 年 2 月 4 日申請之標題為 "PUMP CONTROLLER FOR PRECISION PUMPING APPARATUS" 之美國專利申請案第 11/051,576 號中，其以引用的方式併入本文中。然而，在兩級處之馬達之使用提供一優勢，其在於消除了液壓管路、控制系統及流體，藉此減低了空間及潛在的洩漏。

饋入馬達175及施配馬達200可為任何合適的馬達。根據一實施例，施配馬達200為永磁同步馬達("PMSM")。該PMSM可由在馬達200處利用場導向控制("FOC")或此項技術中已知之其他類型之位置/速度控制之數位信號處理器("DSP")、載於多級幫浦100上之控制器或獨立的幫浦控制器(例如，如圖1中所示)控制。PMSM 200可進一步包括一用於即時回饋施配馬達200之位置的編碼器(例如，細線旋轉位置編碼器)。圖17至圖19描述一PMSM馬達之一實施例。位置感應器之使用給出對活塞192之位置的精確及可重複控制，其導致對施配腔室185中之流體移動的精確及可重複控制。舉例而言，使用根據一實施例對該DSP給出8000個脈衝之一2000個線之編碼器，有可能精確量測至0.045度的旋轉及控制在0.045度的旋轉。此外，PMSM可在低速度下運轉，其具有極小或無振動。饋入馬達175亦可為PMSM或步進馬達。亦應注意，饋入幫浦可包括一原位感應器，其指示該饋入幫浦何時處於其原位。

在多級幫浦100之操作期間，多級幫浦100之閥經打開或關閉以允許或限制流體流至多級幫浦100之各部分。根據一實施例，此等閥可為氣動致動(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，可使用任何合適的閥。下文結合圖9至圖16描述一閥板及對應的閥組件之一實施例。

下文提供多級幫浦100之操作之各級的總結。然而，多級幫浦100可根據多種控制機制加以控制以定序閥並控制

壓力，該等控制機制包括(但不限於)描述於下列文獻中之控制機制：發明者 Cedrone 等人於 2005 年 12 月 2 日申請之標題為 "SYSTEM AND METHOD FOR PRESSURE COMPENSATION IN A PUMP" 之美國臨時專利申請案第 60/741,682 號；發明者 Clarke 等人於 2006 年 8 月 11 日申請之標題為 "SYSTEMS AND METHODS FOR FLUID FLOW CONTROL IN AN IMMERSION LITHOGRAPHY SYSTEM" 美國專利申請案第 11/502,729 號；發明者 Gonnella 等人於 2006 年 11 月 20 日申請之標題為 "SYSTEM AND METHOD FOR CORRECTING FOR PRESSURE VARIATIONS USING A MOTOR" 之美國專利申請案第 11/602,472 號；發明者 Gonnella 等人於 2005 年 12 月 2 日申請之標題為 "SYSTEM AND METHOD FOR CONTROL OF FLUID PRESSURE" 之美國專利申請案第 11/292,559 號；發明者 Gonnella 等人於 2006 年 2 月 28 日申請之標題為 "SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING OPERATION OF A PUMP" 之美國專利申請案第 11/364,286 號；發明者 Cedrone 等人於 2006 年 11 月 20 日申請之標題為 "SYSTEM AND METHOD FOR PRESSURE COMPENSATION IN A PUMP" 之美國專利申請案第 11/602,508 號；發明者 Cedrone 等人於 2006 年 11 月 20 日申請之標題為 "I/O SYSTEMS, METHODS AND DEVICES FOR INTERFACING A PUMP CONTROLLER" 之美國專利申請案第 11/602/449 號，該等專利申請案中之每一者以引

用的方式全部併入本文中。根據一實施例，多級幫浦100可包括一就緒段、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且饋入級幫浦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，饋入級幫浦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以允許流體流過過濾器120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且移動饋入幫浦以在過濾器之施配側建立壓力。在過濾段期間，可使施配幫浦180到達其原位。如以引用的方式併入本文中之由Laverdiere等人於2004年11月23日申請之標題為"SYSTEM AND METHOD FOR AVARIABLE HOME POSITION DISPENSE SYSTEM"之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日申請之標題為"System and Method for Variable Home Position Dispense System"之PCT申請案第PCT/US2005/042127號中所述，施配幫浦之原位可為在施配循環中在施配幫浦處給定最大可用容積但小於施配幫浦可提供之最大可用容積之位置。基於施配循環之各種參數

來選擇原位以減低多級幫浦100之未使用之滯留容積。可使饋入幫浦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可在排放段期間保持打開且在排放段之結束時關閉。在此時間期間，若阻障閥135打開，則壓力可由控制器獲悉，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。饋入級幫浦150將壓力施加至流體以經由打開之排放閥145而自過濾器120移除氣泡。饋入級幫浦150可經控制以使得以預定速率發生排放，此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的精確控制。若饋入幫浦為氣動式幫浦，則可在排放流體路徑中設置流體流動限制，且可增加或減小施加至饋入幫浦之氣動壓力以維持"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及打開入口閥125。施配幫浦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，停止施配幫浦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所移除之任何過量流體皆

可被導引出多級幫浦100(例如，返回至流體源或丟棄)或再循環至饋入級幫浦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，使得饋入級幫浦150可到達來源(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。

在施配段期間，出口閥147打開且施配幫浦180將壓力施加至施配腔室185中之流體。由於出口閥147可比施配幫浦180緩慢地對控制作出反應，因此可首先打開出口閥147且在一個預定的時段以後起動施配馬達200。此防止施配幫浦180推動流體穿過部分打開之出口閥147。此外，此防止流體沿著由閥打開引起之施配噴嘴向上移動，繼之以馬達動作所引起之前向流體運動。在其他實施例中，可打開出口閥147且同時藉由施配幫浦180來開始施配。

可執行一額外反吸段，其中移除施配噴嘴中之過量流體。在該反吸段期間，出口閥147可關閉且一輔助馬達或真空可用以將過量流體自出口噴嘴中吸出。或者，出口閥147可保持打開，且可反轉施配馬達200以將流體反吸至施配腔室中。該反吸段有助於防止過量流體滴至晶圓上。

簡要參看圖3，此圖提供圖2之多級幫浦100之操作的各段之閥及施配馬達時序的圖示。其他序列展示於圖20A及圖20C至圖20F中。雖然若干閥在段改變期間展示為同時關閉，但可略微分開地(例如，100毫秒)對閥之關閉進行定時以減低壓力尖峰。舉例而言，在排放與淨化段之間，可在排放閥145前不久關閉隔離閥130。然而，應注意，在本發

明之各種實施例中可利用其他閥時序。另外，可一起執行該等段中之若干者(例如，可同時執行填充/施配段，在該情況下，入口及出口閥皆可在施配/填充段中打開)。應進一步注意，對於每一循環，不必重複特定段。舉例而言，可能不在每一循環中執行淨化及靜態淨化段。類似地，可能不在每一循環中執行排放段。

打開及關閉各閥可在多級幫浦100內引起流體中的壓力尖峰。由於出口閥147在靜態淨化段期間係關閉的，所以，舉例而言，在靜態淨化段之結束時的淨化閥140之關閉可引起施配腔室185中之壓力增加。由於每一閥當其關閉時可排出少量的流體，所以此可發生。更特定言之，在許多情況下，在自腔室185施配流體前，淨化循環及/或靜態淨化循環用以淨化來自施配腔室185之空氣，以便在流體自多級幫浦100之施配中防止濺鍍或其他擾動。然而，在靜態淨化循環之結束時，淨化閥140關閉，以便在準備開始施配中密封施配腔室185。當淨化閥140關閉時，其迫使大量額外流體(約等於淨化閥140之滯留容積)進入施配腔室185中，此又引起施配腔室185中之流體的壓力增加至高於意欲用於流體之施配的基線壓力。此過量壓力(高於基線)可對流體之隨後施配造成問題。在低壓應用中，此等問題被加劇，因為由關閉淨化閥140引起的壓力增加可占需要用於施配之基線壓力的較大百分比。

更具體言之，由於歸因於淨化閥140之關閉而發生的壓力增加，所以若未減低壓力，則在隨後的施配段期間，可

發生將流體至晶圓上之"噴濺"、雙重施配或其他不良的流體動力學。另外，因為此壓力增加在多級幫浦100之操作期間可能不恆定，所以此等壓力增加可在連續的施配段期間引起經施配之流體的量之變化或施配之其他特性。施配之此等變化可又引起晶圓碎屑之增加及晶圓之返工。本發明之實施例解決由系統內之各閥關閉導致之壓力增加以達到用於施配段之開始之理想的起動壓力，藉由允許在施配腔室185中在施配前達到幾乎任何基線壓力，解決各系統之設備中之不同的排出壓力及其他差異。

在一實施例中，為了解決施配腔室185中之流體之非吾人所樂見的壓力增加，在靜態淨化段期間，可反轉施配馬達200以將活塞192收回一預定距離，以補償由阻障閥135、淨化閥140及/或可引起施配腔室185中之壓力增加的任何其他來源之閉合引起的任何壓力增加。

因此，本發明之實施例提供一種具有平緩流體處理特性之多級幫浦。藉由在施配段前補償施配腔室中之壓力波動，可避免或減輕潛在地有損害之壓力尖峰。本發明之實施例亦可使用其他幫浦控制機構及閥時序以有助於減低壓力對處理流體之不良效應。

圖4A為用於多級幫浦100之幫浦總成之一實施例的圖示。多級幫浦100可包括一施配區塊205，其界定穿過多級幫浦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。根據一實施例之施配幫浦區塊205可為PTFE、經改質PTFE或其他材料之整體區塊。由於此等材

料不與或最低程度地與許多處理流體反應，所以此等材料之使用允許藉由最小的額外硬體將流道及幫浦腔室直接機械加工於施配區塊 205 內。施配區塊 205 因此藉由提供一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。因為經淨化的流體被導引回饋入腔室(如圖 5A 及圖 5B 中所示)，所以圖 4A 之實例中之施配區塊 205 不包括一外部淨化出口。然而，在本發明之其他實施例中，可在外部淨化流體。Iraj Gashgaei 於 2005 年 12 月 2 日申請之標題為 "O-RING-LESS LOW PROFILE FITTING AND ASSEMBLY THEREOF" 之美國臨時專利申請案第 60/741,667 號(其在此以引用的方式全部併入本文中)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線的接頭組件之一實施例。

施配區塊 205 將流體導引至饋入幫浦、施配幫浦及過濾器 120。幫浦蓋 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，其可由聚乙烯或其他聚合物形成。閥板 230 提供可經組態以指引流體流至多級幫浦 100 之各種組件的閥(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整合至閥板230中且為視將壓力或真空施加至對應隔膜而打開或關閉之隔膜閥。在其他實施例中，該等閥中之一些可在施配區塊205之外部或配置於額外的閥板中。根據一實施例，將一片PTFE夾入閥板230與施配區塊205之間以形成各種閥之隔膜。閥板230包括用於每一閥施加壓力或真空至對應隔膜之閥控制入口。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(在此情況下，出口閥147在外部)。藉由將壓力或真空選擇性地施加至該等入口，可打開及關閉該等對應的閥。

經由閥控制供應線260將一閥控制氣體及真空提供至閥板230，閥控制供應線260自一閥控制歧管(在頂蓋263或外殼蓋225下之區域中)經由施配區塊205延伸至閥板230。閥控制氣體供應入口265將受壓氣體提供至閥控制歧管且真空入口270將真空(或低壓)提供至該閥控制歧管。閥控制歧管充當三通閥以經由供應線260將受壓氣體或真空導引至閥板230之適當閥以致動對應的閥。如下文結合圖9至圖16所論述，可使用一閥板，其減低閥之滯留容積、消除由真空波動導致之容積變化、減低真空要求且減低閥隔膜上之應力。

圖4B為多級幫浦100之另一實施例的圖示。圖4B中所示之許多特徵類似於上文結合圖4A描述之彼等特徵。然而，

圖4B之實施例包括防止流體滴液進入多級幫浦100之容納電子器件之區域的若干特徵。舉例而言，當操作者連接或切斷自入口210、出口215或排放口220之管時，可發生流體滴液。"防滴"特徵經設計以防止潛在有害的化學品之滴液進入幫浦(尤其是電子器件腔室)，且不必需要幫浦為"防水"(例如，可浸入流體中而無洩漏)。根據其他實施例，可完全密封該幫浦。

根據一實施例，施配區塊205可包括一自施配區塊205之接合頂蓋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，使頂蓋263之頂部與唇緣272之頂表面齊平。此使得靠近施配區塊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，使頂蓋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。此使滴液傾向於沿由頂蓋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。另外，在頂蓋263之頂部邊緣與背板271之間置放一橡膠密封件以防止滴液在頂蓋263與背板271之間洩漏。

施配區塊205亦可包括傾斜特徵273，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幫浦100之容納電子器件之區域。因此，靠近施配區塊205之頂部之滴液經導引遠離電子器件。另外，幫浦蓋225亦可自施配區塊205之外側邊緣稍微向內偏移，使得沿幫浦100之側面流下的滴液傾向於流過幫浦蓋225與幫浦

100之其他部分之間的界面。

根據本發明之一實施例，無論金屬蓋與施配區塊205在何處形成界面，金屬蓋之垂直表面皆可自施配區塊205之對應垂直表面稍微向內偏移(例如，1/64英吋或0.396875毫米)。另外，多級幫浦100可包括防止滴液進入多級幫浦100之容納電子器件的部分的密封件、傾斜特徵及其他特徵。此外，如圖5A中所示(下文論述)，背板271可包括進一步使多級幫浦100"防滴"之特徵。

圖5A為多級幫浦100之一實施例的圖示，其中使得施配區塊205透明以展示經界定穿過其中之流體流道。施配區塊205界定多級幫浦100之各腔室及流體流道。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。另外，可將各流道機械加工於施配區塊205內。流體流道275(圖5C中所示)自入口210延伸至入口閥。流體流道280自入口閥延伸至饋入腔室155以使自入口210至饋入幫浦150之幫浦入口路徑完整。閥外殼230中之入口閥125調節入口210與饋入幫浦150之間的流量。流道285將流體自饋入幫浦150導引至閥板230中之隔離閥130。隔離閥130之輸出由另一流道(未圖示)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。排放閥145之輸出被導引至排放出口215以使排放流徑完整，而阻障閥135之輸出經由流道290被導引至施配幫浦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，施配幫浦可將流體經由流道295(例如，幫浦出口流徑)輸出至出口220，或者在淨化段中，將流體經由流道300輸出至淨化閥。在淨化段期間，可使流體經由流道305返回至饋入幫浦150。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。由於流體流道可直接形成於PTFE(或其他材料)塊中，所以施配區塊205可充當多級幫浦100之各組件之間的處理流體之管路，其消除或減低了對額外管之需要。在其他情況下，可將管插入至施配區塊205中以界定該等流體流道。根據一實施例，圖5B提供施配區塊205的圖示，其中使得施配區塊205透明以展示其中之若干流道。

返回參看圖5A，圖5A亦展示多級幫浦100，其幫浦蓋225及頂蓋263經移除以展示饋入幫浦150(包括饋入級馬達190)、施配幫浦180(包括施配馬達200)及閥控制歧管302。根據本發明之一實施例，可使用插入至施配區塊205中之對應空穴中之條狀件(例如，金屬條)將饋入幫浦150、施配幫浦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，可將施配馬達200及活塞外殼227經由一或多個螺桿(例如，螺桿312及螺桿314)安裝至施配區塊205，該(等)螺桿穿過施配區塊205中之螺孔以旋入條狀件316中之對應孔中。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的附著機構。

根據本發明之一實施例，背板271可包括頂蓋263及幫浦

蓋225安裝至之向內延伸的突出部(例如，托架274)。由於頂蓋263及幫浦蓋225與托架274重疊(例如，在頂蓋263之底及背邊緣以及幫浦蓋225之頂及背邊緣)，所以可防止滴液流入頂蓋263之底邊緣與幫浦蓋225之頂邊緣之間的任何空間之間或在頂蓋263及幫浦蓋225之背邊緣處的電子器件區域中。

根據本發明之一實施例，歧管302可包括一組電磁閥以選擇性地將壓力/真空指引至閥板230。當視實施而定，一特定螺線管接通，藉此將真空或壓力指引至閥時，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5C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的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可充當用於歧管302及PCB之散熱托架。幫浦100可進一步安裝至可將熱由背板271傳導至之一表面或其他結構。因此，背板271及其附著至的結構充當幫浦100之歧管302及電子器件之散熱片。

圖5C為展示用於將壓力或真空提供至閥板230之供應線260之多級幫浦100的圖示。如結合圖4所論述，閥板230中之閥可經組態以允許流體流至多級幫浦100之各組件。閥之致動由將壓力或真空指引至每一供應線260之閥控制歧

管302控制。每一供應線260可包括具有一小孔之接頭組件(一實例接頭組件指示於318處)。此孔可具有比接頭組件318所附著至之對應供應線260之直徑小的直徑。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之孔可用以對供應線260設置限制。每一供應線260中之孔有助於減輕將壓力與真空施加至該供應線之間的尖銳壓力差異之效應，且因此可使將壓力及真空施加至閥之間的轉變平穩。換言之，孔有助於減低壓力改變對下游閥之隔膜的影響。此允許閥較平穩且較慢地打開及關閉，其可導致系統內之較平穩的壓力轉變(其可由閥之打開及關閉引起)且事實上可增加閥自身的使用壽命。

圖5C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/壓力指引至各供應線260以控制多級幫浦100之閥。再次，如圖5C中所示，可將歧管302定位於PCB 397之遠離施配區塊205之末端處以減低熱對施配區塊205中之流體的影響。另外，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，其再次減低了熱的影響。來自歧管302及PCB 397之熱可由背板271消散。另一方面，圖5D為將歧管302直接安裝至施配區塊205的幫浦100之一實施例的圖示。

圖6為說明多級幫浦100之一實施例之部分總成的圖示。在圖6中，閥板230已耦接至施配區塊205(如上所述)。對於饋入級幫浦150，可將具有導螺桿170之隔膜160插入饋入

腔室 155 中，而對於施配幫浦 180，可將具有導螺桿 195 之隔膜 190 插入施配腔室 185 中。將活塞外殼 227 置放於饋入腔室及施配腔室上，導螺桿貫穿其中。在此情況下，一單一成形的區塊充當施配級活塞及饋入級活塞之活塞外殼，然而，每一級可具有獨立的外殼組件。施配馬達 200 耦接至導螺桿 195 且可經由一旋轉母螺紋螺帽將線性運動傳至導螺桿 195。類似地，饋入馬達 175 耦接至導螺桿 170 且亦可經由一旋轉母螺紋螺帽將線性運動傳至導螺桿 170。間隔片 319 可用以使施配馬達 200 自活塞外殼 227 偏移。如結合圖 5 所描述，使用插入至施配區塊 205 內之具有螺孔之條狀件，所示實施例中之螺桿將饋入馬達 175 及施配馬達 200 附著至多級幫浦 100。舉例而言，可使螺桿 315 旋入條狀件 320 中之螺孔內且可使螺桿 325 旋入條狀件 330 中之螺孔內以附著饋入馬達 175。

圖 7 為進一步說明多級幫浦 100 之一實施例之部分總成的圖示。圖 7 說明將過濾器接頭組件 335、340 及 345 添加至施配區塊 205。螺帽 350、355、360 可用以固持過濾器接頭組件 335、340、345。Iraj Gashgaei 於 2005 年 12 月 2 日申請之標題為 "O-RING-LESS LOW PROFILE FITTING AND ASSEMBLY THEREOF" 之美國臨時專利申請案第 60/741,667 號(其在此以引用的方式全部併入本文中)描述了可用於過濾器 120 與施配區塊 205 之間的較小尺寸之接頭組件之一實施例。然而，應注意，可使用任何合適的接頭組件，且所說明的接頭組件係作為實例而提供。每一過

濾器接頭組件通向至饋入腔室、排放出口或施配腔室之流道(皆經由閥板230)中之一者。可將壓力感應器112插入於施配區塊205內，壓力感應面暴露於施配腔室185。一O形環365密封壓力感應器112與施配腔室185之界面。壓力感應器112由螺帽367緊固地固持於適當位置。閥控制線(未圖示)自閥歧管(例如，閥歧管302)之出口在開口375處延伸至施配區塊205內，且延伸出施配區塊205之頂部至閥板230(如圖4中所示)。在其他實施例中，壓力感應器可經定位以讀取饋入腔室中之壓力，或可使用多個壓力感應器來判定幫浦中的饋入腔室、施配腔室或其他處中之壓力。

圖7亦說明用於與幫浦控制器(例如，圖1之幫浦控制器20)通信之若干介面。壓力感應器112經由一或多個導線(表示於380處)將壓力讀數傳達至控制器20。施配馬達200包括一馬達控制介面385，馬達控制介面385自幫浦控制器20接收信號以使施配馬達200移動。另外，施配馬達200可將包括位置資訊(例如，來自一位置線編碼器)之資訊傳達至幫浦控制器20。類似地，饋入馬達175可包括一通信介面390，通信介面390自幫浦控制器20接收控制信號並將資訊傳遞至幫浦控制器20。

圖8A說明多級幫浦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8B說明圖8A的截面圖，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8B中所示，施配腔室185可由施配區塊205至

少部分地界定。當導螺桿195致動時，活塞192可向上移動(相對於圖8B中所示之對準)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。在其他實施例中，當導螺桿195上下移動時，其可旋轉。應注意，可將流道之入口及出口不同地置放於施配腔室185中，且圖22b展示淨化流道300脫離施配腔室185之頂部的實施例。圖8C說明圖8B之一部分。在圖8C中所示之實施例中，施配隔膜190包括一配合至施配區塊205中之凹槽400內的夾具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，施配幫浦及/或饋入幫浦150可為滾動隔膜幫浦。

應注意，結合圖1至圖8C描述的多級幫浦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幫浦組態。

圖9說明根據本發明之一實施例的用於形成輸入閥125、隔離閥130、阻障閥135、淨化閥140及排放閥145之各組件的一實施例。在此實施例中，輸出閥147在幫浦之外部。如圖9中所示，施配區塊205具有一端表面1000，其上置放有隔膜1002。O形環1004與端表面1000上之對應環對準且將隔膜1002部分壓入施配區塊205中之環內。閥板230亦包括O形環1004至少部分容置於其中之對應的環。使用墊圈及螺桿(展示於1006及1008處)將閥板230連接至施配區塊205。因此，如圖9中所示，每一閥之主體可由多個部件形

成，諸如施配區塊(或幫浦主體之其他零件)及一閥板。將一片彈性體材料(說明為隔膜1002)夾入閥板230與施配區塊205之間以形成各種閥之隔膜。根據本發明之一實施例，隔膜1002可為一用於輸入閥125、隔離閥130、阻障閥135、淨化閥140及排放閥145中之每一者的單一隔膜。隔膜1002可為PTFE、經改質PTFE、不同層類型之複合材料或不與處理流體反應之其他合適材料。根據一實施例，隔膜1002之厚度可大致為0.013英吋。應注意，在其他實施例中，可將獨立隔膜用於每一閥且可使用其他類型之隔膜。

