



(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 I728532 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 21 日

(21)申請案號：108139388

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 31 日

(51)Int. Cl. : **F15B13/043 (2006.01)****F16K31/42 (2006.01)**

(30)優先權：2018/12/10 美國

16/215,120

(71)申請人：美商太陽水力有限責任公司 (美國) SUN HYDRAULICS, LLC (US)
美國

(72)發明人：查赫 貝恩德 ZAHE, BERND (DE)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

DE 4107695A1

EP 0953776A2

GB 2400161A

US 4201116A

US 6220288B1

US 2013/255809A1

審查人員：楊季璋

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 57 頁

(54)名稱

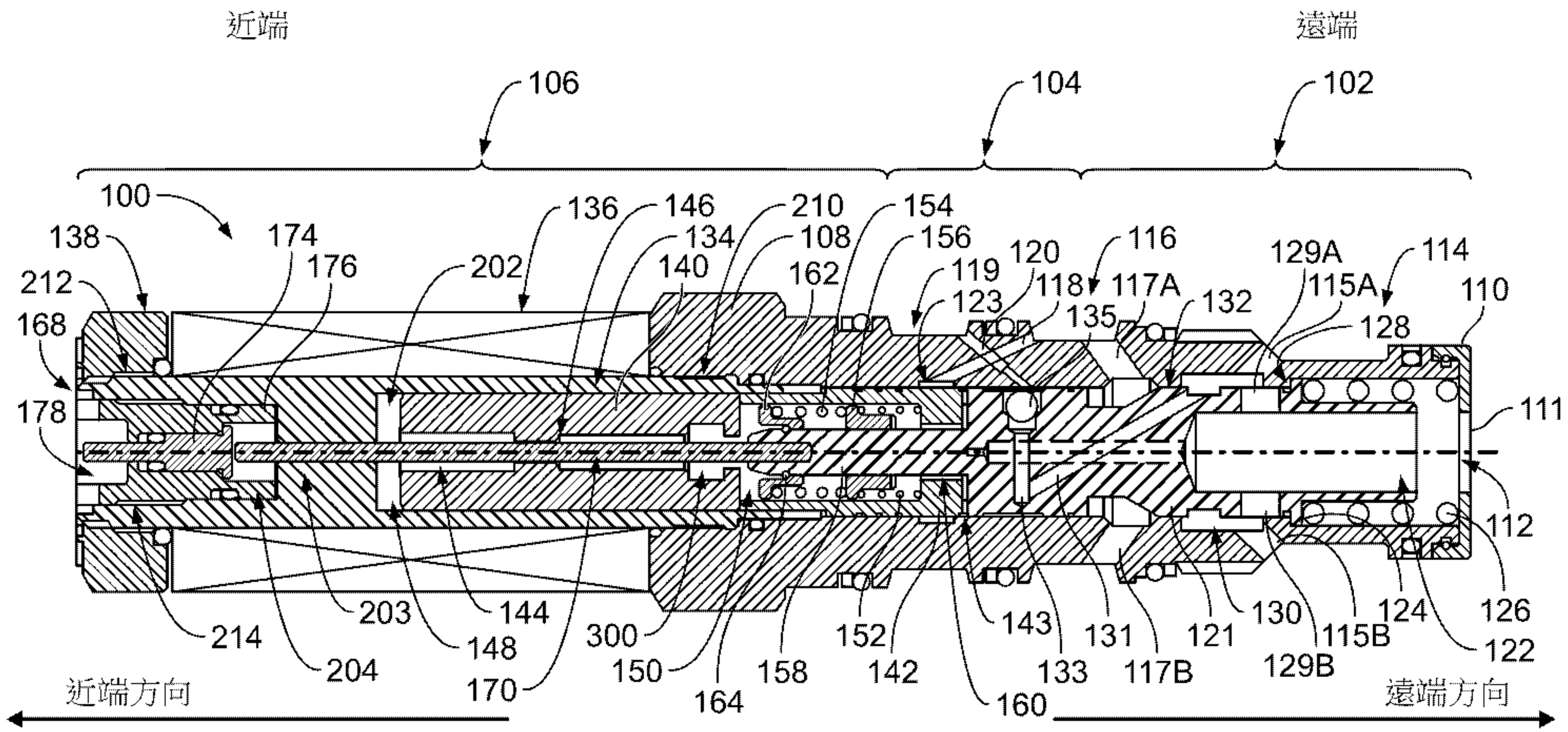
比例閥、操作比例閥之方法及液壓系統

(57)摘要

本發明揭示一種實例性閥，其包含：一活塞，其可在一中立位置與一致動位置之間移動，其中在該中立位置中：該閥之一第二端口流體耦合至一第一端口，且一第三端口自該第二端口流體解耦合；一螺線管致動器套管，其可在一非致動狀態與一致動狀態之間移動，其中在該致動狀態中，該螺線管致動器套管允許先導流體在一遠端方向上對一活塞施加一流體力；一第一回饋彈簧；及一第二回饋彈簧，其與該第一回饋彈簧串聯安置，其中該第一回饋彈簧及該第二回饋彈簧協作以在一近端方向上對該活塞施加一偏壓力以抵抗該流體力，其中該活塞經構形以基於該流體力與該偏壓力之間的一關係而移動至該致動位置。

An example valve includes: a piston movable between a neutral position and an actuated position, wherein in the neutral position: a second port of the valve is fluidly coupled to a first port, and a third port is fluidly decoupled from the second port; a solenoid actuator sleeve movable between an unactuated state and an actuated state, wherein in the actuated state, the solenoid actuator sleeve allows pilot fluid to apply a fluid force on a piston in a distal direction; a first feedback spring; and a second feedback spring disposed in series with the first feedback spring, wherein the first feedback spring and the second feedback spring cooperate to apply a biasing force in a proximal direction on the piston against the fluid force, wherein the piston is configured to move to the actuated position based on a relationship between the fluid force and the biasing force.

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 100:閥
- 102:主要載台
- 104:先導載台
- 106:螺線管致動器
- 108:外殼
- 110:測頭管殼
- 111:貫通孔
- 112:第一端口
- 114:第二端口
- 115A:致動器流動十字孔
- 115B:致動器流動十字孔
- 116:第三端口
- 117A:入口流動十字孔
- 117B:入口流動十字孔
- 118:先導十字孔
- 119:第四端口
- 120:負載感測(LS)十字孔
- 121:活塞
- 122:腔穴/主要腔室
- 123:環形溝槽
- 124:環形肩部/突出
- 126:回動彈簧
- 128:肩部
- 129A:活塞十字孔
- 129B:活塞十字孔
- 130:環形溝槽
- 131:第一橫穿通道
- 132:突出
- 133:第二橫穿通道
- 134:螺線管
- 135:止回元件
- 136:螺線管線圈
- 138:線圈螺帽
- 140:電樞

- 142:螺線管致動器套管
- 143:先導腔室
- 144:縱向通道
- 146:突出
- 148:氣隙
- 150:腔室
- 152:第一回饋彈簧
- 154:第二回饋彈簧
- 156:可滑動彈簧蓋
- 158:近端活塞部分
- 160:孔
- 162:近端彈簧蓋
- 164:線環
- 168:手動超控致動器
- 170:銷
- 174:手動超控活塞
- 176:螺帽
- 202:第一腔室
- 203:磁極片
- 204:第二腔室
- 210:第一螺紋區域
- 212:第二螺紋區域
- 214:第三螺紋區域
- 300:公 T 狀構件



I728532

【發明摘要】

【中文發明名稱】

比例閥、操作比例閥之方法及液壓系統

【英文發明名稱】

PROPORTIONAL VALVE, METHOD FOR OPERATING
PROPORTIONAL VALVE AND HYDRAULIC SYSTEM

【中文】

本發明揭示一種實例性閥，其包含：一活塞，其可在一中立位置與一致動位置之間移動，其中在該中立位置中：該閥之一第二端口流體耦合至一第一端口，且一第三端口自該第二端口流體解耦合；一螺線管致動器套管，其可在一非致動狀態與一致動狀態之間移動，其中在該致動狀態中，該螺線管致動器套管允許先導流體在一遠端方向上對一活塞施加一流體力；一第一回饋彈簧；及一第二回饋彈簧，其與該第一回饋彈簧串聯安置，其中該第一回饋彈簧及該第二回饋彈簧協作以在一近端方向上對該活塞施加一偏壓力以抵抗該流體力，其中該活塞經構形以基於該流體力與該偏壓力之間的一關係而移動至該致動位置。

【英文】

An example valve includes: a piston movable between a neutral position and an actuated position, wherein in the neutral position: a second port of the valve is fluidly coupled to a first port, and a third port is fluidly decoupled from the second port; a solenoid actuator sleeve movable between an unactuated state and an actuated state, wherein in the actuated state, the solenoid actuator sleeve allows pilot

fluid to apply a fluid force on a piston in a distal direction; a first feedback spring; and a second feedback spring disposed in series with the first feedback spring, wherein the first feedback spring and the second feedback spring cooperate to apply a biasing force in a proximal direction on the piston against the fluid force, wherein the piston is configured to move to the actuated position based on a relationship between the fluid force and the biasing force.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100	閥
102	主要載台
104	先導載台
106	螺線管致動器
108	外殼
110	測頭管殼
111	貫通孔
112	第一端口
114	第二端口
115A	致動器流動十字孔
115B	致動器流動十字孔
116	第三端口
117A	入口流動十字孔

117B	入口流動十字孔
118	先導十字孔
119	第四端口
120	負載感測(LS)十字孔
121	活塞
122	腔穴/主要腔室
123	環形溝槽
124	環形肩部/突出
126	回動彈簧
128	肩部
129A	活塞十字孔
129B	活塞十字孔
130	環形溝槽
131	第一橫穿通道
132	突出
133	第二橫穿通道
134	螺線管
135	止回元件
136	螺線管線圈
138	線圈螺帽
140	電樞
142	螺線管致動器套管
143	先導腔室

144	縱向通道
146	突出
148	氣隙
150	腔室
152	第一回饋彈簧
154	第二回饋彈簧
156	可滑動彈簧蓋
158	近端活塞部分
160	孔
162	近端彈簧蓋
164	線環
168	手動超控致動器
170	銷
174	手動超控活塞
176	螺帽
202	第一腔室
203	磁極片
204	第二腔室
210	第一螺紋區域
212	第二螺紋區域
214	第三螺紋區域
300	公T狀構件

【發明說明書】

【中文發明名稱】

比例閥、操作比例閥之方法及液壓系統

【英文發明名稱】

PROPORTIONAL VALVE, METHOD FOR OPERATING
PROPORTIONAL VALVE AND HYDRAULIC SYSTEM

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種流體流動控制及產生負載感測訊號之比例閥。

【先前技術】

【0002】 在習知液壓系統中，加壓液壓流體自一泵供應至一圓柱形(致動器)且液壓流體流出致動器至一儲槽。至致動器及致動器外之流動由一線軸閥控制。線軸閥內之一線軸之位置控制液壓流體之流動。當致動線軸閥時，線軸移動至一特定位置且控制液壓流體至致動器及自致動器兩者之流動。

【0003】 四通線軸閥之構造係使得線軸之一給定位置判定「流入」及「流出」限制大小。因此，耦合量入及量出，且入口上之一特定限制大小對應於出口上之一特定限制大小。因此，閥具有一自由度，且可控制致動器之速度或致動器之一腔室中之壓力之任一者而並非兩者。因此，一線軸閥可提供速度控制但其無法同時達成能量節省潛力。

【0004】 此外，在(例如)一超負載之情況(其在使用重力輔助降低一負載時發生)中，一線軸閥經設計使得出口限制用於控制流動以防止負載依一不可控速度下降。然而，在其他操作條件下(諸如提升一負載)，不需

要此限制，但其在線軸閥之設計中係固有的且引起能量損耗。

【0005】 此外，一些線軸閥經由一先導流體信號致動。特定言之，一減壓閥添加至系統且經構形以自泵接收流體且在提供具有減小壓力位準之先導信號流體至線軸閥以移動其線軸之前減小流體之壓力位準。具有此一減壓閥可增加液壓系統之成本。此外，此一液壓系統涉及首先減小壓力位準接著控制線軸閥之線軸之一衝程。此構形可導致至減壓閥之一命令信號與線軸之一位置之間的較差解析度及較差比例性。

【0006】 因此，可期望具有將線軸閥替換為兩個獨立控制量入閥之線軸閥之一液壓系統。亦可期望具有具有一機械回饋之量入閥以控制一可移動元件之衝程而非控制壓力位準。因此，減壓閥自系統消除且可達成增強流動解析度及比例性。相對於此等及其他考量，呈現本文作出之揭示內容。

【發明內容】

【0007】 本發明描述與流體流動控制及產生負載感測訊號之一比例閥有關之實施方案。

【0008】 在一第一實例性實施方案中，本發明描述一種閥。該閥包含：(i)一外殼，其包括：(a)一第一端口，(b)一第二端口，(c)一第三端口，其中該第三端口包括一先導十字孔及一入口流動十字孔，及(d)一第四端口；(ii)一活塞，其安置於該外殼中且可在一中立位置與一致動位置之間軸向移動，其中該活塞經構形以允許一負載感測(LS)流體信號自該第二端口透過該活塞提供至該第四端口，且其中在該中立位置中：(a)該第二端口流體耦合至該第一端口，且(b)該第三端口之該入口流動十字孔自該第二端口流體解耦合；(iii)一螺線管致動器套管，其包括位於其中之一

