



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I454629 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：100140670

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 11 月 08 日

(51)Int. Cl. : *F16N13/22 (2006.01)**F16N13/06 (2006.01)*

(30)優先權：2010/11/29 美國

61/417,606

2011/09/12 美國

61/533,530

2011/10/12 美國

13/271,814

(71)申請人：林肯工業公司(美國) LINCOLN INDUSTRIAL CORPORATION (US)  
美國(72)發明人：康雷 保羅 G CONLEY, PAUL G. (US)；侯蘭德 克里斯多夫 D HOLLAND,  
CHRISTOPHER D. (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW 414839

TW 473603

US 4326603

US 5038893

US 6216822B1

US 6244387B1

審查人員：李蕙至

申請專利範圍項數：25 項 圖式數：67 共 0 頁

(54)名稱

具有排氣和非排氣活塞返回的泵

PUMP HAVING VENTING AND NON-VENTING PISTON RETURN

(57)摘要

本發明提供一種用於將潤滑劑供應至複數個潤滑位點之裝置及方法。實施例包括具有排氣活塞返回及非排氣活塞返回之一泵、具有攪拌器及直接進給機構之一泵、具有 CAN 系統及自偵錯之一泵、具有經加熱之外殼及儲槽之一泵，及具有步進馬達及超速控制之一泵。

Apparatus and method for supplying lubricant to a plurality of lubrication sites. Embodiments include a pump with venting and non-venting piston return, a pump with stirrer and direct feed mechanism, a pump with CAN system and self-diagnostics, a pump with heated housing and reservoir and a pump with stepper motor and overdrive control.

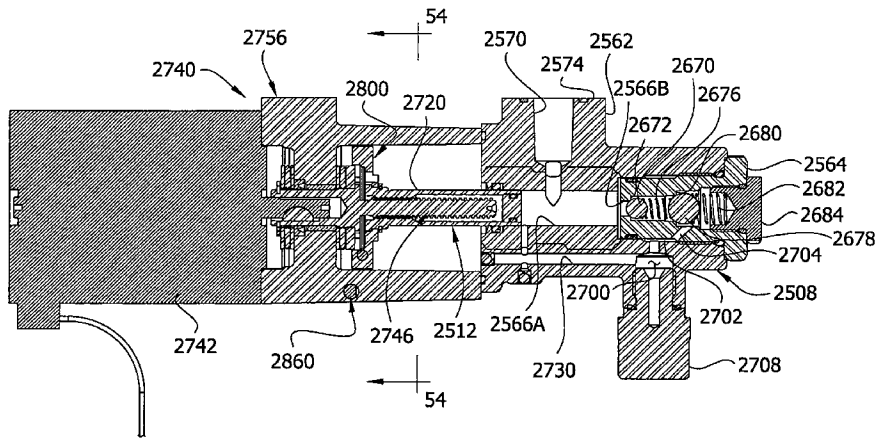


圖42

- 2508 . . . 汽缸
- 2512 . . . 活塞
- 2562 . . . 汽缸本體
- 2564 . . . 閥外殼
- 2566A . . . 同軸縱向孔
- 2566B . . . 同軸縱向孔
- 2570 . . . 汽缸入口通道
- 2574 . . . 面
- 2670 . . . 第一球形止回閥
- 2672 . . . 第一閥座/止回閥閥座
- 2676 . . . 第一螺旋壓縮彈簧
- 2678 . . . 第二球形止回閥
- 2680 . . . 第二球形止回閥閥座
- 2682 . . . 第二螺旋壓縮彈簧
- 2684 . . . 插塞
- 2700 . . . 出口埠
- 2702 . . . 環形間隙
- 2704 . . . 連接通道
- 2708 . . . 潤滑劑出口配件
- 2720 . . . 快速連接/斷開連接器/中空圓柱形活塞本體
- 2730 . . . 排氣通道
- 2740 . . . 第二驅動機構/線性位置驅動機構
- 2742 . . . 步進馬達
- 2746 . . . 同軸導引螺桿

2756 . . . 從動器外  
殼

2800 . . . 從動器

2860 . . . 校準機構

103年1月29日 修正替換頁

# 發明專利說明書

**公告本**

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：100140670

※ 申請日：100.11.8

※IPC 分類：F16N 13/22 (2006.01)  
F16N 13/06 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

具有排氣和非排氣活塞返回的泵

PUMP HAVING VENTING AND NON-VENTING PISTON  
RETURN

## 二、中文發明摘要：

本發明提供一種用於將潤滑劑供應至複數個潤滑位點之裝置及方法。實施例包括具有排氣活塞返回及非排氣活塞返回之一泵、具有攪拌器及直接進給機構之一泵、具有CAN系統及自偵錯之一泵、具有經加熱之外殼及儲槽之一泵，及具有步進馬達及超速控制之一泵。

## 三、英文發明摘要：

Apparatus and method for supplying lubricant to a plurality of lubrication sites. Embodiments include a pump with venting and non-venting piston return, a pump with stirrer and direct feed mechanism, a pump with CAN system and self-diagnostics, a pump with heated housing and reservoir and a pump with stepper motor and overdrive control.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 42。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 2508：汽缸
- 2512：活塞
- 2562：汽缸本體
- 2564：閥外殼
- 2566A：同軸縱向孔
- 2566B：同軸縱向孔
- 2570：汽缸入口通道
- 2574：面
- 2670：第一球形止回閥
- 2672：第一閥座/止回閥閥座
- 2676：第一螺旋壓縮彈簧
- 2678：第二球形止回閥
- 2680：第二球形止回閥閥座
- 2682：第二螺旋壓縮彈簧
- 2684：插塞
- 2700：出口埠
- 2702：環形間隙
- 2704：連接通道
- 2708：潤滑劑出口配件
- 2720：快速連接/斷開連接器/中空圓柱形活塞本體
- 2730：排氣通道

2740：第二驅動機構/線性位置驅動機構

2742：步進馬達

2746：同軸導引螺桿

2756：從動器外殼

2800：從動器

2860：校準機構

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明大體上係關於用於供應潤滑劑之裝置，且更特定而言係關於一種用於將潤滑劑自動地泵抽至複數個潤滑位點之自動潤滑系統。

本申請案主張以下兩者之優先權及權利：在 2010 年 11 月 29 日申請之題為「Application and Method for Supplying Lubricant」的美國臨時專利申請案 61/417,606 及在 2011 年 9 月 12 日申請之題為「Application and Method for Pumping Lubricant」的美國臨時專利申請案 61/533,530，該兩者之全文以引用之方式併入。

### 【先前技術】

本發明對用於以預定間隔及/或以預定量將潤滑劑供應至多個潤滑點之自動潤滑系統。Lincoln Industrial 以 Quicklub®、Centro-Matic®及 Helios®商標售賣此等自動化系統。Quicklub®系統包括用於儲藏潤滑劑供應源之儲槽、用於攪拌潤滑劑之攪拌器，及用於將潤滑劑自儲槽泵抽至一或多個漸進計量（分流）閥之電動或氣動泵，該等漸進計量閥中之每一者操作以將潤滑劑施配至多個潤滑點。關於與例示性 Quicklub®系統相關之其他細節，可參看以引用之方式併入本文中的美國專利 6,244,387。除經由單一供應管線將來自泵之潤滑劑遞送至噴射器外，Centro-Matic®系統類似於 Quicklub®系統，每一噴射器操作以將經計量之量的潤滑劑施配至單一潤滑點。關於與例示性 Centro-Matic®

系統相關之其他細節，可參看以引用之方式併入本文中的美國專利 6,705,432。Helios®系統為雙管線系統。

儘管此等系統已證明為可靠且市場上成功的，但仍需要一種可供廣泛多種潤滑劑分配系統使用且具有簡化設計的改良之泵。

#### 【發明內容】

在一態樣中，本發明係針對一種用於供應潤滑劑之裝置。該裝置包括儲槽，其具有用於儲藏潤滑劑之內部。該裝置亦包括用於將潤滑劑自該儲槽泵抽至潤滑劑分配系統的泵。該泵包括具有汽缸腔之汽缸。該泵亦包括汽缸入口，其與該儲槽之該內部連通以用於潤滑劑自該儲槽至該汽缸腔中的流動。該泵進一步包括汽缸出口。該泵亦包括可在該汽缸腔中移動之活塞。該泵進一步包括止回閥，其在該汽缸腔中處於該活塞與該汽缸出口之間，該止回閥用於阻斷穿過該出口之回流。該泵亦包括排氣通道，其在該止回閥上游之位置處與該汽缸腔連通以用於使該潤滑劑分配系統排氣。該泵進一步包括線性位置驅動機構，其用於進行以下操作：使該活塞在前向方向上在該汽缸腔中移動通過泵抽衝程以用於將潤滑劑穿過該汽缸出口泵抽至該潤滑劑分配系統；使該活塞在後向方向上移動通過非排氣返回衝程，在非排氣返回衝程中該排氣通道不與該儲槽之該內部連通；及使該活塞在後向方向上移動通過排氣返回衝程，在排氣返回衝程中該排氣通道與該儲槽之該內部連通。該裝置進一步包括控制器，其用於校準及控制該線性位置驅

動機構之操作。

在另一態樣中，本發明包括一種將潤滑劑供應至經排氣潤滑劑分配系統且供應至非經排氣潤滑劑分配系統之方法，該方法包括操作線性位置驅動機構以使活塞在汽缸腔中移動通過泵抽衝程，從而將潤滑劑穿過該汽缸腔之出口泵抽至該經排氣潤滑劑分配系統及/或至該非經排氣潤滑劑分配系統。該方法亦包括操作該線性位置驅動機構以使該活塞移動通過具有第一長度之非排氣返回衝程，在該非排氣返回衝程期間該非經排氣潤滑劑分配系統未經排氣。該方法進一步包括校準該線性位置驅動機構，及操作該經校準之線性位置驅動機構以使該活塞移動通過具有不同於該第一長度之第二長度之排氣返回衝程，在該排氣返回衝程期間該經排氣潤滑劑分配系統經排氣。

在一態樣中，本發明係針對一種用於泵抽潤滑劑之裝置，該裝置包括儲槽，該儲槽具有用於儲藏潤滑劑之內部。該裝置亦包括可在該儲槽中旋轉之攪拌器。該攪拌器之一優點包括使該潤滑劑維持於足夠低使得該潤滑劑更易於流動之黏度。在較冷之環境條件下，該潤滑劑可能變硬或變稠。該攪拌器使該潤滑劑流體化，該情形允許該潤滑劑泵更有效地操作。該裝置進一步包括該攪拌器上之強迫進給機構，其可基於該攪拌器之旋轉而操作以施加推送力，從而沿所界定之流徑推送來自該儲槽之潤滑劑。該裝置亦包括在該儲槽下方之泵，其用於將潤滑劑自該儲槽泵抽至潤滑劑分配系統。該泵包括具有汽缸腔之汽缸，及可在該汽

缸腔中移動通過泵抽衝程及返回衝程的活塞。該汽缸腔經由該所界定之流徑與該儲槽之該內部連通，藉此該攪拌器之旋轉使得該攪拌器上之該強迫進給機構施加該推送力，從而沿該所界定之流徑推送潤滑劑，且使得該活塞移動通過該返回衝程在該汽缸腔中產生減小之壓力以施加牽拉力，從而沿該所界定之流徑牽拉潤滑劑，該推送力及該牽拉力組合以沿該所界定之流徑將潤滑劑自該儲槽移動至該汽缸腔中。

在另一態樣中，本發明包括一種自儲槽泵抽潤滑劑的方法，該方法包括使攪拌器在該儲槽中旋轉以使得該攪拌器上之強迫進給機構施加推送力，從而沿所界定之流徑將潤滑劑自該儲槽推送至汽缸腔。該方法亦包括使活塞在該汽缸腔中移動通過泵抽衝程。該方法進一步包括使該活塞移動通過返回衝程以在該汽缸腔中產生減小之壓力。該減小之壓力施加牽拉力，從而沿該所界定之流徑牽拉潤滑劑。該推送力及該牽拉力組合以沿該所界定之流徑將潤滑劑移動至該汽缸腔中。

在一態樣中，本發明係針對一種用於供應潤滑劑之系統，該系統包括用於儲藏潤滑劑之儲槽。該儲槽具有儲槽出口。該系統亦包括一泵，該泵包含界定汽缸腔之汽缸、與該儲槽出口連通以用於潤滑劑自該儲槽至該汽缸腔中之流動的汽缸入口、汽缸出口，及可在該汽缸腔中移動的活塞。該系統進一步包括潤滑劑遞送系統，其與該汽缸出口連通以用於遞送潤滑劑。該系統進一步包括驅動機構，其

包含用於在該汽缸腔中使該活塞往復運動之步進馬達。該系統亦包括感測器，其用於感測該系統之條件且提供條件信號。該系統亦包括警報。該系統進一步包括控制器，其用於藉由選擇性地向該馬達供應能量來控制該馬達之操作，以使該活塞往復運動。該控制器對該條件信號作出回應以（諸如）藉由在該條件信號處於預設範圍外時選擇性地向該警報供給能量來修改系統操作。

在另一態樣中，本發明包括一種用於供應潤滑劑之系統，該系統包括用於儲藏潤滑劑之儲槽。該儲槽具有儲槽出口。該系統亦包含一泵，該泵包含界定汽缸腔之汽缸、與該儲槽出口連通以用於潤滑劑自該儲槽至該汽缸腔中之流動的汽缸入口、汽缸出口，及可在該汽缸腔中移動的活塞。該系統亦包括潤滑劑遞送系統，其與該汽缸出口連通以用於遞送潤滑劑。該系統進一步包括驅動機構，其包括用於使該活塞在該汽缸腔中往復運動之馬達。該系統亦包括感測器，其用於感測該系統之條件且提供條件信號。該系統進一步包括警報。該系統亦包括控制器，其用於藉由選擇性地向該馬達供應能量來控制該馬達之操作，以使該活塞往復運動。該控制器對該條件信號作出回應以（諸如）藉由在該條件信號處於預設範圍外時選擇性地向該警報供給能量來修改系統操作。該感測器包含以下各項中之至少一或多者：壓力感測器，其監視該潤滑劑遞送系統之潤滑劑壓力，其中該條件信號為壓力信號，且其中該控制器對該壓力信號作出回應以在該壓力信號指示該潤滑劑壓力小

於最小壓力時向該警報供給能量；壓力感測器，其監視該泵處之潤滑劑壓力，其中該條件信號為壓力信號，且其中該控制器對該壓力信號作出回應以在該壓力信號指示該泵處之該潤滑劑壓力大於最大壓力時向該警報供給能量；運動感測器，其監視該活塞之移動，其中該條件信號為運動信號，且其中該控制器對該運動信號作出回應以在該運動信號指示該活塞移動小於最小移動時向該警報供給能量；液位感測器，其監視該儲槽之潤滑劑液位，其中該條件信號為液位信號，且其中該控制器對該液位信號作出回應以在該液位信號指示該潤滑劑液位小於最小液位時向該警報供給能量；及壓力感測器，其監視該潤滑劑遞送系統之潤滑劑壓力，其中該條件信號為壓力信號，且其中該控制器對該壓力信號作出回應以在該壓力信號指示該潤滑劑壓力在馬達泵操作之給定時間週期已屆期之後小於最小壓力時向該警報供給能量。

在另一態樣中，本發明包括一種用於供應潤滑劑之系統，該系統包括用於儲藏潤滑劑之儲槽。該儲槽具有儲槽出口。該系統亦包括一泵，該泵包含界定汽缸腔之汽缸、與該儲槽出口連通以用於潤滑劑自該儲槽至該汽缸腔中之流動的汽缸入口、汽缸出口，及可在該汽缸腔中移動的活塞。該系統進一步包括潤滑劑遞送系統，其與該汽缸出口連通且具有複數個閥，每一閥用於遞送潤滑劑。該系統亦包括驅動機構，其包括用於使該活塞在該汽缸腔中往復運動之馬達。該系統亦包括控制器，其用於藉由選擇性地

該馬達供應能量來控制該馬達之操作，以使該活塞往復運動。該系統亦包括連接至該控制器之控制器區域網路（CAN）匯流排。該系統亦包括電源供應器。該系統進一步包括連接至該電源供應器之電力匯流排。該系統亦包括複數個致動器，每一致動器與該等閥中之一者相關聯以用於打開及關閉其相關聯之閥。該系統進一步包括複數個CAN繼電器，每一CAN繼電器連接至該電力匯流排且連接至一或多個致動器，以用於選擇性地向其所連接之致動器供應能量，從而打開及關閉與該等致動器相關聯之該等閥以便遞送潤滑劑。該系統亦包括複數個CAN模組，每一CAN模組與該等CAN繼電器中之一或多者相關聯且控制該等CAN繼電器中之該一或多者。每一CAN模組連接於該CAN匯流排與其CAN繼電器之間，以用於回應於藉由該控制器經由該CAN匯流排提供之指令而控制其繼電器。

在一態樣中，本發明係針對一種用於供應潤滑劑之裝置。該裝置包含儲槽，該儲槽包括用於儲藏潤滑劑之罐。該儲槽包括用於自該儲槽釋放潤滑劑之出口。該裝置亦包含泵總成，其包括具有導熱頂壁之外殼，在該頂壁上裝設該儲槽。該頂壁包括面向該儲槽之頂面及與該頂面相反的底面。該泵總成亦包括裝設於該外殼中之潤滑劑泵，其用於將潤滑劑自該罐穿過該儲槽出口且泵抽至潤滑位點。該泵包括與該儲槽出口流體連通之入口。該總成亦包括加熱器，其與該外殼之該頂壁直接熱接觸地裝設於該外殼內，該加熱器用於在儲藏於該儲槽之該罐中的潤滑劑穿過該儲

槽出口之前對潤滑劑加熱。

在一態樣中，本發明係針對一種用於供應潤滑劑之裝置，該裝置包括用於儲藏潤滑劑之儲槽。該儲槽具有儲槽出口。該裝置亦包括泵，該泵包含界定汽缸腔之汽缸、與該儲槽出口連通以用於潤滑劑自該儲槽至該汽缸腔中之流動的汽缸入口、汽缸出口，及可在該汽缸腔中移動的活塞。該裝置亦包括驅動結構，其包括用於驅動該泵之馬達，諸如用於使該活塞在該汽缸腔中往復運動的步進馬達。該步進馬達具有連續作用時間操作範圍。該裝置進一步包括控制器，其用於藉由將脈衝寬度調變（PWM）之脈衝選擇性地施加至該步進馬達來控制該步進馬達之操作，以控制該馬達之速度及轉矩。該裝置亦包括壓力感測器，其用於感測該供應之潤滑劑之壓力且提供指示該出口處之該壓力的壓力信號。該控制器對該壓力信號作出回應以將該等 PWM 脈衝選擇性地施加至該步進馬達，從而依據該壓力信號藉由施加具有在該步進馬達之該連續作用時間操作範圍內之功率的 PWM 脈衝來變化該步進馬達之該速度及該轉矩。該控制器亦對該壓力信號作出回應以將該等 PWM 脈衝選擇性地施加至該步進馬達，從而依據該壓力信號藉由施加超速 PWM 脈衝歷時一時間週期來變化該步進馬達的該速度及該轉矩。該等超速 PWM 脈衝具有大於該步進馬達之該連續作用時間操作範圍的超速功率。

在另一態樣中，本發明包括一種用於供應潤滑劑之裝置，該裝置包括用於儲藏潤滑劑之儲槽。該儲槽具有儲槽

出口。該裝置亦包括泵，該泵包含界定汽缸腔之汽缸、與該儲槽出口連通以用於潤滑劑自該儲槽至該汽缸腔中之流動的汽缸入口、汽缸出口，及可在該汽缸腔中移動的活塞。該裝置亦包括驅動結構，其包括用於使該活塞在該汽缸腔中往復運動的步進馬達。該裝置進一步包括控制器，其用於藉由將 PWM 脈衝選擇性地施加至該步進馬達來控制該步進馬達之操作，以控制該馬達之速度及轉矩。該控制器包括儲存該步進馬達之速度對壓力量變曲線的記憶體。該裝置亦包括壓力感測器，其用於感測該汽缸腔之該出口處的壓力且提供指示該出口處之該壓力的壓力信號。該控制器對該壓力信號作出回應以將該等 PWM 脈衝選擇性地施加至該步進馬達，從而依據該壓力信號且依據該量變曲線藉由施加具有在該步進馬達之該連續作用時間操作範圍內之功率的 PWM 脈衝來變化該步進馬達之該速度及該轉矩。

提供以上【發明內容】以引入對以下在【實施方式】中進一步描述的呈簡化形式之概念的選擇。【發明內容】既不意欲識別所主張標的之關鍵特徵或本質特徵，亦不意欲用作對判定所主張標的之範疇的輔助。其他目標及特徵在下文中將部分地顯而易見，且部分地指出。

#### 【實施方式】

圖 1 說明大體上指定為 100 之習知 Quicklub®系統，該 Quicklub®系統包含泵 110，其操作以將潤滑劑經由潤滑油供應管線 114 泵抽至大體上藉由 118 指定之主分流閥，該主分流閥具有入口 120 及經由管線 128 連接至大體上藉由

134 指定之額外(從屬)分流閥之入口 130 的多個出口 124。分流閥 134 經由管線 138 連接至軸承 144 或其他潤滑點。所使用之分流閥 134 之數目將取決於待服務之潤滑點之數目而變化。

泵 110 包括用於儲藏潤滑劑(例如,潤滑脂)之儲槽 150、用於攪拌儲槽中之潤滑劑的攪拌器 156,及在儲槽下方之泵外殼 160 中的可膨脹腔室泵 158。泵外殼中之馬達 164 使攪拌器 156 旋轉以攪拌儲槽中之潤滑劑。馬達 164 亦使偏心機構 170 旋轉以使經彈簧偏壓之活塞移動通過一系列泵抽衝程,從而將潤滑劑經由供應管線 114 泵抽至分流閥 118、134。用於驅動攪拌器 156 及偏心機構 170 之機構包括一包含若干個齒輪之相對大型之傳動系統 180。泵 110 包括可程式化控制器,其用於控制馬達 164 之操作且用於接收來自監視主分流閥 118 之操作之近接開關 186 的信號。

圖 2 說明大體上指定為 200 之習知 Centro-Matic®系統,其包含泵 210,該泵 210 操作以將潤滑劑經由潤滑油供應管線 214 泵抽至複數個噴射器 130,該等噴射器 130 中之每一者具有經由歧管 132 中之通道與潤滑油供應管線 214 連通之入口及經由管線 144 連接至軸承 155 或其他潤滑點的出口 138。該泵 210 類似於上文所描述之泵 110。

圖 3 至圖 9 說明本發明之裝置,該裝置包含泵 300,該泵 300 用於將潤滑劑供應至不同類型之潤滑劑分配系統(例如,漸進系統、噴射器系統、CAN 匯流排系統、雙管線系統及其組合)。大體而言,泵 300 包含用於儲藏潤滑劑(例

如，潤滑脂）供應源之儲槽（大體上藉由 304 指定），及在儲槽下方之用於容納各種泵組件（如將描述）的泵外殼 306。泵外殼 306 包括一對裝設凸緣 308（圖 3），該對裝設凸緣 308 用於將泵以垂直位置裝設於合適結構上。

在圖 3 之實施例中，儲槽 304 包含圓柱形側壁 310、用於將潤滑劑加載至儲槽中之開放式頂部 312、底壁 314，及底壁中之用於自儲槽排放潤滑劑的出口 316。提供大體上藉由 320 指定之攪拌器以用於攪拌儲槽中之潤滑劑。攪拌器 320 包含：旋轉輪殼 322，其可藉由泵外殼 306 中之第一驅動機構 326（圖 4）繞垂直軸線旋轉；臂 328，其自該輪殼跨越底壁 314 向外側向地延伸；及該臂上的刮刷器 330。刮刷器 330 具有朝向底壁 314 向下成角度之下部葉片部分 330a，及沿著儲槽之側壁 310 向上延伸的上部部分 330b。攪拌器之旋轉使儲槽中之潤滑劑流體化。刮刷器 330 之下部葉片部分 330a 亦迫使潤滑劑向下穿過儲槽之出口 316。

參看圖 4，溫度感測器 332 直接鄰近於儲槽 304 之底壁 314 而裝設於泵外殼 306 內，以用於感測底壁之溫度且因此感測儲槽中之潤滑劑的溫度。

參看圖 5 及圖 6，大體上藉由 334 指定之汽缸直接鄰近於儲槽 304 之底壁 314 而裝設於泵外殼內。在所說明之實施例中，汽缸 334 具有兩部分式構造，該構造包含第一入口部分 334a 及與入口部分螺紋啮合的第二出口部分 334b。兩個部分具有組合以界定中心縱向汽缸腔 338 之縱向孔。入口汽缸部分 334a 具有與儲槽出口 316 連通之界定氣缸入

口的徑向孔 340，以用於使潤滑劑自儲槽 304 直接（亦即，沿所界定之流徑）流動至縱向汽缸腔 338 中。球形止回閥 344 裝設於出口汽缸部分 334b 中以在關閉位置（其中球形止回閥 344 與出口氣缸部分上之閥座 348 嚙合以阻斷穿過縱向汽缸腔 338 之流動）與打開位置（其中球形止回閥 344 允許穿過該汽缸腔的流動）之間移動。在一端處與球形閥相抵而產生反作用之螺旋壓縮彈簧 352 朝向球形閥之關閉位置推進該球形閥。彈簧之相反端與旋擰至汽缸腔 338 之出口端中的出口配件 354 相抵而產生反作用。該出口配件具有界定汽缸出口之潤滑油出口埠 356 及壓力感測器埠 358。

如圖 4 中所展示，T 型配件 360 連接至出口配件 354 之潤滑油出口埠 356，以用於使流體流動至在一位置處附接至泵外殼 306 之第一進給管線 364 及在第二位置處附接至泵外殼之第二進給管線 366，該第二位置圍繞該外殼而與第一位置隔開。每一進給管線 364、366 之出口端配備有快速連接/斷開連接器 370 以促進該進給管線至潤滑油供應管線的連接，潤滑油供應管線將潤滑劑供應至一種類之分配系統或另一種類之分配系統。大體而言，兩個進給管線 364、366 中之僅一者用於任何給定分配系統，經選擇以供使用之進給管線對於實地條件而言為最合適組態。

壓力感測器 372 附接至出口配件 354 之壓力感測器埠 358。壓力感測器感測汽缸腔 338（圖 6）之出口端處的壓力。

如圖 6 中進一步說明，汽缸 334 中之排氣通道 376 在縱向汽缸腔 338 中止回閥閥座 348 上游之第一位置與縱向汽缸腔中止回閥閥座下游之第二位置之間提供流體連通。排氣通道 376 之下游端經由出口汽缸部分 334a 中之徑向孔 380 與第二位置連通。此排氣通道 376 之用途在下文中將變得顯而易見。

泵 300 進一步包含活塞 384，其可藉由大體上指定為 390 之第二驅動機構在汽缸腔 338 中以往復方式移動。在圖 3 至圖 9 之實施例中，驅動機構 390 為包含步進馬達 394 之線性位置驅動機構，該步進馬達 394 具有可在緊固至儲槽之底壁之從動器外殼 404 的端壁 400 中之襯套 398 中旋轉的輸出軸件 396。軸件 396 與導引螺桿 410 驅動嚙合，且導引螺桿與從動器外殼 404 中之從動器 414 螺紋嚙合。從動器 414 與活塞 384 以不可旋轉方式附接。合乎需要地，從動器與活塞一體地形成為一個零件，但其可形成為不可旋轉地固定至彼此之單獨零件。如圖 7 中所說明，從動器 414 具有徑向套環 418，該徑向套環 418 具有用於收納從動器外殼 404 內部上之固定線性導件 424 的凹口 420。導件 424 在大體上平行於縱向汽缸腔 338 之方向上延伸，且抵抗隨著導引螺桿 410 藉由步進馬達 394 旋轉之旋轉而固持從動器 414（及活塞 384）。結果，馬達輸出軸件 396 在一方向上之旋轉使得活塞 384 在汽缸腔 338 中移動通過泵抽（動力）衝程，且軸件 396 在相反方向上之旋轉使得活塞在汽缸腔中移動通過返回衝程。藉由步進馬達之操作來控制衝程之

長度。

提供在圖 8 中大體上指定為 430 之校準機構，以用於相對於活塞 384 在汽缸腔 338 中的位置來校準步進馬達 394 之操作。在所說明之實施例中，此機構 430 包含從動器 414 上之可與活塞及從動器一起移動之磁鐵 434 及至少一個(且合乎需要地，兩個)磁場感測器 440、442，磁場感測器 440、442 係關於活塞移動之方向而在隔開之位置處裝設於從動器外殼 404 上。僅舉例而言，感測器 440、442 可為接近於磁鐵 434 的舌簧開關。

在一些實施例中，一馬達可用以驅動泵且驅動攪拌器。在其他實施例中，攪拌器馬達 326 及步進馬達 394 為單獨的經獨立供應能量之不同馬達，而非用於攪拌器及泵兩者之一馬達。使用兩個馬達之一優點如下。在較冷環境中，潤滑劑可變硬，從而導致對攪拌器之旋轉的增加之阻力。此增加之阻力使驅動攪拌器之馬達之旋轉減慢。若驅動攪拌器之馬達亦驅動泵，則較慢旋轉減小泵之操作速率及泵抽潤滑劑之速率。相比而言，當使用兩個經獨立供應能量之馬達時，若潤滑劑為硬的且減慢攪拌器馬達之旋轉時，泵馬達可繼續獨立操作而以獨立於攪拌器馬達之速度的速度來泵抽潤滑劑。

參看圖 10 至圖 12，泵 300 包括用於校準及控制線性位置驅動機構 390 之操作的控制器 450。控制器 450 接收來自壓力感測器 372 及校準機構 430 (例如，磁場感測器 440、442) 之信號。控制器 450 包括可程式化微處理器，該可程

式化微處理器處理資訊且控制攪拌器馬達 326 及步進馬達 394 之操作。提供具有顯示器 456 之操作者輸入裝置 454，以用於將資訊輸入至控制器且供控制器使用以將資訊呈現給操作者。此資訊可包括待與泵一起使用之潤滑分配系統之類型、待遞送至每一潤滑點（例如，軸承）之潤滑劑的體積，及潤滑事件之頻率。資訊亦可經由泵之泵外殼上之 USB 埠 460 上載至控制器且亦可自該控制器下載。

經由電源供應器 462 將電力供應至泵 300，電源供應器 462 典型地為正被潤滑之設備的電源供應器。

如先前所提及，本發明之泵 300 可供不同分配系統使用。以實施例說明（但非限制），泵可供以下各者使用：如圖 10 中所展示之漸進（分流）閥分配系統 500、如圖 11 中所展示之噴射器分配系統 600、如圖 12 中所展示之 CAN 匯流排分配系統 700、如圖 19A 至圖 19C 中所展示之雙管線系統、如圖 16 至圖 19 中所展示之分區分配系統，及此等系統之組合。以下描述此等系統之實施例。

在圖 10 之漸進分配系統 500 中，泵 300 以所要時間間隔將所要量之潤滑劑經由潤滑油供應管線 510 泵抽至一系列習知分流閥 530。分流閥操作以將經計量之量的潤滑劑遞送至各別潤滑點 550（例如，軸承）。每一分流閥具有連接至控制器 450 之近接開關 532，以用於監視分流閥之適當操作。控制器 450 經合適地程式化（例如，經由操作者輸入裝置 454 及/或 USB 埠 460）以如下操作泵 300。

合乎需要地，在步進馬達 394 經操作以使活塞 384 往

復運動之前，控制器 450 起始攪拌器馬達 326 之操作。此順序允許攪拌器 320 在潤滑劑之實際泵抽開始之前使潤滑劑流體化且用潤滑劑灌填汽缸 334，該情形在潤滑劑如在低溫環境中處於黏稠狀態情況下可為尤其有利的。在具有預定長度之合適延遲（例如，8 秒至 12 秒）之後，向步進馬達 394 供應能量以使活塞移動通過一連串泵抽（動力）衝程及返回衝程，從而經由連接至分配潤滑油供應管線 510 之進給管線（364 或 366）泵抽所要量之潤滑劑。當以此模式操作泵時，活塞 384 之下游端保持在排氣通道 376 與汽缸腔 338 連通所在之位置的下游（參見展示處於返回衝程之極限處之活塞的圖 8）。結果，在活塞 384 之返回衝程期間，無分配系統 500 之潤滑油供應管線 510 至泵之儲槽 304 的排氣。此排氣在漸進（分流）閥分配應用中為不必要的。不發生排氣之活塞返回衝程在下文中被稱為「非排氣」返回衝程。

在圖 11 之噴射器分配系統 600 中，泵 300 之控制器 450 經程式化以操作該泵，從而以所要時間間隔將所要量之潤滑劑經由潤滑油供應管線 610 泵抽至複數個噴射器 620。噴射器操作以將經計量之量的潤滑劑遞送至各別潤滑點 630（例如，軸承）。在此模式中，除在活塞 384 之返回衝程期間活塞 384 移動至在排氣通道 376 與汽缸腔 338 連通所在之位置上游的排氣位置（參見展示處於返回衝程之極限之活塞的圖 9）外，泵 300 如上文所描述般操作。結果，潤滑劑在活塞之返回衝程期間排氣至儲槽 304，以允許噴射器

620 重設從而用於連續操作循環。發生排氣之活塞返回衝程在下文中被稱為「排氣」返回衝程。

在圖 12 之 CAN 匯流排及分流閥分配系統 700 中，泵 300 之控制器 450 經程式化以操作該泵，從而將所要量之潤滑劑經由潤滑油供應管線 702 泵抽至包含歧管 706 之第一閥體，該歧管 706 具有連接至第一分區 Z1 中之各別潤滑點 714（例如，軸承）的出口 710。藉由各別電子控制閥 718 來控制流體穿過孔之流動，該等電子控制閥 718 接收來自控制器 450 之信號且接收電力以經由電力場匯流排 720 向閥供應能量。在圖 12 之實施例中，潤滑劑亦藉由潤滑油供應管線 710 遞送至包含歧管 724 之第二閥體，該歧管 724 與第一歧管 706 串聯地流體連接。歧管 724 具有連接至第二分區 Z2 中之各別潤滑點 730（例如，軸承）的出口 728。藉由各別電子控制閥 730 來控制流體經由歧管至出口 728 之流動，該等電子控制閥 730 接收來自控制器 450 之信號且接收電力以經由電力場匯流排 720 向閥供應能量。

圖 13 至圖 15 說明在圖 12 之 CAN 匯流排潤滑分配系統中使用之例示性閥體（歧管 706）及複數個例示性電子控制閥（閥 718）。歧管 706 配備有四個此類閥，但此數目可在一至兩個或兩個以上之範圍內變化。歧管 706 包含具有連接至潤滑油供應管線 702 之入口 732 的塊體、自入口延伸通過歧管之供應通道 734，及連接供應通道與歧管之各別出口 710 的複數個出口通道 738。出口 710 中之球形止回閥 742 藉由彈簧而朝向其關閉位置偏壓以防止回流。

每一閥 718 包含與歧管 706 之各別出口 710 相關聯之閥構件 746 (例如, 如圖 15 中所展示之可移動柱塞), 以用於控制穿過出口之流體流動。閥構件藉由電子控制致動器 750 而在其打開位置與關閉位置之間移動, 該電子控制致動器 750 在此實施例中包括螺線管 752。致動器 750 亦包括用於控制致動器之操作的電子控制電路 (ECC) 756 (例如, 微控制器電路)。每一 ECC 為連接至泵 300 之控制器 450 之 CAN 網路的部分, 且對來自控制器之經定址至特定 ECC 756 的 CAN 訊息做出反應。ECC 具有控制埠 758, 該控制埠 758 經調適以接收 CAN 訊息, 以用於操作致動器 750 從而使閥構件 746 在其打開位置與關閉位置之間移動。致動器 750 具有用於接收電力以用於選擇性地向螺線管 752 供應能量的電力埠 762。在一實施例中, 致動器 750 包括藉由 ECC 控制且連接至電源線之開關 768 (圖 15)。開關 768 藉由 ECC 756 選擇性地閉合以經由電源線將外部電源供應器連接至螺線管 752 (或其他器件), 螺線管 752 移動閥構件 746 以准許流體流動。

如圖 13 中所展示, 電力場匯流排 720 經由合適電連接器 770 自一閥 718 菊式鏈接至另一閥 718。若 ECC 需要電力, 則其可經由開關 768 及電源線連接至外部電源供應器。

在一實施例中, 電力場匯流排 720 包含四導線匯流排, 其中兩根導線將 CAN 訊息自泵 300 之控制器 450 之通信埠 (COM 772) 載運至用於控制電子操作閥 718 之操作的電子控制電路 (ECC 756), 且兩根導線將來自外部電源供應器

之電力供應（例如，供應 24 伏特）至用於向各別螺線管供應能量的各別電子控制致動器 750。電源線可連接至正經潤滑之裝置的電源供應器，或電源線可連接至單獨電源供應器。控制器 450 可藉由操作者（諸如，藉由輸入器件 454（例如，小鍵盤、觸控式螢幕）及/或 USB 埠 460）程式化以控制操作模式。在 CAN 匯流排模式中，操作者可程式化控制器 450 以控制閥 740 之操作序列、閥操作之頻率及待遞送之潤滑劑的量。

第二歧管 724 及其相關聯之電子控制閥 730（圖 12）之構造及操作實質上與上文所描述之第一歧管 706 及相關聯之閥 718 之構造及操作相同。藉由各別電子操作閥來控制流體經由第二歧管 724 中之通道的流動，該等電子操作閥接收來自控制器之控制信號及電力以經由電力場匯流排 720 向螺線管 752 供應能量。

大體而言，藉由泵 300 之控制器 450 以所要序列（較佳一次一個地）操作兩個歧管 706、724 之螺線管閥 718、730，以用於將經計量之量的流體（藉由活塞之衝程判定）遞送至兩個不同分區 Z1、Z2 中之各別潤滑點。如上文關於漸進分配系統 500 所描述，泵 300 之活塞 384 經操作以移動通過非排氣返回衝程。

在圖 16 之分配系統 800 中，控制器經程式化以操作泵 300，從而將所要量之潤滑劑經由潤滑油供應管線 804 泵抽至歧管 808，該歧管 808 具有與兩個出口 816 流體連通之通道。藉由各別電子操作閥 818 來控制流體經由通道至各別

出口之流動，該等電子操作閥 818 經由電力場匯流排 820 接收來自泵 300 之控制器 450 的控制信號。兩個出口 816 中之一者係藉由潤滑油供應管線 824 連接至第一系列一或多個分流閥 830，以用於將經計量之量的潤滑劑遞送至第一分區 Z1 中之潤滑點 834（例如，軸承）。另一出口 816 係藉由潤滑油供應管線 840 連接至第二系列之一或多個分流閥 844，以用於將經計量之量的潤滑劑遞送至第二分區 Z2 中之潤滑點 850（例如，軸承）。每一系列主閥 830、844 之主分流閥具有連接至控制器 450 之近接開關 846，以用於監視分流閥之適當操作。如在先前實施例（圖 12 至圖 15）中所描述，藉由電子操作閥 818 之選擇性啟動來控制潤滑劑至分區 Z1、Z2 之流動。當供此類型之潤滑分配系統使用時，如上文關於漸進分配系統 500 所描述，泵 300 之活塞 384 移動通過非排氣返回衝程。

在圖 16 之實施例中，歧管 808 實質上與上文關於圖 13 至圖 15 所描述相同地建構。

在圖 17 之分配系統 900 中，控制器 450 經程式化以操作泵 300，從而將所要量之潤滑劑經由潤滑油供應管線 904 泵抽至歧管 908，該歧管 908 具有與兩個出口 916 流體連通之通道。藉由各別螺線管操作閥 918 來控制流體經由通道至各別出口 916 之流動，該等螺線管操作閥 918 經由電力場匯流排 920 接收來自控制器 450 之控制信號。兩個出口 816 中之一者係藉由潤滑油供應管線 924 連接至第一系列一或多個分流閥 930，以用於將經計量之量的潤滑劑遞送至第

一分區 Z1 中之潤滑點 934 (例如, 軸承)。該系列分流閥 930 之主分流閥具有連接至控制器 450 之近接開關 932, 以用於監視分流閥之適當操作。另一出口 916 係藉由潤滑油供應管線 940 連接至第二歧管 944, 該第二歧管 944 具有與連接至第二分區 Z2 中之各別潤滑點 948 (例如, 軸承) 之出口 946 流體連通的通道。藉由各別電子操作閥 950 來控制流體穿過第二歧管 944 中之出口 946 之流動, 該等電子操作閥 950 經由電力場匯流排 920 接收來自控制器之控制信號。如在圖 12 至圖 15 之實施例中所描述, 藉由電子操作閥 918、950 之選擇性啟動來控制潤滑劑至第一分區 Z1 及第二分區 Z2 之流動。當供此類型之潤滑分配系統使用時, 如上文關於漸進分配系統 500 所描述, 泵 300 之活塞 384 移動通過非排氣返回衝程。

在圖 17 之實施例中, 歧管 808 實質上與上文關於圖 13 至圖 15 所描述相同地建構。

在圖 18 之分配系統 1000 中, 泵 300 之控制器 450 經程式化以操作該泵, 從而將所要量之潤滑劑經由潤滑油供應管線 1004 泵抽至歧管 1008, 該歧管 1008 具有與兩個出口 1016 流體連通之通道。藉由各別電子操作閥 1018 來控制流體經由通道至各別出口 1016 之流動, 該等電子操作閥 1018 經由電力場匯流排 1020 接收來自控制器 450 之控制信號。兩個出口 1016 中之一者係藉由潤滑油供應管線 1024 連接至第一系列一或多個噴射器 1030, 該一或多個噴射器 1030 將經計量之量的潤滑劑遞送至第一分區 Z1 中之潤滑點

1034 (例如, 軸承)。另一出口 1016 係藉由潤滑油供應管線 1040 連接至第二系列之一或多個噴射器 1044, 該一或多個噴射器 1044 將經計量之量的潤滑劑遞送至第二分區 Z2 中之潤滑點 1048 (例如, 軸承)。如在圖 12 至圖 15 之實施例中所描述, 藉由電子操作閥 1018 之選擇性啟動來控制潤滑劑至第一分區及第二分區之流動。當供此類型之潤滑分配系統使用時, 如上文關於噴射器分配系統 600 所描述, 泵 300 之活塞 384 移動通過排氣返回衝程。

在圖 18 之實施例中, 除消除出口 1016 中之止回閥 742 以允許噴射器 1030、1044 在活塞 384 之返回排氣衝程期間重設外, 歧管 1008 與上文關於圖 13 至圖 15 所描述相同地建構。

在圖 19 之分配系統 1100 中, 泵 300 之控制器 450 經程式化以操作該泵, 從而將所要量之潤滑劑經由潤滑油供應管線 1104 泵抽至歧管 1108, 該歧管 1108 具有與兩個出口 1116 流體連通之通道。藉由各別電子操作閥 1118 來控制流體經由通道至各別出口 1116 之流動, 該等電子操作閥 1118 經由電力場匯流排 1020 接收來自控制器 450 之控制信號。

在一實施例中, 電力場匯流排 1120 包括雙纜線。匯流排 1120 之第一纜線為在控制器與 CAN 模組之間進行傳輸之資料纜線。資料纜線載運 CAN 訊息以控制 CAN 模組 1121、1123 中之每一者, 且 (諸如) 藉由菊鏈連接至模組中之每一者。第一纜線亦將 CAN 訊息 (諸如, 感測器信號)

自 CAN 模組載運至控制器。匯流排 1120 之第二纜線將電力載運至 CAN 模組中之每一者，以供用於向與每一 CAN 模組相關聯之閥供應能量。電力纜線（諸如）藉由菊鏈連接至每一 CAN 模組之繼電器，該等繼電器向閥供應能量。如圖 19 中所說明，CAN 模組 1121 具有兩個單獨之電力線集合。每一集合選擇性地向閥 1118 中之每一者供應能量，且連接於模組與其各別閥 1118 之間。CAN 模組 1123 具有四個單獨之電力線集合。每一集合選擇性地向其各別閥 1150A 至 1150D 中之每一者供應能量。如本文中所使用，繼電器包括任何電氣或機械操作開關及/或任何器件以藉由低功率信號控制電路。

兩個出口 1116 中之一者係藉由潤滑油供應管線 1124 連接至一系列噴射器 1130，該等噴射器 1130 將經計量之量的潤滑劑遞送至第一分區 Z1 中之潤滑點 1134（例如，軸承）。另一出口 1116 係藉由潤滑油供應管線 1140 連接至第二歧管 1144，該第二歧管 1144 具有與連接至第二分區 Z2 中之各別潤滑點 1148A 至 1148D（例如，軸承）之各別出口 1146 流體連通的通道。藉由各別電子操作閥 1150A 至 1150D 來控制流體經由第二歧管 1144 中之通道的流動，該等電子操作閥經由電力場匯流排 1120 之第一纜線接收來自控制器 450 之控制信號。CAN 模組 1123 將經排程以用於潤滑之閥 1150A 至 1150D 選擇性地順序連接至電力場匯流排 1120 之第二纜線以向閥 1150A 至 1150D 供應能量。（對於閥 1150A 至 1150D 之順序啟動之實施例，參見以下圖 36A。）

如在圖 12 至圖 15 之實施例中所描述，藉由電子操作閥 1118 之選擇性啟動來控制潤滑劑至第一分區 Z1 及第二分區 Z2 之流動。CAN 模組 1121 將閥 1118 選擇性地連接至電力場匯流排 1120 之第二纜線以向閥 1118 供應能量。當供此類型之潤滑分配系統使用時，在潤滑劑經引導至第一分區 Z1 中之噴射器 1130 時，泵 300 之活塞 384 移動通過排氣返回衝程；且在潤滑劑經引導至第二分區 Z2 中之第二歧管 1144 時，活塞移動通過非排氣返回衝程。

在圖 19 之實施例中，除消除出口 1116 中之連接至噴射器 1130 之止回閥 742 以允許噴射器 1130 在活塞 384 之返回排氣衝程期間重設外，歧管 1108 與上文關於圖 13 至圖 15 所描述相同地建構。

在圖 19A 之分配系統 1400 中，泵 300 之控制器 450 經程式化以將所要量之潤滑劑經由潤滑油供應管線 1404 泵抽至歧管 1408，該歧管 1408 具有與兩個出口 1416 流體連通之通道。藉由各別電子操作閥 1418 來控制流體經由通道至各別出口 1416 之流動，該等電子操作閥 1418 經由電力場匯流排 1420 接收來自控制器 450 之控制信號及電力。兩個出口 1416 中之一者係藉由潤滑油供應管線 1424 連接至一系列噴射器 1430，該等噴射器 1430 將經計量之量的潤滑劑遞送至第一分區 Z1 中之潤滑點 1434（例如，軸承）。另一出口 1416 係藉由潤滑劑供應管線 1440 連接至 4 通換向閥 1452 之壓力入口 1450。換向閥 1452 包括連接至返回管線 1456 之放氣埠 1454，該返回管線 1456 延伸至泵 300 上之

與儲槽 304 流體連通之返回埠 1458。兩個主潤滑管線 1470A 及 1470B 連接至換向閥 1452 之各別埠 1472A 及 1472B。主潤滑管線 1470A 及 1470B 將潤滑劑遞送至雙管線計量閥 1480，該雙管線計量閥 1480 將經計量之量的潤滑劑遞送至潤滑點 1482（例如，軸承）。

換向閥 1452 可設定為處於兩個位置中之任一者。在第一位置中，進入壓力入口 1450 之潤滑劑穿過閥 1452 之第一埠 1472A 行進至第一主潤滑管線 1470A。當換向閥 1452 處於此第一位置中時，進入第二埠 1472B 之潤滑劑穿過放氣埠 1454 行進至返回管線 1456 且最終返回至儲槽 304。當換向閥 1452 處於第二位置中時，進入壓力入口 1450 之潤滑劑穿過閥 1452 之第二埠 1472B 行進至第二主潤滑管線 1470B。當換向閥 1452 處於第二位置中時，進入第一埠 1472A 之潤滑劑穿過放氣埠 1454 行進至返回管線 1456 且最終返回至儲槽 304。因此，當閥 1452 處於其第一位置中時，在壓力下將潤滑劑施配至第一潤滑管線 1470A，且第二潤滑管線 1470B 連接至儲槽 304。當閥 1452 處於其第二位置中時，在壓力下將潤滑劑施配至第二潤滑管線 1470B，且第一潤滑管線 1470A 連接至儲槽 304。在操作中，如下文將描述，換向閥 1452 自第一位置切換至第二位置。

當換向閥 1452 處於其第一位置中時，在壓力下將引導通過第一潤滑管線 1470A 之潤滑劑自每一計量閥 1480 之第一側施配至各別潤滑點 1482。當自最後計量閥 1480 施配潤滑劑時，泵 300 繼續操作且第一潤滑管線 1470A 中之壓力

增加，直至管線中之潤滑劑達到預先選定之壓力（例如，3000 psi）為止。當管線 1470A 中之潤滑劑達到預先選定之壓力時，4 通換向閥 1452 移動至其第二位置，使得其引導潤滑劑通過第二潤滑管線 1470B 且將第一潤滑管線 1470A 連接至儲槽 304，因此減輕第一管線中之壓力。在壓力下將引導通過第二潤滑管線 1470B 之潤滑劑自每一計量閥 1480 之相反側施配至各別潤滑點 1482。當自最後計量閥 1480 施配潤滑劑時，第二潤滑管線 1470B 中之壓力累積，直至管線中之潤滑劑達到預先選定之壓力為止。當潤滑劑達到預先選定之壓力時，來自換向閥 1452 上之管線末端壓力開關（圖中未示）或微開關（圖中未示）的信號使泵 300 停止。

在圖 19A 之實施例中，除消除出口 1416 中之連接至噴射器 1430 之止回閥 742 以允許噴射器 1430 在活塞 384 之返回排氣衝程期間重設外，歧管 1408 與上文關於圖 13 至圖 15 所描述相同地建構。

不偏離本發明之範疇的情況下，諸如圖 19A 之分區 Z2 之雙管線分區可與其他雙管線分區（圖中未示）組合，與分流閥分區（諸如，展示於圖 19B 中之分區 Z1）組合，或單獨使用（如圖 19C 中所展示）。如熟習此項技術者將瞭解，可在長管線情況下、在高壓下及/或針對數百個潤滑點有效地使用雙管線分區。除圖 19A 至圖 19C 中說明之端閉（dead-end）系統外，雙管線分區可經組態以取決於其特定應用而具有雙管線系統佈局（諸如，管線末端系統或環路系統）。

合乎需要地，以上系統中之遞送來自泵 300 之潤滑劑的潤滑油供應管線中之每一者（例如，510、610、702、804、824、840、904、924、940、1004、1024、1040、1104、1124、1140）包含軟管，當壓力低於預定極限（例如，1500 psi）時，該軟管為實質上不可膨脹的。為了確保泵將適當量之流體遞送至潤滑點，需要供應管線中之潤滑劑保持低於此極限。為達成此目的，提供在汽缸膛 338 之出口端處之壓力感測器 372。控制器 450 對來自此感測器之信號作出回應。若藉由感測器 372 感測到之壓力保持低於所陳述之極限，則控制器以預定正常速度操作步進馬達 394，從而以預定速率泵抽潤滑劑。若藉由感測器 372 感測到之壓力增加到高於極限，則控制器以較慢速度操作步進馬達 394，從而以較慢速率遞送所要量之潤滑劑，以避免軟管之不合乎需要之膨脹且避免包括潤滑油供應管線之系統中的不合乎需要之反壓。在一實施例中，用於潤滑劑供應管線之軟管具有約 0.250 英吋之內徑及自泵 300 至潤滑點之高達約八十（80）英呎的長度。合乎需要地，自泵至潤滑分配系統之第一歧管之潤滑油供應管線的長度不大於約五十（50）英呎。

合乎需要地，分配系統 1100 之泵 300 配備有用於識別泵故障之原因的自偵錯系統。就此而言，潤滑系統由於若干個原因而發生故障。首先，泵組件磨損至其不能夠累積足夠壓力以操作潤滑油系統的点。此情形可能係歸因於密封件磨損、活塞磨損及/或汽缸磨損。第二，出口止回閥不

能藉由防止系統中之回流來保持壓力。此情形可係歸因於閥座變得有孔且經腐蝕，或球變得有孔且經腐蝕，或因為污染物堆積於閥座中以妨礙適當密封。第三，隨著周圍溫度降低，潤滑脂可變硬且難以泵抽。在某些時候，移動潤滑脂所必要之壓力變為超限的。配備有下文所描述之自偵錯系統之泵可實行偵錯測試以判定系統故障是否係歸因於以上原因中之任一者。

在系統 1100 未能適當地泵抽潤滑劑的情況下，自偵錯系統執行三個偵錯測試。

為了測試泵是否能夠產生足夠壓力，控制器 450 用信號通知歧管 1108 之電子操作閥 1118 以關閉其各別孔。接著藉由控制器 450 操作步進馬達 394 以使活塞 384 在汽缸腔 338 中前進小距離。藉由壓力感測器 372 來感測汽缸之出口處之壓力。控制器 450 之處理器對來自感測器之壓力讀數進行取樣，且比較此等讀數與參考壓力以判定壓力累積是否為足夠的。

為了測試止回閥 344 是否能夠保持足夠壓力，控制器 450 操作步進馬達 394 以使泵活塞 384 在汽缸腔 338 中倒退小距離。藉由壓力感測器 372 來感測汽缸之出口處之壓力。控制器之處理器對來自感測器之壓力讀數進行取樣且比較此等讀數。若壓降，則下降之壓力指示止回閥 344 之故障。若壓力保持，則止回閥正在工作。

