



(21)申請案號：105112072

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 04 月 19 日

(51)Int. Cl. : **G01M3/26 (2006.01)**

(30)優先權：2015/04/20 美國 62/149,958

(71)申請人：納克斯馬翠斯有限責任公司(美國) NEXMATIX LLC (US)  
美國(72)發明人：梅爾 丹尼斯 T MELL, DENNIS T. (US)；梅爾 艾倫 R MELL, ELLEN R. (US)；  
勾法柏 麥可 GOLDFARB, MICHAEL (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：31 項 圖式數：15 共 50 頁

## (54)名稱

使用方向控制閥以用於滲漏檢測之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR LEAKAGE DETECTION USING A DIRECTIONAL CONTROL VALVE

## (57)摘要

本申請案描述將一氣動致動系統之特定組態與一壓力量測裝置組合在一起之設備、系統及方法，以允許量測系統內之經隔離子系統內部之壓力，從而提供對該系統內的滲漏之檢測。在某些例示性實施方式中，該設備包含一方向控制閥，該方向控制閥使用在該整個系統內產生至少一個經隔離流體子系統的至少一個端口連接性組態。當該閥在此經隔離子系統組態中時，一給定質量之流體(亦即，壓縮氣體)既不進入亦不離開該子系統。滲漏檢測方法由以下操作組成：當在標準組態之間切換時瞬時地將該閥置放於此經隔離子系統組態中，及當在此組態中時藉由至少一個壓力感測器量測該經隔離流體子系統中之壓力，其中在此組態中壓力之損失指示一滲漏之存在。

This application describes apparatuses, systems, and methods that combines specific configurations of a pneumatic actuation system together with a pressure measurement device to allow for measurement of pressure inside isolated subsystems within the system to thereby provide detection of leaks within the system. In certain exemplary embodiments, the apparatus comprises a directional control valve that employs at least one port connectivity configuration that creates at least one isolated fluid subsystem within the overall system. When the valve is in this isolated subsystem configuration, a given mass of fluid (i.e., compressed gas) can neither enter nor leave the subsystem. The leak detection method consists of momentarily placing the valve in this isolated subsystem configuration when switching between standard configurations, and measuring pressure with at least one pressure sensor in the isolated fluid subsystem while in this configuration, where loss of pressure in this configuration indicates existence of a leak.

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

使用方向控制閥以用於滲漏檢測之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR LEAKAGE DETECTION USING A  
DIRECTIONAL CONTROL VALVE

## 【對相關申請案之交叉參考】

【0001】 本申請案主張 2015 年 4 月 20 日申請之美國臨時專利申請案第 62/149958 號的優先權及權利，該申請案之全文特此以引用之方式並併入。

## 【技術領域】

【0002】 本發明大體上係關於方向控制閥，且特定言之，係關於包括滲漏檢測之氣動控制閥及系統。

## 【先前技術】

【0003】 工業氣動系統中之壓縮空氣的滲漏可為能量損失的顯著來源。在此類設定中包含氣動致動系統的壓縮空氣管道常常為複雜、繚繞的，且在氣動組件之間包含大量連接件，其皆為潛在的漏氣位點。另外，在典型地嘈雜的工業環境中可能難以檢測滲漏，此尤其係因為壓縮空氣並不可見且不具有氣味。因而，需要具有可識別壓縮空氣滲漏之存在的系統，使得隨後可消除此類滲漏。另外，因為新的滲漏可能在任何時間出現，所以需要具有連續地或以規則、頻繁之間隔監測且檢測滲漏而不中斷氣動系統之正常工業目的或運作的系統。另外，需要達成此目的而無需將增加典型氣動致動系統之成本或複雜度的額外設備。

## 【發明內容】

【0004】 本發明符合此項技術中之需要，且係有關於用於檢測一氣動系統（特定言之，需要至少一控制閥的一氣動系統）中之滲漏的系統、方法及改良之閥。一例示性此控制閥為可用以控制一氣動致動器之位置的一方向控制閥。出於本申請案之目的而將一「標準」兩位置方向控制閥定義為以至少兩個端口連接性組態選擇性地連接最少四個流體端口的一個方向控制閥，且其中該四個流體端口大體上由第一入口端口及第二入口端口與第一出口端口及第二出口端口組成。在一個通用氣動系統中，該第一入口端口及該第二入口端口典型地分別連接至供應壓力及一排氣壓力，而該第一出口端口及該第二出口端口典型地連接至一或多個兩端口氣動組件的第一端口及第二端口，此組件之一例示性實例為一雙動式氣動致動器。因而，與一方向控制閥相關聯之該最少四個端口典型地分別為供應 S、排氣 E、一第一出口 A 及一第二出口 B。

【0005】 在圖 1 中示意性地展示標準兩位置方向控制閥 1a 之兩個閥位置及對應端口連接性。應注意，儘管就四個操作性端口而言論述了典型的先前技術閥，但在現實中典型的閥包含至少此等四個相異流體端口。在某些實施方式中，如在圖 1 中所展示，先前技術閥 1a 可具有兩個排氣端口：第一排氣端口  $E_1$  及第二排氣端口  $E_2$ ，其兩者之特徵在於相同（典型地，大氣壓）流體勢。因此，在圖 1 之示意圖中，並未將較佳 5 端口實施方式閥 1a 中的該等排氣端口  $E_1$ 、 $E_2$  中之一者用於一給定閥位置中。儘管如此，但 5 端口實施方式閥 1a 為一較佳實施方式，此係因為 5 端口組態為氣動工業中之一標準較佳組態，且因而，該閥之一 5 端口實施方式與現有氣動設備（例如，閥歧管）維持一標準連接性。因而，在一 5 端口實施方式閥之內容背

景下提供本文中對該閥實施方式及功能性的說明。一般熟習此項技術者將清楚，一 4 端口實施方式僅為對該 5 端口版本之一簡化，此係因為消除第五端口（其為第二排氣端口）得到本發明閥之一 4 端口實施方式。

【0006】 如自圖 1 進一步可見，一標準兩位置方向控制閥典型地經組態至一第一位置 P1 或一第二位置 P2 中。該第一閥位置 P1 提供一端口連接性組態，其中該第一入口端口（或「供應端口」）提供供應壓力且連接至該第一出口端口，且該第二入口端口（或「排氣端口」）連接至該第二出口端口。該第二閥位置 P2 提供一端口連接性組態，其中該供應端口連接至該第二出口端口，且該排氣端口連接至該第一出口端口。

【0007】 如圖 2A 中所展示，一方向控制閥 1b 亦可使用一第三位置，該第三位置對應於一第三端口連接性組態。本申請案描述用於檢測一可壓縮氣體流體動力系統中之滲漏的一實施方式方法，該系統使用具有一第三端口連接性組態的一方向控制閥，在該第三端口連接性組態中，該第三位置端口連接性在該閥及組件系統內產生至少一個經隔離流體子系統。在圖 2A 及圖 2B 之示意圖中展示出於此目的之兩個例示性第三位置端口連接性組態。

【0008】 在圖 2A 中所展示之組態中，閥 1b 之第三（亦即，中心）位置提供該第一出口端口 A 與該第二出口端口 B 之間的獨佔式流體連接性，同時將供應端口 S 及排氣端口 E 維持成流體隔離。在該第一出口端口連接至一第一組件腔室（例如，一雙動式致動器中之一活塞的一側上之腔室）且該第二出口端口連接至一第二組件腔室（例如，該雙動式致動器中之該活塞的另一側上之腔室）的狀況下，圖 2A 中所展示之具有端口連接性

的 P3 組態可被稱作方向控制閥之「平衡組態」。當在此平衡組態中時，閥 1b 有效地將該致動器之該兩個腔室及致動器供應管線（饋入該兩個腔室）內之流體（亦即，壓縮空氣）的質量與該氣動致動系統中之所有其他壓縮空氣隔離，使得該致動器及該等致動器供應管線內之流體質量可既不流入至此控制體積中，亦不自此控制體積流出。該隔離流體之體積可被視為含於一「經隔離流體子系統」內。

【0009】 因此，該經隔離流體子系統中之流體由大體上限制於該致動器之兩個腔室、該等致動器供應管線及方向控制閥內之連接該兩個致動器供應管線的流道內的壓縮空氣之體積組成。在正常操作條件下，在該閥處於該平衡組態中（該兩個致動器腔室中之壓力朝向平衡移動且維持平衡所處的組態）時任何質量不應進入或離開該經隔離流體子系統。此類型之系統（亦即，具有恆定流體質量的一流體系統）大體上被稱作封閉式熱力學系統。因為此為一封閉式熱力學系統，所以該封閉式系統中之氣體（亦即，壓縮空氣）的質量可經由氣體之本構行為而用代數方法與氣體之壓力相關。最常假定之本構行為為理想氣體定律。假定可藉由理想氣體定律描述氣體，且假定一恆定體積及等溫行為（亦即，恆定氣體溫度），則該經隔離流體子系統中之壓力將與該經隔離流體子系統中之壓縮空氣的質量成正比。因而，當該閥維持在該平衡組態中時，可自所量測壓力的改變檢測到該經隔離流體子系統內的流體質量之改變（例如，歸因於流體滲漏），此檢測為此處所描述之實施方式發明的基礎。

【0010】 在一個實施方式中，本發明係有關於一種用於檢測包括一 3 位置方向控制閥之一氣動系統中之滲漏的方法。該閥包含一供應端口 S、一

第一排氣端口 E 或 E<sub>1</sub>、一第一出口端口 A 及一第二出口端口 B。按照上文之論述，該閥可包括一第二排氣端口 E<sub>2</sub>。該閥以流體方式連接至一或多個氣動組件，該等組件以積聚方式為以流體方式由一第一組件端口服務之一第一組件腔室及以流體方式由一第二組件端口服務之一第二組件腔室供給。如所提到，例如，一雙動式致動器（亦稱雙動式汽缸）為具有以流體方式由一第一組件端口服務之一第一組件腔室及以流體方式由一第二組件端口服務之一第二組件腔室的一單一裝置。因此，為簡單起見，將在一雙動式致動器之內容背景下描述本發明。此並不意欲為限制性的。該第一組件端口及該第二組件端口可安置於單獨組件上。在例示性雙動式致動器系統中，該第一致動器端口為以流體方式連接至該第一閥出口端口的該第一組件端口，且該第二致動器端口為以流體方式連接至該第二閥出口端口的該第二組件端口。

**【0011】** 該方法包含對該閥進行組態使得該閥建立該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且亦建立對第一閥入口端口及第二閥入口端口（該供應端口及該排氣端口）之各別隔離，使得該閥產生包括以下各者的一經隔離流體子系統：該閥之該第一出口端口、該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流體流徑、該閥之該第二出口端口、該第一出口端口與該第一組件端口之間的流體連接件、以流體方式由該第一組件端口服務之該第一組件腔室、該第二出口端口與該第二組件端口之間的流體連接件，及以流體方式由該第二組件端口服務之該第二組件腔室。就一雙動式致動器而言，該經隔離流體子系統將包括該致動器；該第一致動器端口與該第一閥出口端口之間的流體連接

件；該第二致動器端口與該第二閥出口端口之間的流體連接件；及該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流體流徑。該方法進一步包含感測（量測）該經隔離流體子系統內的壓力。該所感測的壓力可與一值比較，該值視為表示一可接受系統壓力（亦即，無滲漏存在於該經隔離流體子系統中所處的一壓力）。可在一或多個時間間隔內感測該經隔離系統中之該壓力，以便檢查任何壓降速率是否超過該系統之任何可接受壓力衰減速率。

【0012】 因此，本申請案描述一種檢測一壓縮氣體流體動力系統中之滲漏的手段，該偵測係藉由以下操作進行：使用利用一特定端口連接性組態以產生一經隔離流體子系統之一方向控制閥結合位於該經隔離流體子系統中之一壓力感測器的組合，以使得能夠檢測該經隔離流體子系統內的滲漏。該方法特定地意欲提供一種用於檢測該閥及該致動器內的該經隔離流體子系統中之流體滲漏的極簡低成本方法。