腔室，其中該螺線管致動器套管可在一非致動狀態與一致動狀態之間軸向移動，其中在該非致動狀態中，該螺線管致動器套管阻擋該第三端口之該先導十字孔，且在該致動狀態中，該螺線管致動器套管經構形以允許該先導十字孔流體耦合至該第一端口且允許先導流體在一遠端方向上對該活塞施加一流體力；(iv)一第一回饋彈簧，其安置於該螺線管致動器套管內之該腔室中；及(v)一第二回饋彈簧，其與該螺線管致動器套管內之該腔室中之該第一回饋彈簧串聯安置，其中該第一回饋彈簧及該第二回饋彈簧協作以在一近端方向上對該活塞施加一偏壓力以抵抗該流體力，其中該活塞經構形以基於該流體力與該偏壓力之間的一關係而軸向移動至該致動位置，且其中在該致動位置中，該入口流動十字孔流體耦合至該第二端口而該第二端口自該第一端口流體解耦合。

【0009】 在一第二實例性實施方案中，本發明描述一種液壓系統，其包含：一負載感測泵，其具有一負載感測(LS)端口及用於自該端口提供流體之一出口；一儲槽；一致動器；及一閥，其具有：(i)流體耦合至該儲槽之一第一端口，(ii)流體耦合至該致動器之一第二端口，(iii)流體耦合至該負載感測泵之該出口之一第三端口，其中該第三端口包括一先導十字孔及一入口流動十字孔；及(iv)流體耦合至該負載感測器泵之該LS端口之一第四端口。該閥包括：(i)一活塞，其可在一中立位置與一致動位置之間軸向移動，其中該活塞經構形以允許一LS流體信號透過該活塞自該第二端口提供至該第四端口，其中在該中立位置中：(a)該第二端口流體耦合至該第一端口，且(b)該第三端口之該入口流動十字孔自該第二端口流體解耦合；(ii)一螺線管致動器套管，其可在一非致動狀態與一致動狀態之間軸向移動，其中在該非致動狀態中，該螺線管致動器套管阻擋該第三端

口之該先導十字孔，且在該致動狀態中，該螺線管致動器套管經構形以允許該先導十字孔流體耦合至該第一端口且允許先導流體在一遠端方向上對該活塞施加一流體力；(iii)一第一回饋彈簧，及(iv)一第二回饋彈簧，其與該第一回饋彈簧串聯安置，其中該第一回饋彈簧及該第二回饋彈簧協作以在一近端方向上對該活塞施加一偏壓力以抵抗該流體力，其中該活塞經構形以基於該流體力與該偏壓力之間的一關係而軸向移動至該致動位置，且其中在該致動位置中，該入口流動十字孔流體耦合至該第二端口而該第二端口自該第一端口流體解耦合。

【0010】 在一第三實例性實施方案中，本發明描述一種方法。該方法包含：(i)在一第一狀態中操作一閥，其中該閥之一第一端口流體耦合至該閥之一第二端口使得允許流體自該第二端口流動至該第一端口；(ii)接收激勵該閥之一螺線管致動器之一螺線管線圈之一電信號以在一第二狀態中操作；(iii)回應地引起一電樞及耦合至其之一螺線管致動器套管移動，藉此(a)壓縮一第一回饋彈簧及與該第一回饋彈簧串聯安置之一第二回饋彈簧以增加由該第一回饋彈簧及該第二回饋彈簧在一近端方向上施加於該閥之一活塞上之一偏壓力，及(b)打開一先導流動路徑以允許先導流體自該閥之一第三端口流動至該第一端口，其中該先導流體在一遠端方向上對該活塞施加一流體力，且其中該活塞移動至由該流體力與該偏壓力之間的一關係判定之一特定軸向位置；及(iv)回應於該活塞至該特定軸向位置之運動，(a)打開自該第三端口至該第二端口之一主要流動路徑同時阻擋自該第二端口至該第一端口之流體路徑，且(b)打開自該第二端口至該閥之一第四端口之一負載感測路徑以將一負載感測信號提供至該負載感測路徑。

【0011】 前述[發明內容]僅具繪示性且不意欲以任何方式限制。除上述繪示性態樣、上述事實方案及特徵之外，進一步態樣、實施方案及特徵將參考附圖及以下詳細描述而變動明顯。

【圖式簡單說明】

【0012】 隨附申請專利範圍中闡述繪示性實例之新穎特徵據信特性。然而，繪示性實例以及一較佳使用模式、進一步目標及其描述將藉由在結合附圖閱讀時參考本發明之一繪示性實例之以下詳細描述最佳理解。

【0013】 圖1繪示根據一實例性實施方案之一非致動狀態中之一閥之一橫截面側視圖。

【0014】 圖2繪示根據一實例性實施方案之一螺線管之一橫截面側視圖。

【0015】 圖3繪示根據另一實例性實施方案之展示耦合至一螺線管致動器套管之一電樞之一三維透視圖。

【0016】 圖4A繪示根據一實例性實施方案之一第一致動狀態中之一閥之一橫截面側視圖。

【0017】 圖4B繪示根據一實例性實施方案之圖1中所展示之閥之一部分橫截面後視圖。

【0018】 圖5繪示根據一實例性實施方案之一第二致動狀態中之一閥之一橫截面側視圖。

【0019】 圖6繪示根據一實例性實施方案之一液壓系統。

【0020】 圖7繪示根據一實例性實施方案之用於操作一閥之一方法之一流程圖。

【實施方式】

【0021】 液壓系統中可期望獨立控制至一致動器之量入流動及自致動器之量出流動。獨立控制流入及流出一致動器提供能夠控制致動器之速度以及致動器之腔室之一者中之壓力之一兩個自由度系統以顯示系統能夠達成一較高效率。

【0022】 此外，在其中一線軸閥用於控制量入及量出流動之一些習知液壓系統中，除線軸閥之外，使用一減壓閥。減壓閥經構形以減小自一泵及其他加壓流體源接收之流體之壓力位準，且接著提供一壓力先導流體信號至線軸閥以使一線軸在線軸閥內移動。減壓閥添加液壓系統之成本。此外，具有減壓閥之此構形涉及控制先導信號之壓力位準至接著控制線軸之位置。此構形可導致至減壓閥之一命令信號與線軸閥之位置之間的較差解析度及較差比例性。

【0023】 一致動器可具有兩個腔室，各腔室具有一各自壓力位準下之流體。腔室中之各自壓力位準之較高壓力位準可指示致動器經受之負載。一實例性液壓系統可包含一負載感測可變位移泵作為一流體源。負載感測可變位移泵可經構形以接收指示腔室中之各自壓力位準之較高壓力位準之一負載感測(LS)壓力信號及提供等於LS流體信號之壓力位準加上一邊限壓力設定之一壓力位準之一流動輸出以驅動致動器。換言之，泵之輸出壓力位準減去LS流體信號之壓力位準等於邊限壓力設定。特定言之，負載感測可變位移泵可經構形以加上或減去輸出流動以回應於LS流體信號之壓力位準而產生邊限壓力設定。可期望具有經構形以內部產生LS流體信號以操作泵之一閥而非具有外部液壓連接且梭動閥將LS流體信號提供至泵。

【0024】 本文揭示一種經構形以控制至一致動器之量入流動之閥。

所揭示之閥可消除用於習知系統中之減壓閥。另外，所揭示之閥基於一主要可移動元件之一機械位置回饋而非基於控制一先導信號之壓力位準來操作。因此，可達成增強位置控制使得可在至閥之一命令信號與流體透過閥之流動速率之間達成增強比例性。兩個此等閥可用於獨立控制至一致動器之各自兩個腔室之量入流動。閥之一者可致動而另一者保持非致動。所揭示之閥經構形使得當致動時，其產生一LS流體信號以驅動一負載感測可變位移泵。

【0025】 圖1繪示根據一實例性實施方案之一非致動狀態中之一閥100之一橫截面側視圖。閥100可插入或螺合至具有對應於下文所描述之閥100之端口之端口之一歧管。歧管可因此將閥100流體耦合至一液壓系統之其他組件。

【0026】 閥100包含一主要載台102、一先導載台104及一螺線管致動器106。閥100包含具有位於其中之一縱向圓柱形腔穴之一外殼108。外殼108亦可指稱閥100之一閥本體或主要套管。外殼108之縱向圓柱形腔穴經構形以容置主要載台102、先導載台104及螺線管致動器106之部分。

【0027】 在實例中，閥100可包含安裝於外殼108之一遠端處之一測頭管殼110。測頭管殼110可具有一貫通孔111以允許貫穿其間之流體傳達。

【0028】 閥100包含界定於外殼108之一機頭或遠端處之一第一端口112。第一端口112與測頭管殼110之貫通孔111對準。第一端口112亦可指稱一儲槽端口且可經構形以流體耦合至液壓流體之一儲槽或儲罐。

【0029】 閥100亦可包含一第二端口114。第二端口114可包含安置於外殼108周圍之一徑向陣列中之可指稱致動器流動十字孔(諸如致動器流

動十字孔115A、115B)之一組十字孔。第二端口114可指稱開口或控制端口且可經構形以流體耦合至一致動器之一腔室以向其提供流體。

【0030】 閥100可進一步包含一第三端口116。第三端口116可指稱一入口且經構形以耦合至一流體源(例如一泵、一累積器等等)。第三端口116可包含安置於外殼108周圍之一徑向陣列中之可指稱入口流動十字孔(諸如入口流動十字孔117A、117B)之一第一組十字孔。第三端口116可進一步包含可指稱先導十字孔(諸如先導十字孔118)之一第二組十字孔。先導十字孔118將第三端口116流體耦合至形成於外殼108之內周邊表面中之一環形溝槽123。

【0031】 閥100可進一步包含一第四端口119。第四端口119可指稱一負載感測(LS)端口且經構形以耦合至(例如)一負載感測可變位移泵之一LS端口。第四端口119可包含可指稱LS十字孔(諸如LS十字孔120)之一組十字孔。如下文所描述，閥100經構形使得，當致動時，一壓力流體信號自第二端口114傳達至第四端口119以將一LS流體信號提供至一負載感測可變位移泵。LS十字孔120與先導十字孔118隔離(例如自先導十字孔118流體解耦合且不與先導十字孔118交互作用)。

【0032】 閥100進一步包含安置於及可滑動地容納於外殼108之縱向圓柱形腔穴中之一活塞121。術語「活塞」在本文中用於涵蓋任何類型之可移動元件，諸如一線軸型可移動元件或一提動型可移動元件。活塞121在圖中展示為一線軸型可移動元件；然而，預期可替代使用一提動型可移動元件。

【0033】 此外，貫穿本文之術語「可滑動地容納」用於指示一第一組件(例如活塞121)相對於一第二組件(例如外殼108)定位，其中充分間隙

介於其間，以達成第一組件相對於第二組件之移動。因此，第一組件(例如活塞121)不固定、鎖定或固定地安置於閥100中，而是允許相對於第二組件(例如外殼108)移動。

【0034】 活塞121具有位於其中之一腔穴或主要腔室122。主要腔室122流體耦合至第一端口112。活塞121亦包含自活塞121之一外周邊表面突出之一環形肩部或突出124。

【0035】 閥100進一步包含圍繞突出124與測頭管殼110之間的活塞121之外周邊表面安置之一回動彈簧126。特定言之，回動彈簧126之一遠端抵靠測頭管殼110，而回動彈簧126之一近端抵靠突出124。測頭管殼110固定，且因此回動彈簧126在近端方向上偏壓活塞121至圖1中所展示之一中立位置，其中突出124抵靠自外殼108之一內周邊表面向內突出之一肩部128。回動彈簧126可構形為一剛性彈簧。作為為了說明之一實例，回動彈簧126可經構形以對活塞121施加20磅力(lbf)與40 lbf之間的一力。

【0036】 活塞121進一步包含安裝於活塞121周圍之一徑向陣列中之一組十字孔(諸如活塞十字孔129A、129B)。在圖1中所展示之中立位置中，活塞十字孔129A、129B與形成於外殼108之內周邊表面中之一環形溝槽130對準或重疊。環形溝槽130流體耦合至致動器流動十字孔115A、115B。因此，當閥100位於圖1中所展示之中立位置中時，第二端口114流體耦合至第一端口112，且接收於第二端口114處之流體(例如自一致動器之一腔室)可流動通過致動器流動十字孔115A、115B及環形溝槽130，接著通過活塞十字孔129A、129B至主要腔室122，接著至可流體耦合至一儲槽或儲罐之第一端口112。因此，在圖1之中立位置中，第二端口114處

之流體傳達至可耦合至一儲槽之的一端口112。儲槽或儲罐可具有一低壓力位準(例如每平方英寸0磅至70磅(psi))下之流體。

【0037】 如圖1中所描繪，外殼108具有自外殼108之內周邊表面向內突出之一突出132。在圖1中所展示之中立位置中，突出132與活塞121之一放大直徑區段協作以阻擋流體自第三端口116流動至第二端口114。換言之，在圖1中所展示之中立位置中，第三端口116自第二端口114流體解耦合。

【0038】 術語「流體解耦合」在本文中用於意謂無實質上流體流動(例如除每分鐘數滴之最小漏流之外)在兩個端口之間發生。類似地，貫穿本文之術語「阻擋」用於指示(例如)除每分鐘數滴之最小或漏流之外，實質上防止流體流動。

【0039】 活塞121進一步包含一或多個橫穿通道(諸如形成於其中之一第一橫穿通道131及一第二橫穿通道133)。第一橫穿通道依一角度傾斜或安置且經構形以將第二端口114流體耦合(經由致動器流動十字孔115A及環形溝槽130)至第二橫穿通道133。