為了測試潤滑脂對於適當操作是否為過硬的，系統之使用者將進行如在美國專利 7,980,118 中所描述之可稱為排

氣計量 ( ventmeter ) 測試的測試，該專利以引用之方式併入本文中。為了實行此測試，控制器 450 操作步進馬達 394 以使活塞 384 前進，直至汽缸腔 338 之出口處的如藉由壓力感測器 372 感測之壓力達到預定壓力 ( 例如，1800 psi ) 為止。步進馬達接著操作以使活塞倒退通過排氣返回衝程至其排氣位置，在該點處，潤滑油供應管線中之潤滑脂排氣回至儲槽。在預定持續時間之延遲 ( 例如，30 秒 ) 之後，記錄汽缸腔 388 之出口處的壓力。控制器接著使用以下方程式來判定潤滑脂之屈服應力：

$$Y = [p\pi r^2 / 2\pi r l] = pr / 2l$$

其中「p」為在 30 秒之後汽缸腔出口處的所記錄壓力；「r」為潤滑油供應管線 1104 之半徑；且「l」為自泵 300 至第一歧管 1108 之潤滑油供應管線 1104 之長度。藉由使用者經由操作者輸入裝置及/或 USB 埠輸入此資訊而將「r」及「l」之值提供至控制器。

若潤滑脂之計算出之屈服應力 ( Y ) 為使得其超出潤滑脂對於泵為過硬而不能適當操作的已知值 ( 例如，0.125 之值 ) 的屈服應力，則控制器 450 將用信號向使用者通知警告。警告將用信號通知使用者以切換至較不稠等級之潤滑脂。

具有上文所描述之自偵錯特徵之泵 300 可供可阻斷自泵經由潤滑油供應管線至潤滑點之流動的任何類型之潤滑分配系統使用。

上文所描述之自偵錯系統亦可包括用於判定馬達之適

當操作的測試。為了實行此測試，控制器 450 打開電子操作閥 1118 以允許經由潤滑分配系統之至少限制之流動。控制器接著操作步進馬達 394 以使活塞 384 移動通過連續之泵抽衝程及返回衝程。藉由裝設於從動器外殼 404 上之磁場感測器 440、442 來感測活塞之移動。基於來自感測器之回饋，控制器能夠判定馬達 394 是否正使活塞往返地移動通過其完整之行程範圍。該測試亦可用以判定驅動機構中之（例如）歸因於驅動組件之未對準的任何非所要結合之存在。此判定係藉由量測由馬達 394 在其工作以移動活塞 384 時汲取之電流的量來實現。過度電流汲取（例如，1.0 安培或更大）可指示馬達及/或導引螺桿機構之非所要結合。在此測試期間，控制器使馬達緩慢地前進（例如，10 秒 0.75 英吋）以防止系統中之過度反壓。

以上所描述之自偵錯測試可回應於指示泵或潤滑分配系統之問題的錯誤信號而自動地執行。此外，若儲槽中之潤滑劑的如藉由溫度感測器 332（圖 4）判定之溫度下降至預定溫度以下，則可進行自偵錯潤滑脂硬度測試。

稍後在本說明書中描述本發明之自偵錯系統之額外特徵。

自前述內容將觀察到，本發明之泵 300 具有許多優點。舉例而言，控制器 450 經程式化而以如下模式操作泵：

（i）以分流閥模式操作，其中將來自泵之潤滑劑進給至一個以上分流閥以用於遞送至多個潤滑點；

（ii）噴射器模式，其中將來自泵之潤滑劑進給至複數

個潤滑劑噴射器以用於遞送至多個潤滑點；

(iii) 以雙管線系統模式操作，其中將來自泵之潤滑劑進給至複數個潤滑劑噴射器以用於遞送至多個潤滑點，且具有多個換向閥以用於使潤滑劑排氣至儲槽；及

(iv) CAN 匯流排模式

(a) 其中將來自泵之潤滑劑進給至複數個螺線管操作閥以用於遞送至多個潤滑點，

(b) 經由場匯流排提供控制螺線管之 CAN 訊息，及

(c) 經由場匯流排提供向螺線管供應能量之電力。

攪拌器 320 及泵活塞 384 藉由兩個單獨驅動機構來驅動之事實亦允許攪拌器及活塞獨立於彼此而被驅動，使得可在操作步進馬達以使活塞往復運動從而泵抽潤滑劑之前使儲槽中之潤滑劑流體化。攪拌器之移動亦起作用以藉由迫使潤滑劑穿過儲槽出口直接（亦即，沿所界定之流徑）至汽缸之入口中來灌填泵。

泵 300 能夠在相對較低之溫度下泵抽黏稠潤滑劑。此情形係至少部分歸因於施加於潤滑劑上以迫使潤滑劑自儲槽 304 直接至氣缸腔 338 中的強大推送/牽拉力。如上文所解釋，攪拌器 320 之旋轉使得強迫進給機構 330 對儲槽 304 之內部中的潤滑劑施加強大向下力，從而傾向於沿所界定之流徑（例如，如圖 6 中所展示）將潤滑劑推送至氣缸腔 338 中。另外，活塞 384 之返回衝程產生傾向於沿同一所界定流徑牽拉此同一潤滑劑的力。此等推送力與牽拉力之組合對於在較低溫度下將黏稠潤滑劑移動至氣缸腔 338 中為

有效的。

本發明之其他優點為顯而易見的。兩個單獨驅動機構（一個驅動機構用以驅動攪拌器且一個驅動機構用以驅動活塞）之使用且尤其是線性位置馬達（例如，步進馬達）之使用消除了習知的泵之大部分複雜性。泵有效地操作以在廣泛範圍之溫度上泵抽潤滑劑。且，泵之多個進給管線在實地安裝於系統中時提供較大靈活性。

另外，泵可包括用於實行偵錯測試以判定以下各者中之一或多者的偵錯軟體：

(i) 泵之在汽缸出口處產生最小壓力之能力；

(ii) 止回閥之阻斷穿過出口之逆流的能力；

(iii) 儲槽中之潤滑脂是否過硬而不能藉由泵進行泵抽；及

(iv) 藉由驅動機構之馬達在活塞於氣缸腔中移動時汲取之電流的量。

圖 20 說明用於使泵 300 之活塞 384 往復運動的大體上指定為 1200 之替代線性位置驅動機構。此實施例之驅動機構類似於先前實施例之步進馬達驅動機構。然而，驅動機構包含並非步進馬達之可逆轉馬達 1204。從動器 1214 上之位置指定器 1210 可藉由從動器外殼 1224 上之位置感測器 1220 讀取。位置感測器 1220 連接至泵之控制器 1226，以用於用信號通知從動器 1214 及附接至從動器之活塞 1230 的縱向位置。控制器 1226 操作可逆轉馬達 1204 以使導引螺桿 1240 在一方向上旋轉，從而經由泵抽衝程使從動器及

活塞移動合適距離（如藉由位置感測器所判定），且在相反方向上旋轉，從而經由返回衝程使得從動器及活塞移動合適距離（如藉由位置感測器所判定）。

以實施例說明，從動器 1214 上之位置指定器 1210 可為沿從動器以預定間隔隔開的凸起之金屬區段，且位置感測器 1220 可為偵測區段並對區段計數且用信號向控制器通知之電感性感測器。控制器 1226 監視從動器之線性位置，且基於此資訊能夠使活塞移動將所要量之潤滑脂施配至潤滑點所必要的距離。或者，從動器上之位置指定器 1210 可為沿從動器以預定間隔隔開之磁鐵區段，且位置感測器 1220 可為偵測區段並對區段計數且用信號向控制器通知之磁場感測器。控制器監視從動器之線性位置，且基於此資訊能夠使活塞移動將所要量之潤滑脂施配至潤滑點所必要的距離。

線性位置指定器 1210 及感測器 1220 亦可用以判定活塞 1230 何時處於其行程之極限。此資訊可用於校準系統。當第一次啟動系統時，校準系統，因此控制器知曉活塞處於其移動極限的位置。

可使用其他線性位置驅動機構。

圖 21 說明用於使泵 300 之活塞往復運動的大體上指定為 1300 之線性位置驅動機構之另一實施例。除藉由大體上指定為 1340 之編碼器器件來判定從動器 1314 及活塞 1330 之位置外，此實施例之驅動機構類似於先前實施例（圖 20）之驅動機構。編碼器器件 1340 裝設於從動器外殼 1346 中，

且包含固定至藉由馬達 1370 旋轉之導引螺桿 1356 之表面（例如，壓在該表面上）的可旋轉汽缸 1350，該馬達 1370 為可逆轉馬達而非步進馬達。隨著汽缸 1350 旋轉，編碼器 1340 監視汽缸之角旋轉移動，且用信號向泵之控制器 1380 通知此移動之範圍。如熟習此項技術者將理解，基於此資訊，控制器可判定活塞 1330 之線性位置。控制器 1380 亦控制馬達 1370 之操作，以在活塞之泵抽衝程及返回衝程期間使活塞移動適當距離。位置感測器 1380、1382 提供於從動器外殼 1346 上，以用於相對於從動器 1314（及因此活塞 1330）之位置校準編碼器 1340。以實施例說明，如在上文所描述之步進馬達實施例中，此等位置感測器 1380、1382 可為裝設於從動器外殼 1346 上之磁場感測器，以用於感測從動器上之磁鐵（圖中未示）。

簡要地參看圖 37（其在下文中予以詳細描述），本發明之系統 2300 包括上文所描述之泵 300、警報 2330，及用於感測系統之條件且提供條件信號的感測器 2322、2324、2326、2358。控制器 2308 藉由選擇性地向馬達供應能量來控制泵馬達 394 之操作，以使活塞 384 往復運動。控制器對來自感測器 2322、2324、2326、2358 之條件信號作出回應，以在條件信號處於預設範圍外時選擇性地向警報供應能量。在一實施例中，控制器為包括有形之電腦可讀非暫時性儲存媒體的處理器。儲存媒體儲存用於控制處理器之操作的處理器可執行指令。在此實施例中，處理器藉由操作者程式化以執行一或多個自偵錯指令集，如圖 22 至圖 36

中所說明。

如本文中所使用，管線壓力傳感器（下文中「管線 PT」）為感測潤滑油供應管線 2302 中之壓力的任何壓力感測器，例如，圖 37 及圖 37A 中之感測器 2324、2326、2346、2347 及 2348。管線末端壓力傳感器為在緊接在噴射器分配系統之一系列一或多個噴射器中之最後噴射器上游的位置處之潤滑油供應管線壓力傳感器，例如，圖 37A 中的感測器 2347。內部或泵壓力傳感器（下文中「內部 PT」或「泵 PT」）為感測泵之汽缸出口處之壓力的任何壓力感測器，例如，圖 4 中之感測器 372、圖 49 中之感測器 2726 以及圖 37 及圖 37A 中之感測器 2352。

圖 22 至圖 28 說明指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供自偵錯，該潤滑系統具有具內部（泵）PT 之閉環噴射器系統。

圖 24 至圖 29 說明指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供自偵錯，該潤滑系統具有具內部（泵）PT 之開環非噴射器系統。

圖 26、圖 30 至圖 35 說明指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供自偵錯，該潤滑系統具有無內部（泵）PT 之閉環噴射器系統。在此實施例中，監視步進馬達電流作為壓力之指示。

圖 26、圖 32 至圖 36 說明指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供自偵錯，該潤滑系統具有無內部（泵）PT 之開環非噴射器系統。

在此實施例中，監視步進馬達電流作為壓力之指示。

圖 22 至圖 28 說明具有內部（泵）PT 之噴射器系統。由使用者針對此系統輸入之使用者定義之設定包括：

（1）斷電計時器設定，其對應於一潤滑油事件之結束與下一潤滑油事件之開始之間的最大時間（如本文中所使用，「潤滑油事件」意謂噴射器分配系統之噴射器的潤滑循環，或分流閥分配系統之分流閥的潤滑循環，或 CAN 匯流排分配系統之閥的潤滑循環）；

（2）警報時間設定，其對應於自潤滑油事件之開始至完成的最大時間，若無潤滑油事件，則啟動警報；

（3）最大壓力設定，其對應於在泵之汽缸出口處允許之如由內部（泵）PT 感測到的最大壓力（例如，3000 psi）；

（4）噴射器啟動壓力設定，其對應於由管線末端 PT 感測到之啟動噴射器所需之壓力（例如，2500 psi）；

（5）排氣壓力設定（下文中亦稱為噴射器重設壓力設定），其對應於重設系統之噴射器所需之最大壓力（例如，900 psi）；

（6）潤滑油供應管線之長度；及

（7）潤滑油供應管線之直徑。

圖 29 說明具有內部（泵）PT 之分流閥系統。用於系統之使用者定義之設定包括：斷電計時器設定（在前述段落中定義），其對應於潤滑油事件之間的時間；警報時間設定（在前述段落中定義）；最大壓力設定（在前述段落中定義）；潤滑油供應管線之長度；及潤滑油供應管線之直

徑。

圖 30 至圖 35 說明無內部 PT 之噴射器系統。使用者定義之設定包括：斷電計時器設定（上文所定義）；警報時間設定（上文所定義）；最大壓力設定，其對應於在泵之汽缸出口處所允許之如藉由步進馬達電流感測器感測到的最大壓力（例如，3000 psi）；噴射器啟動壓力設定（上文所定義）；及排氣壓力設定（上文所定義）。

圖 36 說明無內部 PT 之分流閥系統。用於系統之使用者定義之設定包括：斷電計時器設定（上文所定義）；警報時間設定（上文所定義）；及最大壓力設定，其對應於在泵之汽缸出口處允許之如藉由步進馬達電流感測器感測到的最大壓力（例如，3000 psi）。

圖 22 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供自偵錯，該潤滑系統具有具內部 PT 之閉環噴射器系統。在 1502 處，處理器中之斷電計時器開始計時直至下一潤滑油事件。在 1504 處，斷電計時器逾時，且處理器向攪拌器馬達 326 供應能量以驅動泵 300 之攪拌器 320，從而攪拌儲槽 304 中之潤滑劑。攪拌器馬達 326 在泵步進馬達 394 接通之前接通歷時預設時間（例如，15 秒）以開始攪拌潤滑劑。攪拌器馬達繼續運轉，直至泵步進馬達 394 斷開。在 1506 處，處理器讀取管線末端 PT，以確認管線壓力低於排氣壓力設定以重設噴射器。若壓力處於或高於排氣壓力設定，則處理器執行圖 23 中之指令。若壓力低於排氣壓力設定，則在 1508 處，處理器開

始對警報進行計時，且在 1510 處，泵步進馬達 394 起動或繼續累積壓力。在 1512 處，處理器在顯示器 456 上指示泵之汽缸出口處之如藉由內部（泵）PT 感測到的壓力。

在圖 22(閉環系統)中之 1514 處，處理器監視內部(泵) PT，且處理器根據泵之汽缸出口處的潤滑油壓力來調整步進馬達 394 之速度。舉例而言，基於預定值之查找表調整軟體命令以控制步進馬達之速度及/轉矩(例如，馬達電壓、馬達電流、脈衝作用時間循環(脈衝頻率)及/或脈衝功率)。在較高壓力下，步進馬達以較慢速度旋轉。

在 1516 處，若汽缸出口壓力已超出最大值，則處理器繼續進行以實施圖 24 中之步驟。在 1518 處，若泵 300 之磁場感測器 442 尚未指示活塞處於其動力衝程之結束(從而指示未完成之衝程)，則處理器繼續進行以實施圖 25 中之步驟。在 1520 處，若儲槽 304 之低液位開關已閉合(從而指示儲槽中潤滑劑之液位為低的)，則處理器繼續進行以實施圖 26 中之步驟。在 1522 處，若超出警報時間設定(從而指示潤滑油事件正花費比諸如 15 分鐘之預設時間週期長的時間來完成)，則處理器繼續進行以實施圖 27 中之步驟。在 1524 處，若攪拌器馬達電流已超出最大電流極限(從而指示(例如)儲槽 304 中之潤滑劑過硬)，則處理器繼續進行以實施圖 28 中之步驟。

在圖 22 中之 1526 處，若內部(泵)壓力尚未達到先前由使用者輸入之噴射器啟動壓力設定，則處理器檢查內部(泵) PT 且返回至 1510。若內部壓力已達到或超出噴射

器啟動壓力設定，則在 1528 處，處理器使泵步進馬達 394 停止。在 1530 處，處理器判定是否已超出警報時間設定。若已超出警報時間設定，則處理器實施圖 27 中之步驟。若尚未超出警報時間設定，則處理器在 1532 處判定藉由管線末端 PT 感測到之管線末端壓力是否已達到噴射器啟動壓力設定（例如，2500 psi）。若管線末端壓力已達到噴射器啟動壓力設定，則在 1534 處，處理器控制步進馬達以使泵活塞返回至其排氣位置（參見圖 9）。在 1535 處，攪拌器馬達 326 運轉歷時預設週期（例如，15 秒）；且接著在 1502 處，斷電計時器再次開始。若管線末端壓力尚未達到噴射器啟動壓力設定，則處理器返回至 1526 以檢查內部（泵）PT。若藉由內部 PT 感測到之壓力低於噴射器啟動壓力設定，則在 1510 處，泵抽（亦即，步進馬達之操作）繼續。若在 1526 處，藉由內部 PT 感測到之壓力已達到噴射器啟動壓力設定，則在 1528 處，停止泵抽（亦即，步進馬達之操作），且處理器繼續進行，如上文所提及。在 1535 處，攪拌器馬達 326 運轉以在潤滑油事件結束之後操作，從而使潤滑劑流體化且藉由用下一潤滑油事件之潤滑劑來灌填汽缸（若需要）而在儲槽中準備好下一潤滑油事件之潤滑劑。

在圖 22 中，對於具有攪拌器之系統而言，潤滑油事件為在 1535 處一潤滑油事件隨攪拌器馬達之預設操作週期之結束的結束與在 1504 處下一潤滑油事件隨攪拌器馬達之啟動的開始之間的時間。亦預期到，系統可能不具有攪拌器

且以類似於圖 22 之方式操作。在圖 22 中，對於無攪拌器之系統而言，潤滑油事件為在 1534 處一潤滑油事件隨泵活塞返回至其排氣位置之結束與在 1510 處下一潤滑油事件隨步進馬達之起動的開始之間的時間。

圖 23 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供排氣（排氣計量）測試，該潤滑系統具有具內部 PT 之閉環噴射器系統。自圖 22 之 1506，如 1540 指示，在潤滑油事件開始時，藉由管線末端 PT 感測到之壓力高於由使用者輸入之排氣壓力設定。在 1542 處，處理器藉由在 1544 處使泵步進馬達 394 逆轉及使泵活塞 384 返回至其排氣位置來開始排氣計量測試（較早描述於本說明書中）。接著，潤滑油事件重新開始，且操作泵步進馬達 394 以使內部壓力累積至預設位準（例如，1800 psi）。在 1566 處，處理器使馬達逆轉以使活塞返回至排氣位置，等待預設時間（例如，30 秒）且接著讀取內部（泵）PT。藉由使用內部（泵）PT 壓力讀數、供應管線長度及供應管線直徑，在 1568 處，使用上文所描述之排氣計量測試來判定潤滑劑（例如，潤滑脂）之屈服應力。在 1570 處，接著比較測試之結果與屈服應力之預設位準（例如，1000 帕斯卡）。

若在 1570 處判定之屈服應力小於預設位準（例如，1000 帕斯卡），則在 1572 處，處理器在顯示器 456 上指示肯定（通過）排氣計量測試結果。在 1574 處，處理器不再繼續經計時之潤滑油事件且啟動警報。顯示器 456 展示潤滑油

供應管線之末端處之排氣故障及排氣計量測試之肯定結果兩者。自此情形，可假設管線末端 PT 壓力讀數歸因於除過高潤滑劑硬度外之某一問題而高於排氣壓力設定。

另一方面，若在 1570 處藉由排氣計量測試判定之屈服應力大於預設位準（例如，1000 帕斯卡），則在 1576 處，處理器在顯示器 456 上指示否定（未通過）排氣計量測試結果。在 1578 處，處理器不再繼續經計時之潤滑油事件且啟動警報。顯示器 456 展示潤滑油供應管線之末端處之排氣故障及潤滑劑（例如，潤滑脂）未通過排氣計量測試兩者。此結果指示，在 1506 處管線末端 PT 壓力讀數因為過高潤滑劑硬度而高於排氣壓力設定。

圖 24 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供最大壓力測試，該潤滑系統具有具內部（泵）PT 之閉環噴射器系統或具內部（泵）PT 之開環非噴射器系統。自圖 22 及圖 29 之 1516，如 1580 指示，已超出了汽缸出口處之最大壓力設定。在 1582 處，步進馬達藉由處理器立即停止，且經逆轉以使泵活塞返回至排氣位置。在 1584 處，一旦壓力已經排氣，即起始潤滑油事件。在 1586 處，若第二次超出汽缸出口處之最大壓力設定，則在 1588 處，處理器關斷步進馬達且將不再發生任何潤滑油事件。啟動壓力警報，且顯示器 456 將指示阻斷之供應管線。若並未超出最大壓力設定，則在 1586 處，處理器返回至 1502 以開始正常潤滑油事件且斷電計時器開始逾時。

圖 25 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統進行活塞之全衝程測試，該潤滑系統具有具內部(泵)PT之閉環噴射器系統或具內部(泵)PT之開環非噴射器系統。自圖 22 及圖 29 之 1518，如 1590 指示，在泵步進馬達操作期間，當步進馬達 394 針對活塞之返回衝程經逆轉（從而指示步進馬達 394 並不將活塞移動至其前向位置，如藉由前向感測器 442 所感測）時，前向磁鐵感測器 442（例如，舌簧開關）不閉合。在 1592 處，處理器判定此次是否為前向舌簧開關第二次未能在潤滑油事件或設定週期期間閉合。若是，則在 1594 處，處理器使用上一內部（泵）PT 壓力讀數來調整步進馬達操作。舉例而言，若步進馬達正根據如關於圖 56 至圖 58（下文）所說明及描述之量變曲線操作，則處理器使用上一內部（泵）PT 壓力讀數以根據查找表將步進馬達操作調整至較慢速度。在 1596 處，處理器將活塞移動至其排氣位置，且處理器接著返回至 1510（針對噴射器系統之圖 22 及針對分流閥系統之圖 29）以起始另一潤滑油事件。在 1598 處，若前向舌簧開關再次未能閉合，則在 1600 處關斷泵步進馬達，且處理器不再繼續經計時之潤滑油事件。又，處理器啟動壓力警報，且顯示器 456 指示前向舌簧開關未能閉合。在 1598 處，若前向舌簧開關並非未能閉合，則處理器返回至 1502（針對噴射器系統之圖 22 及針對分流閥系統之圖 29）以針對下一事件開始斷電計時器，此係因為已發生正常潤滑油事件。在 1592 處，若前向舌簧開關第二次並非未能閉合，

則在 1602 處，處理器使活塞返回至其排氣位置且實施 1510 處之活動（針對噴射器系統之圖 22 及針對分流閥系統之圖 29）以起始另一潤滑油事件。在 1604 處，若前向舌簧開關再次未能閉合，則處理器返回至 1592。若前向舌簧開關並非再次未能閉合，則處理器返回至 1502（針對噴射器系統之圖 22 及針對分流閥系統之圖 29）以針對下一事件開始斷電計時器，此係因為已發生正常潤滑油事件。在一實施例中，舌簧開關為活塞感測器，其提供指示活塞之位置或移動的活塞信號。

圖 26 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供儲槽液位測試，該潤滑系統具有閉環噴射器系統或開環非噴射器系統，該閉環噴射器系統或開環非噴射器系統各自具有或不具有內部（泵）PT。自圖 22、圖 29、圖 30 及圖 36 之 1520，如 1606 指示，低液位儲槽開關可在泵抽操作期間閉合。若此情形發生，則處理器等待，直至潤滑油事件完成且泵步進馬達 394 關斷為止。在 1608 處，若使用者已設定操作處理器之軟體以在低液位開關閉合時允許額外潤滑油事件，則處理器繼續進行至 1610 以在顯示器 456 上指示低液位警報。在 1613 處，泵活塞返回至排氣位置且進行排氣。處理器繼續進行至 1502（針對具有內部 PT 之噴射器系統的圖 22；針對具有內部 PT 之分流閥系統的圖 29；針對無內部 PT 之噴射器系統之圖 30；針對無內部 PT 之分流閥系統的圖 36）以開始斷電計時器，直至下一潤滑油事件為止。在 1608 處，若

使用者尚未設定操作處理器之軟體以在低液位開關閉合時允許額外潤滑油事件，則處理器繼續進行至 1614。泵步進馬達並不再次重新起動，直至儲槽已經填充為止。處理器在顯示器 456 上指示低液位警報，且向低液位警報繼電器供應能量。當儲槽經重新填充時，處理器轉至 1510（針對具有內部 PT 之噴射器系統的圖 22；針對具有內部 PT 之分流閥系統的圖 29；針對無內部 PT 之噴射器系統之圖 30；針對無內部 PT 之分流閥系統的圖 36）。

圖 27 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供循環（例如，噴射器重設）逾時測試，該潤滑系統具有具內部（泵）PT 之閉環噴射器系統或具內部（泵）PT 之開環非噴射器系統。自圖 22 及圖 29，如 1620 處所指示，在 1524 或 1530 處超出警報時間。作為回應，在 1622 處，處理器起始出口檢查測試以判定出口止回閥及/或止回閥閥座是適當地工作抑或為有缺陷的。在 1624 處，使泵 300 之活塞返回至排氣位置。在排氣之後，起動泵步進馬達 394 且其累積壓力。當藉由管線末端 PT 2346 感測到之壓力等於或超出預設設定（例如，1000 psi）時，處理器使泵步進馬達 394 停止，該預設設定可藉由使用者先前輸入或進行調整。在 1626 處，使泵活塞 384 返回至開始（排氣）位置，且處理器等待設定之時間週期（例如，20 秒）。在 1628 處，處理器判定如藉由管線末端 PT 2346 感測到之壓力是否已下降大於設定之量（例如，500 psi）。若是，則在 1630 處，處理器將不再起始經計時之潤滑油事

件。處理器啟動壓力警報且控制顯示器 456 以指示歸因於有缺陷之出口止回閥 344 及/或止回閥閥座 348 而超出警報時間設定。

若壓力已下降小於設定之量，則處理器繼續進行至 1632 且起始排氣計量測試（上文所描述）。在 1634 處，使泵活塞返回至排氣位置，且處理器操作泵步進馬達以使內部壓力累積至設定之量（例如，1800 psi）且接著使泵步進馬達停止。在 1636 處，使泵活塞 384 返回至排氣位置，且處理器等待設定之時間週期（例如，30 秒）以讀取內部泵壓力。在 1638 處，處理器接著使用內部（泵）PT 壓力讀數、供應管線長度及供應管線直徑完成排氣計量測試以判定潤滑脂之屈服應力。在 1640 處，若判定之屈服應力大於設定之屈服應力位準（例如，1000 帕斯卡），則在 1642 處，處理器將在顯示器 456 上指示否定（未通過）排氣計量測試結果。在 1644 處，處理器不再繼續經計時之潤滑油事件，且處理器啟動警報。在 1640 處，若判定之屈服應力小於設定之屈服應力位準（例如，1000 帕斯卡），則在 1646 處，處理器將在顯示器 456 上指示肯定（通過）排氣計量測試結果。在 1648 處，處理器將使警報時間設定增加設定之量（例如，50%），且起始 1508 處之潤滑油事件（針對噴射器系統之圖 22 及針對分流閥系統之圖 29）。在 1650 處，若未超出增加之警報時間設定，則正常潤滑油事件已發生，且處理器繼續進行至 1502。視情況，在 1654 處，下一潤滑油事件及彼等後續潤滑油事件將藉由處理器監視，以

判定是否可將警報時間設定調整至原始使用者設定。在 1650 處，若超出增加之警報時間設定，且在 1656 處，處理器判定此次並非為第二次增加警報時間設定，則處理器繼續進行回至 1648。若此次為第二次，則處理器繼續進行至 1658。處理器不再起始經計時之潤滑油事件，且啟動警報。顯示器 456 指示已超出警報時間。

圖 28 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供儲槽潤滑劑硬度測試，該潤滑系統具有具內部（泵）PT 之閉環噴射器系統或具內部（泵）PT 之開環非噴射器系統。自圖 22 及圖 29，如 1660 處所指示，在 1626 處攪拌器馬達 326 已超出其最大電流極限，使得在 1662 處立即停止攪拌器馬達，且在斷開攪拌器馬達之情況下在 1664 處實行排氣計量測試。為進行排氣計量測試，處理器返回至圖 23 之 1544，從而使泵活塞返回至其排氣位置且起動泵步進馬達以使汽缸出口處之內部壓力累積至預設設定（例如，1800 psi）。作為對在 1664 處實行排氣計量測試之替代或除在 1664 處執行排氣計量測試之外，處理器亦可向加熱器供應能量以對潤滑劑加熱。舉例而言，可啟動泵之泵外殼或泵之儲槽中的加熱器或與潤滑油管線相關聯之加熱元件以減小潤滑劑硬度。如下文所提及，硬潤滑劑可藉由使步進馬達超速歷時一時間週期來施配。在一實施例中，可啟動加熱器，且可使步進馬達超速以便施配硬潤滑劑。若儲槽中之潤滑劑經加熱，則可再次向在 1662 處停止之攪拌器馬達供應能量，此係因為儲槽中

之潤滑劑已經加熱且其黏度減小。

圖 29 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供自偵錯，該潤滑系統具有具內部（泵）PT 之開環非噴射器（例如，分流閥）系統。除繞過 1506 且由 1702 至 1704 替換 1526 至 1532 外，圖 29 與圖 22 相同。在（諸如）由圖 29 表示之分流閥系統中，至少一分流閥（例如，主分流閥）包括近接開關（諸如，電感性開關），該近接開關在分流閥移動以由潤滑劑填充時經設定，且在分流閥移動以排空及施配潤滑劑時經重設（亦即，啟動該開關）。在 1702 處，處理器確認分流閥之近接開關尚未啟動，從而指示閥尚未施配潤滑劑且繼續 1510 處泵步進馬達 394 之操作。若近接開關已啟動，則在 1704 處，泵步進馬達停止，且在 1533 處，活塞 384 返回至其開始位置（亦即，非排氣開始位置，參見圖 8）。在 1535 處，攪拌器馬達 326 運轉歷時預設週期（例如，15 秒），且接著在 1502 處，斷電計時器再次開始。

在圖 29 中，對於具有攪拌器之系統而言，潤滑油事件為在 1535 處一潤滑油事件隨攪拌器馬達之預設操作週期之結束的結束與在 1504 處下一潤滑油事件隨攪拌器馬達之啟動的開始之間的時間。亦預期到，系統可能不具有攪拌器且以類似於圖 29 之方式操作。在圖 29 中，對於無攪拌器之系統而言，潤滑油事件為在 1533 處一潤滑油事件隨泵活塞返回至其開始位置之結束與在 1510 處下一潤滑油事件隨步進馬達之啟動的開始之間的時間。

圖 30 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供自偵錯，該潤滑系統具有無內部（泵）PT 之閉環噴射器系統。除以下情況外，圖 30 與圖 22 相同：1506 連接至圖 31 而非圖 23；1512 至 1514 已由 1802 替換；1516 由 1803 替換；1518、1522、1524 連接至圖 33、圖 35、圖 36 而非圖 25、圖 27、圖 28；且 1526 至 1532 由 1804 至 1806 替換。在於 1510 處泵步進馬達 394 起動或繼續累積壓力之後，在 1802 處，處理器監視施加至步進馬達之電流，且根據馬達電流來調整馬達之速度。所施加之電流指示泵之汽缸出口處的內部（泵）壓力。處理器使用基於預定值之查找表以（諸如）藉由調整步進馬達電壓，調整可用之步進馬達電流，調整所施加之電力來控制馬達，且調整施加至馬達之作用時間循環（脈衝頻率）寬度調變（PWM）脈衝以控制及調節內部（泵）壓力。在較高馬達電流下，步進馬達以較慢速度旋轉。在 1804 處，若管線末端 PT 指示管線末端壓力已達到啟動噴射器所必要之噴射器啟動壓力，則在 1806 處，泵步進馬達停止，且處理器繼續進行至 1534。否則，泵步進馬達繼續操作，且處理器繼續進行至 1510。

在圖 30 中，對於具有攪拌器之系統而言，潤滑油事件為在 1535 處一潤滑油事件隨攪拌器馬達之預設操作週期之結束的結束與在 1504 處下一潤滑油事件隨攪拌器馬達之起動的開始之間的時間。亦預期到，系統可能不具有攪拌器且以類似於圖 30 之方式操作。在圖 30 中，對於無攪拌器

之系統而言，潤滑油事件為在 1534 處一潤滑油事件隨泵活塞返回至其排氣位置之結束與在 1510 處下一潤滑油事件隨步進馬達之起動的開始之間的時間。

圖 31 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統進行排氣計量測試，該潤滑系統具有無內部（泵）PT 之閉環噴射器系統。在圖 30 之 1506 處，處理器判定來自管線末端 PT 之壓力讀數低於排氣壓力設定，因此處理器繼續進行至圖 31。在圖 31 中之 1810 處，在潤滑油事件開始時，來自管線末端 PT 之壓力讀數高於由使用者設定之排氣壓力設定。結果，在 1812 處，處理器不再執行經計時之潤滑油事件。處理器啟動警報，且控制顯示器 456 以展示潤滑油供應管線之末端處之排氣故障。

圖 32 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供最大壓力測試，該潤滑系統具有無內部（泵）PT 之閉環噴射器系統或無內部（泵）PT 之開環非噴射器系統。自圖 30 及圖 36 之 1803，如 1814 指示，已超出驅動泵步進馬達之最大步進馬達電流。在 1816 處，步進馬達藉由處理器立即停止，且經逆轉以使泵活塞返回至其排氣位置。在 1818 處，一旦壓力已經排氣，即起始潤滑油事件。在 1820 處，若已第二次超出最大馬達電流，則在 1822 處，處理器關斷步進馬達且將不發生任何潤滑油事件。啟動壓力警報繼電器，且顯示器 456 將指示阻斷之供應管線。在 1820 處，若未超出最大馬達電流，則在 1820 處，處理器返回至 1502（針對噴射器系統之圖 30 及針對分

流閥系統之圖 36) 以開始正常潤滑油事件，且斷電計時器開始逾時。

圖 33 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供活塞之全衝程測試，該潤滑系統具有無內部(泵)PT之閉環噴射器系統或無內部(泵)PT之開環非噴射器系統。除 1594 已由 1824 替換外，圖 33 與圖 25 相同，1824 使用上一步進馬達電流讀數來將馬達調整至如由查找表所指示之最慢速度。圖 33 在 1518 處自圖 30 及圖 36 繼續進行。在 1598 或 1604 處，若舌簧開關並非未能再次閉合，則處理器返回至 1502 (針對噴射器系統之圖 30 及針對分流閥系統之圖 36)。

圖 34 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供循環(例如，噴射器重設)逾時測試，該潤滑系統具有無內部(泵)PT之閉環噴射器系統或無內部(泵)PT之開環非噴射器系統。除已繞過 1622 至 1646 外，圖 34 與圖 27 相同。圖 34 在 1522 處自圖 30 及圖 36 繼續進行。在於 1648 處增加警報時間之後，處理器返回至 1508 (針對噴射器系統之圖 30 及針對分流閥系統之圖 36)，或處理器返回至 1502 (針對噴射器系統之圖 30 及針對分流閥系統之圖 36)，或在 1658 處啟動警報。

圖 35 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供儲槽中之潤滑劑之硬度測試，該潤滑系統具有無內部(泵)PT之閉環噴射器系統或無內部(泵)PT之開環非噴射器系統。自圖 30 及圖 36 之

1524，如 1840 指示，攪拌器馬達 326 已超出其最大電流極限。在 1842 處，攪拌器馬達停止，且在 1844 處，處理器中斷經計時之潤滑油事件。啟動警報，且顯示器 456 指示過高攪拌器馬達電流。

圖 36 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供自偵錯，該潤滑系統具有無內部（泵）PT 之開環非噴射器（分流閥）系統。除 1872 替換 1804 外，圖 36 與圖 30 相同。在 1802 處，在開環系統中，處理器監視施加至步進馬達之電流，且根據馬達電流來調整馬達之速度以控制及調整內部或泵壓力。基於預定值之查找表將調整步進馬達電壓、可用之馬達電流及至馬達之軟體命令。在較高馬達電流下，步進馬達以較慢速度操作。在 1872 處，處理器確認監視系統之分流閥之近接開關尚未啟動，從而指示分流閥尚未重設且繼續 1510 處泵之操作。若近接開關已啟動，則在 1806 處關斷泵步進馬達，且在 1533 處使活塞返回至其開始（非排氣）位置。

在圖 36 中，對於具有攪拌器之系統而言，潤滑油事件為在 1535 處一潤滑油事件隨攪拌器馬達之預設操作週期之結束的結束與在 1504 處下一潤滑油事件隨攪拌器馬達之啟動的開始之間的時間。亦預料到，系統可能不具有攪拌器且以類似於圖 36 之方式操作。在圖 36 中，對於無攪拌器之系統而言，潤滑油事件為在 1533 處一潤滑油事件隨泵活塞返回至其開始位置之結束與在 1510 處下一潤滑油事件隨步進馬達之啟動的開始之間的時間。

圖 36A 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對 CAN 匯流排潤滑系統提供自偵錯，該 CAN 匯流排潤滑系統具有致動器閥而無（諸如）說明於圖 19 中之內部壓力傳感器。除消除與警報計時器相關之 1508 及 1522 以及與近接開關相關之 1872（此係因為此系統並非如圖 36 之系統般具有分流閥）外，圖 36A 與圖 36 相同。因此，不存在對應於自潤滑油事件之開始至完成之最大時間的警報時間設定。在此系統中，潤滑油事件涉及打開致動器閥歷時預設時間週期（或歷時預設數目個泵衝程或預設數目個步進馬達旋轉），以便經由打開之閥將預設量之潤滑劑施配至其各別潤滑點。

作為根據圖 36A 之系統之操作的實施例，將參看圖 19。此實例假設，排程軸承 1148A 及 1148B 以用於需要 30 秒之步進馬達操作的一定體積之潤滑劑遞送，且排程軸承 1148D 以用於需要 45 秒之步進馬達操作的一定體積之潤滑劑遞送。在此實施例中，並未排程軸承 1148C 以用於潤滑。在 1830 處，經由 CAN 模組 1121 向為分區 Z2 之分區螺線管之右側閥 1118 供應能量（打開右側閥 1118）。在 1831 處，向與經排程以用於潤滑之軸承 1148A 相關聯之第一閥 1150A 供應能量（打開第一閥 1150A），且在 1510 處泵步進馬達起動。在 1832 處，處理器判定由泵輸出之潤滑劑之體積是否與使用者針對軸承 1148A 程式化之值（例如，30 秒）匹配。若否，則泵步進馬達繼續操作。當閥 1150A 已打開歷時 30 秒（或歷時預設數目個泵衝程或預設數目個步

進馬達旋轉)時,處理器自 1832 繼續進行至 1833。由於閥 1150A 並非分區 Z2 中經排程以用於潤滑之最後閥,因此處理器繼續進行至 1831 以順序地關閉閥 1150A 且打開閥 1150B。當閥 1150B 已打開歷時 30 秒(或歷時預設數目個泵衝程或預設數目個步進馬達旋轉)時,處理器自 1832 繼續進行至 1833。由於閥 1150B 並非分區 Z2 中經排程以用於潤滑之最後閥,因此處理器繼續進行至 1831 以順序地關閉閥 1150B 且打開閥 1150D。當閥 1150D 已打開歷時 45 秒(或歷時預設數目個泵衝程或預設數目個步進馬達旋轉)時,處理器自 1832 繼續進行至 1833。由於閥 1150D 為分區 Z2 中經排程以用於潤滑之最後閥,因此處理器繼續進行至 1834 以停止泵步進馬達,且接著繼續進行至 1835 以關閉閥 1115D 及右側閥 1118,該右側閥 1118 為分區 Z2 之分區螺線管。

在圖 36A 中,對於具有攪拌器之系統而言,潤滑油事件為在 1535 處一潤滑油事件隨攪拌器馬達之預設操作週期之結束的結束與在 1504 處下一潤滑油事件隨攪拌器馬達之起動的開始之間的時間。亦預期到,系統可能不具有攪拌器且以類似於圖 36A 之方式操作。在圖 36A 中,對於無攪拌器之系統而言,潤滑油事件為在 1533 處一潤滑油事件隨泵活塞返回至其開始位置之結束與在 1510 處下一潤滑油事件隨步進馬達之起動的開始之間的時間。

因此,如圖 22 至圖 37A 中所展示,本發明之系統之實施例包括諸如處理器之控制器 2308,且進一步包含有形之

電腦可讀非暫時性儲存媒體，該媒體包括處理器可執行指令。處理器執行該等指令，且指令包括以下各項中之至少一或多者：

(i) 用於判定連接至系統之潤滑劑噴射器是否正在排氣且用於在排氣計量測試指示噴射器並非正在排氣時向警報供應能量的指令（圖 23 及圖 31）；

(ii) 用於判定泵處之潤滑劑壓力且用於在所判定之壓力大於最大壓力時向警報供應能量的指令（圖 24 及圖 32）；

(iii) 用於判定活塞移動且用於在所判定之活塞移動小於最小移動時向警報供應能量的指令（圖 25 及圖 33）；

(iv) 用於判定儲槽之潤滑劑液位且用於在所判定之潤滑劑液位小於最小液位時向警報供應能量的指令（圖 26）；

(v) 用於判定潤滑劑壓力且用於在所判定之壓力在馬達泵操作之給定時間週期已屆期之後小於最大壓力時向警報供應能量的指令（圖 27 及圖 35）；

(vi) 用於監視施加至攪拌器馬達之電流且用於在攪拌器馬達電流超出最大值時中斷攪拌器馬達之操作的指令（圖 28）；及

(vii) 用於監視施加至攪拌器馬達 326 之電流且用於在攪拌器馬達電流超出最大值時向警報供應能量的指令（圖 35）。

圖 37 為本發明之 CAN 匯流排潤滑系統 2300 之一實施例的方塊圖，該 CAN 匯流排潤滑系統 2300 用於將潤滑劑供應至致動器控制閥之分區。潤滑系統 2300 包括具有上文

所描述之組件的泵 300。泵之儲槽 304 儲藏潤滑劑（例如，潤滑脂），且具有用於將潤滑劑經由潤滑油供應管線 2302 供應至潤滑劑遞送系統的儲槽出口 316，該潤滑油供應管線 2302 與泵之汽缸出口 354 連通。泵 300 包括：汽缸 334，該汽缸 334 界定汽缸腔 338；與儲槽出口 316 連通之汽缸入口 334a，其用於潤滑劑自儲槽 304 至汽缸腔 338 中之流動；汽缸出口 354；及可在汽缸腔 338 中移動之活塞 384（參見圖 3 至圖 9）。供應管線 2302 包括複數個閥 2304，每一閥 2304 用於在閥被打開且潤滑劑處於由泵 300 產生之壓力下時控制潤滑劑至諸如軸承 2306 之位置的遞送。泵之包括馬達（諸如，步進馬達 394）的驅動機構（例如，326、390、1200）使活塞 384 在汽缸腔 338 中往復運動以向潤滑劑加壓。控制器 2308（諸如，微處理器及/或可程式化邏輯陣列）藉由選擇性地向馬達供應能量來控制馬達 394 之操作，從而使活塞 384 往復運動。

在圖 37 中藉由虛線說明之控制器區域網路（CAN）匯流排 2310 連接至控制器 2308，且載運 CAN 命令信號。預期到，CAN 匯流排可實施為有線或無線網路。如本文中所使用，「連接」意謂有線或無線連接。如本文中所提及，電力匯流排 2312 連接至電源供應器 2314 以供應電力，從而向系統 2300 之組件供應能量。複數個致動器（諸如，螺線管 2316）與閥 2304 相關聯以用於打開及關閉各別閥。各自具有繼電器 2318 之複數個 CAN 模組 2320 控制螺線管 2316 之操作。舉例而言，每一 CAN 模組可為與型號

EZ500/700 繼電器組合之型號 EZ221-CO 從屬介面，該兩者由 Eaton Corp. 售賣。從屬介面連接至 CAN 匯流排 2310 以接收來自控制器之 CAN 命令信號。繼電器 2318 連接至電力匯流排 2312 以用於選擇性地向各別致動器 2316 供應能量，從而打開及關閉與致動器相關聯之閥 2304 以便遞送潤滑劑。CAN 模組 2320 連接於 CAN 匯流排 2310 與各別繼電器 2318 之間，以用於回應於藉由控制器 2310 經由 CAN 匯流排 2310 提供之 CAN 命令指令而控制各別繼電器。

在一實施例中，諸如流量計、軸承感測器、聲振動感測器、熱量感測器及/或壓力感測器之感測器可用於感測與系統 2300 相關之條件。大體而言，感測器可為感測潤滑劑、潤滑劑流動、潤滑劑參數、潤滑劑條件或對潤滑劑之需要的任何感測器。舉例而言，聲、熱、振動或壓力感測器 2322 可與軸承 2306A 連通；壓力感測器 2324 可與潤滑油供應管線 2302 連通；及/或流量感測器 2326 可與至軸承 2306B 之潤滑油供應管線連通。在每一實施例中，感測器將指示其感測到之條件的條件信號（例如，壓力信號、流量信號、熱量信號、振動信號）提供至 CAN 模組 2320 中之一者，該 CAN 模組 2320 經由 CAN 匯流排 2310 將對應條件信號提供至控制器 2308。結果，控制器對該對應條件信號作出回應以控制馬達 394。在一實施例中，控制器 2308 對一或多個條件信號作出回應以經由 CAN 匯流排 2310 將 CAN 信號發送至 CAN 模組 2310 中之至少一或多者，從而控制與 CAN 模組 2310 相關聯之 CAN 繼電器 2318 以選擇性地向與 CAN

模組相關聯之 CAN 繼電器 2318 之螺線管 2316 供應能量，從而實施潤滑油事件。此情形導致按需潤滑類型之系統。舉例而言，感測器可正感測系統之對應於對潤滑事件之需要的條件。詳言之，感測器可正感測軸承之溫度、軸承之聲輸出及/或軸承之振動。作為回應，控制器藉由選擇性地向馬達供應能量來控制步進馬達 394 之操作，從而使活塞 384 往復運動。結果，控制器 2308 對條件信號作出回應以（諸如）藉由選擇性地向驅動機構供應能量來修改系統操作，且在條件信號指示對潤滑事件之需要時泵抽潤滑劑，使得系統按需提供潤滑。

在一實施例中，一或多個警報 2330 可為系統 2300 之部分。在此實施例中，控制器 2308 包括用於儲存警報條件之記憶體，且對條件信號作出回應以（諸如）藉由在條件信號對應於警報條件中之一者時選擇性地向警報 2330 供應能量來修改系統操作。警報可為視覺指示、聽覺指示、螢幕上之通知、電子郵件、文字訊息、語音郵件訊息，或警告操作者之任何其他通知。

在圖 37 中，分區中之一或多者可包括計量閥（圖中未示），該等計量閥經組態以在每一潤滑事件期間施配預設體積之潤滑劑。本文中提及之分流閥（參見圖 37A）為計量閥之實施例。取決於計量閥之類型，該等閥可能不需要或可能不需要單獨致動器（例如，螺線管 2316）。對於包括具有計量閥之分區的實施例而言，控制器 2308 經程式化以操作步進馬達 394，從而泵抽潤滑劑以使分區中之計量閥加

載，之後計量閥將經計量之體積的潤滑劑施配至軸承 2306。或者或此外，分區中之一或多者可包括非計量閥 2304，該非計量閥 2304 等藉由其各別螺線管 2316 打開及關閉。因此，控制器控制分區中之非計量閥，且判定在潤滑劑事件期間施配之潤滑劑的量。對於包括具有非計量閥之分區的實施例而言，控制器經程式化以操作步進馬達，從而泵抽潤滑劑以在分區中施配預設體積之潤滑劑。因此，如藉由控制器供應能量之泵步進馬達 394 判定在潤滑劑事件期間施配之潤滑劑的量。

控制器 2308 可經程式化以在一時間週期中或數個泵抽衝程內泵抽預設體積之潤滑劑。因此，控制器可基於泵步進馬達 394 操作之時間週期來控制泵步進馬達以泵抽預設體積（例如，預設體積等於泵步進馬達 394 之操作分鐘數乘以英吋<sup>3</sup>/分鐘，或預設體積等於泵步進馬達 394 之操作分鐘數乘以 cc/分鐘），以便施配預設體積之潤滑劑。或者，控制器可基於泵抽衝程之數目來控制泵步進馬達 394 以泵抽預設體積（例如，體積等於活塞衝程之數目乘以在每一泵抽衝程期間藉由活塞移動所位移的汽缸腔之容積，或體積等於衝程之數目乘以汽缸腔之直徑乘以每一活塞衝程之長度），以便施配預設體積之潤滑劑。此類型之預設體積控制尤其適用於潤滑油按需類型之系統及分流閥分配系統中。在一實施例中，使用者可針對每一潤滑油事件經由輸入器件 454 鍵入待以藉由使用者起始之手動模式或藉由處理器週期性地執行之自動模式泵抽之潤滑劑的預設體積。

作為回應，控制器向泵馬達 394 供應能量歷時對應於預設體積之時間週期。儘管此類型之預設體積控制並不需要諸如壓力或體積感測器之感測器，但預期到在某些實施例中可視需要使用感測器以確認已泵抽了預設體積之潤滑劑。

舉例而言，在圖 19 中，控制器 450 可將訊息發送至 CAN 模組 1121 以藉由打開左側閥 1118 來打開分區 Z1，且接著控制器 450 可操作泵 300 之步進馬達 394 歷時預設時間週期或歷時預設數目個衝程以將對應預設體積之潤滑劑泵抽至潤滑點 1134。或者，控制器 450 可將訊息發送至 CAN 模組 1121 以藉由打開右側閥 1118 來打開分區 Z2，且接著控制器 450 可操作泵步進馬達歷時預設時間週期或歷時預設數目個衝程以將對應預設體積之潤滑劑泵抽至潤滑點 1148A 至 1148D。可類似地打開其他分區以用於泵抽預設體積之潤滑劑。

類似地，在圖 16 中，控制器 450 可將訊息發送至 CAN 模組（圖中未示）以藉由打開左側閥 818 來打開分區 Z1，且接著控制器 450 可操作泵歷時預設時間週期或歷時預設數目個衝程以將對應預設體積之潤滑劑泵抽至潤滑點 834。或者，控制器 450 可將訊息發送至 CAN 模組以藉由打開右側閥 818 來打開分區 Z2，且接著控制器 450 可操作泵步進馬達歷時預設時間週期或歷時預設數目個衝程以將對應預設體積之潤滑劑泵抽至潤滑點 850。可類似地打開其他分區以用於泵抽預設體積之潤滑劑。

類似地，在圖 17 中，控制器 450 可將訊息發送至 CAN

模組（圖中未示）以藉由打開左側閥 918 來打開分區 Z1，且接著控制器 450 可操作泵歷時預設時間週期或歷時預設數目個衝程以將對應預設體積之潤滑劑泵抽至潤滑點 934。或者，控制器 450 可將訊息發送至 CAN 模組以藉由打開右側閥 918 來打開分區 Z2，且接著控制器 450 可操作泵步進馬達歷時預設時間週期或歷時預設數目個衝程以將對應預設體積之潤滑劑泵抽至潤滑點 948。可類似地打開其他分區以用於泵抽預設體積之潤滑劑。

類似地，在圖 18 中，控制器 450 可將訊息發送至 CAN 模組（圖中未示）以藉由打開左側閥 1018 來打開分區 Z1，且接著控制器 450 可操作泵歷時預設時間週期或歷時預設數目個衝程以將對應預設體積之潤滑劑泵抽至潤滑點 1034。或者，控制器 450 可將訊息發送至 CAN 模組以藉由打開右側閥 1018 來打開分區 Z2，且接著控制器 450 可操作泵步進馬達歷時預設時間週期或歷時預設數目個衝程以將對應預設體積之潤滑劑泵抽至潤滑點 1048。可類似地打開其他分區以用於泵抽預設體積之潤滑劑。

類似地，在圖 19A 中，控制器 450 可將訊息發送至 CAN 模組（圖中未示）以藉由打開左側閥 1418 來打開分區 Z2，且接著控制器 450 可操作泵歷時預設時間週期或歷時預設數目個衝程以將對應預設體積之潤滑劑泵抽至潤滑點 1482。或者，控制器 450 可將訊息發送至 CAN 模組以藉由打開右側閥 1418 來打開分區 Z2，且接著控制器 450 可操作泵步進馬達歷時預設時間週期或歷時預設數目個衝程以將

對應預設體積之潤滑劑泵抽至潤滑點 1434。可類似地打開其他分區以用於泵抽預設體積之潤滑劑。

類似地，在圖 19B 中，控制器 450 可將訊息發送至 CAN 模組（圖中未示）以藉由打開右側閥 1418 來打開分區 Z1，且接著控制器 450 可操作泵歷時預設時間週期或歷時預設數目個衝程以將對應預設體積之潤滑劑泵抽至潤滑點 1934。或者，控制器 450 可將訊息發送至 CAN 模組以藉由打開右側閥 1418 來打開分區 Z2，且接著控制器 450 可操作泵步進馬達歷時預設時間週期或歷時預設數目個衝程以將對應預設體積之潤滑劑泵抽至潤滑點 1482。可類似地打開其他分區以用於泵抽預設體積之潤滑劑。

可類似地打開圖 37 及圖 37A 之分區以用於泵抽預設體積之潤滑劑。此外，由於正由泵施配之潤滑劑之體積對於處理器為已知的，因此此資訊可用作偵錯資訊。舉例而言，考慮具有 100 個潤滑點從而在潤滑油事件期間需要 150 cc 之總的所需體積之潤滑劑的系統。在執行潤滑油事件之後，處理器可比較在潤滑油事件期間施配之潤滑劑之實際施配體積與總的所需體積。若實際施配體積小於總的所需體積，則此情形將指示阻斷之管線或妨礙潤滑劑遞送之其他問題。若實際施配體積大於總的所需體積，則此情形將指示斷裂之管線或諸如引起潤滑劑自系統漏出之洩漏的其他問題。因此，可監視所施配之潤滑劑之體積，且在所施配之實際體積不同於總的所需體積時致動警報。

又，閥打開（如由控制器判定）之時間週期可影響所

遞送之潤滑劑的量。在某些安裝中，計量閥（例如，噴射器及/或分流閥）相較於非計量閥實施起來可為較昂貴的，使得實施具有非計量閥之分區可為較不較昂貴的。系統 2300 之靈活性准許各種類型之分區，以便滿足特定安裝之各種要求。