圖10A說明具有端表面1000之施配區塊205之側視圖的一實施例。圖10B說明施配區塊205之端表面1000的一實施例。在所示之實施例中，對於每一閥，端表面1000包括一孔環，一O形環部分推動隔膜之一部分進入該孔環內。舉例而言，環1010對應於輸入閥125，環1012對應於隔離閥130，環1014對應於阻障閥135，環1016對應於淨化閥130且環1018對應於排放閥145。圖10B亦說明每一閥之輸入/輸出流道。流道1020自入口210(圖4中所示)通向入口閥125且流道280自入口閥125通向饋入腔室；對於隔離閥130，流道305自饋入腔室通向隔離閥130且流道1022自隔離閥130通向過濾器；對於阻障閥135，流道1024自過濾器通向阻障閥135且流道290自阻障閥135通向施配腔室；對於淨化閥140，流道300自施配腔室通出且流道305通向饋入腔室；且對於排放閥145，流道1026自過濾器通出且流道

1027通向幫浦外(例如，通向排放口215外，圖4中所示)。在上文圖5A至圖5D中，可看到上文引用的流道中之若干者延伸穿過施配區塊205。

圖11為閥板230之外側之一實施例的圖示。如圖11中所示，閥板230包括多個孔(例如，表示於1028處)，經由該等孔，可插入螺桿以將閥板230附著至施配區塊205。另外，圖11中所示為用於使每一閥將壓力或真空施加至對應隔膜之閥控制入口。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。藉由將壓力或真空選擇性地施加至該等入口，可打開及關閉該等對應的閥。

圖12為展示閥板230之內表面(亦即，面向施配區塊205之表面)的閥板230之圖示。對於入口閥125、隔離閥130、阻障閥135、淨化閥140及排放閥145中之每一者，閥板230至少部分界定一閥腔室，當閥打開時，將一隔膜(例如，隔膜1002)移位於其中。在圖12之實例中，腔室1025對應於入口閥125，腔室1030對應於隔離閥130，腔室1035對應於阻障閥135，腔室1040對應於淨化閥140，且腔室1045對應於排放閥145。每一閥腔室較佳具有一自該閥腔室之邊緣至該閥腔室之中心的弧形閥座，該隔膜朝向該閥座移位。舉例而言，若閥腔室之邊緣為圓形(如圖12中所示)且弧形表面之半徑恆定，則該閥腔室將具有半個半球之形狀。

對於每一閥界定一流道，用於施加閥控制氣體/真空或其他壓力以使得該隔膜移位於閥之打開位置與關閉位置之間。作為一實例，流道1050自閥控制板230上之一輸入端延伸至淨化閥腔室1040之弧形表面中之對應開口。藉由經由流道1050選擇性施加真空或低壓，可將隔膜1002移位至腔室1040中，藉此使淨化閥140打開。在每一閥腔室周圍之一孔環提供藉由O形環1004之密封。舉例而言，孔環1055用以部分地容納一O形環以密封淨化閥140。圖13為閥板230的圖示，使得該閥板230透明以展示用於將壓力或真空施加至每一閥之流道(包括流道1050)。

圖14A為一閥板設計的圖示，其中，閥之排量容積隨施加至隔膜1002之壓力的量而變化。圖14A中所示為淨化閥之一實施例。在圖14A之實例中，一閥板1060連接至施配區塊205。將隔膜1002夾入於閥板1060與施配區塊205之間。閥板1060形成一閥腔室1062，當經由流道1065施加真空時，將隔膜1002移位於該閥腔室1062中。圍繞閥腔室之孔環1070容置O形環1004。當將閥板1060附著至施配區塊205時，O形環1004將隔膜1002壓入至孔環1016中，其進一步密封該淨化閥。

在圖14A之實施例中，閥腔室1062具有至一大體上平坦表面(指示於1067處)之斜面側，隔膜1002朝向該斜面側移位。當經由流道1065將真空施加至隔膜1002時，隔膜1002朝向大體半個半球形狀的表面1067移位。此意謂在隔膜1002與閥板1060之間將存在一些無效空間(亦即，未使用

的空間)。此未使用的空間指示於區域1070處。隨著經由流道1065施加的拉動力之量增加(亦即，藉由增加真空)，存在較少的未使用空間，然而，隔膜1002並不完全降至最低點。因此，視用以移位隔膜1002之壓力而定，隔膜1002之排量容積改變(例如，該隔膜之腕腔(大體指示於1072處)中的容積量改變)。

當經由流道1065施加正壓時，隔膜1002移動以密封入口及出口(在此情況下為來自施配腔室之流道300及至饋入腔室之流道305)。區域1072中之大量流體將因此移出淨化閥140。此將引起施配腔室(或者流體所移至的其他封閉空間)中之壓力尖峰。由閥排出的流體之量將視滯留於該閥中之容積量而定。由於此容積隨施加的壓力之量而變化，所以具有相同設計但使用不同真空壓力操作之不同幫浦將在施配腔室或其他封閉空間中展示不同的壓力尖峰。此外，由於隔膜1002具可塑性，所以對於一給定真空壓力，隔膜1002之移位將視溫度而變化。因此，未使用區域1070之容積將視溫度而改變。由於圖14A之閥的排量容積基於施加的真空及溫度而變化，所以難以精確地補償由幫浦打開及關閉排出的體積。

本發明之實施例減低或消除了與具有平坦表面之閥腔室相關聯的問題。圖14B為根據本發明之一實施例的使用一閥板設計之一淨化閥之一實施例的圖示。圖14B中所示為淨化閥140之一實施例。在圖14B之實例中，一閥板230連接至施配區塊205。將隔膜1002夾入於閥板230與施配區塊

205之間。閥板230形成閥腔室1040，基於經由流道1050施加真空(或低壓)，可將隔膜1002移位至閥腔室1040中。圍繞閥腔室1040之孔環1055容置O形環1004。當將閥板230附著至施配區塊205時，O形環1004將隔膜1002壓入至孔環1016中，其進一步密封淨化閥140。此建立密封且固定隔膜1002。根據一實施例，施配區塊205可為PTFE或經改質PTFE，隔膜1002可為PTFE或經改質PTFE，閥板230可為經機械加工的鋁。可使用其他合適的材料。

在圖14B之實施例中，隔膜1002移位至其中的閥腔室1040之區域為半個半球形。當經由流道1050將真空施加至隔膜1002時，隔膜1002朝向半個半球形的半球形表面移位。藉由適當地為閥腔室1040之半個半球定大小，由隔膜1002形成的半球將匹配閥腔室1040之形狀。如圖14B中所示，此意謂消除了隔膜1002之半個半球形與閥腔室之表面之間的無效空間(例如，圖14A中之區域1070)。此外，由於隔膜1002以對應於閥腔室1040之半個半球形的半個半球形移位，所以隔膜1002在其經移位的位置中將始終具有相同形狀且因此具有相同排量容積(此說明於圖10中，下文論述)。因此，無關於施加的真空之量(在閥之操作範圍內)或溫度，閥140中之滯留容積之量將大致相同。因此，淨化閥140關閉時所排出的流體之體積係相同的。此允許實施均一的容積校正以校正由當閥140關閉時排出的體積所導致之壓力尖峰。作為一額外優勢，該半個半球形閥腔室允許該閥腔室較淺。此外，由於隔膜與閥座之形狀一致，

所以隔膜上之應力減低了。

閥腔室可經定大小以允許隔膜充分地移位以允許流體自入口流至出口路徑(例如，自圖5B之流徑300至流徑305)。另外，閥腔室可經定大小以使壓降最小化，同時減低排量容積。舉例而言，若使該閥腔室過淺，則對於一特定應用，隔膜1002在打開位置可不當地壓縮流道305。然而，隨著閥腔室之深度增加，其以較強的最小真空將隔膜移位至其充分打開位置(亦即，隔膜充分移位至閥腔室內之位置)，導致該隔膜上之額外應力。該閥腔室可經定大小以使閥之流動特性與隔膜上之應力相平衡。

亦應注意，用於將壓力/真空施加至隔膜之流道1050不必居於閥腔室之中心，而可能係偏心的(此展示於(例如)圖12中之阻障閥腔室1035上)。另外，可將至/自閥的入口及出口流道定位於當閥打開時允許流體在其間流動且允許流體被限制於關閉位置中之任何位置。舉例而言，至閥之入口及出口流道可經定位以使得當閥關閉時，經由特定通道排出較少的流體體積。在圖14B中，由於至饋入腔室之出口流道305比自施配腔室之入口流道300離閥腔室之中心遠(亦即，離半球之中心較遠)，所以當閥關閉時，與流道300相比，經由流道305將排出較少量的流體。

然而，在其他實施例中，可反轉或以其他方式改變此等流道相對於閥之定位，使得當淨化閥140關閉時，與排至饋入腔室相比，較少的流體被排回至施配腔室。另一方面，對於入口閥125，入口流道可更靠近中心以使得當入

口閥125關閉時，與排至饋入腔室相比，更多的流體被排回至流體源(亦即，入口閥125可具有圖14B中所示之入口/出口流徑配置)。根據本發明之各種實施例，亦可配置各閥(例如，阻障閥135、出口閥147)之入口及出口，以減低當閥關閉時推動至施配腔室中之流體的量。

亦可利用其他組態之入口及出口流道。舉例而言，至一閥之入口及出口流道可皆為偏心的。作為另一實例，入口及出口流道之寬度可不同以使得一流道更受限制，其再次有助於當閥關閉時使更多的流體經由該等流道中之一者(例如，較大的流道)被排出。

圖15提供說明各種閥設計之排量容積之圖。線1080係對於具有一閥腔室之閥設計，該閥腔室具有一平坦閥腔室表面及0.030英吋的深度(例如，圖14A中描繪之閥)；線1082係對於具有半個半球形閥腔室表面之閥設計，該閥腔室表面具有0.022英吋的深度；線1084係對於具有半個半球形閥腔室表面之閥設計，該閥腔室表面具有0.015英吋的深度(例如，圖14B中描繪之閥)；線1086係對於具有半個半球形閥腔室表面之閥設計，該閥腔室表面具有0.010英吋的深度。圖15之圖表示當閥控制壓力自35 psi壓力切換為真空時由閥排出的流體體積之量。x軸為以Hg(汞之英吋數)為單位施加的真空之量，且y軸為以mL為單位之容積排量。使用10 Hg之最小真空打開閥。

如自圖15可看出，視施加的真空之量而定，具有平坦閥腔室表面之閥腔室具有不同的排量容積(亦即，若施加了

10 Hg，則排量容積大致為0.042 mL，而若施加了20 Hg，則排量容積大致為0.058 mL)。另一方面，無關於施加的真空，具有隔膜移位至其中的半球形閥腔室之閥展示一大致恆定的排量。在此實例中，0.022英吋半個半球形閥排出0.047 mL(藉由線1082表示)，0.015英吋半個半球形閥排出0.040 mL(藉由線1084表示)且0.010英吋半個半球形閥排出0.030 mL(藉由線1086表示)。因此，如自圖15中可看出，隨著施加至閥之真空壓力之變化，具有半個半球形閥腔室之閥板提供可重複的排量容積。

閥板230之閥可具有不同尺寸。舉例而言，淨化閥140可小於其他閥或者該等閥可另外定尺寸。圖16A提供淨化閥140之一實施例的尺寸之實例，其展示朝向隔膜移位之半球形表面1090。如圖16A中所示，閥腔室具有一半球形表面，該半球形表面具有對應於具有3.630英吋之半徑的球體之0.015英吋的球體深度。圖16B提供輸入閥125、隔離閥130、阻障閥135及排放閥145之一實施例的尺寸之一實例。在此實施例中，閥腔室之球體深度為0.022英吋，其對應於具有2.453英吋之半徑的球體。

每一閥之大小可經選擇以平衡使閥上之壓降最小化的需要(亦即，使由閥在打開位置引起的限制最小化之需要)與使閥之滯留容積之量最小化的需要。亦即，該等閥可經定尺寸以平衡當閥打開/關閉時最低程度地限制流量與使壓力尖峰最小化之需要。在圖16A及圖16B之實例中，淨化閥140為最小的閥以使當淨化閥140關閉時返回至施配腔室

之滯留容積之量最小化。另外，該等閥可經定尺寸以當施加一臨限真空時充分打開。舉例而言，圖 16A 之淨化閥 140 經定尺寸以當施加 10 Hg 的真空時充分打開。隨著真空增加，淨化閥 140 將不再進一步打開。圖 16A 及圖 16B 中提供之尺寸僅係作為一特定實施例之實例而提供，而並非為限制而提供。根據本發明之實施例的閥可具有各種尺寸。閥板之實施例亦描述於發明者 Gashgae 等人於 2005 年 12 月 2 日申請之標題為 "VALVE PLATE SYSTEM AND METHOD" 之美國臨時申請案第 60/742,147 號及發明者 Gashgae 等人於 2006 年 11 月 20 日申請之標題為 "FIXED VOLUME VALVE SYSTEM" 之美國專利申請案第 11/602,457 號中，其在此以引用的方式全部併入本文中。

如上所論述，根據本發明之一實施例的饋入幫浦 150 可由步進馬達驅動，而施配幫浦 180 可由無刷 DC 馬達或 PSMS 馬達驅動。下文圖 17 至圖 19 描述了可根據本發明之各種實施例使用的馬達之實施例。馬達之控制機制的實例描述於發明者 Gonnella 等人於 2005 年 12 月 2 日申請之標題為 "SYSTEM AND METHOD FOR POSITION CONTROL OF A MECHANICAL PISTON IN A PUMP" 之美國臨時申請案第 60/741,660 號及發明者 Gonnella 等人於 2006 年 9 月 1 日申請之標題為 "SYSTEM AND METHOD FOR POSITION CONTROL OF A MECHANICAL PISTON IN A PUMP" 之美國臨時申請案第 60/841,725 號中，其在此以引用的方式全

部併入本文中。

圖 17 為根據本發明之一實施例的馬達總成 3000 之示意性表示，該馬達總成 3000 具有一馬達 3030 及一耦接至該馬達 3030 之位置感應器 3040。在圖 17 中所示之實例中，一隔膜總成 3010 經由導螺桿 3020 連接至馬達 3030。在一實施例中，馬達 3030 為永磁同步馬達 ("PMSM")。在有刷 DC 馬達中，由換向器及電刷來更改電流極性。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。另外，PMSM 可藉由以轉子磁鐵產生轉子磁通量來達成較高效率。PMSM 之其他優勢包括減低的振動、減低的雜訊 (藉由消除電刷)、有效的散熱、較小的佔據面積及低轉子慣性。由轉子之運動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。一種輪廓可具有梯形形狀及另一輪廓可具有正弦形狀。在此揭示案中，術語 PMSM 意欲用於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 3030 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，幫浦 100 利用步進馬達作為饋入馬達 175 且利用 PMSM 3030 作為施配馬達 200。合適的馬達及相關聯之零件可自美國新罕布什爾 (NH) 州 Dover 的 EAD Motors 或類似處獲得。在操作中，BLDCM 3030 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 3030之轉矩且因此界定BLDCM 3030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)。在體現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 3030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。可用以實施本文中所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的Texas Instruments, Inc.之16位元DSP(零件號TMS320F2812PGFA)。

BLDCM 3030中可併入至少一位置感應器以感應實際的轉子位置。在一實施例中，位置感應器可在BLDCM 3030外部。在一實施例中，位置感應器可在BLDCM 3030內部。在一實施例中，BLDCM 3030可無感應器。在圖17中所示之實例中，位置感應器3040耦接至BLDCM 3030用於即時回饋BLDCM 3030之實際轉子位置，DSP使用該即時回饋來控制BLDCM 3030。具有位置感應器3040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3040為細線旋轉位置編碼器。在一實施例中，位置感應器3040為2000個線之編碼器。使用對DSP給出8000個脈衝之2000個線之編碼器，有可能精確量測至0.045度的旋轉及控制0.045度

的旋轉。

BLDCM 3030可以很低速度運轉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至幫浦系統係不可能的，振動係由不良的恆定速度控制引起。此變化將引起不良的施配效能且導致很窄的操作視窗範圍。另外，該振動可對處理流體具有不利之影響。下文表1及圖18至圖19將步進馬達與BLDCM進行了比較，且證實了利用BLDCM 3030作為多級幫浦100中之施配馬達200之眾多優勢。

表 1

項目	步進馬達	BLDCM
容積解析度 (μ l/步進)	1	0.1 10x改良
基本運動	移動、停止、等待、 移動、停止等待； 在低速率下引起馬達 振動及"施配閃變"	連續運動，永不停止
馬達電流、功率	無論是否需要，皆對 於最大條件而設定電 流及消耗功率。	對負載可調適
轉矩傳遞	低	高
速度能力	10-30x	30,000x

如自表1可看出，與步進馬達相比，BLDCM可提供大體上增加的解析度與連續旋轉運動、較低功率消耗、較高轉矩傳遞及較寬廣的速度範圍。注意，BLDCM解析度可比由步進馬達提供之解析度多或超過約10倍。為此，可為由BLDCM提供之進步的最小單位被稱為"馬達增量"，其可與通常結合步進馬達而使用之術語"步進"區分。馬達增量為

BLDCM根據一實施例可提供連續運動、而步進馬達以離散步進來移動時之移動的最小可量測單位。

圖 18 為根據本發明之一實施例的比較步進馬達與 BLDCM 之平均轉矩輸出及速度範圍的曲線圖。如圖 18 中所說明，該 BLDCM 可在任何速度下維持一幾乎恆定的高轉矩輸出。此外，BLDCM 之可使用的速度範圍比步進馬達之可使用的速度範圍寬(例如，約 1000 倍或 1000 倍以上)。相反，步進馬達傾向於具有較低的轉矩輸出，該較低的轉矩輸出傾向於隨著增加的速度而不良地降低(亦即，轉矩輸出在較高速度下減少)。

圖 19 為根據本發明之一實施例的比較步進馬達與 BLDCM 之間的平均馬達電流及負載的曲線圖。如圖 6 中所說明，BLDCM 可對系統上之負載進行調適及調整且僅使用為承載該負載所需之功率。相反，不管是否需要，該步進馬達皆使用經設定用於最大條件之電流。舉例而言，步進馬達之峰值電流為 150 毫安(mA)。使用相同的 150 mA 用於移動 1-lb. 負載以及 10-lb. 負載，雖然移動 1-lb. 負載並不需要與 10-lb. 負載同樣多的電流。因此，在操作中，無論負載如何，步進馬達皆消耗最大條件之功率，其引起能量之低效且浪費的使用。

就 BLDCM 而言，電流係隨負載之增加或減少而調整。在任一特定時間點，BLDCM 將自補償並以在所需要之速度下轉動自身且產生用以移動所需之負載之力所必須的電流量來供應自身。當馬達不移動時，電流可很低(mA 之

下)。由於BLDCM係自補償的(亦即，其可根據系統上之負載適應性地調整電流)，所以即使當馬達不移動時，該BLDCM亦始終接通。相比而言，視應用而定，當步進馬達不移動時，可斷開步進馬達。

為了維持位置控制，需要很頻繁地運轉用於BLDCM之控制機制。在一實施例中，控制迴路在30 kHz下運轉。因此，每隔33 μ s，該控制迴路檢查以查看BLDCM是否處於正確位置。若BLDCM在正確位置，則不試圖進行任何操作。若BLDCM不在正確位置，則其調整電流且試圖迫使BLDCM到達其應處之位置。此迅速的自補償動作致能很精確的位置控制，在一些應用中，此很精確的位置控制係高度需要的。使控制迴路在高於正常速度(例如，10 kHz)之速度(例如，30 kHz)下運轉可意謂系統中之額外熱產生。此係由於BLDCM切換電流愈頻繁，則產生熱的機會愈大。

根據本發明之一態樣，在一些實施例中，該BLDCM經組態以考慮到熱產生。具體言之，該控制迴路經組態以在單一循環期間在兩個不同的速度下運轉。在該循環之施配部分期間，該控制迴路在一較高速度(例如，30 kHz)下運轉。在該循環之剩餘非施配部分期間，該控制迴路在一較低速度(例如，10 kHz)下運轉。此組態可尤其適用於施配期間之超精確之位置控制係決定性的應用中。作為一實例，在施配時間期間，該控制迴路在30 kHz下運轉。其可能引起少量的額外熱，但提供極佳的位置控制。在其餘時

間，使速度切回至10 kHz。藉由如此進行，可使溫度顯著下降。

循環之施配部分可視應用而加以定製。作為另一實例，施配系統可實施20秒循環。在一20秒循環上，5秒可用於施配，而剩餘的15秒可用於登入或再裝料，等等。在循環之間，可存在15-20秒之就緒時期。因此，該BLDCM之控制迴路將以一較高的頻率(例如，30 kHz)運轉一循環之小百分比(例如，5秒)且在較低的頻率(例如，10 kHz)下運轉較大百分比(例如，15秒)。

如熟習此項技術者可瞭解，意欲此等參數(例如，5秒、15秒、30 kHz、10 kHz等)為例示性且非限制性的。只要操作速度及時間處於本文中所揭示之本發明的範疇及精神內，則可對其加以調整或另外經組態以適用。在判定此等可程式參數中，可利用經驗方法。舉例而言，10 kHz為驅動BLDCM之相當典型的頻率。雖然可使用不同的速度，但在慢於10 kHz下運轉BLDCM之控制迴路可有失去位置控制的危險。由於通常難以重新獲得位置控制，所以需要BLDCM保持該位置。

在本文中所揭示之實施例中，經由一用於BLDCM之控制機制可達成在無不良地損害位置控制之情況下在循環之非施配級期間盡可能多地減低速度。控制機制經組態以增加頻率(例如，30 kHz)，以獲得對於諸如施配之決定性功能之某一額外/增加的位置控制。控制機制亦經組態以藉由允許非決定性功能在較低頻率(例如，10 kHz)下運轉而

減少熱產生。另外，定製控制機制經組態以最小化在非施配循環期間由在較低頻率下運轉而導致之任何位置控制損失。

控制機制經組態以提供一所需的施配輪廓，其可藉由壓力而加以特徵化。該特徵可基於壓力信號之偏差。舉例而言，平坦壓力輪廓將暗示平穩的運動、較少的振動及因此較佳的位置控制。對比而言，偏差壓力信號將暗示不良之位置控制。就位置控制而言，在10 kHz下與在15 kHz下運轉BLDCM之間的差異可並不顯著。然而，若速度降至10 kHz下(例如，5 kHz)，可能不夠快得足以保持位置控制。舉例而言，BLDCM之一實施例經組態用於施配流體。當位置迴路在1 ms下(亦即，在約10 kHz或10 kHz以上)運轉時，人眼看不出任何效應。然而，當其達到1 ms、2 ms或3 ms範圍時，流體中之效應變得可見。作為另一實例，若閥之時序在1 ms下變化，則人眼或其他處理監視器看不出流體之結果的任何變化。然而，在1 ms、2 ms或3 ms範圍中，變化係可見的。因此，控制機制較佳地在約10 kHz或10 kHz以上執行時間決定性功能(例如，對馬達、閥等進行定時)。