【0013】 另外，因為由圖 2A 中所展示之第三位置端口連接性產生的該平衡組態產生一單一經隔離流體子系統，所以可使用一單一壓力感測元件（如圖 3 中所指示）以量測此經隔離流體子系統中之壓力。在一較佳實施方式中，該單一壓力感測元件位於該方向控制閥內，且因此在此處進行對壓力之量測。在一較佳實施方式中，一單一控制器基於對所感測壓力之處理而協調閥組態及壓力量測，使得可按照該滲漏檢測方法恰當地協調閥組態及壓力量測。

【0014】 在另一較佳實施方式中，本發明係有關於一種氣動系統，該氣動系統包含以流體方式連接至一第一組件端口及一第二組件端口（為解

釋簡單起見，可將其描述為一雙動式氣動致動器之第一端口及第二端口)的一方向控制閥。該方向控制閥包括一供應端口、一第一排氣端口、一第一閥出口端口及一第二閥出口端口。該閥可包括一第二排氣端口。該供應端口連接至一流體供應裝置且該排氣端口連接至排氣裝置。該雙動式氣動致動器包括一第一組件(致動器)端口及一第二組件(致動器)端口。一流體連接件將該第一閥出口端口與該第一致動器端口連接，且一流體連接件將該第二閥出口端口連接至該第二致動器端口。該方向控制閥能夠經組態成一第一組態、一第二組態及一第三組態，藉此在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式連接，及該排氣端口與該第二閥出口端口的同時獨佔式連接。在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的獨佔式連接，及該排氣端口與該第一閥出口端口的同時獨佔式連接。在該第三組態中，該閥建立該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且建立對該供應端口及該排氣端口之各別隔離，使得該閥產生包括以下各者的一經隔離流體子系統：該致動器；該第一致動器端口與該第一閥出口端口之間的流體連接件；該第二致動器端口與該第二閥出口端口之間的流體連接件；及該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流徑。該系統包括至少一個壓力感測器，該至少一個壓力感測器經組態以量測由該閥之該第三組態建立的該經隔離流體子系統內之壓力。在一較佳實施方式系統中，該至少一個壓力感測器為位於該方向控制閥內的一單一壓力感測器。

【0015】 在另一較佳實施方式中，本發明係有關於一種方向控制閥，該方向控制閥包含一供應端口、一第一排氣端口、一第一出口端口及一第

二出口端口。該閥可包括一第二排氣端口。該方向控制閥能夠經組態成一第一組態、一第二組態及一第三組態，藉此在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式連接，及該排氣端口與該第二閥出口端口的同時獨佔式連接。在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的獨佔式連接，及該排氣端口與該第一閥出口端口的同時獨佔式連接。在該第三組態中，該閥建立該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且建立對該供應端口及該排氣端口之各別隔離。該閥進一步包括至少一個壓力感測器，該至少一個壓力感測器位於該方向控制閥內，更佳地位於由該第三組態形成之該獨佔式閥內流體流徑中。

**【0016】** 如下文更詳細地描述，本發明之其他實施方式涉及使用一方向控制閥，其中該閥之該第三（亦即，中心）位置提供閥之所有端口被堵塞（亦即，隔離）的一組態。在圖 2B 中展示此端口連接性之該組態。當在此組態中時，該閥有效地在每一出口端口處產生一單獨經隔離流體子系統。一個經隔離流體子系統包括該閥之該第一出口端口、該第一出口端口與該第一組件端口（例如，一第一致動器端口）之間的流體連接件，及以流體方式連接至該第一組件端口的該第一組件腔室（例如，該致動器之該第一腔室）。該第二經隔離流體子系統包括該閥之該第二出口端口、該第二出口端口與該第二組件端口（例如，一第二致動器端口）之間的流體連接件，及以流體方式連接至該第二組件端口的該第二組件腔室（例如，該致動器之該第二腔室）。

### **【圖式簡單說明】**

## 【0017】

圖 1 為標準 2 位置 2 通 5 端口閥之端口連接性的示意圖。

圖 2A 為描繪本發明中利用的 5 端口閥之端口連接性的示意圖，其中將閥組態於第三位置中導致第一出口端口 A 與第二出口端口 B 之間的閥內流體流徑。

圖 2B 為描繪本發明中利用的 5 端口閥之端口連接性的閥示意圖，其中將閥組態於第三位置中導致閥中之所有端口堵塞狀態。

圖 3 為根據本發明而利用之 3 位置 5 端口滑軸閥的主體及滑軸組態之實施方式的流程判定橫截面的圖解視圖。該閥具有接近閥之第一出口端口 A 定位的感測器。

圖 4 為根據本發明而利用之 3 位置 5 端口滑軸閥的主體及滑軸組態之實施方式的流程判定橫截面的圖解視圖。該閥具有接近閥之第二出口端口 B 定位的感測器。

圖 5 為本發明的展示在第一位置 P1 中之滑軸（亦即，流體分流器）之實施方式閥（滑軸閥）的截面視圖，該第一位置提供供應端口 S 與第一出口端口 A 之間及第二排氣端口 E<sub>2</sub> 與第二出口端口 B 之間的端口連接性。並未使用第一排氣端口 E<sub>1</sub> 且將其流體隔離。

圖 6 為本發明的展示在第二位置 P2 中之滑軸之實施方式閥的截面視圖，該第二位置分別提供第一排氣端口 E<sub>1</sub> 與第一出口端口 A 之間及供應端口 S 與第二出口端口 B 之間的端口連接性。並未使用第二排氣端口 E<sub>2</sub> 且將其流體隔離。

圖 7 為本發明的展示在第三位置 P3 中之滑軸之實施方式閥的截面視

圖，該第三位置位於滑軸位置 P1 與 P2 之間且提供第一出口端口 A 與第二出口端口 B 之間的端口連接性，且以流體方式隔離供應端口 S 與第一排氣端口 E<sub>1</sub> 及第二排氣端口 E<sub>2</sub>。

圖 8 為在雙動式汽缸之內容背景下展示根據本發明之實施方式氣動系統的示意圖。展示閥在第一位置中。將閥設定於第一位置中導致對汽缸之第一腔室的加壓。此加壓又導致活塞桿之延伸。

圖 9 為展示圖 8 中描繪之實施方式氣動系統的示意圖。當自活塞桿延伸轉變至收縮時展示閥在第三位置中。此位置產生經隔離流體子系統，該經隔離流體子系統包含致動器之第一腔室、致動器之第二腔室、致動器與閥之間的流體連接件，及在第一出口端口 A 與第二出口端口 B 之間產生的閥內流體流徑。

圖 10 為描繪圖 8 之實施方式系統的示意圖。展示閥在第二位置中。將閥設定於第二位置中導致對汽缸之第二腔室的加壓且實現活塞桿之收縮。

圖 11 為展示圖 8 中描繪之實施方式氣動系統的示意圖。當自活塞桿收縮轉變至延伸時展示閥在第三位置中。此位置產生經隔離流體子系統，該經隔離流體子系統包含致動器之第一腔室、致動器之第二腔室、致動器與閥之間的流體連接件，及在第一出口端口 A 與第二出口端口 B 之間產生的閥內流體流徑。

圖 12 為在雙動式汽缸之內容背景下展示根據本發明之另一實施方式氣動系統的示意圖。展示閥在第三（中心）位置中，其中所有端口被堵塞。將閥設定於此位置中導致兩個經隔離流體子系統。致動器展示為其桿經延伸。

圖 13 為展示閥在第一位置中時的圖 12 之系統的示意圖，該第一位置提供供應端口 S 與第一出口端口 A 之間及第二排氣端口 E<sub>2</sub>與第二出口端口 B 之間的端口連接性。並未使用第一排氣端口 E<sub>1</sub>且將其流體隔離。

圖 14 為展示閥在第二位置中時的圖 12 之系統的示意圖，該第二位置提供供應端口 S 與第二出口端口 B 之間及第二排氣端口 E<sub>2</sub>與第二出口端口 B 之間的端口連接性。並未使用第二出口端口 B 且將其流體隔離。

圖 15 為展示閥在第三（中心）位置中時的圖 12 之系統的示意圖，其中所有端口被堵塞。致動器展示為其桿經收縮。

### 【實施方式】

【0018】 本發明係有關於一種閥、一種閥系統及一種用於檢測一氣動系統中之滲漏的方法。在圖 3 及圖 4 中描繪判定實施方式閥 100 之位置的流程圖。此等圖展示呈提供對應於圖 2A 之示意圖的三位置端口連接性的閥滑軸 5 及主體 6 之形式的流體分流器，且另外展示閥 100 中之壓力感測器 7 的兩個較佳位置。當閥滑軸 5 經組態於第三位置 P3 中時，閥內流體流徑 4 建立於出口端口 A 與出口端口 B 之間，其中閥內流體流徑 4 包括第一閥內區段 8 及第二閥內區段 9。當經組態於第三位置 P3 中時，壓縮氣體可自出口端口 A、圍繞閥滑軸、經由閥內區段 8、圍繞閥滑軸、經由閥內區段 9 及再次圍繞閥滑軸流動至出口端口 B（或沿相反方向，取決於壓力差）。在一個變化中，壓力感測器 7 量測閥內區段 8（圖 3）中之壓力，而在一第二變化中，壓力感測器 7 量測閥內區段 9（圖 4）中之壓力。在兩個變化中，壓力感測器 7 量測經隔離流體子系統中之壓力，該經隔離流體子系統包含在閥 100 置放於第三位置中時處於出口端口 A 與出口端口 B 之間的閥內流體

流徑 4。然而，當閥滑軸在第一位置 P1 或第二位置 P2 中時，該兩個變化量測不同之壓力。具體言之，在圖 3 中展示之變化中，當閥 100 經組態於第一閥位置 P1 及第二閥位置 P2 中時，壓力感測器 7 量測端口 A 處之壓力。在圖 4 中展示之變化中，當閥 100 經組態於第一閥位置 P1 及第二閥位置 P2 中時，壓力感測器 7 量測端口 B 處之壓力。

【0019】 滲漏檢測方向控制閥 100 之設計實施方式以橫截面展示於圖 5 至圖 7 中。具體言之，圖 5 至圖 7 描繪對應於圖 3 中示意性地描繪之設計變化的三個各別滑軸位置（亦稱閥位置）。圖 5 展示在圖 3 中之第一位置 P1 中的滑軸 5，該第一位置分別提供端口 S 與 A 之間及端口 E<sub>2</sub> 與 B 之間的端口連接性。圖 6 展示在第二位置（圖 3 中之 P2）中的滑軸 5，該第二位置分別提供端口 E<sub>1</sub> 與 A 之間及端口 S 與 B 之間的端口連接性。圖 7 展示在第三（亦即，平衡）位置（圖 3 中之 P3）中的滑軸 5，該第三位置提供端口 A 與 B 之間的獨佔式流體連通（經由閥內流動區段 8 及 9）以及對 S 端口及 E 端口之流體隔離。應注意，滑軸位置 P3 實體上位於滑軸位置 P1 與 P2 之間。亦應注意，在此實施方式中，壓力感測器 7 位於閥 100 內，使得該壓力感測器在閥 100 置放於第三位置 P3 中時量測經隔離流體子系統中閥內流徑 4 內之壓力（具體言之，在如所繪製之設計實施方式中，其量測端口 A 與 B 之間的流徑 8 中之壓力）。如在圖 3 中所展示之示意圖中，當在滑軸位置 P1 或 P2 中時，在所展示之設計實施方式中的壓力感測器 7 量測端口 A 處之壓力。

【0020】 圖 8 至圖 11 將閥 100 描繪為包括雙動式汽缸（致動器）20 之（整個流體系統 10 的）流體子系統 50 之部分。致動器 20 包括第一組件