圖 37A 為本發明之 CAN 匯流排潤滑系統 2301 之一實施例的方塊圖，該 CAN 匯流排潤滑系統 2301 用於將潤滑劑供應至具有分流閥之分區及具有噴射器之分區（對於類似分區說明，亦參見圖 17）。亦預期到，系統 2300 及 2301 可組合為包括具有噴射器、分流閥及/或致動器控制閥之一或多個分區的一系統。系統 2301 包括泵 300。系統亦包括閥 2304M，其藉由螺線管 2316M 打開及關閉以用於將潤滑劑供應至具有噴射器 2317 之分區以對軸承 2306M 進行潤滑。選擇性地關閉 CAN 模組 2320M 之繼電器 2318M 中的一者以向螺線管 2316M 供應能量，從而打開閥 2304M 以將潤滑劑經由潤滑油供應管線 2302 供應至噴射器 2317。壓力感測器 2347 感測在閥 2304M 與噴射器 2317 之間的管線中之潤滑劑的壓力，且將壓力信號提供至 CAN 模組 2320M，該 CAN 模組 2320M 經由 CAN 匯流排 2310 將對應信號發送至控制器 2308。

系統 2301 亦包括閥 2304N，其藉由螺線管 2316N 打開及關閉以將潤滑劑供應至具有分流閥 2340 之分區以對軸承 2342 進行潤滑。選擇性地關閉 CAN 模組 2320M 之繼電器 2318M 中的一者以向螺線管 2316N 供應能量，從而打開閥

2304N 以將潤滑劑經由潤滑油供應管線 2302 供應至分流閥 2340B，該分流閥 2340B 將潤滑劑供應至分流閥 2340A、2340C 以對軸承 2342 進行潤滑。壓力感測器 2346 感測在分流閥 2340C 與軸承 2342E 之間的管線中之潤滑劑的壓力，且將壓力信號提供至 CAN 模組 2320Q，該 CAN 模組 2320Q 經由 CAN 匯流排 2310 將對應信號發送至控制器 2308。壓力感測器 2348 感測在閥 2340A 與軸承 2342C 之間的管線中之潤滑劑的壓力，且將壓力信號提供至 CAN 模組 2320M，該 CAN 模組 2320M 經由 CAN 匯流排 2310 將對應信號發送至控制器 2308。與分流閥 2340C 相關聯之近接開關 (PX) 2341 感測閥 2340C 之啟動，且將啟動信號提供至 CAN 模組 2320Q 以確認閥 2340C 之啟動，該 CAN 模組 2320Q 經由 CAN 匯流排 2310 將對應信號發送至控制器 2308。

如熟習此項技術者將瞭解，包括 CAN 匯流排及 CAN 模組之本發明之系統可在若干不同類型之分區的情況下以若干不同形式組態。作為一實施例，系統可具有感測器，且回應於感測器操作為按需潤滑油類型之系統。此系統在特定分區中可能具有或可能不具有計量閥。作為另一實施例，系統可經程式化以根據排程（諸如，每 15 分鐘）執行潤滑事件。此系統在特定分區中可能具有或可能不具有計量閥，且可能具有或可能不具有感測器，控制器對感測器作出回應。

每一分區可具有分區閥，該分區閥係藉由對 CAN 分區模組作出回應之分區致動器來控制。該分區閥選擇性地向

該分區供應潤滑劑。舉例而言，如圖 19 中所展示，閥 1118 為控制至分區 Z1、Z2 之潤滑劑流動的分區閥，且 CAN 模組 1121、1123 為用於控制與各別分區閥 1118 相關聯之分區致動器從而打開及關閉閥 1118 的 CAN 分區模組。

分區可包括一或多個感測器，諸如用於感測一或多個供應管線中之潤滑劑之壓力的管線壓力感測器 2346、2347、2348，及/或用於感測一或多個分流閥 2340B 之設定/重設條件的一或多個近接開關 2354。

以下內容係可為系統 2300 之部分的各種感測器之實施例。感測器將條件信號發送至控制器以藉由控制器做出適當回應。

壓力感測器可用以監視潤滑劑遞送系統之潤滑劑壓力。在此實施例中，條件信號為壓力信號，且控制器對壓力信號作出回應，以在壓力信號指示潤滑劑壓力小於最小壓力設定時向警報供應能量（例如，參見圖 23 之排氣計量測試之 1574 及 1578，其啟動警報）。

壓力感測器可用以監視泵 300 之汽缸出口處的潤滑劑壓力。在此實施例中，條件信號為壓力信號，且控制器對壓力信號作出回應，以在壓力信號指示泵處之潤滑劑壓力大於最大壓力設定時向警報供應能量（例如，參見最大泵壓力；圖 24）。

運動感測器可用以監視泵 300 之活塞的移動。在此實施例中，條件信號為運動信號，且控制器對運動信號作出回應，以在運動信號指示活塞移動小於最小移動時向警報

供應能量（例如，參見全衝程測試；圖 25）（圖 25 中無警報）。

液位感測器可用以監視泵 300 之儲槽之潤滑劑液位。在此實施例中，條件信號為液位信號，且控制器對液位信號作出回應，以在液位信號指示潤滑劑液位小於最小液位時向警報供應能量（例如，參見儲槽液位測試；圖 26）。

壓力感測器可用以監視潤滑劑遞送系統中之潤滑油管線中及/或潤滑油點處的潤滑劑壓力。如本文中所提及，壓力感測器可為內部（泵）PT 及管線末端 PT。在此實施例中，條件信號為壓力信號，且控制器對壓力信號作出回應，以在壓力信號指示潤滑劑壓力在泵馬達操作之給定時間週期已屆期之後小於最小壓力設定時向警報供應能量（例如，參見循環（亦即，噴射器重設）逾時測試；圖 27）。

在一實施例（圖 37A）中，控制器 2308 選擇性地向步進馬達 394 供應能量，且電流感測器 2360 監視施加至步進馬達 394 之電流。在此實施例中，條件信號為電流信號，且控制器對電流信號作出回應，以在電流信號指示施加至步進馬達之電流大於最大電流設定時向警報供應能量。或者或此外，如本文中所提及，監視步進馬達電流以便選擇性地使步進馬達超速。或者或此外，如本文中所提及，監視步進馬達電流作為內部（泵）壓力之指示。

在一些實施例中，藉由攪拌器馬達 326 驅動儲槽中之攪拌器 320 以使潤滑劑混合且藉由減小潤滑劑之黏度使潤滑劑保持為流體。在此實施例中，控制器 2308 選擇性地向

攪拌器馬達供應能量，且電流感測器 2358 監視施加至攪拌器馬達 326 之電流。在此實施例中，條件信號為電流信號，且控制器對電流信號作出回應，以在電流信號指示施加至攪拌器馬達 326 之電流大於最大電流設定時向警報供應能量（例如，參見潤滑劑儲槽硬度測試；圖 28）。

如本文中所提及，控制器可為處理器，在該狀況下，控制器將包括有形之電腦可讀非暫時性儲存媒體，該媒體包括用於控制處理器之操作的處理器可執行指令。在此實施例中，處理器藉由操作者程式化以執行以下指令集中之一或多者：

(i) 用於判定連接至系統之潤滑劑噴射器是否正在排氣且用於在排氣計量測試指示噴射器並非正在排氣時向警報供應能量的指令；

(ii) 用於判定泵之汽缸出口處之潤滑劑壓力且用於在所判定之壓力大於最大壓力時向警報供應能量的指令；

(iii) 用於判定活塞移動且用於在所判定之活塞移動小於最小移動時向警報供應能量的指令；

(iv) 用於判定儲槽之潤滑劑液位且用於在所判定之潤滑劑液位小於最小液位時向警報供應能量的指令；及/或

(v) 用於判定潤滑劑壓力且用於在所判定之壓力在馬達泵操作之給定時間週期已屆期之後小於最大壓力時向警報供應能量的指令。

在包括較早描述之泵 300 之潤滑系統的上下文中已描述了控制器區域網路 (CAN) 匯流排 2310 及上文所描述之

特徵。然而，應理解，此等相同之自偵錯特徵可用於具有其他泵之潤滑系統中，其他泵諸如下文所描述之泵 2500、2900 及包括步進馬達或替代線性位置驅動機構（例如，圖 20 或圖 21 之機構）之其他潤滑劑泵。

類似地，在包括較早描述之泵 300 之潤滑系統的上下文中已描述了上文所描述之自偵錯特徵。然而，應理解，此等相同之自偵錯特徵可用於具有其他泵之潤滑系統中，其他泵諸如下文所描述之泵 2500、2900 及包括步進馬達或替代線性位置驅動機構（例如，圖 20 或圖 21 之機構）之其他潤滑劑泵。

圖 38 至圖 54 說明本發明之大體上指定為 2500 之泵的另一實施例。該泵類似於上文所描述之泵 300。該泵包含用於儲藏潤滑劑（例如，潤滑脂）供應源之儲槽 2504，及在該儲槽下方之用於容納該泵之各種泵組件（包括汽缸 2508 及活塞 2512）的泵外殼 2506，該活塞 2512 可在汽缸中往返移動（參見圖 41 及圖 42）。

參看圖 38 及圖 39，儲槽 2504 包含罐 2518，該罐 2518 具有側壁 2520、可卸除式頂部 2526 且無底壁。側壁 2520 之下端停置於泵外殼 2506 上。數個連接桿 2530 將蓋 2526 連接至泵外殼 2506 且將罐固持於外殼上之適當位置。可藉由旋脫連接桿 2530 上之螺母 2532 來移除蓋 2526。罐 2518 具有用於儲藏潤滑劑（例如，潤滑脂）供應源的內部 2536。裝設於罐 2518 中之中心垂直軸件 1939 上的彈簧加載之從動器 2538 與潤滑脂相抵而承載該潤滑脂，且隨著潤滑脂之

液位在泵 2500 之操作期間下降而與罐之內表面相抵來刮刷該內表面。

參看圖 39 及圖 401，泵外殼 2506 包含頂壁 2540、形成自頂壁垂下之裙部的側壁 2542，及底壁 2546。套環 2548 自頂壁 2540 向上延伸，且經設定大小以用於收納儲槽罐 2518 之下端。套環 2548 上之密封件 2550 與罐之側壁 2520 相抵而進行密封以防止洩漏。重新填充埠 2554 提供於外殼 2506 上以用於用潤滑劑重新填充罐 2518。重新填充管道 2556 將重新填充埠 2554 連接至在外殼之頂壁 2540 中之出口 2560 開口。出口開口 2560 與罐 2518 之內部 2536 連通以用於使潤滑劑流動至罐中以重新填充罐。在雙管線系統中，重新填充埠 2554 連接至返回管線以提供至罐 2518 之進口且將藉由返回管線提供之潤滑劑供應至罐。

將汽缸 2508 裝設於泵外殼 2506 中外殼之頂壁 2540 的正下方。如圖 41 及圖 42 中所展示，汽缸包含汽缸本體 2562 及與汽缸本體螺紋啮合之閥外殼 2564。汽缸本體 2562 說明為具有兩件式構造，但其可包含任何數目個零件。汽缸本體 2562 及閥外殼 2564 具有分別以 2566A 及 2566B 指示之同軸縱向孔，從而形成縱向汽缸腔 2566。活塞在孔 2566A 中往復運動，孔 2566A 在此實施例中具有直徑 D1。如稍後將描述，閥外殼 2564 中之孔 2566B 具有多個直徑以容納各種止回閥組件。

汽缸本體 2562 具有包含入口通道 2570 之入口，該入口通道 2570 自該本體之面 2572 延伸至汽缸腔 2566。面 2574

與泵外殼 2506 之頂壁 2548 之相反面 2578 密封嚙合（經由圖 43 中之密封件 2576）。泵外殼之頂壁 2548 具有與入口通道 2570 對準之開口 2582 以形成自罐 2518 之內部 2536 至汽缸膛 2566 之所界定之類隧道流徑 2586。流徑 2586 沿其自罐之內部 2536 至汽缸膛 2566 之整個長度為封閉的。合乎需要地，流徑 2586 為自流徑之上端大體上垂直地延伸至流徑之下端的大體上直線路徑。又合乎需要地，所界定之流徑 2586 的總長度為相對較短的（例如，小於四英吋，較佳小於三英吋，且甚至更佳地小於兩英吋）。

參看圖 43，泵外殼 2506 之頂壁 2548 中之開口 2582 為大體上錐形，且界定罐 2518 之出口。開口 2582 具有用以促進潤滑劑自罐 2518 流動至開口中的大直徑之上端，及較小直徑之下端。錐形開口 2582 以漏斗方式使潤滑劑流至汽缸 2508 之入口通道 2570 中。開口 2582 具有上端直徑  $D2$ 、下端直徑  $D3$  及軸向長度  $L1$ 。

汽缸入口通道 2570 具有上部部分 2570A，其為實質上圓柱形（具有較小錐度以促進製造），且與外殼 2506 之頂壁 2548 中的開口 2582 同軸。上部部分 2570A 具有直徑  $D4$  及軸向長度  $L2$ 。入口通道 2570 亦具有下部部分 2570B，其如在水平橫剖面中檢視為長橢圓形（例如，跑道形）（參見圖 44 及圖 45）。長橢圓形部分 2570B 具有：大體上橫向於汽缸膛之縱向中心線 2588 截取之主要尺寸  $D5$ ，該主要尺寸  $D5$  大約等於汽缸膛 2566 在入口通道 2570 與汽缸膛之接合處的外徑  $D1$ ；及大體上平行於汽缸膛之縱向中心線的較

短之次要尺寸 D6，該次要尺寸 D6 小於汽缸膛 2566A 之外徑；及長度 L3。長橢圓形組態使至汽缸膛 2566 中之流動的面積最大化，且減小活塞動力衝程之有效長度，亦即，動力衝程之在活塞 2512 已移動越過汽缸入口通道 2570 且阻斷汽缸膛 2566 與入口通道之間的連通之後的區段。結果，泵 2500 具有更緊湊之設計，同時每活塞之泵抽衝程仍泵抽相對較大體積之潤滑劑（例如，至少 1.5 立方公分）。

以下給出例示性尺寸。該等尺寸僅為例示性的。

D1 - 0.435 英吋

D2 - 1.033 英吋

D3 - 0.500 英吋

D4 - 0.440 英吋

D5 - 0.435 英吋

D6 - 0.187 英吋

L1 - 0.590 英吋

L2 - 0.840 英吋

L3 - 1.125 英吋

L4 - 0.425 英吋（槽內部）。

所界定之流徑 2586 可具有路徑係藉由類隧道通道形成之其他組態，該類隧道通道具有用於使潤滑劑自罐 2518 之內部 2536 直接排入至通道中的開放之上端及用於使潤滑劑自通道直接排出至氣缸膛 2566 中的開放之下端。所界定之流徑可藉由任何數目個單獨之通道成型構件（例如，泵外殼 2506 之頂壁 2548 及汽缸本體 2562）形成，該等單獨之

通道成型構件具有組合以形成封閉之類隧道通道的對準之開口，除使潤滑劑自罐之內部直接排入至通道中之一端處及使潤滑劑自通道直接排出至氣缸腔 2566 中的相反端處外，該類隧道通道為封閉的。

參看圖 45 至圖 47，提供大體上指定為 2600 之攪拌器以用於攪拌罐 2518 中之潤滑劑。攪拌器 2600 包含旋轉輪殼 2602，該旋轉輪殼 2602 可藉由泵外殼 2506 中之第一驅動機構 2606 而繞垂直軸線 2604 旋轉。臂 2610 鄰近於罐 2518 之底部自輪殼 2602 在徑向方向上大體上水平地向外延伸。臂 2610 之外端處之直立攪拌構件 2614 沿罐 2518 之圓柱形側壁 2520 向上延伸。攪拌器 2600 之旋轉使罐中之潤滑劑流體化，且使可處於潤滑劑中之任何氣泡破裂以使泵 2500 將失去其灌填的風險最小化。

參看圖 46，攪拌器驅動機構 2606 包含電動馬達 2616，及將馬達之輸出軸件 2620 連接至攪拌器 2600 之輪殼 2602 的傳動裝置 2618。輸出軸件 2620 之旋轉經由傳動裝置 2618 起作用以使攪拌器 2600 繞垂直軸線 2604 以合適速度（例如，40 rpm 至 60 rpm）旋轉。攪拌器輪殼 2602 藉由合適部件（例如，止動螺釘）固定至傳動裝置之輸出 2624 軸件，使得輪殼與輸出軸件一致地旋轉。攪拌器輪殼 2602 之上端處の間隔件 2626 支撐從動器軸件 2539 的下端。間隔件 2626 藉由合適部件（例如，止動螺釘）固定至攪拌器輪殼，使得間隔件 2626 與攪拌器輪殼一致地旋轉。從動器軸件 2539 之下端收納於間隔件 2626 之上端中的開口 2628 中，且隨

著間隔件與輪轂 2602 一起旋轉而保持固定。

攪拌器 2600 包括強迫進給機構 2630，其可基於攪拌器之旋轉而操作以在壓力下迫使潤滑劑自罐穿過罐出口（亦即，穿過開口 2582）。如圖 46 及圖 47 中所說明，強迫進給機構 2630 包含在攪拌器之臂 2610 上的強迫進給構件 2632。強迫進給構件 2632 沿臂延伸，且具有位於相對於頂壁 2540（本質上，儲槽之底部）定向成角度 2648 之平面中的向下傾斜之下表面 2636。強迫進給構件 2632 在壁 2540 上方隔開相對較小之距離（例如，0.16 英吋）的下端 2638 處終止。攪拌器 2600 之旋轉使得成角度之強迫進給構件 2632 移動通過潤滑劑且產生推送力，該推送力傾向於向下推送潤滑劑穿過泵外殼 2506 之頂壁 2540 中之開口 2582 且沿所界定之流徑 2570 而至汽缸腔 2566 中。

藉由強迫進給機構 2630 施加於潤滑劑上之向下推送力與隨著泵之活塞 2512 移動通過返回衝程藉由該活塞 2512 施加至潤滑劑上的牽拉力互補。應理解，就此而言，活塞 2512 移動通過返回衝程在汽缸腔 2566 中產生減小之壓力，該減小之壓力傾向於沿流徑 2570 朝向汽缸腔向下牽拉潤滑劑。合乎需要地，泵 2500 之控制器經程式化以同時操作攪拌器 2600 及活塞 2512，使得推送力及牽拉力同時（共同）起作用以沿所界定之流徑 2570 將潤滑劑移動至汽缸腔 2566 中。在組合時，此等力能夠更有力地將潤滑劑自儲槽移動至汽缸腔中。另外，此等力經最大化，此係因為使自罐之內部 2536 至汽缸腔 2566 之流徑 2570 沿其整個長度對於大

氣為封閉的。結果，相較於習知的泵，泵 2500 能夠在較低壓力下泵抽更多黏稠潤滑劑。

上文所描述之推送-牽拉配置之益處說明於圖 48 之曲線圖中，該曲線圖比較使用由 Lincoln Industrial 售賣之目前最新泵（型號 653）進行之測試與使用具有上文所描述之泵 2500 之組態的泵進行之測試的結果。測試中使用之潤滑劑為 Lithium Moly NLGI 2 級潤滑脂，該潤滑脂具有如使用上文中且在以引用之方式併入本文中之美國專利 7,980,118 中描述之排氣計量測試量測的 800 psi 之屈服應力。（美國潤滑脂學會（NLGI）定義潤滑脂硬度之標準指定。）如藉由曲線圖所展示，相較於目前最新設計，藉由具有吾人之新設計之泵施加的「推送/牽拉」力能夠在實質上較低之溫度（低至少 15 度）下泵抽潤滑脂。

參看圖 42，第一球形止回閥 2670 裝設於閥外殼 2564 中且在孔 2566B 中在關閉位置與打開位置之間移動，在關閉位置中，第一球形止回閥 2670 與外殼上之第一閥座 2672 啮合且在活塞 2512 之返回衝程期間阻斷穿過汽缸腔 2566 之流動，且在打開位置中，第一球形止回閥 2670 在活塞之泵抽衝程期間允許穿過孔之流動。在一端處與球形閥 2670 相抵而產生反作用之第一螺旋壓縮彈簧 2676 朝向球形閥之關閉位置而推進球形閥。彈簧 2676 之相反端與在第一球形閥 2670 下游之第二球形止回閥 2678 相抵而產生反作用。第二球形閥 2678 裝設於閥外殼 2564 中且在孔 2566B 中在關閉位置與打開位置之間移動，在關閉位置中，第二球形

閥 2678 與外殼上之第二閥座 2680 嚙合以在活塞 2512 之返回衝程期間阻斷穿過汽缸腔 2566 之流動，且在打開位置中，第二球形閥 2680 在活塞之泵抽衝程期間允許穿過孔之流動。在一端處與第二球形閥 2678 相抵而產生反作用之第二螺旋壓縮彈簧 2682 朝向球形閥之關閉位置而推進球形閥。彈簧 2682 之相反端與旋轉至孔 2566B 之下游端中的插塞 2684 相抵而產生反作用。使用兩個止回閥 2670、2678 而非僅一個止回閥（如在上文所描述之第一實施例中）減小了在活塞之返回衝程期間潤滑劑回流至汽缸之入口部分 2508A 中的風險。

參看圖 49 及圖 50，汽缸 2508 具有在汽缸本體 2562 中之包含出口埠 2700 的出口。出口埠 2700 經由位於閥外殼 2564 與汽缸本體 2562 之間的環形間隙 2702 且經由連接通道 2704 與汽缸腔 2566 連通，該連接通道 2704 在第二球形止回閥閥座 2680 下游之位置處在閥外殼中於環形間隙與孔 2566B 之間延伸。潤滑劑出口配件 2708 旋轉至出口埠 2702 中。在所說明之實施例中，出口配件 2708 為 T 型配件以用於使潤滑劑流動至在一位置處附接至泵外殼 2506 之第一進給管線 2714，且流動至在第二位置處附接至泵外殼之第二進給管線 2716，該第二位置圍繞該外殼而與第一位置隔開。每一進給管線 2714、2716 之出口端配備有自密封快速連接/斷開連接器 2720 以促進進給管線至潤滑油供應管線之連接，潤滑油供應管線將潤滑劑供應至一種類或另一種類之分配系統。大體而言，兩個進給管線中之僅一者用於

任何給定分配系統，經選擇以供使用之進給管線對於實地條件而言為最合適組態。然而，在一些安裝中，可能使用兩個進給管線。

再次參看圖 49 及圖 50，汽缸本體 2562A 亦具有感測器埠 2724，其借助於環形間隙 2702 及連接通道 2704 與孔 2566B 連通。旋擰於感測器埠中之壓力感測器 2726 感測汽缸膛 2566 之出口端處的壓力。

如圖 42 中所展示，汽缸本體 2562 中之排氣通道 2730 提供第一止回閥閥座 2672 上游之縱向汽缸膛 2566A 中之第一位置與第二止回閥閥座 2680 下游之縱向汽缸膛 2566B 中之第二位置之間的流體連通。排氣通道 2730 之下游端經由出口埠 2700、環形間隙 2702 及連接通道 2704 與第二位置連通。排氣通道 2730 之用途與第一實施例中描述之排氣通道 376 相同。其他排氣通道組態為可能的。

參看圖 51 至圖 54，泵 2500 之活塞 2512 包含具有前(右)端及後(左)端的中空圓柱形活塞本體 2720。本體 2720 具有內螺紋 2722，其自大體上鄰近於本體之後部朝向本體之前端延伸但合乎需要地未到達前端即適當終止。活塞本體 1222 之前端藉由具有活塞頭 2726 與圓周密封件 2728 封閉，該圓周密封件 2728 與該本體之內表面相抵而進行密封。

活塞 2512 可藉由大體上指定為 2740 之第二驅動機構在汽缸膛 2566 中以往復運動方式移動。在圖 51 至圖 54 之實施例中，驅動機構 2740 為包含步進馬達 2742 之線性位置驅動機構，該步進馬達 2742 具有連接至同軸導引螺桿

2746 之輸出軸件 2744，該同軸導引螺桿 2746 可在從動器外殼 2756 之端壁 2752 中的套筒軸承 2750 中旋轉。導引螺桿 2746 包含導引螺桿本體 2760 及自本體向前延伸之螺紋軸件 2766，該導引螺桿本體 2760 具有收納步進馬達 2742 之輸出軸件 2744 的盲孔 2762。軸件 2766 具有外螺紋 2768，其經組態以與活塞本體 2720 之內螺紋 2722 緊密配合。步進馬達輸出軸件 2744 在 2770 處用楔形件連接 (key) 至導引螺桿之本體 2760，使得軸件與導引螺桿一致地轉動。合乎需要地，活塞及導引螺桿上緊密配合之螺紋經建構以用於動力之有效傳輸。以實施例說明，螺紋 2722、2768 可為能夠載運實質負載以用於在高壓下泵抽潤滑劑的全 ACME 螺紋。

施加於活塞 2512 及導引螺桿 2746 上之止推負載藉由從動器外殼 2756 之端壁 2752 之相反側上的第一止推軸承 2774 及第二止推軸承 2776 載運。隨著活塞 2512 在汽缸腔 2566A 中向前移動，第一止推軸承 2774 在活塞 2512 之泵抽衝程期間在後向方向 (亦即，如在圖 51 中檢視，朝向左側) 上支撐軸向負載。止推軸承 2774 包含滾針軸承 2780，及保持束縛於從動器外殼端壁 2752 與導引螺桿本體 2760 上之周邊徑向凸緣 2784 之間的兩個軸承座圈 2782。隨著活塞 2512 在汽缸腔 2566A 中向後移動，第二止推軸承 2776 在活塞 2512 之返回衝程期間在前向方向 (亦即，如在圖 51 中檢視，朝向右側) 上支撐軸向負載。止推軸承 2776 包含滾針軸承 2786，及保持束縛於從動器外殼端壁 2752 與導引螺

桿上之固定環 2790 之間的兩個軸承座圈 2788。在從動器端壁 2752 中之在第二止推軸承 2776 正前方之埋頭孔中的密封件 2792 與導引螺桿本體 2760 相抵而進行密封以防止洩漏。

從動器 2800 緊固至活塞 2512 以達成從動器及活塞在從動器外殼 2756 中之空腔 2802 中的往返線性（非旋轉）移動。空腔 2802 自外殼 2756 之大體上鄰近外殼之後端定位的端壁 2752 向前延伸至從動器外殼之前端。在此實施例中，空腔 2802 之縱向中心線與活塞 2512 及導引螺桿 2746 之縱向中心線大體上同軸。從動器外殼 2750 之前端與汽缸本體 2562 之後端相抵而進行密封，使得空腔 2802 之縱向中心線與汽缸腔 2566 之縱向中心線大體上同軸，且使得活塞 2512 自從動器空腔延伸至汽缸腔中以及在汽缸腔 2566A 中往復運動。

如圖 53 中所說明，從動器 2800 包含具有中心孔 2808 之圓形從動器本體 2806，該中心孔 2808 具有收納導引螺桿本體 2760 上之周邊凸緣 2784 及第一止推軸承 2774 之部分的較大直徑之後部部分 2808A，及收納活塞本體 2720 之後端部分的較小直徑之前部部分 2808B。從動器孔 2808 之較小直徑部分 2808B 及活塞本體 2720 之後端部分形狀上為非圓形（例如，矩形），以防止活塞與從動器之間的相對旋轉移動。兩個零件之間的相對軸向移動藉由從動器本體 2806 上之向內突出之周邊凸緣 2812 防止，該向內突出之周邊凸緣 2812 保持束縛於活塞本體上之向外突出之周邊凸緣

2814 與活塞本體上之固定夾 2820 之間。其他構造亦為可能的以防止活塞 2512 與從動器 2800 之間的相對旋轉及線性移動。

如圖 54 中所說明，從動器本體 2806 具有用於收納固定線性導件之凹口 2824，固定線性導件係藉由從動器外殼 2756 之內部上的導軌 2826 界定。導軌 2826 在大體上平行於縱向汽缸腔 2566 之方向上延伸，且固持從動器 2800（及活塞 2512）以抵抗隨著導引螺桿 2746 藉由步進馬達 2742 旋轉之旋轉。結果，馬達輸出軸件 2744 及導引螺桿 2746 在一方向上之旋轉使得活塞 2512 在汽缸腔 2566A 中線性地移動通過泵抽衝程，且輸出軸件 2744 及導引螺桿 2746 在相反方向上之旋轉使得活塞在汽缸腔中線性地移動通過返回衝程。泵抽衝程及返回衝程之長度在控制器之控制下藉由步進馬達 2742 之操作來控制。

合乎需要地，空腔 2802 充當用於儲藏適用於潤滑導引螺桿 2746 及活塞 2512 上之螺紋 2722、2768 的潤滑劑（例如，油）之儲槽。另外，提供油遞送機構以用於將油自儲槽遞送至螺紋。在所說明之實施例中，油遞送機構包含導引螺桿 2746 之包含導引螺桿本體 2760 上之凸緣 2784 的部分。凸緣 2784 經設定大小以浸沒於儲槽 2802 中之油中。隨著螺桿 2746 旋轉，凸緣 2784 將油自儲槽向上載運至導引螺桿上方之位置，其中油沿凸緣 2784 之正面流經凸緣與活塞本體 2720 之後端之間間隙 2830，以遞送至導引螺桿之螺紋軸件上的螺紋。凹口 2834 提供於凸緣 2784 之周邊

邊緣中以增加藉由凸緣載運之流體的量。在此實施例中，提供兩個在直徑上相對之大體 U 形凹口 2834，但凹口之數目及形狀可變化。可使用其他油遞送機構。

提供回油機構以允許遞送至活塞本體 2720 及導引螺桿軸件 2766 上之緊密配合之螺紋 2722、2766 的過量油返回至儲槽 2802。在所說明之實施例中，回油機構包含沿導引螺桿之螺紋軸件 2766 之外部延伸的軸向溝槽 2840。軸件 2766 上之過量油沿溝槽 2840 移動以經由導引螺桿凸緣 2784 之前部面（在導引螺桿本體 2760 之前部處）與活塞本體 2720 之後端之間的間隙 2830 遞送回至儲槽 2802。隨著從動器及活塞在空腔中往返移動，縱向延伸穿過從動器本體 2806 之通道 2844 允許儲槽 2802 中之潤滑劑流過從動器 2800。

參看圖 44，從動器外殼 2756 具有用於使油自合適供應源流動至空腔中之入口通道 2850。入口通道亦可用以自空腔放油。

提供在圖 51 中大體上指定為 2860 之校準機構，以用於相對於活塞 2512 在汽缸腔 2566 中之位置來校準步進馬達 2742 之操作。在所說明之實施例中，此機構 2860 包含從動器 2800 上之可隨活塞 2512 移動之磁鐵 2862 及至少一個（且合乎需要地，兩個）磁場感測器 2864、2866，磁場感測器 2864、2866 係關於活塞移動之方向而在隔開之位置處裝設於從動器外殼 2756 上。泵 2500 之控制器接收來自校準機構 2860 之信號，且相對於活塞 2512 在汽缸 2508 中

之位置來校準線性位置驅動機構 2740 之操作。

其他線性位置驅動機構可用以使活塞 2512 在汽缸腔 2566 中往復運動。在圖 20 及圖 21 中說明且在上文描述了替代驅動機構之實施例。

泵 2500 之操作本質上與上文所描述之泵 300 的操作相同。泵 2500 之控制器包括處理資訊之可程式化微處理器。控制器校準及控制線性位置驅動機構 2740 之操作，且對自壓力感測器 2726 及校準機構 2860（例如，磁場感測器 2864、2866）接收之信號作出回應。控制器亦控制攪拌器馬達 2606 及步進馬達 2742 之操作。合乎需要地，在步進馬達 2742 經操作以使活塞 2512 往復運動之前，控制器起始攪拌器馬達 2606 之操作。此順序允許攪拌器 2600 在潤滑劑之實際泵抽開始之前使潤滑劑流體化且用潤滑劑灌填汽缸 2508，該情形在潤滑劑如在低溫環境中處於黏稠條件情況下可為尤其有利的。在具有預定長度之合適延遲（例如，八秒至十二秒）之後，向步進馬達 2742 供應能量以使活塞 2512 移動通過一連串一或多個泵抽衝程及返回衝程，從而經由連接至分配潤滑油供應管線之進給管線 2714、2716 泵抽所要量之潤滑劑。

當泵 2500 以非排氣模式操作時，活塞 2512 在汽缸腔 2566 中向前移動通過泵抽衝程以自汽缸腔 2566 泵抽潤滑劑，且向後移動通過非排氣返回衝程，在該非排氣返回衝程期間活塞未到達排氣通道 2730 與汽缸腔 2566A 連通之位置處即停止。亦即，返回衝程之極限在排氣通道 2730 與汽

缸膛 2566A 連通之位置下游。結果，排氣通道 2730 不與罐 2518 之內部 2536 連通，且在活塞之返回衝程期間不存在分配系統之排氣。如較早所解釋，此排氣在漸進（分流）閥分配應用中為不必要的。

若泵 2500 供需要排氣之噴射器分配系統使用，則泵之控制器經程式化以操作該泵，以按所要間隔將所要量之潤滑劑經由潤滑油供應管線泵抽至複數個噴射器。該等噴射器操作以將經計量之量的潤滑劑遞送至各別潤滑點（例如，軸承）。在此模式中，除活塞 2512 在汽缸膛 2566 中向前移動通過泵抽衝程以自汽缸膛 2566 泵抽潤滑劑且向後移動通過排氣返回衝程外，泵 2500 如上文所描述操作，在該排氣返回衝程期間活塞移動越過排氣通道 2730 與汽缸膛 2566A 連通之位置。亦即，返回衝程之極限在排氣通道 2730 與汽缸膛 2566A 連通之位置上游。結果，排氣通道 2730 與罐之內部（經由汽缸膛 2566A 及所界定之流徑 2586）連通，且將潤滑劑排氣至罐以允許噴射器重設從而用於下一潤滑油事件。

因此，取決於正藉由泵用潤滑劑供應之分配系統在潤滑事件之間是否需要排氣，泵 2500 之活塞 2512 可移動通過排氣返回衝程及非排氣返回衝程兩者。在上文所描述之實施例中，活塞 2512 之排氣返回衝程稍長於活塞之非排氣返回衝程。

泵 2500 能夠在相對較低之溫度下泵抽黏稠潤滑劑。此情形係至少部分歸因於施加於潤滑劑上以迫使潤滑劑自儲

槽直接至氣缸腔 2566 中的強大推送/牽拉力。如上文所解釋，攪拌器 2600 之旋轉使得強迫進給機構 2630 對罐 2518 之內部 2536 中的潤滑劑施加強大向下力，從而傾向於沿所界定之流徑 2586 將潤滑劑推送至汽缸腔 2566A。另外，活塞之返回衝程產生傾向於沿同一所界定之流徑 2586 牽拉此同一潤滑劑的力。此等推送力與牽拉力之組合對於在較低溫度下將黏稠潤滑劑移動至氣缸腔中為有效的。

上文所描述之類型之攪拌器及強迫進給機構的使用並不限於泵 300 及泵 2500。攪拌器及強迫進給機構可用於沿所界定之流徑將潤滑劑自儲槽進給至汽缸之入口的任何類型之泵中，在該汽缸中活塞往復運動以將潤滑劑遞送至潤滑分配系統。可藉由任何類型之線性或非線性驅動機構使活塞往復運動。

另外，使活塞在汽缸中移動通過前向泵抽衝程且移動通過具有不同長度之後向排氣返回衝程及非排氣返回衝程的特徵可用於除泵 300 及 2500 外的潤滑劑泵中。可藉由任何類型之線性或非線性驅動機構使活塞往復運動通過此等衝程，以將潤滑劑泵抽至經排氣（例如，噴射器）潤滑劑分配系統且泵抽至非經排氣（例如，分流閥）潤滑劑分配系統。

在其他實施例中，儲槽 2504 之罐 2518 可具有上覆於泵外殼 2506 之頂壁 2540 的底壁。在此等實施例中，罐底壁具有用於使潤滑劑自罐排出的出口開口。合乎需要地，此出口開口形成自罐之內部至汽缸腔的所界定之流徑的部

分。下文描述一個此實施例。

圖 55A、圖 55B、圖 55C 及圖 55D 說明大體上藉由 2900 指定之用於供應潤滑劑之裝置，該裝置非常類似於上文在圖 38 至圖 54 中描述之泵 2500。裝置 2900 包含泵總成，該泵總成包括泵外殼 2902 及該外殼中之大體上指定為 2906 的潤滑劑泵，該潤滑劑泵用於將潤滑劑泵抽至一或多個潤滑位點。泵 2906 包含類似於上文所描述之泵 2500 中之彼等組件的組件，該等組件包括可藉由線性驅動機構 2912（例如，上文在圖 38 至圖 54 中描述之類型的步進馬達 2914 及從動器 2916）在汽缸腔 2910 中移動之活塞 2908、用於接收潤滑劑之與汽缸腔連通的入口 2920，及與汽缸腔連通之出口 2924，其用於在高於入口處之潤滑劑壓力的壓力下排放潤滑劑。大體而言，泵 2906 以上文關於泵 2500 所描述之方式相同的方式操作。

該裝置亦包括儲槽 2930，其包含經設定大小以用於儲藏一定體積之潤滑劑的罐 2932。罐具有側壁 2936 及可卸除式頂部 2938。罐之側壁 2936 擱置於泵外殼 2902 上。儲槽亦包括用於攪拌罐 2932 中之潤滑劑之大體上指定為 2940 的攪拌器，及罐中之經彈簧偏壓之從動器 2942，從動器 2942 與潤滑劑（例如，潤滑脂）相抵而承載該潤滑劑，且隨著潤滑脂之液位在泵 2900 之操作期間下降而與罐之側壁 2936 之內表面相抵來刮刷該內表面。攪拌器 2940 及從動器 2942 之構造及操作可類似於上文在泵 2500 中描述之攪拌器 2600 及從動器 2538。

泵外殼 2902 具有頂壁 2950 及側壁 2952。頂壁 2950 具有形成罐之出口的開口 2954。開口 2954 定位於泵 2906 之入口 2920 上方，以用於沿上文關於圖 38 至圖 54 之實施例所描述之類型的所界定之流徑將潤滑劑自罐 2932 之內部遞送至汽缸腔 2910。

溫度感測器 2956 裝設於形成於頂壁 2950 之底面 2958 上的突起上。加熱器 2960（例如，100 瓦特之匣式電阻加熱器）亦裝設於泵外殼內。在所說明之實施例中，加熱器 2960 裝設於頂壁 2950 之底面 2958 上。以實施例說明（但非限制），加熱器 2960 包含用於使罐 2932 中之潤滑劑之溫度升高約  $10^{\circ}\text{F}$  至  $15^{\circ}\text{F}$  的 100 瓦特匣式電阻加熱器。儘管加熱器 2960 可藉由其他手段裝設至頂壁 2950 之底面 2958，但在一實施例中，加熱器藉由習知管夾 2962 緊固至頂壁。類似地，感測器 2956 亦可藉由習知管夾 2964 緊固至頂壁 2950。

溫度感測器 2956 包括連接至控制裝置或處理器（諸如先前所描述）之引線 2970。加熱器 2960 在啟動之前或在接收到來自溫度感測器 2956 之指示小於預定最小溫度（例如， $20^{\circ}\text{F}$ ）的溫度之後可經供應能量。合乎需要地，泵外殼 2902 由導熱材料（諸如，鋁）製成，且儲槽罐之底部（在此實施例中由泵外殼 2902 之頂壁 2950 界定）由導熱材料（諸如，鋁）製成，使得由加熱器 2960 提供之熱能對儲槽中之潤滑劑加熱，以將潤滑劑維持於用於泵抽之合適硬度。由於泵 2900 之其他特徵類似於先前所描述之彼等特

徵，因此將不進一步詳細描述該等特徵。由於對向加熱器供應能量之控制裝置在此項技術中為熟知的，因此將不進一步詳細描述該等控制裝置。

視情況，罐 2932 可具有與泵外殼 2902 之頂壁 2950 分離且上覆於頂壁 2950 之底壁（2978，圖 55E），從而在外殼之頂壁 2950 之頂面 2980 與罐之底壁 2982 之底面 2982 之間建立界面。為了促進跨越此界面之熱傳導，相反面較佳經輪廓化、設定大小及塑形以彼此面對面接觸。在一實施例中，相反之面為平坦的以確保面對面接觸。以實施例說明，儲槽罐 2930 之底壁 2978 之底面 2982 與泵外殼 2902 之頂壁 2950 之頂面 2980 接觸的面積可表示罐之底壁之底面的總表面積之至少 70%，或至少 75%，或至少 80%。

如上文關於圖 28 所提及，處理器之自偵錯可回應於儲槽潤滑劑過硬（如藉由圖 28 之儲槽潤滑劑硬度測試所判定）而向加熱器 2910 供應能量。或者或此外，處理器可連接至提供潤滑系統之周圍溫度之指示的溫度感測器，且處理器可回應於感測到之周圍溫度而向加熱器供應能量。舉例而言，取決於潤滑劑之類型，當感測到之周圍溫度低於使用者設定（例如，40°F）時，可向加熱器供應能量。或者或此外，處理器可連接至提供潤滑劑之溫度之指示的溫度感測器，且處理器可回應於感測到之潤滑劑溫度而向加熱器供應能量。在此實施例中，感測器可定位於潤滑劑內以用於感測潤滑劑自身之溫度，或感測器可鄰近於泵之組件（例如，儲槽坐落於上面之泵外殼）而定位，以用於感測指示

潤滑劑溫度之溫度。

在特定潤滑劑泵 2900 之上下文中描述了上文所描述之加熱器特徵。然而，應理解，此同一特徵可用於具有由導熱材料製成之潤滑劑儲槽的其他潤滑劑泵中而不管泵驅動機構之類型，該潤滑劑儲槽坐落於由導熱材料製成之泵外殼上。

存在程式化主控制器 450 以控制馬達驅動器電路 451 之若干種方式，該馬達驅動器電路用於驅動步進馬達 394 以使導引螺桿 410 轉動，從而使活塞 384 往復運動且泵抽潤滑劑。舉例而言，在一實施例中，控制器 450 可經程式化以使得馬達驅動電路 451 使馬達軸件 396 順時針旋轉歷時預設時間週期且接著使馬達軸件 396 逆時針旋轉歷時預設時間週期。在另一實施例中，控制器 450 可經程式化以使得馬達驅動電路 451 使馬達軸件 396 順時針旋轉預設數目轉且接著使馬達軸件 396 逆時針旋轉預設數目轉。

在另一實施例中，磁場感測器 440、442（諸如，舌簧開關或霍爾感測器）可定位於汽缸腔 338 之末端處或附近或泵抽衝程之末端處或附近，以用於感測活塞或從動器之位置。磁鐵 434 可應用至活塞 384 或從動器 414 以指示活塞位置且用於藉由感測器進行感測。在此實施例中，主控制器 450 將對感測器作出回應以使活塞往復運動。詳言之，控制器 450 可經程式化以使得馬達驅動電路 451 使馬達軸件 396 順時針旋轉直至開關/感測器指示活塞之位置係在汽缸腔 338 之一末端處或附近（在泵抽衝程之一末端處），

且接著使馬達軸件 396 逆時針旋轉直至開關/感測器指示活塞之位置係在汽缸膛 338 之另一末端處或附近（在泵抽衝程之另一末端處）。開關/感測器可用於校準，或用以在步進馬達操作期間判定活塞位置，或如本文中所提及用於在偵錯操作期間監視活塞位置。

在一實施例（下文所描述）中，藉由 PWM 脈衝向步進馬達供應能量以驅動活塞向前通過動力衝程至藉由前向感測器 442 感測之位置。接著藉由 PWM 脈衝使步進馬達逆轉且向步進馬達供應能量以在後向方向上驅動活塞通過排氣或非排氣返回衝程。返回衝程之長度藉由將預設數目個 PWM 脈衝施加至步進馬達以使活塞自其如藉由前向感測器 442 感測到之前向位置向後移動來判定。

在另一實施例中，控制器 450 包括積體馬達驅動器電路，且藉由控制驅動器電路以將 PWM 脈衝選擇性地施加至步進馬達 394 來控制步進馬達 394 之操作，從而控制馬達之速度及轉矩以使活塞往復運動。控制器亦對感測潤滑劑壓力之一或多個感測器（諸如，用於感測汽缸膛之出口處之壓力的壓力感測器 372）作出回應。壓力感測器提供指示穿過汽缸出口供應之潤滑劑之感測到之壓力的壓力信號。控制器 450 對壓力信號作出回應以將 PWM 脈衝選擇性地施加至步進馬達 394，從而依據壓力信號藉由施加具有在步進馬達之連續作用時間操作範圍內之功率的 PWM 脈衝來變化步進馬達之速度及轉矩。在一些實施例中，壓力感測器可為用於感測馬達 394 之電流的感測器，此係因為馬達電流

指示壓力，使得壓力信號可為指示馬達電流之信號。

步進馬達 394 之速度可藉由施加至馬達以向馬達供應能量之 PWM 脈衝之作用時間循環來控制。步進馬達之轉矩可藉由施加至馬達以向馬達供應能量之 PWM 脈衝之寬度（例如，持續時間）來控制。因此，PWM 脈衝具有電壓（脈衝高度）及電流（脈衝寬度），從而產生施加至馬達之功率位準。大體而言，步進馬達可藉由調整馬達電壓、馬達電流、脈衝作用時間循環及/或脈衝功率來控制。

圖 56 為說明步進馬達之隨時間的例示性功率曲線 3000（或馬達溫度曲線）且進一步說明步進馬達之例示性連續作用時間操作範圍 3001 的曲線圖。當馬達在此範圍 3001 中操作時，產生內部熱量，從而導致馬達溫度處於或低於臨界溫度 3003。連續作用時間操作範圍 3001 常常係基於馬達之各種特性（諸如，馬達之大小及材料）。若馬達在連續作用時間操作範圍 3001 內操作，則其溫度穩定於臨界溫度 3003 以下，使得馬達可在無任何顯著之有害效應之情況下操作歷時延長之時間週期。然而，若馬達超出連續作用時間操作範圍而操作，則其溫度穩定於臨界溫度 3003 以上，使得馬達可在無任何顯著之有害效應之情況下操作僅歷時有限之時間週期。若馬達超出連續作用時間操作範圍而操作且其溫度穩定於臨界溫度 3003 以上，且若馬達操作超過有限之時間週期，則顯著之有害效應可發生。

在圖 56 中，功率曲線 3001 界定在無顯著之有害影響情況下操作馬達歷時一時間週期與具有顯著之有害影響情

況下操作馬達歷時一時間週期之間的近似差異或邊界。馬達以一功率位準且歷時在虛線 3004 下方之區域 3002 內之時間週期的操作處於連續作用時間操作範圍 3001 內，且無顯著之有害損壞發生。虛線 3004 大體上被稱為馬達之連續作用時間額定值。

以一功率位準操作馬達且歷時在虛線 3004 上方且在曲線 3000 左側之區域 3006 內的時間週期（在連續作用時間操作範圍 3001 之區域 3002 上方或超過該區域 3002）並不引起顯著之有害損壞，此係因為時間週期為相對較短的，且無過量熱量累積於馬達中。另一方面，以一功率位準操作馬達且歷時在虛線 3004 上方且在功率曲線 3000 右側之區域 3008 內的延長之時間週期（在連續作用時間操作範圍 3001 之區域 3002 上方且超過該區域 3002）確實引起顯著之有害損壞，此係因為過量熱量累積於馬達中從而引起損壞。大體而言，將增加之功率施加至步進馬達導致馬達之溫度的對應增加。在一些步進馬達中，將 80°C 指定為最大馬達溫度額定值。因此，在此等馬達中，在圖 56 之曲線 3000 左側操作馬達將係在馬達額定值內操作，而在圖 56 之曲線 3000 右側操作馬達將係在馬達額定值外操作。

舉例而言，以功率位準 W1 操作馬達且歷時在虛線 3004 上方且在曲線 3001 左側之區域 3006 內的時間週期 T1 至 T2（如藉由線 3010 所說明）並不對步進馬達引起顯著之有害損壞。此係因為時間週期 T1 至 T2 為相對較短的，且無過量熱量累積於馬達中。另一方面，以功率位準 W2 操作馬達

且歷時在虛線 3004 上方且在曲線 3001 右側之區域 3008 內的時間週期 T1 至 T2 (如藉由線 3012 所說明) 可對步進馬達引起顯著之有害損壞。此係因為時間週期 T1 至 T2 為相對較長的，與曲線 3000 交叉，且過量熱量累積於馬達中，該情形可引起損壞。以功率位準 W3 操作馬達且歷時在虛線 3004 下方之區域 3002 內的時間週期 T1 至 T3 (如藉由線 3014 所說明) 並不對步進馬達引起顯著之有害損壞。即使時間週期 T1 至 T3 為相對較長的，仍無過量熱量累積於步進馬達內，此係因為馬達正在表示馬達之連續作用時間操作範圍之區域 3002 內操作。

如上文所提及，控制器 450 對來自泵 PT 之壓力信號作出回應以將脈衝寬度調變 (PWM) 脈衝選擇性地施加至步進馬達 394，從而依據壓力信號藉由施加具有在步進馬達之連續作用時間操作範圍內之功率的 PWM 脈衝來變化步進馬達之速度及轉矩。對於步進馬達操作之大多數 (若非所有) 時間，控制器對壓力信號作出回應以將具有屬於步進馬達之連續作用時間操作範圍之區域 3002 內的功率的 PWM 脈衝施加至步進馬達。隨著壓力在系統中累積或在其他因素阻礙所要壓力位準的情況下，預期到，控制器對壓力信號作出回應以將具有如下功率之 PWM 脈衝施加至步進馬達：該功率屬於在虛線 3004 及步進馬達之連續作用時間操作範圍上方且在曲線 3001 左側的超速區域 3006 內。因此，控制器對壓力信號作出回應以將 PWM 脈衝選擇性地施加至步進馬達，從而依據壓力信號藉由施加「超速」PWM 脈衝

歷時一時間週期來變化步進馬達之速度及轉矩。超速 PWM 脈衝具有大於步進馬達之連續作用時間操作範圍之超速功率。圖 57 說明一個此實施例。

如圖 57 中所展示，控制器 450 包括儲存步進馬達 394 之速度對壓力量變曲線 3022 的記憶體。在此實施例中，控制器對來自泵 PT 之壓力信號作出回應以將 PWM 脈衝選擇性地施加至步進馬達，從而依據壓力信號且依據量變曲線 3022 藉由施加具有在步進馬達之連續作用時間操作範圍內及外的功率之 PWM 脈衝來變化步進馬達之速度及轉矩，如下文所描述。

量變曲線 3022 包括三個階段：第一階段 3024、第二階段 3026 及第三階段 3028。在第一階段 3024 期間，PWM 脈衝在約零與 1000 psi 之間以約 1000 rpm 驅動馬達。在第二階段 3026 期間，PWM 脈衝在約 1000 psi 與 2000 psi 之間以約 600 rpm 驅動步進馬達 394。在第三階段 3028 期間，PWM 脈衝在約 2000 psi 與 3000 psi 之間以約 200 rpm 驅動馬達。參考字元 3030 說明步進馬達之失速曲線（亦展示於圖 58 中）。馬達操作區域 3034（圖 58）在失速曲線 3030 之左側（在失速曲線 3030 下方），在馬達操作區域 3034 中馬達以不造成失速之速度及壓力操作，且馬達失速區域 3036 在失速曲線 3030 之右側（在失速曲線 3030 上方），在馬達失速區域 3036 中馬達以馬達傾向於失速之速度及壓力操作。當馬達在特定壓力下之速度在失速曲線 3030 之左側時，馬達具有足以推送潤滑劑且維持或增加潤滑劑之壓

力的速度。然而，若特定速度下之壓力增加，使得馬達在失速曲線 3030 處或在失速曲線 3030 之右側操作時，則馬達具有失速之傾向。換言之，當馬達在特定壓力下之速度在失速曲線 3030 之右側時，馬達可能不具有足以推送潤滑劑之速度，且馬達傾向於失速。

在一實施例（圖 57）中，每一階段之後段部分可包括使步進馬達 394 超速歷時一時間週期。舉例而言，考慮藉由如下脈衝寬度調變（PWM）脈衝驅動之步進馬達：該等脈衝具有恆定電壓（例如，24 伏特）且具有屬於連續作用時間操作範圍內之變化之持續時間（例如，0 安培至 5 安培）。在第一階段 3024 期間，脈衝寬度調變（PWM）脈衝將具有在 0 安培至 5 安培之間的持續時間以在約零與 900 psi 之間以約 1000 rpm 驅動馬達。在約 900 psi 下，馬達將具有不足以將壓力增加至 1000 psi 之所要目標壓力的功率（亦即，電流或藉由脈衝之持續時間判定的轉矩）。就此而言，控制器將控制驅動器電路以使馬達超速歷時一時間週期。此情形可藉由以下操作來實現：增加供應至馬達之電流歷時有限之時間週期，使得 PWM 脈衝將具有在 5 安培至 8 安培之間的持續時間，以提供足以在約 900 psi 與 1000 psi 之間以約 1000 rpm 驅動馬達的功率。

在第二階段 3026 期間，PWM 脈衝將具有在 0 安培至 5 安培之間的持續時間以在約 1000 psi 與 1900 psi 之間以約 600 rpm 驅動步進馬達 394。在約 1900 psi 下，馬達將具有不足以將壓力增加至 2000 psi 之所要目標壓力的功率（亦

即，電流或藉由脈衝之持續時間判定的轉矩)。就此而言，控制器將控制驅動器電路以使馬達超速歷時一時間週期。此情形可藉由以下操作來實現：增加供應至馬達之電流歷時有限之時間週期，使得 PWM 脈衝將具有在 5 安培至 8 安培之間的持續時間，以提供足以在約 1900 psi 與 2000 psi 之間以約 600 rpm 驅動馬達的功率。

在第三階段 3028 期間，PWM 脈衝將具有在 0 安培至 5 安培之間的持續時間，以在約 2000 psi 與 2900 psi 之間以約 200 rpm 驅動馬達。在約 2900 psi 下，步進馬達 394 將具有不足以將壓力增加至 3001 psi 之所要目標壓力的功率(亦即，電流或藉由脈衝之持續時間判定的轉矩)。就此而言，控制器將控制驅動器電路以使馬達超速歷時一時間週期。此情形可藉由以下操作來實現：增加供應至馬達之電流歷時有限之時間週期，使得 PWM 脈衝將具有在 5 安培至 8 安培之間的持續時間，以提供足以在約 2900 psi 與 3001 psi 之間以約 200 rpm 驅動馬達的功率。