另一考慮涉及施配系統中之內部計算。若該施配系統經設定以慢於1 kHz而運轉，則不存在比1 ms精細的任何解析度，且不可執行需要比1 ms精細的計算。在此情況下，對於該施配系統，10 kHz將為一實用頻率。如上文所述，意欲此等數字為例示性的。有可能將速度設定為低於10

kHz(例如，5 kHz或甚至2 kHz)。

類似地，有可能將速度設定為高於30 kHz，只要其滿足效能要求即可。本文中所揭示之例示性施配系統使用一具有許多線(例如，2000個線以對DSP給出8000個脈衝)之編碼器。每一線之間的時間為速度。即使BLDCM運轉得相當慢，此等線亦為很細的線，所以其可很快地出現，基本上脈動至編碼器。若BLDCM每一秒運轉一回轉，則此意謂2000個線及因此在該秒中之8000個脈衝。若該等脈衝之寬度不變化(亦即，其恰好處於目標寬度且反覆保持相同)，則其為很好的速度控制之指示。若該等寬度振盪，則視系統設計(例如，容限)及應用而定，其為較不良之(未必為差的)速度控制的指示。

另一考慮涉及對數位信號處理器(DSP)之處理能力的實用限制。作為一實例，為了在一循環中施配，可能花費幾乎或剛好約20 ms來執行對於位置控制器、電流控制器及類似物之所有必要的計算。在30 kHz下運轉會給出約30 ms，其足以進行彼等計算，其中剩下的時間用以執行控制器中之其他過程。有可能使用可在快於30 kHz下運轉之更有功效的處理器。然而，在快於30 ms之速率下操作會導致報酬遞減(diminishing return)。舉例而言，50 kHz僅給出約20 ms($1 / 50000 \text{ Hz} = 0.00002 \text{ s} = 20 \mu\text{s}$)。在此情況下，可在50 kHz下獲得較佳之速度效能，但系統具有不充足的時間來進行運轉控制器所必須的所有過程，因此導致一處理問題。而且，運轉50 kHz意謂電流將更頻繁地切換，其

促成前述之熱產生問題。

總之，為了減少熱輸出，一解決方案為組態BLDCM以在施配期間以較高頻率(例如，30 kHz)運轉且在非施配操作(例如，再裝料)期間下降或切回至較低的頻率(例如，10 kHz)。在組態定製控制機制及關聯參數中所考慮的因素包括位置控制效能及計算(其與處理器之處理能力有關)與熱產生(其與在計算後切換電流之次數有關)之速度。在上述實例中，在10 kHz下之位置效能損失對於非施配操作係不顯著的，在30 kHz下之位置控制對於施配係極佳的，且熱產生顯著地降低。藉由減少熱產生，本發明之實施例可在防止溫度改變影響正被施配的流體的方面提供技術優勢。此可特別適用於涉及施配敏感及/或昂貴流體之應用中，在此情況下，將高度需要避免熱或溫度改變可影響流體之任何可能性。加熱流體亦可影響施配操作。一種此效應被稱作自然反吸效應。該反吸效應解釋：當施配操作對出自噴嘴之流體加溫及使其膨脹時，其開始冷卻，且當其開始冷卻時，其可失去少許。當撤回施配操作時，噴嘴中之流體開始增加體積。因此，由於該反吸效應，容積可能不精確且可能不一致。

圖20A為根據本發明之一實施例的說明步進馬達及BLDCM在各種級中之循環時序的線圖。遵循上述實例，步進馬達實施饋入馬達175且BLDCM實施施配馬達200。圖20A中之陰影區域指示馬達在操作中。根據本發明之一實施例，可以有助於過濾循環期間之壓力控制的方式組態

步進馬達及BLDCM。步進馬達及BLDCM之壓力控制時序的一實例提供於圖20B中，在圖20B中，陰影區域指示馬達在操作中。

圖20B說明饋入馬達175及施配馬達200之一例示性組態。更具體言之，一旦到達設定點，BLDCM(亦即，施配馬達200)即可開始以經程式過濾速率反轉。同時，步進馬達(亦即，饋入馬達175)速率變化以維持壓力信號之設定點。此組態提供若干優勢。舉例而言，流體上不存在壓力尖峰；流體上之壓力係恆定的；對於黏度改變無需調整；系統間無變化；且在流體上不出現真空。

圖20C至圖20F提供其他實例閥及馬達時序圖。對於該等閥，黑色部分指示閥在施配循環之各段中係打開的。對於施配馬達及饋入馬達，黑色部分指示此時馬達處於前向或反轉狀態。使用30段施配循環之實例，圖20C及圖20E指示在施配循環之段1至段16期間的實例馬達及閥時序，且圖20C及圖20F指示在施配循環之段1至段17期間的實例馬達及閥時序。應注意，多級幫浦可利用其他閥及馬達時序、更多或更少的段及其他控制機制。亦應注意，該等段可具有變化的時間量。發明者Gonnella等人於2005年12月2日申請之標題為"SYSTEM AND METHOD FOR VALVE SEQUENCING IN A PUMP"之美國臨時專利申請案第60/742,168號及發明者Gonnella等人於2006年11月20日申請之標題為"SYSTEM AND METHOD FOR VALVE SEQUENCING IN A PUMP"之美國專利申請案第

11/602,465 號(其在此以引用的方式全部併入本文中)描述了閥及馬達時序之各種實施例。

根據本發明之各種實施例之多級幫浦可顯著地小於先前多級幫浦，同時提供較平緩的流體處理特性及較寬廣的操作範圍。多級幫浦之各種特徵有助於較小之大小。

依賴於饋入腔室及施配腔室中之平坦隔膜來移動之一些先前幫浦設計在處理流體上施加壓力。液壓流體通常用以確定該隔膜之一側上的壓力以引起該隔膜移動，藉此排出該處理流體。氣動活塞或步進馬達從動活塞或可使液壓流體處於壓力下。為了得到施配幫浦所需的排量容積，隔膜必須具有相對較大的表面積且因此具有相對較大的直徑。

另一方面，如上文結合圖 21A 至圖 21C 所論述，施配幫浦 180 之隔膜 190 及饋入幫浦 150 之隔膜 160 可為滾動隔膜。與使用平坦隔膜相比，使用滾動隔膜顯著減低了饋入腔室 155 及施配腔室 185 所需之直徑。此外，滾動隔膜可直接由馬達從動活塞而非由液壓流體來移動。此消除了來自饋入腔室/施配腔室之隔膜之正面上的液壓腔室之需要及相關聯液壓線之需要。因此，使用滾動隔膜允許施配腔室及饋入腔室大大變窄及變淺且免除了液壓之需要。

舉例而言，使用平坦隔膜達成 10 ml 排量之先前幫浦需要具有 4.24 平方英吋(27.4193 平方公分)橫截面的幫浦腔室。使用滾動隔膜之幫浦腔室可藉由 1.00 平方英吋(6.4516 平方公分)隔膜達成類似的排量。即使考慮用於隔膜滾動之活塞與腔室壁之間的空間及密封凸緣，滾動隔膜幫浦亦

僅需1.25平方英吋(8.064平方公分)之佔據面積。另外，歸因於減低的弄濕之表面積，滾動隔膜能夠比平坦隔膜處理高得多的壓力。因此，滾動隔膜幫浦不需要諸如金屬套之加固件來處理平坦隔膜需要加固件來處理之壓力。

另外，使用滾動隔膜允許進入饋入腔室155及施配腔室185內及在饋入腔室155及施配腔室185外的流道被有利地置放以減低大小。舉例而言，如上文結合圖21C所論述，可將來自施配腔室185之入口、出口及淨化流道之開口定位於腔室中之任何地方。亦應注意，使用滾動隔膜亦藉由消除液壓而減低了幫浦之成本。

減低大小之本發明之實施例的另一特徵為單件施配區塊之使用，該單件施配區塊界定自入口至出口的各種流道，包括幫浦腔室。先前，存在多個(例如，五或五個以上)界定流道及腔室之區塊。由於施配區塊205為單一區塊，所以減少了密封件且降低了總成之複雜性。

有助於減低大小之本發明之實施例的又一特徵在於所有的幫浦閥(例如，輸入閥、隔離閥、阻障閥、排放閥及淨化閥)處於單一閥板中。先前，閥分離於閥板與各施配區塊之間。此提供可引起流體洩漏之更多界面。

圖22提供可產生高達10 mL施配之多級幫浦之一實施例的實例尺寸。

此外，在先前幫浦中，各PTFE板由經夾緊或擰緊於一起之外部金屬板固持於一起。擰緊或以其他方式將組件附著至PTFE係困難的，此係因為PTFE為相對不牢固的材

料。本發明之實施例藉由使用如結合圖 5 及圖 6 描述之具有垂直母螺孔之條形件(例如，插入物)解決此問題。該等條形件提供用於藉由金屬強度在其他組件中擰緊之機構。

雖然根據多級幫浦加以描述，但本發明之實施例亦可用於單級幫浦中。圖 23 為幫浦 4000 之幫浦總成之一實施例的圖示。幫浦 4000 可類似於上文描述之多級幫浦 100 之一級(例如，施配級)，且可包括一由步進馬達、無刷 DC 馬達或其他馬達驅動之滾動隔膜幫浦。幫浦 4000 可包括一施配區塊 4005，施配區塊 4005 界定穿過幫浦 4000 之各流體流徑且至少部分界定一幫浦腔室。根據一實施例之施配幫浦區塊 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最低程度地與許多處理流體反應，所以此等材料之使用允許藉由最小的額外硬體將流道及幫浦腔室直接機械加工於施配區塊 4005 內。施配區塊 4005 因此藉由提供一整合之流體歧管而減少了管路之需要。

施配區塊 4005 可包括各種外部入口及出口，包括(例如)：入口 4010，經由其接收流體；淨化/排放出口 4015，其用於淨化/排放流體；及施配出口 4020，經由其在施配段期間施配流體。在圖 23 之實例中，因為該幫浦僅具有一腔室，因此施配區塊 4005 包括外部淨化出口 4010。Iraj Gashgaei 於 2005 年 12 月 2 日申請之標題為 "O-RING-LESS LOW PROFILE FITTING AND ASSEMBLY THEREOF" 之美國專利申請案第 60/741,667 號及發明者 Iraj Gashgaei 於 2006 年 11 月 20 日申請之標題為 "O-RING-LESS LOW

PROFILE FITTINGS AND FITTING ASSEMBLIES"之美國專利申請案第 11/602 號(其在此以引用的方式全部併入本文中)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線之接頭組件的一實施例。

施配區塊 4005 導引流體自入口至入口閥(例如，至少部分由閥板 4030 界定)、自入口閥至幫浦腔室、自幫浦腔室至排放/淨化閥且自幫浦腔室至出口 4020。幫浦蓋 4025 可保護幫浦馬達免受損害，而活塞外殼 4027 可提供對活塞的保護，且根據本發明之一實施例，其可由聚乙烯或其他聚合物形成。閥板 4030 提供一用於閥(例如，入口閥及淨化/排放閥)系統的閥外殼，該閥系統可經組態以將流體指引至幫浦 4000 之各組件。閥板 4030 及對應的閥可以類似於上文所論述之結合閥板 230 描述的方式形成。根據一實施例，入口閥及淨化/排放閥中之每一者至少部分整合於閥板 4030 中且為視將壓力或真空施加至對應的隔膜而打開或關閉之隔膜閥。在其他實施例中，該等閥中之一些可在施配區塊 4005 之外部或配置於額外的閥板中。根據一實施例，將一片 PTFE 夾入閥板 4030 與施配區塊 4005 之間以形成各種閥之隔膜。閥板 4030 包括用於每一閥施加壓力或真空至對應的隔膜之閥控制入口(未圖示)。

如多級幫浦 100，幫浦 4000 可包括防止流體滴液進入多級幫浦 100 之容納電子器件之區域的若干特徵。"防滴"特徵可包括突出的唇緣、傾斜特徵、組件之間的密封件、金

屬/聚合物界面處之偏移及上文描述之將電子器件與滴液隔離的其他特徵。電子器件及歧管及PCB板可以類似於上文描述之方式進行組態以減低熱對幫浦腔室中之流體之影響。

因此，在單級幫浦中可使用如用於多級幫浦中之用以減低形狀因數及熱效應及防止流體進入電子器件外殼之類似特徵。

雖然本文中已參考說明性實施例詳細描述了本發明，但應瞭解，該描述僅作為實例，且不應以限制性意義加以解釋。因此，應進一步瞭解，一般技術者參看此描述將易瞭解且可製造本發明之實施例之細節的眾多改變及本發明之額外實施例。預期所有此等改變及額外實施例皆處於如所主張之本發明的範疇內。

【圖式簡單說明】

圖1為一幫浦系統之一實施例的圖示；

圖2為根據本發明之一實施例的一多級幫浦的圖示；

圖3為用於本發明之一實施例的閥及馬達時序的圖示；

圖4A、圖4B、圖5A、圖5C及圖5D為多級幫浦之各種實施例的圖示；

圖5B為施配區塊之一實施例的圖示；

圖6為多級幫浦之一部分總成之一實施例的圖示；

圖7為多級幫浦之一部分總成之另一實施例的圖示；

圖8A為多級幫浦之一部分之一實施例的圖示；

圖8B為包括施配腔室的圖8A之多級幫浦之實施例之一

截面的圖示；

圖 8C 為圖 8B 之多級幫浦之實施例之一截面的圖示；

圖 9 為說明使用閥板及施配區塊之一實施例之一或多個閥之構造的圖示；

圖 10A 為施配區塊之側視圖的圖示及圖 10B 為該施配區塊之端表面的圖示；

圖 11 為閥板之一實施例的圖示；

圖 12 為閥板之一實施例之另一視圖的圖示；

圖 13 為閥板之一實施例之一視圖的圖示，其展示在閥板中界定之通道；

圖 14A 為具有一平坦閥腔室之閥板的圖示；

圖 14B 為具有一半球狀閥腔室之閥板的圖示；

圖 15 為說明半球形閥腔室歸因於真空而減低排量容積波動之方式的圖表；

圖 16A 為閥板之一部分之一實施例的圖示；

圖 16B 為閥板之一部分之另一實施例的圖示；

圖 17 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 18 為根據本發明之一實施例的比較無刷 DC 馬達與步進馬達之平均轉矩輸出及速度範圍的曲線圖；

圖 19 為根據本發明之一實施例的比較無刷 DC 馬達與步進馬達之間的平均馬達電流及負載的曲線圖；

圖 20A、圖 20C、圖 20D、圖 20E 及圖 20F 為根據本發明之一實施例的說明各級中之步進馬達及 BLDCM 之循環時序

的線圖且圖 20B 為說明組態步進馬達及 BLDCM 之一實施例的線圖；

圖 21A 至圖 21C 為滾動隔膜及施配腔室的圖示；

圖 22A 至圖 22C 提供一多級幫浦之一實例實施例的尺寸；及

圖 23 為單級幫浦的圖示。

【主要元件符號說明】

10	幫浦系統
15	流體源
20	幫浦控制器
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	多級幫浦
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
150	饋入級幫浦/饋入幫浦
155	饋入腔室
160	饋入級隔膜
165	活塞
170	導螺桿
175	步進馬達
180	施配級幫浦/施配幫浦
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/排放口
225	幫浦蓋/外殼蓋
227	活塞外殼
230	閥板/閥外殼
235	入口
240	入口

245	入口
250	入口
255	入口
260	閥控制供應線
263	頂蓋
265	閥控制氣體供應入口
270	真空入口
271	背板
272	凸緣/唇緣
273	傾斜特徵
274	托架
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
319	間隔片
320	條狀件

325	螺桿
330	條狀件
335	過濾器接頭組件
340	過濾器接頭組件
345	過濾器接頭組件
350	螺帽
355	螺帽
360	螺帽
365	O形環
367	螺帽
375	開口
380	導線
385	馬達控制介面
390	通信介面
395	夾具
397	PCB
400	凹槽
1000	端表面
1002	隔膜
1004	O形環
1006	墊圈
1008	螺桿
1010	環
1012	環

1014	環
1016	孔 環
1018	環
1020	流 道
1022	流 道
1024	流 道
1025	腔 室
1026	流 道
1027	流 道
1028	孔
1030	腔 室
1035	腔 室
1040	腔 室
1045	腔 室
1050	流 道
1055	孔 環
1060	閥 板
1062	閥 腔 室
1065	流 道
1067	表 面
1070	孔 環 / 未 使 用 區 域
1072	腕 腔
1080	線
1082	線

1084	線
1086	線
3000	馬達總成
3010	隔膜總成
3020	導螺桿
3030	馬達
3040	位置感應器
4000	幫浦
4005	施配區塊
4010	入口/外部淨化出口
4015	淨化/排放出口
4020	施配出口
4025	幫浦蓋
4027	活塞外殼
4030	閥板

十、申請專利範圍：

1. 一種經組態以用於施配化學品之多級幫浦，其包含：

一幫浦入口流徑；

一幫浦出口流徑；

一饋入幫浦，其與該幫浦入口流徑流體連通，該饋入幫浦包含：

一饋入級隔膜，其可在一饋入腔室中移動，其中該饋入級隔膜係為一滾動隔膜；

一饋入活塞，其接觸該饋入級隔膜通過一移動之範圍，其中該饋入活塞之移動係使得該饋入級隔膜在介於該饋入活塞及該饋入腔室之一壁間之間隔中滾動或非滾動；

一饋入馬達，其耦接至該饋入活塞以使該饋入活塞往復運動；

一饋入級出口流徑，其與該饋入腔室流體連通；

一施配級入口流徑，其與該施配腔室流體連通；

一過濾器，其與該饋入級出口流徑及該施配級入口流徑流體連通，使得流體自饋入級幫浦經由該過濾器流至該施配幫浦；

一施配幫浦，其與該饋入幫浦及該幫浦出口流徑流體連通，該施配幫浦包含：

一施配隔膜，其可在一施配腔室中移動，其中該施配隔膜包含一施配滾動隔膜；

一施配活塞，其接觸該施配隔膜通過移動之一範

圍，其中該施配活塞之移動係使得該施配隔膜在介於該施配活塞及該施配腔室之一壁間之間隔中滾動或非滾動；

一施配馬達，其耦接至該施配活塞以使該施配活塞往復運動；

一由一單件材料形成之施配區塊，該施配區塊界定該饋入腔室之至少一部分及該施配腔室之至少一部分；

一組閥，其選擇性地允許流體流過該多級幫浦；

一壓力感應器，其被設置以偵測該施配腔室中之壓力。

2. 如請求項1之多級幫浦，其進一步包含：

一與該過濾器流體連通之排放流徑；及

一與該施配腔室流體連通之淨化流徑。

3. 如請求項2之多級幫浦，其中該淨化流徑自該施配腔室通向該饋入腔室。

4. 如請求項3之多級幫浦，其中該施配區塊進一步界定該幫浦入口流徑之一第一及第二部分、該饋入級出口流徑之一第一及第二部分、該施配級入口流徑之一第一及第二部分、該排放流徑之一第一及第二部分、該淨化流徑之一第一及第二部分以及該幫浦出口流徑之至少一部分。

5. 如請求項4之多級幫浦，其進一步包含一耦接至該施配區塊之閥板，該閥板及施配區塊之一單一面界定用於一

入口閥、隔離閥、阻障閥及淨化閥之閥腔室，其中：

該施配區塊進一步界定該幫浦入口流徑之一第一及第二部分、該饋入級出口流徑之一第一及第二部分、該施配級入口流徑之一第一及第二部分、該排放流徑之一第一及第二部分、該淨化流徑之一第一及第二部分以及該幫浦出口流徑之至少一部分，其中該等閥腔室係被設置於該閥板面向該該施配區塊之一單一側；

該幫浦入口流徑之該第一部分自一入口通向該入口閥且該幫浦入口流徑之該第二部分自該入口閥通向該饋入腔室；

該饋入級出口流徑之該第一部分自該饋入腔室通向該隔離閥且該饋入級出口流徑之該第二部分通向該過濾器；

該施配級入口流徑之該第一部分自該過濾器通向該阻障閥且該施配級入口流徑之該第二部分自該阻障閥通向該施配腔室；

該排放流徑之該第一部分自該過濾器通向該排放閥且該排放流徑之該第二部分自該排放閥通向一排放出口；
該淨化流徑之該第一部分自該施配腔室通向該淨化閥且該淨化流徑之該第二部分自該淨化閥通向該饋入腔室。

6. 如請求項5之多級幫浦，其進一步包含一片耦接於該閥板與該施配區塊之間的彈性體材料。

7. 如請求項5之多級幫浦，其進一步包含：

一電子器件外殼；

一歧管，其定位於該電子器件外殼中，該歧管與該入口閥、排放閥、隔離閥、阻障閥及淨化閥流體連通，該歧管包含一或多個電磁閥。

8. 如請求項7之多級幫浦，其中該電子器件外殼係由該施配區塊之一表面部分地界定，且該歧管係定位於該電子器件外殼中之一遠離該施配區塊之該表面的末端位置處，該多級幫浦進一步包含有：

一安置於該電子器件外殼中之PCB板，其中該PCB板經組態具有在該PCB板之一與該施配區塊之表面相對之側上之一或多個熱產生組件；

一背板，其中該歧管及PCB板耦接至該背板，且其中該背板係由一經選擇以消散來自該PCB板及該歧管之熱的材料形成。

9. 如請求項4之多級幫浦，其中該多級幫浦進一步包含一電子器件外殼，且其中該施配區塊包含一傾斜特徵以引導滴液遠離該電子器件外殼；且

其中該施配區塊進一步包含一凸緣，該凸緣位於該施配區塊之一接觸該電子器件外殼之一頂蓋的邊緣處，其中該頂蓋之一頂表面與該凸緣之一頂表面齊平，其中該頂蓋之一側表面係自該凸緣之一外邊緣向內插入。

10. 如請求項9之多級幫浦，其進一步包含一或多個蓋，其中該或該等蓋之每一垂直表面係自該施配區塊之對應垂直表面向內偏移。

11. 一種經組態以用於施配化學品之多級幫浦，其包含：

一幫浦入口流徑；

一幫浦出口流徑；

一單件施配區塊，其界定一與該幫浦出口流徑流體連通的施配腔室之至少一部分及一與該幫浦入口流徑流體連通的饋入腔室之至少一部分；

一過濾器，其與該饋入腔室及該施配腔室流體連通；

一饋入級隔膜，其可在該饋入腔室中移動，其中該饋入級隔膜係為一滾動隔膜；

一饋入活塞，其用於移動該饋入級隔膜，其中該饋入活塞接觸該饋入級隔膜通過一移動之範圍，且其中該活塞之移動可使得該饋入級隔膜在介於該饋入活塞與該饋入腔室之一壁之間之一隔間內該滾動及非滾動；

一饋入馬達，其耦接至該饋入活塞以使該饋入活塞往復運動，其中該饋入馬達係為一步進馬達；

一施配隔膜，其可在該施配腔室中移動，其中該施配隔膜係為一滾動隔膜；

一施配活塞，其用於移動該施配隔膜，其中該施配活塞係經組態以接觸該施配隔膜通過一移動之範圍且其中該施配活塞的移動可使得該施配隔膜在介於該施配活塞與該施配腔室之一壁之間之一隔間滾動及非滾動；