腔室 24 及第二組件腔室 23。端口 41 以流體方式將腔室 24 連接至通向閥 100 之第一出口端口 A 的流體連接件 31。端口 42 以流體方式將腔室 23 連接至通向閥 100 之第二出口端口 B 的流體連接件 32。在所描繪之實施方式系統 10 中，當流體系統 10 之閥 100 位於第三位置 P3（亦即，平衡組態）中時，流體子系統 50 變為經隔離流體子系統。可利用此位置 P3 以檢測自經隔離流體子系統 50 向環境的潛在滲漏。具體言之，在期間氣動致動系統 10 在第一致動器位置（例如，桿 21 延伸的位置 P1）與第二致動器位置（例如，桿 21 收縮的位置 P2）之間轉變的情形下，方向控制閥 100 可短暫地使用平衡組態 P3，該平衡組態允許壓縮空氣（或類似氣體）自致動器 20 之先前經加壓腔室 24 流動至活塞 22 之另一側上之先前經減壓腔室 23。一旦此質量流動瞬變已完成，則遍及整個經隔離流體子系統 50 的壓力應會保持基本上恆定。然而，若壓力在初始壓力平衡之後衰減，則吾人可推斷壓力衰減指示自經隔離子系統 50 向環境的流體質量損失（亦即，滲漏）。因而，一種方法可藉由在閥 100 處於平衡組態（亦即，第三位置 P3）中時量測經隔離流體子系統 50 內的單一壓力（最佳地，藉由量測位於方向控制閥 100 內部之閥內流徑 4 內部的壓力）來檢測自經隔離流體子系統 50 至環境中的滲漏。該方法並不實質上中斷氣動致動器之正常操作，此係因為僅在將閥（及致動器）組態於第一閥及致動器位置與第二閥及致動器位置之間期間短暫地使用供檢測滲漏的第三位置。因而，可藉由最少額外設備（亦即，嵌入於閥中的單一壓力感測器）檢測滲漏，而無需實質上變更氣動系統之正常操作；且設備在致動器於第一致動器位置與第二致動器位置之間移動所在的每一循環期間易於使用，使得滲漏檢測重複且頻繁地發生。

【0021】 在圖 8 至圖 11 中展示對應於一種較佳滲漏檢測方法之動作序列。可如下描述此動作序列。藉由將閥 100 組態至第一閥位置（亦稱為第一滑軸位置）P1 中而將致動器 20 最初組態至第一致動器位置中。具體言之，將閥 100 組態至第一閥位置中使致動器 20 之第一側（腔室 24）加壓，且為第二側（腔室 23）排氣，此情形將致動器 20 組態至桿 21 如圖 8 中所描繪而延伸的第一致動器位置。藉由將閥 100 組態至第二閥位置 P2 中而將致動器 20 組態至桿 21 如圖 11 中所描繪而收縮的第二致動器位置中。詳言之，將閥 100 組態於第二閥位置 P2 中使致動器 20 之腔室 23 加壓且為腔室 24 排氣，此情形將致動器 20 組態至桿 21 如圖 11 中所描繪而收縮的第二致動器位置中。圖 8 展示經組態於第一位置中的閥 100，及對應地亦經組態於第一致動器位置（在此實例中展示為完全延伸位置）中的致動器 20。應注意，壓力感測器 7 在圖 8 中描繪為在第一出口端口 A 處，但單一壓力感測器 7 可替代地描繪為在第二出口端口 B 處。因為圖 8 至圖 11 為對氣動系統之示意性描繪，所以將感測器 7 置放於表示閥 100 與致動器 20 之第一腔室 24 之間的流體連接件 31 的線上並非意欲指示感測器 7 不含於閥 100 內。儘管壓力感測器可能位於閥之外部，但如上文所提到，閥 100 之較佳實施方式包括在閥結構 6 內，特定言之在閥內流徑 4 內，或更具體言之在端口 A 與 B 之間的閥內通路區段 8 及/或 9 內的感測器 7。

【0022】 當將致動器 20 自第一致動器位置切換至第二致動器位置，而非將閥 100 直接組態至第二閥位置中時，實情為將閥 100 短暫地組態至第三閥位置（亦即，平衡組態）中，如圖 9 中示意性地展示。當將閥 100 組態至第三閥位置中時，產生經隔離流體子系統 50。經隔離流體子系統 50 包含

第一組件腔室 24、第二組件腔室 23、流體連接件 31、流體連接件 32 以及閥內流徑 8 及 9。當將閥 100 組態至第三閥位置中時，經隔離流體子系統 50 首先經受快速流動瞬變，其中來自致動器 20 之先前經加壓腔室 24 的加壓氣體快速流動至致動器 20 之先前經減壓腔室 23。在此時間期間，經隔離流體子系統 50 中之壓力快速改變。對於所描繪之狀況，因為在圖 8 中對壓力感測器 7 完全加壓，所以由單一壓力感測器 7 量測之壓力將在初始流動瞬變期間快速衰減，直至致動器 20 之組件腔室 23、24 兩者中之壓力已平衡於供應壓力與排氣壓力之間的某一中間壓力下。在此快速平衡事件之後，壓力預期達到平衡壓力歷時閥 100 經組態於 P3 平衡組態中的剩餘時間。在此平衡階段期間，假定無質量離開經隔離子系統 50（亦即，假定無滲漏），則在壓力感測器 7 處量測之壓力預期保持基本上恆定（亦即，在不存在流體滲漏之情況下壓力應保持基本上恆定）。相反，若流體質量歸因於滲漏而離開流體子系統 50，則經隔離流體子系統 50 中之壓力（如由壓力感測元件 7 量測）應按與流體滲漏速率成比例的速率衰減（亦即，與質量離開系統之速率成比例）。因而，在此平衡階段期間之壓力量測值可指示經隔離流體子系統 50 內之滲漏（亦即，致動器 20、致動器供應管線 31、32、致動器端口 41、42、閥之出口端口 A、B 或閥內流徑 4 內之滲漏）。在閥 100 經組態於第三位置中的時間段期間，壓力瞬變之短暫性質足夠快速以允許系統達到壓力平衡，使得壓力感測元件 7 可用以在閥 100 經組態於第三位置 P3 中的短暫時間段期間檢測經隔離流體子系統 50 中之滲漏。閥 100 經組態於第三位置中的此短暫時間段在此被稱作「停留週期」。

【0023】 在停留週期之後，閥 100 經組態於第二閥位置 P2 中，該第

二閥位置隨後將致動器 20 組態至第二致動器組態中，如圖 10 中描繪（第二閥位置在此實例中為完全收縮位置）。當將系統自第二位置重新組態至第一位置時，可再次使用第三位置停留週期及對應滲漏檢測程序，如圖 11 中展示。應注意，滲漏檢測方法可使用將閥自第一位置組態至第二位置（亦即，圖 9）時的停留、將閥自第二位置組態至第一位置（亦即，圖 11）時的停留或其兩者。亦應注意，該方法使得能夠進行滲漏檢測而無需知曉系統參數，諸如總體積或供應壓力，且使得能夠藉由單一壓力感測器進行滲漏檢測。在一較佳實施方式中，壓力感測器 7 位於方向控制閥 100 內之平衡流道 8、平衡流道 9 或兩個通道中，如在圖 3 及圖 4 中展示之兩個實施方式示意圖中指示。

【0024】 當在第三位置 P3 中歷時停留週期時，用於滲漏檢測的基本程序可如下繼續進行。在將閥 100 組態至第三位置中後，將閥 100 維持於第三位置中歷時經判定為足以允許平衡壓力瞬變結束的時間段加上經判定為足以允許用於滲漏檢測之足夠量測靈敏度的時間段。在如所描繪子系統之典型子系統中，平衡事件可合理地具有約 100 ms 的持續時間，但此停留持續時間將取決於各種系統參數（例如，給定系統內之流體通道的體積），且可相應地進行調整。出於解釋之目的，停留週期將假定為 100 ms，但此實例並非意欲為限制性的。在平衡瞬變之後（例如，在大約 100 ms 之後），經隔離子系統將進入標稱平衡狀態。當系統在標稱平衡狀態中時，可接著量測壓力歷時所選時間段（在此實例中，再次，約 100 ms 將為合理的）。基於在此平衡狀態週期期間之所量測壓力，可計算經隔離子系統中之壓力的平均改變速率。若壓力之改變速率（亦即，壓力衰減速率）超過可接受臨限

值，則指示滲漏。滲漏之量值將與壓力衰減速率之量值相關。

【0025】 在一較佳實施方式中，壓力感測器 7 將基於影響感測器 7 的流體壓力而輸出電信號。感測器 7 與處理器（圖中未示）電通信，該處理器將輸出信號處理成可予以記錄且與視為表示可接受壓力位準或改變的值比較的值。在一較佳實施方式中，處理器為控制閥之相同控制單元或為其部分，使得處理器知曉壓力量測值及閥位置兩者。滲漏之存在及程度可由滲漏檢測系統以各種方式報告，包括經由指示器燈（例如，在閥或歧管上）或藉由經由有線或無線連接將資料傳輸至遠端資料節點或終端機。應注意，滲漏檢測演算法可用以組合歷經多個致動器切換循環的滲漏檢測，以便增加滲漏檢測之可信度。系統可包括與處理器及可控制閥位置的切換之閥通信的控制器（圖中未示）。在一個實施方式中，控制器可基於所量測壓力或壓力衰減而控制閥切換。

【0026】 應注意，藉由經隔離子系統 50 的間歇性存在而啟用此方法，經隔離子系統僅在閥 100 固持於平衡組態 P3 中的時間段期間存在。在不存在平衡組態（及對應經隔離子系統 50）的情況下，滲漏檢測將變得實質上更複雜，且將需要（例如）量測流入至閥 100 中的質量、量測流出閥 100 向的質量，及考慮閥 100 內之壓縮空氣質量（此操作將大體上需要若干額外組件及量測）。質量流動之量測顯著地比壓力之量測複雜。因此，藉由產生經隔離子系統 50，本發明方法提供更簡化之滲漏檢測方法。

【0027】 除了檢測滲漏以外，使用壓力感測器 7 之壓力量測亦可用以判定當在兩個標準閥組態 P1 與 P2 之間切換時閥 100 應固持於平衡組態 P3 中的時間段。當在平衡組態 P3 中時，壓縮空氣將最初自經加壓側流動至經

減壓側，直至壓力遍及整個經隔離子系統 50 已平衡。為了維持自致動器 20 之第一位置至第二位置的有利回應速率，應將耗費用於超出壓力平衡之平衡組態的時間減至最小。因而，在一個實施方式中，可量測閥 100 內之平衡流道 8 及/或 9 中的壓力，且壓力之改變速率可用以判定閥 100 應耗費多長時間用於平衡組態中。舉例而言，在一個實施方式中，當在致動器 20 之第一位置與第二位置之間切換時，處理器及控制器可將閥 100 維持於平衡組態中，直至經隔離子系統 50 中之壓力的改變速率下降至低於預定臨限值。

【0028】 在另一實施方式中，替代由圖 2A 中展示之平衡組態產生的單一經隔離子系統 50，可使用具有所有端口堵塞式 (APB) 端口連接性組態的方向控制閥 1c (APB 閥)。此閥示意圖展示於圖 2B 中，且對應閥系統 10a 展示於圖 12 至圖 15 中。在第一閥位置及第二閥位置中，APB 閥 100a 提供標準方向控制閥端口連接性，而在第三位置中，APB 閥 100a 使所有出口端口維持於流體隔離中。不同於由圖 2A 及圖 3 至圖 7 描述之閥，提供 APB 端口連接性之閥的實體設計在現有技術中已知。然而，此類閥並不典型地供壓力感測使用以暫時或間歇地產生啟用此處揭示之滲漏檢測方法的經隔離流體子系統。具體言之，如圖 13 及圖 14 中描繪，當 APB 閥 100a 分別經組態於第一閥位置 P1 或第二閥位置 P2 中時，標準端口連接性將致動器分別組態至第一致動器位置或第二致動器位置中，如圖 13 及圖 14 中描繪。如圖 12 及圖 15 中展示，當 APB 閥 100a 經組態於第三閥位置 P3 中時，第三位置連接性組態將產生兩個經隔離子系統 50a、50b，其中子系統 50a 包含致動器 20 之第一腔室 24 及與第一出口端口 A 連通的相關聯致動器供應管線 31，且其中子系統 50b 包含致動器 20 之第二腔室 23 及與第二出口