亦預期到，可增加 PWM 脈衝之高度（其為 PWM 脈衝之電壓）而非增加脈衝之持續時間（電流），以便增加脈衝之功率且使步進馬達 394 超速。亦預期到，除增加脈衝之持續時間（電流）外，亦可增加 PWM 脈衝之高度（其為 PWM 脈衝之電壓），以便增加脈衝之功率且使馬達超速。

結果，如圖 57 及圖 58 中所說明，控制器將 PWM 脈衝選擇性地施加至步進馬達，從而依據來自泵 PT 之壓力信號藉由施加超速脈衝寬度調變（PWM）脈衝歷時超速操作之

時間週期來變化步進馬達之速度及轉矩。該時間週期可為固定的，及/或該時間週期可基於另一參數而變化。舉例而言，如圖 57 中所展示，所陳述之時間週期將為在第一階段 3024 期間使壓力自 900 psi 斜上升至 1000 psi 所需的時間。類似地，所陳述之時間週期將為在第二階段 3026 期間使壓力自 1900 psi 斜上升至 2000 psi 所需的時間。類似地，所陳述之時間週期將為在第三階段 3028 期間使壓力自 2900 psi 斜上升至 3001 psi 所需的時間。在每一階段期間，超速操作之所陳述時間週期的最大時間可基於圖 56 來設定。將設定針對給定功率之最大時間以避免在馬達區域 3008 中操作，此係因為超速 PWM 脈衝具有大於馬達之連續作用時間操作範圍的超速功率。

在上文所描述之一實施例中，在超速操作期間在區域 3006（參見 W1，時間 T1 至 T2）中操作步進馬達，且避免在區域 3008（參見 W2，時間 T1 至 T2）中操作步進馬達至少歷時任何顯著之時間週期。因此，超速操作之時間週期為超速功率相對於步進馬達之連續作用時間操作範圍的函數。換言之，控制器將 PWM 脈衝選擇性地施加至步進馬達，從而依據來自泵 PT 之壓力信號藉由施加超速 PWM 脈衝歷時一時間週期來變化步進馬達之速度及轉矩。超速 PWM 脈衝具有大於步進馬達之連續作用時間操作範圍之超速功率，且時間週期為超速功率相對於步進馬達之連續作用時間操作範圍的函數。因此，控制器將脈衝寬度調變（PWM）脈衝施加至步進馬達 394，使得當來自泵 PT 之壓力信號在

藉由第一階段 3024 界定之第一範圍 (1 psi 至 1000 psi) 內時，步進馬達之速度為第一速度 (例如，1000 rpm)。類似地，控制器將 PWM 脈衝施加至步進馬達，使得當來自泵 PT 之壓力信號在藉由第二階段 3026 界定之第二範圍 (1000 psi 至 2000 psi) 內時，步進馬達之速度為小於第一速度之第二速度 (例如，600 rpm)，該第二範圍高於第一範圍。類似地，控制器將 PWM 脈衝施加至步進馬達，使得當來自泵 PT 之壓力信號在藉由第三階段 3028 界定之第三範圍 (2000 psi 至 3001 psi) 內時，步進馬達之速度為小於第二速度之第三速度 (例如，200 rpm)，該第三範圍高於第二範圍。

量變曲線之一觀點為，控制器基於施加至步進馬達之脈衝之作用時間循環來判定步進馬達 394 之速度。自此觀點而言，當來自泵 PT 之壓力信號在預設範圍 (例如，對於第一階段 3024 為 900 psi 至 1000 psi，對於第二階段 3026 為 1900 psi 至 2000 psi，且對於第三階段 3028 為 2900 psi 至 3001 psi) 內時且當馬達之速度在預設範圍內時，控制器將超速 PWM 脈衝施加至步進馬達。如上文關於圖 56 所提及，超速 PWM 脈衝具有大於步進馬達之連續作用時間操作範圍的超速功率。

在一實施例中，溫度感測器鄰近於步進馬達 394 而定位以監視馬達之溫度，從而維持馬達低於其最大馬達溫度額定值。控制器接收來自溫度感測器之指示馬達溫度的信號。在此實施例中，使馬達超速歷時之時間週期為步進馬

達之溫度的函數。另外，馬達可針對給定速度、轉矩、電流、功率、壓力或 rpm 具有最大溫度。一旦馬達溫度感測器指示馬達溫度已達到其最大溫度，控制器即經組態以僅在步進馬達之連續作用時間操作範圍內操作馬達，從而抑制馬達損壞。或者，一旦馬達溫度感測器指示馬達溫度已達到某一溫度，控制器即經組態以中斷馬達之操作，從而抑制馬達損壞。

在其他實施例中，可能不需要溫度感測器。請注意，就此而言，施加至步進馬達之功率的量與步進馬達之溫度的增加成比例。因此，處理器可基於隨時間施加至馬達之功率來計算馬達之溫度。

在一實施例中，控制器基於施加至步進馬達之脈衝之作用時間循環來判定步進馬達 394 之速度。或者或此外，可藉由連接至控制器且與用於驅動泵步進馬達之伺服馬達相關聯之馬達速度感測器（諸如，霍爾感測器）來判定速度。

在一實施例中，儲存於控制器之記憶體中的速度/壓力量變曲線藉由演算法及查找表中之至少一或多者來定義。舉例而言，用於定義如藉由圖 57 之虛線 3032 說明之速度/壓力曲線的演算法可儲存於記憶體中，且藉由控制器執行。

在包括較早描述之泵 300 之潤滑系統的上下文中已描述了上文所描述之馬達超速特徵。然而，應理解，此等相同之超速特徵可用於具有其他泵之潤滑系統中，其他泵諸如下文所描述之泵 2500、2900 及包括步進馬達或替代線性

位置驅動機構（例如，圖 20 或圖 21 之機構）之其他泵。

如熟習此項技術者將瞭解，先前所描述之實施例中之每一者的特徵可與其他實施例之特徵組合。預想此等組合在本發明之範疇內。

可在儲存於一或多個有形之電腦儲存媒體上且藉由一或多個電腦或其他器件執行之資料及/或電腦可執行指令（諸如，程式模組）的大體情形下描述本發明之實施例。大體而言，程式模組包括（但不限於）實行特定任務或實施特定抽象資料類型的常式、程式、物件、組件及資料結構。亦可在藉由遠端處理器件實行多個任務之分散式計算環境中實踐本發明之態樣，該等遠端處理器件經由通信網絡鏈接。在分散式計算環境中，程式模組可位於包括記憶體儲存器件之本端電腦儲存媒體及遠端電腦儲存媒體兩者中。

在操作中，電腦及/或伺服器可執行諸如本文中所描述之彼等指令的電腦可執行指令以實施本發明之態樣。

可藉由電腦可執行指令來實施本發明之實施例。電腦可執行指令可經組織成有形之電腦可讀儲存媒體上的一或多個電腦可執行組件或模組。本發明之態樣可藉由任何數目個此等組件或模組及此等組件或模組之組織來實施。舉例而言，本發明之態樣不限於在諸圖中所說明且本文中所描述之特定電腦可執行指令或特定組件或模組。本發明之其他實施例可包括相較於本文中所說明及描述具有較多或較少功能性的不同電腦可執行指令或組件。

除非另外指定，否則本文中所述及描述之本發明之實施例中之操作的執行次序或效能並非為必要的。亦即，除非另外指定，否則操作可以任何次序實行，且本發明之實施例相較於本文中所揭示之彼等操作可包括額外或較少操作。舉例而言，預期到，在一特定操作之前、與一特定操作同時或在一特定操作之後執行或實行另一操作係在本發明之態樣的範疇內。

當引入本發明之態樣之要素或本發明之實施例時，詞「一」及「該」意欲意謂存在要素中之一或多者。術語「包含」、「包括」及「具有」意欲為包括性的，且意謂可存在除所列出要素外的額外要素。

鑒於以上內容，將瞭解，達成了本發明之若干優點且獲得了其他有利結果。

可能並不需要所說明或描述之所有所描繪組件。此外，一些實施及實施例可包括額外組件。可進行組件之配置及類型的變化而不偏離如本文中所陳述之申請專利範圍之精神或範疇。可提供額外、不同或較少之組件，且可組合組件。或者或此外，可藉由若干個組件實施一組件。

提供【摘要】及【發明內容】以幫助讀者快速確定技術揭示內容之本質。在【摘要】及【發明內容】將不用以解譯或限制申請專利範圍之範疇或含義之理解情況下提出【摘要】及【發明內容】。

以上描述作為實施例且並非作為限制來說明本發明。當說明兩個項目或多個項目時，預期到，本發明可包括兩

個或兩個以上項目。此描述使得熟習此項技術者能夠製造及使用本發明，且描述本發明之包括目前咸信為進行本發明之最佳模式的若干實施例、調適、變化、替代例及使用。另外，應理解，本發明並不將其應用限於在以下描述中陳述或在圖式中說明的組件之構造及配置之細節。本發明能夠具有其他實施例，且能夠以各種方式實踐或進行。又，應理解，本文中所使用之片語及術語係出於描述之目的，且不應視為限制性的。

已詳細描述了本發明之態樣，將顯而易見，修改及變化在不偏離如在附加申請專利範圍中界定的本發明之態樣的範疇情況下為可能的。由於可對以上構造、產品及方法進行各種改變而不偏離本發明之態樣的範疇，因此意欲以上描述中所含有且隨附圖式中所展示之所有事項應解譯為說明性的且無限制意義。

#### 【圖式簡單說明】

圖 1 為包括用於將潤滑劑引導至潤滑點之分流閥之習知自動化潤滑系統的圖解視圖；

圖 2 為包括用於將潤滑劑引導至潤滑點之噴射器之習知自動化潤滑系統的圖解視圖；

圖 3 為本發明之泵之第一實施例的立體圖；

圖 4 為圖 3 之泵之仰視平面圖；

圖 5 為圖 3 之泵之垂直剖面圖；

圖 6 為圖 5 之說明泵之線性驅動機構的放大部分；

圖 7 為線性驅動機構之在圖 6 之 7-7 平面中截取的垂

直剖面圖；

圖 8 為線性驅動機構之展示校準機構的放大剖面圖；

圖 9 為線性驅動機構之展示處於返回衝程之極限的活塞的放大剖面圖；

圖 10 為包括分流閥分配系統之本發明之潤滑系統的圖解視圖；

圖 11 為包括噴射器分配系統之本發明之潤滑系統的圖解視圖；

圖 12 為包括分區 CAN 匯流排分配系統之本發明之潤滑系統的圖解視圖；

圖 13 為在圖 12 之 CAN 匯流排潤滑分配系統中使用之閥體及複數個電子控制閥的立體圖；

圖 14 為圖 13 之閥體及電子控制閥的垂直剖面圖；

圖 15 為類似於圖 14 但旋轉 90 度的垂直剖面圖；

圖 16 為本發明之分區潤滑系統的圖解視圖，每一分區包括一分流閥分配系統；

圖 17 為本發明之分區潤滑系統的圖解視圖，一分區包括一 CAN 匯流排潤滑分配系統且另一分區包括一分流閥分配系統；

圖 18 為本發明之分區潤滑系統的圖解視圖，每一分區包括一噴射器分配系統；

圖 19 為本發明之分區潤滑系統的圖解視圖，一分區包括一 CAN 匯流排潤滑分配系統且另一分區包括一噴射器分配系統；

圖 19A 為本發明之多分區潤滑系統的圖解視圖，一分區包括一單管線噴射器分配系統且另一分區包括一雙管線噴射器分配系統；

圖 19B 為本發明之多分區潤滑系統的圖解視圖，一分區包括一單管線分流閥分配系統且另一分區包括一雙管線噴射器分配系統；

圖 19C 為包括雙管線噴射器分配系統之本發明之單分區潤滑系統的圖解視圖；

圖 20 為泵之第一替代性驅動機構的示意圖；

圖 21 為泵之第二替代性驅動機構的示意圖；

圖 22 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供自偵錯，該潤滑系統具有具內部壓力傳感器之閉環噴射器系統；

圖 23 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供排氣計量測試，該潤滑系統具有具內部壓力傳感器之閉環噴射器系統；

圖 24 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供最大壓力測試，該潤滑系統具有具內部壓力傳感器之閉環噴射器系統或具內部壓力傳感器之開環非噴射器系統（例如，分流閥分配系統）；

圖 25 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供活塞之全衝程測試，該潤滑系統具有具內部壓力傳感器之閉環噴射器系統或具內部壓力傳感器之開環非噴射器系統；

圖 26 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供儲槽液位測試，該潤滑系統具有各自具有或不具有內部壓力傳感器的閉環噴射器系統或開環非噴射器系統；

圖 27 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供循環（例如，噴射器重設）逾時測試，該潤滑系統具有具內部壓力傳感器之閉環噴射器系統或具內部壓力傳感器之開環非噴射器系統；

圖 28 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供潤滑劑儲槽硬度測試，該潤滑系統具有具內部壓力傳感器之閉環噴射器系統或具內部壓力傳感器之開環非噴射器系統；

圖 29 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供自偵錯，該潤滑系統具有具內部壓力傳感器之開環非噴射器系統；

圖 30 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供自偵錯，該潤滑系統具有無內部壓力傳感器之閉環噴射器系統；

圖 31 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供排氣計量測試，該潤滑系統具有無內部壓力傳感器之閉環噴射器系統；

圖 32 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供最大壓力測試，該潤滑系統具有無內部壓力傳感器之閉環噴射器系統或無內部壓力

傳感器之開環非噴射器系統；

圖 33 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供活塞之全衝程測試，該潤滑系統具有無內部壓力傳感器之閉環噴射器系統或無內部壓力傳感器之開環非噴射器系統；

圖 34 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供循環（例如，噴射器重設）逾時測試，該潤滑系統具有無內部壓力傳感器之閉環噴射器系統或無內部壓力傳感器之開環非噴射器系統；

圖 35 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供潤滑劑儲槽硬度測試，該潤滑系統具有無內部壓力傳感器之閉環噴射器系統或無內部壓力傳感器之開環非噴射器系統；

圖 36 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對潤滑系統提供自偵錯，該潤滑系統具有無內部壓力傳感器之開環非噴射器系統；

圖 36A 為指令之一本發明實施例的流程圖，該等指令由處理器執行以針對（諸如）說明於圖 19 中之 CAN 匯流排潤滑系統提供自偵錯，該 CAN 匯流排潤滑系統具有無內部壓力傳感器之致動器閥；

圖 37 為本發明之用於供應潤滑劑的 CAN 匯流排潤滑系統 2300 之一實施例的方塊圖，該 CAN 匯流排潤滑系統包括致動器閥之多個分區；

圖 37A 為本發明之用於供應潤滑劑的 CAN 匯流排潤滑

系統 2300 之另一實施例的方塊圖，該 CAN 匯流排潤滑系統包括分流閥之分區及噴射器之分區；

圖 38 為本發明之泵之另一實施例的立體圖；

圖 39 為穿過圖 38 之泵截取之垂直剖面圖，其說明用於重新填充泵之儲槽的重新填充埠；

圖 40 為圖 39 之放大部分；

圖 41 為穿過圖 38 之泵截取之垂直剖面圖，其說明泵之線性驅動機構；

圖 42 為圖 39 之說明線性驅動機構的放大部分；

圖 43 為圖 41 之展示驅動機構之汽缸入口的放大部分；

圖 44 為類似於圖 42 但旋轉 90 度以說明汽缸入口之長橢圓形部分的視圖；

圖 45 為泵之攪拌機構的平面圖；

圖 46 為穿過驅動馬達及攪拌器之相關組件截取之垂直剖面圖；

圖 47 為在圖 45 之 47--47 平面中截取之放大垂直剖面圖，其說明攪拌器上之強迫進給機構；

圖 48 為比較使用目前最新泵及本發明之泵所進行的測試之結果的曲線圖；

圖 49 為圖 38 之泵之仰視平面圖；

圖 50 為在圖 49 之 50--50 平面中截取的放大垂直剖面圖；

圖 51 為展示線性驅動機構之組件的放大垂直剖面圖，該等組件包括驅動螺桿、活塞、從動器外殼及從動器；

圖 52 為驅動螺桿之立體圖；

圖 53 為從動器之剖面圖；

圖 54 為在圖 42 之 54--54 平面中截取的垂直剖面圖；

圖 55A 為具有溫度感測器及加熱器之泵的仰視平面圖；

圖 55B 為在圖 55A 之 55B--55B 平面中截取的泵之斷裂橫剖面圖；

圖 55C 為具有分離之儲槽之泵的立體圖；

圖 55D 為在圖 55A 之 55D--55D 平面中截取的泵之斷裂橫剖面圖；

圖 55E 為在圖 55A 之 55B--55B 平面中截取的泵之替代實施例的斷裂橫剖面圖；

圖 56 為說明步進馬達之功率隨時間之曲線且說明步進馬達之連續作用時間操作範圍的曲線圖；

圖 57 為說明本發明之步進馬達之操作量變曲線及步進馬達之失速曲線的以 rpm 為單位之速度對以 psi 為單位之壓力的曲線圖；及

圖 58 為說明步進馬達之失速曲線的以 psi 為單位之壓力對以 rpm 為單位之速度的曲線圖。

貫穿諸圖式，對應零件藉由對應參考數字來指示。

**【主要元件符號說明】**

100：習知 Quicklub®系統

110：泵

114：潤滑油供應管線

118：主分流閥

- 120：入口
- 124：出口
- 128：管線
- 130：入口
- 132：歧管
- 134：額外（從屬）分流閥
- 138：管線/出口
- 144：軸承/管線
- 150：儲槽
- 155：軸承
- 156：攪拌器
- 158：可膨脹腔室泵
- 160：泵外殼
- 164：馬達
- 170：偏心機構
- 180：傳動系統
- 186：近接開關
- 200：習知 Centro-Matic®系統
- 210：泵 214：潤滑油供應管線
- 300：泵
- 304：儲槽
- 306：泵外殼
- 308：裝設凸緣
- 310：圓柱形側壁

- 312：開放式頂部
- 314：底壁
- 316：儲槽出口
- 320：攪拌器
- 322：旋轉輪轂
- 326：第一驅動機構/攪拌器馬達
- 328：臂
- 330：刮刷器
- 330a：下葉片部分
- 330b：上部部分
- 332：溫度感測器
- 334：汽缸
- 334a：第一入口部分/汽缸入口/入口汽缸部分
- 334b：第二出口部分/出口汽缸部分
- 338：中心縱向汽缸腔
- 340：徑向孔
- 344：球形止回閥/出口止回閥
- 348：止回閥閥座
- 352：螺旋壓縮彈簧
- 354：泵之汽缸出口/出口配件
- 356：潤滑油出口埠
- 358：壓力感測器埠
- 360：T型配件
- 364：第一進給管線

- 366：第二進給管線
- 370：快速連接/斷開連接器
- 372：壓力感測器
- 376：排氣通道
- 380：徑向孔
- 384：活塞
- 390：第二驅動機構/線性位置驅動機構
- 394：泵步進馬達/泵馬達
- 396：馬達輸出軸件
- 398：襯套
- 400：端壁
- 404：從動器外殼
- 410：導引螺桿
- 414：從動器
- 418：徑向套環
- 420：凹口
- 424：固定線性導件
- 430：校準機構
- 434：磁鐵
- 440：磁場感測器
- 442：磁場感測器
- 450：主控制器
- 451：馬達驅動器電路
- 454：操作者輸入裝置/輸入器件

- 456：顯示器
- 460：USB 埠
- 462：電源供應器
- 500：漸進（分流）閥分配系統
- 510：分配潤滑油供應管線
- 530：習知分流閥
- 532：近接開關
- 550：潤滑點
- 600：噴射器分配系統
- 610：潤滑油供應管線
- 620：噴射器
- 630：潤滑點
- 700：CAN 匯流排及分流閥分配系統
- 702：潤滑油供應管線
- 706：第一歧管
- 710：出口
- 714：潤滑點
- 718：電子控制閥/電子操作閥/螺線管閥
- 720：電力場匯流排
- 724：第二歧管
- 728：出口
- 730：潤滑點/電子控制閥/螺線管閥
- 732：入口
- 734：供應通道

- 738 : 出口通道
- 742 : 球形止回閥
- 746 : 閥構件
- 750 : 電子控制致動器
- 752 : 螺線管
- 756 : 電子控制電路 (ECC)
- 758 : 控制埠
- 762 : 電力埠
- 768 : 開關
- 770 : 電連接器
- 772 : 通信埠 (COM)
- 800 : 分配系統
- 804 : 潤滑油供應管線
- 808 : 歧管
- 816 : 出口
- 818 : 電子操作閥/左側閥/右側閥
- 820 : 電力場匯流排
- 824 : 潤滑油供應管線
- 830 : 分流閥/主閥
- 834 : 潤滑點
- 840 : 潤滑油供應管線
- 844 : 分流閥/主閥
- 846 : 近接開關
- 850 : 潤滑點

- 900：分配系統
- 904：潤滑油供應管線
- 908：歧管
- 916：出口
- 918：螺線管操作閥/電子操作閥/左側閥/右側閥
- 920：電力場匯流排
- 924：潤滑油供應管線
- 930：分流閥
- 932：近接開關
- 934：潤滑點
- 940：潤滑油供應管線
- 944：第二歧管
- 946：出口
- 948：潤滑點
- 950：電子操作閥
- 1000：分配系統
- 1004：潤滑油供應管線
- 1008：歧管
- 1016：出口
- 1018：電子操作閥/左側閥/右側閥
- 1020：電力場匯流排
- 1024：潤滑油供應管線
- 1030：噴射器
- 1034：潤滑點

- 1040：潤滑油供應管線
- 1044：噴射器
- 1048：潤滑點
- 1100：分配系統
- 1104：潤滑油供應管線
- 1108：第一歧管
- 1116：出口
- 1118：電子操作閥/左側閥/右側閥/分區閥
- 1120：電力場匯流排
- 1121：CAN 模組
- 1123：CAN 模組
- 1124：潤滑油供應管線
- 1130：噴射器
- 1134：潤滑點
- 1140：潤滑油供應管線
- 1144：第二歧管
- 1146：出口
- 1148A：潤滑點/軸承
- 1148B：潤滑點/軸承
- 1148C：潤滑點/軸承
- 1148D：潤滑點/軸承
- 1150A：第一閥
- 1150B：閥
- 1150C：閥

- 1150D：閥
- 1200：線性位置驅動機構
- 1204：可逆轉馬達
- 1210：位置指定器
- 1214：從動器
- 1220：位置感測器
- 1224：從動器外殼
- 1226：控制器
- 1230：活塞
- 1240：導引螺桿
- 1300：線性位置驅動機構
- 1314：從動器
- 1330：活塞
- 1340：編碼器器件/編碼器
- 1346：從動器外殼
- 1350：可旋轉汽缸
- 1356：導引螺桿
- 1370：馬達
- 1380：控制器/位置感測器
- 1382：位置感測器
- 1400：分配系統
- 1404：潤滑油供應管線
- 1408：歧管
- 1416：出口

- 1418：電子操作閥/左側閥/右側閥
- 1420：電力場匯流排
- 1424：潤滑油供應管線
- 1430：噴射器
- 1434：潤滑點
- 1440：潤滑劑供應管線
- 1450：壓力入口
- 1452：換向閥
- 1454：放氣埠
- 1456：返回管線
- 1458：返回埠
- 1470A：第一潤滑管線/主潤滑管線
- 1470B：第二潤滑管線/主潤滑管線
- 1472A：第一埠
- 1472B：第二埠
- 1480：計量閥
- 1482：潤滑點
- 1934：潤滑點
- 2300：CAN 匯流排潤滑系統
- 2301：CAN 匯流排潤滑系統
- 2302：潤滑油供應管線
- 2304：非計量閥
- 2304A：非計量閥
- 2304B：非計量閥

- 2304C：非計量閥
- 2304L：非計量閥
- 2304M：非計量閥
- 2304N：非計量閥
- 2306：軸承
- 2306A：軸承
- 2306B：軸承
- 2306C：軸承
- 2306M：軸承
- 2306N：軸承
- 2308：控制器
- 2310：控制器區域網路（CAN）匯流排
- 2312：電力匯流排
- 2314：電源供應器
- 2316：螺線管
- 2316A：螺線管
- 2316B：螺線管
- 2316C：螺線管
- 2316L：螺線管
- 2316M：螺線管
- 2316N：螺線管
- 2317：噴射器
- 2318：繼電器
- 2318A：繼電器

- 2318B : 繼電器
- 2318L : 繼電器
- 2318M : 繼電器
- 2318Z : 繼電器
- 2320 : CAN 模組
- 2320A : CAN 模組
- 2320B : CAN 模組
- 2320L : CAN 模組
- 2320M : CAN 模組
- 2320Q : CAN 模組
- 2320Z : CAN 模組
- 2322 : 聲、熱、振動或壓力感測器
- 2324 : 壓力感測器
- 2326 : 流量感測器
- 2330 : 警報
- 2340 : 分流閥
- 2340A : 分流閥
- 2340B : 分流閥
- 2340C : 分流閥
- 2341 : 近接開關 (PX)
- 2342 : 軸承
- 2342A : 軸承
- 2342B : 軸承
- 2342C : 軸承

- 2342D：軸承
- 2342E：軸承
- 2346：壓力感測器/管線末端壓力傳感器（PT）
- 2347：管線壓力感測器
- 2348：管線壓力感測器
- 2352：感測器
- 2354：近接開關
- 2358：電流感測器
- 2360：電流感測器
- 2500：泵
- 2504：儲槽
- 2506：泵外殼
- 2508：汽缸
- 2508A：汽缸之入口部分
- 2512：活塞
- 2518：罐
- 2520：側壁
- 2526：可卸除式頂部/蓋
- 2530：連接桿
- 2532：螺母
- 2536：內部
- 2538：彈簧加載之從動器
- 2539：從動器軸件
- 2540：頂壁

- 2542：側壁
- 2546：底壁
- 2548：套環
- 2550：密封件
- 2554：重新填充埠
- 2556：重新填充管道
- 2560：出口/出口開口
- 2562：汽缸本體
- 2564：閥外殼
- 2566：縱向汽缸膛
- 2566A：同軸縱向孔
- 2566B：同軸縱向孔
- 2570：汽缸入口通道
- 2570A：上部部分
- 2570B：下部部分
- 2572：面
- 2574：面
- 2576：密封件
- 2578：相反面
- 2582：錐形開口
- 2586：經界定之類隧道流徑
- 2588：縱向中心線
- 2600：攪拌器
- 2602：旋轉輪轂/攪拌器輪轂

- 2604：垂直軸線
- 2606：第一驅動機構/攪拌器馬達/攪拌器驅動機構
- 2610：臂
- 2614：直立攪拌構件
- 2616：電動馬達
- 2618：傳動裝置
- 2620：輸出軸件
- 2624：輸出軸件
- 2626：間隔件
- 2628：開口
- 2630：強迫進給機構
- 2632：強迫進給構件
- 2636：向下傾斜之下表面
- 2638：下端
- 2648：角
- 2670：第一球形止回閥
- 2672：第一閥座/止回閥閥座
- 2676：第一螺旋壓縮彈簧
- 2678：第二球形止回閥
- 2680：第二球形止回閥閥座
- 2682：第二螺旋壓縮彈簧
- 2684：插塞
- 2700：出口埠
- 2702：環形間隙

- 2704：連接通道
- 2708：潤滑劑出口配件
- 2714：第一進給管線
- 2716：第二進給管線
- 2720：快速連接/斷開連接器/中空圓柱形活塞本體
- 2722：內螺紋
- 2724：感測器埠
- 2726：壓力感測器/活塞頭
- 2728：圓周密封件
- 2730：排氣通道
- 2740：第二驅動機構/線性位置驅動機構
- 2742：步進馬達
- 2744：步進馬達輸出軸件
- 2746：同軸導引螺桿
- 2750：套筒軸承
- 2752：從動器外殼端壁
- 2756：從動器外殼
- 2760：導引螺桿本體
- 2762：盲孔
- 2766：螺紋軸件/螺紋/導引螺桿軸件
- 2768：外螺紋
- 2774：第一止推軸承
- 2776：第二止推軸承
- 2780：滾針軸承

- 2782：軸承座圈
- 2784：周邊徑向凸緣/導引螺桿凸緣
- 2786：滾針軸承
- 2788：軸承座圈
- 2790：固定環
- 2792：密封件
- 2800：從動器
- 2802：空腔/儲槽
- 2806：圓形從動器本體
- 2808：中心孔/從動器孔
- 2808A：較大直徑之後部部分
- 2808B：較小直徑之前部部分
- 2812：向內突出之周邊凸緣
- 2814：向外突出之周邊凸緣
- 2820：固定夾
- 2824：凹口
- 2826：導軌
- 2830：間隙
- 2834：大體 U 形凹口
- 2840：軸向溝槽
- 2844：通道
- 2850：入口通道
- 2860：校準機構
- 2862：磁鐵

- 2864：磁場感測器
- 2866：磁場感測器
- 2900：用於供應潤滑劑之裝置
- 2902：泵外殼
- 2906：潤滑劑泵
- 2908：活塞
- 2910：汽缸腔
- 2912：線性驅動機構
- 2914：步進馬達
- 2916：從動器
- 2920：入口
- 2924：出口
- 2930：儲槽
- 2932：罐
- 2936：側壁
- 2938：可卸除式頂部
- 2940：攪拌器
- 2942：從動器
- 2950：頂壁
- 2952：側壁
- 2954：開口
- 2956：溫度感測器
- 2958：底面
- 2960：加熱器

- 2962 : 習知管夾
- 2964 : 習知管夾
- 2970 : 引線
- 2978 : 底壁
- 2980 : 頂面
- 2982 : 底壁
- 3000 : 功率曲線/馬達溫度曲線
- 3001 : 連續作用時間操作範圍
- 3002 : 區域
- 3003 : 臨界溫度
- 3004 : 虛線
- 3006 : 區域
- 3008 : 區域
- 3010 : 線
- 3012 : 線
- 3014 : 線
- 3022 : 速度對壓力量變曲線
- 3024 : 第一階段
- 3026 : 第二階段
- 3028 : 第三階段
- 3030 : 失速曲線
- 3032 : 虛線
- 3034 : 馬達操作區域
- 3036 : 馬達失速區域

D1：外徑

D2：上端直徑

D3：下端直徑

D4：直徑

D5：主要尺寸

D6：次要尺寸

L1：軸向長度

L2：軸向長度

L3：長度

W1：功率位準

W2：功率位準

W3：功率位準

Z1：第一分區

Z2：第二分區

## 七、申請專利範圍：

1. 一種用於供應潤滑劑之裝置，其包含
  - 一儲槽，其具有用於儲藏潤滑劑之一內部，
  - 一泵，其用於將潤滑劑自該儲槽泵抽至一潤滑劑分配系統，該泵包含：
    - 一汽缸，其具有一汽缸腔；
    - 一汽缸入口，其與該儲槽之該內部連通以用於潤滑劑自該儲槽至該汽缸腔中之流動；
    - 一汽缸出口；
    - 一活塞，其可在該汽缸腔中移動；
    - 一止回閥，其在該汽缸腔中處於該活塞與該汽缸出口之間，該止回閥用於阻斷穿過該出口之回流；
    - 一排氣通道，其在該止回閥上游之一位置處與該汽缸腔連通以用於使該潤滑劑分配系統排氣；
    - 一線性位置驅動機構，其用於 (i) 在一前向方向上使該活塞在該汽缸腔中移動通過一泵抽衝程以用於將潤滑劑穿過該汽缸出口泵抽至該潤滑劑分配系統，(ii) 在一後向方向上使該活塞移動通過一非排氣返回衝程，在該非排氣返回衝程中該排氣通道不與該儲槽之該內部連通，及 (iii) 在一後向方向上使該活塞移動通過一排氣返回衝程，在該排氣返回衝程中該排氣通道與該儲槽之該內部連通；及
    - 一控制器，其用於校準及控制該線性位置驅動機構之操作。
2. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該排氣返回衝程

及該非排氣返回衝程具有不同長度。

3.如申請專利範圍第1項之裝置，其中該活塞在一非排氣返回衝程期間未到達該位置即停止，且在一排氣返回衝程期間移動越過該位置。

4.如申請專利範圍第3項之裝置，其中該線性位置驅動機構包含一步進馬達。

5.如申請專利範圍第3項之裝置，其中該步進馬達具有一輸出軸件，該輸出軸件與一導引螺桿驅動啮合，該導引螺桿與該活塞及該活塞上之一從動器螺紋啮合，該從動器可在一從動器外殼中移動，該從動器外殼用於抵抗隨著該導引螺桿旋轉之旋轉而固持該活塞，藉此該導引螺桿之旋轉引起該活塞之線性非旋轉移動。

6.如申請專利範圍第5項之裝置，其中該從動器外殼具有界定油之一儲槽之一空腔，且進一步包含一油遞送機構，該油遞送機構用於將油自該儲槽遞送至該導引螺桿及該活塞上之緊密配合之螺紋。

7.如申請專利範圍第6項之裝置，其中該油遞送機構包含該導引螺桿之一可旋轉部分，該可旋轉部分經組態以用於浸沒於油之該儲槽中。

8.如申請專利範圍第6項之裝置，其進一步包含一回油機構，該回油機構用於使該等螺紋上之過量油返回至該儲槽。

9.如申請專利範圍第6項之裝置，其中該導引螺桿及該活塞上之該等緊密配合之螺紋為 ACME 螺紋。

10.如申請專利範圍第 5 項之裝置，其進一步包含一校準機構，該校準機構用於相對於該活塞在該汽缸中之位置來校準該線性位置驅動機構之操作，且其中該控制器對該校準機構作出回應。

11.如申請專利範圍第 5 項之裝置，其中該校準機構包含該從動器上之一磁鐵及該從動器外殼上之至少一磁鐵感測器。

12.如申請專利範圍第 1 項之裝置，其進一步包含一校準機構，該校準機構用於相對於該活塞在該汽缸中之該位置來校準該線性位置驅動機構之操作，且其中該控制器對該校準機構作出回應。

13.如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該線性位置驅動機構包含一可逆轉馬達及一編碼器器件。

14.如申請專利範圍第 1 項之裝置，其進一步包含一壓力感測器，該壓力感測器用於感測該汽缸膛之該出口處之壓力，該控制器對來自該壓力感測器之信號作出回應以變化線性位置馬達之速度。

15.如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該線性位置驅動機構包含：一可逆轉馬達，其具有與一導引螺桿驅動啮合之一輸出軸件，該導引螺桿與附接至該活塞及一從動器外殼之一非可旋轉從動器螺紋啮合，該從動器外殼用於儲藏油以用於潤滑該導引螺桿上之螺紋。

16.如申請專利範圍第 1 項之裝置，其進一步包含可在該儲槽之該內部旋轉之一攪拌器及該攪拌器上之一強迫進

給機構，該強迫進給機構可基於該攪拌器之旋轉而操作以迫使潤滑劑自該儲槽朝向該汽缸入口。

17. 如申請專利範圍第 16 項之裝置，其中該強迫進給機構可基於該攪拌器之旋轉而操作以施加一推送力，從而沿一所界定之流徑推送來自該儲槽之潤滑劑，且其中該汽缸腔經由該所界定之流徑與該儲槽之該內部連通，藉此該攪拌器之旋轉使得該攪拌器上之該強迫進給機構施加該推送力，從而沿該所界定之流徑推送潤滑劑，且使得該活塞移動通過該排氣返回衝程及該非排氣返回衝程在該汽缸腔中產生一減小之壓力以施加一牽拉力，從而沿該所界定之流徑牽拉潤滑劑，該推送力及該牽拉力組合以沿該所界定之流徑將潤滑劑自該儲槽移動至該汽缸腔中。

18. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該控制器經組態以泵抽一預設體積之潤滑劑，且其中該控制器操作該線性驅動機構歷時一預設時間週期或歷時預設數目個泵抽衝程以泵抽該預設體積之潤滑劑。

19. 一種將潤滑劑供應至一經排氣潤滑劑分配系統且至一非經排氣潤滑劑分配系統之方法，其包含

操作一線性位置驅動機構以使一活塞在一汽缸腔中移動通過一泵抽衝程，從而將潤滑劑穿過該汽缸腔之一出口泵抽至該經排氣潤滑劑分配系統及/或至該非經排氣潤滑劑分配系統，

操作該線性位置驅動機構以使該活塞移動通過具有一第一長度之一非排氣返回衝程，在該非排氣返回衝程期間

該非經排氣潤滑劑分配系統未經排氣，

校準該線性位置驅動機構，及

操作該經校準之線性位置驅動機構以使該活塞移動通過具有不同於該第一長度之一第二長度之一排氣返回衝程，在該排氣返回衝程期間該經排氣潤滑劑分配系統經排氣。

20.如申請專利範圍第 19 項之方法，其中該線性位置驅動機構包含一步進馬達。

21.如申請專利範圍第 19 項之方法，其中該線性位置驅動機構包含一可逆轉馬達及一編碼器器件。

22.如申請專利範圍第 19 項之方法，其進一步包含感測該汽缸腔之該出口處的壓力，及回應於該感測到之壓力的改變而變化該線性位置馬達之速度。

23.如申請專利範圍第 19 項之方法，其中該線性位置驅動機構包含一步進馬達，該步進馬達具有一輸出軸件，該輸出軸件與一導引螺桿驅動嚙合，該導引螺桿與該活塞及該活塞上之一從動器螺紋嚙合，該從動器可在一從動器外殼中移動，該從動器外殼用於抵抗隨著該導引螺桿旋轉之旋轉而固持該活塞，且其中該方法進一步包含將油自該從動器外殼中之油之一儲槽遞送至該導引螺桿上之螺紋。

24.如申請專利範圍第 19 項之方法，其中該校準包含相對於該活塞在該汽缸中之位置來校準該線性位置驅動機構之操作。

25.如申請專利範圍第 19 項之方法，其進一步包含

使一攪拌器在一潤滑劑儲槽中旋轉以使得該攪拌器上之一強迫進給機構施加一推送力，從而沿一所界定之流徑將潤滑劑自該儲槽推送至該汽缸腔，

使該活塞移動通過一排氣返回衝程或非排氣返回衝程以在該汽缸腔中產生一減小之壓力，該減小之壓力施加一牽拉力，從而沿該所界定之流徑牽拉潤滑劑，

該推送力及該牽拉力組合以沿該所界定之流徑將潤滑劑移動至該汽缸腔中。

八、圖式：

(如次頁)