一施配馬達，其耦接至該施配活塞以使該施配活塞往復運動，其中該施配馬達係為一無刷DC馬達；

一壓力感應器，其被設置以讀取該施配腔室中之壓力；及

一耦接至該施配區塊之閥板，該閥板及施配區塊界定用於該入口閥、隔離閥、阻障閥及淨化閥之閥腔室，其中該閥板在該閥板之一單一側上界定該等閥腔室且其中該閥板係與該施配區塊之一端面耦接。

12. 如請求項11之多級幫浦，其中該施配區塊進一步界定該幫浦入口流徑之一第一及第二部分、饋入級出口流徑之第一及第二部分、施配級入口流徑之第一及第二部分、一排放流徑之第一及第二部分、一淨化流徑之第一及第二部分以及該幫浦出口流徑之至少一部分，其中：

該幫浦入口流徑之該第一部分自一入口通向一入口閥且該幫浦入口流徑之該第二部分自該入口閥通向該饋入腔室；

該饋入級出口流徑之該第一部分自該饋入腔室通向一隔離閥且該饋入級出口流徑之該第二部分自該隔離閥通向該過濾器；

該施配級入口流徑之該第一部分自該過濾器通向一阻障閥且該施配級入口流徑之該第二部分自該阻障閥通向該施配腔室；

該排放流徑之該第一部分自該過濾器通向一排放閥且該排放流徑之該第二部分自該排放閥通向一排放出口；
該淨化流徑之該第一部分自該施配腔室通向一淨化閥且該淨化流徑之該第二部分自該淨化閥通向該饋入腔室。

13. 如請求項12之多級幫浦，其進一步包含一耦接至該施配區塊之一單一面之閥板，該閥板及施配區塊界定用於該

入口閥、隔離閥、阻障閥及淨化閥之閥腔室，其中該閥腔室係被設置於該閥板之面向該施配區塊之一單一側上。

14. 如請求項13之多級幫浦，其進一步包含一片耦接於該閥板與該施配區塊之間的彈性體材料。

15. 如請求項13之多級幫浦，其進一步包含：

一電子器件外殼；

一歧管，其定位於該電子器件外殼中，該歧管與該入口閥、排放閥、隔離閥、阻障閥及淨化閥流體連通，該歧管包含一或多個電磁閥；且

至少一供應線係與該歧管連通且穿過該電子器外殼。

16. 如請求項15之多級幫浦，其中該電子器件外殼係由該施配區塊之一表面部分地界定，且該歧管係定位於該電子器件外殼中之一遠離該施配區塊之該表面的末端位置處，且該多級幫浦進一步包含有：

一安置於該電子器件外殼中之PCB板，其中該PCB板經組態具有在該PCB板之一與該施配區塊之表面相對之側上之一或多個熱產生組件；

一背板，其中該歧管及PCB板耦接至該背板，且其中該背板係由一經選擇以消散來自該PCB板及該歧管之熱的材料形成。

17. 如請求項11之多級幫浦，其中該多級幫浦進一步包含一電子器件外殼，且其中該施配區塊包含一傾斜特徵以引導滴液遠離該電子器件外殼；及

其中該施配區塊進一步包含一凸緣，該凸緣位於該施配區塊之一接觸該電子器件外殼之一頂蓋的邊緣處，其中該頂蓋之一頂表面與該凸緣之一頂表面齊平且其中該頂蓋之一側表面係自該凸緣之一外邊緣向內插入。

18. 如請求項11之多級幫浦，其中該多級幫浦進一步包含一或多個馬達蓋，其中該或該等蓋中之每一垂直表面係自該施配區塊之一對應的垂直表面向內偏移。

19. 一種用於經組態以施配化學品之多級幫浦方法，其包含：

形成一具有一單件材料之施配區塊，該施配區塊至少部分界定一饋入腔室、一施配腔室、一幫浦入口流徑及一幫浦出口流徑；

在該施配區塊與一施配幫浦活塞外殼之間安裝一施配滾動隔膜；

在該施配區塊與一饋入幫浦活塞外殼之間安裝一饋入級滾動隔膜；

經由一饋入幫浦導螺桿將一饋入幫浦活塞耦接至一饋入幫浦馬達；

定位該饋入幫浦活塞以使得該饋入幫浦活塞接觸該饋入級滾動隔膜通過一該饋入幫浦活塞之移動之範圍；

定位該施配幫浦活塞以使得該施配幫浦活塞接觸該施配滾動隔膜通過一該施配幫浦活塞之移動之範圍；

經由一施配幫浦導螺桿將一施配幫浦活塞耦接至一施配幫浦馬達；

將該饋入馬達耦接至該饋入幫浦活塞外殼；及

將該施配馬達耦接至該施配幫浦活塞外殼；

將一過濾器耦接至該施配區塊，使得該過濾器與該施配腔室及該饋入腔室流體連通。

20. 如請求項19之方法，其中該饋入馬達為步進馬達且該施配馬達為一無刷DC馬達。

21. 如請求項19之方法，將一閥板耦接至該施配區塊，其中該閥板至少部分界定一或多個閥，其中該施配區塊進一步界定該幫浦入口流徑之一第一及第二部分、饋入級出口流徑之一第一及第二部分、施配級入口流徑之一第一及第二部分、一排放流徑之一第一及第二部分、一淨化流徑之一第一及第二部分以及該幫浦出口流徑之至少一部分，且其中：

該幫浦入口流徑之該第一部分自一入口通向一入口閥且該幫浦入口流徑之該第二部分自該入口閥通向該饋入腔室；

該饋入級出口流徑之該第一部分自該饋入腔室通向一隔離閥且該饋入級出口流徑之該第二部分通向該過濾器；

該施配級入口流徑之該第一部分自該過濾器通向一阻障閥且該施配級入口流徑之該第二部分自該阻障閥通向該施配腔室；

該排放流徑之該第一部分自該過濾器通向一排放閥且該排放流徑之該第二部分自該排放閥通向一排放出口；

該淨化流徑之該第一部分自該施配腔室通向一淨化閥且該淨化流徑之該第二部分自該淨化閥通向該饋入腔室。

22. 如請求項19之方法，其包含：

將一組具有螺孔之金屬棒插入於該施配區塊中，其中該等螺孔經對準使得每一棒與擰緊於該棒之該等螺孔中之螺桿正交；及

將螺桿擰緊至該等螺孔內以將一或多個組件耦接至該施配區塊。

23. 一種幫浦，其包含：

一幫浦入口流徑，其容納來自一外部流體源之流體；

一幫浦出口流徑，其導引流體至一噴嘴；

一淨化流徑；

一單件施配區塊，其界定該幫浦入口流徑之一第一部份及一第二部份、該幫浦出口流徑、該幫浦淨化流徑之一第一部分及一第二部分與一與該幫浦出口流徑及該幫浦入口流徑及該淨化流徑流體連通之幫浦腔室之至少一部分；

一滾動隔膜，其可在該幫浦腔室中移動；

一活塞，其用於移動該滾動隔膜，藉此該活塞直接移動該隔膜，其中該活塞接觸該滾動隔膜通過一移動之範圍且其中該滾動隔膜在介於該活塞及該幫浦腔室之一壁之一隔間滾動及非滾動；及

一馬達，其耦接至該活塞以使該活塞往復運動；

一耦接至該施配區塊之閥板，該閥板及該施配區塊係

界定一與該幫浦入口流徑之該第一及第二部份流體連通之入口閥腔室及一與該淨化流徑之該第一及第二部份流體聯通之淨化閥腔室及一與該幫浦出口流徑之該第一及第二部份流體聯通一出口閥腔室，其中該閥板界定該閥腔室及該閥板之一單一側上且其中該閥板係與該施配區塊之端面耦接；

一片介於該施配區塊及該閥板之間之彈性體材料，其形成一入口閥、一出口閥及一淨化閥之各個之閥隔膜；及

一壓力感應器，其被設置以讀取該幫浦腔室中之壓力。

24. 如請求項23之幫浦，

其中該幫浦入口流徑之該第一部分自一入口通向一入口閥且該幫浦入口流徑之該第二部分自該入口閥通向該幫浦腔室；

該淨化流徑之該第一部分自該幫浦腔室通向一淨化閥且該淨化流徑之該第二部分自該淨化閥通向一淨化出口。

25. 如請求項24之幫浦，其進一步包含一片耦接於該閥板與該施配區塊之間的彈性體材料。

26. 如請求項24之幫浦，其進一步包含：

一電子器件外殼，其係由該施配區塊之一表面部分地界定；及

一歧管，其定位於該電子器件外殼中，遠離該施配區

塊之該表面，該歧管與該入口閥及該淨化閥流體連通，
該歧管包含一或多個電磁閥；且

至少一供應線係與該歧管連通且穿過該電子器外殼；

一背板；

一安置於該電子器件外殼中之PCB板；

其中，該PCB板經組態具有在該PCB板之一與該施配區塊之該表面相對之側上之一或多個熱產生組件，其中該歧管及PCB板耦接至該背板，且其中該背板係由一經選擇以消散來自該PCB板及該歧管之熱的材料形成。

27. 如請求項23之幫浦，其中該幫浦進一步包含一電子器件外殼，且其中該施配區塊包含一傾斜特徵以引導滴液遠離該電子器件外殼；及

其中該施配區塊進一步包含一凸緣，該凸緣位於該施配區塊之一接觸該電子器件外殼之一頂蓋的邊緣處，其中該頂蓋之一頂表面與該凸緣之一頂表面齊平且該頂蓋之一側表面係自該凸緣之一外邊緣向內插入。