端口 B 連通的供應管線 32。若在一較佳實施方式中，各別經隔離子系統 50a 及 50b 中之每一者包括至少一個壓力感測器，則當將閥（及致動器）組態於第一閥（及致動器）位置與第二閥（及致動器）位置之間時，第三閥位置可短暫地用以產生一對暫時經隔離流體子系統。如在圖 2A 之閥中，經隔離流體子系統 50a 及 50b 使得能夠經由流體壓力損失（假定等溫條件）檢測流體質量損失。具體言之，若當在第一致動器位置與第二致動器位置之間轉變時閥 100a 置放於第三位置中，如圖 13 及圖 15 中展示，則先前經加壓之各別經隔離子系統 50a 或 50b 中的壓力量測可用以按先前描述之相同方式（例如，基於壓力衰減）而檢測自各別經隔離子系統 50a 或 50b 向外的滲漏。另外，先前經減壓之經隔離子系統中的壓力量測可用以檢測橫跨致動器活塞 22 的滲漏（相對於自經隔離子系統向環境的滲漏）。當使用此組態時，可將滲漏之存在區域化為存在於致動器 20 之第一側或第二側上（亦即，可將滲漏區域化為在子系統 50a 或 50b 中）。不同於圖 2A 之閥，APB 閥 100a 並不需要第三位置中之平衡瞬變。因而，替代經隔離流體子系統 50a 及 50b 展現初始快速壓力改變，後接標稱平衡週期，在不存在滲漏之情況下的各別經隔離流體子系統中之系統行為將為即刻流體平衡。因而，當在第三閥位置中時致動器之先前經加壓側中的任何壓力衰減速率（超出某一預定臨限值）將指示流體之損失（亦即，將指示滲漏）。另外，當在第三閥位置中時致動器之先前經減壓側中的任何壓力增加速率將指示橫跨致動器活塞自致動器之經加壓側至經減壓側中的滲漏。如先前所描述方法中，一旦閥 100a 停留於第三位置 P3 中歷時足以檢測此滲漏的時間段，則接著將閥組態至各別所要的標準第一或第二位置。儘管圖 12 至 15 說明關於雙動式汽缸之方

法，但亦可使用僅使用兩個出口端口的方法，諸如當與單動式汽缸或單一組件腔室一起使用時。

【0029】 儘管在本文中描述例示性實施方式，但應理解，可在不脫離本發明之範疇的情況下對系統、方法及設備作出各種修改。

**【符號說明】**

【0030】

201704726

## 發明摘要

※ 申請案號： 105112072

※ 申請日： 105.4.19

※IPC 分類：G01M3/26 (2006.01)

## 【發明名稱】(中文/英文)

使用方向控制閥以用於滲漏檢測之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR LEAKAGE DETECTION USING A  
DIRECTIONAL CONTROL VALVE

## 【中文】

本申請案描述將一氣動致動系統之特定組態與一壓力量測裝置組合在一起之設備、系統及方法，以允許量測系統內之經隔離子系統內部之壓力，從而提供對該系統內的滲漏之檢測。在某些例示性實施方式中，該設備包含一方向控制閥，該方向控制閥使用在該整個系統內產生至少一個經隔離流體子系統的至少一個端口連接性組態。當該閥在此經隔離子系統組態中時，一給定質量之流體（亦即，壓縮氣體）既不進入亦不離開該子系統。滲漏檢測方法由以下操作組成：當在標準組態之間切換時瞬時地將該閥置放於此經隔離子系統組態中，及當在此組態中時藉由至少一個壓力感測器量測該經隔離流體子系統中之壓力，其中在此組態中壓力之損失指示一滲漏之存在。

## 【英文】

This application describes apparatuses, systems, and methods that combines specific configurations of a pneumatic actuation system together with a pressure

measurement device to allow for measurement of pressure inside isolated subsystems within the system to thereby provide detection of leaks within the system. In certain exemplary embodiments, the apparatus comprises a directional control valve that employs at least one port connectivity configuration that creates at least one isolated fluid subsystem within the overall system. When the valve is in this isolated subsystem configuration, a given mass of fluid (i.e., compressed gas) can neither enter nor leave the subsystem. The leak detection method consists of momentarily placing the valve in this isolated subsystem configuration when switching between standard configurations, and measuring pressure with at least one pressure sensor in the isolated fluid subsystem while in this configuration, where loss of pressure in this configuration indicates existence of a leak.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】：**

**【本代表圖之符號簡單說明】：**

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：**

無

## 申請專利範圍

1. 一種用於檢測一氣動系統中之滲漏的方法，該氣動系統包含：
    - a) 一方向控制閥，其包含一供應端口、一或多個排氣端口、一第一閥出口端口及一第二閥出口端口；
    - b) 一第一組件腔室，其以流體方式連接至一第一組件端口，及一第二組件腔室，其以流體方式連接至一第二組件端口；及
    - c) 該第一組件端口以流體方式連接至該第一閥出口端口，且該第二組件端口以流體方式連接至該第二閥出口端口，該方法包含：
      - A. 對該閥進行組態使得該閥建立介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且建立該供應端口及該一或多個排氣端口之各別隔離，從而產生包括以下各者的一經隔離流體子系統：
        - 該第一組件腔室；
        - 該第二組件腔室；
        - 介於該第一組件端口與該第一閥出口端口之間的流體連接件；
        - 介於該第二組件端口與該第二閥出口端口之間的流體連接件；及
        - 介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流徑；
      - B. 感測該經隔離流體子系統內的壓力；及
      - C. 比較所感測之壓力與經判定以表示該經隔離流體子系統之一可接受系統壓力的一值。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該閥依序經組態成步驟 A 之組態：
  - a. 直接在將該閥置放於一第一組態中之後，在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個

排氣端口中之一者與該第二閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；及直接在將該閥置放於一第二組態中之前，在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端口中之一者與該第一閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；或

- b. 直接在將該閥置放於該第二組態中之後及直接在將該閥置放於該第一組態中之前。
3. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中在允許該第一組件端口及該第二組件端口處之壓力平衡的一時間段之後執行對壓力之該感測。
  4. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中在該閥處於該第一組態或該第二組態中時，基於該氣動系統中之壓力的一量測值而判定經判定以表示一可接受系統壓力的該值。
  5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中對壓力之該感測由一壓力感測器執行，該壓力感測器位於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流體流徑中。
  6. 一種用於檢測一氣動系統中之滲漏的方法，該氣動系統包含：a) 一方向控制閥，其包含一供應端口、一或多個排氣端口、一第一閥出口端口及一第二閥出口端口；b) 一第一組件腔室，其以流體方式連接至一第一組件端口，及一第二組件腔室，其以流體方式連接至一第二組件端口；及 c) 該第一組件端口以流體方式連接至該第一閥出口端口，且該第二組件端口以流體方式連接至該第二閥出口端口，該方法包含：
    - A. 對該閥進行組態使得該閥建立介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且建立對第一閥入口端口及第

二閥入口端口之各別隔離，且藉此產生包括以下各者的一經隔離流體子系統：

該第一組件腔室；

該第二組件腔室；

介於該第一組件端口與該第一閥出口端口之間的流體連接件；

介於該第二組件端口與該第二閥出口端口之間的流體連接件；及

介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流徑；

B. 在該閥處於產生該經隔離流體子系統之該組態的時間期間的複數個時間間隔內感測該經隔離流體子系統內之壓力；及

C. 比較與一或多個時間間隔相關聯的該等所感測壓力以判定該經隔離流體子系統中之一壓力改變速率，且比較該經判定壓力改變速率與表示該經隔離流體子系統之一可接受壓力衰減位準的一值。

7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中對壓力之該感測由一壓力感測器執行，該壓力感測器位於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流體流徑中。
8. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中該閥依序經組態變成如申請專利範圍第 6 項的步驟 A 之該組態：
  - a. 直接在將該閥置放於一第一組態中之後，在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端口中之一者與該第二閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；及直接在將該閥置放於一第二組態中之前，在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端

- 口中之一者與該第一閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；或
- b. 直接在將該閥置放於該第二組態中之後及直接在將該閥置放於該第一組態中之前。
9. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中若該經隔離流體子系統中之該經判定壓力改變速率高於一特定值，則使該閥維持於該組態中直至該經隔離流體子系統中之壓力改變速率下降至低於一指定值。
10. 一種用於檢測一氣動系統中之滲漏的方法，該氣動系統包含：a) 一方向控制閥，其包含一供應端口、一或多個排氣端口、一第一閥出口端口及一第二閥出口端口；b) 一第一組件腔室，其以流體方式連接至一第一組件端口，及一第二組件腔室，其以流體方式連接至一第二組件端口；及 c) 該第一組件端口以流體方式連接至該第一閥出口端口，且該第二組件端口以流體方式連接至該第二閥出口端口，該方法包含：
- A. 對該閥進行組態使得該閥建立該供應端口、該一或多個排氣端口、該第一閥出口端口及該第二閥出口端口彼此之流體隔離，且藉此產生：
- 一第一經隔離流體子系統，其包含：
- 該第一組件腔室，及介於該第一組件端口與該第一閥出口端口之間的流體連接件；及
- 一第二經隔離流體子系統，其包含：
- 該第二組件腔室，及介於該第二組件端口與該第二閥出口端口之間的流體連接件；
- B. 感測該第一經隔離流體子系統及該第二經隔離流體子系統中之至少一者內的流體壓力；及

- C. 接著執行以下比較中之一或多者：
- i) 若自該第一經隔離流體子系統感測流體壓力，則比較該所感測壓力與經判定以表示該第一經隔離流體子系統之一可接受系統壓力的一值；或
  - ii) 若自該第二經隔離流體子系統感測流體壓力，則比較該所感測壓力與經判定以表示該第二經隔離流體子系統之一可接受系統壓力的一值。
11. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中對壓力之該感測由位於該方向控制閥中的一壓力感測器執行。
12. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中該閥依序經組態變成如申請專利範圍第 10 項的步驟 A 之該組態：
- a. 直接在將該閥置放於一第一組態中之後，在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端口中之一者與該第二閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；及直接在將該閥置放於一第二組態中之前，在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端口中之一者與該第一閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；或
  - b. 直接在將該閥置放於該第二組態中之後及直接在將該閥置放於該第一組態中之前。
13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中在該閥處於該第一組態或該第二組態中時，基於該氣動系統中之壓力的一量測值而判定經判定以表示一可接受系統壓力的該值。
14. 一種用於檢測一氣動系統中之滲漏的方法，該氣動系統包含：a) 一方

向控制閥，其包含一供應端口、一或多個排氣端口、一第一閥出口端口及一第二閥出口端口；b) 一第一組件腔室，其以流體方式連接至一第一組件端口，及一第二組件腔室，其以流體方式連接至一第二組件端口；及 c) 該第一組件端口以流體方式連接至該第一閥出口端口，且該第二組件端口以流體方式連接至該第二閥出口端口，該方法包含：

A. 對該閥進行組態使得該閥建立該供應端口、該一或多個排氣端口、該第一閥出口端口及該第二閥出口端口彼此之流體隔離，且藉此產生：一第一經隔離流體子系統，其包含：

該第一組件腔室，及介於該第一組件端口與該第一閥出口端口之間的流體連接件；及

一第二經隔離流體子系統，其包含：

該第二組件腔室，及介於該第二組件端口與該第二閥出口端口之間的流體連接件；

B. 在該閥處於產生該第一經隔離流體子系統及該第二經隔離流體子系統的該組態的時間期間的複數個時間間隔內感測該第一經隔離流體子系統及該第二經隔離流體子系統中之至少一者內的流體壓力；及

C. 比較與一或多個時間間隔相關聯的該等所感測壓力以判定該至少一個經隔離流體子系統中之一壓力改變速率，且比較該經判定壓力改變速率與表示該至少一個經隔離流體子系統之一可接受壓力衰減位準的一值。

15. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中對壓力之該感測由位於該方向控制閥中的一壓力感測器執行。

16. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中該閥依序經組態變成如申請專利範圍第 14 項的步驟 A 之該組態：

- a. 直接在將該閥置放於一第一組態中之後，在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端口中之一者與該第二閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；及直接在將該閥置放於一第二組態中之前，在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端口中之一者與該第一閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；或
- b. 直接在將該閥置放於該第二組態中之後及直接在將該閥置放於該第一組態中之前。

17. 一種氣動系統，其包含：

一方向控制閥及至少一個氣動組件；

該方向控制閥包括一供應端口、一或多個排氣端口、一第一閥出口端口及一第二閥出口端口；

該供應端口連接至一流體供應裝置且該一或多個排氣端口連接至排氣裝置；

該至少一個氣動組件包括：一第一組件端口，其與一第一組件腔室流體連通；及一第二組件端口，其與一第二組件腔室流體連通；

將該第一閥出口端口與該第一組件端口連接的一流體連接件，及將該第二閥出口端口與該第二組件端口連接的一流體連接件，且

該方向控制閥能夠經組態成一第一組態、一第二組態及一第三組態，藉此：

- a. 在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式流體連接，及該一或多個排氣端口中之一者與該第二閥出口端口的同時獨佔式流體連接；
  - b. 在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的一獨佔式流體連接，及該一或多個排氣端口中之一者與該第一閥出口端口的該同時獨佔式流體連接；及
  - c. 在該第三組態中，該閥建立介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且建立對第一閥入口端口及第二閥入口端口之各別隔離，使得該閥產生包括以下各者的一經隔離流體子系統：
    - 該第一組件腔室；
    - 該第二組件腔室；
    - 介於該第一組件端口與該第一閥出口端口之間的該流體連接件；
    - 介於該第二組件端口與該第二閥出口端口之間的該流體連接件；及
    - 介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流徑；及
    - 至少一個壓力感測器，其經組態以量測由該閥之該第三組態建立的該經隔離流體子系統內之壓力。
18. 如申請專利範圍第 17 項之系統，其中該至少一個壓力感測器位於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流體流徑內。
  19. 如申請專利範圍第 17 項之系統，其中該至少一個壓力感測器輸出基於該所感測壓力而變化的一信號，且該系統進一步包括一處理器，該處理器與該感測器電通信且經組態以處理由該感測器輸出之該信號並判

定任何滲漏是否存在於具有該第三組態的該經隔離流體子系統中。

20. 如申請專利範圍第 19 項之系統，其進一步包括一指示裝置，該指示裝置與該處理器有線或無線電通信，該處理器經組態以基於由該處理器對滲漏之一判定而啟動該指示裝置。
21. 如申請專利範圍第 19 項之系統，其中該至少一個壓力感測器經組態以在允許該第一組件端口及該第二組件端口及該壓力感測器處之壓力平衡的一時間段之後獲得及向該處理器傳輸該經隔離流體子系統中之複數個壓力讀數，且該處理器經組態以處理來自該感測器的該複數個壓力讀數，以判定具有該第三組態之該經隔離流體子系統中的一壓力衰減速率。
22. 如申請專利範圍第 21 項之系統，其進一步包括一指示裝置，該指示裝置與該處理器有線或無線電通信，該處理器經組態以基於該經隔離流體子系統中之一所感測壓力衰減速率而啟動該指示裝置。
23. 如申請專利範圍第 21 項之系統，其中該處理器經進一步組態以比較該經判定壓力衰減速率與視為最低限度地可接受之一衰減速率。
24. 如申請專利範圍第 23 項之系統，其中該處理器為一控制器之部分或與該控制器電通信，該控制器經組態以將該閥維持於該第三組態中歷時一預定時間段。
25. 一種氣動方向控制閥，其包含：  
一閥體，其收容一流體分流器，該閥體包含一供應端口、一或多個排氣端口、一第二閥出口端口及一第二閥入口端口；  
該氣動方向控制閥之該流體分流器能夠經組態成一第一組態、一第二組

態及一第三組態，藉此：

a. 在該第一組態中，該流體分流器建立該供應端口與第一閥出口端口的一獨佔式流體連接，及該一或多個排氣端口中之一者與該第二閥入口端口的同時獨佔式流體連接；

b. 在該第二組態中，該流體分流器建立該供應端口與該第二閥出口端口的該獨佔式流體連接，及該一或多個排氣端口中之一者與該第一閥出口端口的該同時獨佔式流體連接；且

c. 在該第三組態中，該流體分流器建立介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且建立對該供應端口及該一或多個排氣端口之各別隔離；及

至少一個壓力感測器，其安置於該閥體內且經組態以量測由該第三閥組態建立之介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該獨佔式閥內流體流徑內之一流體的壓力。

26. 如申請專利範圍第 25 項之閥，其中該至少一個壓力感測器位於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流體流徑內。

27. 如申請專利範圍第 26 項之閥，其中該壓力感測器經組態以輸出基於該所感測壓力而變化的一信號，且該閥進一步包括一處理器，該處理器與該感測器電通信且經組態以接收由該感測器輸出之該信號並處理該信號以便比較由該感測器感測的一壓力與對於包含該閥內流體流徑之該經隔離流體子系統視為可接受的一壓力值。

28. 如申請專利範圍第 26 項之閥，其中該壓力感測器經組態以輸出基於該所感測壓力而變化的一信號，且該閥進一步包括一處理器，該處理器

與該感測器電通信且經組態以隨著時間推移接收該感測器之信號輸出並處理該等信號輸出，以便比較由該感測器在一或多個時間間隔內感測到的壓力以計算該經隔離流體子系統之一壓力衰減速率，且比較該經計算衰減速率與對於該經隔離流體子系統視為可接受的一衰減速率。

29. 如申請專利範圍第 27 項之閥，其進一步包括一指示裝置，該指示裝置與該處理器有線或無線電通信，該處理器經組態以基於由該感測器感測的一壓力位準而啟動該指示裝置。
30. 如申請專利範圍第 28 項之閥，其進一步包括一指示裝置，該指示裝置與該處理器有線或無線電通信，該處理器經組態以基於該經隔離流體子系統中之一所感測壓力衰減速率而啟動該指示裝置。
31. 如申請專利範圍第 25 項之閥，其中當該閥在該第三組態中時，該流體分流器之位置處於當該閥在該第一組態及該第二組態中時該流體分流器之位置中間。

































# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

使用方向控制閥以用於滲漏檢測之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR LEAKAGE DETECTION USING A  
DIRECTIONAL CONTROL VALVE

## 【對相關申請案之交叉參考】

● 【0001】 本申請案主張 2015 年 4 月 20 日申請之美國臨時專利申請案第 62/149958 號的優先權及權利，該申請案之全文特此以引用之方式並併入。

## 【技術領域】

● 【0002】 本發明大體上係關於方向控制閥，且特定言之，係關於包括滲漏檢測之氣動控制閥及系統。

## 【先前技術】

● 【0003】 工業氣動系統中之壓縮空氣的滲漏可為能量損失的顯著來源。在此類設定中包含氣動致動系統的壓縮空氣管道常常為複雜、繚繞的，且在氣動組件之間包含大量連接件，其皆為潛在的漏氣位點。另外，在典型地嘈雜的工業環境中可能難以檢測滲漏，此尤其係因為壓縮空氣並不可見且不具有氣味。因而，需要具有可識別壓縮空氣滲漏之存在的系統，使得隨後可消除此類滲漏。另外，因為新的滲漏可能在任何時間出現，所以需要具有連續地或以規則、頻繁之間隔監測且檢測滲漏而不中斷氣動系統之正常工業目的或運作的系統。另外，需要達成此目的而無需將增加典型氣動致動系統之成本或複雜度的額外設備。

## 【發明內容】

【0004】 本發明符合此項技術中之需要，且係有關於用於檢測一氣動系統（特定言之，需要至少一控制閥的一氣動系統）中之滲漏的系統、方法及改良之閥。一例示性此控制閥為可用以控制一氣動致動器之位置的一方向控制閥。出於本申請案之目的而將一「標準」兩位置方向控制閥定義為以至少兩個端口連接性組態選擇性地連接最少四個流體端口的一個方向控制閥，且其中該四個流體端口大體上由第一入口端口及第二入口端口與第一出口端口及第二出口端口組成。在一個通用氣動系統中，該第一入口端口及該第二入口端口典型地分別連接至供應壓力及一排氣壓力，而該第一出口端口及該第二出口端口典型地連接至一或多個兩端口氣動組件的第一端口及第二端口，此組件之一例示性實例為一雙動式氣動致動器。因而，與一方向控制閥相關聯之該最少四個端口典型地分別為供應 S、排氣 E、一第一出口 A 及一第二出口 B。

【0005】 在圖 1 中示意性地展示標準兩位置方向控制閥 1a 之兩個閥位置及對應端口連接性。應注意，儘管就四個操作性端口而言論述了典型的先前技術閥，但在現實中典型的閥包含至少此等四個相異流體端口。在某些實施方式中，如在圖 1 中所展示，先前技術閥 1a 可具有兩個排氣端口：第一排氣端口  $E_1$  及第二排氣端口  $E_2$ ，其兩者之特徵在於相同（典型地，大氣壓）流體勢。因此，在圖 1 之示意圖中，並未將較佳 5 端口實施方式閥 1a 中的該等排氣端口  $E_1$ 、 $E_2$  中之一者用於一給定閥位置中。儘管如此，但 5 端口實施方式閥 1a 為一較佳實施方式，此係因為 5 端口組態為氣動工業中之一標準較佳組態，且因而，該閥之一 5 端口實施方式與現有氣動設備（例如，閥歧管）維持一標準連接性。因而，在一 5 端口實施方式閥之內容背

景下提供本文中對該閥實施方式及功能性的說明。一般熟習此項技術者將清楚，一 4 端口實施方式僅為對該 5 端口版本之一簡化，此係因為消除第五端口（其為第二排氣端口）得到本發明閥之一 4 端口實施方式。

【0006】 如自圖 1 進一步可見，一標準兩位置方向控制閥典型地經組態至一第一位置 P1 或一第二位置 P2 中。該第一閥位置 P1 提供一端口連接性組態，其中該第一入口端口（或「供應端口」）提供供應壓力且連接至該第一出口端口，且該第二入口端口（或「排氣端口」）連接至該第二出口端口。該第二閥位置 P2 提供一端口連接性組態，其中該供應端口連接至該第二出口端口，且該排氣端口連接至該第一出口端口。

【0007】 如圖 2A 中所展示，一方向控制閥 1b 亦可使用一第三位置，該第三位置對應於一第三端口連接性組態。本申請案描述用於檢測一可壓縮氣體流體動力系統中之滲漏的一實施方式方法，該系統使用具有一第三端口連接性組態的一方向控制閥，在該第三端口連接性組態中，該第三位置端口連接性在該閥及組件系統內產生至少一個經隔離流體子系統。在圖 2A 及圖 2B 之示意圖中展示出於此目的之兩個例示性第三位置端口連接性組態。

【0008】 在圖 2A 中所展示之組態中，閥 1b 之第三（亦即，中心）位置提供該第一出口端口 A 與該第二出口端口 B 之間的獨佔式流體連接性，同時將供應端口 S 及排氣端口 E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub> 維持成流體隔離。在該第一出口端口連接至一第一組件腔室（例如，一雙動式致動器中之一活塞的一側上之腔室）且該第二出口端口連接至一第二組件腔室（例如，該雙動式致動器中之該活塞的另一側上之腔室）的狀況下，圖 2A 中所展示之具有端口連

接性的 P3 組態可被稱作方向控制閥之「平衡組態」。當在此平衡組態中時，閥 1b 有效地將該致動器之該兩個腔室及致動器供應管線(饋入該兩個腔室)內之流體(亦即，壓縮空氣)的質量與該氣動致動系統中之所有其他壓縮空氣隔離，使得該致動器及該等致動器供應管線內之流體質量可既不流入至此控制體積中，亦不自此控制體積流出。該隔離流體之體積可被視為含於一「經隔離流體子系統」內。