【0040】 閥100包含安置於第二橫穿通道133之一端處之一止回元件135 (例如一止回球(一金屬球))。儘管一止回球在本文中用於繪示一止回元件，但任何其他類型之止回元件可替代止回球使用。例如，可使用一提動或一銷及球之一組合。止回元件135可阻止自第四端口119經由LS十字孔120至第二橫穿通道133之流體流動。然而，若加壓流體提供至第二端口114，則加壓流體可透過第一橫穿通道131及第二橫穿通道133傳達以推動止回元件135且圍繞其流動，接著透過LS十字孔120傳達至第四端口119。

【0041】 螺線管致動器106包含構形為安置於外殼108之一近端內及接收於外殼108之一近端處之一圓柱形外殼或本體之一螺線管134，使得螺線管134與外殼108同軸。一螺線管線圈136可安置於螺線管134之一外表面周圍。螺線管線圈136保持於外殼108之一近端與具有可在其近端處接合形成於螺線管134之外周邊表面上之一螺紋區域之內螺紋之一線圈螺帽138之間。

【0042】 圖2繪示根據一實例性實施方案之螺線管134之一橫截面側視圖。如圖中所繪示，螺線管134具有一圓柱形本體200，其具有其中含有形成於圓柱形本體200之一遠端側內之一第一腔室202及形成於圓柱形本體200之一近端側內之一第二腔室204。螺線管134包含形成為圓柱形本體200內之一突出之一磁極片203。磁極片203使第一腔室202與第二腔室204分離。換言之，磁極片203可由高磁導率之材料構成。

【0043】 此外，磁極片203界定貫穿其間之一通道205。換言之，磁極片203處或透過磁極片203之螺線管134之一內周邊表面形成通過205，其將第一腔室202流體耦合至第二腔室204。因此，提供至第一腔室202之加壓流體透過通道205傳達至第二腔室204。

【0044】 在實例中，通風205可經構形以接收貫穿其間之一銷以將第二腔室204中之一組件之線性運動轉移至第一腔室202中之另一組件且反之亦然，如下文所描述。因此，通道205可包含位於其端處(例如引導至第一腔室202之一端及引導至第二腔室204中之另一端)之圓周表面以促進貫穿其間之此一銷之插入。

【0045】 螺線管134具有經構形以耦合至外殼108之一遠端206及一近端208。特定言之，螺線管134可具有在遠端206處安置於圓柱形本體

200之一外周邊表面上之一第一螺紋區域210，其經構形以與形成於外殼108之內周邊表面中之對應螺紋螺合。

【0046】 另外，螺線管134可具有在近端208處安置於圓柱形本體200之外周邊表面上且經構形以與形成於線圈螺帽138之內周邊表面中之對應螺紋螺合之一第二螺紋區域212。此外，螺線管134可具有安置於上在近端208處安置於圓柱形本體200之內周邊表面上且經構形以與形成於如下文所描述(參閱圖1)之一手動超控致動器168之一組件或可插入第二腔室204中之其他組件(諸如一位置感測器)中之對應螺紋螺合之一第三螺紋區域214。螺線管134亦可具有可與手動超控致動器168之各自肩部配合之形成於圓柱形外殼200之內周邊表面中之一或多個肩部以達成螺線管134內之手動超控致動器168 (或其他組件)之對準。

【0047】 返回參考圖1，螺線管134經構形以將一電樞140容置於第一腔室202中。電樞140可滑動地容納於螺線管134內(即，電樞140可在螺線管134內軸向移動)。螺線管致動器106進一步包含接收於外殼108之近端處且部分安置於螺線管134之一遠端內之一螺線管致動器套管142。

【0048】 螺線管致動器套管142展示於圖1中之一非致動狀態中且經構形以當致動閥100 (例如當激勵螺線管線圈136時)移動至一致動狀態。特定言之，電樞140機械耦合至螺線管致動器套管142或與螺線管致動器套管142鏈接。因此，若當激勵螺線管線圈136時電樞140軸向移動(例如在近端方向上)，則螺線管致動器套管142連同電樞140在相同方向上移動。電樞140可以若干方式耦合至螺線管致動器套管142。

【0049】 圖3繪示根據一實例性實施方案之展示耦合至螺線管致動器套管142之電樞140之一三維部分透視圖。如圖中所展示，螺線管致動

器套管142可具有一公T狀構件300，且電樞140可具有形成為經構形以接收螺線管致動器套管142之公T狀構件300之一環形內部溝槽之一對應母T狹槽302。使用此構形，電樞140及螺線管致動器套管142彼此耦合使得若電樞140移動，則螺線管致動器套管142隨其一起移動。

【0050】 返回參考圖1，電樞140包含形成於其中之一縱向通道144。電樞140進一步包含縱向通道144內之一突出146。如上文所提及，螺線管134包含形成為圓柱形本體200內之一突出之磁極片203。磁極片203由基於電樞140之軸向位置而在長度上變動之一氣隙148與電樞140分離。

【0051】 螺線管致動器套管142具有位於此遠端處之一孔160。此外，活塞121具有近端延伸穿過螺線管致動器套管142之孔160之一近端活塞部分158。

【0052】 螺線管致動器套管142使經構形以容置一第一回饋彈簧152及與第一回饋彈簧152串聯安置之一第二回饋彈簧154之一腔室150形成於其中。特定言之，閥100包含可滑動地容納於活塞121之近端活塞部分158之一外周邊表面周圍之一可滑動彈簧蓋156，其中近端活塞部分15在腔室150內延伸穿過螺線管致動器套管142之孔160。使用此構形，第一回饋彈簧152安置於螺線管致動器套管142內使得第一回饋彈簧152之一遠端與螺線管致動器套管142之一內表面介接，且第一回饋彈簧152之一近端抵靠可滑動彈簧蓋156。

【0053】 閥100進一步包含安置於螺線管致動器套管142內之腔室150中之一近端彈簧蓋162。第二回饋彈簧154之一遠端與可滑動彈簧蓋156介接，而第二回饋彈簧154之一近端抵靠近端彈簧蓋162。

【0054】 閥100進一步包含安置於安置於活塞121之近端活塞部分158之一外周邊表面中之一環形溝槽中之一線環164。線環164徑向向外突出以接合近端彈簧蓋162。使用此構形，在遠端方向上施加於活塞121之一力經由線環164轉移至近端彈簧蓋162。類似地，在近端方向上施加於近端彈簧蓋162之一力經由線環164轉移至活塞121。在其他實例性實施方案中，一突出可形成於近端活塞部分158之外表面上或一墊圈可安置於其上而非使用線環164。

【0055】 第一回饋彈簧152可具有一第一彈力常數或彈力係數 k_1 且在遠端方向上對螺線管致動器套管142施加一偏壓力。類似地，第二回饋彈簧154可具有一第二彈力係數 k_2 且在遠端方向上對與第一回饋彈簧152介接之可滑動彈簧蓋156施加一偏壓力。

【0056】 使用此構形，第一回饋彈簧152及第二回饋彈簧154串聯安置。特定言之，在近端方向上施加於螺線管致動器套管142之一力在無量值改變之情況下施加於各回饋彈簧152、154，且螺線管致動器套管142之應變之量(變形)或軸向運動係個別回饋彈簧152、154之應變之總和。類似地，在遠端方向上施加於活塞121之一力在無量值改變之情況下施加於各回饋彈簧152、154，且活塞121之軸向運動之範圍係個別回饋彈簧152、154之應變之總和。

【0057】 歸因於串聯之回饋彈簧152、154，第一回饋彈簧152及第二回饋彈簧154之組合具有任一彈簧之小於各自彈力係數之一等效或有效彈力係數 k_{eq} 。特定言之，有效彈力係數 k_{eq} 可判定為 $\frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$ 。

【0058】 第一回饋彈簧152及第二回饋彈簧154協作以在遠端方向上對螺線管致動器套管142施加一偏壓力且協作以在近端方向上對活塞121

施加一偏壓力。此等偏壓力影響作用於螺線管致動器套管142上之力與作用於活塞121上之力之間的力平衡，且藉此影響活塞121之平衡軸向位置。

【0059】 具體而言，基於回饋彈簧152、154之等效彈力係數 k_{eq} 及其各自長度，回饋彈簧152、154在遠端方向上對螺線管致動器套管142施加一特定預負載或偏壓力。預負載或偏壓力引起螺線管致動器套管142朝向圖1中所展示之中立位置或非致動狀態偏壓，其中環形溝槽123及先導十字孔118由螺線管致動器套管142阻擋。當先導十字孔118如圖1中所展示被阻擋時，第三端口116處之流體不在遠端方向上對活塞121施加一流體力，且活塞121保持在圖1中所展示之中立位置中，其中活塞120阻擋自第三端口116至第二端口114之流體流動。

【0060】 為致動閥100，一電命令信號可自一液壓系統之一控制器發送至螺線管線圈136。當一電流透過螺線管線圈136之繞組提供以致動閥100時，產生一磁場。磁極片203透過氣隙148引導磁場朝向電樞140，其可移動且吸引朝向磁極片203。換言之，當一電流施加於螺線管線圈136時，所產生之磁場形成磁極片203及電樞140中之一北極及南極，且因此磁極片203及電樞140彼此吸引。因為磁極片203固定且電樞140可移動，因此電樞140可朝向磁極片203橫穿氣隙148，且氣隙148減小。因此，一螺線管力施加於電樞140上，其中螺線管力係趨向於在近端方向上提拉電樞140之一拉力。螺線管力與電命令信號之一量值(例如施加於螺線管線圈136之電流或電壓之量值)成比例。

【0061】 圖4A繪示根據一實例性實施方案之一第一致動狀態中之閥100之一橫截面側視圖。施加於電樞140之螺線管力亦施加於耦合至電樞140之螺線管致動器套管142，如上文參考圖3所描述。螺線管致動器套管

142繼而在近端方向上對第一回饋彈簧152施加一壓縮力，其因此壓縮於螺線管致動器套管142與可滑動彈簧蓋156之間。可滑動彈簧蓋156繼而在近端方向上對第二回饋彈簧154施加一壓縮力，其因此壓縮於可滑動彈簧蓋156與近端彈簧蓋162之間。

【0062】 近端彈簧蓋162經由線環164對活塞121施加一力。然而，歸因於活塞121之突出124與外殼108之肩部128之間的交互作用，阻止活塞121在相對於圖1中所展示之中立位置之近端方向上移動。因此，螺線管力在近端方向上作用於螺線管致動器套管142以抵抗回饋彈簧152、154在遠端方向上施加於螺線管致動器套管142之有效偏壓力。

【0063】 當至螺線管線圈136之電信號增加時，螺線管力可克服回饋彈簧152、154對螺線管致動器套管142之有效偏壓力，且螺線管致動器套管142在近端方向上移動。當至螺線管線圈136之命令信號超過一預定臨限命令(例如最大電壓或電流命令之20%)時，回饋彈簧152、154可充分壓縮且螺線管致動器套管142在近端方向上軸向移動至圖4A中所展示之致動狀態。

【0064】 當螺線管致動器套管142開始移動通過環形溝槽123之一遠端邊緣時(如圖4A中所描繪)，環形溝槽123及先導十字孔118部分未阻擋(例如環形溝槽123之至少一部分曝露)。此外，當螺線管致動器套管142近端移動時，形成一先導腔室143，其中先導腔室143使螺線管致動器套管142與活塞121分離。因此，先導腔室143經由先導十字孔118流體耦合至第三端口116且自第三端口116接收流體。

【0065】 圖4B繪示根據一實例性實施方案之閥100之一部分橫截面後視圖。一起參考圖4A至圖4B，活塞121具有一孔口402及形成於其中之

一縱向通道403。如圖4B中所展示，孔口402及縱向通道403自近端活塞部分158橫向偏移。換言之，孔口402及縱向通道403自活塞121之一中心縱軸橫向偏移。使用此構形，孔口402流體耦合至先導腔室143。

【0066】 因此，使用此構形，返回參考圖4A，當螺線管致動器套管142移動通過環形溝槽123之遠端邊緣時，一先導流動路徑形成或打開。先導流動路徑包含(i)先導十字孔118，(ii)環形溝槽123，(iii)一流動限制405，其包括環形溝槽123之一部分開口，(iv)先導腔室143，(v)孔口402，(vi)縱向通道403，及(vii)主要腔室122。因此，一旦先導流動路徑形成或打開，先導流體可自第三端口116流動通過先導十字孔118至環形溝槽123，通過流動限制405至先導腔室143，接著通過孔口402及縱向通道403至主要腔室122，接著至第一端口112，其可流體耦合至一儲槽或儲罐。透過孔口402自第三端口116至第一端口112之此先導流體流動可指稱先導流動。作為用於說明之一實例，先導流動可總計約0.15加侖每分鐘(GPM)。

【0067】 透過流動限制405之先導流動引起第三端口116及先導腔室143處之流體之間的流體之壓力位準中之一壓降。例如，若第三端口116處之壓力位準係5000 psi，則當螺線管致動器套管142位於圖4A中所展示之位置中時，先導腔室143內之壓力位準可為約250 psi。螺線管致動器套管142之軸向位置判定曝露之環形溝槽123之部分之一範圍，即判定流動限制405之一大小。螺線管致動器套管142在近端方向上之較大軸向移動可增加流動限制405之大小且先導腔室143中之壓力位準可回應地增加。