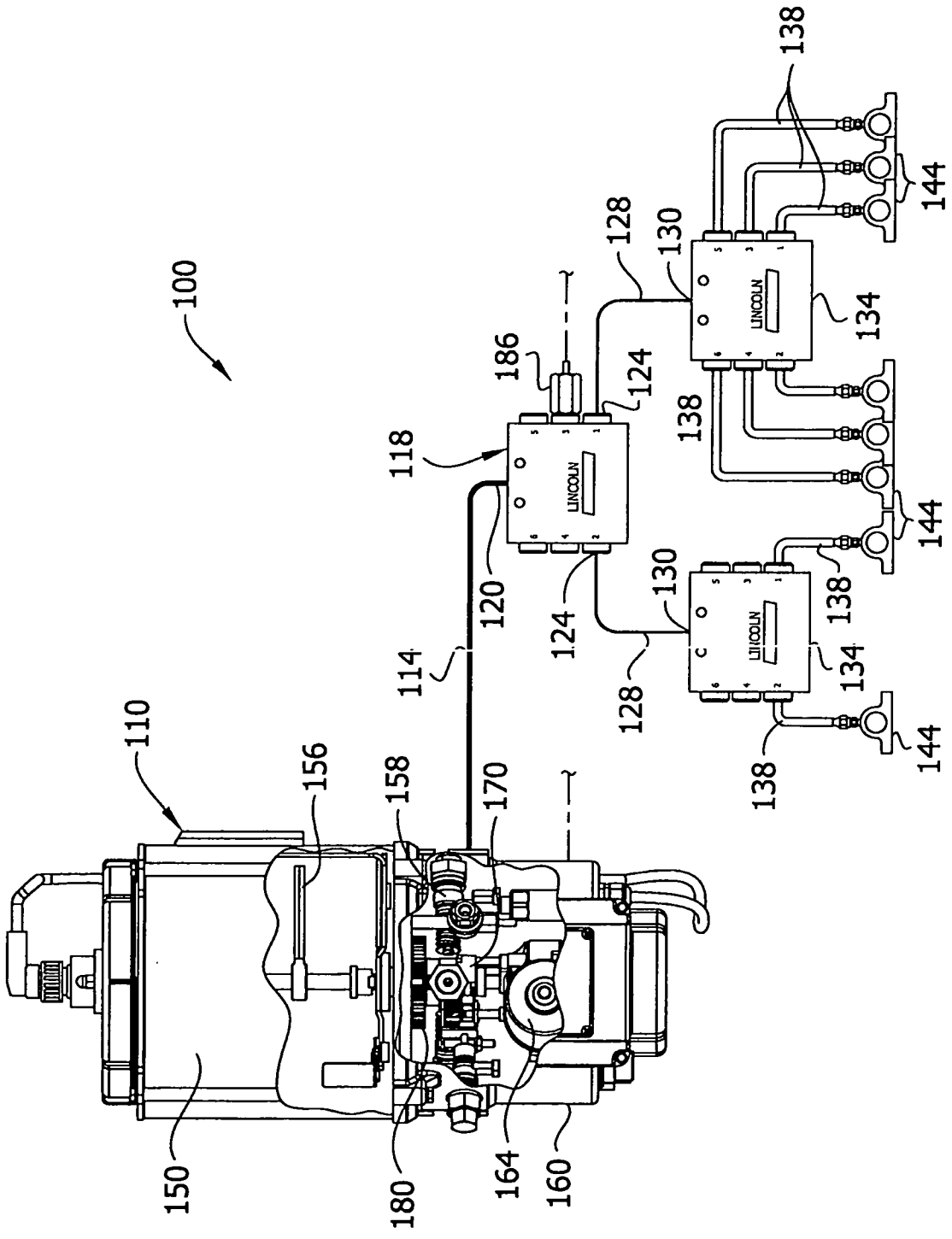


圖 1

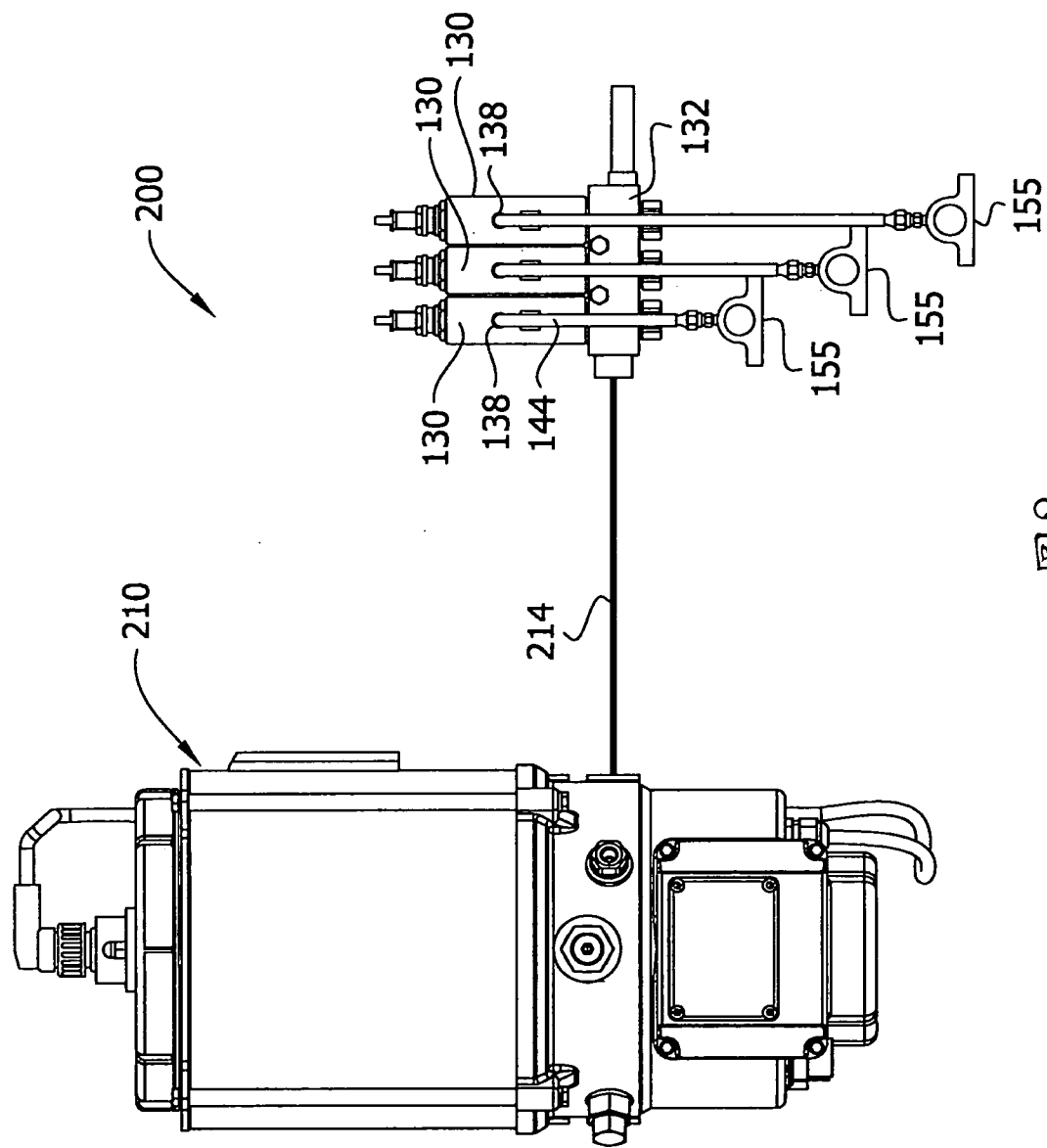


圖2

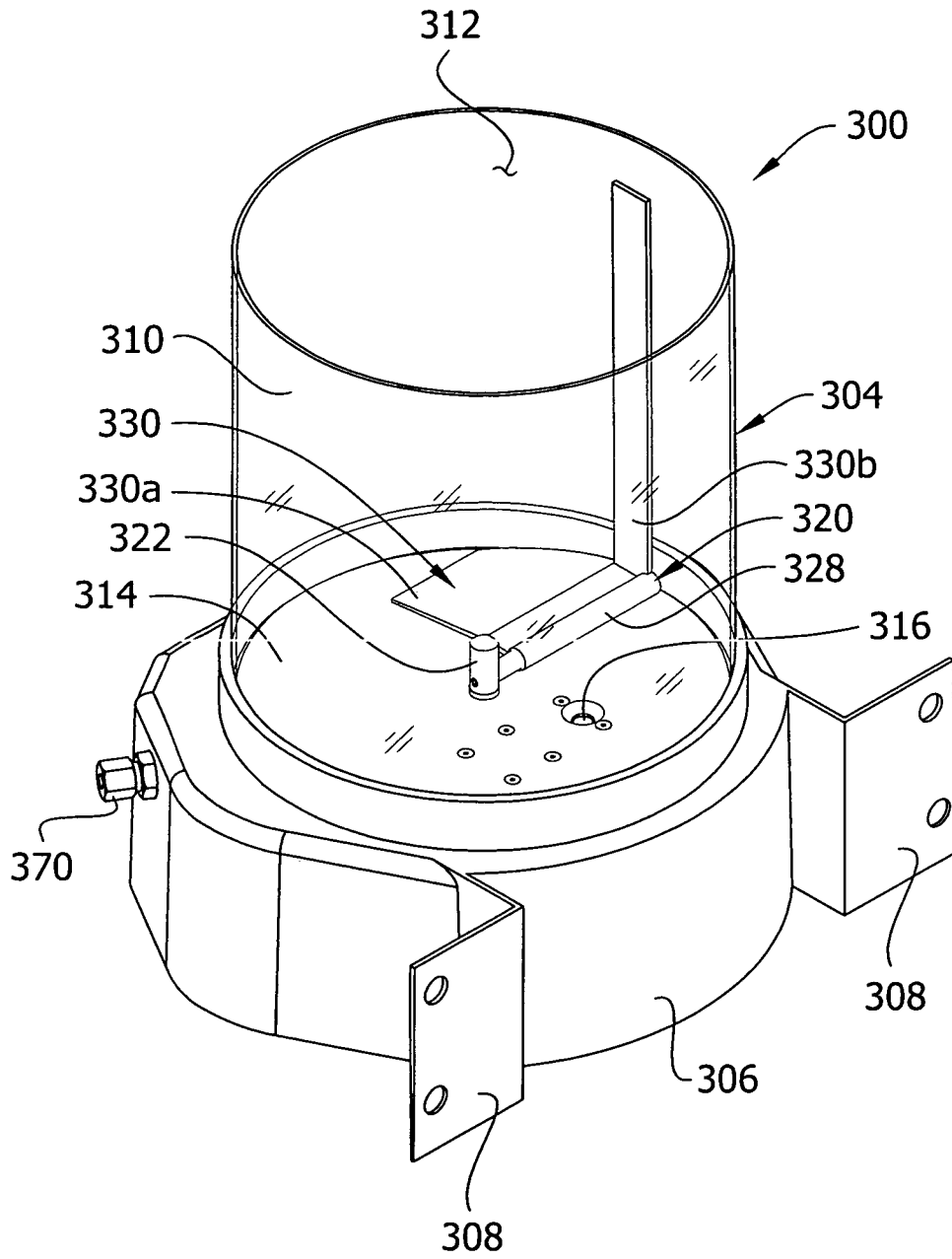


圖3

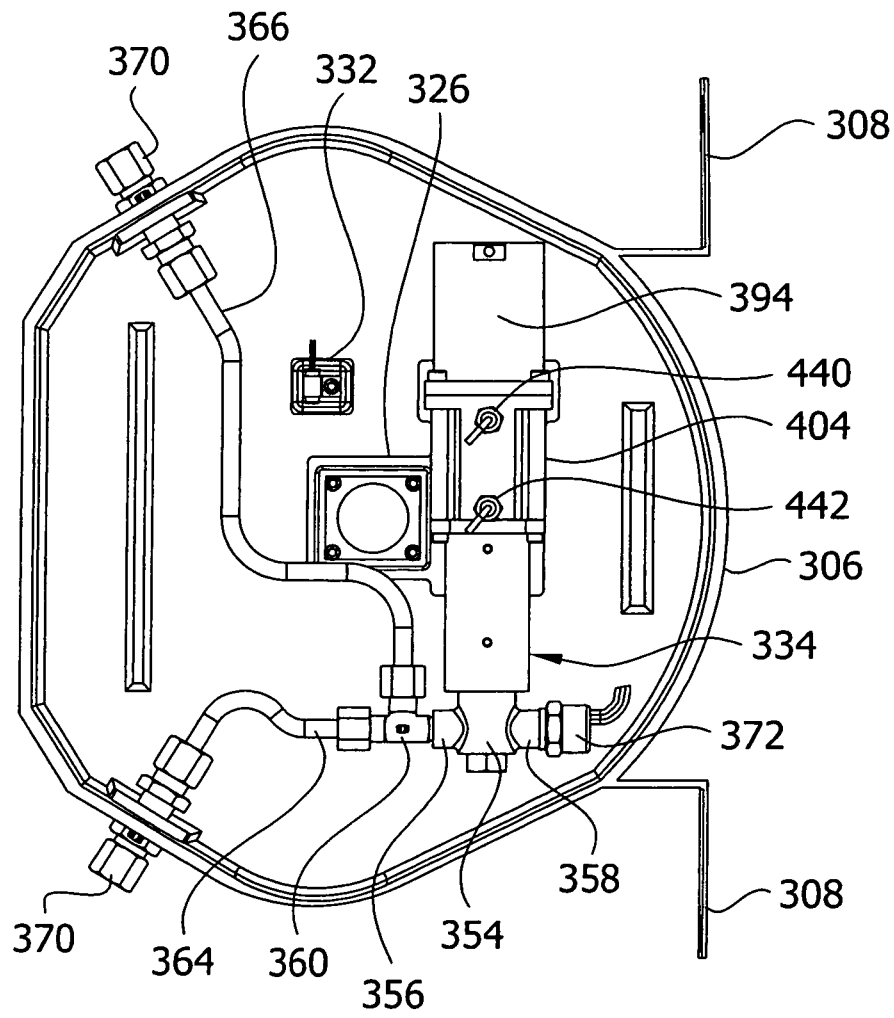


圖4

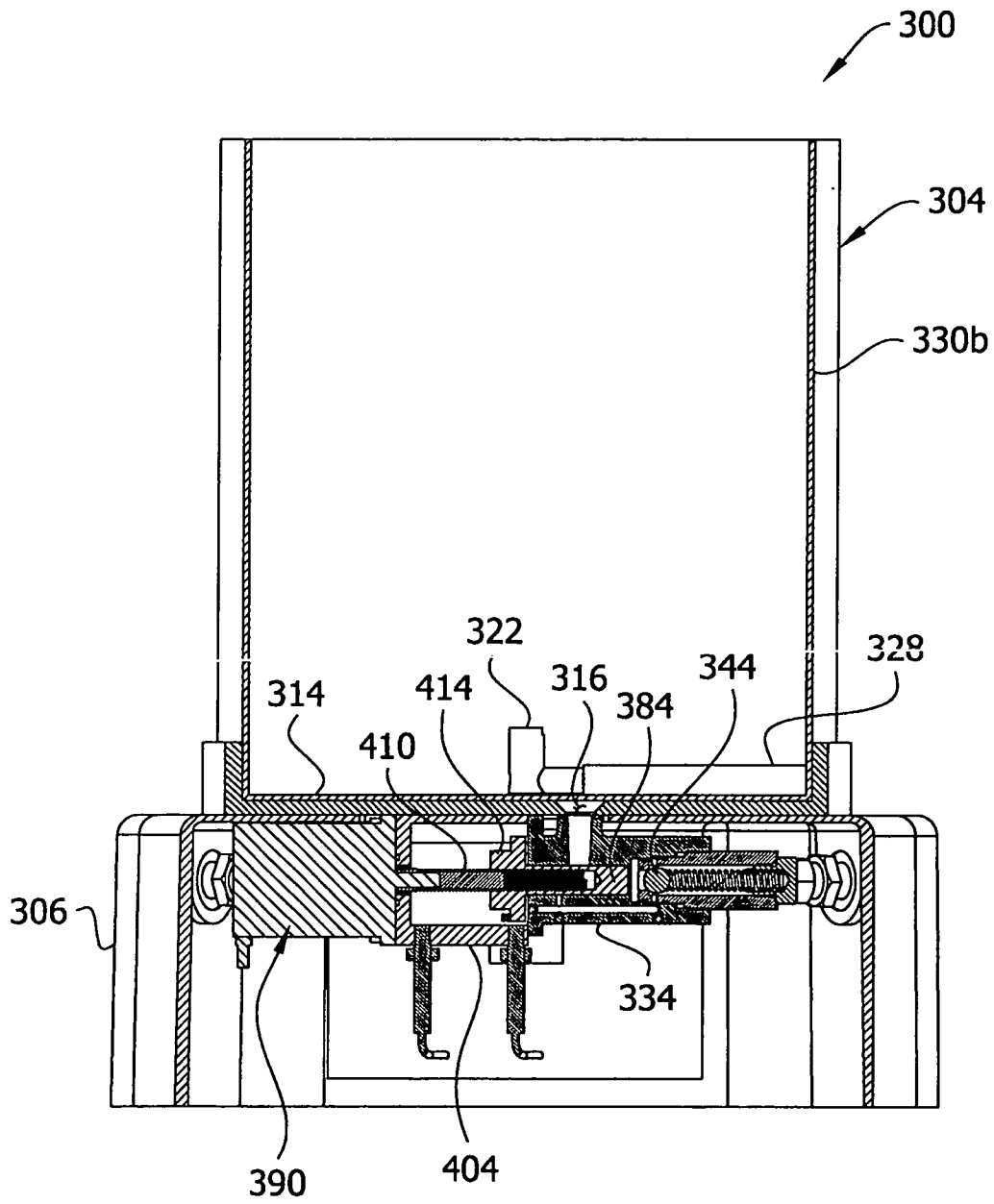


圖5

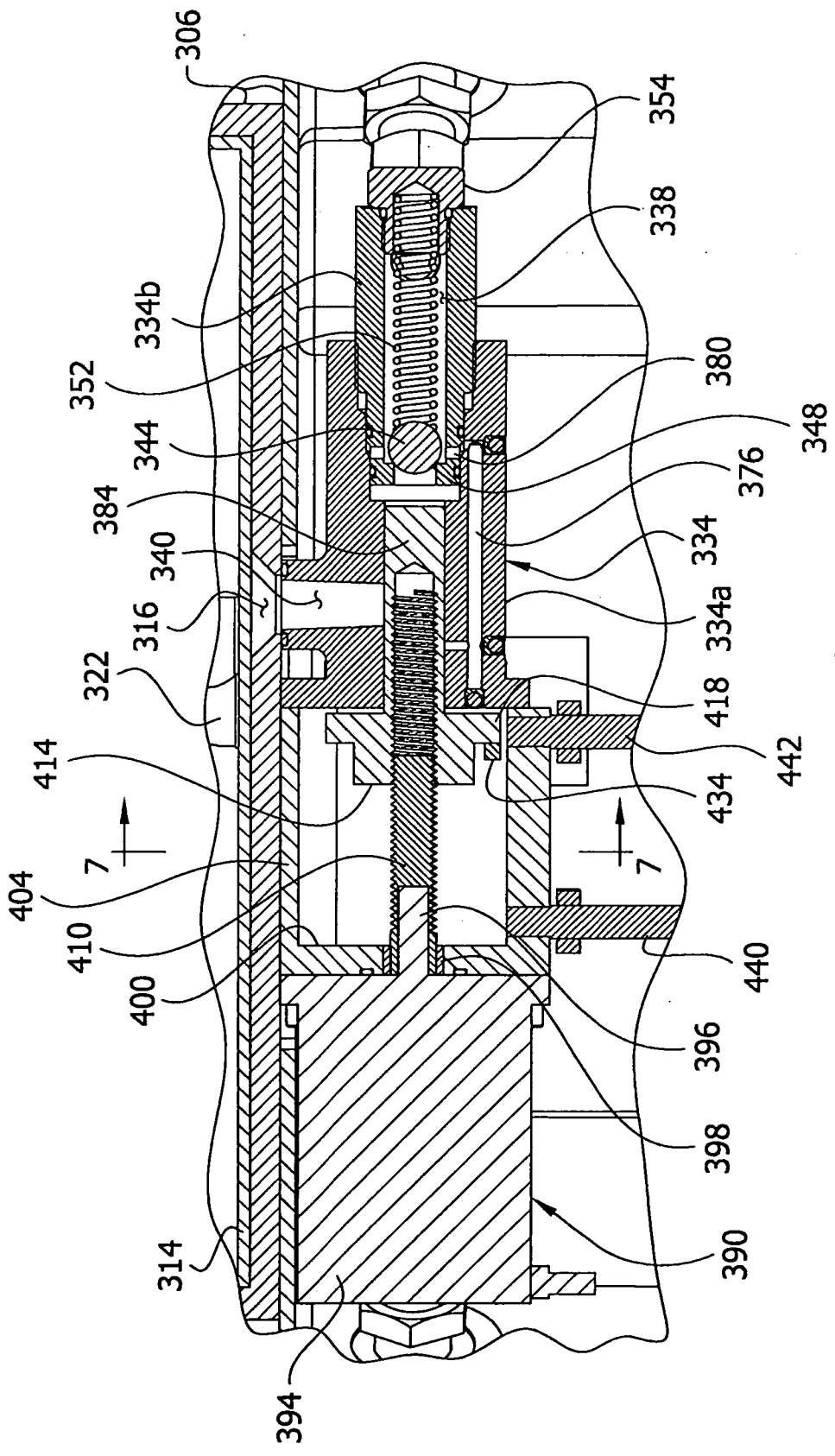


圖6

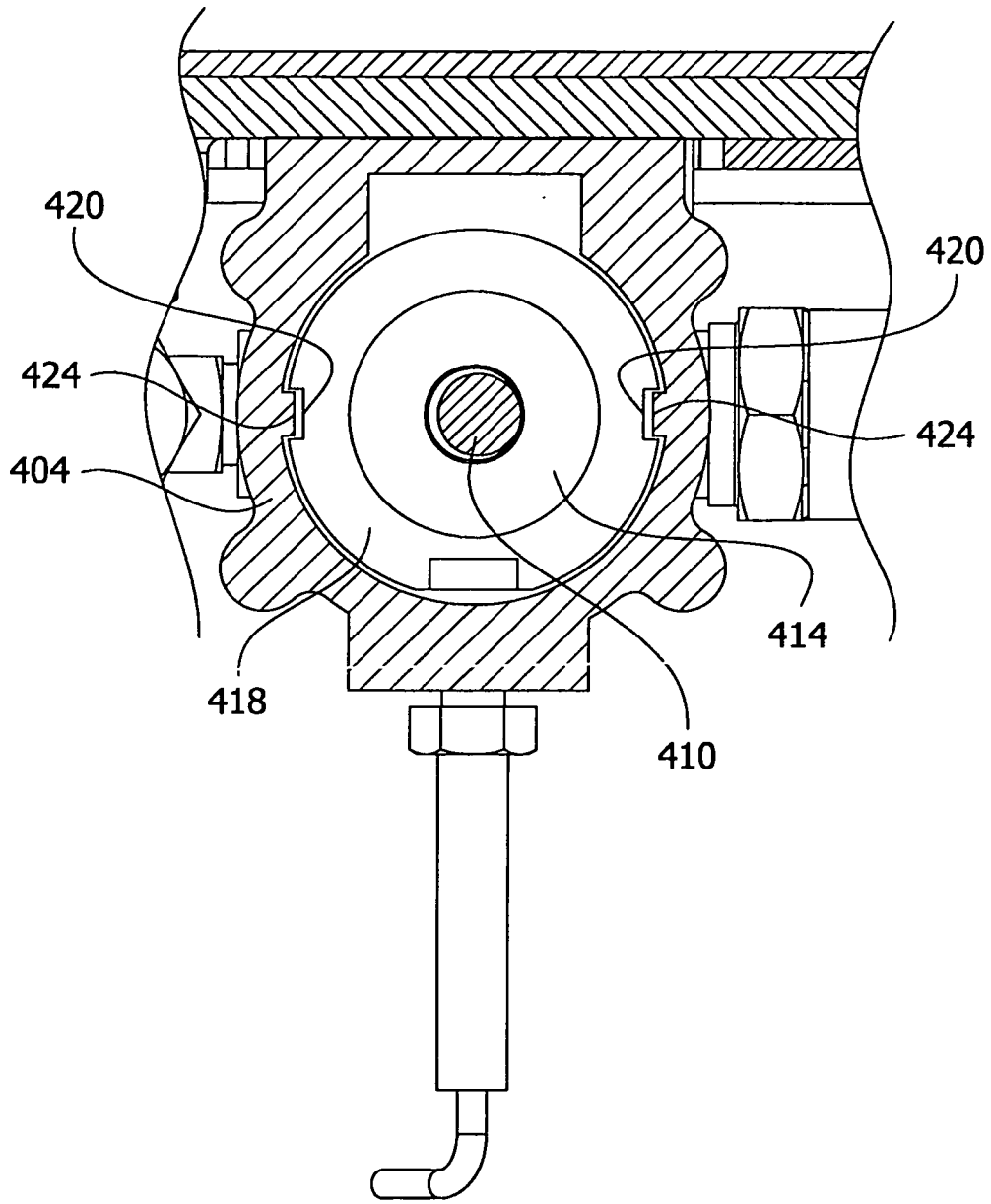


圖 7

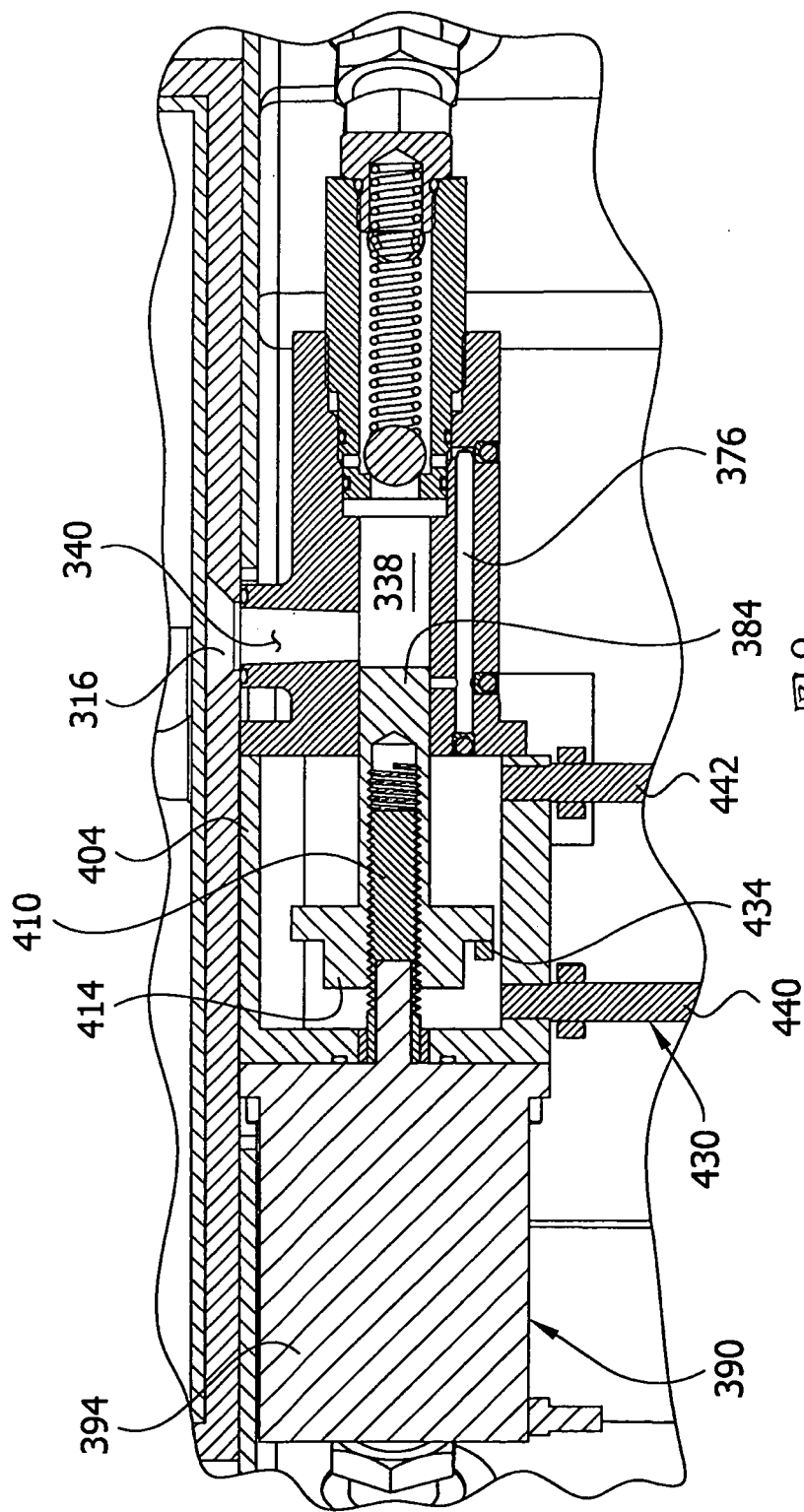


圖8

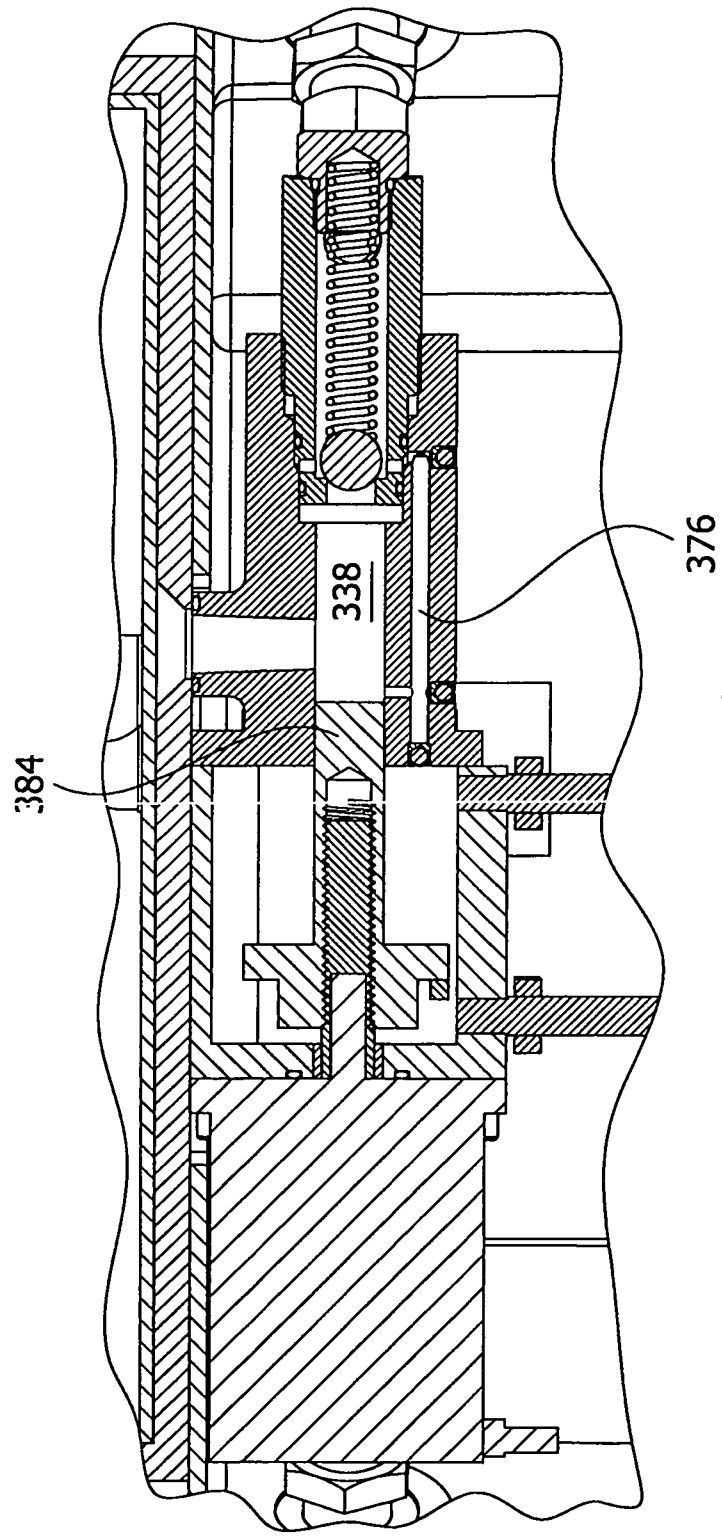


圖9

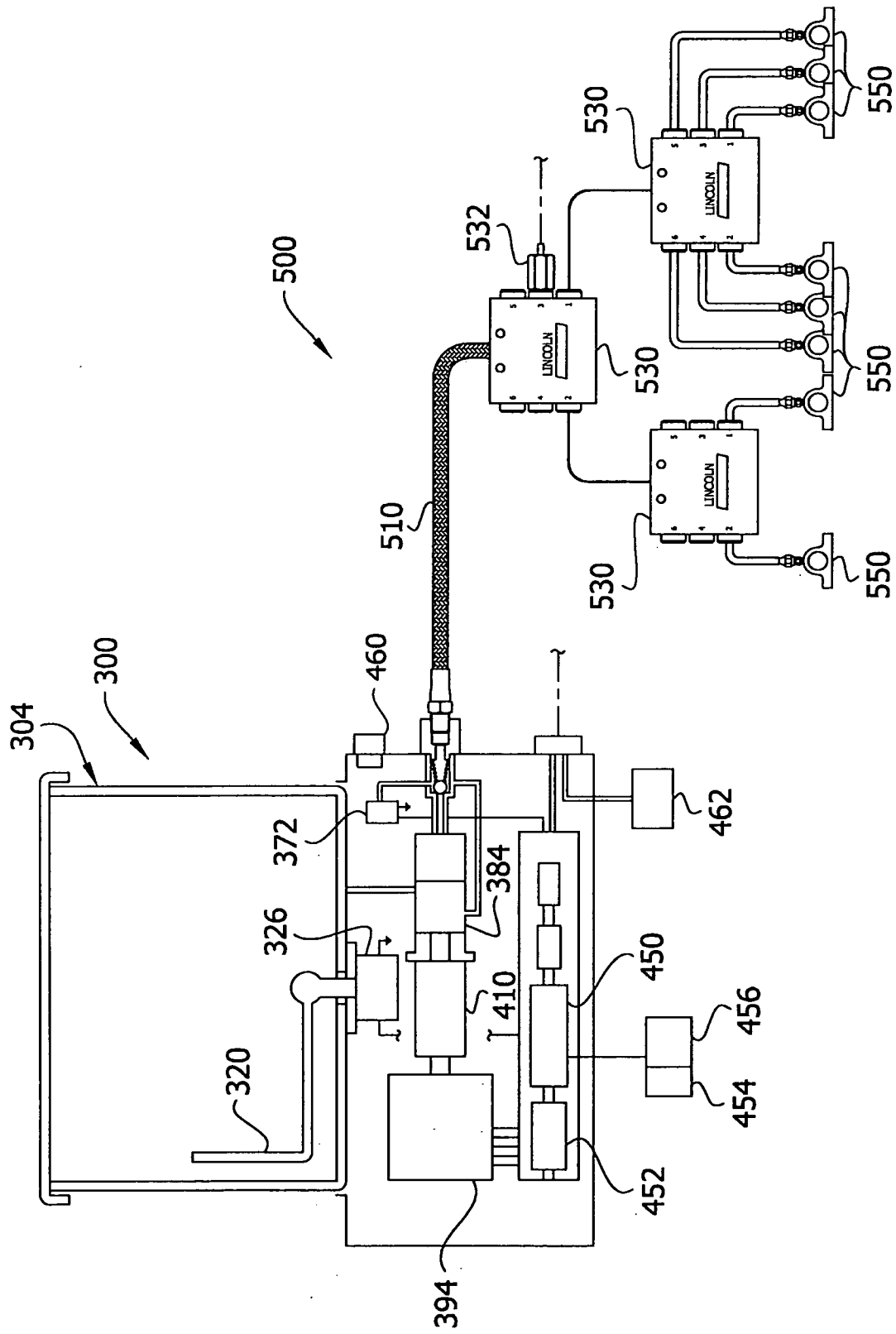


圖10

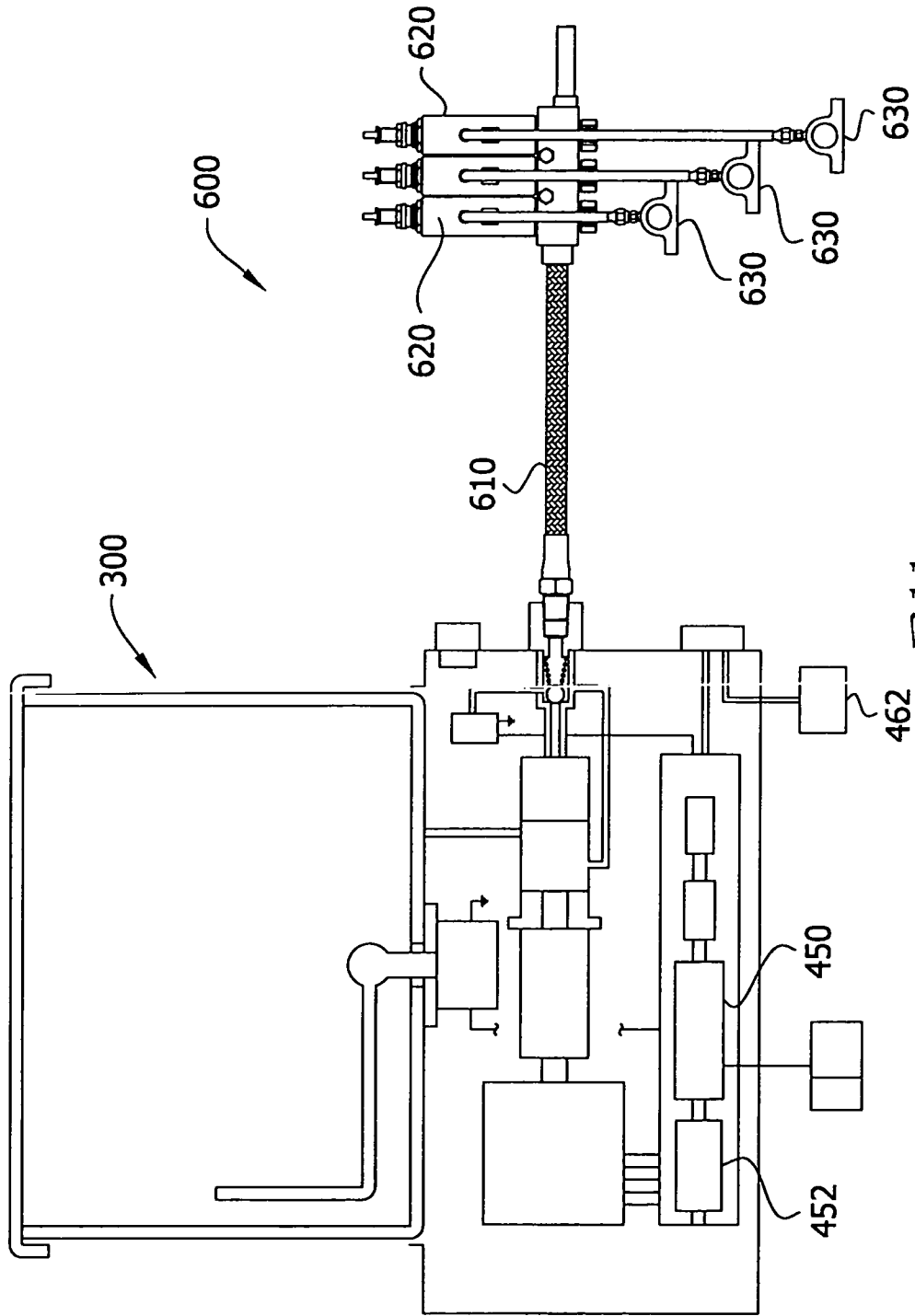


圖 11

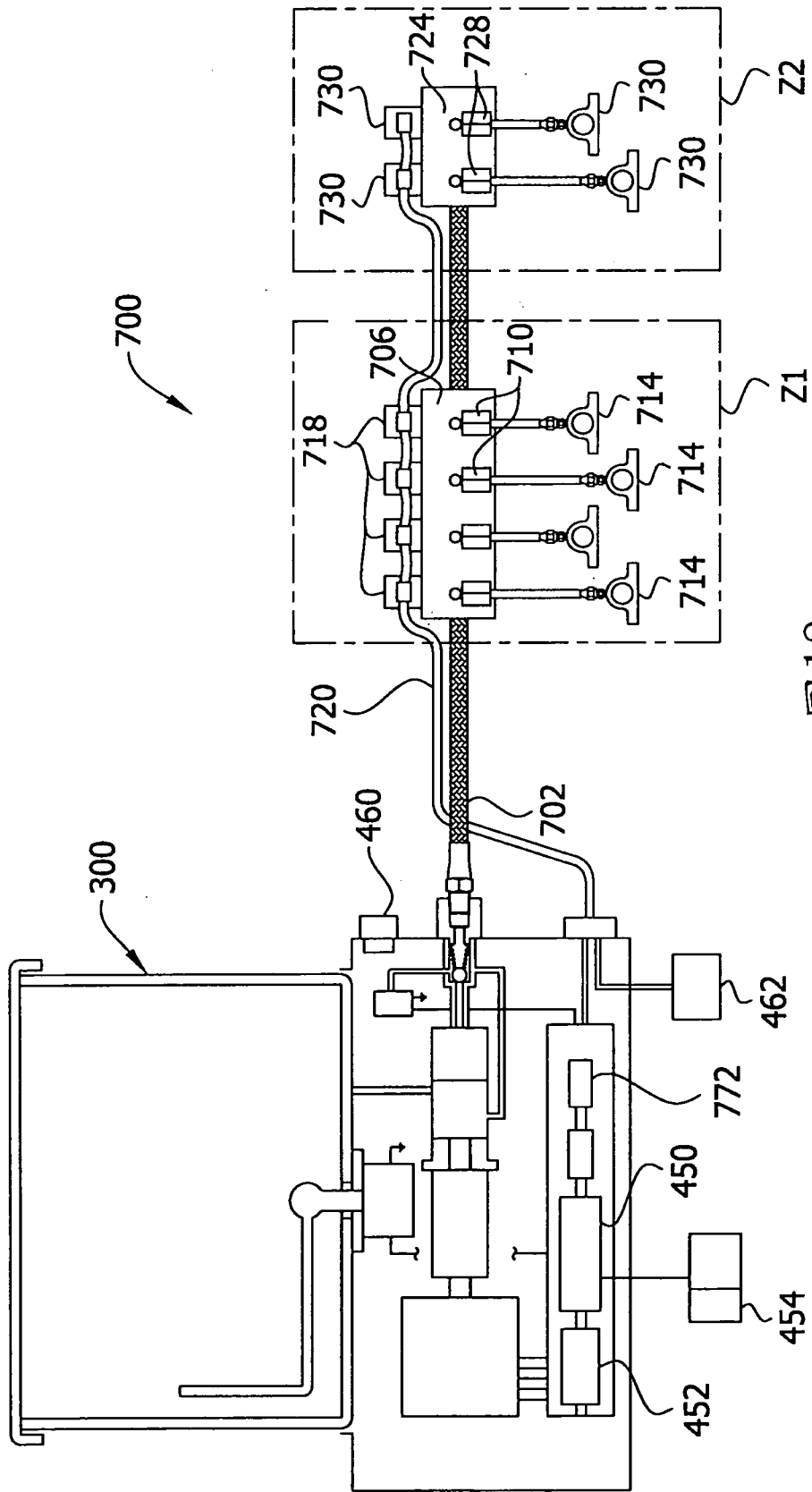


圖12

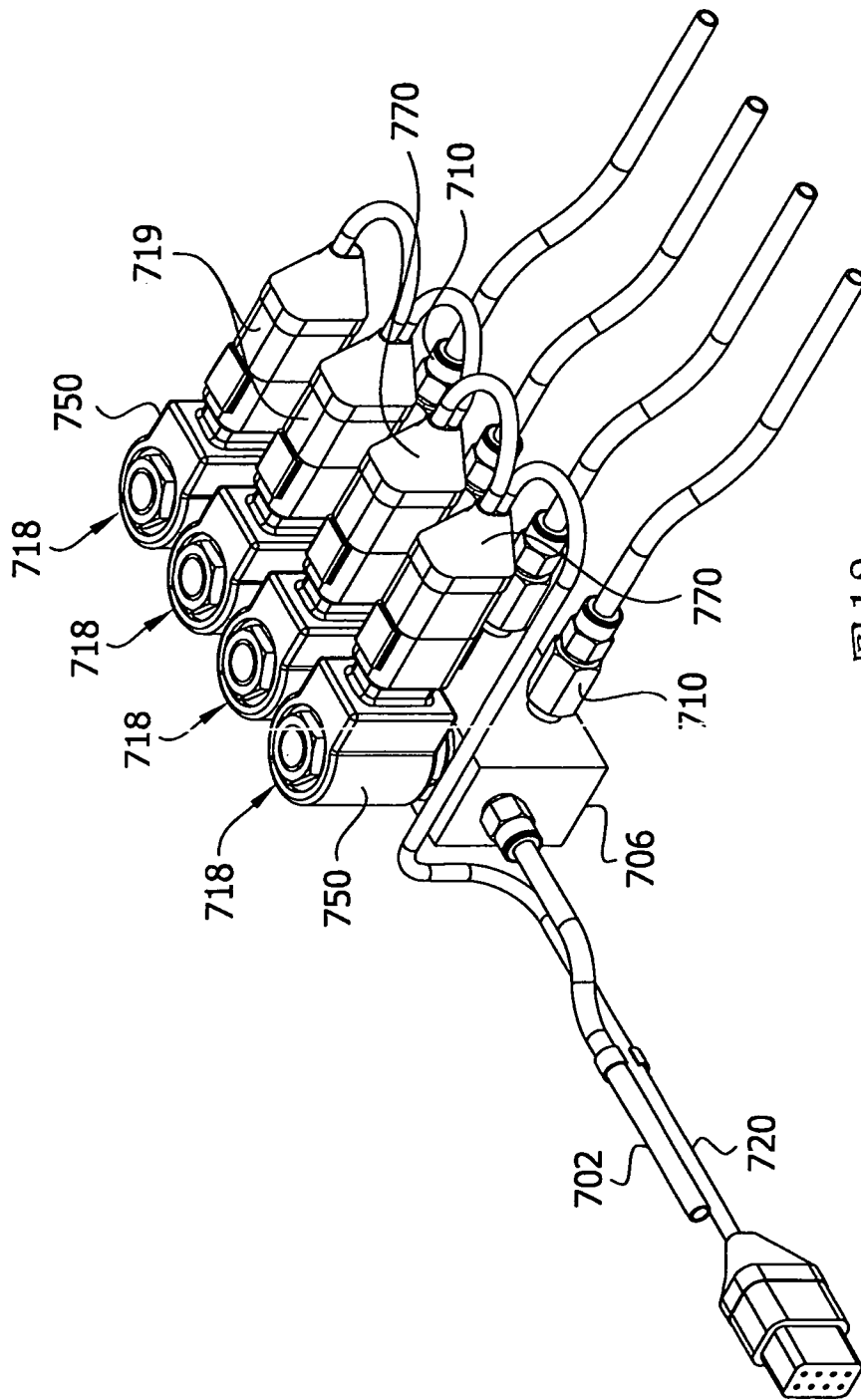


圖13

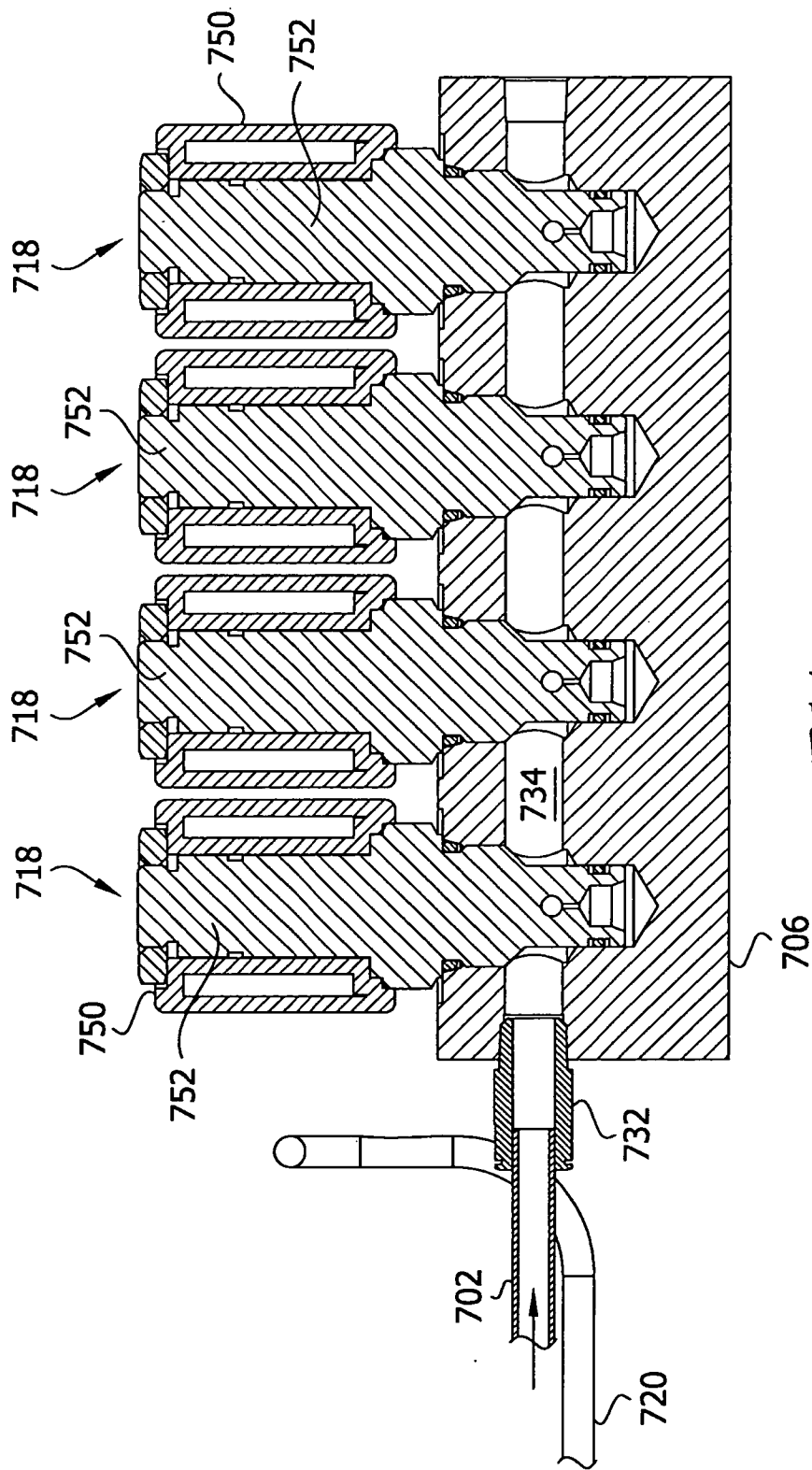


圖14

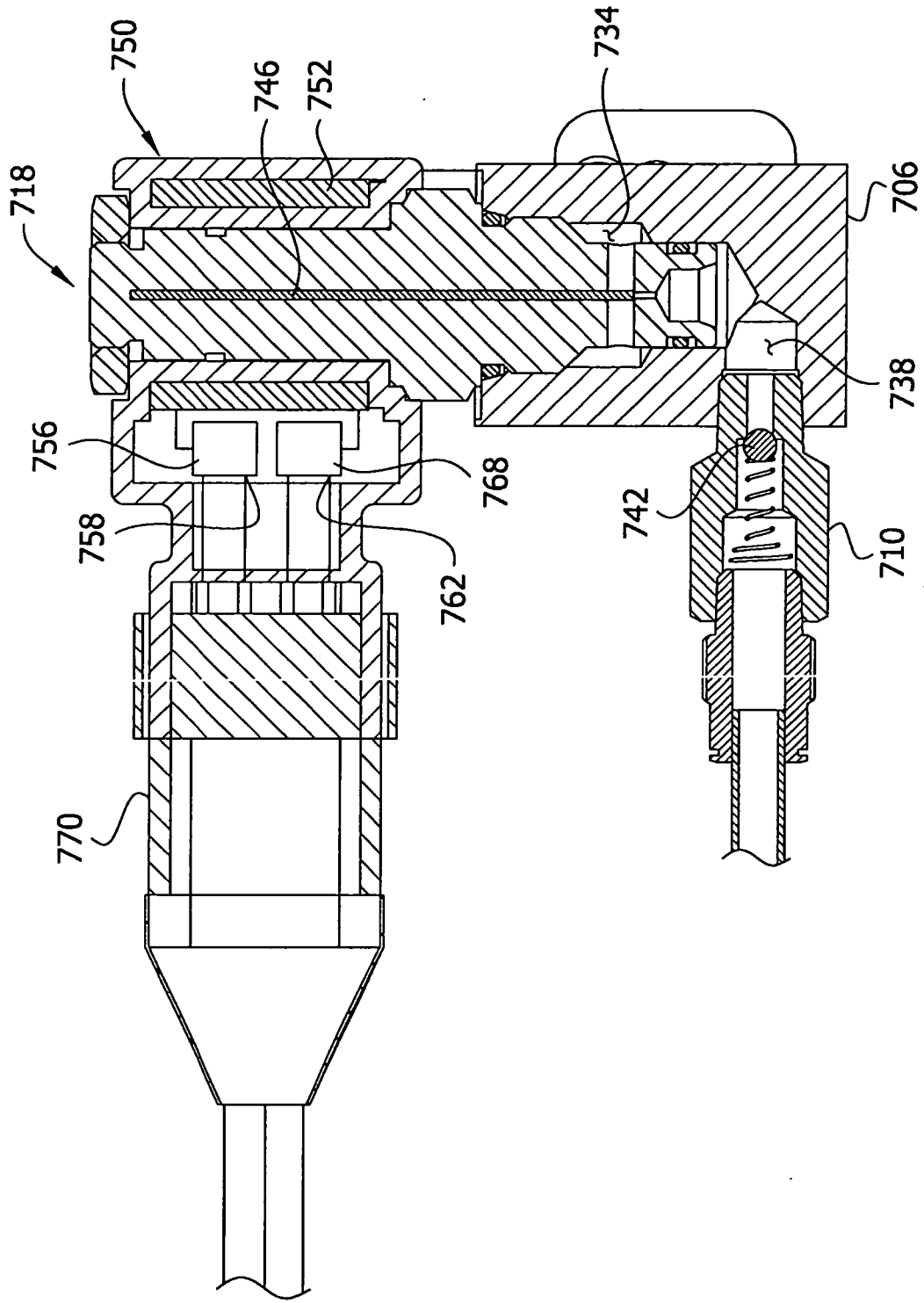


圖 15

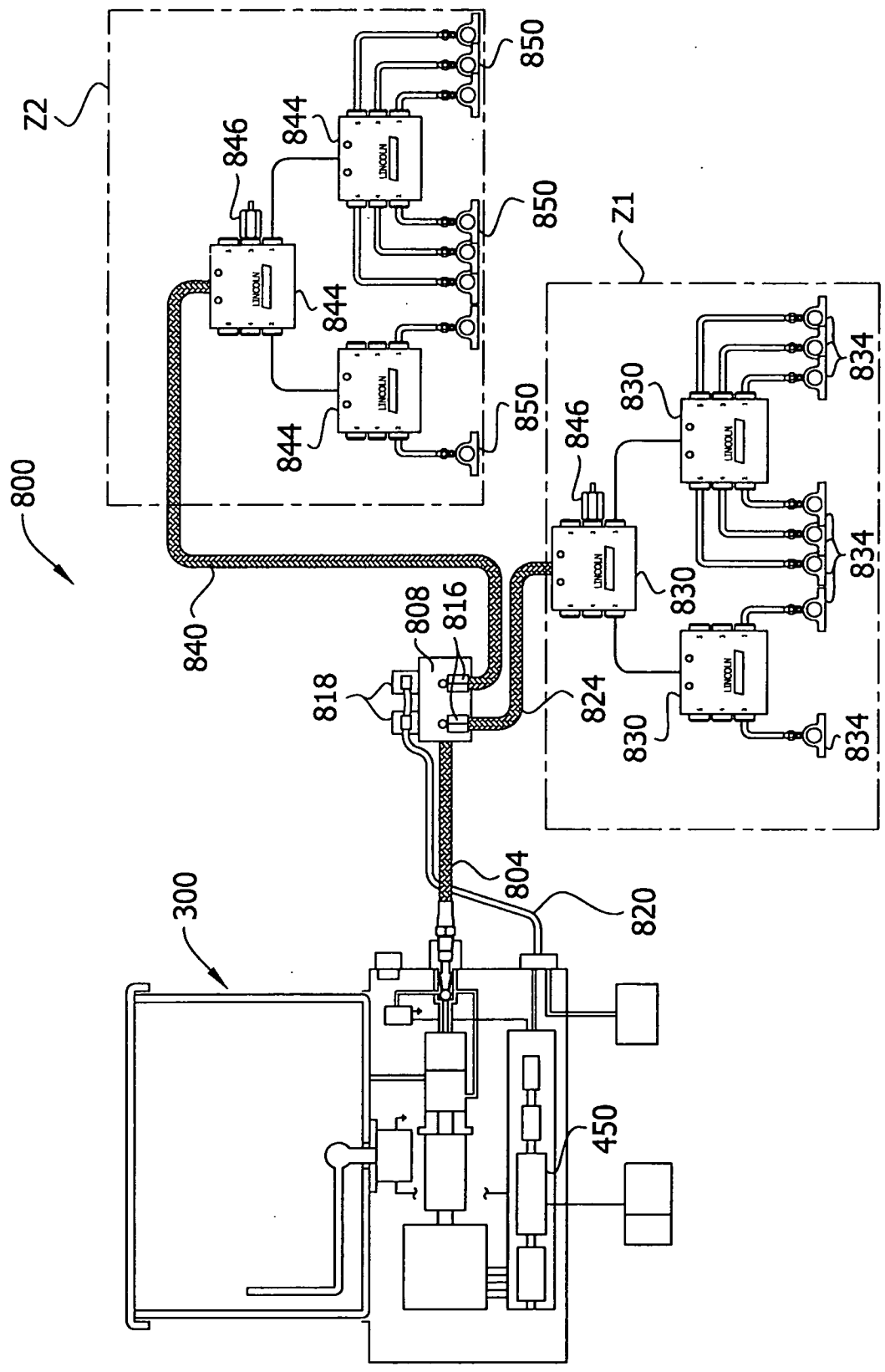


圖16