【0009】 因此，該經隔離流體子系統中之流體由大體上限制於該致動器之兩個腔室、該等致動器供應管線及方向控制閥內之連接該兩個致動器供應管線的流道內的壓縮空氣之體積組成。在正常操作條件下，在該閥處於該平衡組態中(該兩個致動器腔室中之壓力朝向平衡移動且維持平衡所處的組態)時任何質量不應進入或離開該經隔離流體子系統。此類型之系統(亦即，具有恆定流體質量的一流體系統)大體上被稱作封閉式熱力學系統。因為此為一封閉式熱力學系統，所以該封閉式系統中之氣體(亦即，壓縮空氣)的質量可經由氣體之本構行為而用代數方法與氣體之壓力相關。最常假定之本構行為為理想氣體定律。假定可藉由理想氣體定律描述氣體，且假定一恆定體積及等溫行為(亦即，恆定氣體溫度)，則該經隔離流體子系統中之壓力將與該經隔離流體子系統中之壓縮空氣的質量成正比。因而，當該閥維持在該平衡組態中時，可自所量測壓力的改變檢測到該經隔離流體子系統內的流體質量之改變(例如，歸因於流體滲漏)，此檢測為此處所描述之實施方式發明的基礎。

【0010】 在一個實施方式中，本發明係有關於一種用於檢測包括一 3 位置方向控制閥之一氣動系統中之滲漏的方法。該閥包含一供應端口 S、一

第一排氣端口 E 或  $E_1$ 、一第一出口端口 A 及一第二出口端口 B。按照上文之論述，該閥可包括一第二排氣端口  $E_2$ 。該閥以流體方式連接至一或多個氣動組件，該等組件以積聚方式為以流體方式由一第一組件端口服務之一第一組件腔室及以流體方式由一第二組件端口服務之一第二組件腔室供給。如所提到，例如，一雙動式致動器（亦稱雙動式汽缸）為具有以流體方式由一第一組件端口服務之一第一組件腔室及以流體方式由一第二組件端口服務之一第二組件腔室的一單一裝置。因此，為簡單起見，將在一雙動式致動器之內容背景下描述本發明。此並不意欲為限制性的。該第一組件端口及該第二組件端口可安置於單獨組件上。在例示性雙動式致動器系統中，該第一致動器端口為以流體方式連接至該第一閥出口端口的該第一組件端口，且該第二致動器端口為以流體方式連接至該第二閥出口端口的該第二組件端口。

【0011】 該方法包含對該閥進行組態使得該閥建立該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且亦建立對第一閥入口端口及第二閥入口端口（該供應端口及該排氣端口）之各別隔離，使得該閥產生包括以下各者的一經隔離流體子系統：該閥之該第一出口端口、該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流體流徑、該閥之該第二出口端口、該第一出口端口與該第一組件端口之間的流體連接件、以流體方式由該第一組件端口服務之該第一組件腔室、該第二出口端口與該第二組件端口之間的流體連接件，及以流體方式由該第二組件端口服務之該第二組件腔室。就一雙動式致動器而言，該經隔離流體子系統將包括該致動器；該第一致動器端口與該第一閥出口端口之間的流體連接

件；該第二致動器端口與該第二閥出口端口之間的流體連接件；及該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流體流徑。該方法進一步包含感測（量測）該經隔離流體子系統內的壓力。該所感測的壓力可與一值比較，該值視為表示一可接受系統壓力（亦即，無滲漏存在於該經隔離流體子系統中所處的一壓力）。可在一或多個時間間隔內感測該經隔離系統中之該壓力，以便檢查任何壓降速率是否超過該系統之任何可接受壓力衰減速率。

【0012】 因此，本申請案描述一種檢測一壓縮氣體流體動力系統中之滲漏的手段，該偵測係藉由以下操作進行：使用利用一特定端口連接性組態以產生一經隔離流體子系統之一方向控制閥結合位於該經隔離流體子系統中之一壓力感測器的組合，以使得能夠檢測該經隔離流體子系統內的滲漏。該方法特定地意欲提供一種用於檢測該閥及該致動器內的該經隔離流體子系統中之流體滲漏的極簡低成本方法。

【0013】 另外，因為由圖 2A 中所展示之第三位置端口連接性產生的該平衡組態產生一單一經隔離流體子系統，所以可使用一單一壓力感測元件（如圖 3 中所指示）以量測此經隔離流體子系統中之壓力。在一較佳實施方式中，該單一壓力感測元件位於該方向控制閥內，且因此在此處進行對壓力之量測。在一較佳實施方式中，一單一控制器基於對所感測壓力之處理而協調閥組態及壓力量測，使得可按照該滲漏檢測方法恰當地協調閥組態及壓力量測。

【0014】 在另一較佳實施方式中，本發明係有關於一種氣動系統，該氣動系統包含以流體方式連接至一第一組件端口及一第二組件端口（為解

釋簡單起見，可將其描述為一雙動式氣動致動器之第一端口及第二端口）的一方向控制閥。該方向控制閥包括一供應端口、一第一排氣端口、一第一閥出口端口及一第二閥出口端口。該閥可包括一第二排氣端口。該供應端口連接至一流體供應裝置且該排氣端口連接至排氣裝置。該雙動式氣動致動器包括一第一組件（致動器）端口及一第二組件（致動器）端口。一流體連接件將該第一閥出口端口與該第一致動器端口連接，且一流體連接件將該第二閥出口端口連接至該第二致動器端口。該方向控制閥能夠經組態成一第一組態、一第二組態及一第三組態，藉此在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式連接，及該排氣端口與該第二閥出口端口的同時獨佔式連接。在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的獨佔式連接，及該排氣端口與該第一閥出口端口的同時獨佔式連接。在該第三組態中，該閥建立該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且建立對該供應端口及該排氣端口之各別隔離，使得該閥產生包括以下各者的一經隔離流體子系統：

- 該致動器；該第一致動器端口與該第一閥出口端口之間的流體連接件；該第二致動器端口與該第二閥出口端口之間的流體連接件；及該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流徑。該系統包括至少一個壓力感測器，該至少一個壓力感測器經組態以量測由該閥之該第三組態建立的該經隔離流體子系統內之壓力。在一較佳實施方式系統中，該至少一個壓力感測器為位於該方向控制閥內的一單一壓力感測器。

【0015】 在另一較佳實施方式中，本發明係有關於一種方向控制閥，該方向控制閥包含一供應端口、一第一排氣端口、一第一出口端口及一第

二出口端口。該閥可包括一第二排氣端口。該方向控制閥能夠經組態成一第一組態、一第二組態及一第三組態，藉此在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式連接，及該排氣端口與該第二閥出口端口的同時獨佔式連接。在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的獨佔式連接，及該排氣端口與該第一閥出口端口的同時獨佔式連接。在該第三組態中，該閥建立該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且建立對該供應端口及該排氣端口之各別隔離。該閥進一步包括至少一個壓力感測器，該至少一個壓力感測器位於該方向控制閥內，更佳地位於由該第三組態形成之該獨佔式閥內流體流徑中。

【0016】 如下文更詳細地描述，本發明之其他實施方式涉及使用一方向控制閥，其中該閥之該第三（亦即，中心）位置提供閥之所有端口被堵塞（亦即，隔離）的一組態。在圖 2B 中展示此端口連接性之該組態。當在此組態中時，該閥有效地在每一出口端口處產生一單獨經隔離流體子系統。一個經隔離流體子系統包括該閥之該第一出口端口、該第一出口端口與該第一組件端口（例如，一第一致動器端口）之間的流體連接件，及以流體方式連接至該第一組件端口的該第一組件腔室（例如，該致動器之該第一腔室）。該第二經隔離流體子系統包括該閥之該第二出口端口、該第二出口端口與該第二組件端口（例如，一第二致動器端口）之間的流體連接件，及以流體方式連接至該第二組件端口的該第二組件腔室（例如，該致動器之該第二腔室）。

#### 【圖式簡單說明】

## 【0017】

圖 1 為標準 2 位置 2 通 5 端口閥之端口連接性的示意圖。

圖 2A 為描繪本發明中利用的 5 端口閥之端口連接性的示意圖，其中將閥組態於第三位置中導致第一出口端口 A 與第二出口端口 B 之間的閥內流體流徑。

圖 2B 為描繪本發明中利用的 5 端口閥之端口連接性的示意圖，其中將閥組態於第三位置中導致閥中之所有端口堵塞狀態。

圖 3 為根據本發明而利用之 3 位置 5 端口滑軸閥的主體及滑軸組態之實施方式的流程判定橫截面的圖解視圖。該閥具有接近閥之第一出口端口 A 定位的感測器。

圖 4 為根據本發明而利用之 3 位置 5 端口滑軸閥的主體及滑軸組態之實施方式的流程判定橫截面的圖解視圖。該閥具有接近閥之第二出口端口 B 定位的感測器。

圖 5 為本發明的展示在第一位置 P1 中之滑軸（亦即，流體分流器）之實施方式閥（滑軸閥）的截面視圖，該第一位置提供供應端口 S 與第一出口端口 A 之間及第二排氣端口 E<sub>2</sub> 與第二出口端口 B 之間的端口連接性。並未使用第一排氣端口 E<sub>1</sub> 且將其流體隔離。

圖 6 為本發明的展示在第二位置 P2 中之滑軸之實施方式閥的截面視圖，該第二位置分別提供第一排氣端口 E<sub>1</sub> 與第一出口端口 A 之間及供應端口 S 與第二出口端口 B 之間的端口連接性。並未使用第二排氣端口 E<sub>2</sub> 且將其流體隔離。

圖 7 為本發明的展示在第三位置 P3 中之滑軸之實施方式閥的截面視

圖，該第三位置位於滑軸位置 P1 與 P2 之間且提供第一出口端口 A 與第二出口端口 B 之間的端口連接性，且以流體方式隔離供應端口 S 與第一排氣端口 E<sub>1</sub> 及第二排氣端口 E<sub>2</sub>。

圖 8 為在雙動式汽缸之內容背景下展示根據本發明之實施方式氣動系統的示意圖。展示閥在第一位置中。將閥設定於第一位置中導致對汽缸之第一腔室的加壓。此加壓又導致活塞桿之延伸。

圖 9 為展示圖 8 中描繪之實施方式氣動系統的示意圖。當自活塞桿延伸轉變至收縮時展示閥在第三位置中。此位置產生經隔離流體子系統，該經隔離流體子系統包含致動器之第一腔室、致動器之第二腔室、致動器與閥之間的流體連接件，及在第一出口端口 A 與第二出口端口 B 之間產生的閥內流體流徑。

圖 10 為描繪圖 8 之實施方式系統的示意圖。展示閥在第二位置中。將閥設定於第二位置中導致對汽缸之第二腔室的加壓且實現活塞桿之收縮。

圖 11 為展示圖 8 中描繪之實施方式氣動系統的示意圖。當自活塞桿收縮轉變至延伸時展示閥在第三位置中。此位置產生經隔離流體子系統，該經隔離流體子系統包含致動器之第一腔室、致動器之第二腔室、致動器與閥之間的流體連接件，及在第一出口端口 A 與第二出口端口 B 之間產生的閥內流體流徑。

圖 12 為在雙動式汽缸之內容背景下展示根據本發明之另一實施方式氣動系統的示意圖。展示閥在第三（中心）位置中，其中所有端口被堵塞。將閥設定於此位置中導致兩個經隔離流體子系統。致動器展示為其桿經延伸。

圖 13 為展示閥在第一位置中時的圖 12 之系統的示意圖，該第一位置提供供應端口 S 與第一出口端口 A 之間及第二排氣端口 E<sub>2</sub>與第二出口端口 B 之間的端口連接性。並未使用第一排氣端口 E<sub>1</sub>且將其流體隔離。

圖 14 為展示閥在第二位置中時的圖 12 之系統的示意圖，該第二位置提供供應端口 S 與第二出口端口 B 之間及第二排氣端口 E<sub>2</sub>與第二出口端口 B 之間的端口連接性。並未使用第二出口端口 B 且將其流體隔離。