【0068】 先導腔室143中之加壓流體在遠端方向上對活塞121之一環形區域404施加一流體力。此外，先導腔室143中之加壓流體透過螺線管

致動器套管142之孔160及透過未密封空間傳達至螺線管致動器套管142內之腔室150之近端。腔室150之近端處之加壓流體亦在遠端方向上對活塞121之近端施加一流體力。當作用於活塞121上之流體力克服回動彈簧126之偏壓力時，活塞121在遠端方向上移動至圖4A中所展示之一致動位置。

【0069】 當活塞121在遠端方向上移動至致動位置時，活塞十字孔129A、129B受阻擋(如圖4A中所展示)以阻止自第二端口114至第一端口112之流體流動。換言之，第二端口114自第一端口112流體解耦合。當螺線管致動器套管142在近端方向上移動且活塞121在遠端方向上移動時，先導腔室143之體積增加。

【0070】 此外，當活塞121在遠端方向上移動時，其經由線環164將一力施加於近端彈簧蓋162，藉此對第二回饋彈簧154施加一力。第二回饋彈簧154繼而對可滑動彈簧蓋156施加一力，其當可滑動彈簧蓋156在螺線管致動器套管142之外周邊表面上滑動時壓縮第一回饋彈簧152。

【0071】 在一實例中，第一回饋彈簧152可比第二回饋彈簧154軟。換言之，第一回饋彈簧152之彈力係數 k_1 可小於第二回饋彈簧154之彈力係數 k_2 。作為用於說明之一實例，彈力係數 k_1 可為約22磅力每平方英寸(lbf/in)且第一回饋彈簧152可施加約2 lbf之一偏壓力，而彈力係數 k_2 可為約67 lbf/in且第二回饋彈簧154可施加約10 lbf之一偏壓力。在此實例中，當活塞121在遠端方向上移動時，較軟之第一回饋彈簧152首先壓縮，而第二回饋彈簧154保持實質上未壓縮或換言之第二回饋彈簧154可壓縮小於其長度之一臨限值(例如1%至2%)。

【0072】 第一回饋彈簧152壓縮直至可滑動彈簧蓋156到達其中可滑動彈簧蓋156停止之螺線管致動器套管142之內部遠端，如圖4中所展示。

此位置可對應於一臨限命令信號值(例如至螺線管線圈136之最大電壓或電流命令之20%)。

【0073】 活塞121在遠端方向上之進一步軸向運動亦引起第二回饋彈簧154壓縮。當回饋彈簧152、154壓縮時，回饋彈簧152、154在近端方向上施加於活塞121之力(經由線環164)增加，因為一彈簧施加之力等於軸向壓縮乘以其彈力係數之量。

【0074】 活塞121回應於至螺線管線圈136之命令信號之軸向位置由施加於活塞121之各種力之間的一關係(例如力平衡)定或基於該關係。特定言之，回饋彈簧152、154可壓縮直至回饋彈簧152、154在近端方向上施加於活塞121之力(除回動彈簧126在近端方向上作用於活塞121之一各自偏壓力之外)平衡在遠端方向上施加於活塞121之流體力。術語「平衡」在本文中用於指示在近端方向上作用於活塞121上之總力在量值上相等且相對於在遠端方向上作用於活塞121上之總力在方向上相反。

【0075】 當至螺線管線圈136之命令信號增加時，螺線管力增加且電樞140以及螺線管致動器套管142在近端方向上進一步移動，藉此增加流動限制405之開口之一大小。因此，透過流動限制405之壓降下降且先導腔室143中之壓力位準增加。當先導腔室143中之流體之壓力位準增加時，其在遠端方向上施加於活塞121之流體力增加且活塞121在遠端方向上進一步移動。當活塞121在遠端方向上進一步移動時，回饋彈簧152、154進一步壓縮，且回饋彈簧152、154在近端方向上對活塞121施加之力增加直至其平衡在遠端方向上作用於活塞121上之流體力。一旦力之間的此力平衡或關係達成，活塞121在至螺線管線圈136之命令信號成比例之一位置處停止。

【0076】 圖5繪示根據一實例性實施方案之一第二致動狀態中之閥100之一橫截面側視圖。儘管圖4A中所描繪之第一致動狀態可對應於係最大電壓或電流之約20%之一命令信號，但圖5中所描繪之一第二致動狀態可對應於係最大電壓或電流之約80%之一命令信號。

【0077】 如圖5中所描繪，較高命令信號引起活塞121在遠端方向上進一步移動(例如移動至圖5中之右邊)。因此，第二回饋彈簧154壓縮直至到達一新平衡位置。特定言之，當第二回饋彈簧154歸因於活塞121在遠端方向上之運動而壓縮時，第二回饋彈簧154在近端方向上施加於活塞121之力增加。第二回饋彈簧154之力增加直至其平衡活塞121上之流體力，且活塞120在圖5中所展示之一新平衡位置處停止。

【0078】 此外，如圖5中所描繪，活塞121在遠端方向上之軸向運動引起一環形主要流動區域500形成於活塞121之外周邊表面與外殼108之突出132之間。在活塞121之此位置中，形成允許第三端口116處之流體流動通過其至第二端口114之一主要流動路徑。特定言之，允許第三端口116處之流體流動通過入口流動十字孔117A、117B，接著通過環形主要流動區域500、環形溝槽130及致動器流動十字孔115A、115B至第二端口114及接著至可流體耦合至第二端口114之致動器。

【0079】 當活塞121在遠端方向上進一步移動且第二回饋彈簧154相對於其在圖4A中之狀態進一步壓縮時，環形主要流動區域500可在大小上增加。透過環形主要流動區域500之流動可指稱主要流動。作為用於說明之一實例，基於活塞121之軸向位置，主要流動速度可總計高達25 GPM。25 GPM主要流動速率僅係用於說明之一實例。閥100在大小上可縮放且可達成不同量之主要流動速率。此外，可使活塞121之外表面具有

環形主要流動區域500處之一傾斜表面502。傾斜表面502之傾角可影響透過活塞121之一給定軸向位置之環形主要流動區域500之流動速率。

【0080】 當活塞121移動時，傾斜表面502之傾角可進一步影響閥100之一流動增益。流動增益表示活塞121之軸向位置中之每單位變化之環形主要流動區域500之流動速率之變化之量值。因此，傾斜表面502之角度可改變以改變閥100之容量(例如透過閥100之最大流動速率)及閥100之流動增益。

【0081】 如上文所提及，圖4A繪示對應於(例如)最大命令之約20%之一命令之一第一致動狀態，且圖5繪示對應於(例如)最大命令之約80%之一命令之一第二致動狀態。介於20%與80%之間的一命令信號比例地對應於介於其在圖4A中之位置與其在圖5中之位置之活塞121之一軸向位置。因此，通過閥之流動速率可由至螺線管線圈136之命令信號成比例調變。

【0082】 此外，當形成主要流動路徑時，亦形成一LS路徑且產生一LS流體信號。特定言之，提供至第二端口114及流體耦合至其之致動器之加壓流體亦經由LS路徑傳達至第四端口119。LS路徑包含第一橫穿通道131、形成於活塞121之一外周邊表面上之一環形溝槽504及LS十字孔120。因此，一LS流體信號由流動通過第一橫穿通道131以推動止回元件135及圍繞其流動、流動至環形溝槽504、通過LS十字孔120至第四端口119之流體產生。

【0083】 因為第二端口114可流體耦合至一致動器之一腔室，因此提供至第二端口114及亦透過LS路徑提供至第四端口119之加壓流體具有實質上等於致動器之腔室中之流體之壓力位準之一壓力位準。此壓力位準

可指示致動器經受之一負載。第四端口119可耦合至一負載感測泵之一LS端口以將LS流體信號提供至該LS端口且允許泵提供具有等於LS流體信號之壓力位準(自第二端口114提供至致動器之流體之壓力位準)加上一邊限壓力設定之一壓力之一流動輸出。負載感測泵之流動輸出提供至第三端口116且具有比致動器之腔室中之壓力位準高邊限壓力設定之一壓力位準以達成驅動致動器。

【0084】 與習知閥構形相比，閥100之構形提供若干增強。如上文所提及，回動彈簧126可構形為一剛性彈簧(例如可引起一高力(諸如20 lbf與80 lbf之間的一力，其取決於閥100之一大小)之一彈簧)。因此，當至螺線管線圈136之命令信號減小或移除時，回動彈簧136可朝向其非致動位置推動活塞121以抵抗活塞121上之流體力。回動彈簧126亦可藉由促進將活塞121定位於可基於至螺線管線圈136之命令信號預測之一軸向位置處來減少閥100之遲滯。換言之，回動彈簧126減少活塞121之移動與至螺線管線圈136之命令信號中之變化之間的滯後。然而，應瞭解閥100可在無回動彈簧126之情況下操作。

【0085】 此外，閥100包括由回饋彈簧152、154提供之一機械回饋構形使得回饋彈簧152、154在近端方向上作用於活塞121上之偏壓力與在遠端方向上作用於活塞121是哪個之流體力之間的一力平衡判定活塞121之平衡位置。活塞121之平衡位置繼而判定透過閥100之流動速率之量。因此，必須由一減壓閥控制一先導壓力位準以接著控制一方向閥(如習知系統中所使用)之衝程之一中間步驟可消除。

【0086】 此外，活塞121不直接機械耦合至電樞140，且因此活塞121之衝程可不同於電樞140之衝程。活塞121之衝程基於回饋彈簧152、

154之彈力係數及先導腔室143之壓力位準。使用此構形，與電樞140之衝程相比，活塞121可具有一較長衝程。例如，就電樞140之一小軸向衝程(例如0.021英寸)而言，活塞121之衝程可介於0.16英寸與0.2英寸之間，且因此透過閥100之流動控制及流動解析度可增強。此與具有直接作用於一可移動元件(例如一活塞)上之一電樞之習知閥相對使得電樞之位置耦合至可移動元件之位置，且因此可移動元件之位置受限於由電樞產生之螺線管力之量值。

【0087】 此外，在閥100之流動調節範圍內(例如20%與80%之間的命令信號範圍)，電樞140及螺線管致動器套管142主要作用於第二回饋彈簧154，其如上文所提及係一剛性彈簧。因此，歸因於第二回饋彈簧154之剛性，藉由命令信號中之對應增加之螺線管力之增加可導致活塞121之衝程中之一小變化。因此，閥100之流動解析度增強(即，流動速率中之變化及活塞121之位置可預測且與命令信號之變化成比例)。換言之，透過閥100之流動速率可藉由改變至螺線管線圈136之命令信號來平滑控制。

【0088】 同時，閥100經構形使得與第二回饋彈簧154相比，第一回饋彈簧152具有一較低剛性。此構形引起一較小初始命令(例如最大命令之20%)足以快速壓縮第一回饋彈簧152以阻擋自第二端口114至第一端口112之流動且將閥100定位於其中自第三端口116至第二端口114之流動之調節可開始之一狀態中。

【0089】 此外，閥100經構形以內部產生可提供以驅動一負載感測泵之一LS流體信號。此構形可節省成本及增強可靠性，因為不需要外部液壓連接以旋入將第二端口114連接至致動器之一液壓管路中。確切而言，LS流體信號內部產生於閥100內且提供至泵。

【0090】 另外，各回饋彈簧152、154之預負載允許閥100具有一死帶或一死區使得大於零之一命令信號(例如最大命令之約20%之命令信號)將閥100放置於其中流動可自第三端口116調節至第二端口114之一狀態中。使用此構形，若閥100之控制器校準不良且在一命令信號未發送至其之情況下產生數毫安之電流，則閥100未致動，因此顯現閥100操作更安全。然而，應瞭解在閥100之其他實例性構形中，回饋彈簧152、154可由一單一等效回饋彈簧替換，且可滑動彈簧蓋156可消除。

【0091】 在一些應用中，可期望具有耦合至閥100之一手動超控致動器以允許閥100手動致動以將一機器放置於一安全條件下(例如若螺線管致動器106故障)。使用手動超控致動器致動閥100可(例如)將閥100放置於圖5中所展示之致動狀態中，藉此允許第三端口116處之流體(例如來自一泵)傳達至第二端口114，且接著傳達至致動器以將致動器放置於一安全條件下。

【0092】 參考圖1，閥100包含經構形以允許若螺線管致動器106故障則致動或打開閥100之一手動超控致動器168。手動超控致動器168包含透過通道205安置之一銷170。銷170透過形成於活塞121之近端活塞部分158之一近端處之一盲孔安置。使用此構形，銷170之移動可引起活塞121移動，藉此打開主要流動路徑及將第三端口116流體耦合至第二端口114。

【0093】 手動超控致動器168包含與銷170介接或接觸銷170之一手動超控活塞174，使得手動超控活塞174在遠端方向上之縱向或軸向運動引起銷170及耦合之其之活塞121與之一起軸向移動。手動超控活塞174可在一螺帽176內導引。螺帽176繼而在螺紋區域214處螺合至螺線管134。

【0094】手動超控活塞174可在螺線管134之第二腔室204內軸向移動。例如，若手動超控活塞174 (例如由一操作員)在遠端方向上推動，則手動超控活塞174在遠端方向上移動(例如移動至圖1中之右邊)。若釋放手動超控活塞174，則回饋彈簧152、154可在近端方向上推回活塞121、銷170及手動超控活塞174以靠近閥100。

【0095】在其他實例性實施方案中，一位置感測器可包含於其中而非使手動超控致動器168位於第二腔室204中。例如，銷170可耦合至一位置感測器使得銷170之移動轉換為可提供至一液壓系統之一控制器之一位置信號。位置信號可指示活塞121之軸向位置。因此，控制器可判定活塞121之軸向位置且因此調整至螺線管線圈136之命令信號。