28. 如請求項27之幫浦，其進一步包含：

一背板，其部分界定該電子器件外殼；

一密封件，其位於該背板與該頂蓋之間。

29. 如請求項28之幫浦，其中該幫浦進一步包含一或多個蓋，其中該或該等蓋之每一垂直表面係自該施配區塊之一對應垂直表面向內偏移。

十一、圖式：

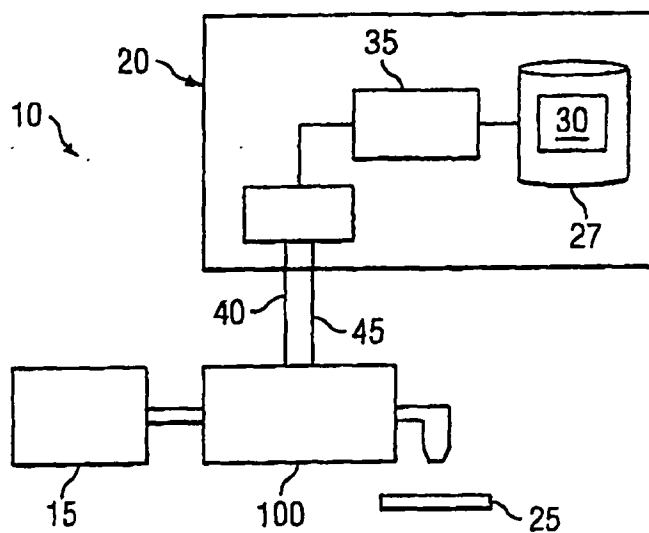


圖 1

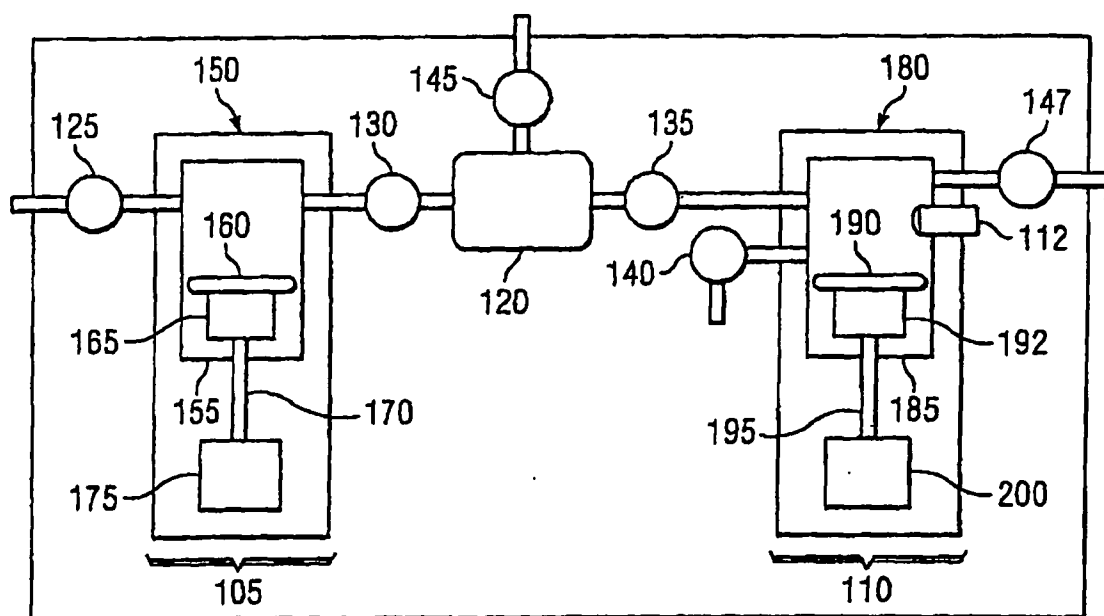


圖 2

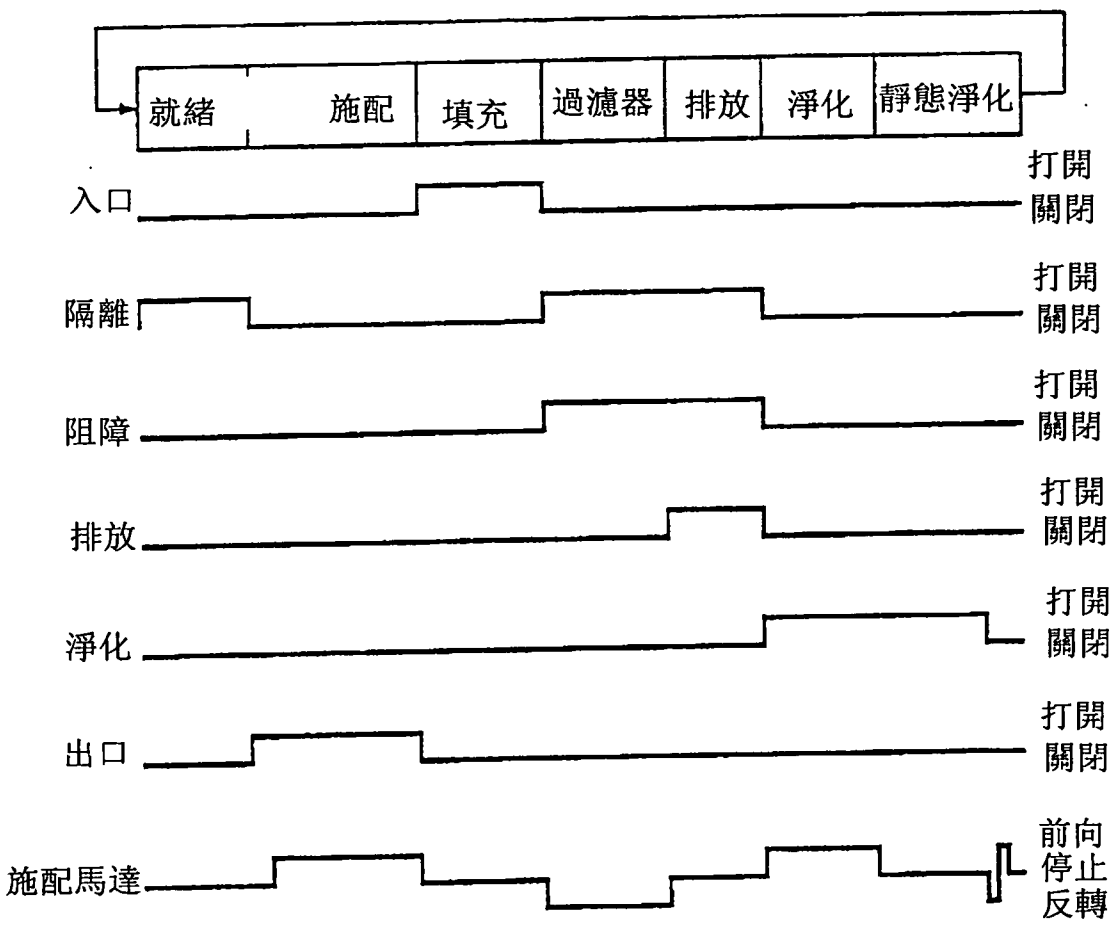


圖3

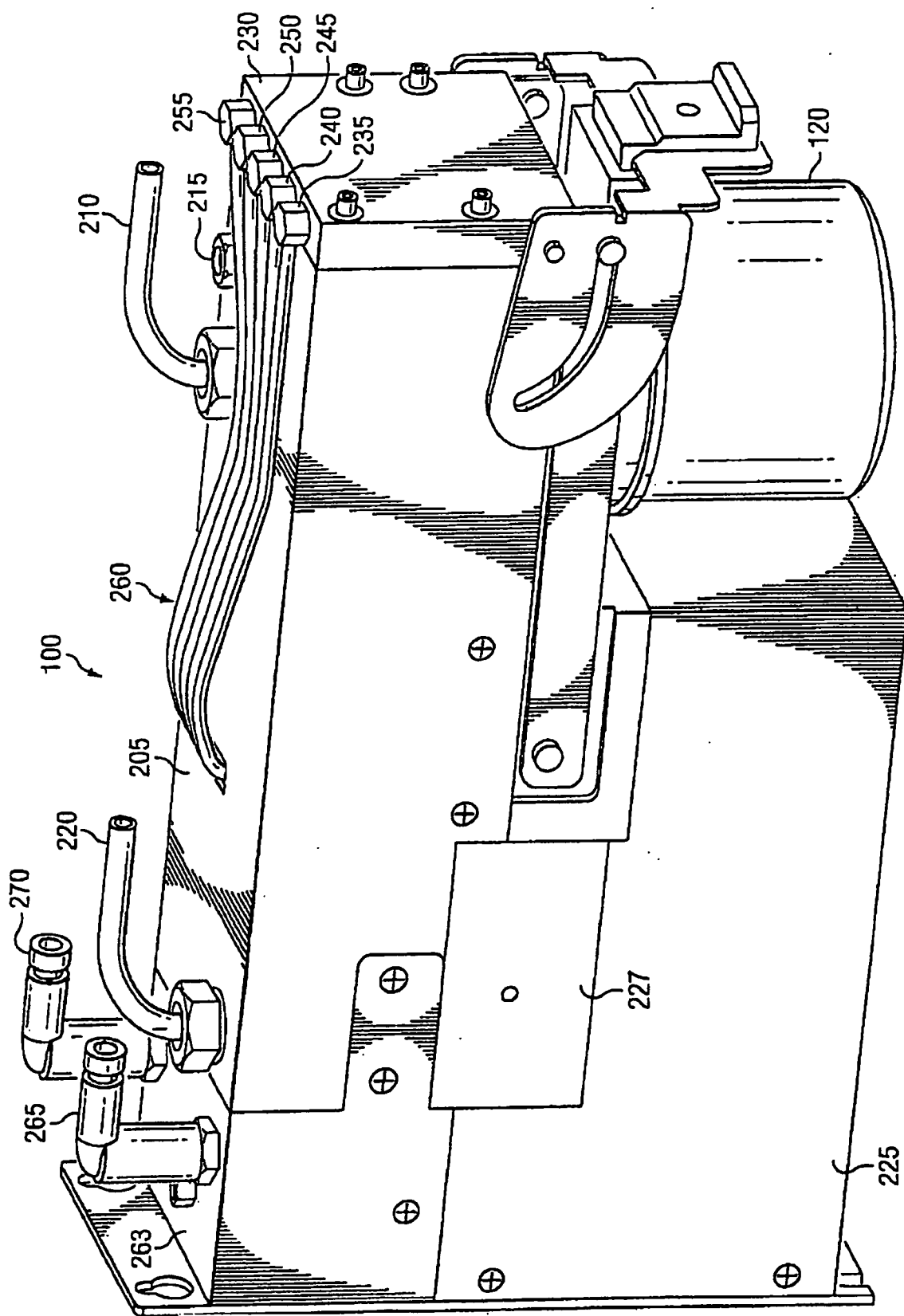


圖 4A

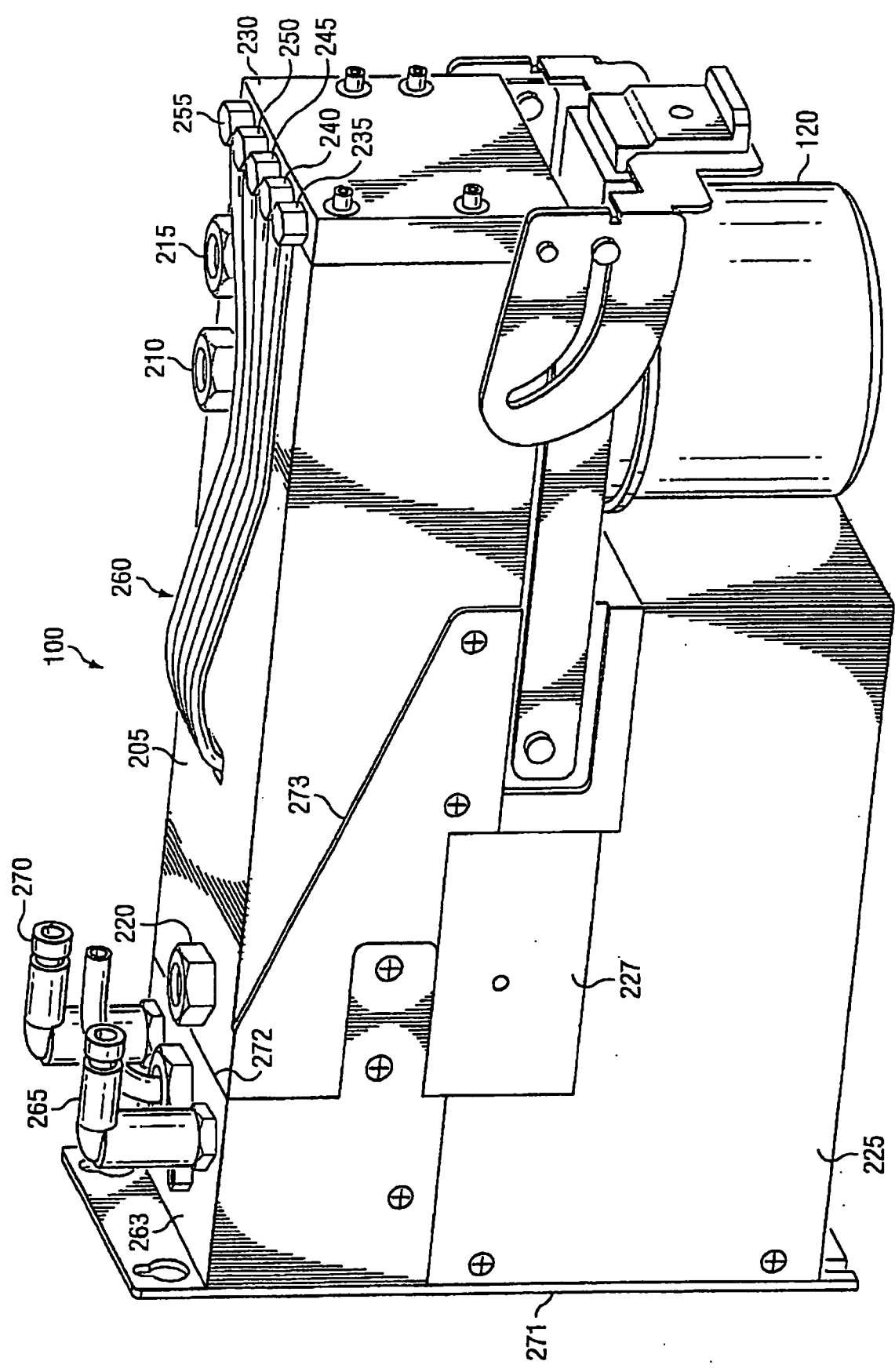


圖4B

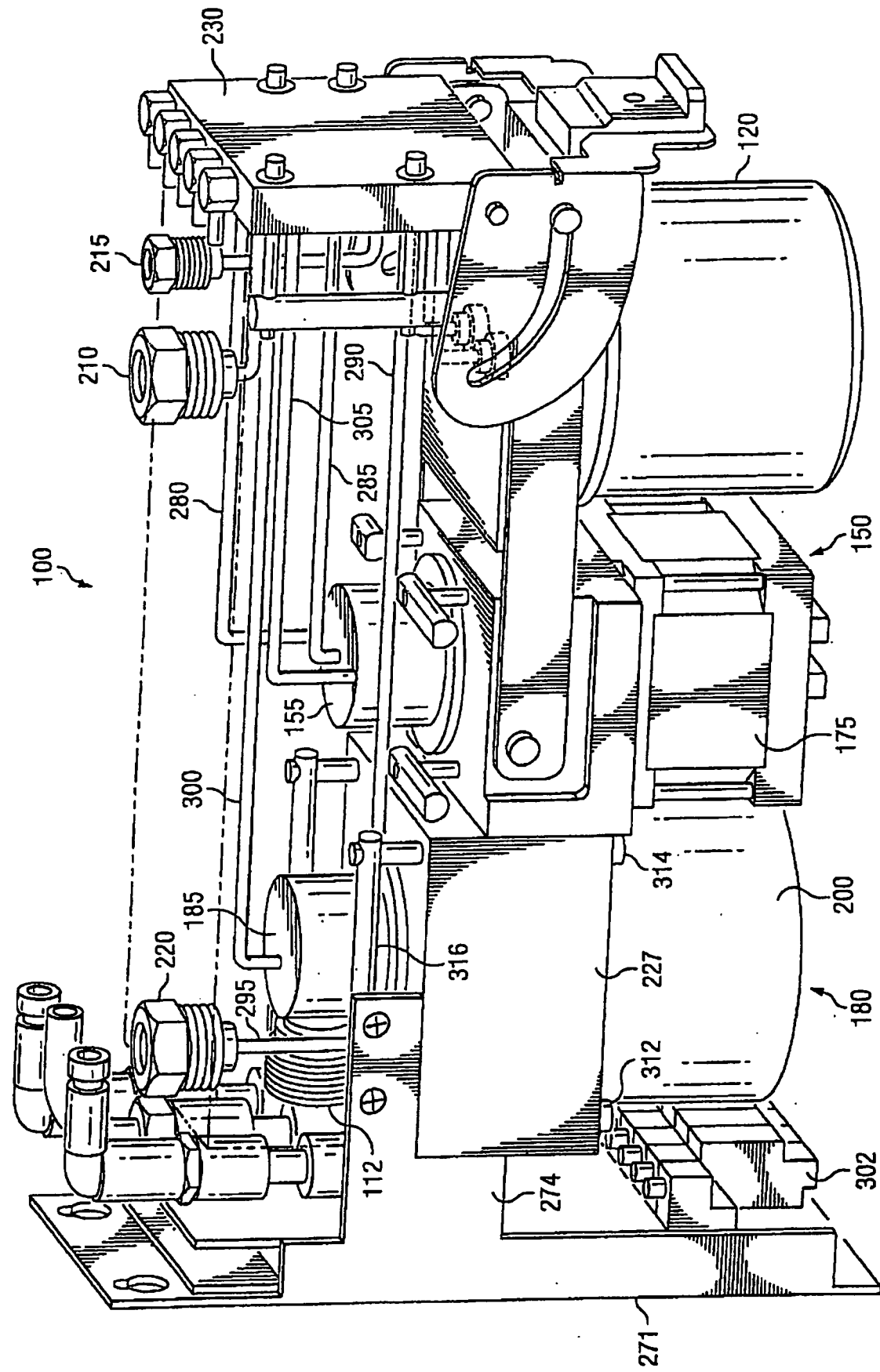


圖5A