圖 15 為展示閥在第三（中心）位置中時的圖 12 之系統的示意圖，其中所有端口被堵塞。致動器展示為其桿經收縮。

#### 【實施方式】

【0018】 本發明係有關於一種閥、一種閥系統及一種用於檢測一氣動系統中之滲漏的方法。在圖 3 及圖 4 中描繪判定實施方式閥 100 之位置的流程圖。此等圖展示呈提供對應於圖 2A 之示意圖的三位置端口連接性的閥滑軸 5 及主體 6 之形式的流體分流器，且另外展示閥 100 中之壓力感測器 7 的兩個較佳位置。當閥滑軸 5 經組態於第三位置 P3 中時，閥內流體流徑 4 建立於出口端口 A 與出口端口 B 之間，其中閥內流體流徑 4 包括第一閥內區段 8 及第二閥內區段 9。當經組態於第三位置 P3 中時，壓縮氣體可自出口端口 A、圍繞閥滑軸、經由閥內區段 8、圍繞閥滑軸、經由閥內區段 9 及再次圍繞閥滑軸流動至出口端口 B（或沿相反方向，取決於壓力差）。在一個變化中，壓力感測器 7 量測閥內區段 8（圖 3）中之壓力，而在一第二變化中，壓力感測器 7 量測閥內區段 9（圖 4）中之壓力。在兩個變化中，壓力感測器 7 量測經隔離流體子系統中之壓力，該經隔離流體子系統包含在閥 100 置放於第三位置中時處於出口端口 A 與出口端口 B 之間的閥內流體

流徑 4。然而，當閥滑軸在第一位置 P1 或第二位置 P2 中時，該兩個變化量測不同之壓力。具體言之，在圖 3 中展示之變化中，當閥 100 經組態於第一閥位置 P1 及第二閥位置 P2 中時，壓力感測器 7 量測端口 A 處之壓力。在圖 4 中展示之變化中，當閥 100 經組態於第一閥位置 P1 及第二閥位置 P2 中時，壓力感測器 7 量測端口 B 處之壓力。

【0019】 滲漏檢測方向控制閥 100 之設計實施方式以橫截面展示於圖 5 至圖 7 中。具體言之，圖 5 至圖 7 描繪對應於圖 3 中示意性地描繪之設計變化的三個各別滑軸位置（亦稱閥位置）。圖 5 展示在圖 3 中之第一位置 P1 中的滑軸 5，該第一位置分別提供端口 S 與 A 之間及端口 E<sub>2</sub> 與 B 之間的端口連接性。圖 6 展示在第二位置（圖 3 中之 P2）中的滑軸 5，該第二位置分別提供端口 E<sub>1</sub> 與 A 之間及端口 S 與 B 之間的端口連接性。圖 7 展示在第三（亦即，平衡）位置（圖 3 中之 P3）中的滑軸 5，該第三位置提供端口 A 與 B 之間的獨佔式流體連通（經由閥內流動區段 8 及 9）以及對 S 端口及 E 端口之流體隔離。應注意，滑軸位置 P3 實體上位於滑軸位置 P1 與 P2 之間。亦應注意，在此實施方式中，壓力感測器 7 位於閥 100 內，使得該壓力感測器在閥 100 置放於第三位置 P3 中時量測經隔離流體子系統中閥內流徑 4 內之壓力（具體言之，在如所繪製之設計實施方式中，其量測端口 A 與 B 之間的流徑 8 中之壓力）。如在圖 3 中所展示之示意圖中，當在滑軸位置 P1 或 P2 中時，在所展示之設計實施方式中的壓力感測器 7 量測端口 A 處之壓力。

【0020】 圖 8 至圖 11 將閥 100 描繪為包括雙動式汽缸（致動器）20 之（整個流體系統 10 的）流體子系統 50 之部分。致動器 20 包括第一組件

腔室 24 及第二組件腔室 23。端口 41 以流體方式將腔室 24 連接至通向閥 100 之第一出口端口 A 的流體連接件 31。端口 42 以流體方式將腔室 23 連接至通向閥 100 之第二出口端口 B 的流體連接件 32。在所描繪之實施方式系統 10 中，當流體系統 10 之閥 100 位於第三位置 P3（亦即，平衡組態）中時，流體子系統 50 變為經隔離流體子系統。可利用此位置 P3 以檢測自經隔離流體子系統 50 向環境的潛在滲漏。具體言之，在期間氣動致動系統 10 在第一致動器位置（例如，桿 21 延伸的位置 P1）與第二致動器位置（例如，桿 21 收縮的位置 P2）之間轉變的情形下，方向控制閥 100 可短暫地使用平衡組態 P3，該平衡組態允許壓縮空氣（或類似氣體）自致動器 20 之先前經加壓腔室 24 流動至活塞 22 之另一側上之先前經減壓腔室 23。一旦此質量流動瞬變已完成，則遍及整個經隔離流體子系統 50 的壓力應會保持基本上恆定。然而，若壓力在初始壓力平衡之後衰減，則吾人可推斷壓力衰減指示自經隔離子系統 50 向環境的流體質量損失（亦即，滲漏）。因而，一種方法可藉由在閥 100 處於平衡組態（亦即，第三位置 P3）中時量測經隔離流體子系統 50 內的單一壓力（最佳地，藉由量測位於方向控制閥 100 內部之閥內流徑 4 內部的壓力）來檢測自經隔離流體子系統 50 至環境中的滲漏。該方法並不實質上中斷氣動致動器之正常操作，此係因為僅在將閥（及致動器）組態於第一閥及致動器位置與第二閥及致動器位置之間期間短暫地使用供檢測滲漏的第三位置。因而，可藉由最少額外設備（亦即，嵌入於閥中的單一壓力感測器）檢測滲漏，而無需實質上變更氣動系統之正常操作；且設備在致動器於第一致動器位置與第二致動器位置之間移動所在的每一循環期間易於使用，使得滲漏檢測重複且頻繁地發生。

【0021】 在圖 8 至圖 11 中展示對應於一種較佳滲漏檢測方法之動作序列。可如下描述此動作序列。藉由將閥 100 組態至第一閥位置（亦稱為第一滑軸位置）P1 中而將致動器 20 最初組態至第一致動器位置中。具體言之，將閥 100 組態至第一閥位置中使致動器 20 之第一側（腔室 24）加壓，且為第二側（腔室 23）排氣，此情形將致動器 20 組態至桿 21 如圖 8 中所描繪而延伸的第一致動器位置。藉由將閥 100 組態至第二閥位置 P2 中而將致動器 20 組態至桿 21 如圖 11 中所描繪而收縮的第二致動器位置中。詳言之，將閥 100 組態於第二閥位置 P2 中使致動器 20 之腔室 23 加壓且為腔室 24 排氣，此情形將致動器 20 組態至桿 21 如圖 11 中所描繪而收縮的第二致動器位置中。圖 8 展示經組態於第一位置中的閥 100，及對應地亦經組態於第一致動器位置（在此實例中展示為完全延伸位置）中的致動器 20。應注意，壓力感測器 7 在圖 8 中描繪為在第一出口端口 A 處，但單一壓力感測器 7 可替代地描繪為在第二出口端口 B 處。因為圖 8 至圖 11 為對氣動系統之示意性描繪，所以將感測器 7 置放於表示閥 100 與致動器 20 之第一腔室 24 之間的流體連接件 31 的線上並非意欲指示感測器 7 不含於閥 100 內。儘管壓力感測器可能位於閥之外部，但如上文所提到，閥 100 之較佳實施方式包括在閥結構 6 內，特定言之在閥內流徑 4 內，或更具體言之在端口 A 與 B 之間的閥內通路區段 8 及/或 9 內的感測器 7。

【0022】 當將致動器 20 自第一致動器位置切換至第二致動器位置，而非將閥 100 直接組態至第二閥位置中時，實情為將閥 100 短暫地組態至第三閥位置（亦即，平衡組態）中，如圖 9 中示意性地展示。當將閥 100 組態至第三閥位置中時，產生經隔離流體子系統 50。經隔離流體子系統 50 包含

第一組件腔室 24、第二組件腔室 23、流體連接件 31、流體連接件 32 以及閥內流徑 8 及 9。當將閥 100 組態至第三閥位置中時，經隔離流體子系統 50 首先經受快速流動瞬變，其中來自致動器 20 之先前經加壓腔室 24 的加壓氣體快速流動至致動器 20 之先前經減壓腔室 23。在此時間期間，經隔離流體子系統 50 中之壓力快速改變。對於所描繪之狀況，因為在圖 8 中對壓力感測器 7 完全加壓，所以由單一壓力感測器 7 量測之壓力將在初始流動瞬變期間快速衰減，直至致動器 20 之組件腔室 23、24 兩者中之壓力已平衡於供應壓力與排氣壓力之間的某一中間壓力下。在此快速平衡事件之後，壓力預期達到平衡壓力歷時閥 100 經組態於 P3 平衡組態中的剩餘時間。在此平衡階段期間，假定無質量離開經隔離子系統 50（亦即，假定無滲漏），則在壓力感測器 7 處量測之壓力預期保持基本上恆定（亦即，在不存在流體滲漏之情況下壓力應保持基本上恆定）。相反，若流體質量歸因於滲漏而離開流體子系統 50，則經隔離流體子系統 50 中之壓力（如由壓力感測元件 7 量測）應按與流體滲漏速率成比例的速率衰減（亦即，與質量離開系統之速率成比例）。因而，在此平衡階段期間之壓力量測值可指示經隔離流體子系統 50 內之滲漏（亦即，致動器 20、致動器供應管線 31、32、致動器端口 41、42、閥之出口端口 A、B 或閥內流徑 4 內之滲漏）。在閥 100 經組態於第三位置中的時間段期間，壓力瞬變之短暫性質足夠快速以允許系統達到壓力平衡，使得壓力感測元件 7 可用以在閥 100 經組態於第三位置 P3 中的短暫時間段期間檢測經隔離流體子系統 50 中之滲漏。閥 100 經組態於第三位置中的此短暫時間段在此被稱作「停留週期」。

【0023】 在停留週期之後，閥 100 經組態於第二閥位置 P2 中，該第

二閥位置隨後將致動器 20 組態至第二致動器組態中，如圖 10 中描繪（第二閥位置在此實例中為完全收縮位置）。當將系統自第二位置重新組態至第一位置時，可再次使用第三位置停留週期及對應滲漏檢測程序，如圖 11 中展示。應注意，滲漏檢測方法可使用將閥自第一位置組態至第二位置（亦即，圖 9）時的停留、將閥自第二位置組態至第一位置（亦即，圖 11）時的停留或其兩者。亦應注意，該方法使得能夠進行滲漏檢測而無需知曉系統參數，諸如總體積或供應壓力，且使得能夠藉由單一壓力感測器進行滲漏檢測。在一較佳實施方式中，壓力感測器 7 位於方向控制閥 100 內之平衡流道 8、平衡流道 9 或兩個通道中，如在圖 3 及圖 4 中展示之兩個實施方式示意圖中指示。

【0024】 當在第三位置 P3 中歷時停留週期時，用於滲漏檢測的基本程序可如下繼續進行。在將閥 100 組態至第三位置中後，將閥 100 維持於第三位置中歷時經判定為足以允許平衡壓力瞬變結束的時間段加上經判定為足以允許用於滲漏檢測之足夠量測靈敏度的時間段。在如所描繪子系統之典型子系統中，平衡事件可合理地具有約 100 ms 的持續時間，但此停留持續時間將取決於各種系統參數（例如，給定系統內之流體通道的體積），且可相應地進行調整。出於解釋之目的，停留週期將假定為 100 ms，但此實例並非意欲為限制性的。在平衡瞬變之後（例如，在大約 100 ms 之後），經隔離子系統將進入標稱平衡狀態。當系統在標稱平衡狀態中時，可接著量測壓力歷時所選時間段（在此實例中，再次，約 100 ms 將為合理的）。基於在此平衡狀態週期期間之所量測壓力，可計算經隔離子系統中之壓力的平均改變速率。若壓力之改變速率（亦即，壓力衰減速率）超過可接受臨限