【0096】作為一特定實例，閥100可包含一線性可變差動變壓器(LVDT)或可將銷170及活塞121之直線運動轉換為一對應電信號之其他類型之機電轉換器。在此實例中，銷170可由一可磁導材料製成，且LVDT可包含安置於第二腔室204中之主線圈及副線圈。主線圈可安置於LVDT之中心處，而兩個副線圈對稱纏繞主線圈之各側上或主線圈之頂部上。線圈可纏繞於一單件空心形式上以允許銷170在線圈內部之空間內軸向移動。在操作中，LVDT之主線圈可由適當振幅及頻率之交流電激勵(指稱主要激發)。LVDT之電輸出信號係兩個副線圈之間的差動AC電壓，其隨銷170在線圈內之軸向位置變動。AC輸出電壓可由適合電子電路轉換為接著提供至控制器之高位準DC電壓或電流。

【0097】一LVDT在本文中用作為用於說明之一實例。可使用包含一電容傳感、一電容位移感測器、一渦流感測器、一超聲波感測器、一光柵感測器、一霍爾效應感測器、一感應非接觸位置感測器或一各向異性磁

抗感測器作為實例之其他類型之位置感測器。

【0098】 圖6繪示根據一實例性實施方案之一液壓系統600。液壓系統600包含各象徵地表示閥100之兩個閥100A、100B。閥100A、100B具有閥100之相同組件。因此，閥100A、100B之組件或元件以用於閥100之具有一「A」或「B」後綴之相同元件符號指代以分別對應於閥100A、100B。

【0099】 液壓系統600包含一流體源601（諸如一負載感測可變位移泵601）。閥100A、100B之第三端口116A、116B分別流體耦合至負載感測可變位移泵601之一出口使得負載感測可變位移泵601提供自出口至第三端口116A、116B之流體流動。液壓系統600亦包含可在一低壓下(例如0 psi至70 psi)儲存流體之流體之一儲罐或儲槽602。閥100A、100B之第一端口112A、112B分別流體耦合至儲槽602。

【0100】 負載感測可變位移泵601可經構形以自儲槽602接收流體，對流體加壓，接著提供加壓流體至閥100A、100B之第三端口116A、116B。由負載感測可變位移泵601提供至第三端口116A、116B之流體之壓力位準係基於接收於負載感測可變位移泵601之LS端口603處之一LS流體信號之壓力位準。LS流體信號經由流體耦合至閥100A、100B之第四端口119A、119B之LS液壓管路605接收於LS端口603處。負載感測可變位移泵601提供一流動輸出至第三端口116A、116B。其中流動輸出具有等於LS流體信號之壓力位準加上一邊限壓力設定之一壓力位準。

【0101】 閥100A、100B構形為經構形以控制至一致動器603及自一致動器607之流體流動之量入閥。致動器607包含一圓柱形604及可滑動地容納於圓柱形604中之一致動器活塞606。致動器活塞606包含一活塞頭部

608及沿圓柱形604之一中心縱向軸方向自活塞頭部608延伸之一桿610。桿610耦合至一負載612。負載612描繪為一區塊且表示致動器607可經受之任何類型之負載。

【0102】 活塞頭部608將圓柱形604之內空間分為一第一腔室614及一第二腔室616。閥100A之第二端口114A流體耦合至第二腔室616，而閥100B之第二端口114B流體耦合至第一腔室614。

【0103】 液壓系統600可包含一控制器618。控制器618可包含一或多個處理器或微控制器且可包含資料儲存(例如記憶體、暫時性電腦可讀媒體、非暫時性電腦可讀媒體等等)。資料儲存可已將當由控制器618之一或多個處理器執行時執行本文所描述之操作之指令儲存於其上。至及自控制器618之信號線描繪為圖6中之虛線。控制器618可經由來自液壓系統600中之各種感測器或輸入裝置之信號接收輸入或包含感測器資訊之輸入資訊，且作為回應，提供電信號至液壓系統600之各種組件(諸如螺線管線圈136A、136B及負載感測可變位移泵601)。

【0104】 例如，控制器618可接收請求致動器活塞606回縮之一命令或輸入資訊。控制器618可接著將一信號發送至閥100A之螺線管線圈136A。因此，閥100A之電樞140及螺線管致動器套管142可在近端方向上移動以抵抗回饋彈簧152A、154A (象徵性表示為圖6中之一單一等效彈簧)之偏壓力且一先導流動路徑可自第三端口116A敞開至第一端口112A，類似於上文相對於圖4A所描述。特定言之，先導流體可自第三端口116A流動通過先導十字孔11至先導腔室143，接著通過孔口402及縱向通道403流動至主要腔室122，接著流動至第一端口112A。

【0105】 如上文相對於圖4A至圖5所描述，先導腔室143中之加壓流

體在遠端方向上對活塞121施加一流體力，藉此引起活塞121在遠端方向上軸向移動以抵抗回饋彈簧152A、154A之偏壓力。因此，活塞121阻擋自第二端口114A至第一端口112A之流動路徑，且另一流體流動路徑自第三端口116A敞開至第二端口114A（例如透過入口流動十字孔117A、117B、環形主要流動區域500及致動器流動十字孔115A、115B）。接著，流體自第二端口114A流動至致動器607之致動器活塞606，藉此對致動器活塞606施加一力以引起致動器活塞606回縮（例如在圖6中向下移動）。

【0106】同時，指示第二腔室616中之壓力位準（及因此指示負載612）之一LS流體信號經由第四端口119A及LS液壓管路605提供至負載感測可變位移泵601。接著，負載感測可變位移泵601提供流體流動至第三端口116A，其中流體之壓力位準等於LS流體信號之壓力位準加上邊限壓力設定。

【0107】環形主要流動區域500之量值基於活塞121在遠端方向上之軸向運動之範圍。如上文相對於圖4A至圖5所描述，基於在遠端方向上作用於活塞121上之流體力與在近端方向上作用於活塞121上之回饋彈簧152A、154A之彈簧力之間的一力平衡或關係判定活塞121之軸向位置。基於在近端方向上提拉電樞140及螺線管致動器套管142以壓縮回饋彈簧152A、154A之螺線管力之量值判定彈簧力之量值。彈簧力可判定為回饋彈簧152A、154A之軸向壓縮之量與其各自彈力係數之一增值。

【0108】因此，藉由提供具有至閥100A之螺線管線圈136A之一特定命令信號之一命令信號，一比例量之流體自負載感測可變位移泵601提供至第二腔室616。因此，閥100A量入一特定所要量之流體流動以基於來自控制器618之命令信號之量值而在一特定速度下移動致動器活塞606。

當致動器活塞606回縮以降低負載612時，流體迫出第一腔室614。為避免不可控制降低負載612,及第二腔室616中之空腔，一配衡閥620可安裝於將第一腔室614連接至閥100B之液壓管路中。配衡閥620經構形以控制或限制迫出第一腔室614之流體。當致動配衡閥620時，迫出第一腔室614之流體可流動至配衡閥620之一負載端口622，接著透過形成於配衡閥620內之一限制，接著至流體耦合至閥100B之第二端口114B之一端口624。

【0109】 自將閥100A連接至第二腔室616之一液壓管路627分接之一先導管路626流體耦合至配衡閥620之一先導端口628。透過先導管路626接收之一先導壓力流體信號與歸因於負載612之第一腔室614中誘發之壓力一起作用以抵抗由配衡閥620之一設定彈簧630產生之一力。先導壓力流體信號及第一腔室614中之誘發壓力之組合作用促進敞開配衡閥620及使限制形成於其中以允許貫穿其間流動。若致動器活塞606趨向於增加其速度，則第二腔室616及先導管路626中之壓力位準可減少。因此，配衡閥620限制貫穿其間之流體流動以阻止負載612依大速度下降(即，阻止負載612超載)。

【0110】 閥100B可在一非致動狀態中(例如圖1中所展示之狀態)，其中允許流體自第二端口114B自由流動(例如具有最小壓降)至流體耦合至儲槽602之第一端口112B。使用此構形，量入流體流動獨立於透過閥100B之量出流動而經由閥100A控制。有益地，透過閥100B之減少或最小化壓降減少液壓系統600中之功率消耗。

【0111】 圖6之構形提供對於具有由一減壓閥控制之一線軸閥之習知液壓系統之若干增強。線軸閥之構造係使得線軸之一給定位置同時判定量入及量出限制大小。因此，量入及量出耦合且閥具有一自由度，且可控

制致動器活塞606之速度或僅腔室614、616之一者而非兩者中之壓力。因此，可提供速度控制但無法同時達成有效操作。

【0112】 此外，在一超負載(其當使用(例如)重力輔助降低負載612時發生)之情況中，線軸閥經設計使得出口限制用於控制流動以防止負載以不可控制速度下降。然而，在其他操作條件下(諸如升高負載612)，不需要此限制，但其係線軸閥之設計中所固有且因此能量損耗。

【0113】 此外，一些線軸閥經由一先導流體信號致動。一減壓閥添加至系統且經構形以自泵接收流體且在提供具有減少壓力位準之先導信號流體至線軸閥以移動其線軸之前減少其壓力位準。使用此一減壓閥可增加液壓系統之成本。此外，此差一液壓系統涉及首先減少壓力位準接著控制線軸閥之線軸之一衝程。此構形可導致不良解析度及至減壓閥之一命令信號與線軸閥之線軸之一位置之間的不良比例性。

【0114】 然而，使用圖6之構形，量出流體流動通過獨立於閥100A之閥100B。閥100B可在一非致動狀態中，且因此保持自第二端口114B完全敞開至第一端口112B而不管提供至閥100A之命令信號。量出流動可因此由配衡閥620控制。有益地，因為閥100B可完全敞開，因此，配衡閥620不需要為一排氣型配衡閥，其係一更昂貴類型之配衡閥。此外，如上文所描述，與其中一減壓閥控制致動一線軸閥之一先導壓力位準之一構形相比，判定閥100A內之活塞121之軸向位置之機械力回饋透過閥100A提供增強、較高解析度流動控制。

【0115】 此外，因為閥100B未致動，因此，如LS流體信號提供至閥100B之第四端口119B；確切而言，LS流體信號自經致動之閥100A之第四端口119A提供。因此，在其中第一腔室614中之壓力位準高於第二腔室

616中之壓力位準之一超負載之情況中，負載感測可變位移泵601提供流體流動至具有足以在不消耗若LS流體信號自閥100B提供以指示第一腔室614中之壓力位準則需要之較高功率之情況下驅動降低負載612之一減少壓力位準之第三端口116A。

【0116】 控制器618亦可接收請求延伸致動器活塞606之一命令或輸入資訊。控制器618可接著將一信號發送至閥100B之螺線管線圈136。因此，閥100B之電樞140及螺線管致動器套管142可在近端方向上移動以抵抗回饋彈簧152、154 (象徵地表示為圖6中之一單一等效彈簧)之偏壓力且一先導流動路徑可自第三端口116B敞開至第一端口112B，類似於上文相對於圖4A所描述。特定言之，先導流體可自第三端口116B流動通過先導十字孔118至先導腔室143，接著通過孔口402及縱向通道403至主要腔室122，接著流動至第一端口112B。

【0117】 先導腔室143中之加壓流體在遠端方向上對閥100B之活塞121施加一流體力，藉此引起活塞121在遠端方向上軸向移動以抵抗回饋彈簧152、154之偏壓力。因此，活塞121阻擋自第二端口114B至第一端口112B之流體流動路徑，且另一流體流動路徑自第三端口116B (例如透過入口流動十字孔117A、117B、環形主要流動區域500及致動器流動十字孔115A、115B)敞開至第二端口114B。

【0118】 同時，指示第一腔室614中之壓力位準(及因此指示負載612)之一LS流體信號經由第四端口119B及LS液壓管路605提供至負載感測可變位移泵601之LS端口603。接著，負載感測可變位移泵601可提供流體流動至第三端口116B，其中流體之壓力位準等於LS流體信號之壓力位準加上邊限壓力設定。

【0119】配衡閥620經構形以允許透過自由流動止回閥632自閥100B之第二端口114B至第一腔室614之流體流動。致動器活塞696可接著延伸(例如在圖6中向上移動)且流體透過液壓管路627被迫出第二腔室616朝向閥100A之第二端口114A。閥100A可在一非致動狀態中以允許流體自第二端口114A至第一端口112A且接著至儲槽602之自由流動(即，具有最小壓降)。有益地，透過閥100A之減少或最小化壓降減少液壓系統600中之功率消耗。

【0120】圖7係根據一實例性實施方案之用於操作一閥之一方法700之一流程圖。圖7中所展示之方法700呈現可與(例如)整個圖式中所展示之閥100一起使用之一方法之一實例。方法700可包含由區塊702至708之一或多者繪示之一或多個操作、功能或動作。儘管區塊以一順序次序繪示，但此等區塊亦可並行及/或以不同於本文所描述之順序之一順序執行。另外，各種區塊可組合成較少區塊，分成額外區塊及/或基於所要實施方案移除。應瞭解為對於此及其他程序及本文所揭示之方法，流程圖展示本實例之一可能實施方案之功能性及操作。替代實施方案包含於本發明之實例之範疇內，其中取決於所涉及之功能性，功能可以除所展示或討論之順序之外之順序(包含實質上同時或相反順序)執行，如熟習技術者所瞭解。