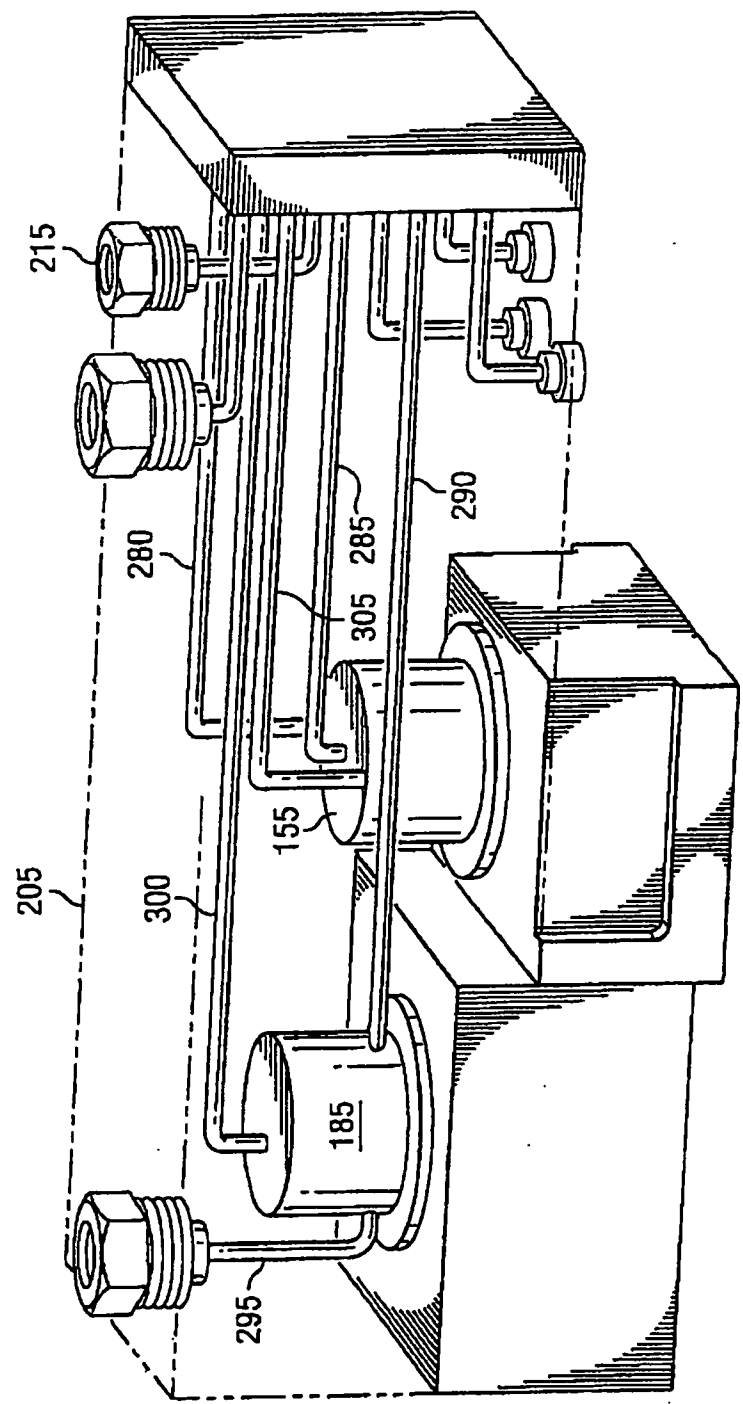


圖5B

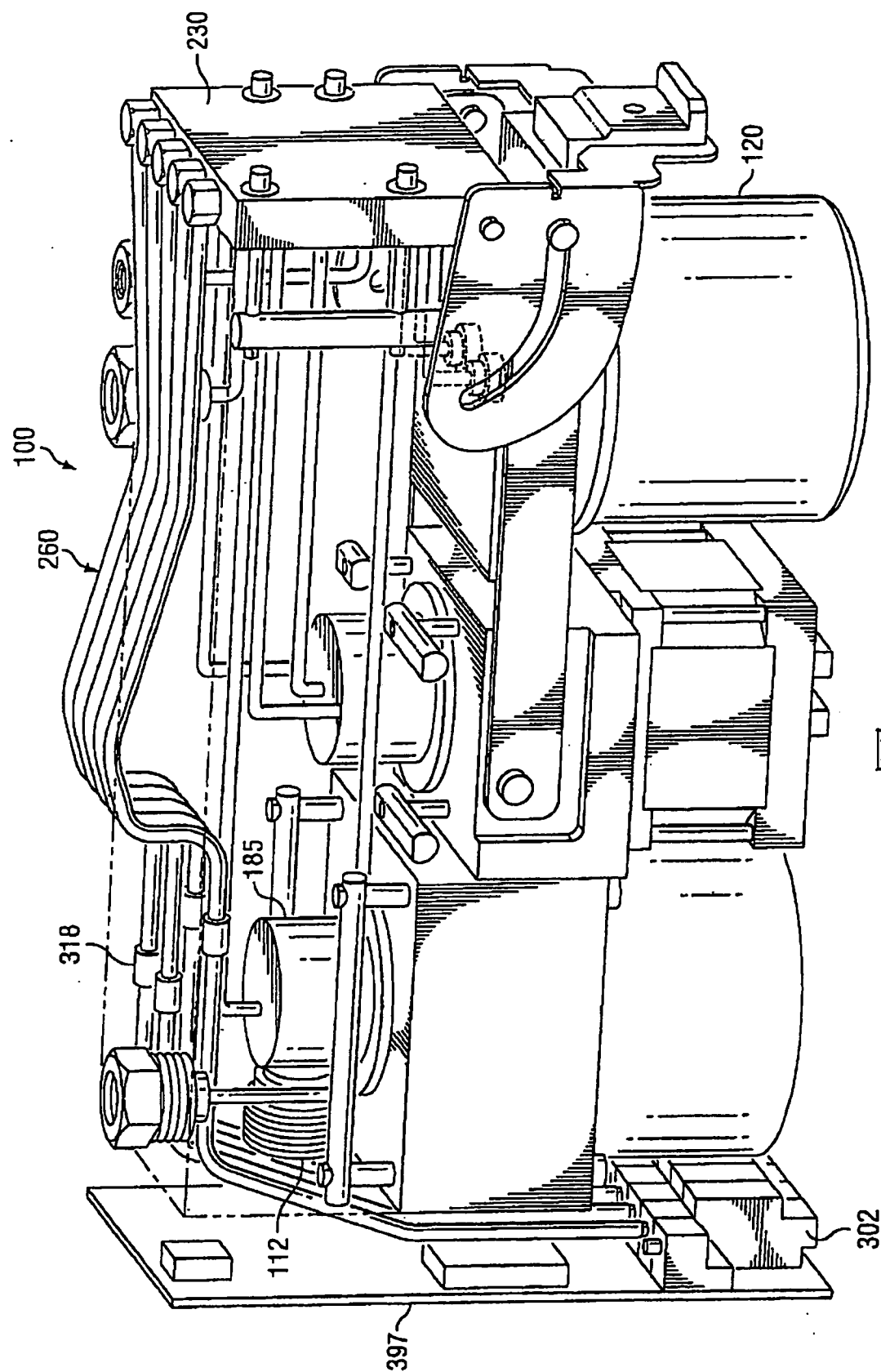


圖 5C

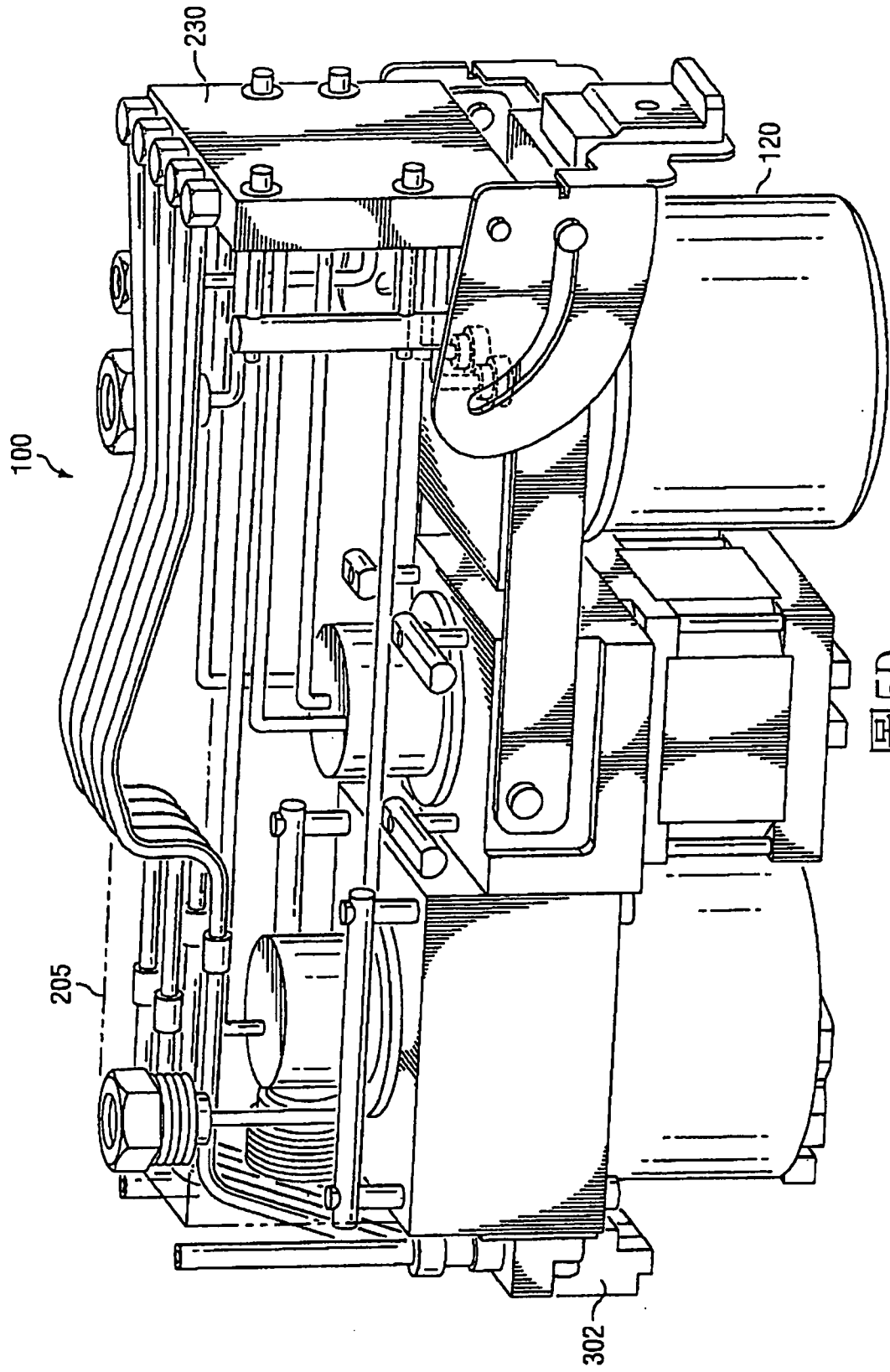


圖 5D

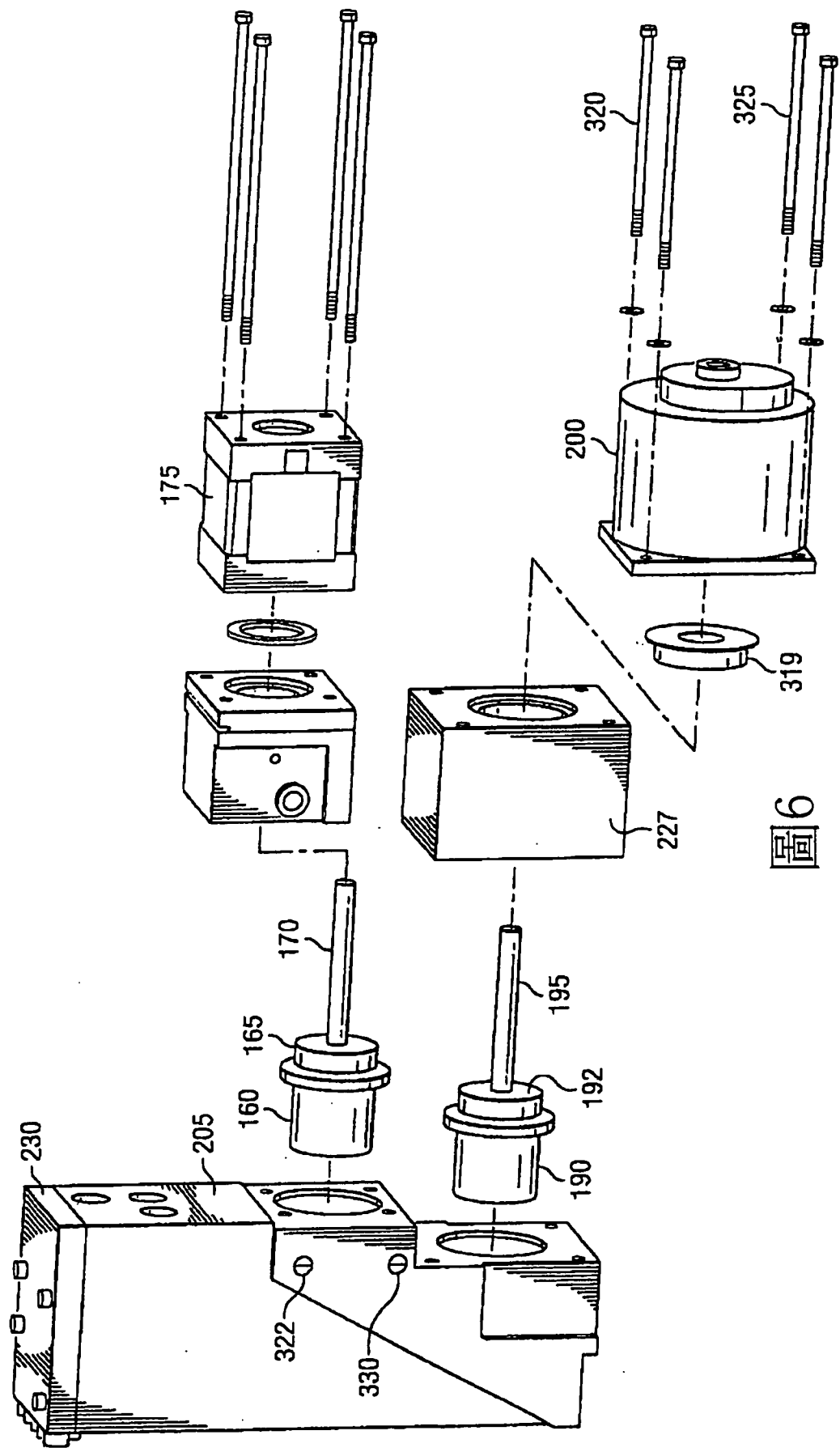


圖6

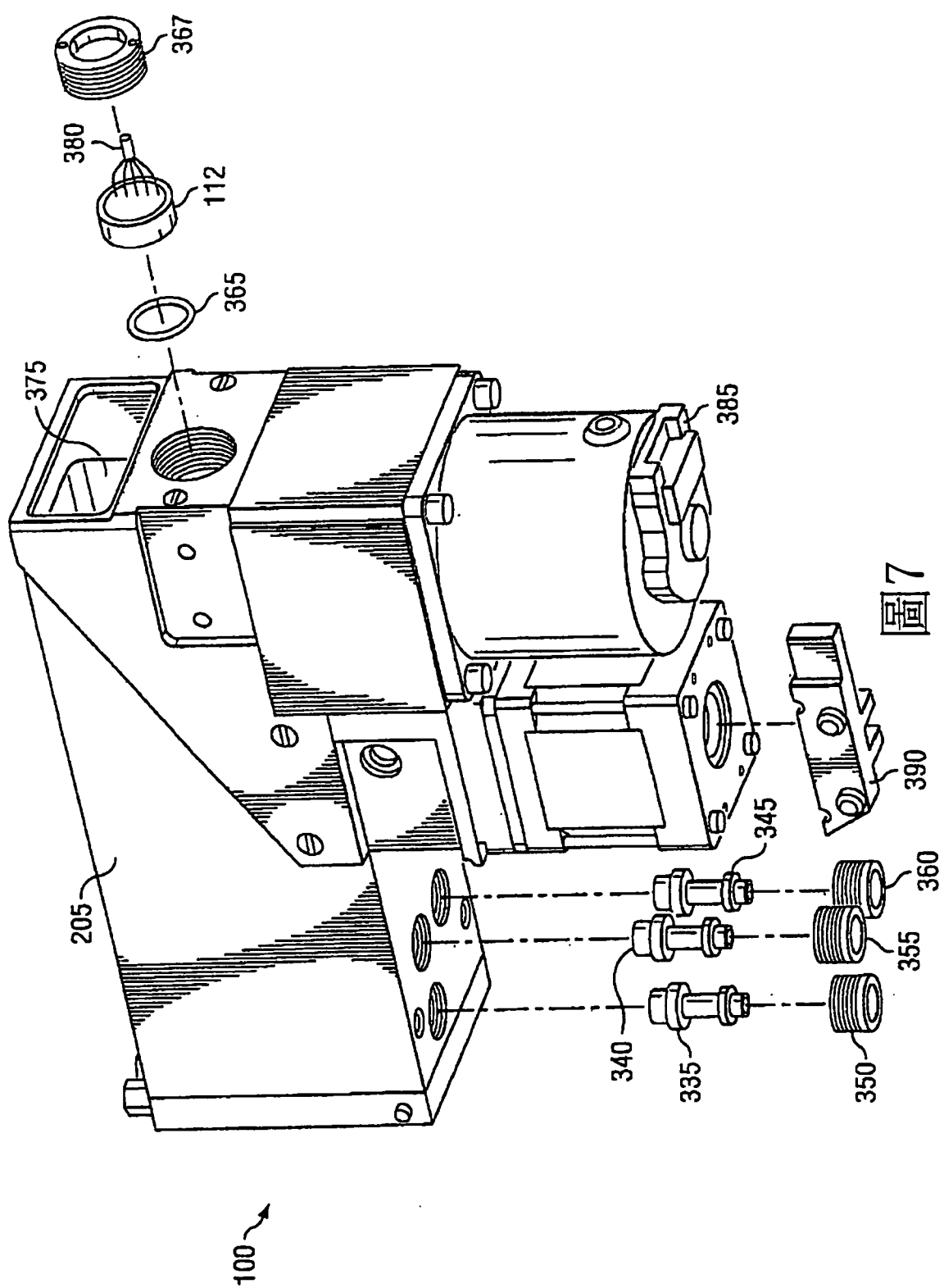


圖 7

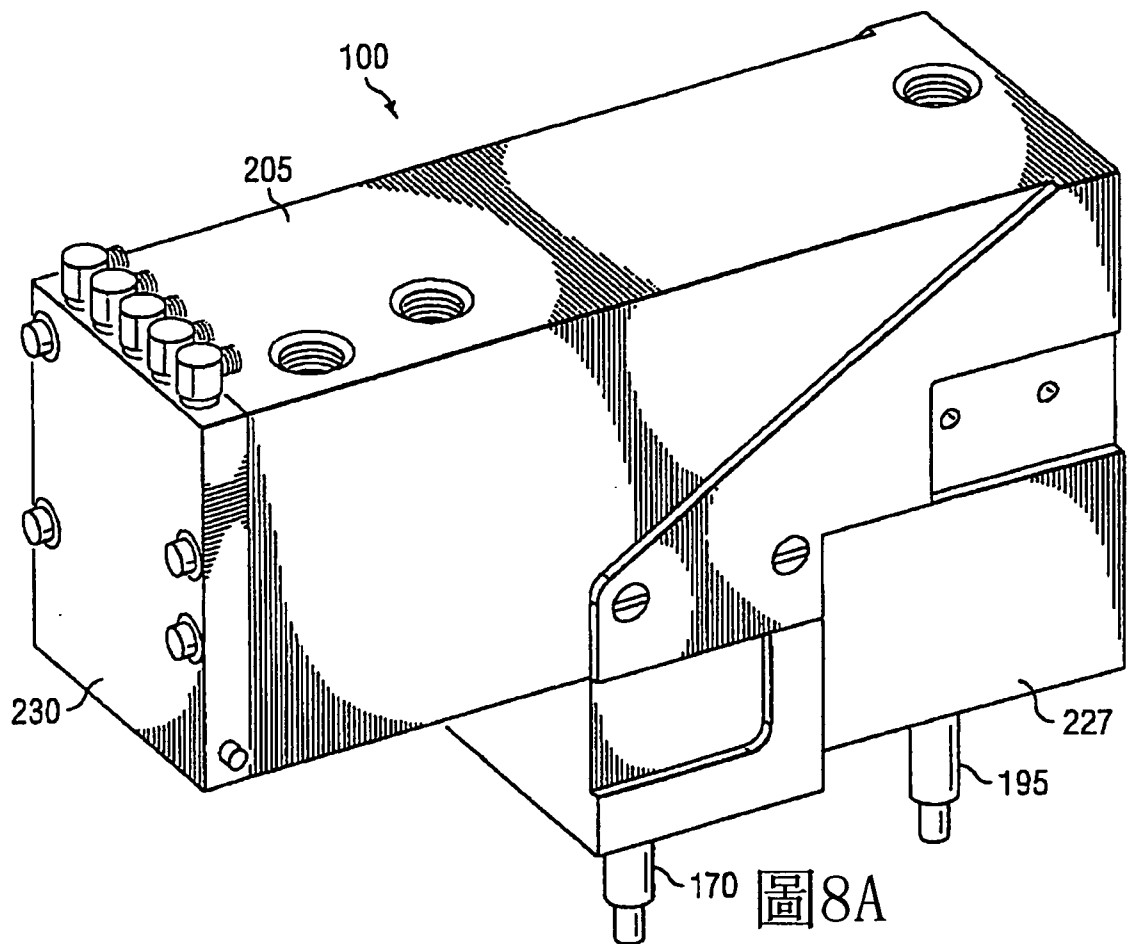


圖8A

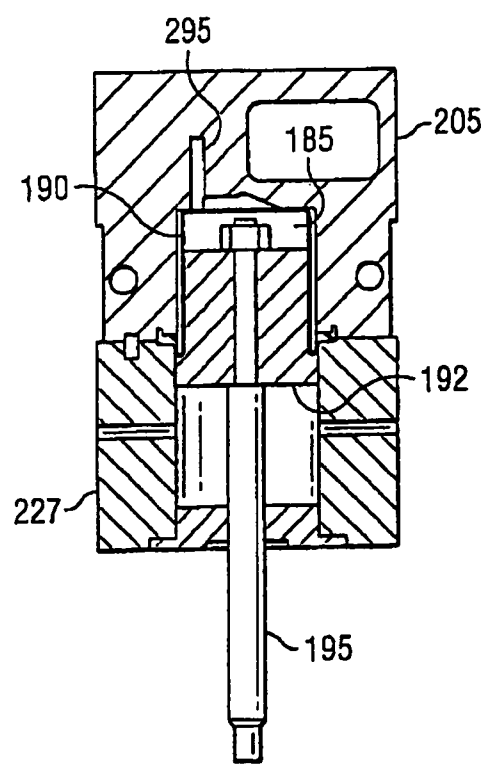


圖8B

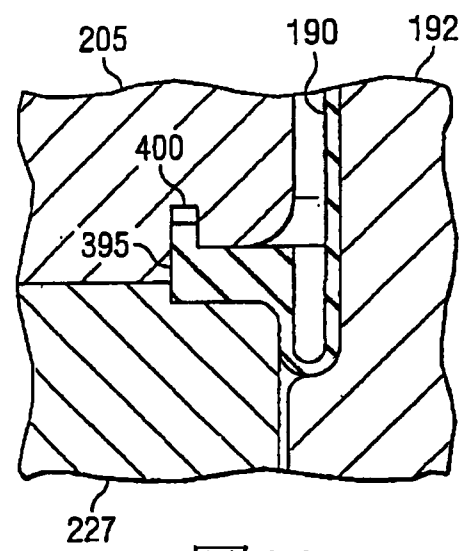
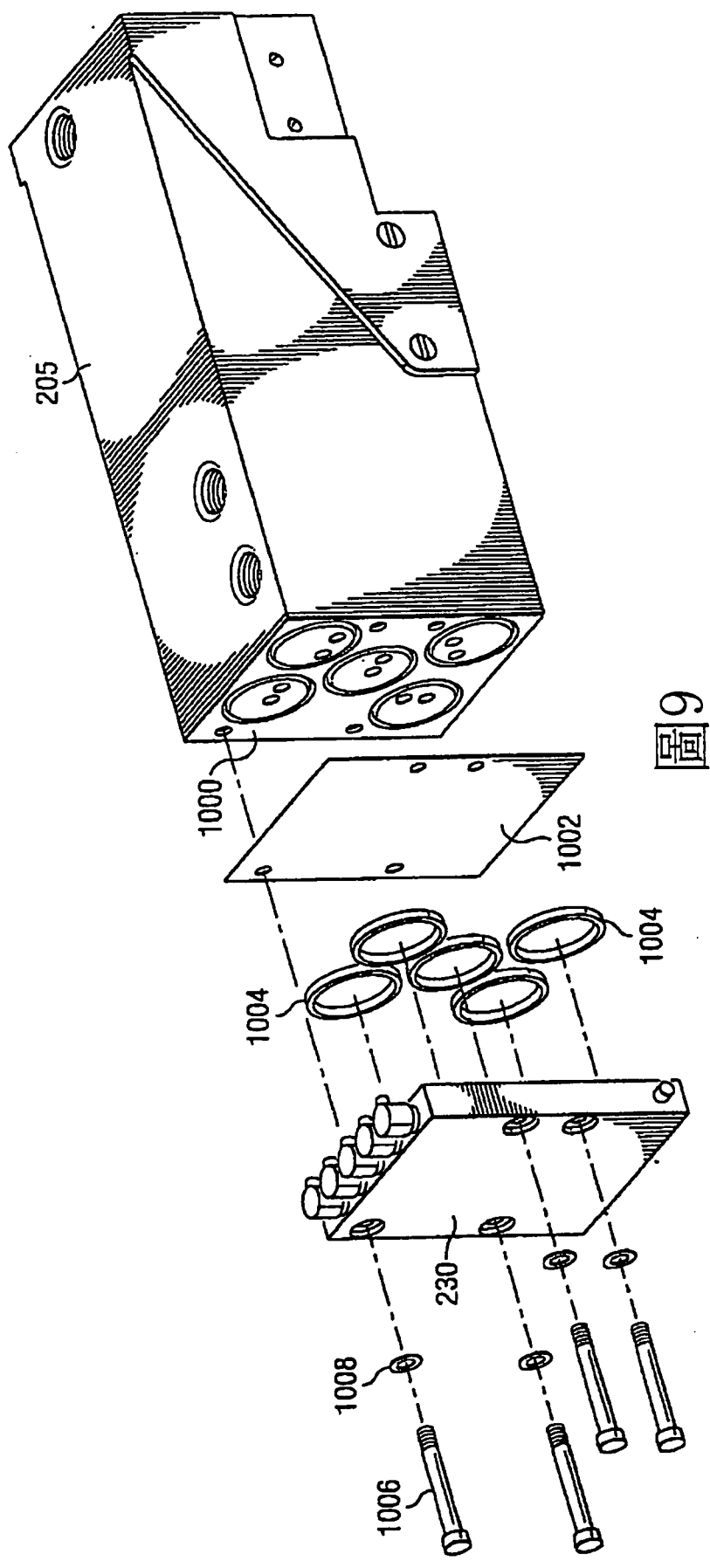