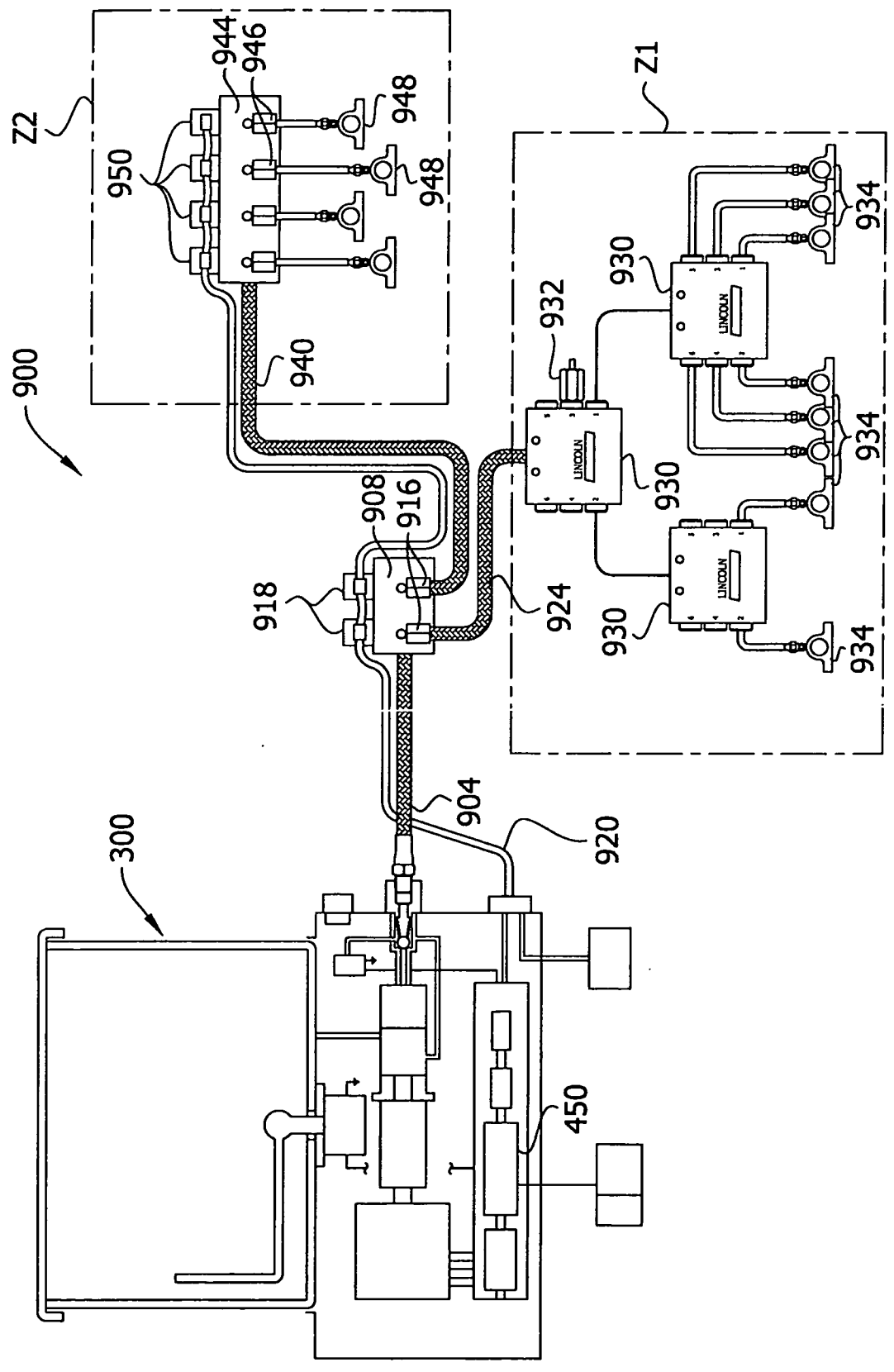


圖17

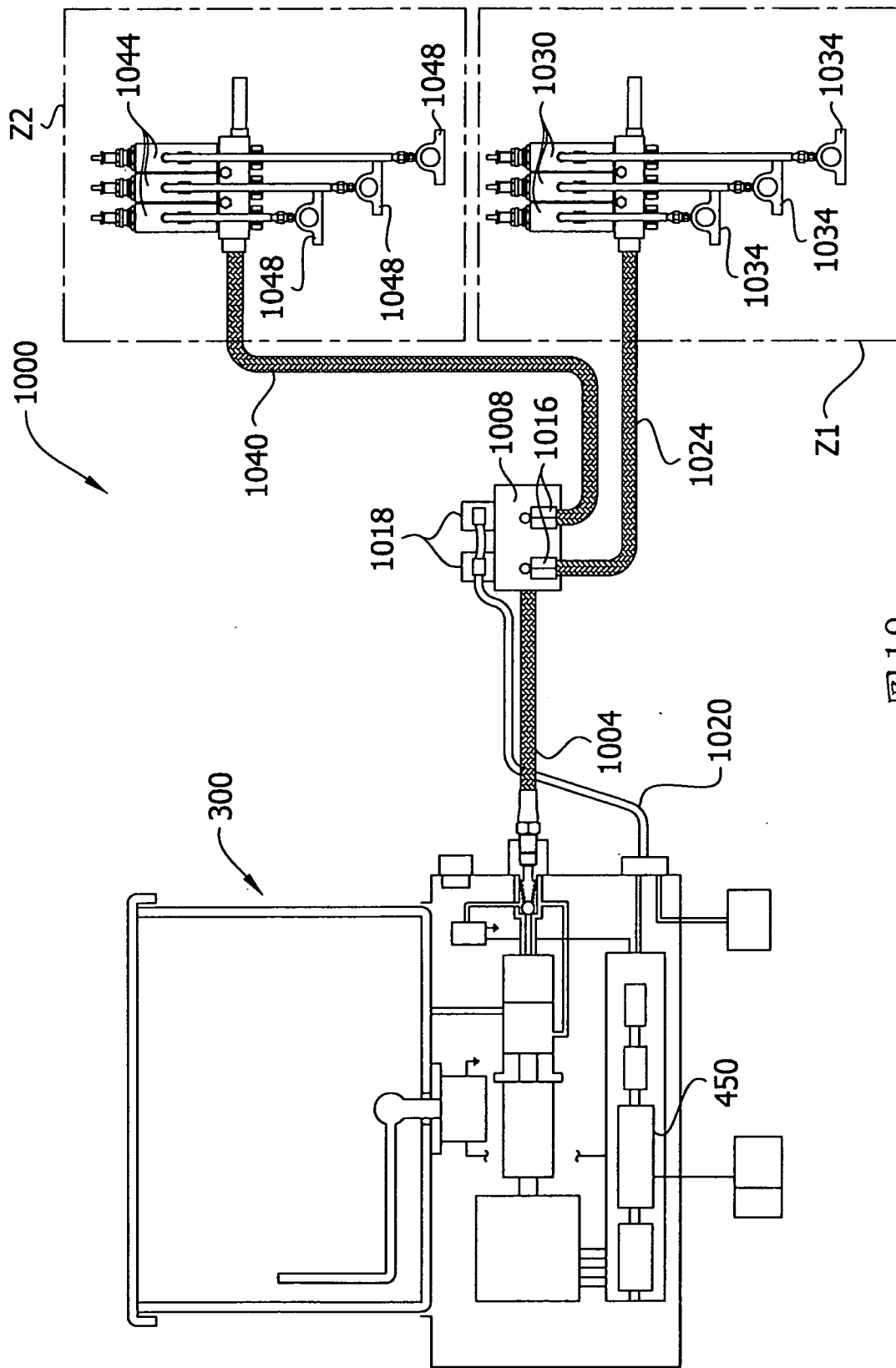


圖18

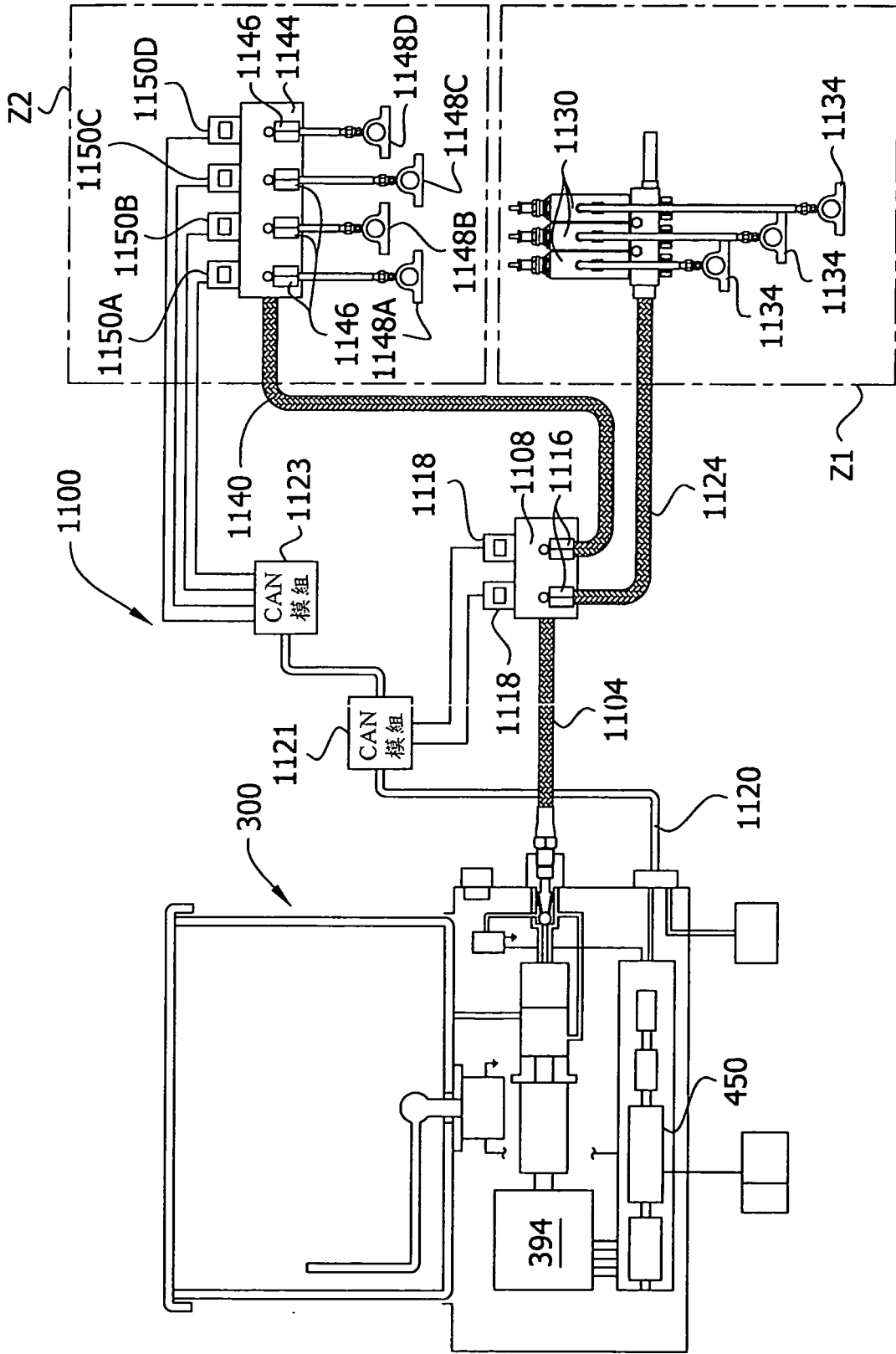


圖19

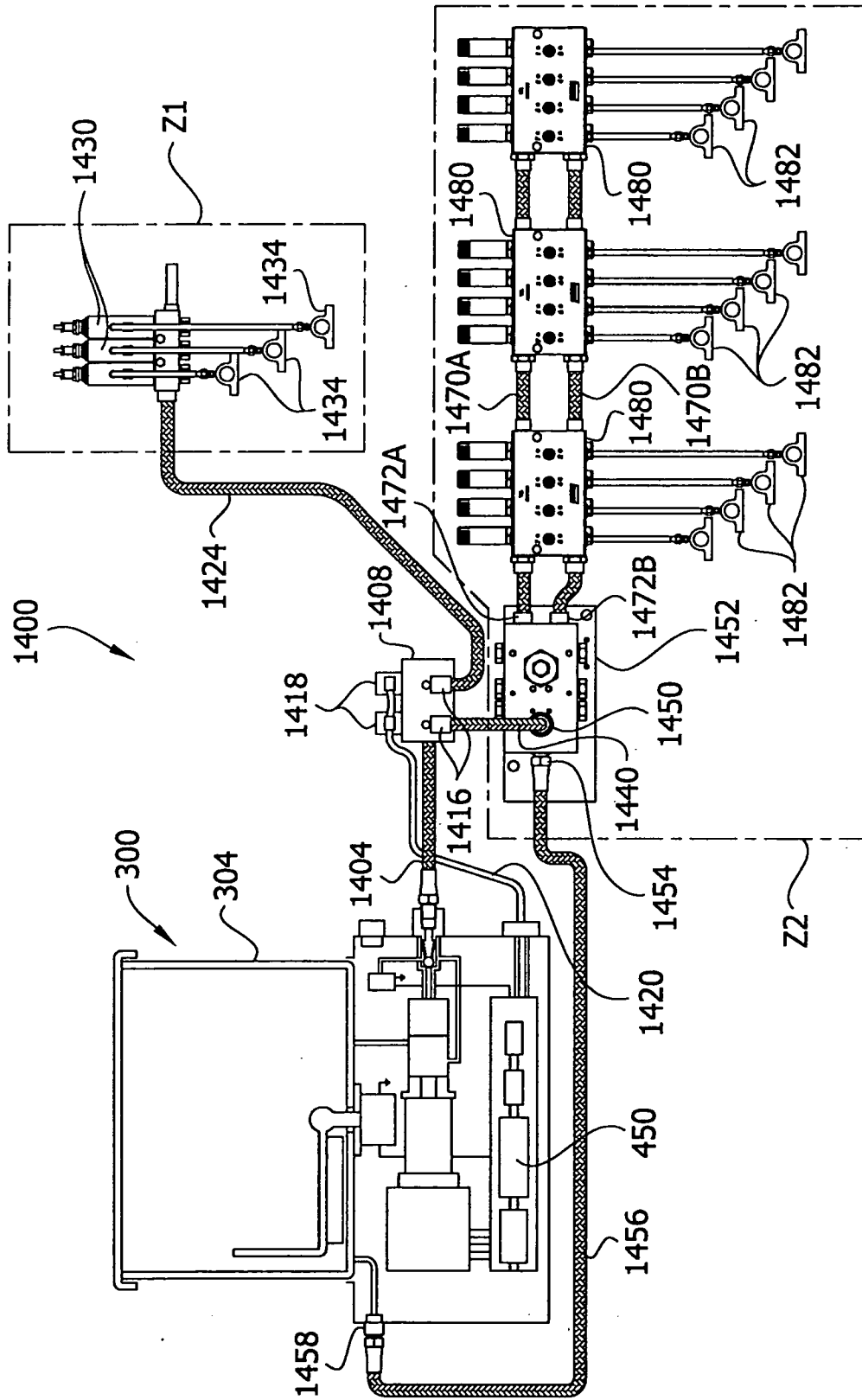


圖19A

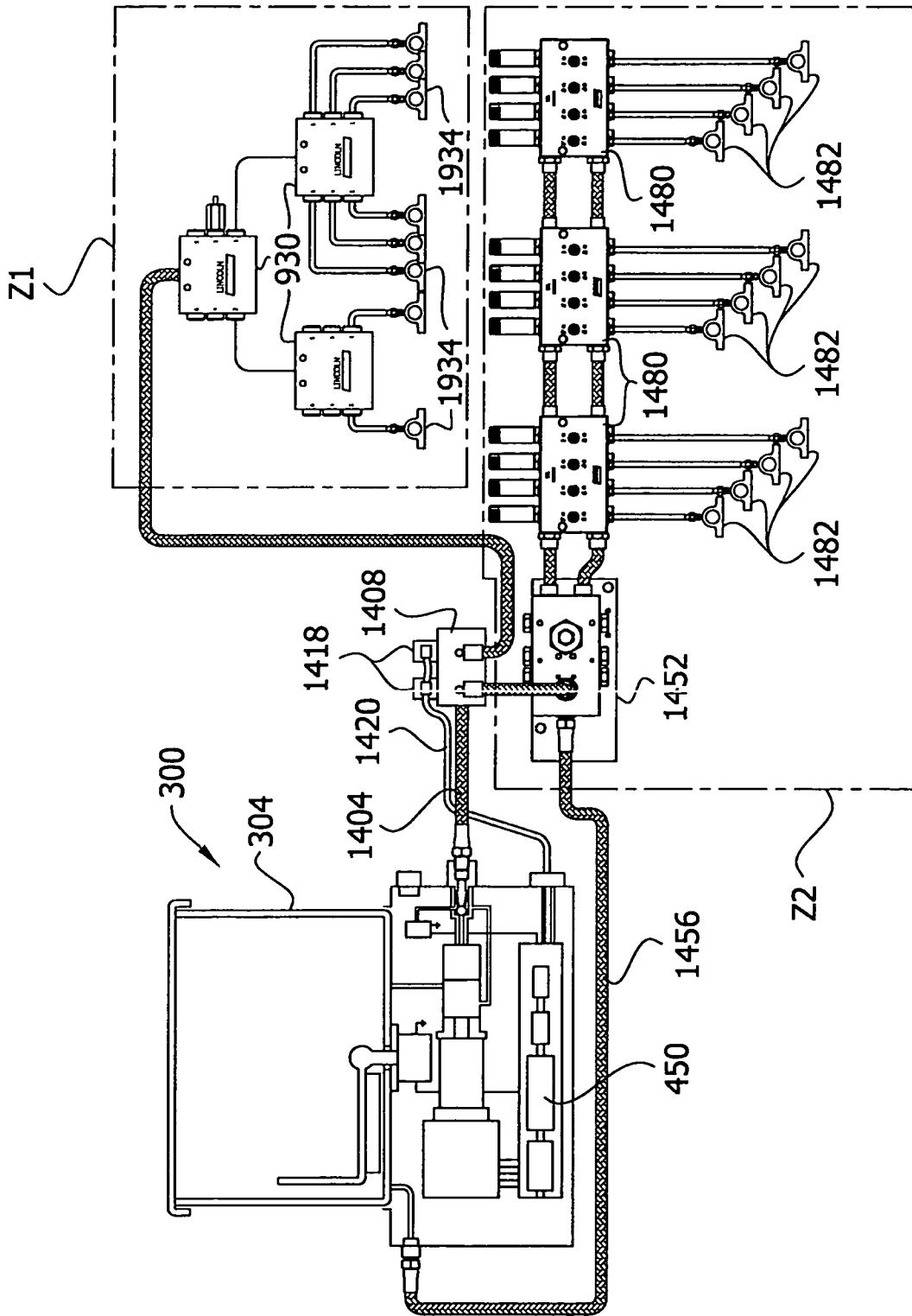


圖19B

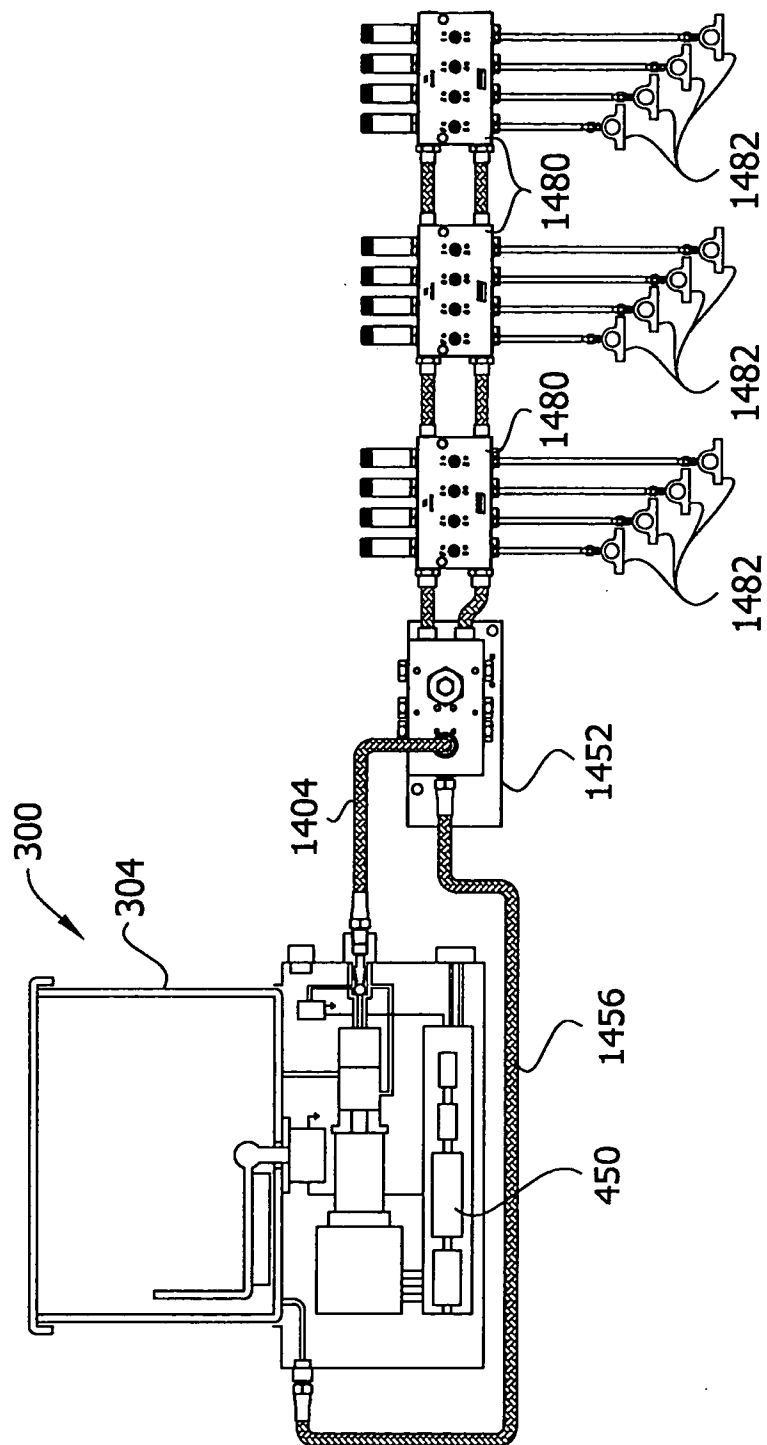


圖19C

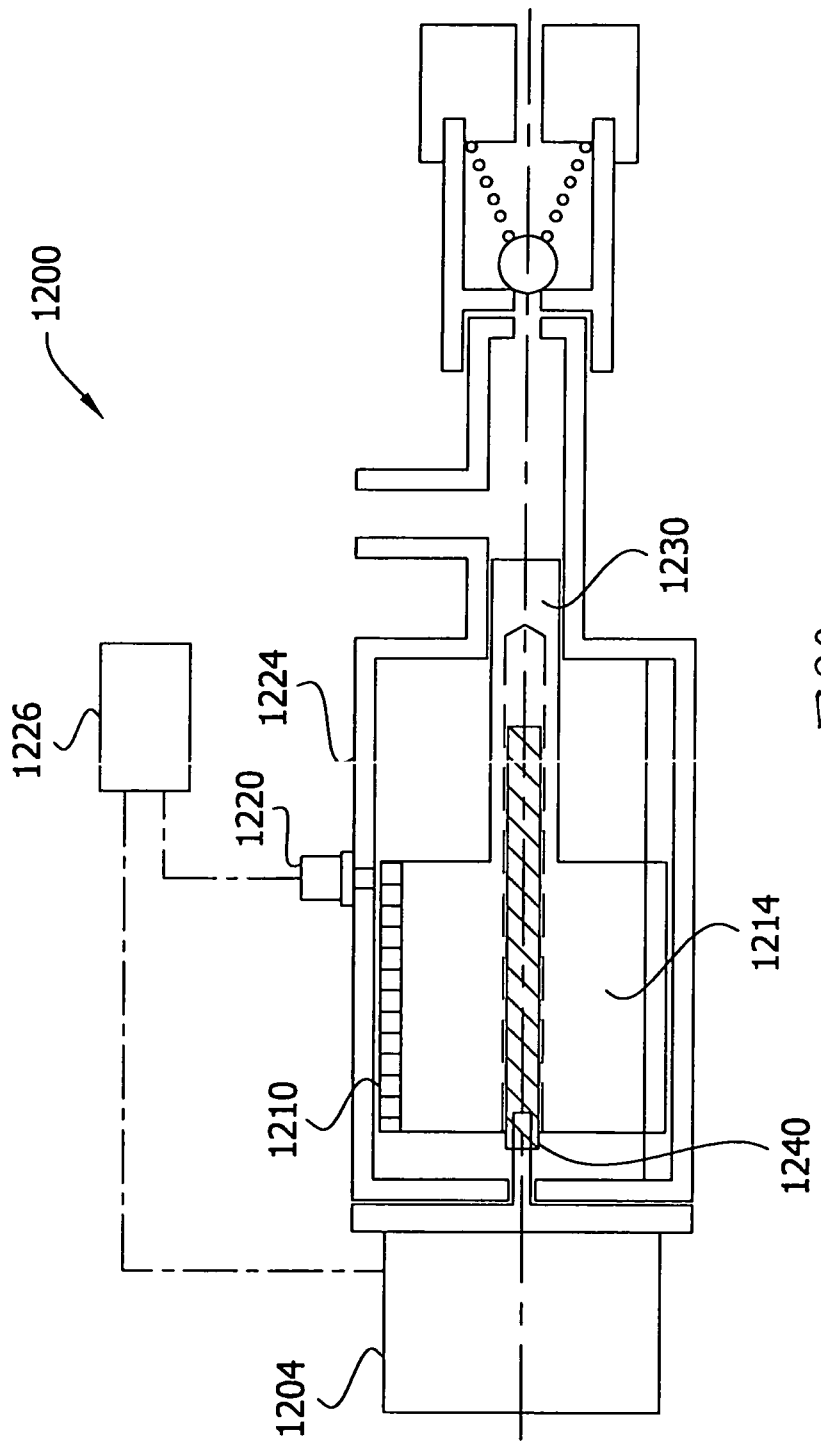


圖20

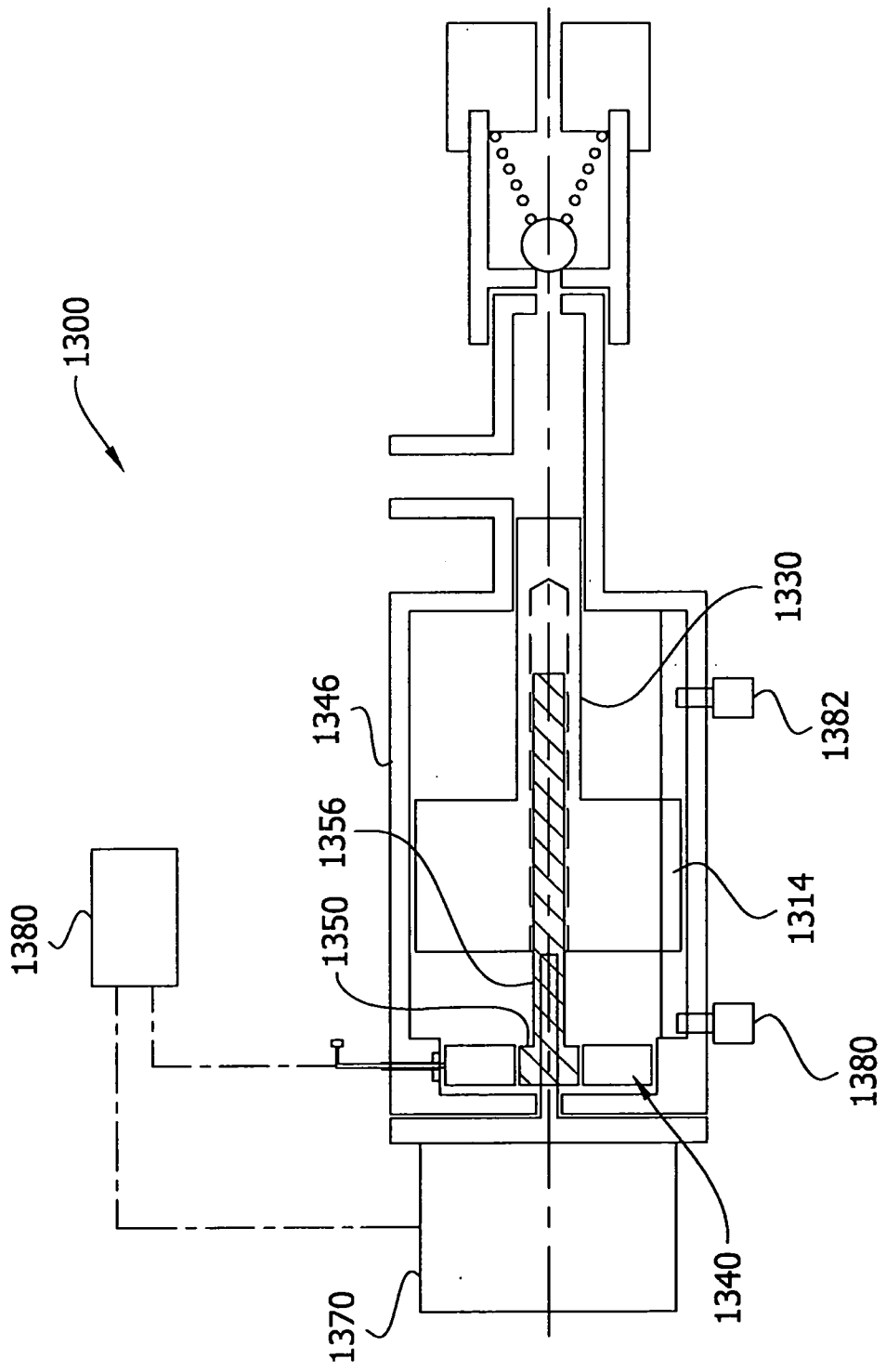


圖21

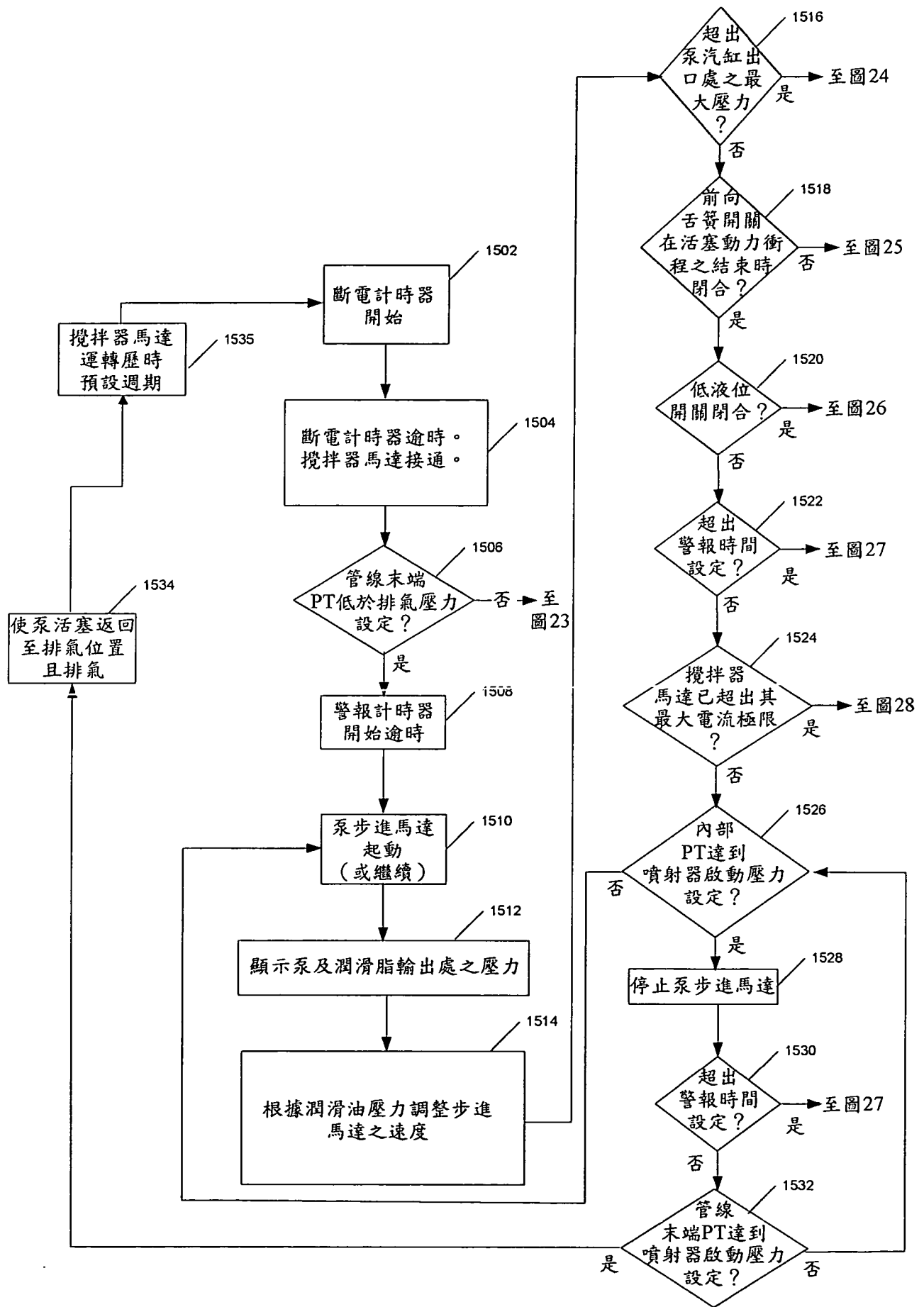


圖22

1506  
圖 22

管線PT高於  
排氣壓力 1540

執行排氣  
計量測試 1542

使活塞返回至排氣  
位置。起動泵步進馬達  
且使壓力累積至  
1800 psi並停止泵  
步進馬達。 1544

使活塞返回至  
排氣位置。等  
待30秒且  
讀取內部PT。 1566

判定潤滑脂之屈服  
應力。 1568

屈服應力  
小於1000  
帕斯卡？ 1570

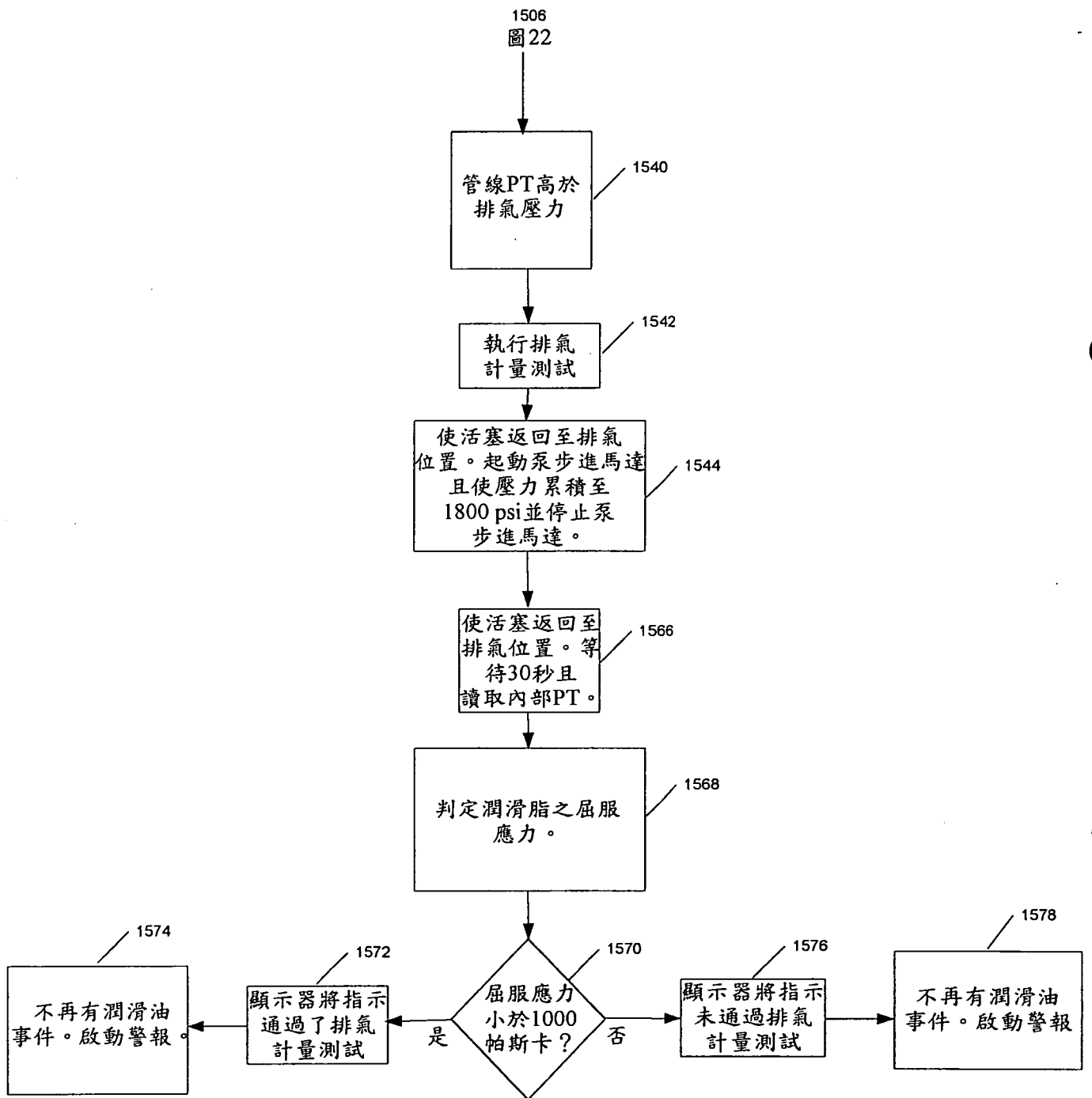
顯示器將指示  
通過了排氣  
計量測試 1572

不再有潤滑油  
事件。啟動警報 1574

顯示器將指示  
未通過排氣  
計量測試 1576

不再有潤滑油  
事件。啟動警報 1578

圖 23