【0121】在區塊702中，方法700包含在一第一狀態中操作閥100，其中閥100之第一端口112流體耦合至閥100之第二端口114使得允許流體自第二端口114流動至第一端口112，如圖1中所展示。

【0122】在區塊704中，方法700包含接收激勵閥100之螺線管致動器106之螺線管線圈136之一電信號(例如自控制器618)以在一第二狀態(圖4A或圖5中所展示之狀態)中操作閥100。

【0123】 在區塊706中，方法700包含回應地引起電樞140及耦合至其之螺線管致動器套管142移動，藉此(i)壓縮第一回饋彈簧152及與第一回饋彈簧152串聯安置之第二回饋彈簧154以增加由第一回饋彈簧152及第二回饋彈簧154在一近端方向上施加於閥100之活塞121上之偏壓力，及(ii)打開一先導流動路徑以允許先導流體自閥100之第三端口116流動至第一端口112，其中先導流體在遠端方向上對活塞121上之一流體力，且其中活塞121移動至由流體力與偏壓力之間的一關係判定之一特定軸向位置。

【0124】 在區塊708中，方法700包含回應於活塞121至特定軸向位置之運動：(i)打開自第三端口116至第二端口114之一主要流動路徑同時阻擋自第二端口114至第一端口112之流體路徑，及(ii)打開自第二端口114至第四端口119之一LS路徑以將一LS流體信號提供至LS路徑。

【0125】 以上詳細描述參考附圖描述所揭示之系統之各種特徵及操作。本文所描述之繪示性實施方案不意謂限制。所揭示之系統之特定態樣可在多種不同構形中配置及組合，本文預期所有構形。

【0126】 此外，除非內文另有建議，否則圖之各者中繪示之特徵可彼此組合使用。因此，圖通常應視為一或多個總體實施方案之組件態樣，應理解對於各實施方案，不是所有繪示特徵係必要的。

【0127】 另外，本說明書或申請專利範圍中之元件、區塊或步驟之任何枚舉係為了簡明。因此，各枚舉不應解譯為需要或隱含此等元件、區塊或步驟依附於一特定配置或以一特定順序實施。

【0128】 此外，裝置或系統可用於或經構形以執行圖中所呈現之功能。在一些例項中，裝置及/或系統之組件可經構形以執行功能使得組件

實際上經構形及結構化(使用硬體及/或軟體)以達成此效能。在其他實例中，裝置及/或系統之組件可經配置以經調適以、能夠或適合於執行功能(諸如當依一特定方式操作時)。

【0129】就術語「實質上」或「約」，其意謂不需要精確達成所列舉之特性、參數或值，但熟習技術者已知之偏差或變動(包含(例如)容限、量測誤差、量測準確度限制及其他因數)以不排除特性意欲提供之效應之量發生。

【0130】本文所描述之配置僅為了實例。因此，熟習技術者應瞭解可替代使用其他配置及其他元件(例如機器、介面、操作、順序及操作之分組等等)，且一些元件可根據所要結果完全省略。此外，所描述之諸多元件係實施為離散或分佈式組件或在任何適合組合及位置中與其他組件結合之功能實體。

【0131】儘管本文已揭示各種態樣及實施方案，但熟習技術者應明白其他態樣及實施方案。本文所揭示之各種態樣及實施方案係為了說明且不意欲限制，其中真實範疇由以下申請專利範圍連同此等申請專利範圍享有之等效物之完全範疇指示。另外，本文所使用之術語僅為了描述特定實施方案，且不意欲限制。

【符號說明】

【0132】

100	閥
100A	閥
100B	閥
102	主要載台

104	先導載台
106	螺線管致動器
108	外殼
110	測頭管殼
111	貫通孔
112	第一端口
112A	第一端口
112B	第一端口
114	第二端口
114A	第二端口
114B	第二端口
116	第三端口
116A	第三端口
116B	第三端口
117A	入口流動十字孔
117B	入口流動十字孔
118	先導十字孔
119	第四端口
120	負載感測(LS)十字孔
121	活塞
122	腔穴/主要腔室
123	環形溝槽
124	環形肩部/突出

126	回動彈簧
128	肩部
129A	活塞十字孔
129B	活塞十字孔
130	環形溝槽
131	第一橫穿通道
132	突出
133	第二橫穿通道
134	螺線管
135	止回元件
136	螺線管線圈
136A	螺線管線圈
136B	螺線管線圈
138	線圈螺帽
140	電樞
142	螺線管致動器套管
143	先導腔室
144	縱向通道
146	突出
148	氣隙
150	腔室
152	第一回饋彈簧
154	第二回饋彈簧

156	可滑動彈簧蓋
158	近端活塞部分
160	孔
162	近端彈簧蓋
164	線環
168	手動超控致動器
170	銷
174	手動超控活塞
176	螺帽
200	圓柱形本體
202	第一腔室
203	磁極片
204	第二腔室
205	通道
206	遠端
208	近端
210	第一螺紋區域
212	第二螺紋區域
214	第三螺紋區域
300	公T狀構件
302	母T狹槽
400	流動限制
402	孔口

403	縱向通道
404	環形區域
406	環形主要流動區域
500	傾斜表面
600	液壓系統
601	流體源/負載感測可變位移泵
602	儲罐/儲槽
603	致動器
604	圓柱形
605	負載感測(LS)液壓管路
606	致動器活塞
608	活塞頭部
610	桿
612	負載
614	第一腔室
616	第二腔室
618	控制器
620	配衡閥
622	負載端口
624	端口
626	先導管路
627	液壓管路
628	先導端口

630	設定彈簧
632	自由流動止回閥
700	方法
702至708	區塊

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種比例閥，其包括：

一外殼，其包括：(i)一第一端口，(ii)一第二端口，(iii)一第三端口，其中該第三端口包括一先導十字孔及一入口流動十字孔，及(iv)一第四端口；

一活塞，其安置於該外殼中且可在一中立位置與一致動位置之間軸向移動，其中該活塞經構形以允許一負載感測(LS)流體信號透過該活塞自該第二端口提供至該第四端口，且其中在該中立位置中：(i)該第二端口流體耦合至該第一端口，且(ii)該第三端口之該入口流動十字孔自該第二端口流體解耦合；

一螺線管致動器套管，其包括位於其中之一腔室，其中該螺線管致動器套管可在一非致動狀態與一致動狀態之間軸向移動，其中在該非致動狀態中，該螺線管致動器套管阻擋該第三端口之該先導十字孔，且在該致動狀態中，該螺線管致動器套管經構形以允許該先導十字孔流體耦合至該第一端口且允許先導流體在一遠端方向上對該活塞施加一流體力；

一第一回饋彈簧，其安置於該螺線管致動器套管內之該腔室中；及

一第二回饋彈簧，其與該螺線管致動器套管內之該腔室中之該第一回饋彈簧串聯安置，其中該第一回饋彈簧及該第二回饋彈簧協作以在一近端方向上對該活塞施加一偏壓力以抵抗該流體力，其中該活塞經構形以基於該流體力與該偏壓力之間的一關係而軸向移動至該致動位置，且其中在該致動位置中，該入口流動十字孔流體耦合至該第二端口而該第二端口自該第一端口流體解耦合。

【第2項】

如請求項1之比例閥，其中該活塞包含形成於其中之一或多個橫穿通道，其中該一或多個橫穿通道將該第二端口流體耦合至該第四端口以貫穿其間將該負載感測(LS)流體信號自該第二端口提供至該第四端口。

【第3項】

如請求項2之比例閥，其中該一或多個橫穿通道包括一第一橫穿通道及一第二橫穿通道，且其中該比例閥進一步包括：

一止回元件，其安置於該第一橫穿通道或該第二橫穿通道中以允許該負載感測(LS)流體信號自該第二端口流動至該第四端口，同時阻擋自該第四端口至該第二端口之流體流動。

【第4項】

如請求項1之比例閥，其中該活塞包括安置於該螺線管致動器套管之該腔室內之一近端活塞部分，且其中該第一回饋彈簧及該第二回饋彈簧協作以在該近端方向上對該活塞之該近端活塞部分施加該偏壓力。

【第5項】

如請求項4之比例閥，其進一步包括：

一可滑動彈簧蓋，其可滑動地容納於該近端活塞部分之一外周邊表面周圍，其中該第一回饋彈簧之一近端抵靠該可滑動彈簧蓋，而該第一回饋彈簧之一遠端抵靠該螺線管致動器套管之一內表面；及

一近端彈簧蓋，其耦合至該近端活塞部分，其中該第二回饋彈簧之一近端抵靠該近端彈簧蓋，而該第二回饋彈簧之一遠端抵靠該可滑動彈簧蓋。

【第6項】

如請求項1之比例閥，其進一步包括：

一先導腔室，其形成於該螺線管致動器套管與該活塞之間的該外殼內，其中該先導流體自該先導十字孔傳達至該先導腔室以在該遠端方向上對該活塞施加該流體力。

【第7項】

如請求項6之比例閥，其中該活塞包括位於其中之一主要腔室，其中該主要腔室流體耦合至該第一端口，其中該活塞包括一孔口及形成於其中之一縱向通道，其中該孔口及該縱向通道自該活塞之一中心縱軸橫向偏移。

【第8項】

如請求項7之比例閥，其中當該螺線管致動器套管軸向移動至該致動狀態時，一先導流動路徑經形成以允許先導流體自該第三端口流動通過該先導十字孔、該先導腔室、該孔口、該縱向通道及該主要腔室至該第一端口。

【第9項】

如請求項1之比例閥，其進一步包括：

一回動彈簧，其圍繞該活塞之一外周邊表面安置且經構形以在朝向該中立位置之該近端方向上對該活塞施加一各自偏壓力，其中該活塞之該致動位置係基於以下之間的一各自關係之一平衡位置：(i)在該遠端方向上作用於該活塞上之該流體力，與(ii)該回動彈簧之該各自偏壓力及在該近端方向上作用於該活塞上之該第一回饋彈簧及該第二回饋彈簧之該偏壓力。

【第10項】

如請求項1之比例閥，其進一步包括：

一螺線管致動器，其包括一螺線管線圈、一磁極片及機械耦合至該螺線管致動器套管之一電樞，其中當激勵該螺線管線圈時，該電樞及耦合至其之該螺線管致動器套管在朝向該磁極片之該近端方向上軸向移動，藉此壓縮該第一回饋彈簧及該第二回饋彈簧。

【第11項】

如請求項10之比例閥，其中該螺線管致動器進一步包括一螺線管，且其中該螺線管包括：(i)一圓柱形本體，(ii)一第一腔室，其界定於該圓柱形本體內且經構形以將該螺線管致動器之該電樞接收於其中，及(iii)一第二腔室，其界定於該圓柱形本體內，其中該磁極片形成為該圓柱形本體內之一突出，其中該磁極片安置於該第一腔室與該第二腔室之間，且其中該磁極片界定貫穿其間之一通道，使得該磁極片之該通道將該第一腔室流體耦合至該第二腔室。

【第12項】

如請求項11之比例閥，其進一步包括：

一手動超控致動器，其具有：(i)一手動超控活塞，其至少部分地安置於該螺線管之該第二腔室中，及(ii)一銷，其透過該磁極片之該通道及透過該電樞安置，其中該銷之一近端接觸該手動超控活塞且該銷之一遠端耦合至該活塞，其中該手動超控活塞之軸向運動引起該銷及該活塞軸向移動，藉此將該活塞手動移動至該致動位置。

【第13項】

如請求項1之比例閥，其中該活塞包括一活塞十字孔，且其中在該中立位置中，該第二端口經由該活塞十字孔流體耦合至該第一端口，且其中

在該致動位置中，該活塞十字孔被阻擋使得該第二端口自該第一端口流體解耦合。

【第14項】

一種液壓系統，其包括：

一負載感測泵，其具有一負載感測(LS)端口及用於自該端口提供流體之一出口；

一儲槽；

一致動器；及

一閥，其具有(i)流體耦合至該儲槽之一第一端口，(ii)流體耦合至該致動器之一第二端口，(iii)流體耦合至該負載感測泵之該出口之一第三端口，其中該第三端口包括一先導十字孔及一入口流動十字孔，及(iv)流體耦合至該負載感測泵之該負載感測(LS)端口之一第四端口，且其中該閥包括：

一活塞，其可在一中立位置與一致動位置之間軸向移動，其中該活塞經構形以允許一負載感測(LS)流體信號自該第二端口透過該活塞提供至該第四端口，其中在該中立位置中：(i)該第二端口流體耦合至該第一端口，且(ii)該第三端口之該入口流動十字孔自該第二端口流體解耦合，

一螺線管致動器套管，其可在一非致動狀態與一致動狀態之間軸向移動，其中在該非致動狀態中，該螺線管致動器套管阻擋該第三端口之該先導十字孔，且在該致動狀態中，該螺線管致動器套管經構形以允許該先導十字孔流體耦合至該第一端口且允許先導流體在一遠端方向上對該活塞施加一流體力，

一第一回饋彈簧，及

一第二回饋彈簧，其與該第一回饋彈簧串聯安置，其中該第一回饋彈簧及該第二回饋彈簧協作以在一近端方向上對該活塞施加一偏壓力以抵抗該流體力，其中該活塞經構形以基於該流體力與該偏壓力之間的一關係而軸向移動至該致動位置，且其中在該致動位置中，該入口流動十字孔流體耦合至該第二端口而該第二端口自該第一端口流體解耦合。