圖8C



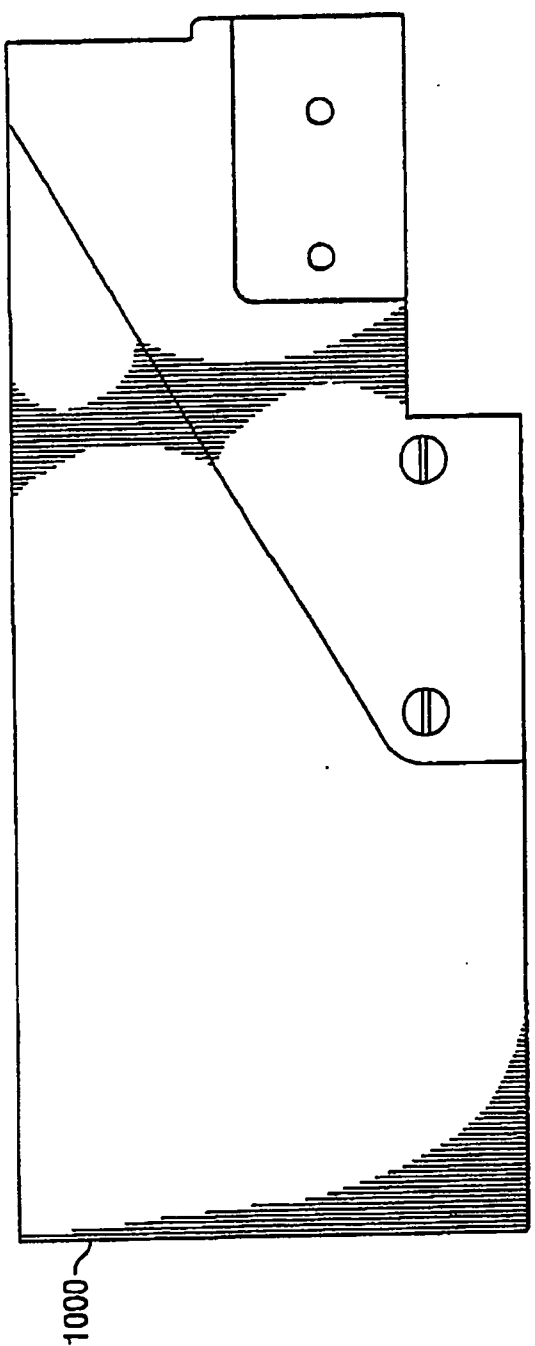


圖10A

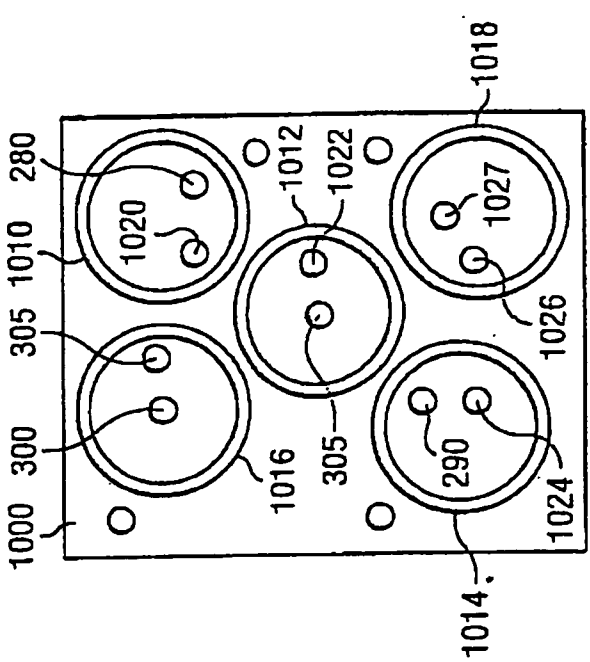


圖10B

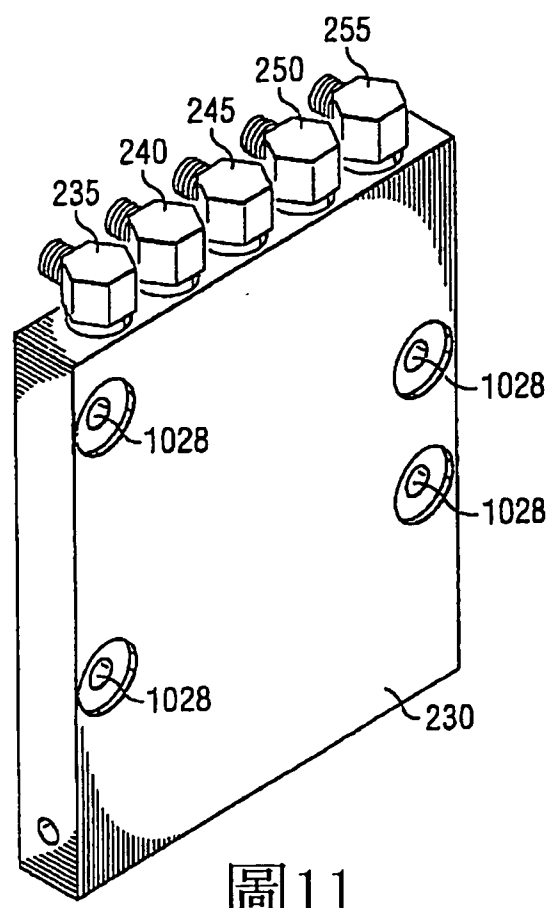


圖 11

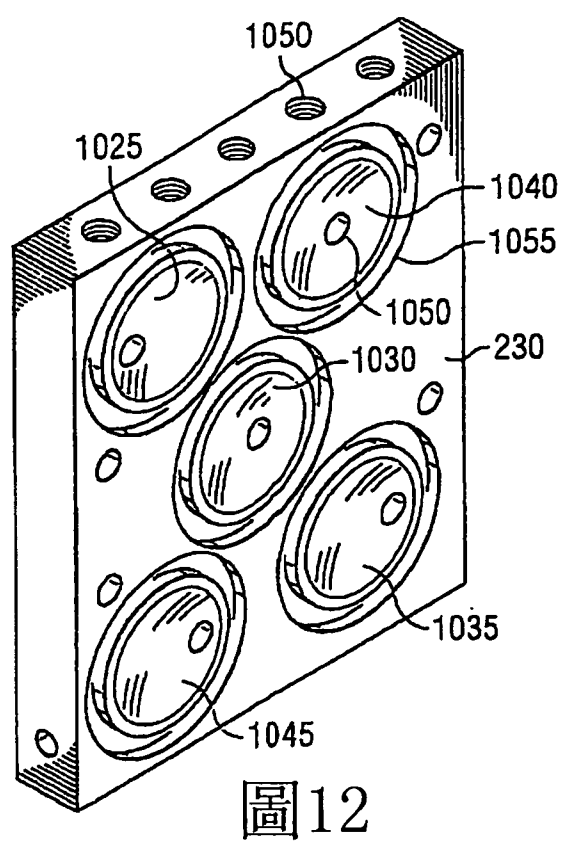


圖 12

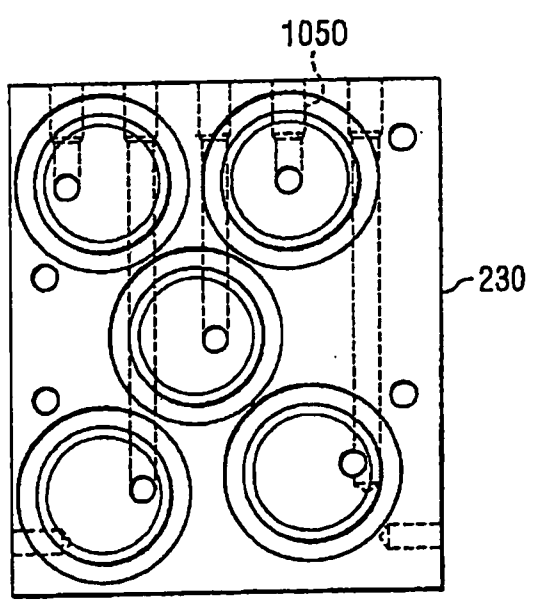


圖 13

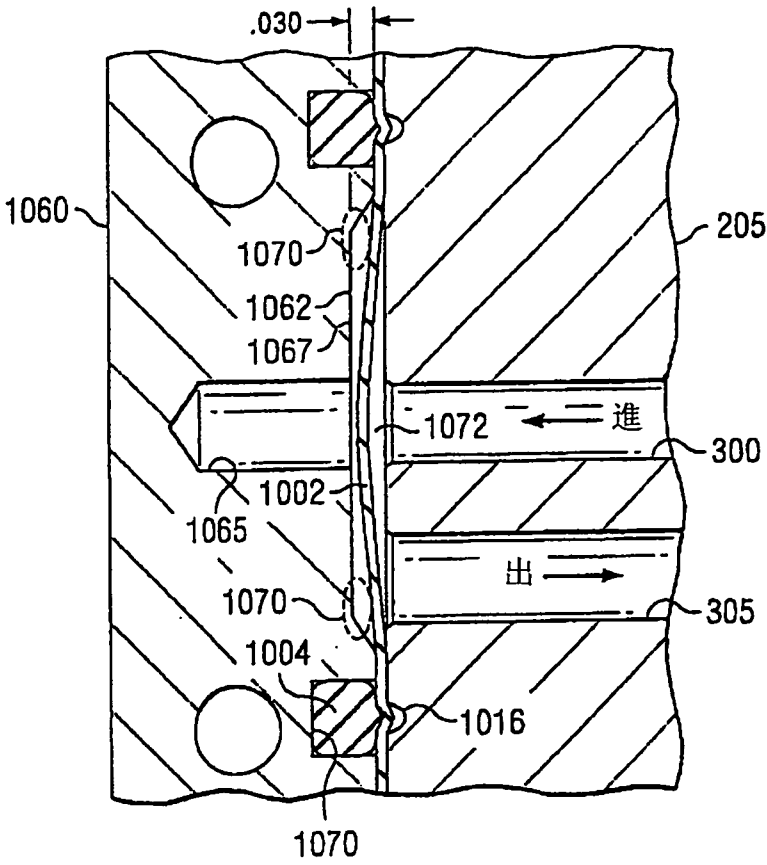


圖14A

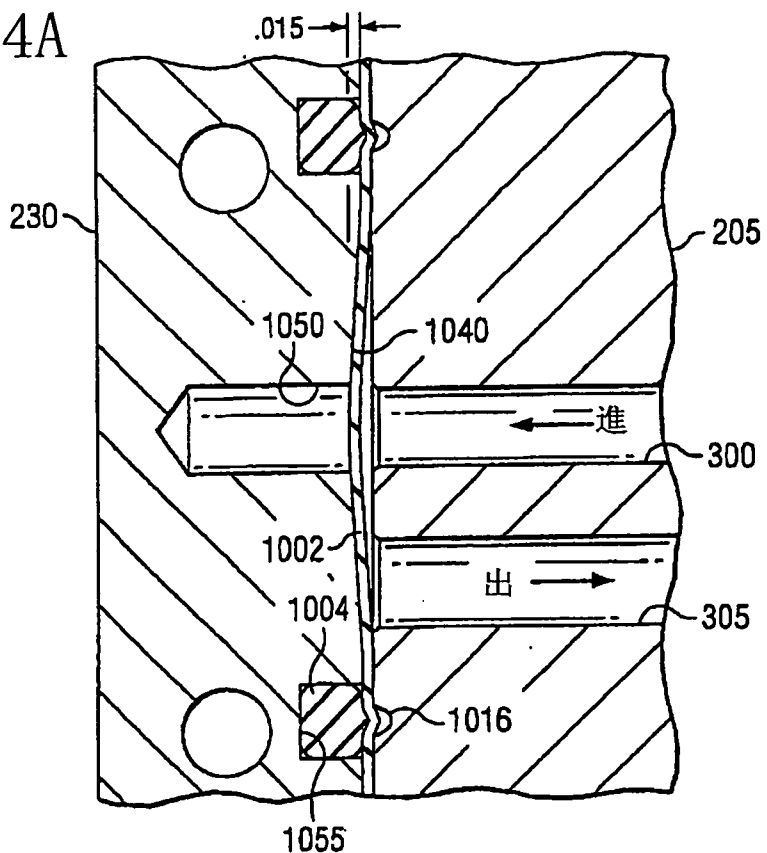


圖14B

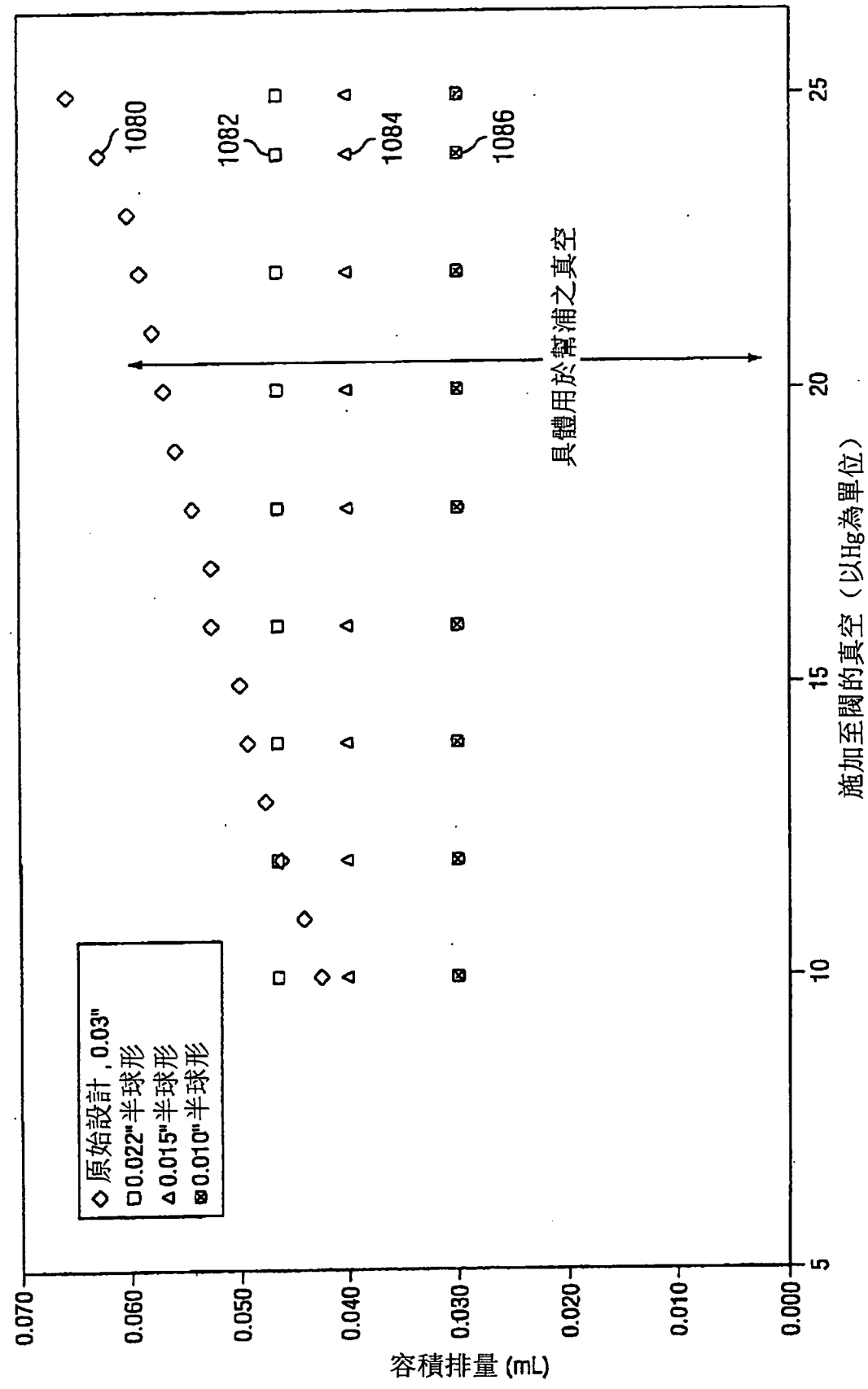


圖15

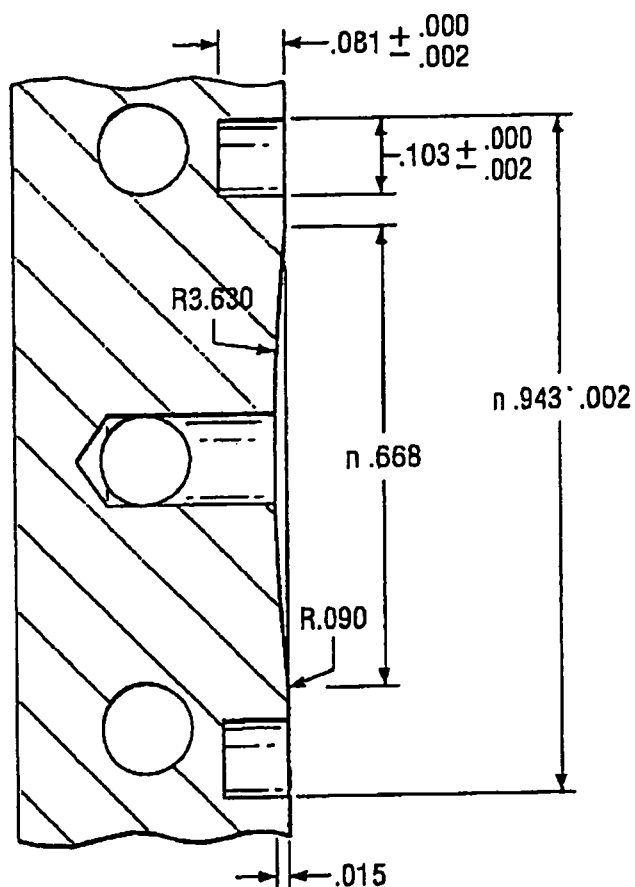


圖 16A

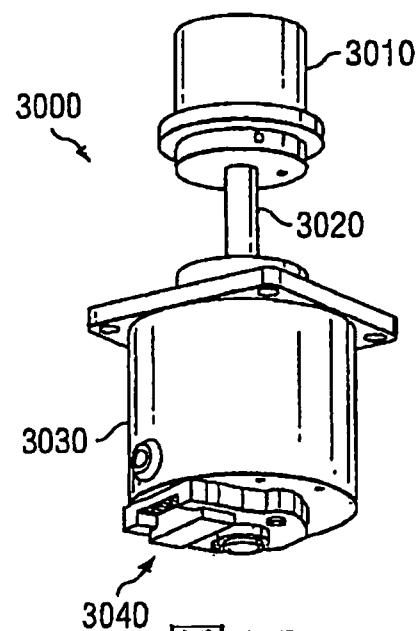


圖 17

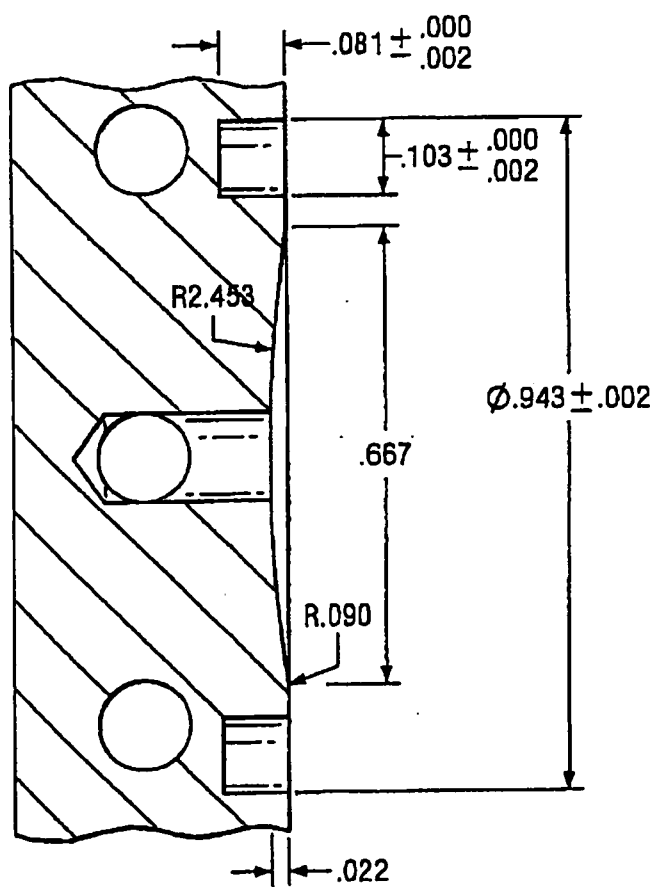


圖 16B

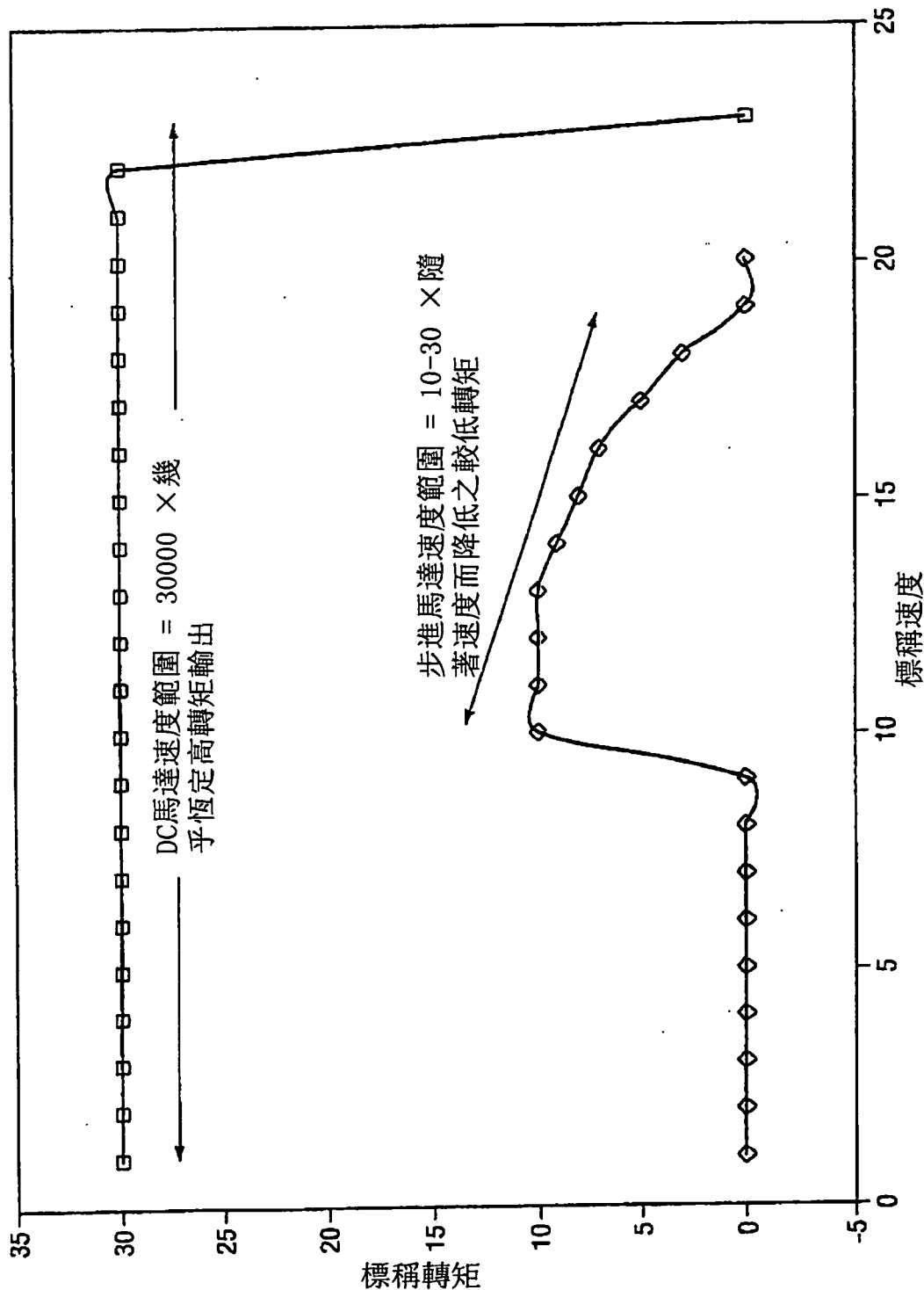


圖18

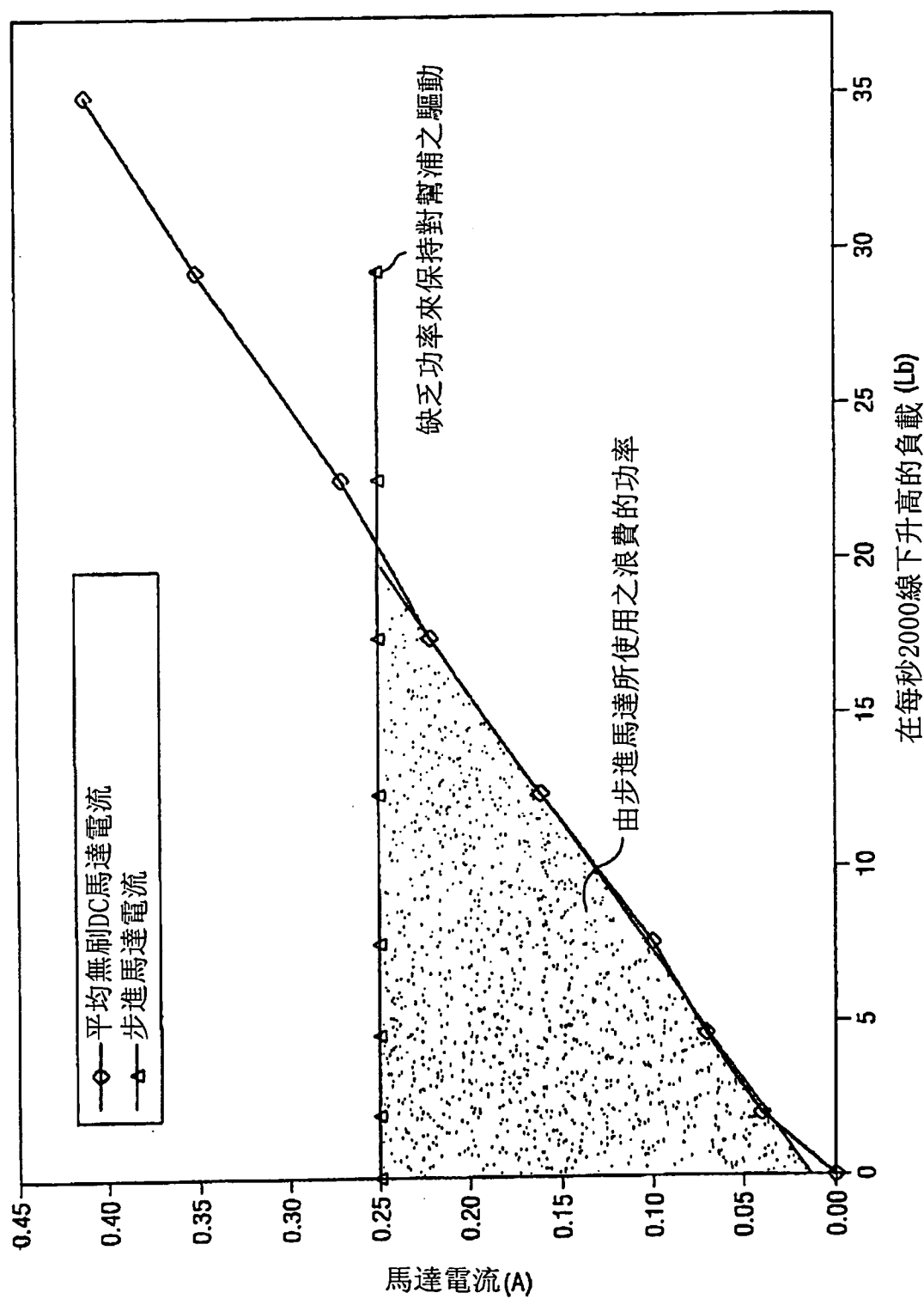


圖19
在每秒2000線下升高的負載 (lb)

系統段名	系統段號	閥延遲號	前向	反轉	施配	前向	反轉	入口	淨化	排放	隔離	阻障
就緒												
打開鄰接的	1											
施配及填充	2											
	3											
	4											
	5											
	6											
關閉鄰接的	7											
結束填充	8											
	9	0										
	10	1										
	11	2										
預過濾	12	3										
過濾	13											
	14											
	15	4										
	16	5										
排放	17											
	18	6										
PRS零A	19	7										
	20	8										
	21	9										
	22	10										
	23	11										
	24	12										
淨化	25											
ST PRG	26	13										
PRS零B	27	14										
	28	15										
P.C. 2A	29											

BLDCM

步進

閥

圖20A

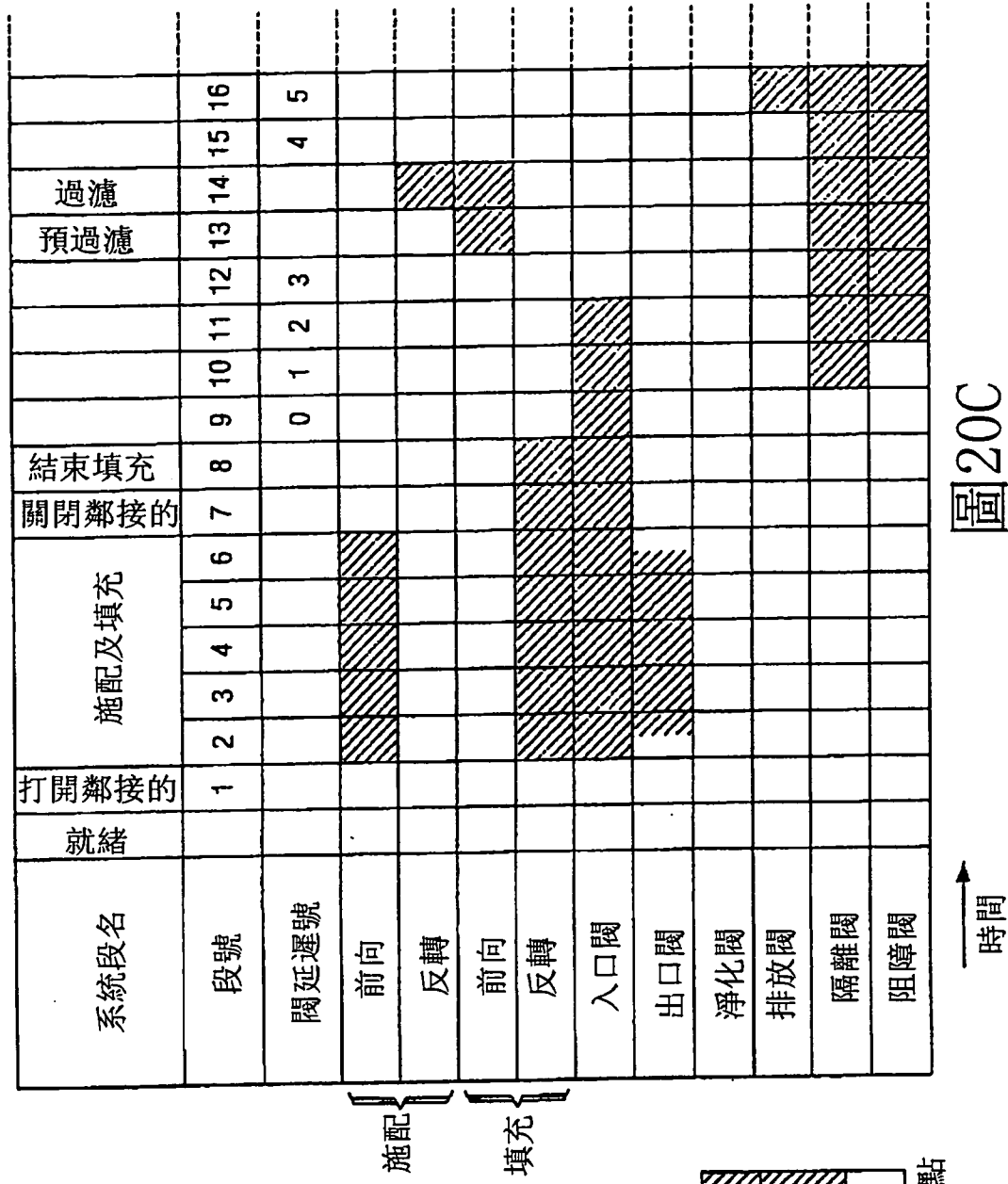


圖20C

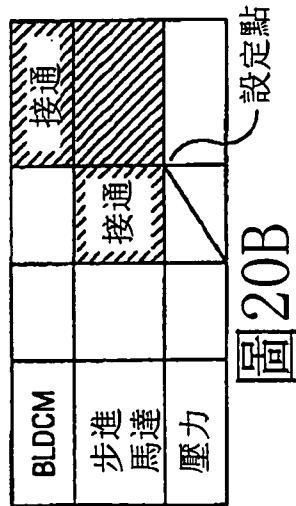
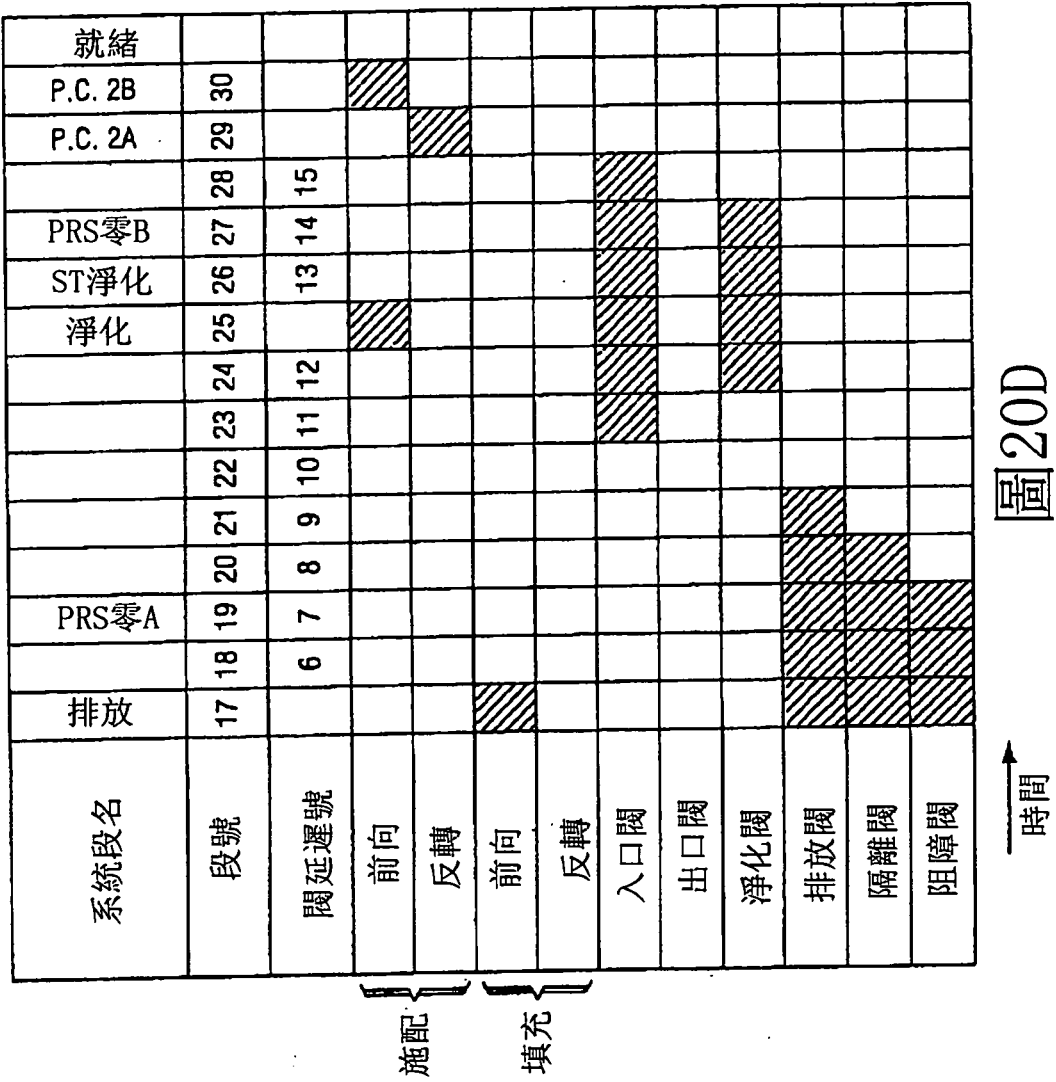