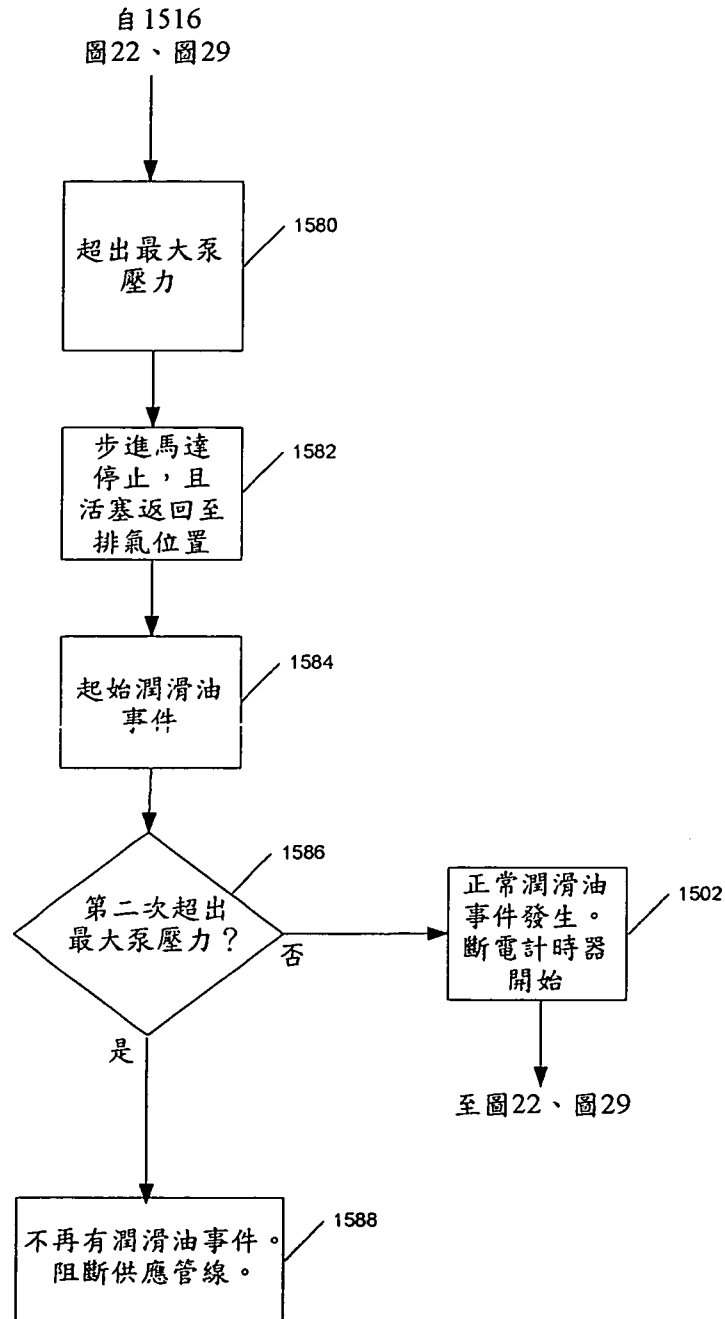


圖 24

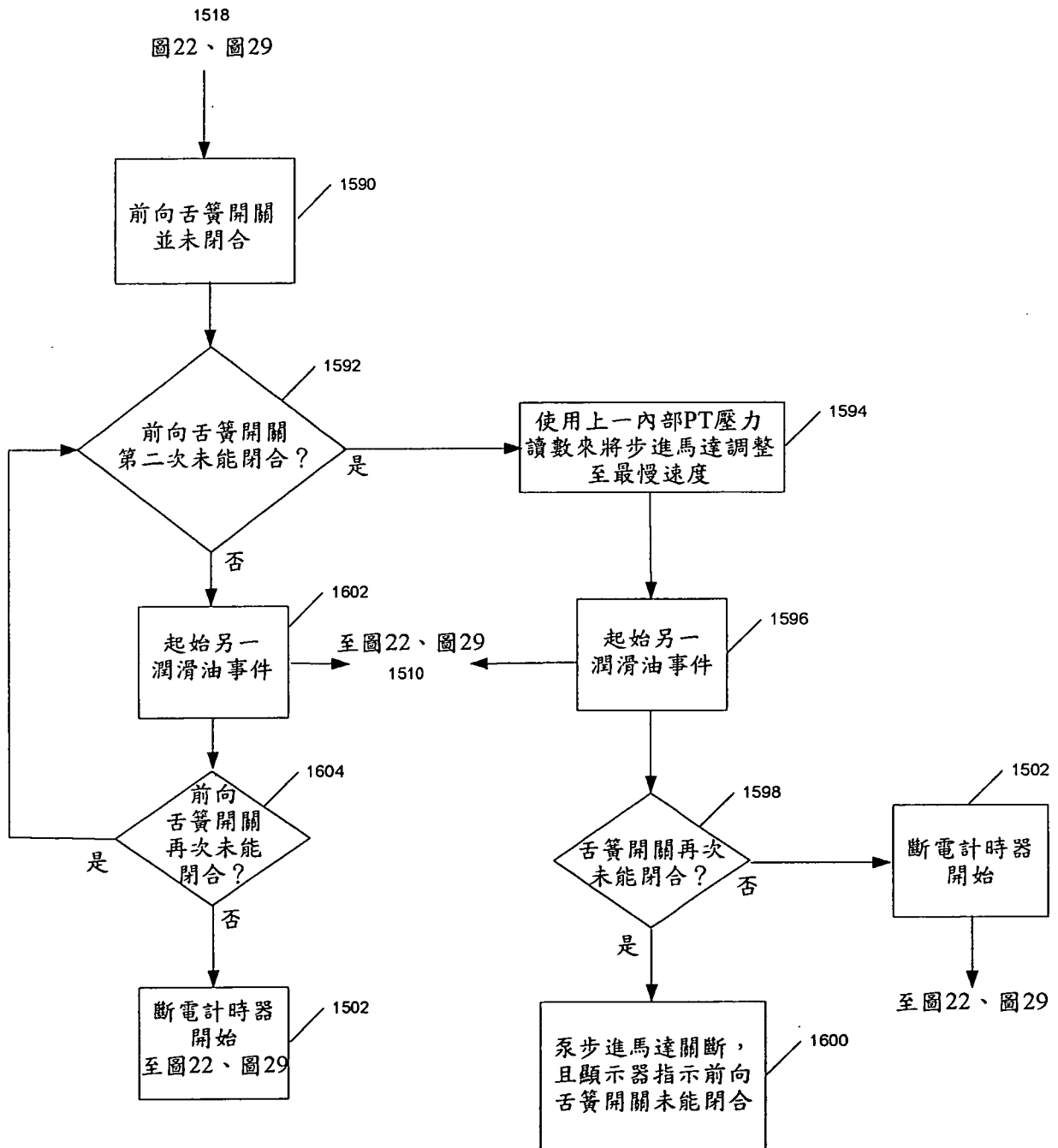


圖25

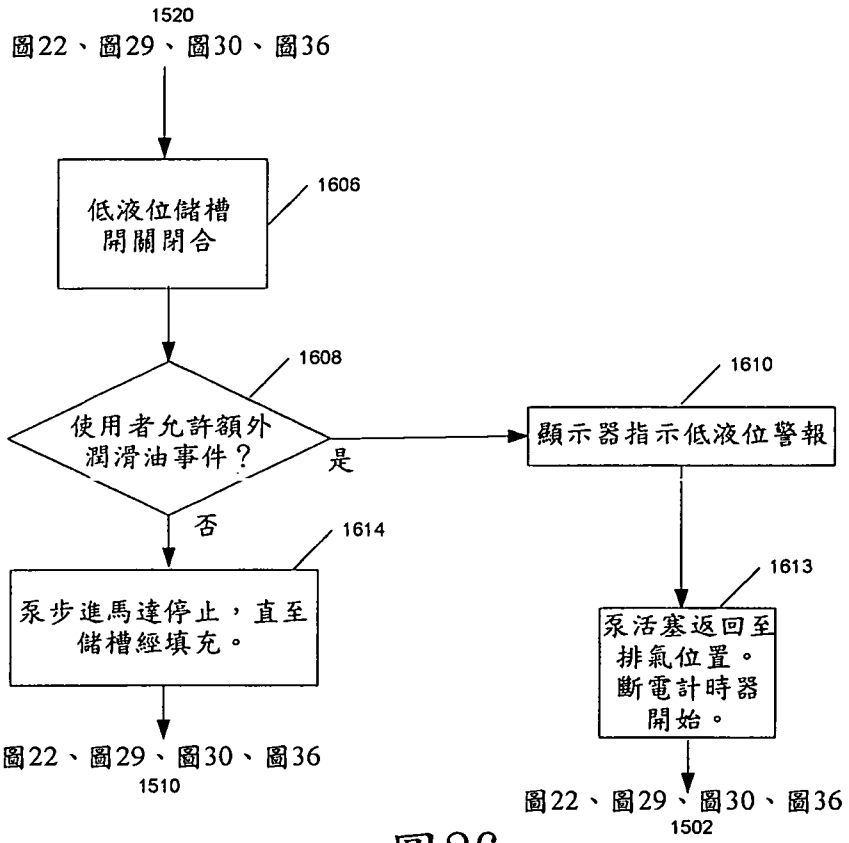


圖26

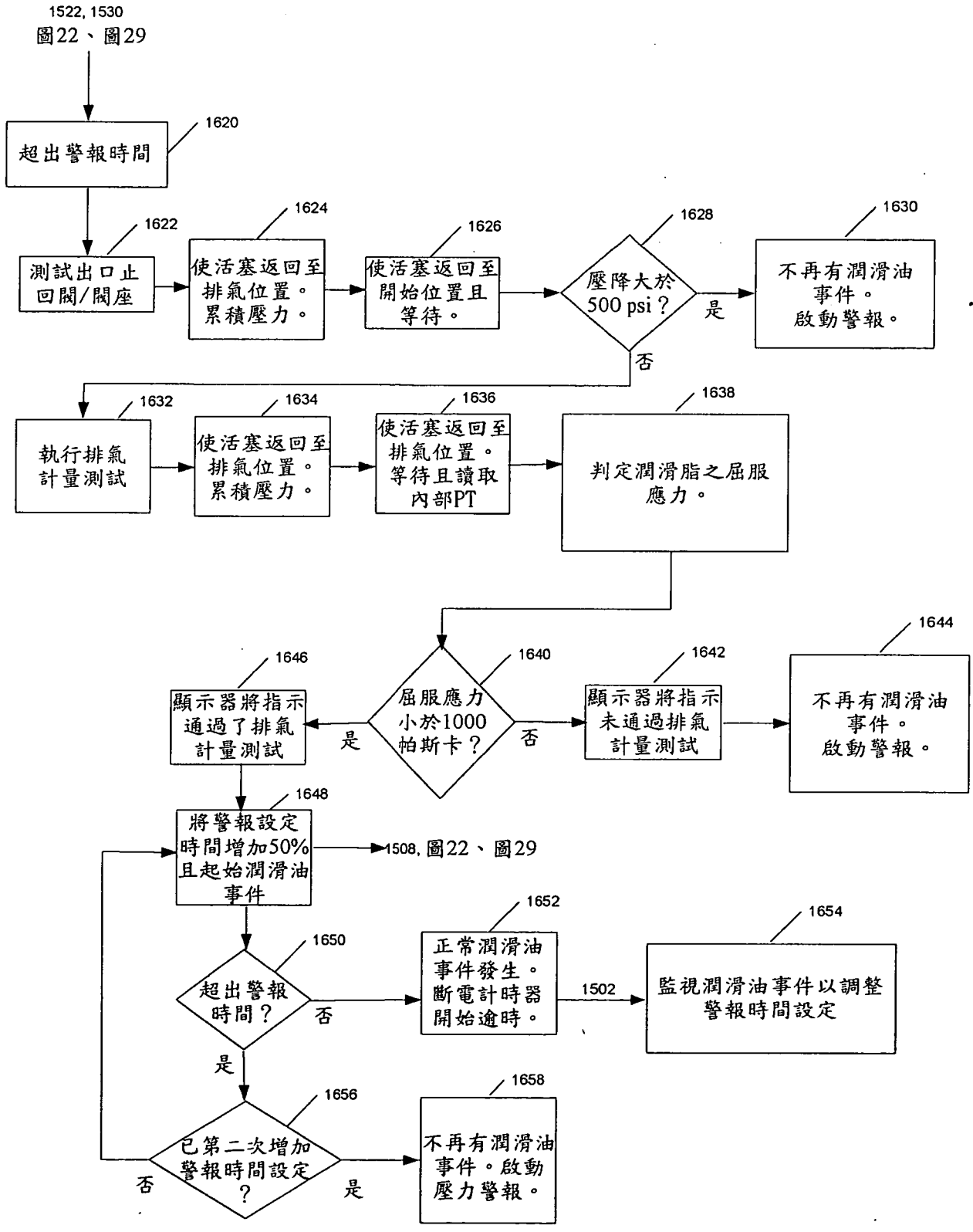


圖 27

1524  
圖22、圖29

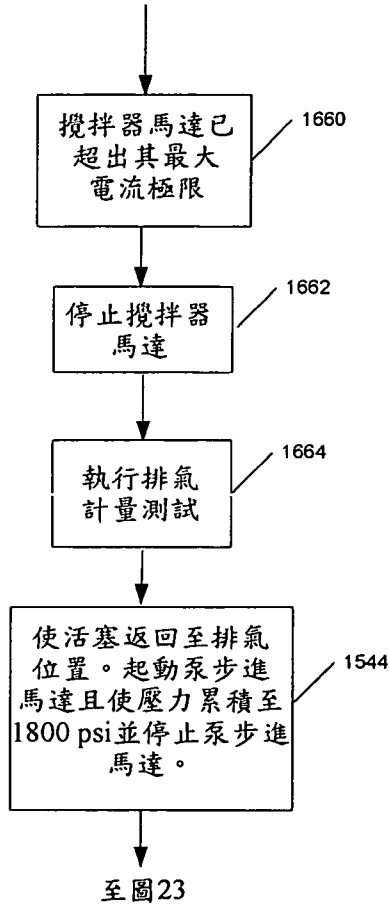


圖28

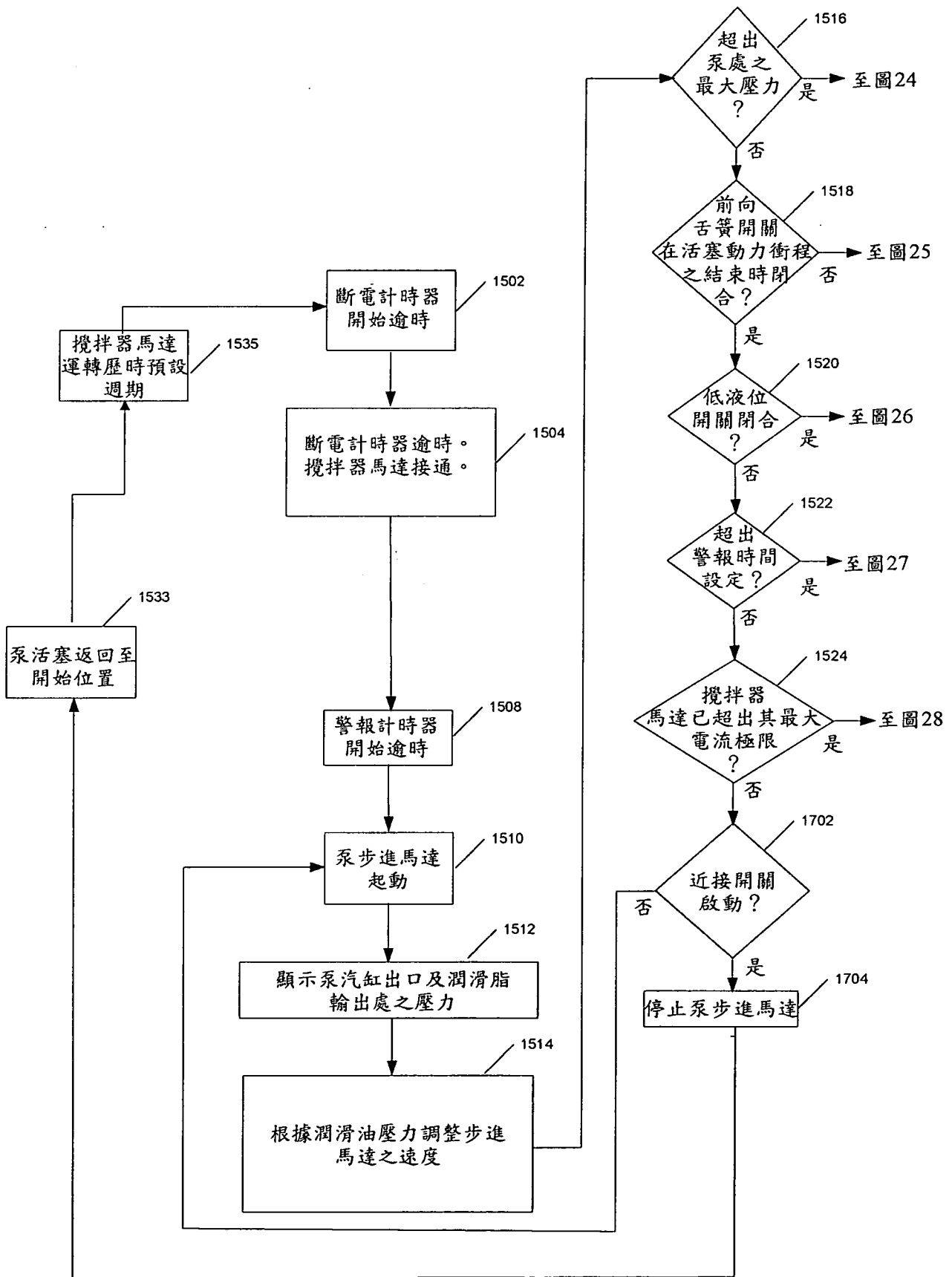


圖29

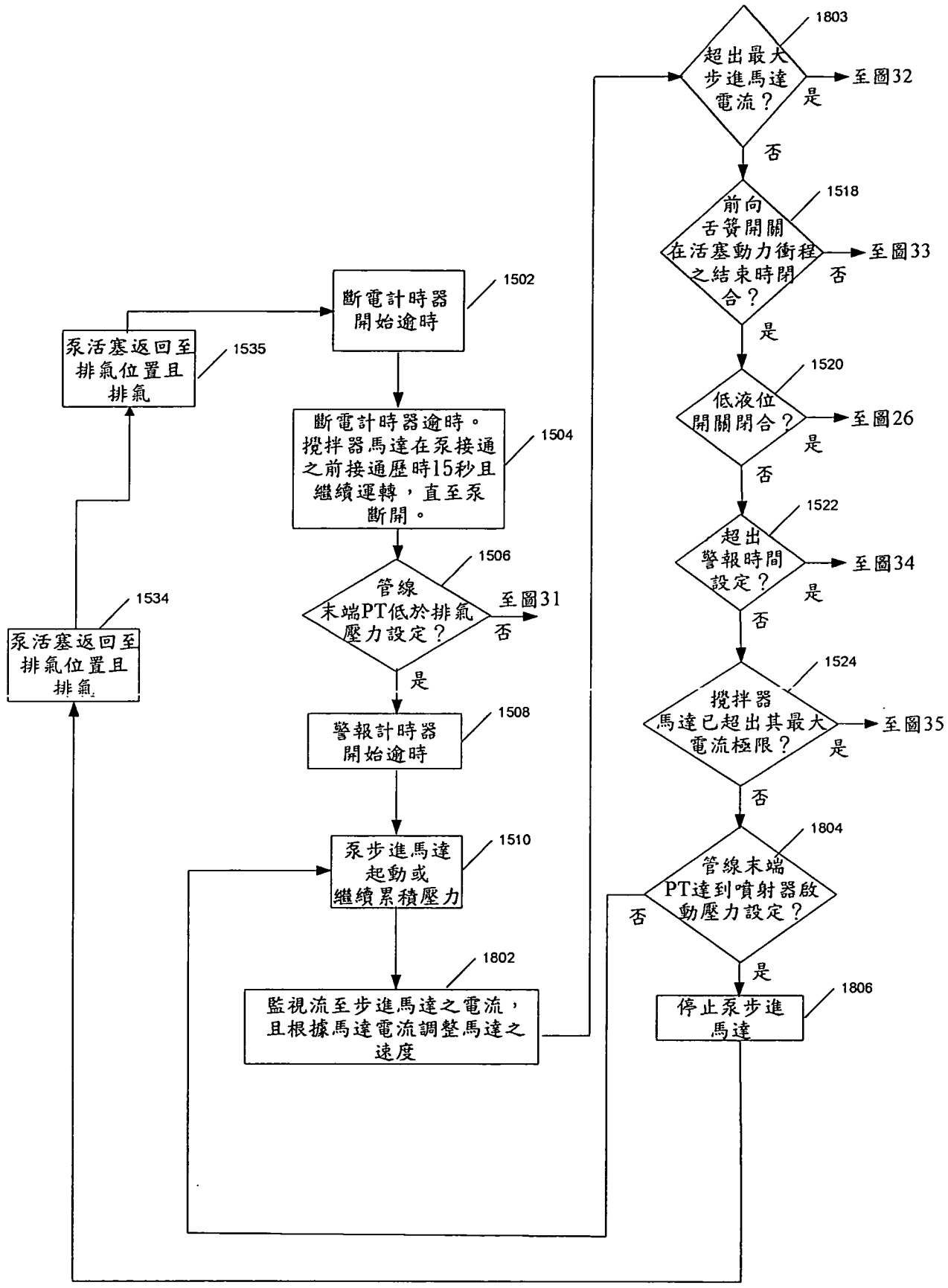


圖30

1506  
圖30

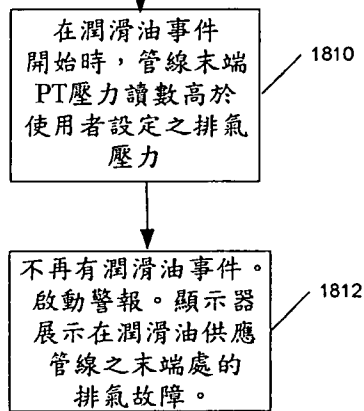


圖31

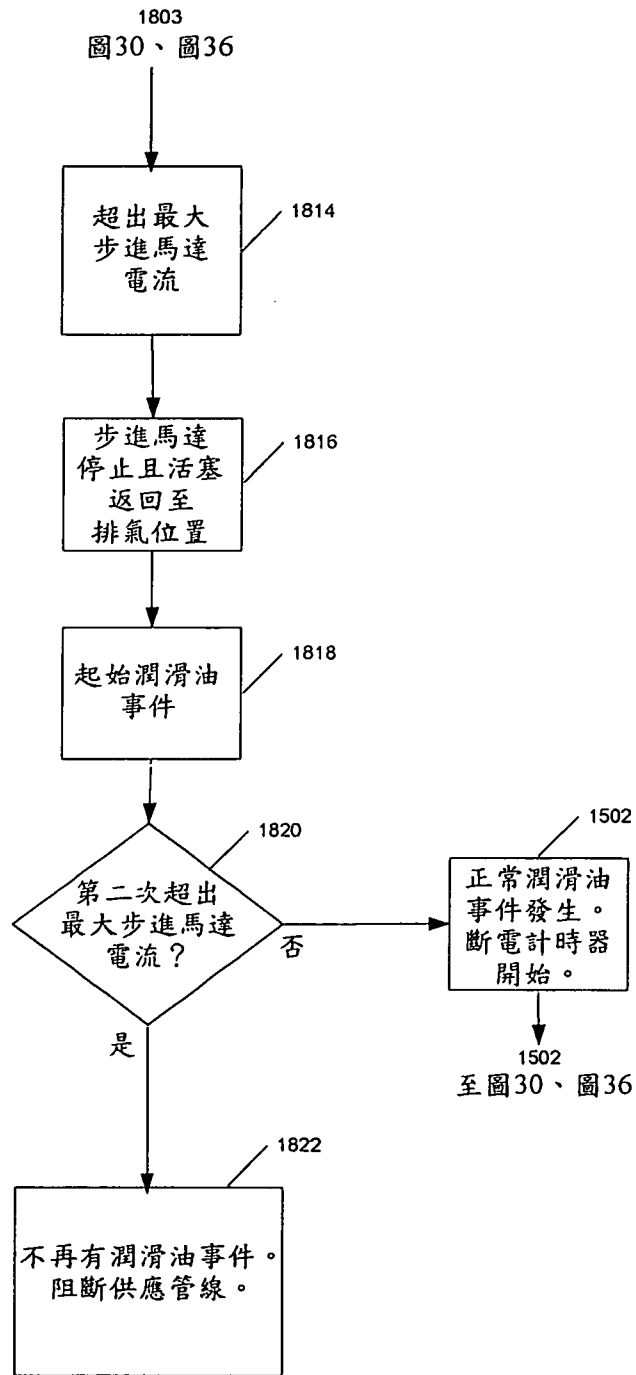


圖32

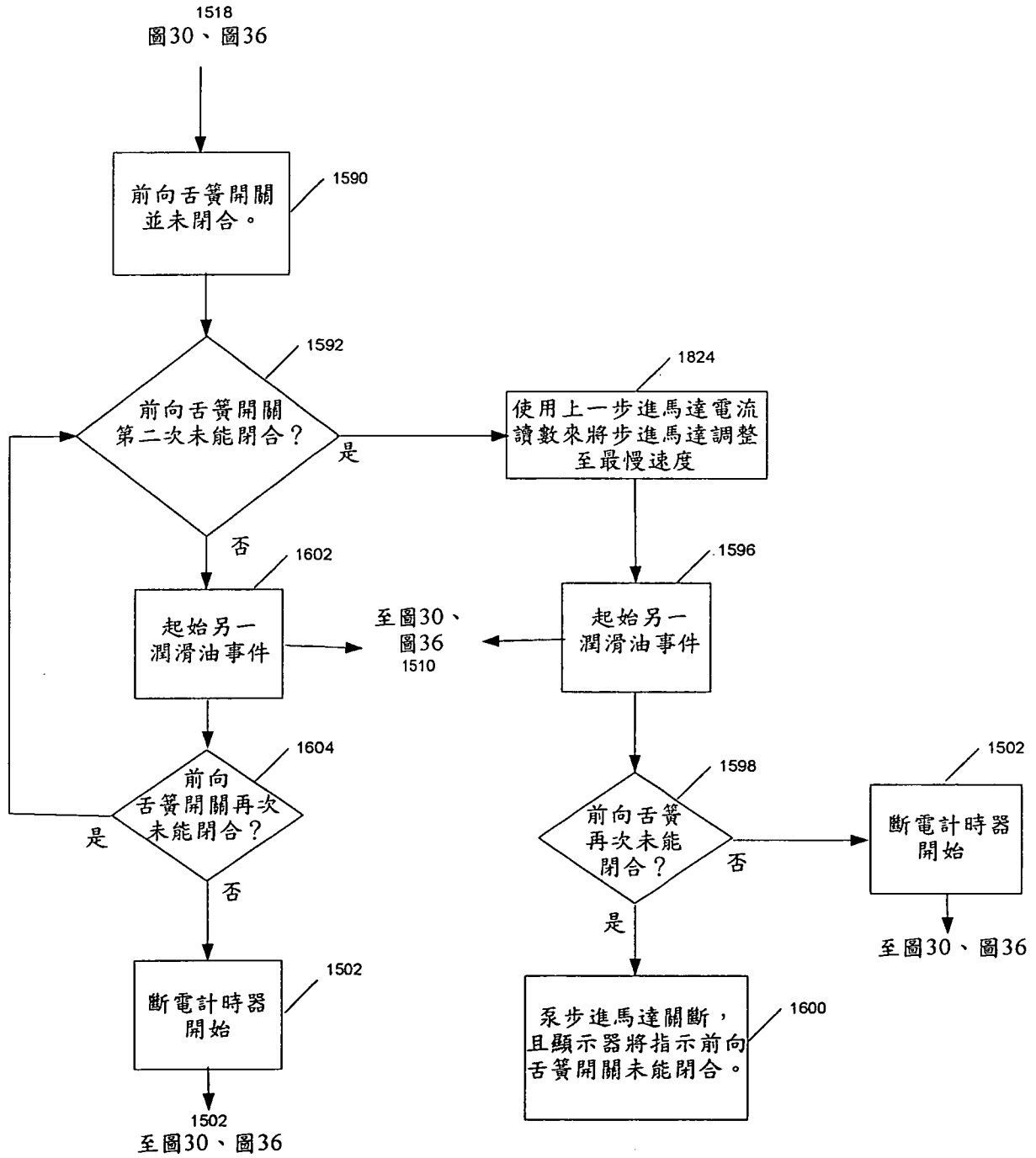


圖33

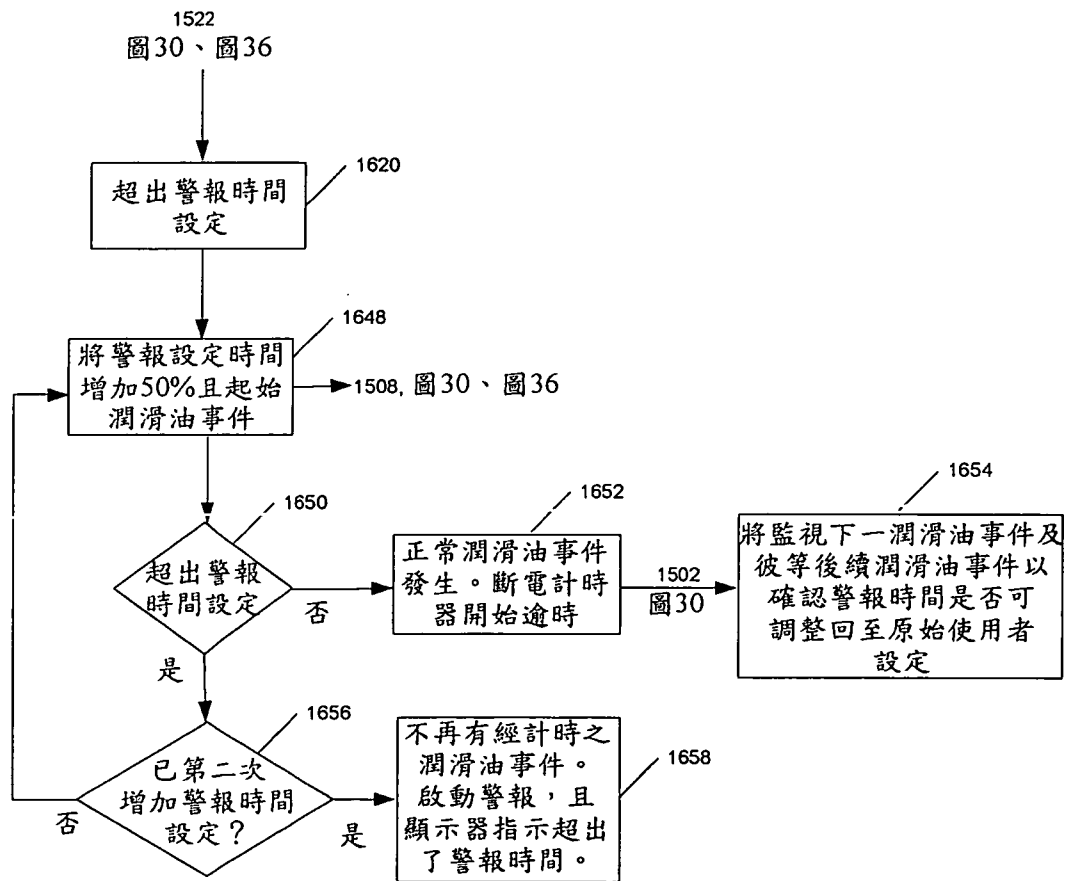


圖34

1524  
圖30、圖36

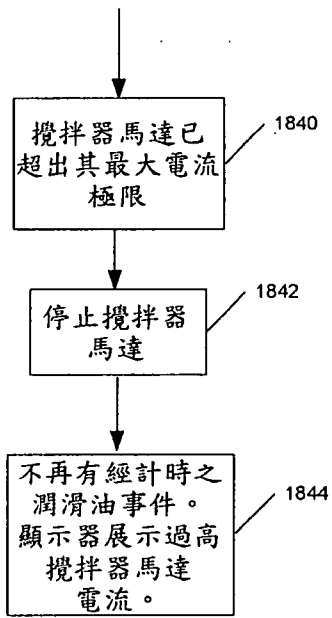


圖35

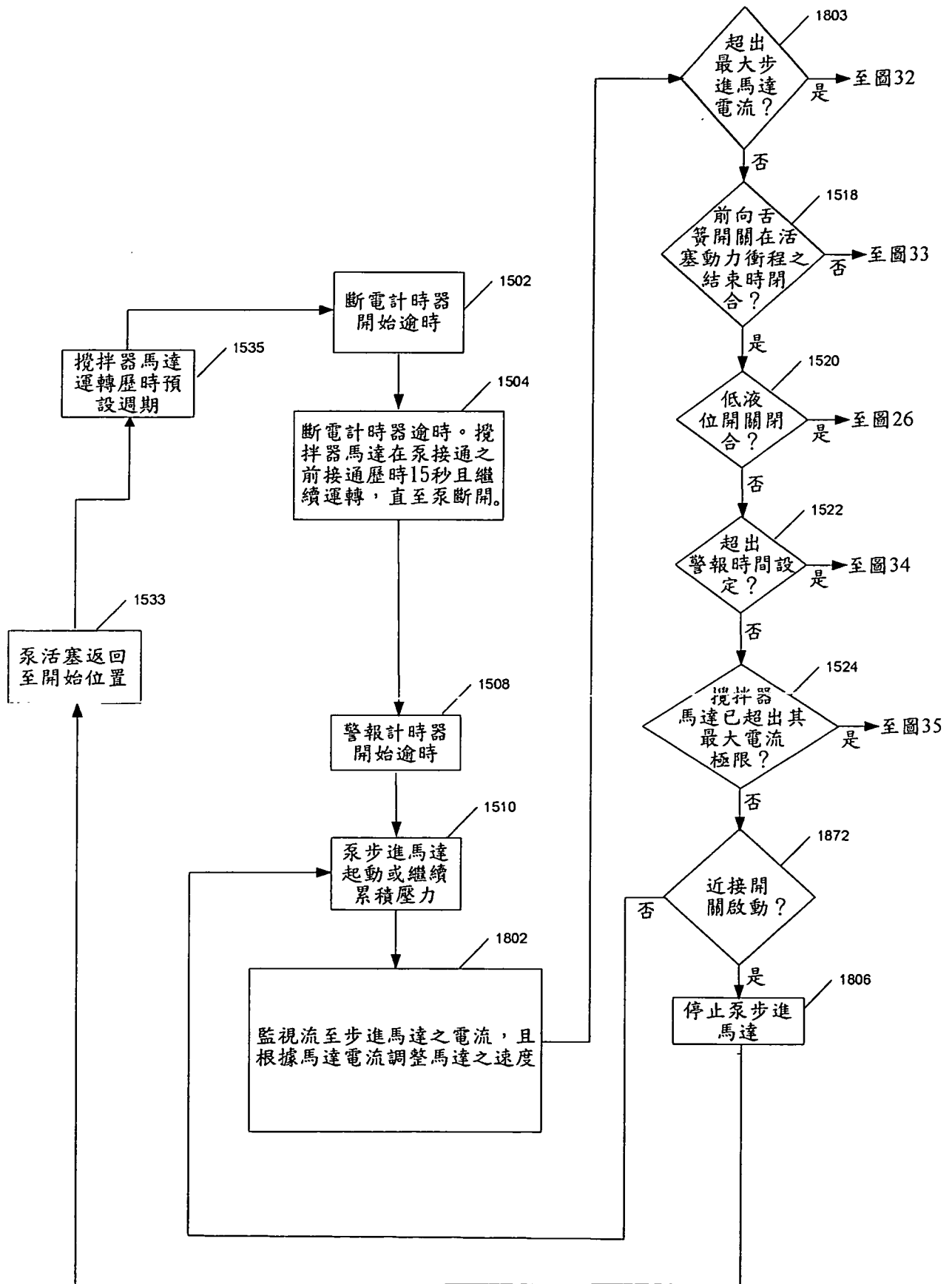


圖36

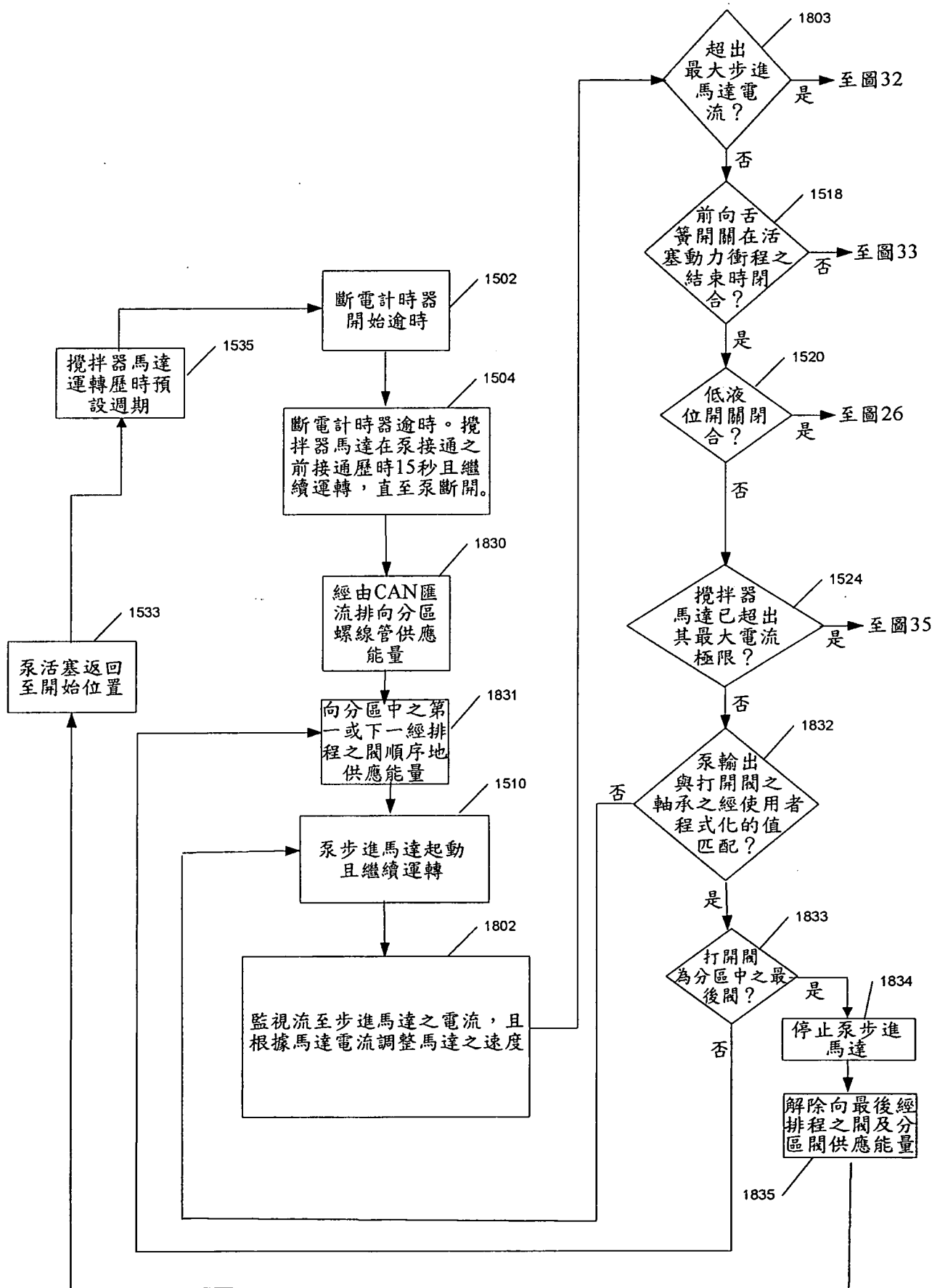


圖36A

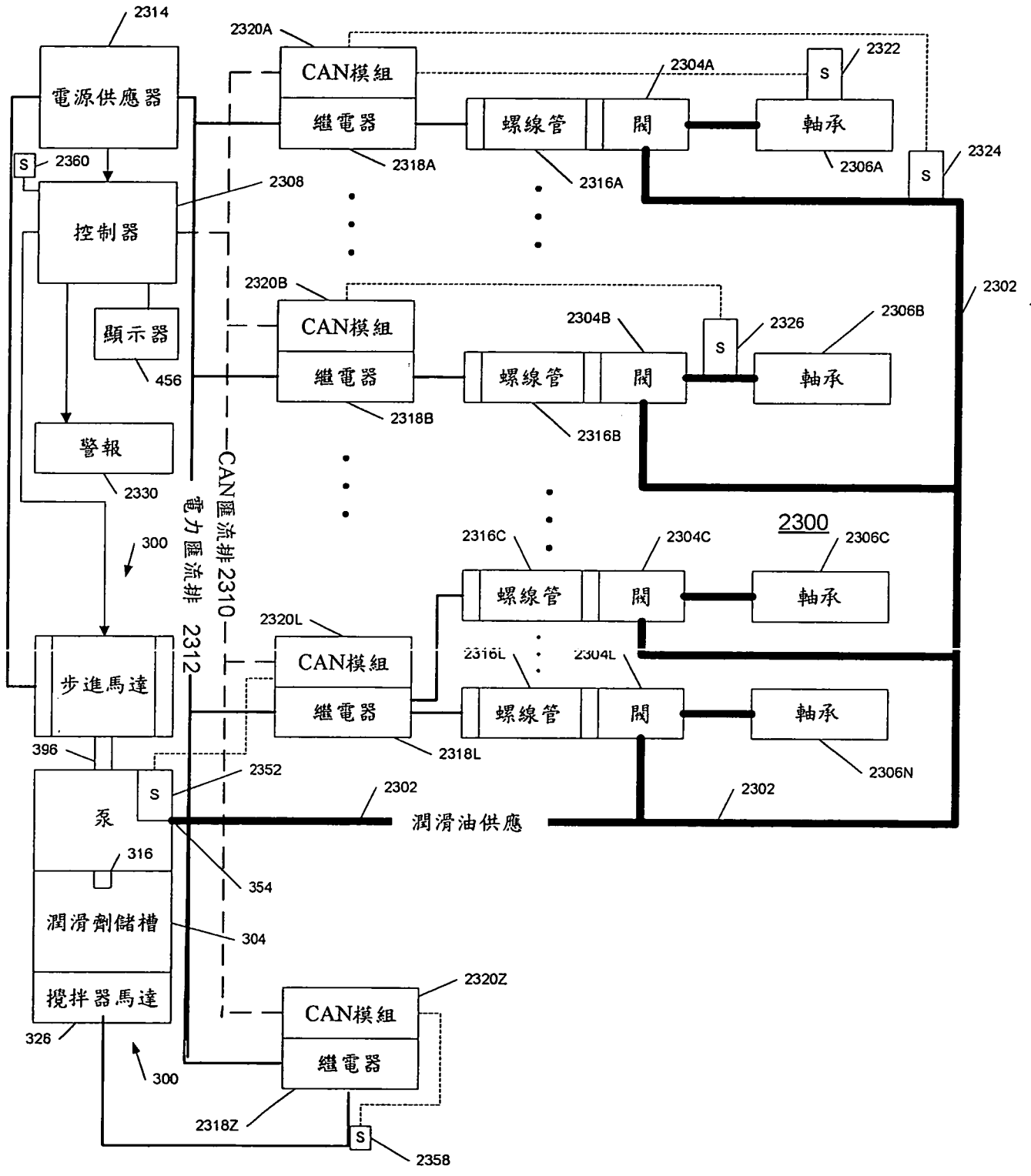
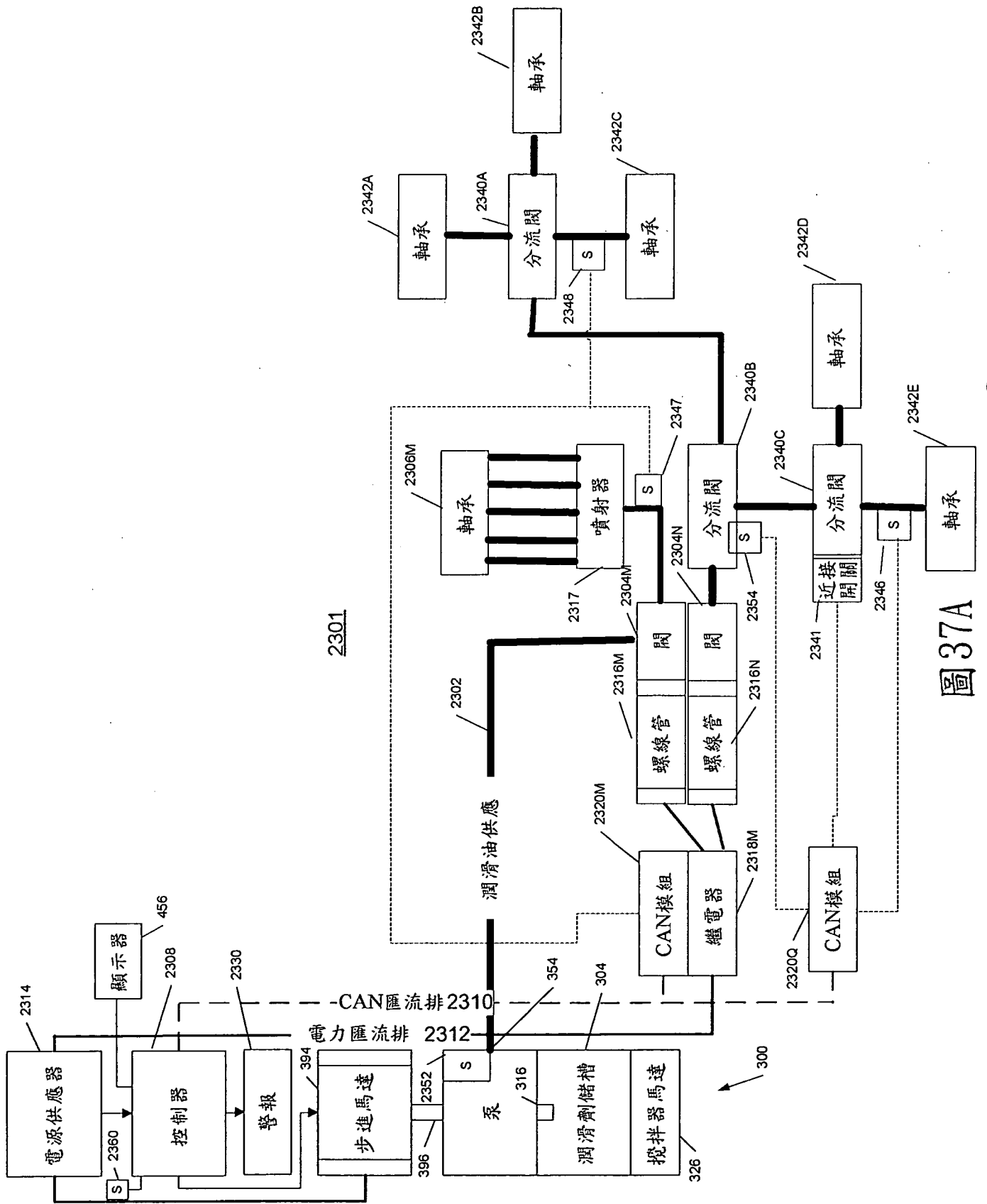