【第15項】

如請求項14之液壓系統，其中該致動器包括一第一腔室及一第二腔室，其中該閥之該第二端口流體耦合至該致動器之該第二腔室，其中該閥係一第一閥，且其中該液壓系統包含一第二閥，其具有(i)流體耦合至該儲槽之一各自第一端口，(ii)流體耦合至該致動器之該第一腔室之一各自第二端口，(iii)流體耦合至該負載感測泵之一各自第三端口，及(iv)流體耦合至該負載感測泵之該負載感測(LS)端口之一各自第四端口。

【第16項】

如請求項15之液壓系統，其進一步包括：

一配衡閥，其具有：(i)一負載端口，其流體耦合至該致動器之該第一腔室，(ii)一先導端口，其流體耦合至將該第一閥之該第二端口連接至該致動器之該第二腔室之一液壓管，及(iii)一端口，其流體耦合至該第二閥之該各自第二端口。

【第17項】

如請求項16之液壓系統，其中該配衡閥包括經構形以當致動該第二閥時允許流體自該第二閥之該各自第二端口流動至該致動器之該第一腔室

之一自由流動止回閥。

【第18項】

一種操作一比例閥之方法，其包括：

在一第一狀態中操作一閥，其中該閥之一第一端口流體耦合至該閥之一第二端口使得允許流體自該第二端口流動至該第一端口；

接收激勵該閥之一螺線管致動器之一螺線管線圈之一電信號以在一第二狀態中操作該閥；

回應地引起一電樞及耦合至其之一螺線管致動器套管移動，藉此(i)壓縮一第一回饋彈簧及與該第一回饋彈簧串聯安置之一第二回饋彈簧以增加由該第一回饋彈簧及該第二回饋彈簧在一近端方向上施加於該閥之一活塞上之一偏壓力，及(ii)打開一先導流動路徑以允許先導流體自該閥之一第三端口流動至該第一端口，其中該先導流體在一遠端方向上對該活塞施一流體力，且其中該活塞移動至由該流體力與該偏壓力之間的一關係判定之一特定軸向位置；及

回應於該活塞至該特定軸向位置之運動，(i)打開自該第三端口至該第二端口之一主要流動路徑同時阻擋自該第二端口至該第一端口之流體路徑，及(ii)打開自該第二端口至該閥之一第四端口之一負載感測路徑以將一負載感測信號提供至該路徑。

【第19項】

如請求項18之方法，其中該閥包括：(i)一可滑動彈簧蓋，其可滑動地容納於該活塞之一外周邊表面周圍，其中該第一回饋彈簧之一近端抵靠該可滑動彈簧蓋，而該第一回饋彈簧之一遠端抵靠該螺線管致動器套管之一內表面，及(ii)一近端彈簧蓋，其耦合至該活塞，其中該第二回饋彈簧

之一近端抵靠該近端彈簧蓋，而該第二回饋彈簧之一遠端抵靠該可滑動彈簧蓋，且其中：

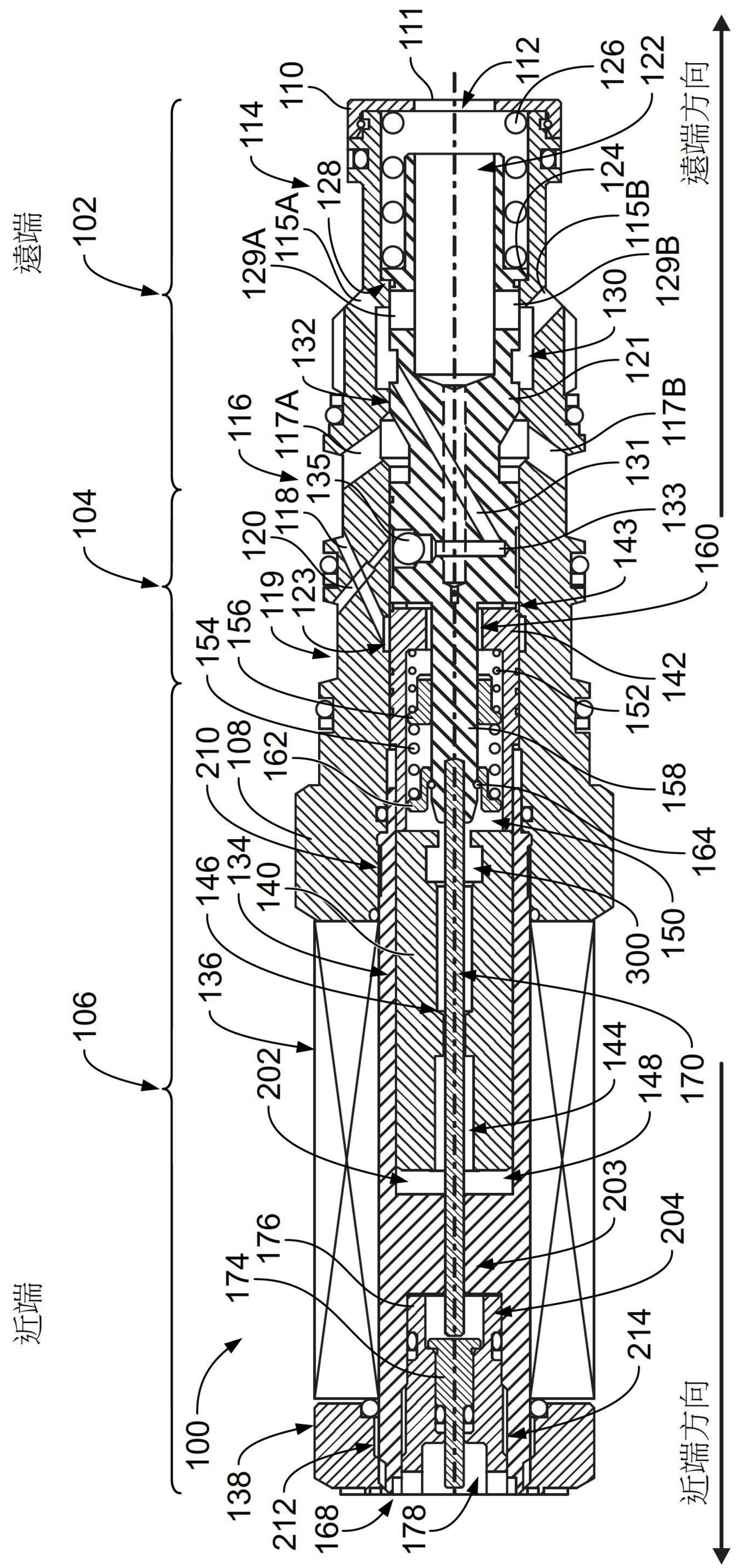
引起該螺線管致動器套管移動包括壓縮該第一回饋彈簧直至該可滑動彈簧蓋接觸該螺線管致動器套管，接著壓縮該第二回饋彈簧。

【第20項】

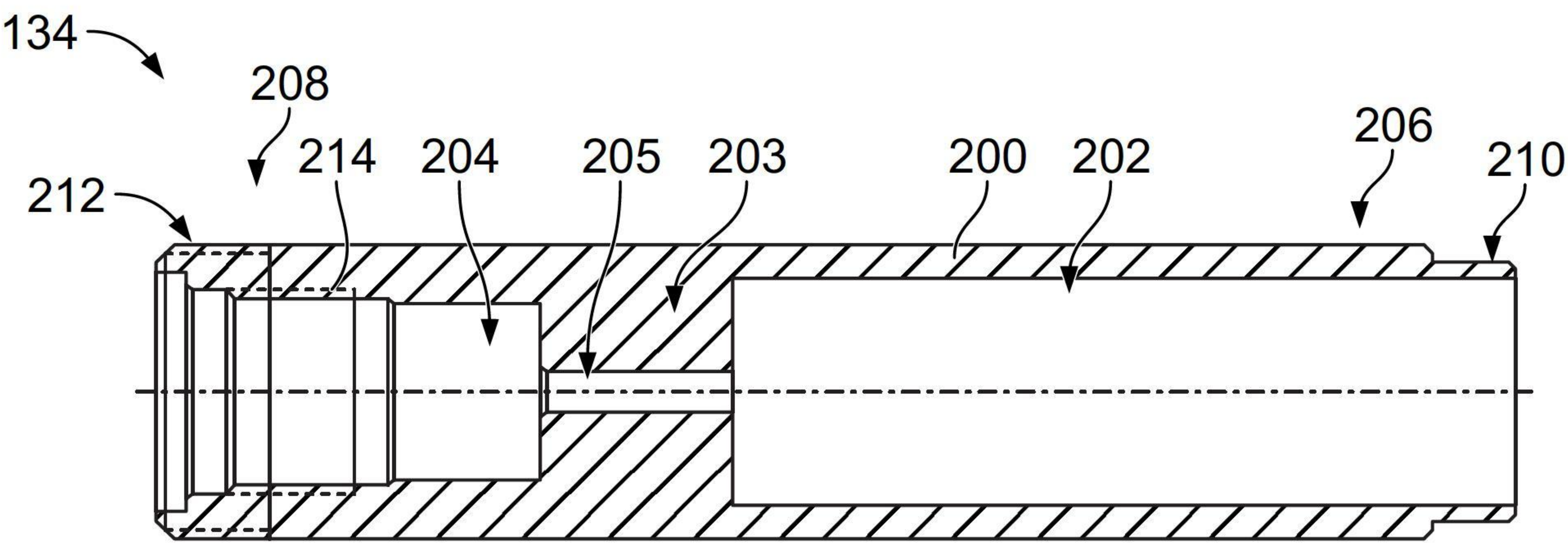
如請求項18之方法，其中該閥包括：一手動超控致動器，其具有一手動超控活塞及一銷，其中該銷之一近端接觸該手動超控活塞且該銷之一遠端耦合至該閥之該活塞，該方法進一步包括：