圖20B



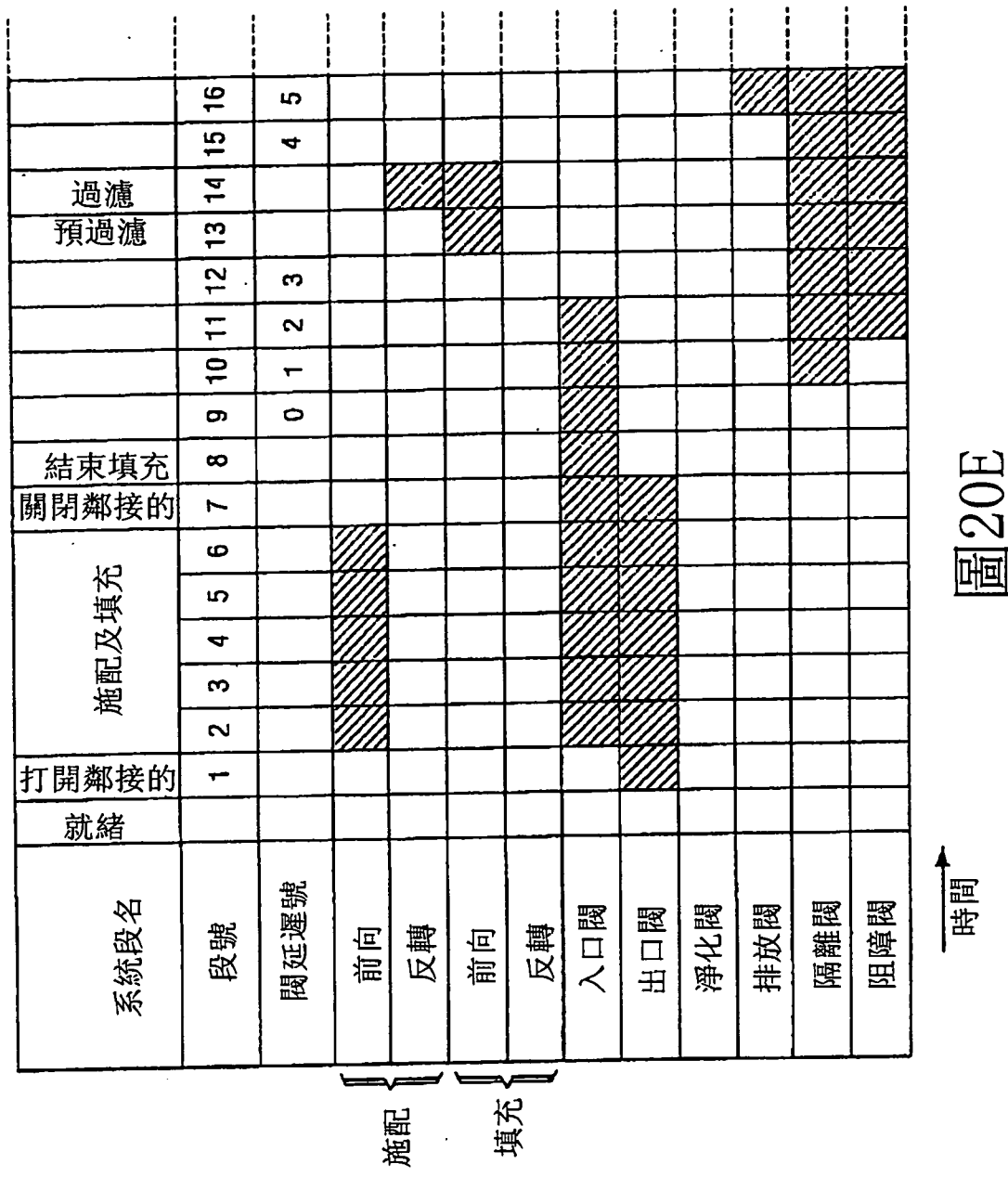
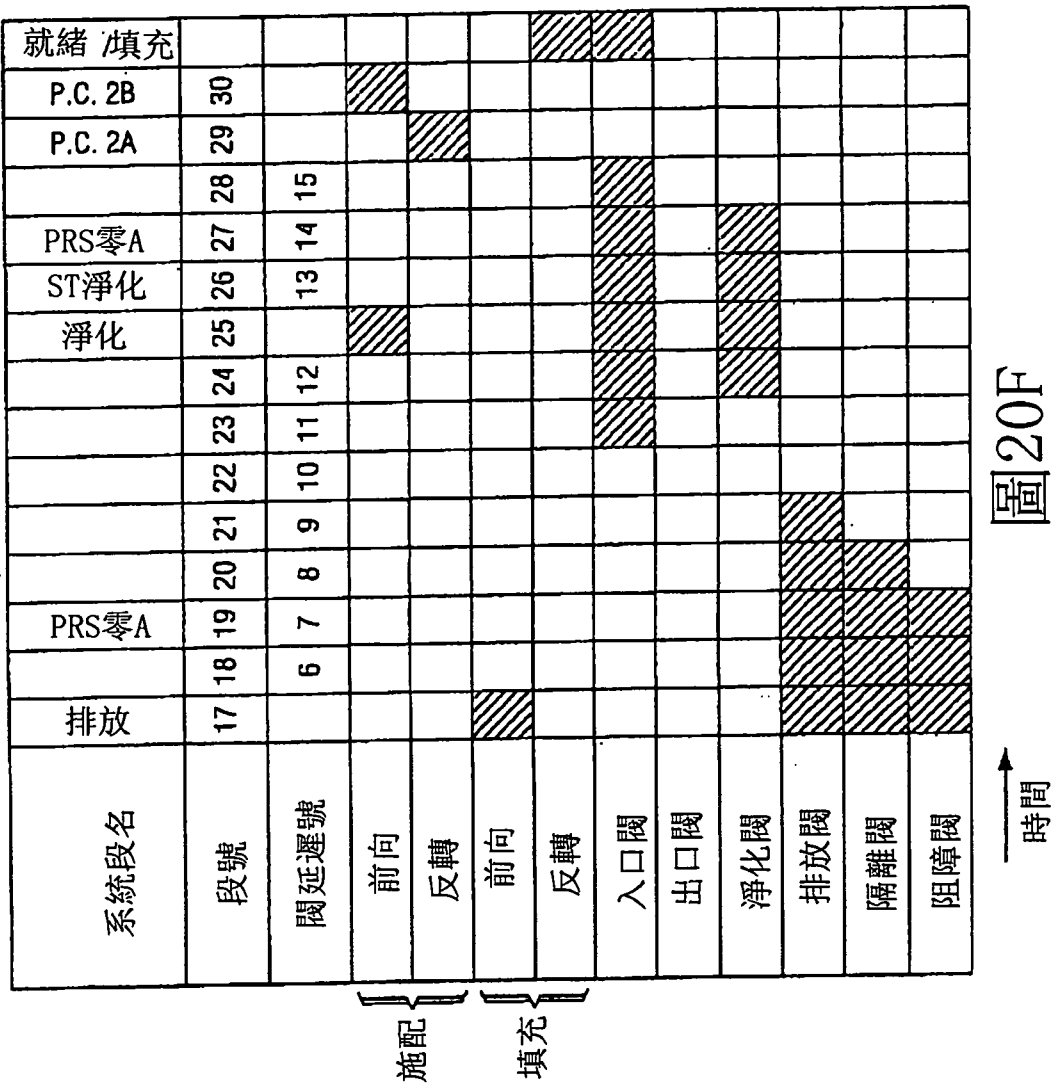


圖20E



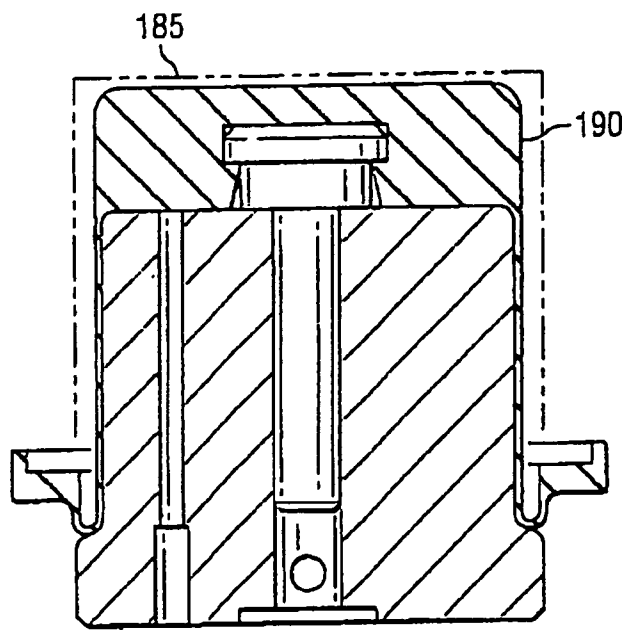


圖21A-1

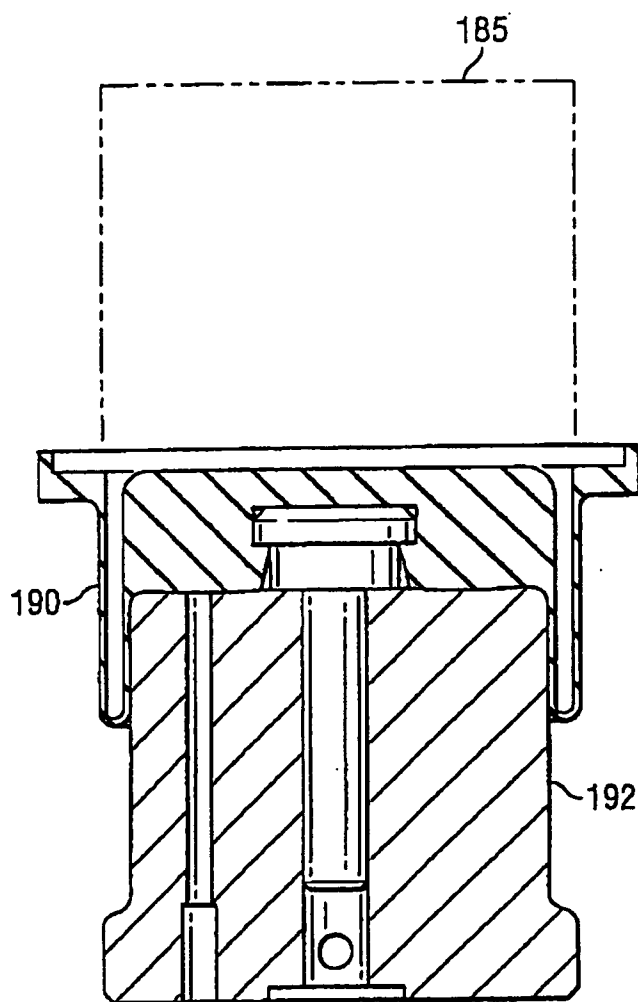


圖21A-2

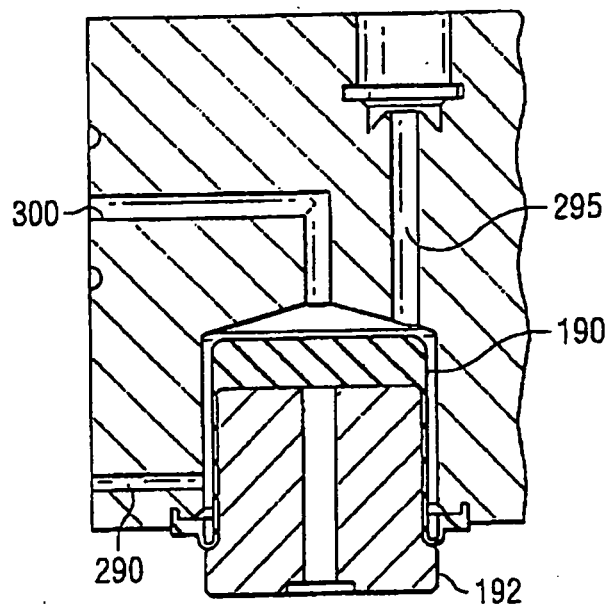


圖21B

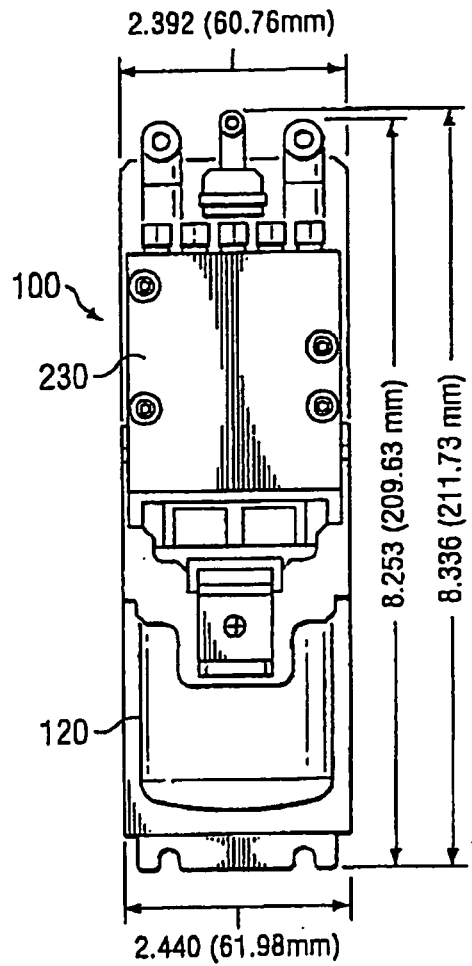
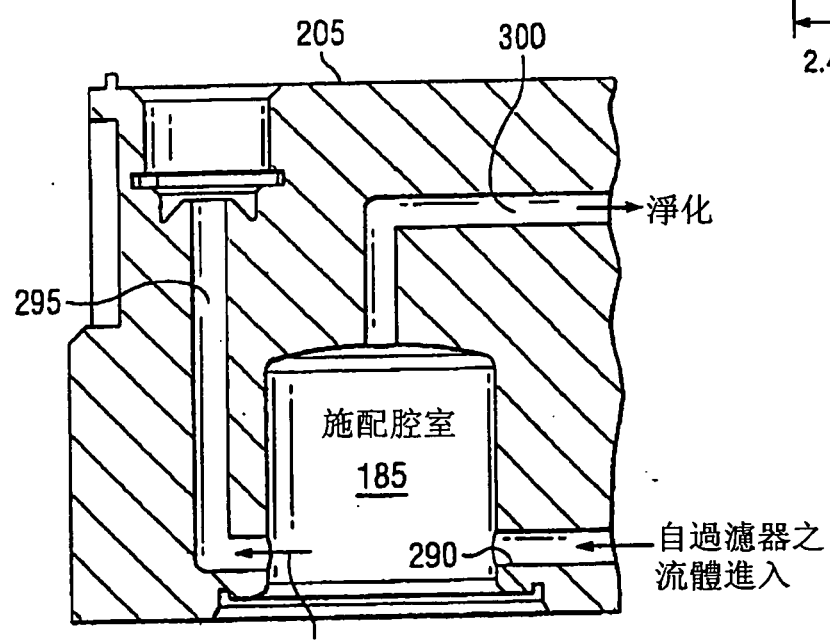


圖22A



流體流出以施配

圖21C

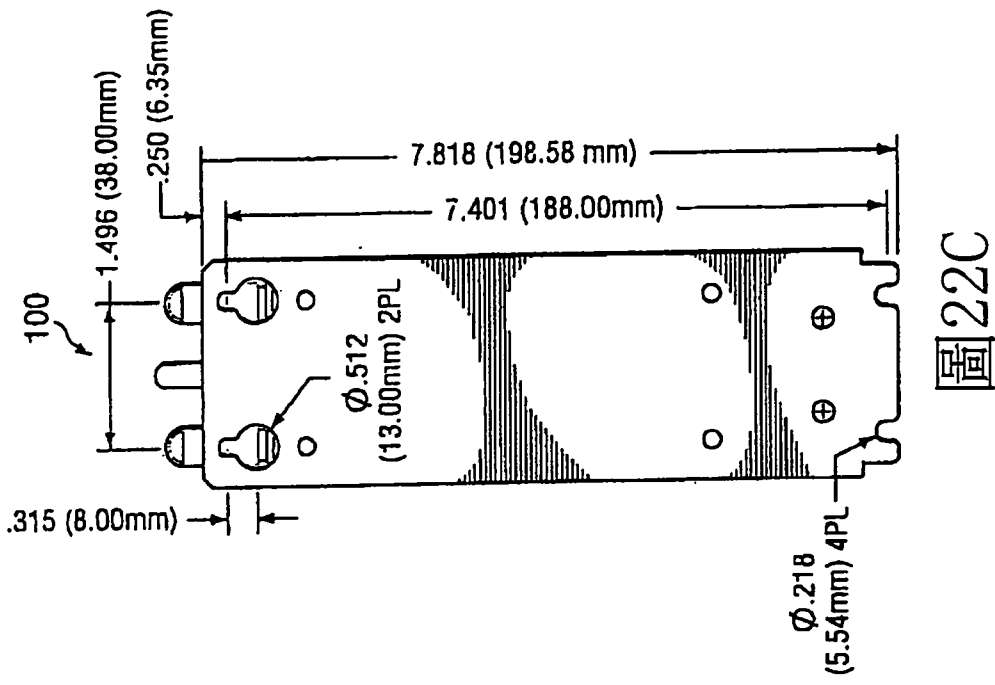


圖 22C

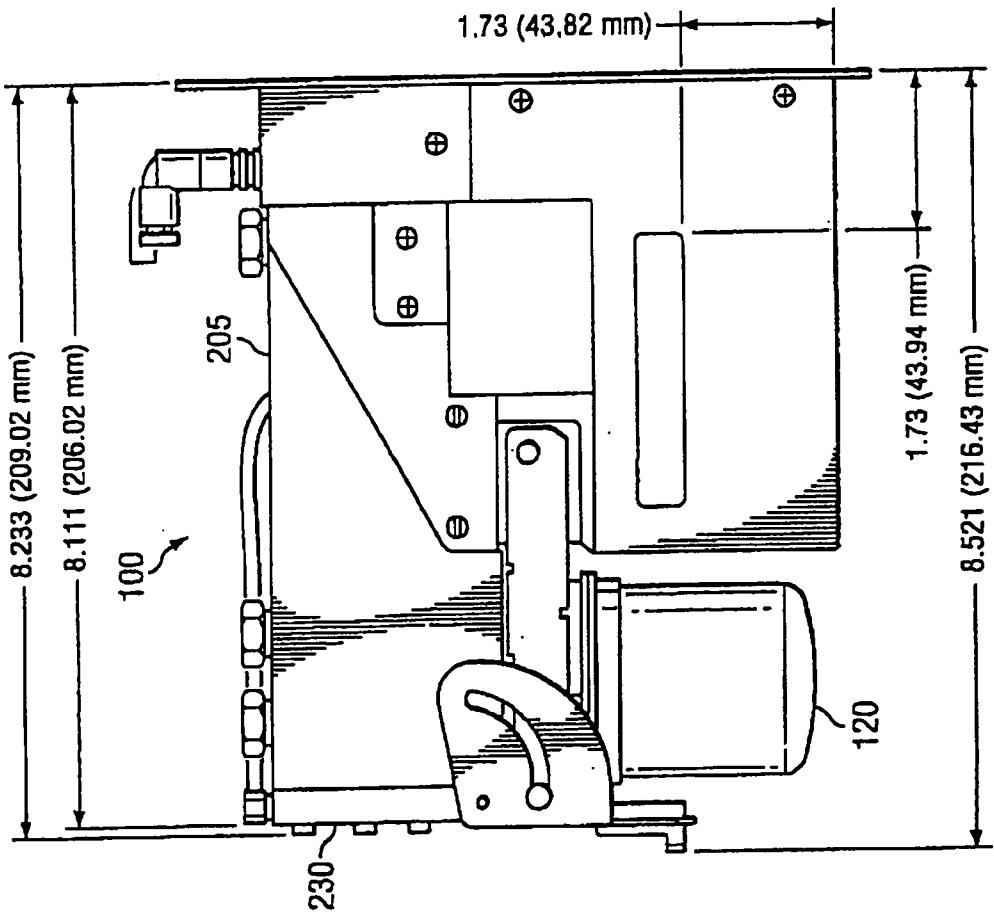


圖 22B

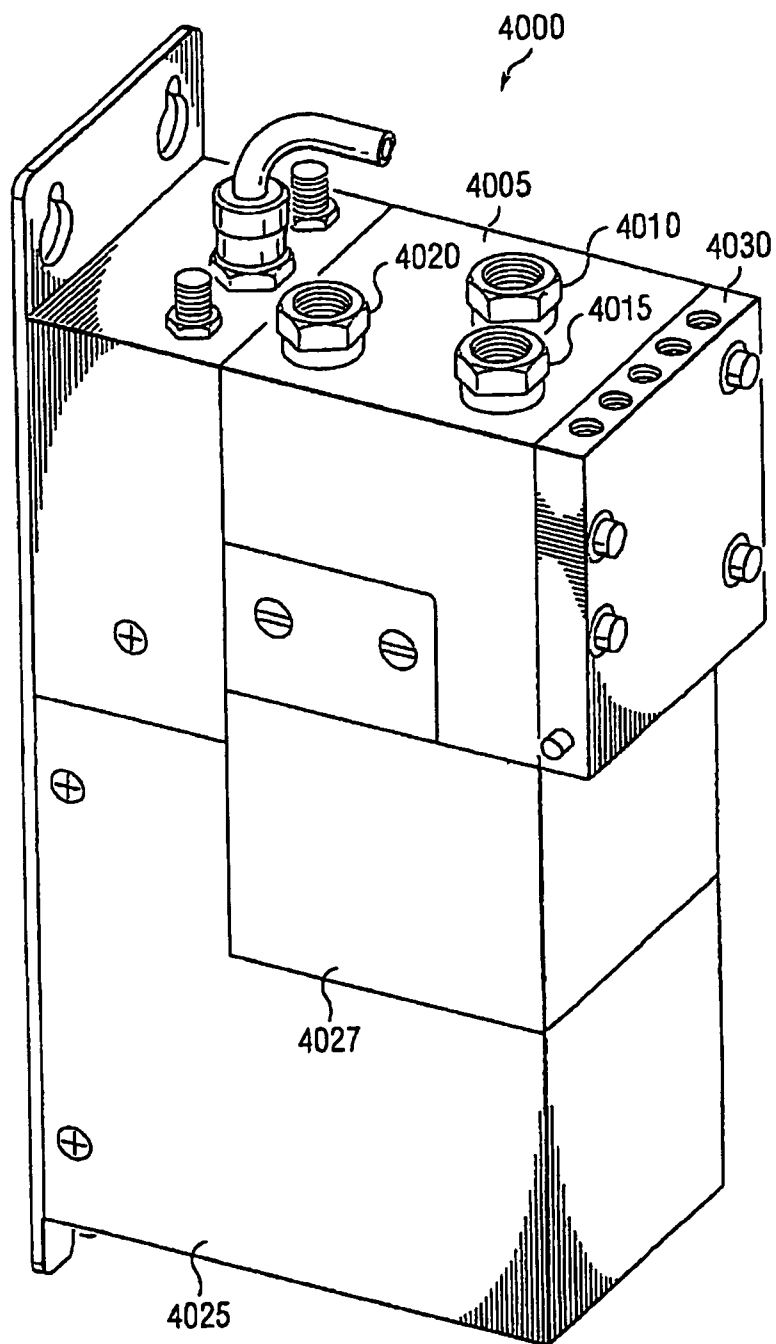


圖23