圖37



2301

圖37A

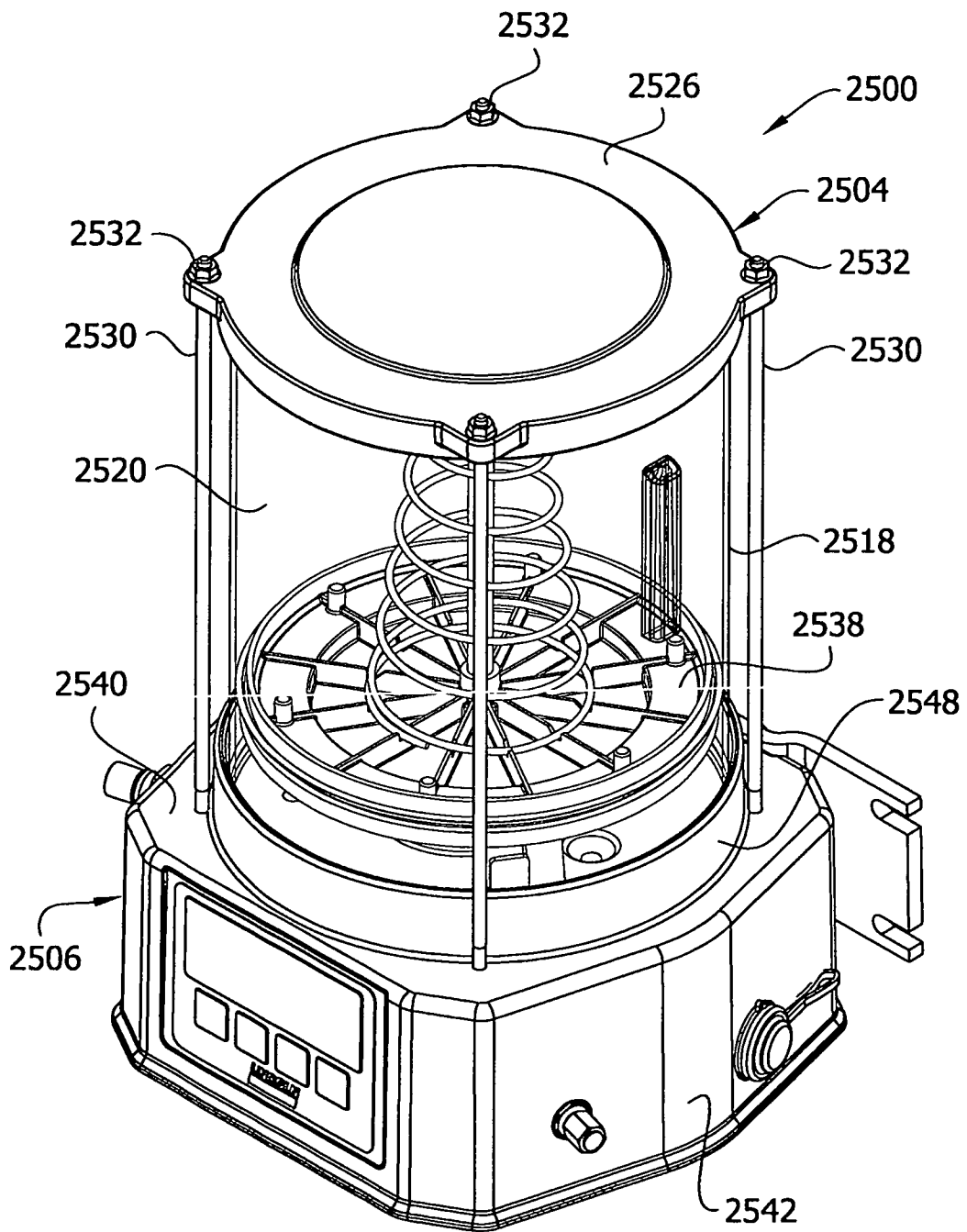


圖 38

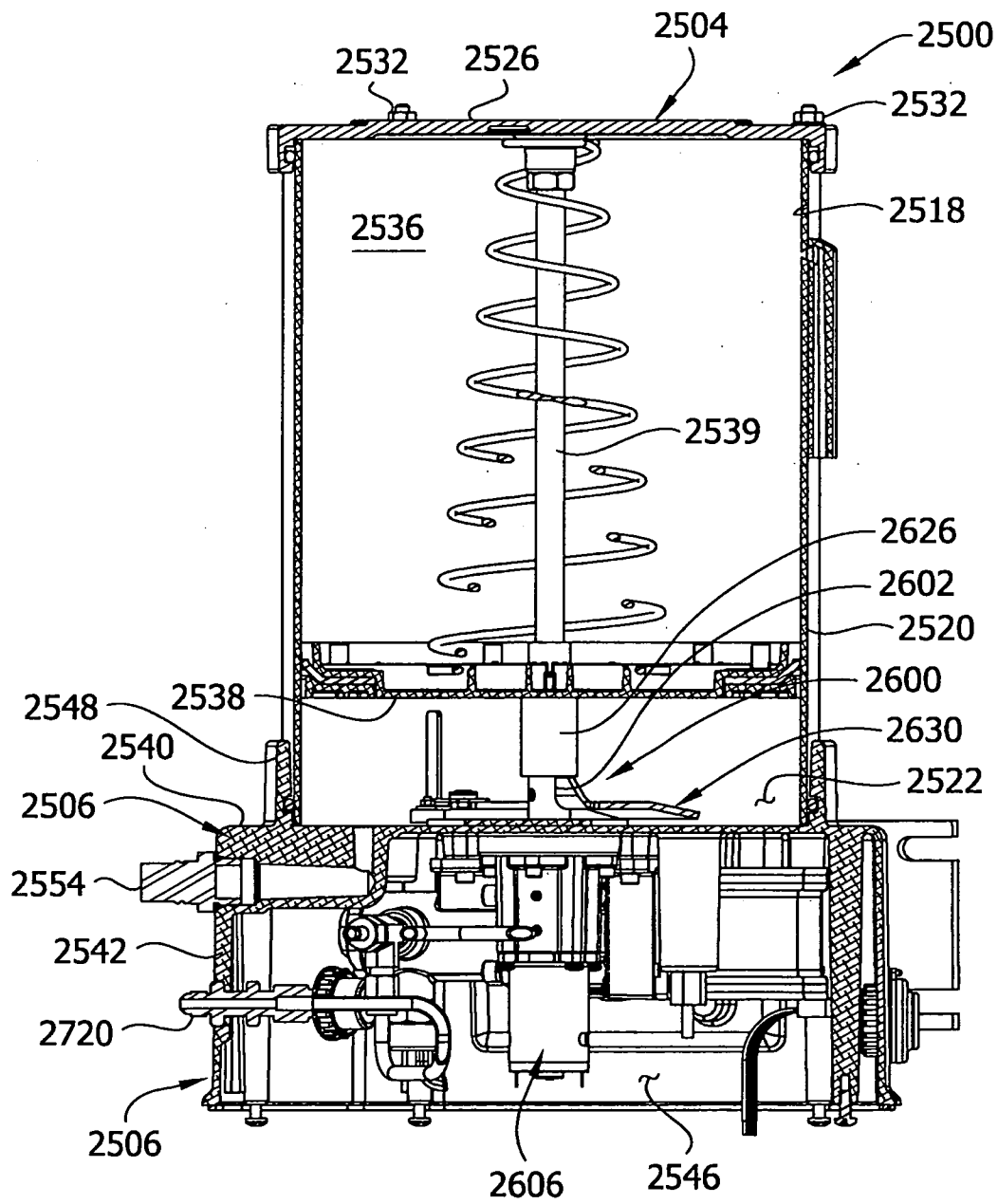


圖 39

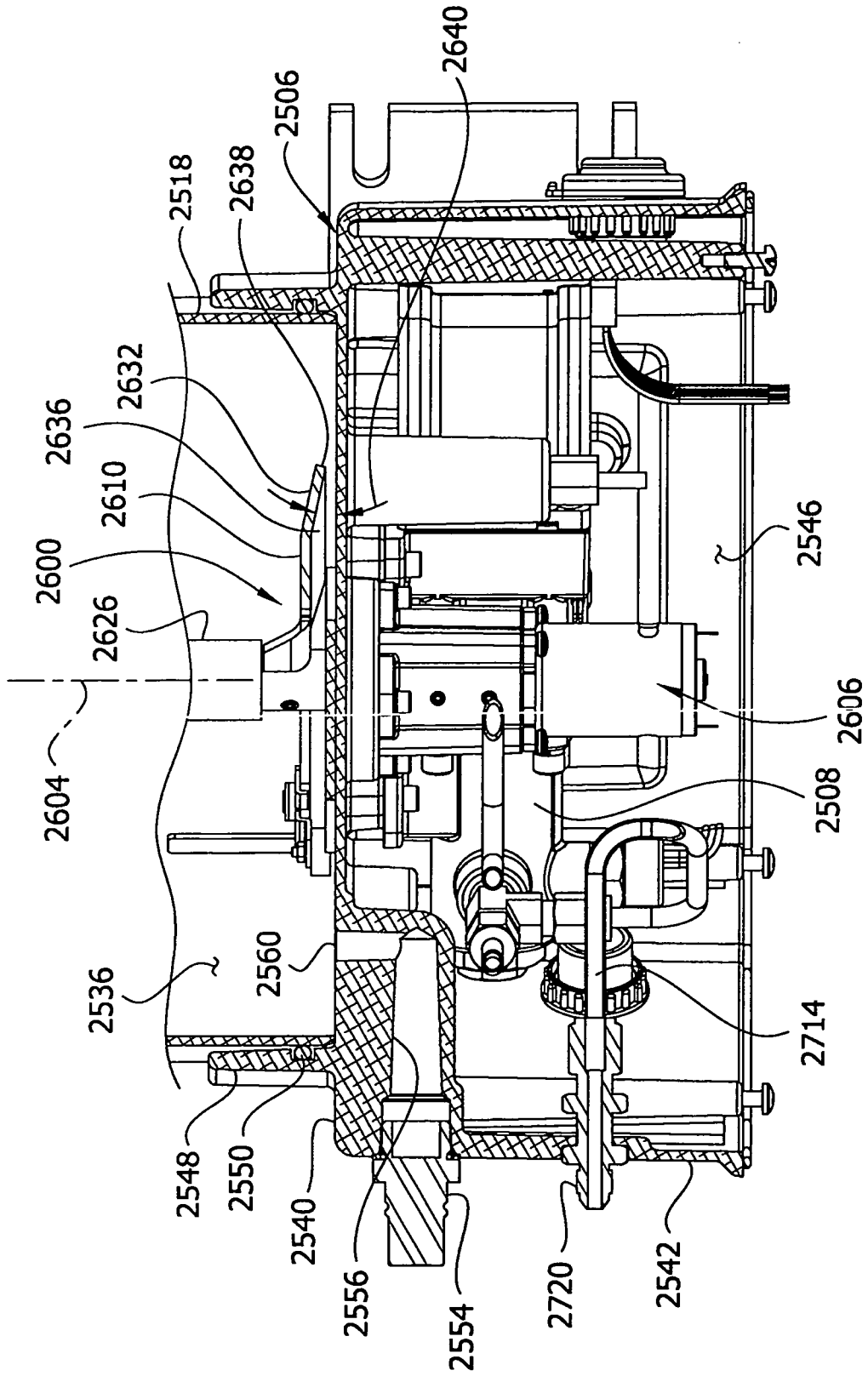


圖 40

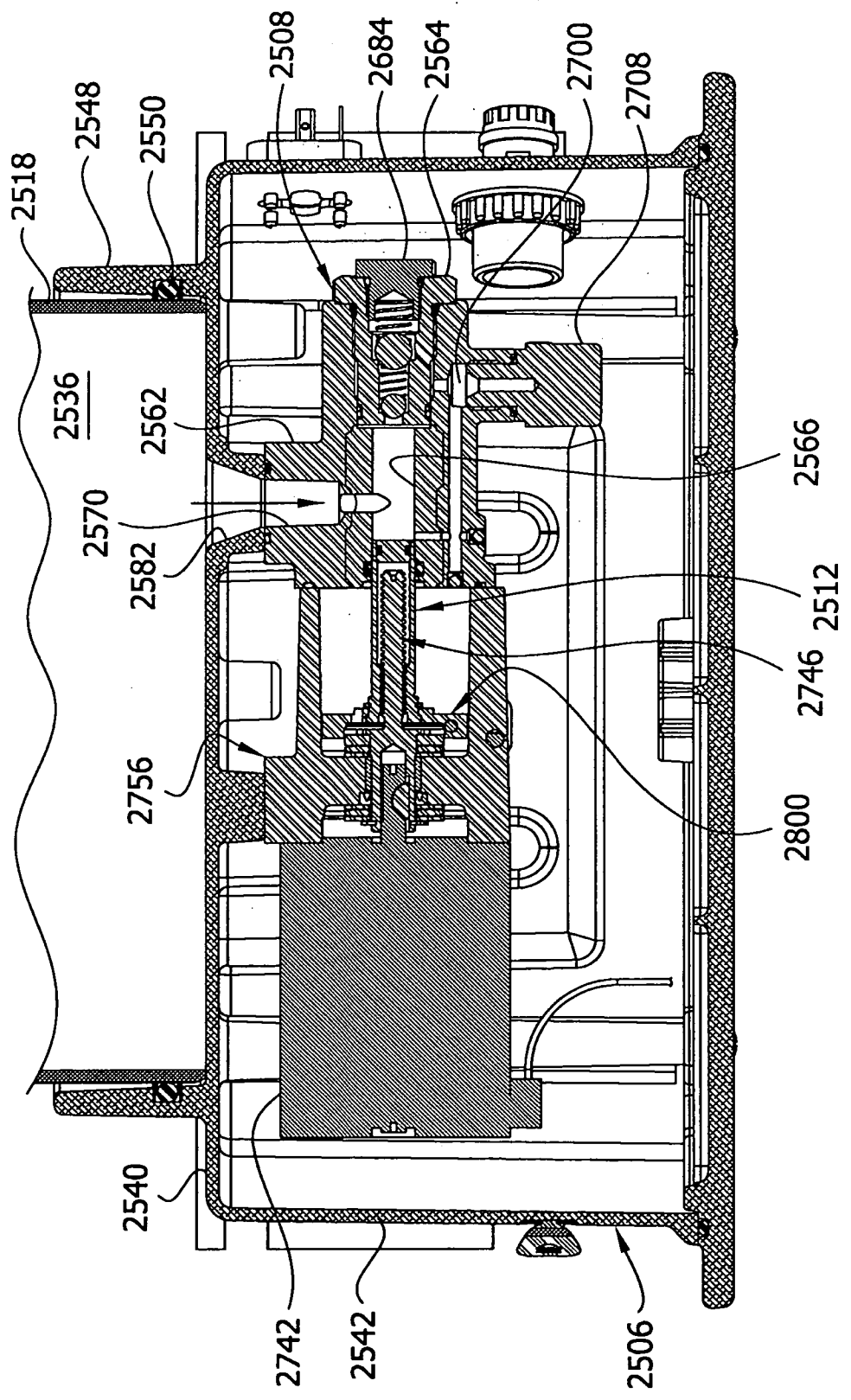


圖 41

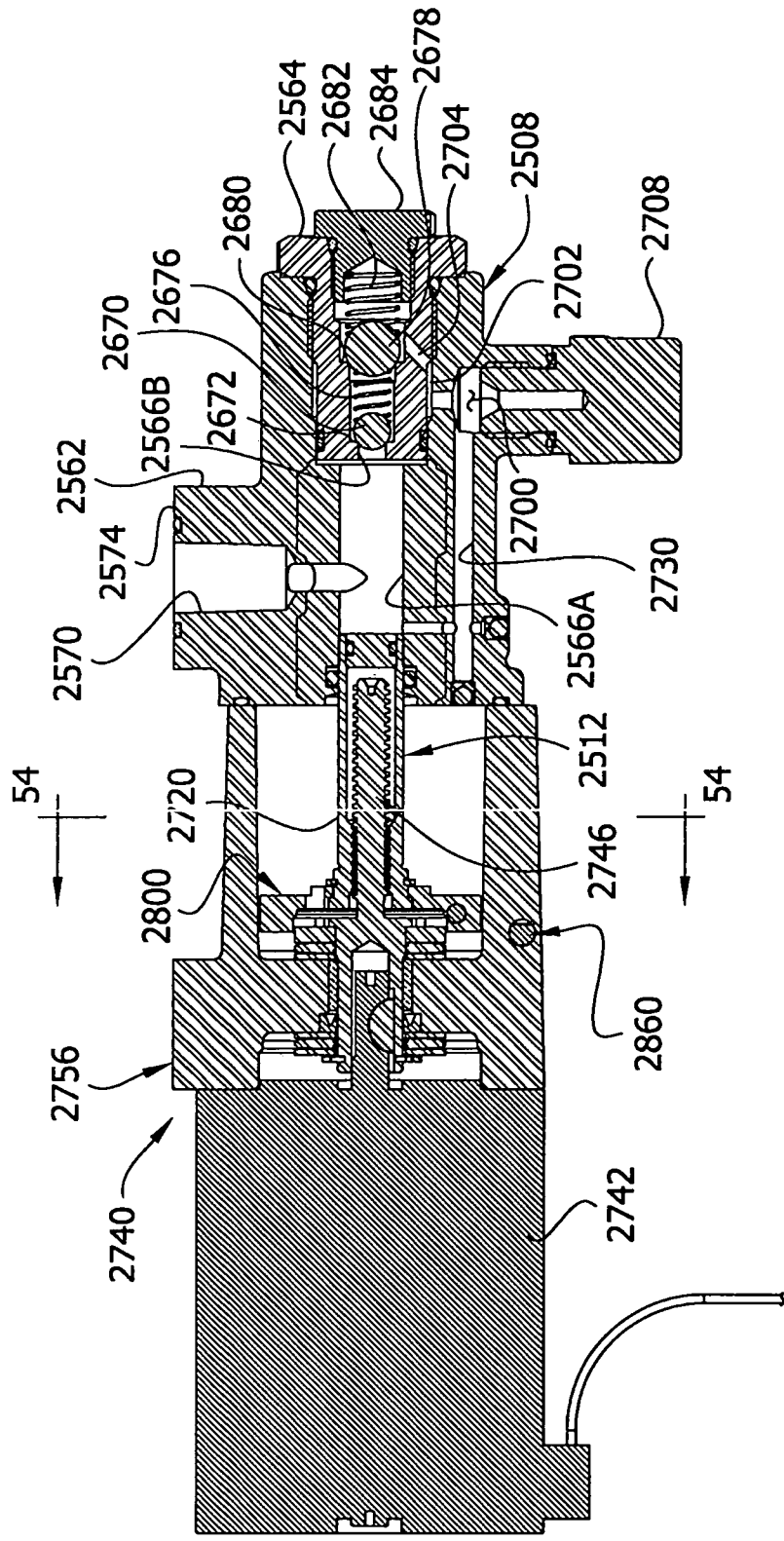


圖42

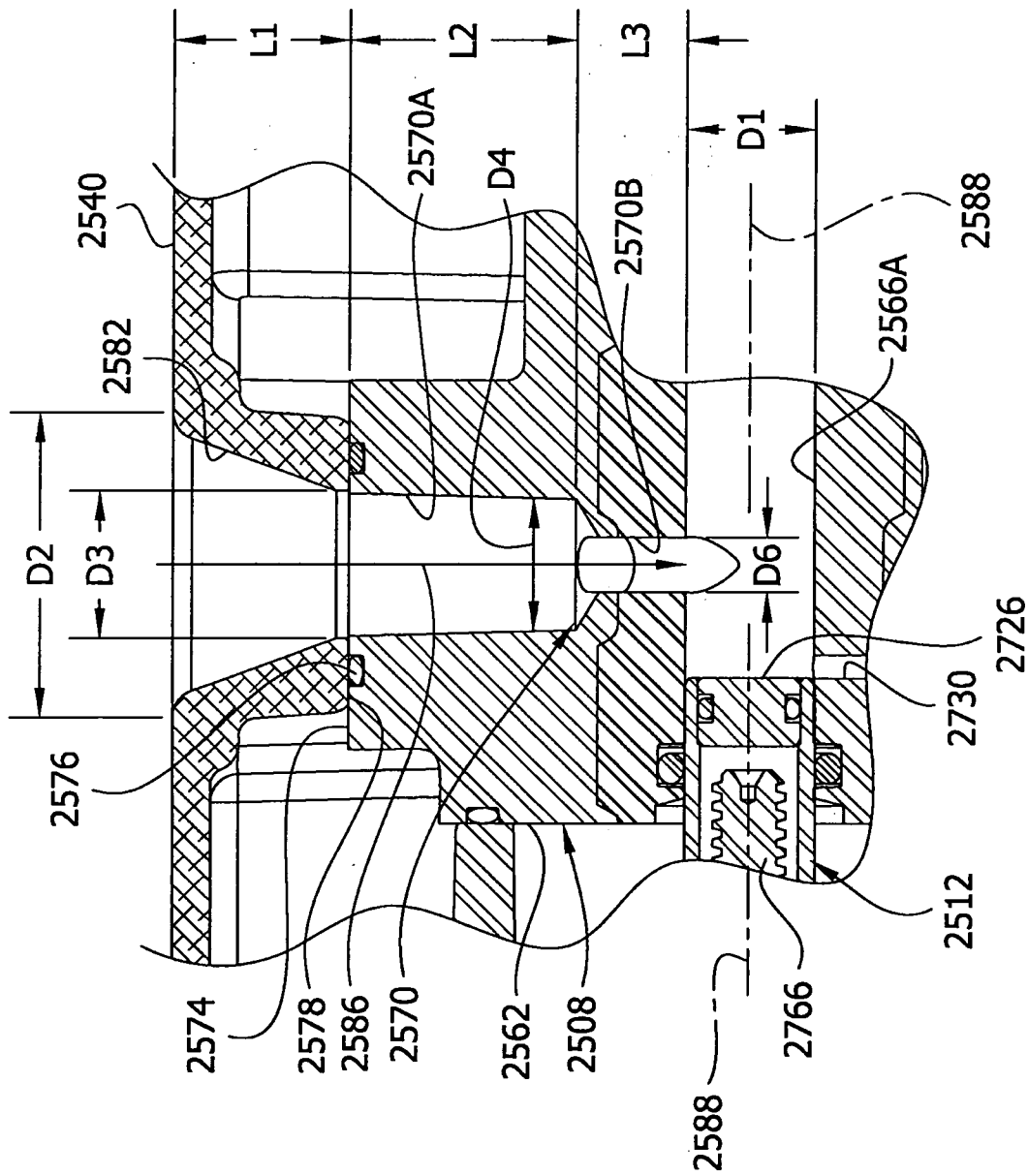


圖43

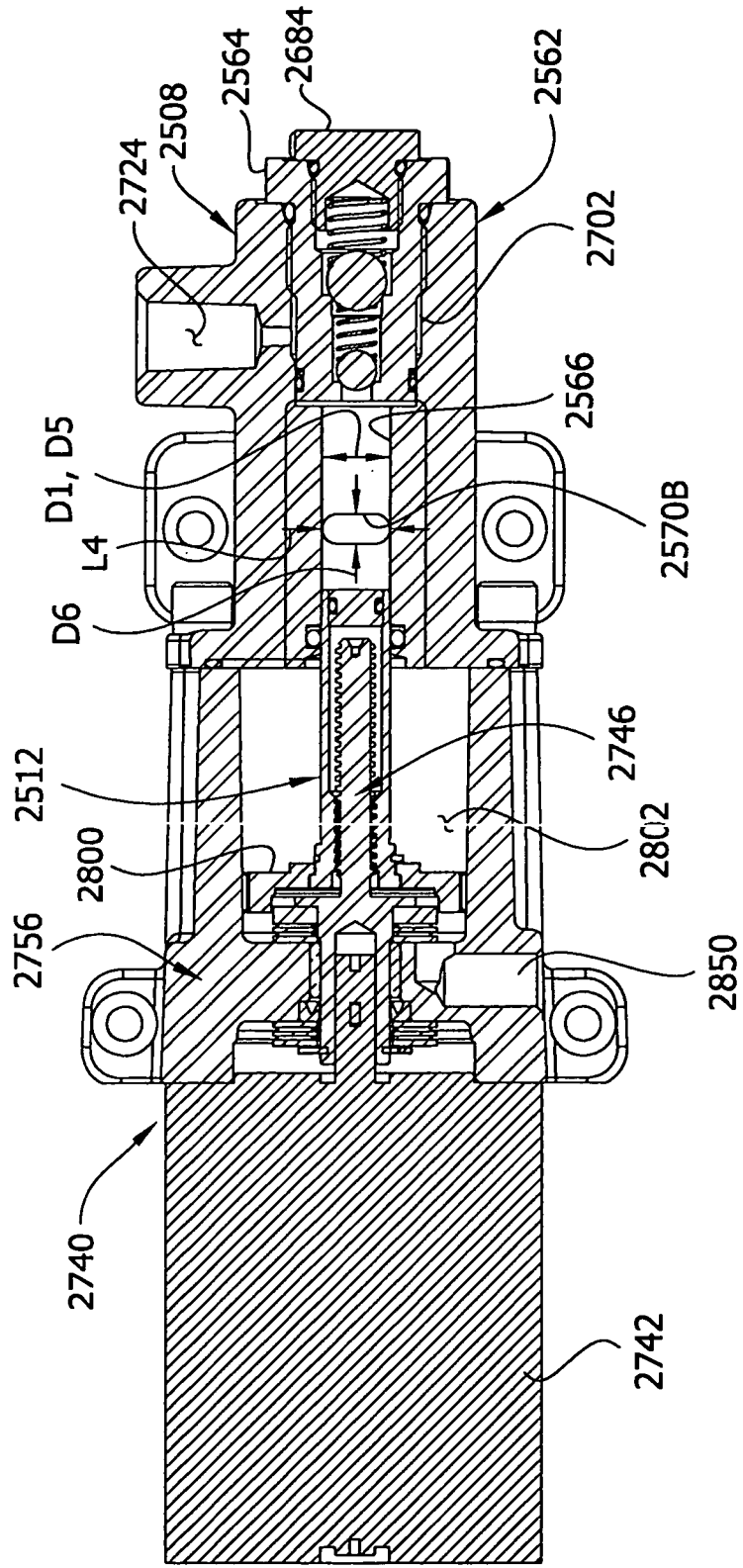


圖 44

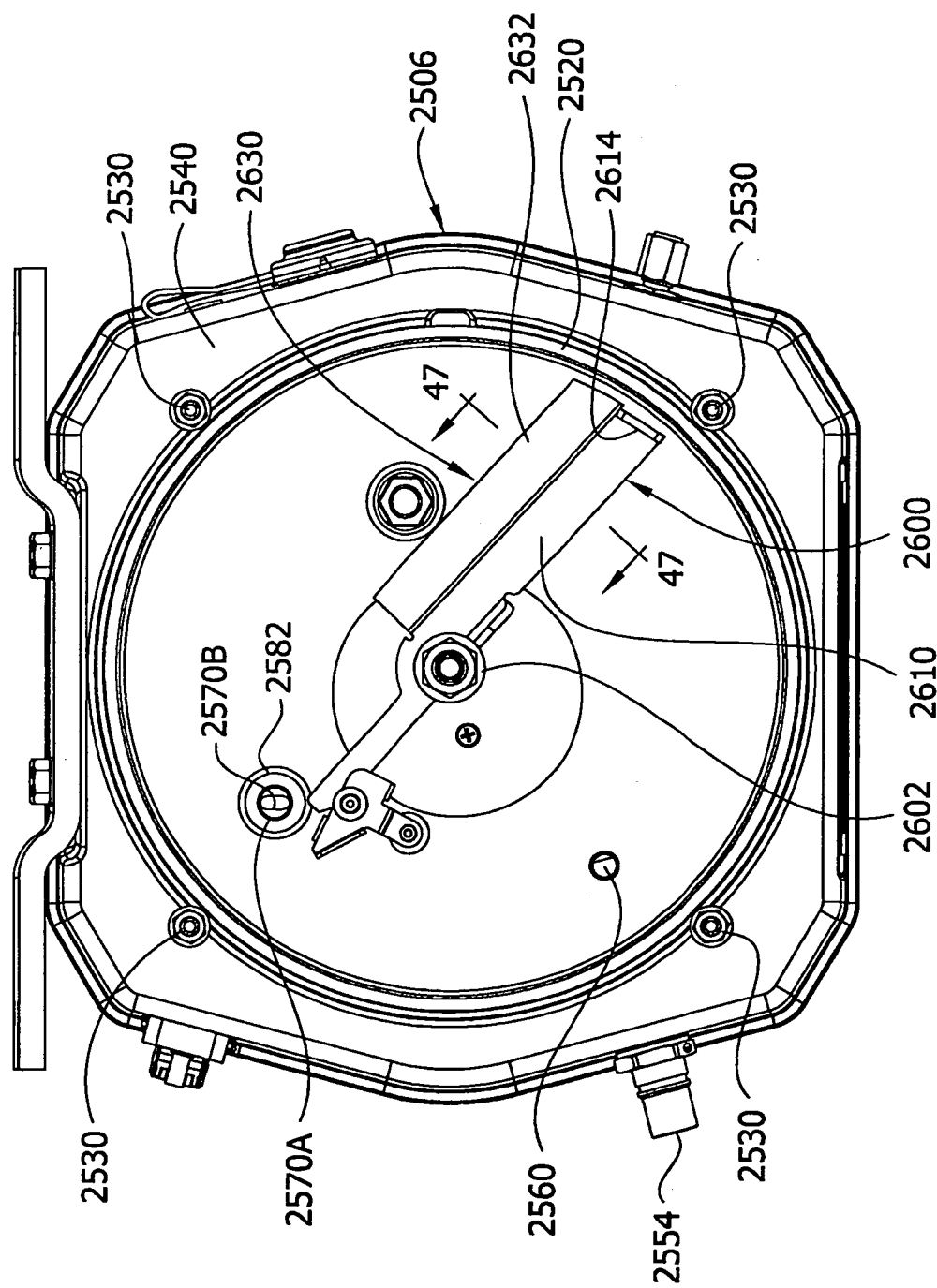


圖45

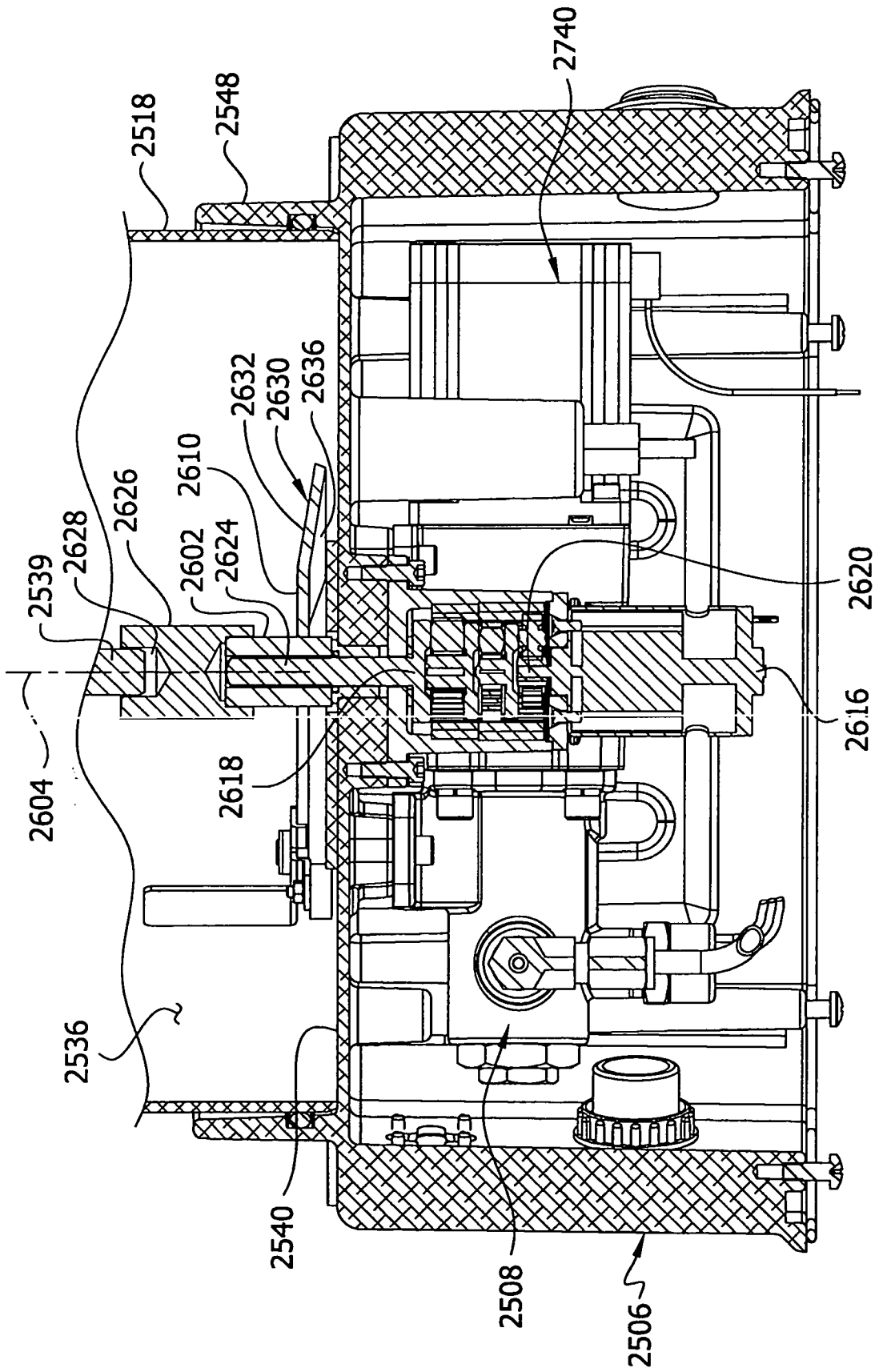


圖 46

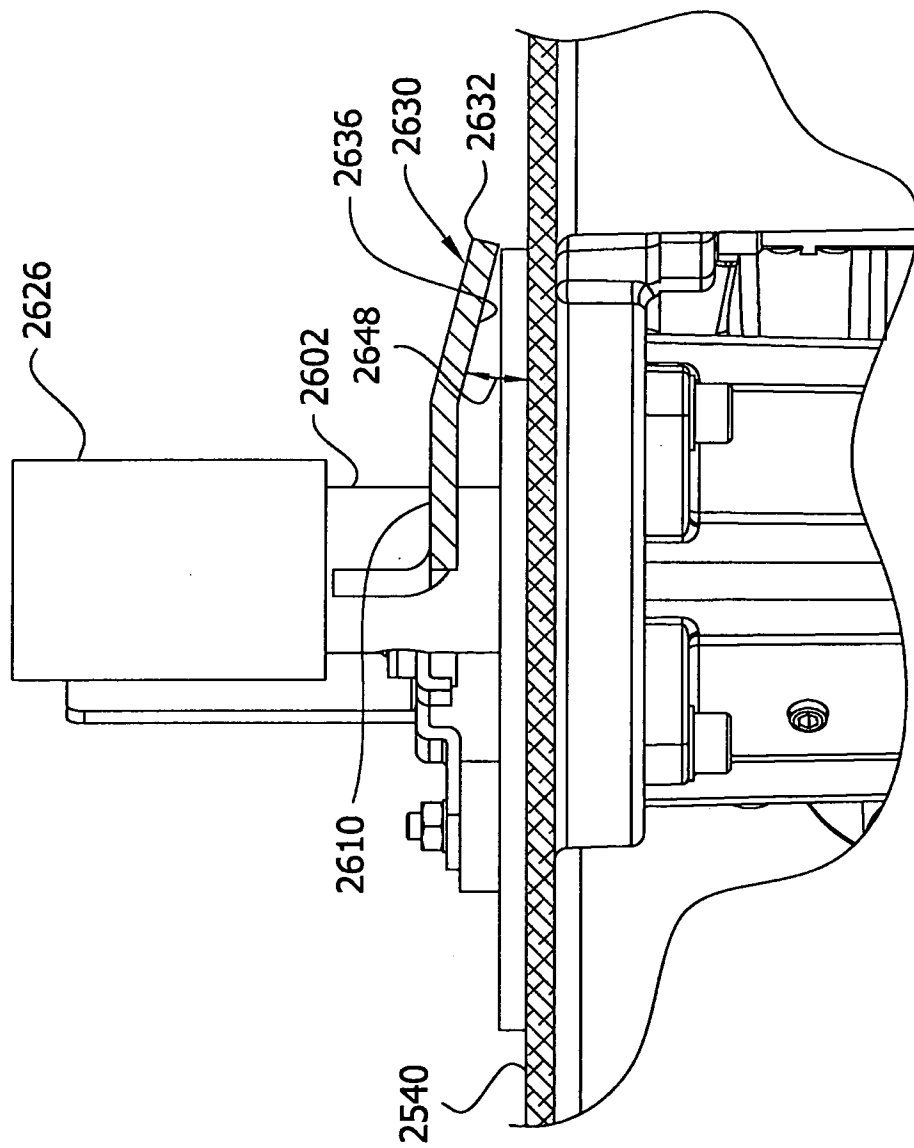


圖47

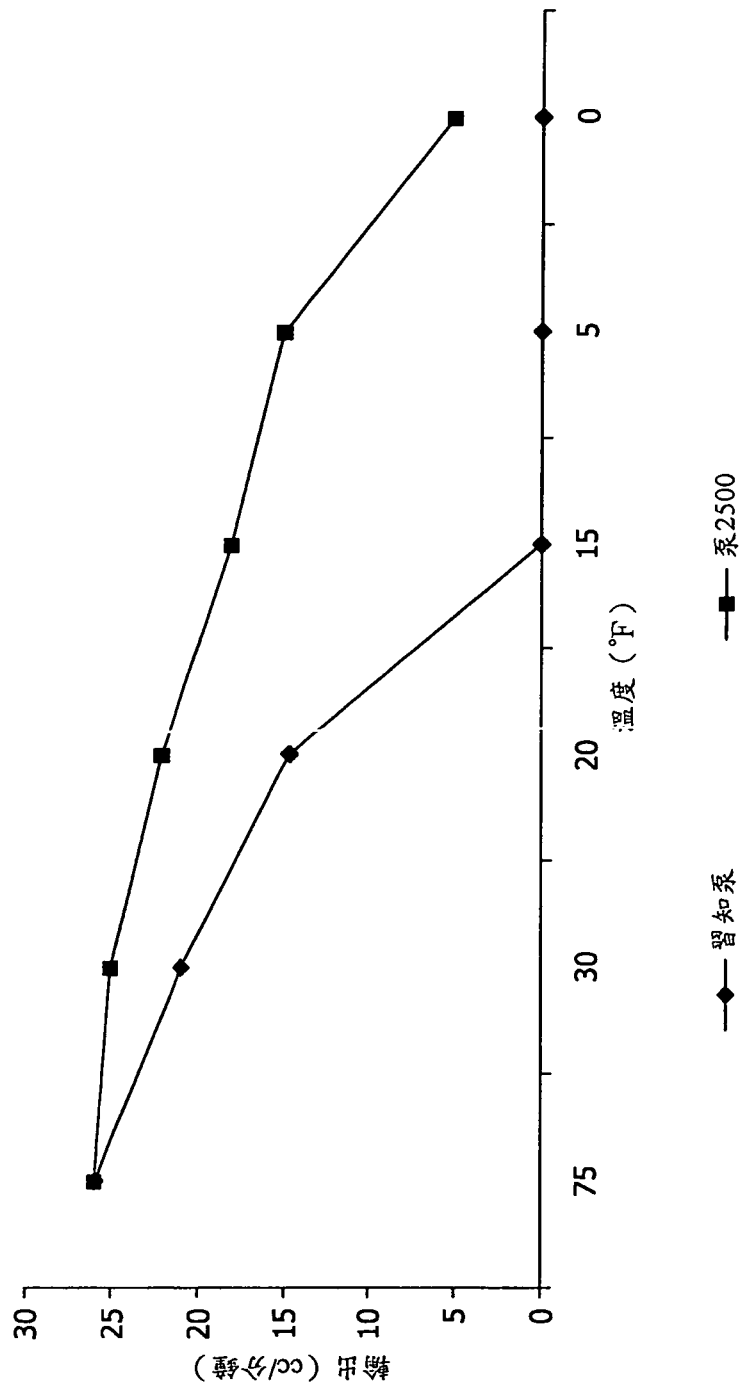


圖48

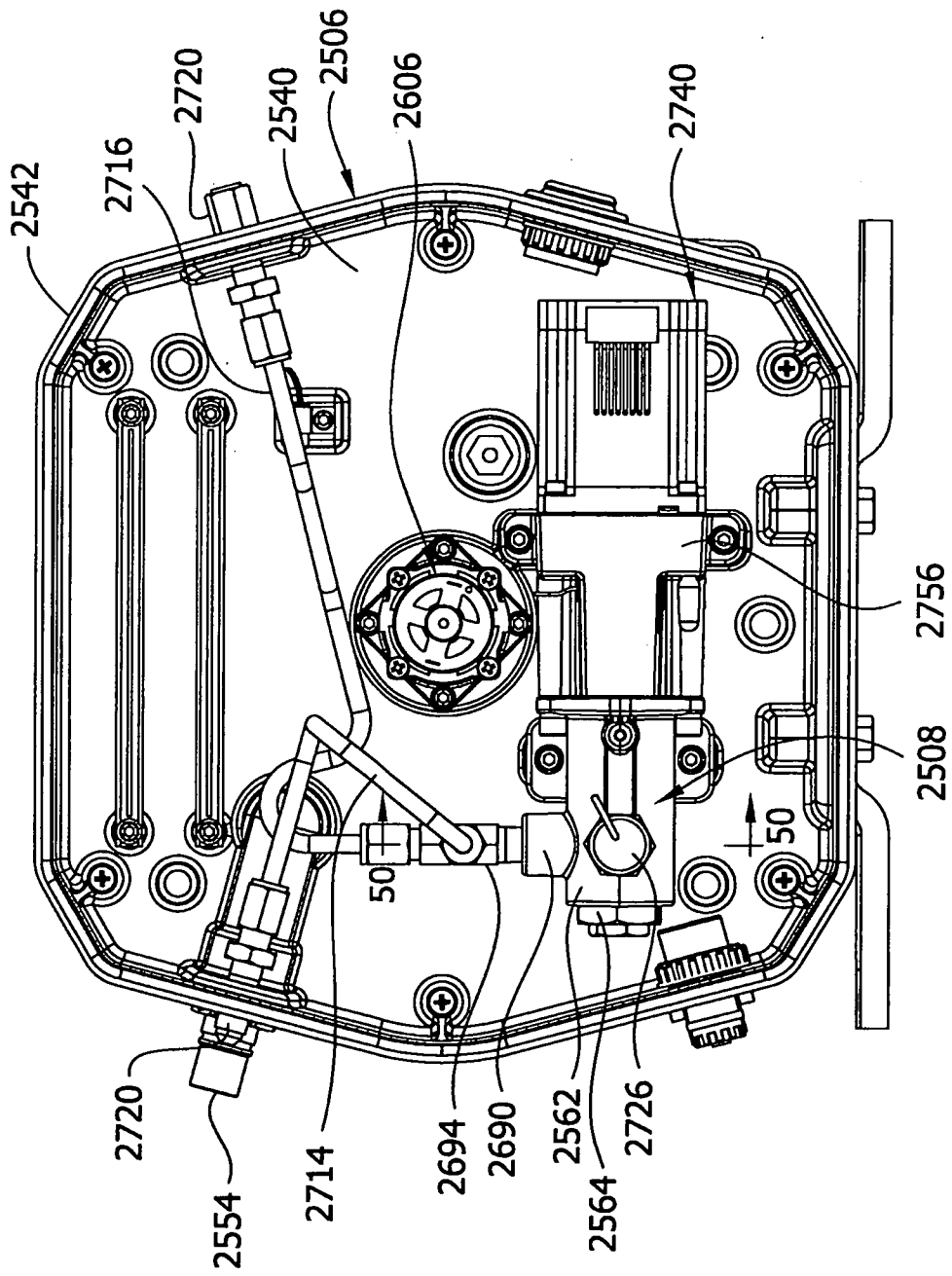


圖 49

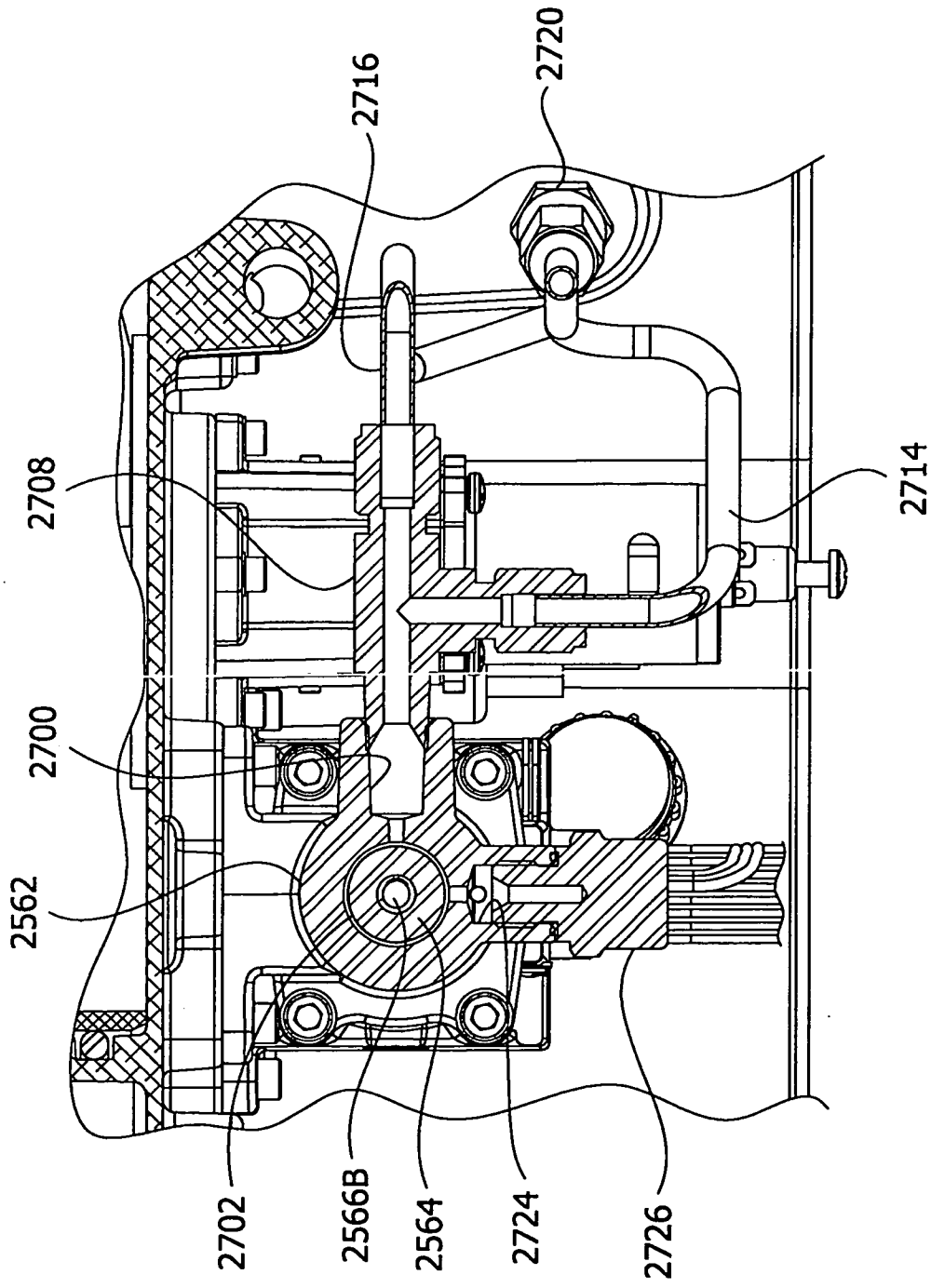


圖50



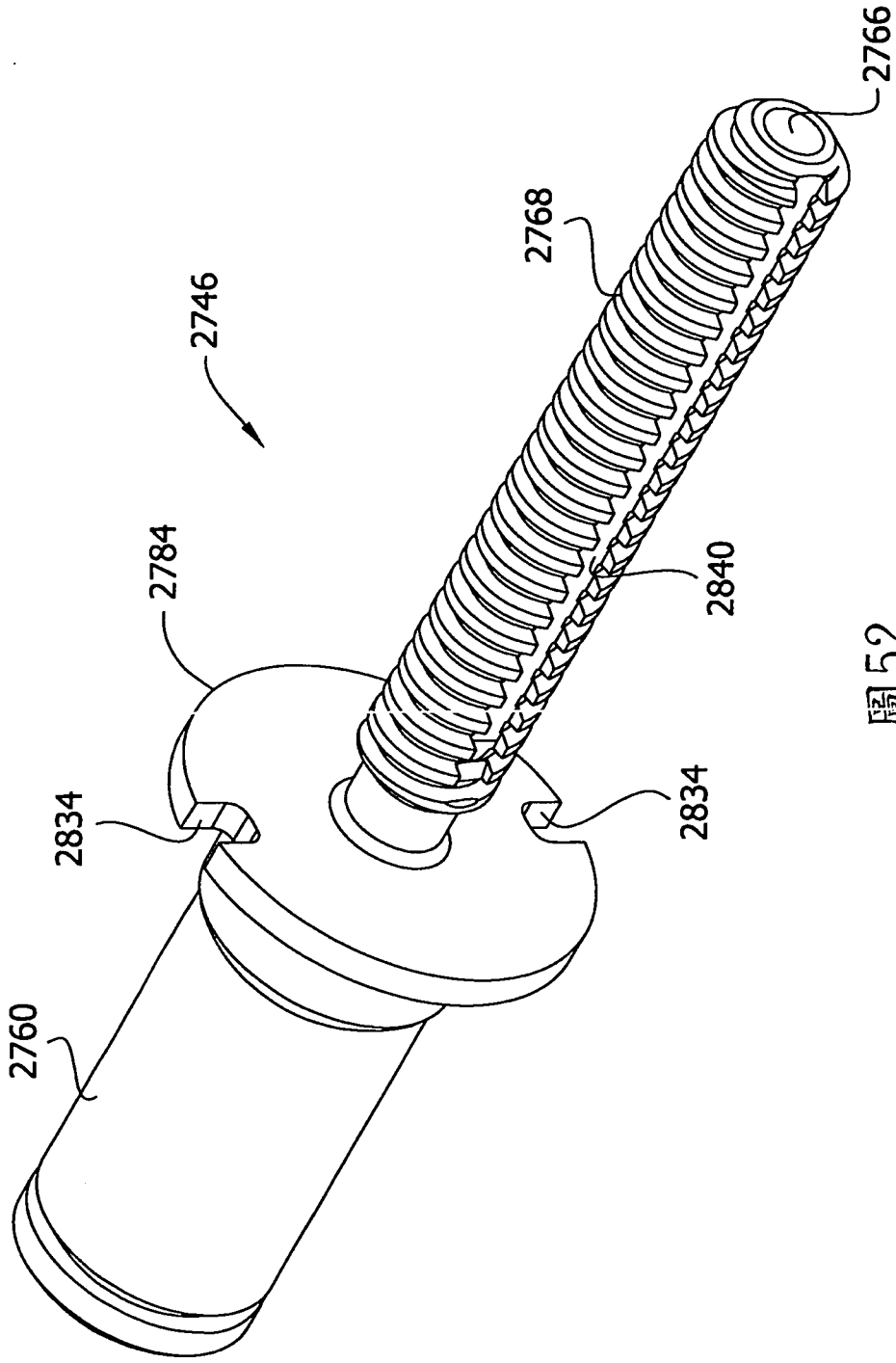


圖 52

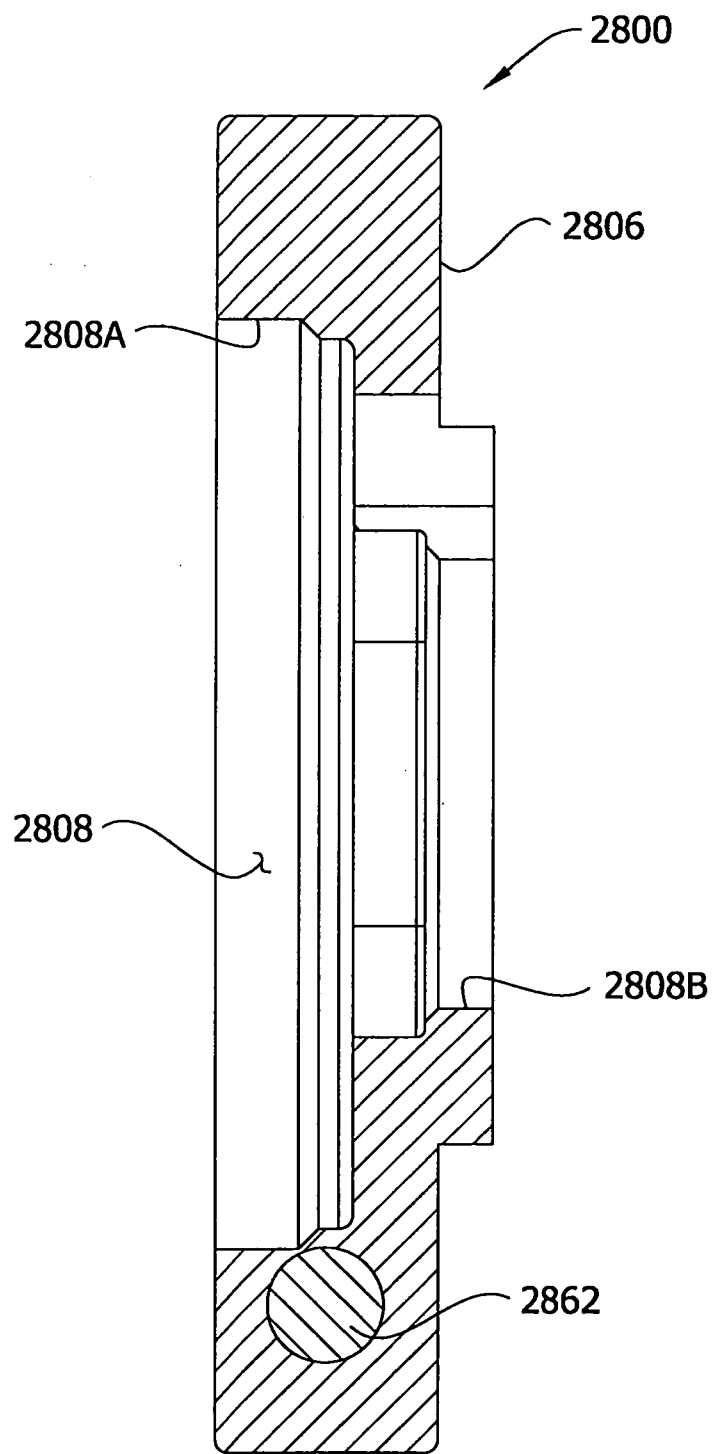


圖53

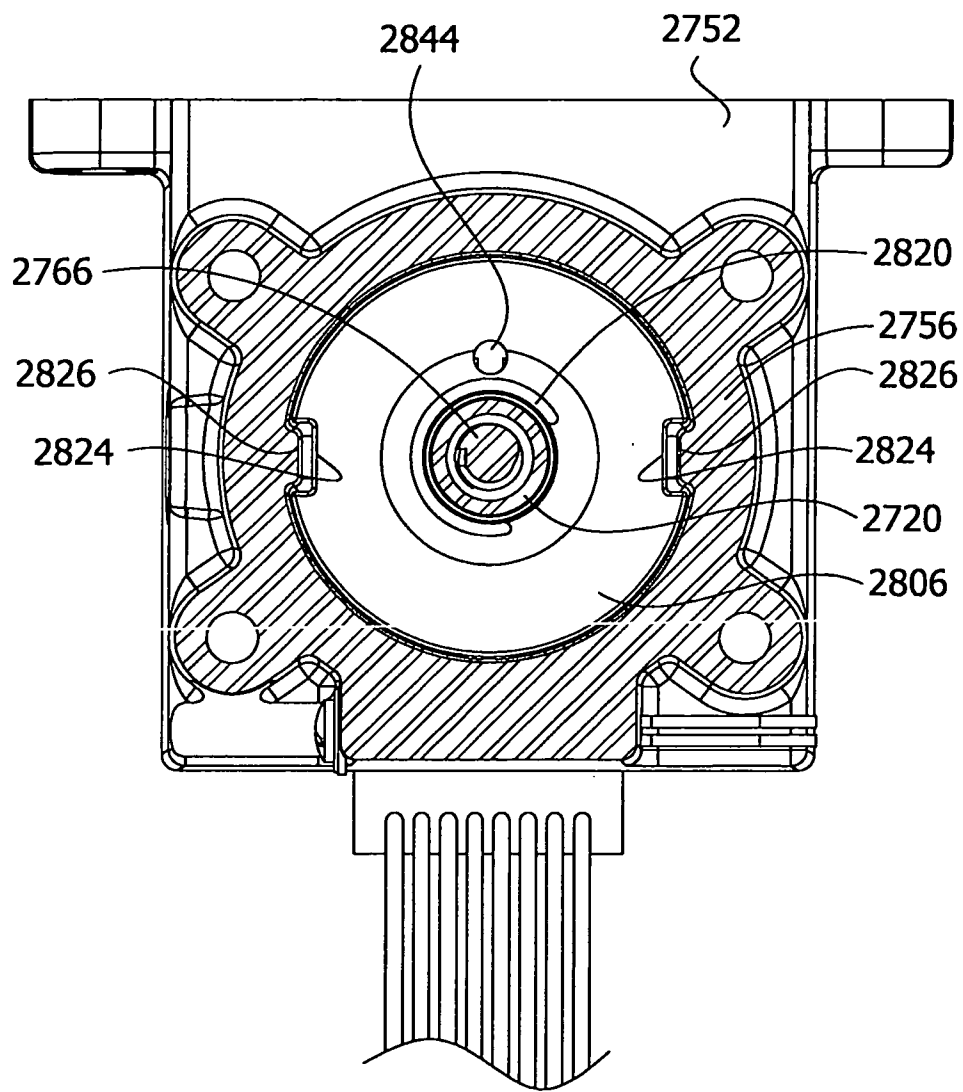


圖54

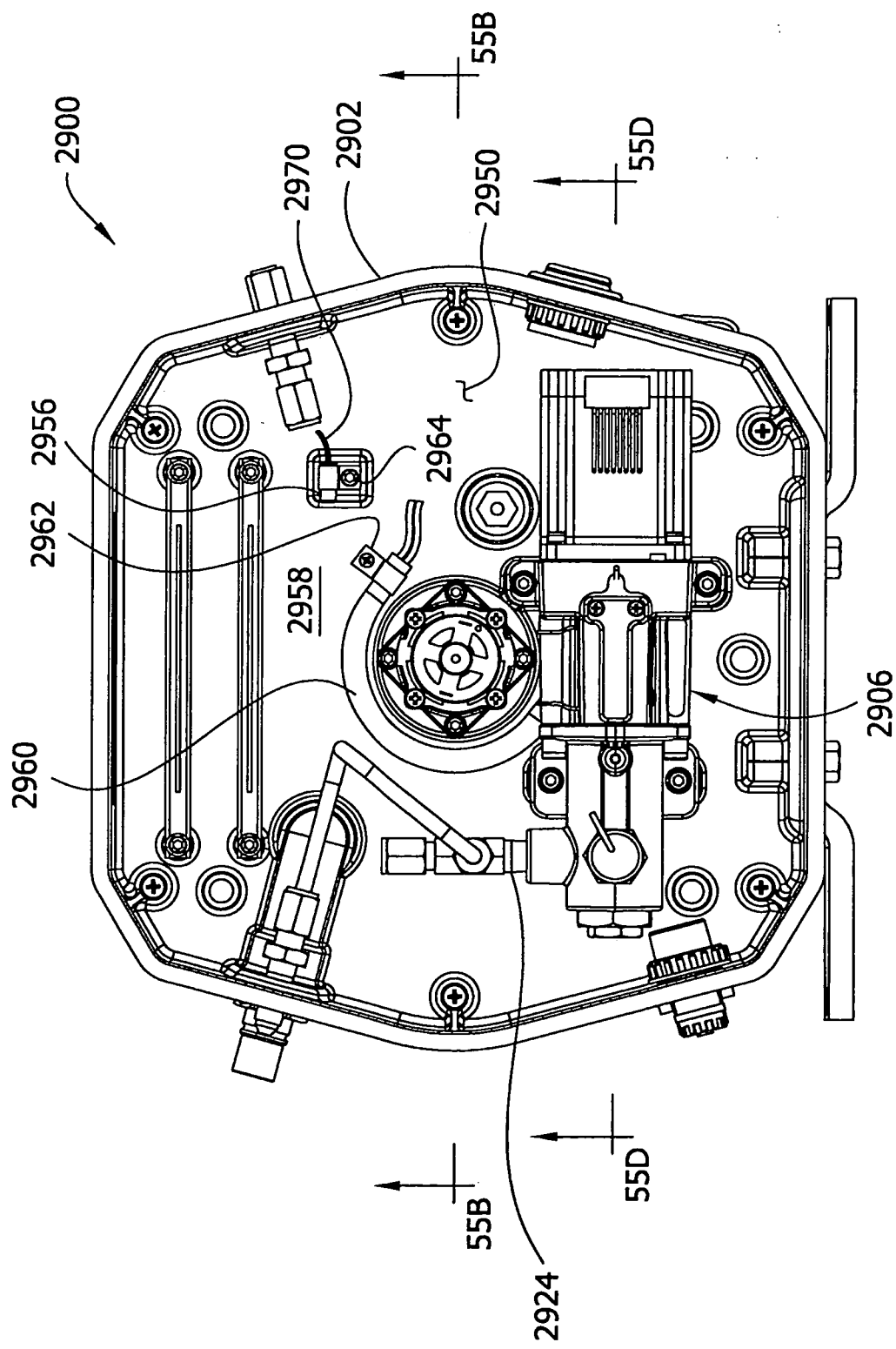


圖 55A

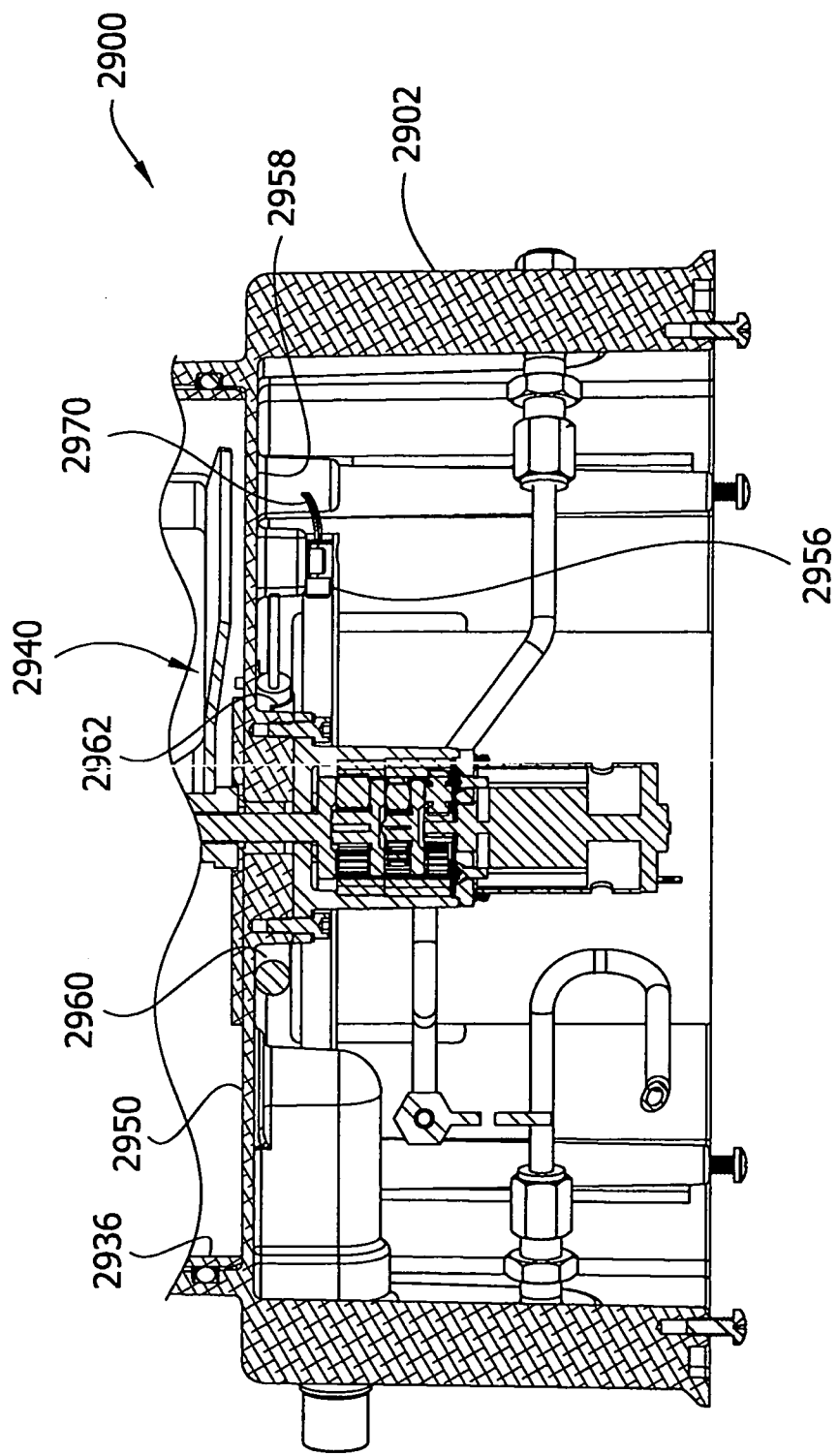


圖 55B

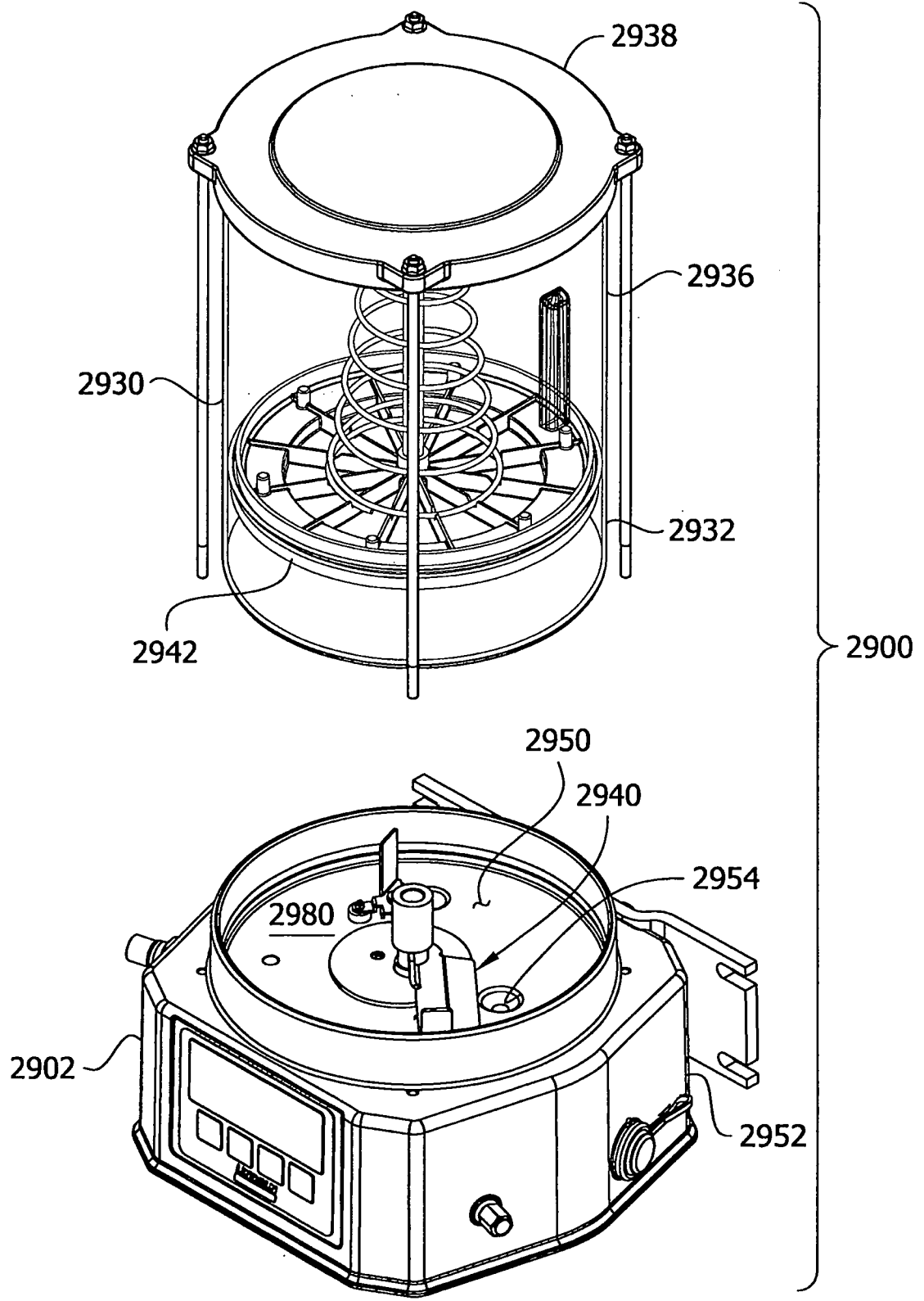


圖 55C

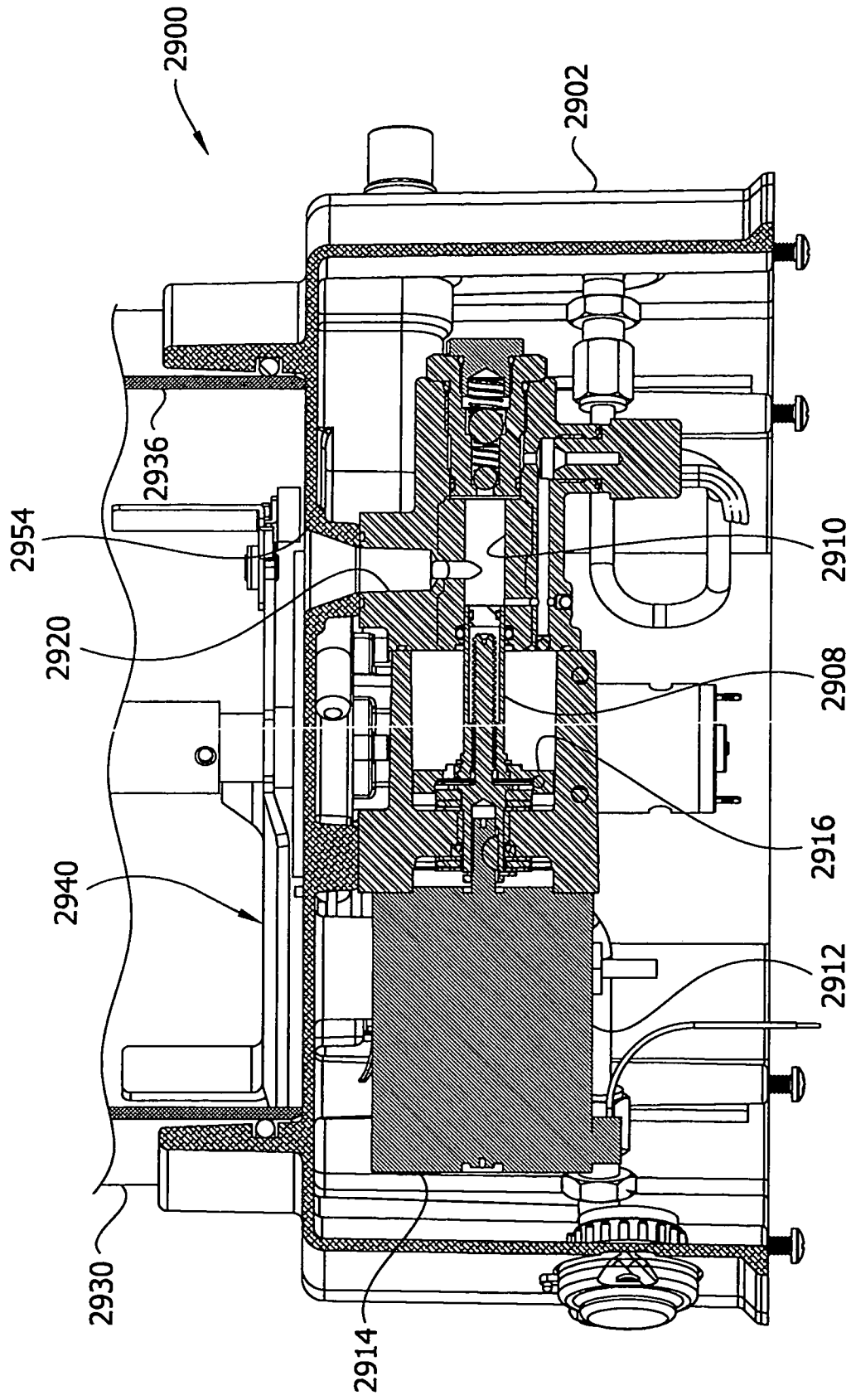


圖 55D

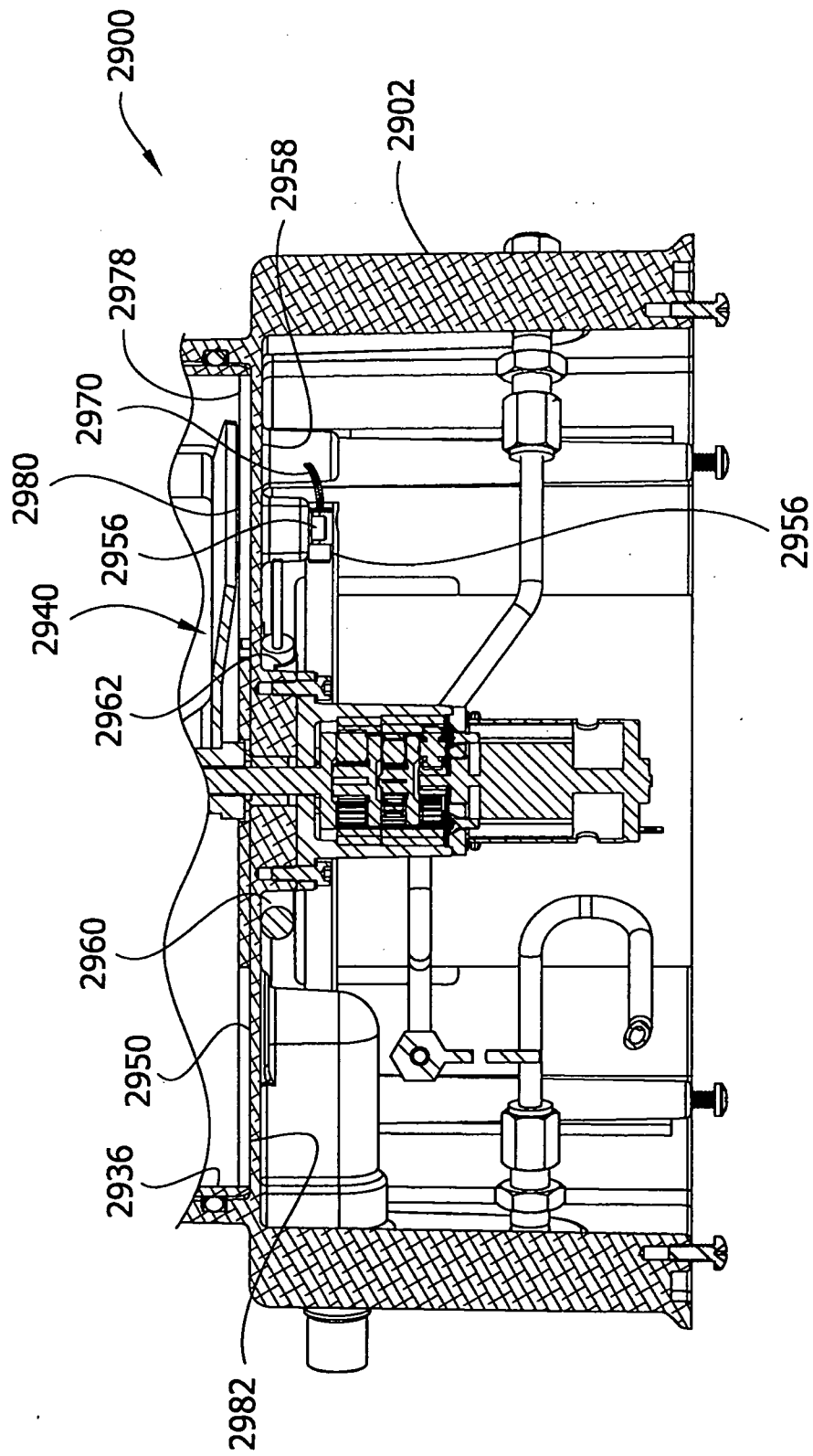


圖 55E

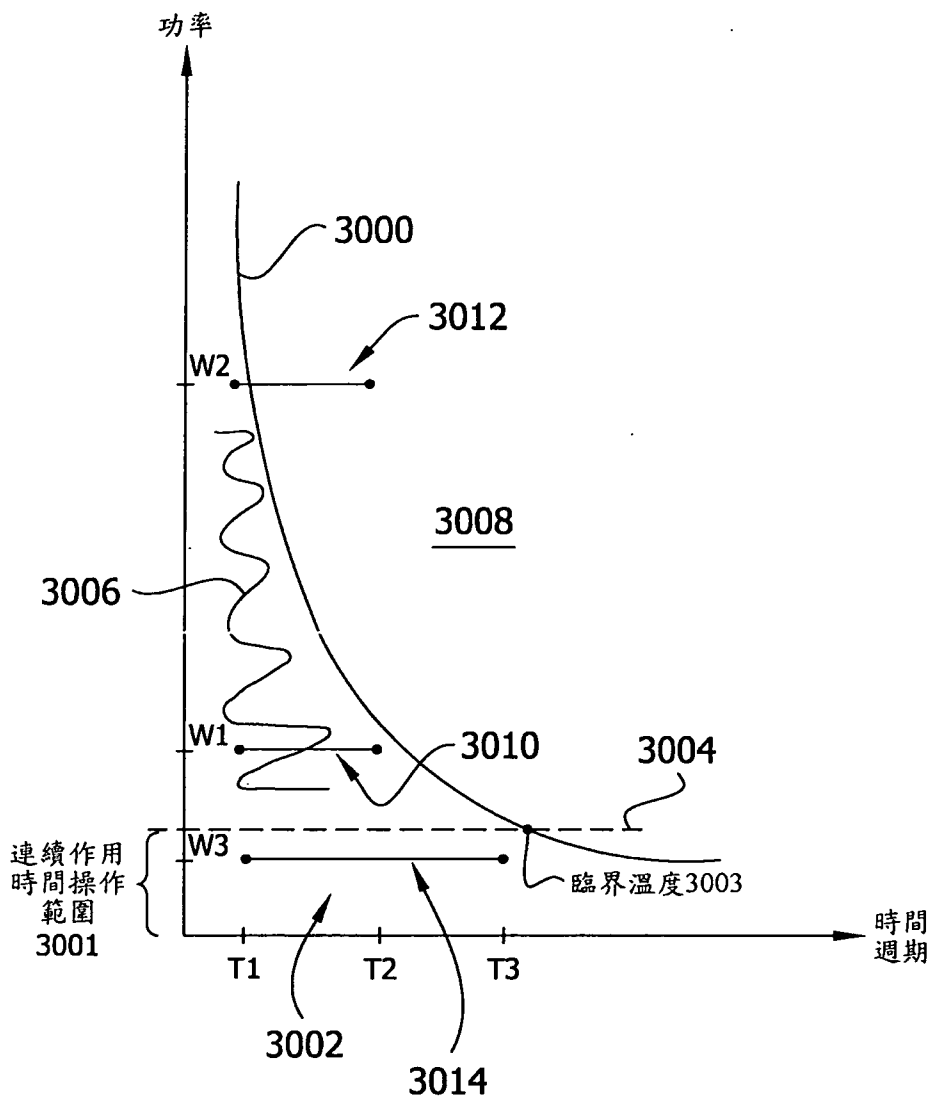


圖56

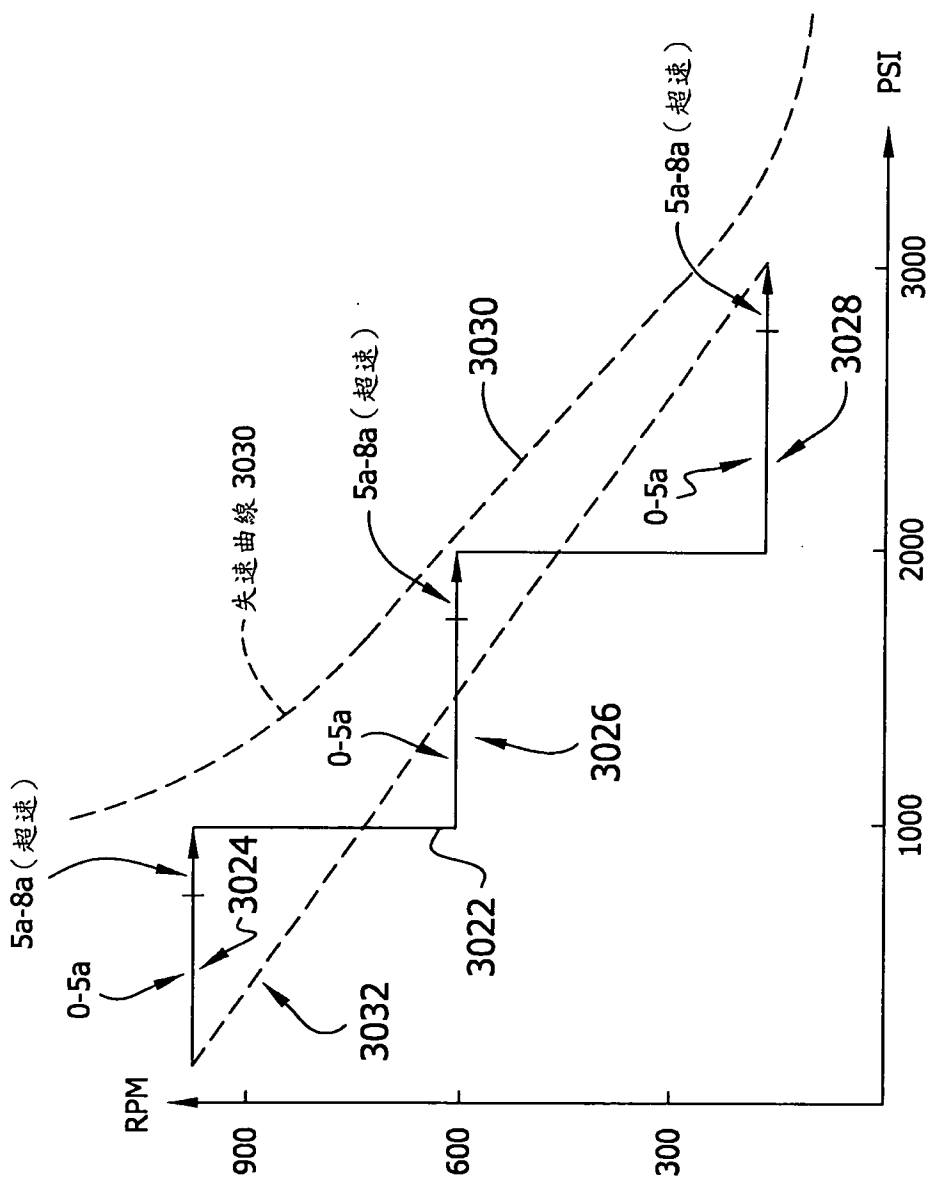


圖57

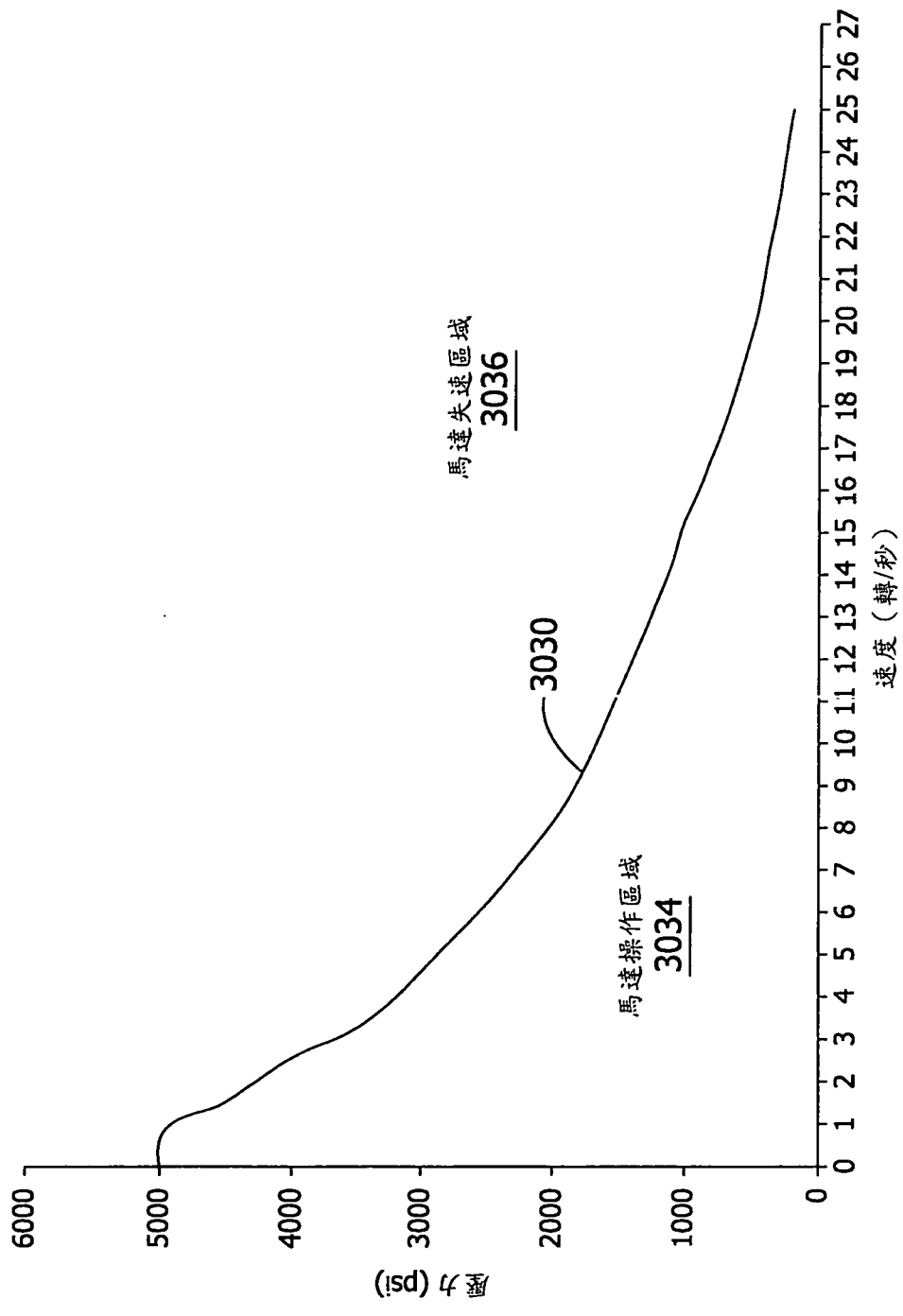


圖 58