軸向移動該手動超控活塞，藉此引起該銷及該活塞軸向移動，藉此打開該主要流動路徑。

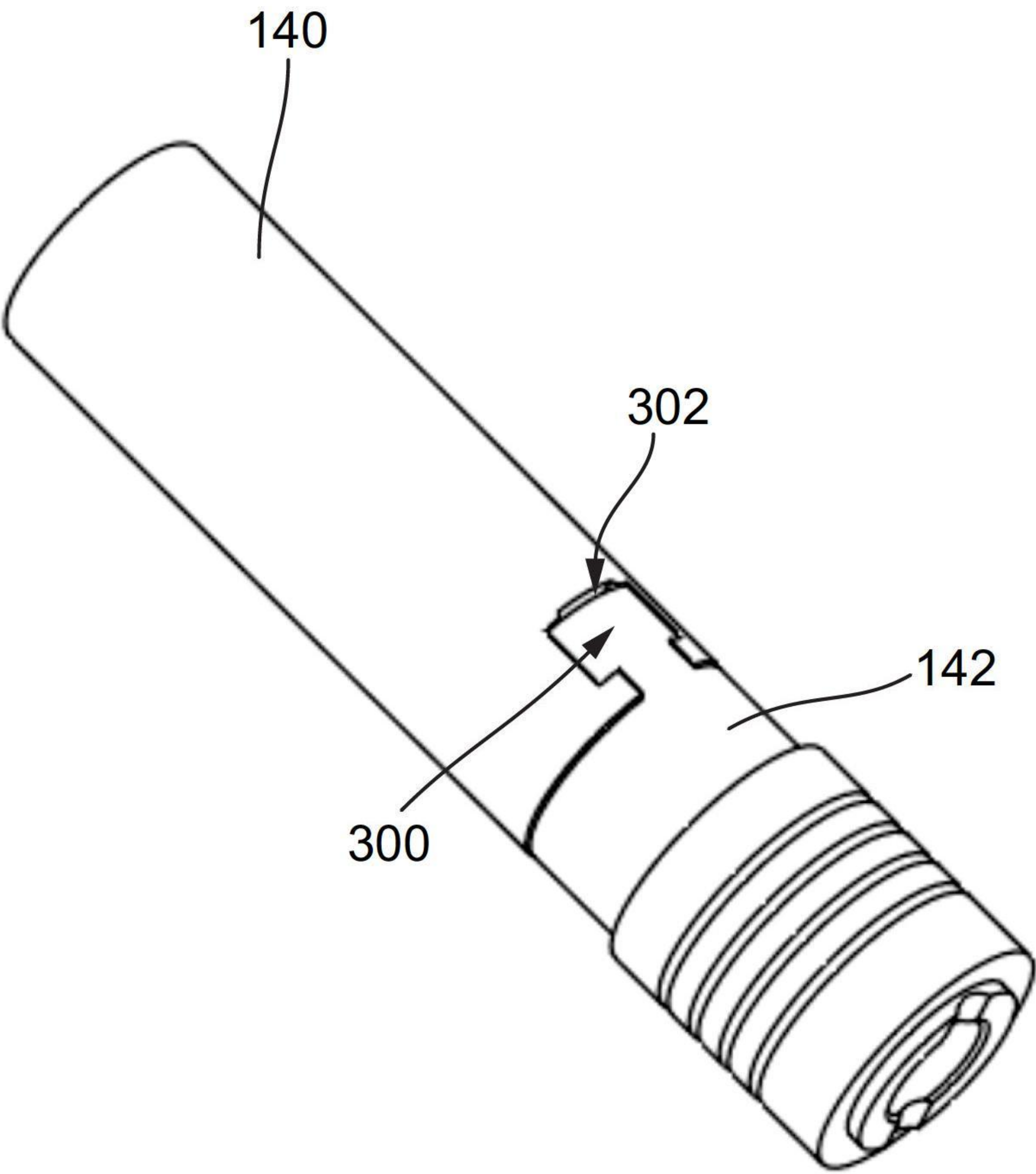
【發明圖式】



【圖1】



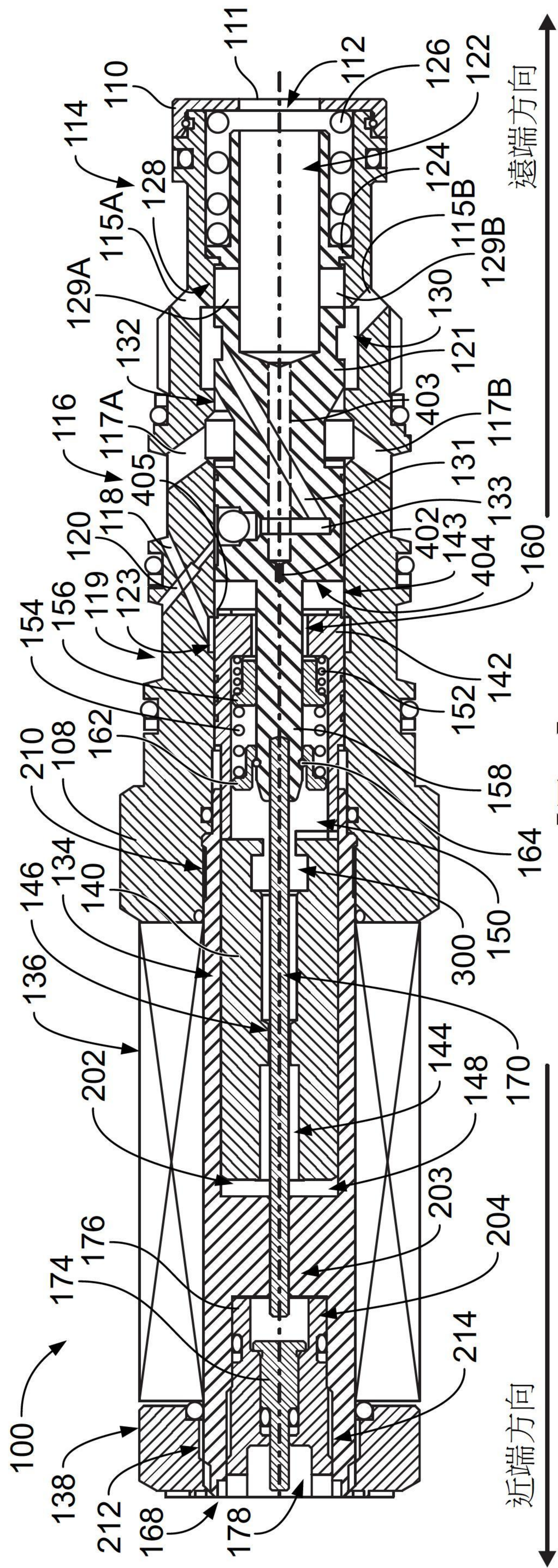
【圖2】



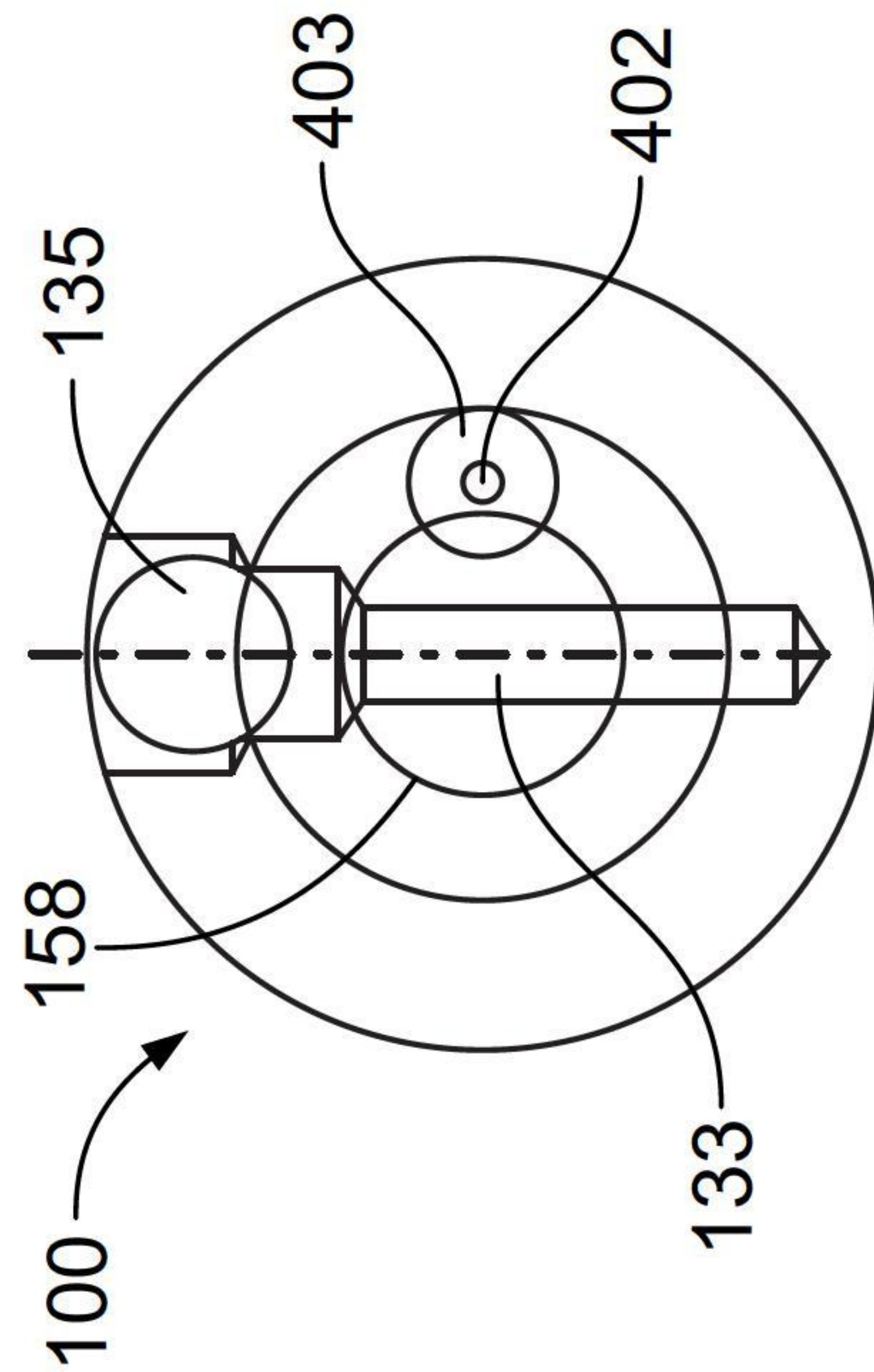
【圖3】

遠端

近端



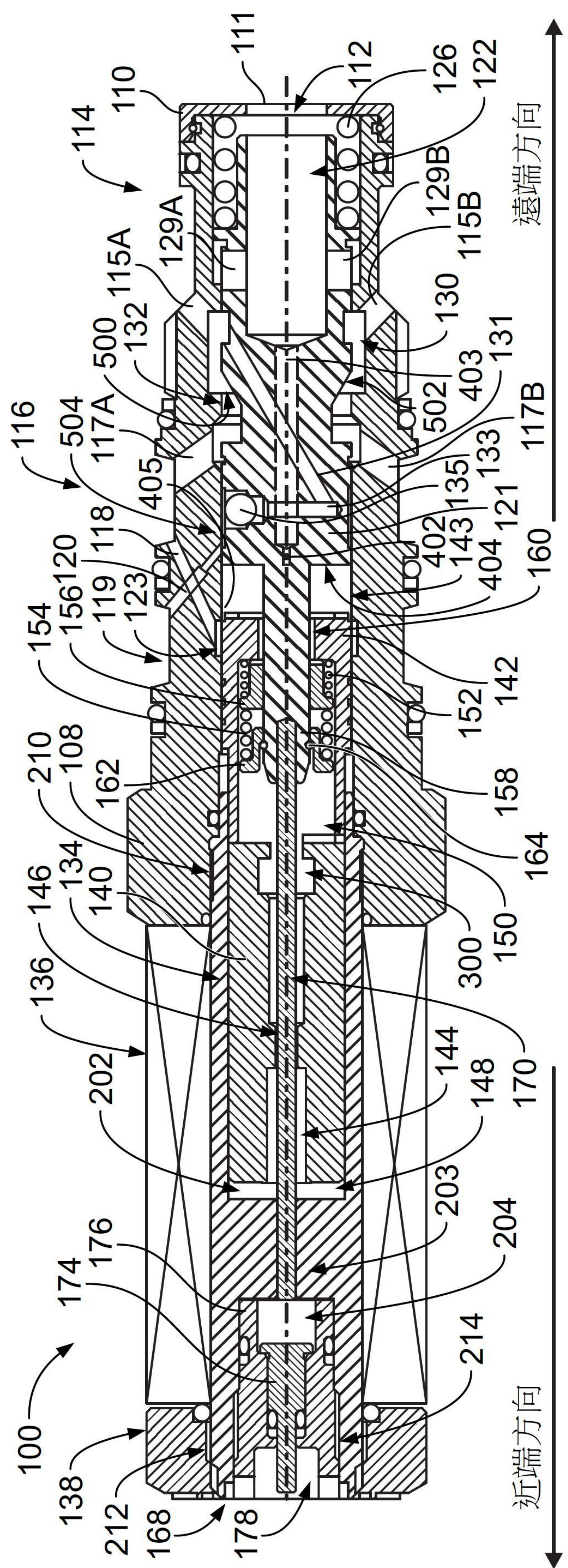
【圖4A】



【圖4B】

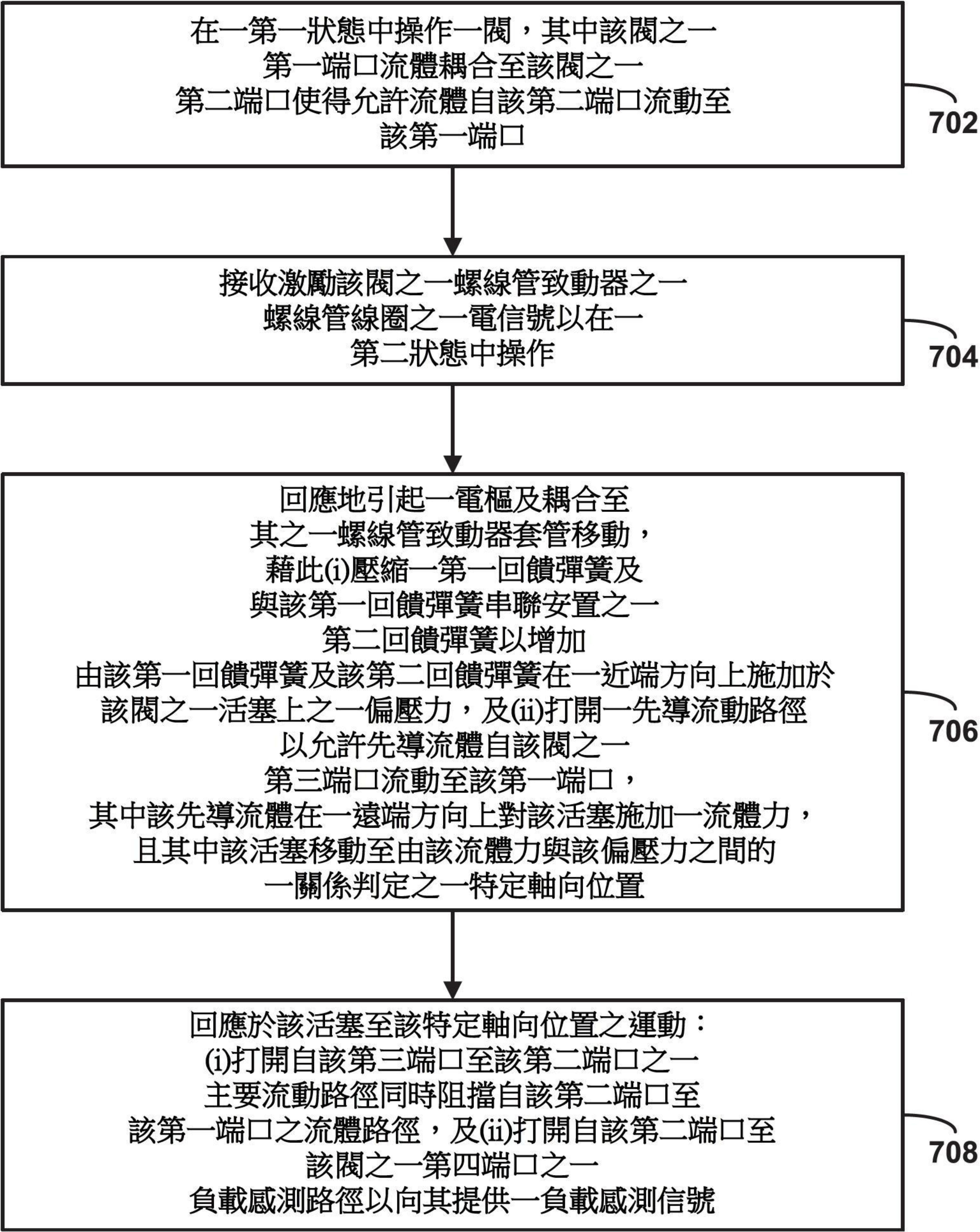
遠端

近端



【圖5】

700



【圖7】