值，則指示滲漏。滲漏之量值將與壓力衰減速率之量值相關。

● 【0025】 在一較佳實施方式中，壓力感測器 7 將基於影響感測器 7 的流體壓力而輸出電信號。感測器 7 與處理器（圖中未示）電通信，該處理器將輸出信號處理成可予以記錄且與視為表示可接受壓力位準或改變的值比較的值。在一較佳實施方式中，處理器為控制閥之相同控制單元或為其部分，使得處理器知曉壓力量測值及閥位置兩者。滲漏之存在及程度可由滲漏檢測系統以各種方式報告，包括經由指示器燈（例如，在閥或歧管上）或藉由經由有線或無線連接將資料傳輸至遠端資料節點或終端機。應注意，滲漏檢測演算法可用以組合歷經多個致動器切換循環的滲漏檢測，以便增加滲漏檢測之可信度。系統可包括與處理器及可控制閥位置的切換之閥通信的控制器（圖中未示）。在一個實施方式中，控制器可基於所量測壓力或壓力衰減而控制閥切換。

● 【0026】 應注意，藉由經隔離子系統 50 的間歇性存在而啟用此方法，經隔離子系統僅在閥 100 固持於平衡組態 P3 中的時間段期間存在。在不存在平衡組態（及對應經隔離子系統 50）的情況下，滲漏檢測將變得實質上更複雜，且將需要（例如）量測流入至閥 100 中的質量、量測流出閥 100 向的質量，及考慮閥 100 內之壓縮空氣質量（此操作將大體上需要若干額外組件及量測）。質量流動之量測顯著地比壓力之量測複雜。因此，藉由產生經隔離子系統 50，本發明方法提供更簡化之滲漏檢測方法。

【0027】 除了檢測滲漏以外，使用壓力感測器 7 之壓力量測亦可用以判定當在兩個標準閥組態 P1 與 P2 之間切換時閥 100 應固持於平衡組態 P3 中的時間段。當在平衡組態 P3 中時，壓縮空氣將最初自經加壓側流動至經

減壓側，直至壓力遍及整個經隔離子系統 50 已平衡。為了維持自致動器 20 之第一位置至第二位置的有利回應速率，應將耗費用於超出壓力平衡之平衡組態的時間減至最小。因而，在一個實施方式中，可量測閥 100 內之平衡流道 8 及/或 9 中的壓力，且壓力之改變速率可用以判定閥 100 應耗費多長時間用於平衡組態中。舉例而言，在一個實施方式中，當在致動器 20 之第一位置與第二位置之間切換時，處理器及控制器可將閥 100 維持於平衡組態中，直至經隔離子系統 50 中之壓力的改變速率下降至低於預定臨限值。

【0028】 在另一實施方式中，替代由圖 2A 中展示之平衡組態產生的單一經隔離子系統 50，可使用具有所有端口堵塞式 (APB) 端口連接性組態的方向控制閥 1c (APB 閥)。此閥示意圖展示於圖 2B 中，且對應閥系統 10a 展示於圖 12 至圖 15 中。在第一閥位置及第二閥位置中，APB 閥 100a 提供標準方向控制閥端口連接性，而在第三位置中，APB 閥 100a 使所有出口端口維持於流體隔離中。不同於由圖 2A 及圖 3 至圖 7 描述之閥，提供 APB 端口連接性之閥的實體設計在現有技術中已知。然而，此類閥並不典型地供壓力感測使用以暫時或間歇地產生啟用此處揭示之滲漏檢測方法的經隔離流體子系統。具體言之，如圖 13 及圖 14 中描繪，當 APB 閥 100a 分別經組態於第一閥位置 P1 或第二閥位置 P2 中時，標準端口連接性將致動器分別組態至第一致動器位置或第二致動器位置中，如圖 13 及圖 14 中描繪。如圖 12 及圖 15 中展示，當 APB 閥 100a 經組態於第三閥位置 P3 中時，第三位置連接性組態將產生兩個經隔離子系統 50a、50b，其中子系統 50a 包含致動器 20 之第一腔室 24 及與第一出口端口 A 連通的相關聯致動器供應管線 31，且其中子系統 50b 包含致動器 20 之第二腔室 23 及與第二出口

端口 B 連通的供應管線 32。若在一較佳實施方式中，各別經隔離子系統 50a 及 50b 中之每一者包括至少一個壓力感測器 7a 及 7b，則當將閥（及致動器）組態於第一閥（及致動器）位置與第二閥（及致動器）位置之間時，第三閥位置可短暫地用以產生一對暫時經隔離流體子系統。如在圖 2A 之閥中，經隔離流體子系統 50a 及 50b 使得能夠經由流體壓力損失（假定等溫條件）檢測流體質量損失。具體言之，若當在第一致動器位置與第二致動器位置之間轉變時閥 100a 置放於第三位置中，如圖 13 及圖 15 中展示，則先前經加壓之各別經隔離子系統 50a 或 50b 中的壓力量測可用以按先前描述之相同方式（例如，基於壓力衰減）而檢測自各別經隔離子系統 50a 或 50b 向外的滲漏。另外，先前經減壓之經隔離子系統中的壓力量測可用以檢測橫跨致動器活塞 22 的滲漏（相對於自經隔離子系統向環境的滲漏）。當使用此組態時，可將滲漏之存在區域化為存在於致動器 20 之第一側或第二側上（亦即，可將滲漏區域化為在子系統 50a 或 50b 中）。不同於圖 2A 之閥，APB 閥 100a 並不需要第三位置中之平衡瞬變。因而，替代經隔離流體子系統 50a 及 50b 展現初始快速壓力改變，後接標稱平衡週期，在不存在滲漏之情況下的各別經隔離流體子系統中之系統行為將為即刻流體平衡。因而，當在第三閥位置中時致動器之先前經加壓側中的任何壓力衰減速率（超出某一預定臨限值）將指示流體之損失（亦即，將指示滲漏）。另外，當在第三閥位置中時致動器之先前經減壓側中的任何壓力增加速率將指示橫跨致動器活塞自致動器之經加壓側至經減壓側中的滲漏。如先前所描述方法中，一旦閥 100a 停留於第三位置 P3 中歷時足以檢測此滲漏的時間段，則接著將閥組態至各別所要的標準第一或第二位置。儘管圖 12 至 15 說明關於雙動式汽

缸之方法，但亦可使用僅使用兩個出口端口的的方法，諸如當與單動式汽缸或單一組件腔室一起使用時。

【0029】 儘管在本文中描述例示性實施方式，但應理解，可在不脫離本發明之範疇的情況下對系統、方法及設備作出各種修改。

### 【符號說明】

#### 【0030】

1a：兩位置方向控制閥/先前技術閥/較佳 5 端口具體實例閥

1b：方向控制閥

1c：方向控制閥

4：閥內流體流徑

5：閥滑軸

6：主體/閥結構

7：壓力感測器/壓力感測元件

7a：壓力感測器

7b：壓力感測器

8：第一閥內區段/閥內流動區段/流徑/閥內通路區段

9：第二閥內區段/閥內流動區段/閥內通路區段

10：流體系統/氣動致動系統

10a：閥系統

20：雙動式汽缸（致動器）

21：桿

22：致動器活塞

23：第二組件腔室/先前經減壓腔室

24：第一組件腔室/先前經加壓腔室

31：流體連接件/致動器供應管線

32：流體連接件/致動器供應管線

41：致動器端口

42：致動器端口

50：流體子系統

50a：經隔離流體子系統

50b：經隔離流體子系統

100：滲漏檢測方向控制閥

● 100a：所有端口堵塞式（APB）閥

A：第一出口/第一出口端口

B：第二出口/第二出口端口

E<sub>1</sub>：第一排氣端口

E<sub>2</sub>：第二排氣端口

P1：第一閥位置/滑軸位置/標準閥組態

P2：第二閥位置/滑軸位置/標準閥組態

P3：第三閥位置/滑軸位置/平衡組態

● S：供應端口

# 發明摘要

※ 申請案號： 105112072

※ 申請日：

※IPC 分類：

## 【發明名稱】(中文/英文)

使用方向控制閥以用於滲漏檢測之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR LEAKAGE DETECTION USING A  
DIRECTIONAL CONTROL VALVE

## 【中文】

本申請案描述將一氣動致動系統之特定組態與一壓力量測裝置組合在一起之設備、系統及方法，以允許量測系統內之經隔離子系統內部之壓力，從而提供對該系統內的滲漏之檢測。在某些例示性實施方式中，該設備包含一方向控制閥，該方向控制閥使用在該整個系統內產生至少一個經隔離流體子系統的至少一個端口連接性組態。當該閥在此經隔離子系統組態中時，一給定質量之流體（亦即，壓縮氣體）既不進入亦不離開該子系統。滲漏檢測方法由以下操作組成：當在標準組態之間切換時瞬時地將該閥置放於此經隔離子系統組態中，及當在此組態中時藉由至少一個壓力感測器量測該經隔離流體子系統中之壓力，其中在此組態中壓力之損失指示一滲漏之存在。

## 【英文】

This application describes apparatuses, systems, and methods that combines specific configurations of a pneumatic actuation system together with a pressure

measurement device to allow for measurement of pressure inside isolated subsystems within the system to thereby provide detection of leaks within the system. In certain exemplary embodiments, the apparatus comprises a directional control valve that employs at least one port connectivity configuration that creates at least one isolated fluid subsystem within the overall system. When the valve is in this isolated subsystem configuration, a given mass of fluid (i.e., compressed gas) can neither enter nor leave the subsystem. The leak detection method consists of momentarily placing the valve in this isolated subsystem configuration when switching between standard configurations, and measuring pressure with at least one pressure sensor in the isolated fluid subsystem while in this configuration, where loss of pressure in this configuration indicates existence of a leak.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】：**第(7)圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】：**

4：閥內流體流徑

5：閥滑軸

6：主體/閥結構

7：壓力感測器/壓力感測元件

8：第一閥內區段/閥內流動區段/流徑/閥內通路區段

9：第二閥內區段/閥內流動區段/閥內通路區段

100：滲漏檢測方向控制閥

A：第一出口/第一出口端口

B：第二出口/第二出口端口

E<sub>1</sub>：第一排氣端口

E<sub>2</sub>：第二排氣端口

P3：第三閥位置/滑軸位置/平衡組態

S：供應端口

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：**

無

## 申請專利範圍

1. 一種用於檢測一氣動系統中之滲漏的方法，該氣動系統包含：a) 一方向控制閥，其包含一供應端口、一或多個排氣端口、一第一閥出口端口及一第二閥出口端口；b) 一第一組件腔室，其以流體方式連接至一第一組件端口，及一第二組件腔室，其以流體方式連接至一第二組件端口；及 c) 該第一組件端口以流體方式連接至該第一閥出口端口，且該第二組件端口以流體方式連接至該第二閥出口端口，該方法包含：
  - A. 對該閥進行組態使得該閥建立介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且建立該供應端口及該一或多個排氣端口之各別隔離，從而產生包括以下各者的一經隔離流體子系統：
    - 該第一組件腔室；
    - 該第二組件腔室；
    - 介於該第一組件端口與該第一閥出口端口之間的流體連接件；
    - 介於該第二組件端口與該第二閥出口端口之間的流體連接件；及
    - 介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流徑；
  - B. 感測該經隔離流體子系統內的壓力；及
  - C. 比較所感測之壓力與經判定以表示該經隔離流體子系統之一可接受系統壓力的一值。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該閥依序經組態成步驟 A 之組態：
  - a. 直接在將該閥置放於一第一組態中之後，在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個

排氣端口中之一者與該第二閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；及直接在將該閥置放於一第二組態中之前，在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端口中之一者與該第一閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；或

- b. 直接在將該閥置放於該第二組態中之後及直接在將該閥置放於該第一組態中之前。
3. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中在允許該第一組件端口及該第二組件端口處之壓力平衡的一時間段之後執行對壓力之該感測。
4. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中在該閥處於該第一組態或該第二組態中時，基於該氣動系統中之壓力的一量測值而判定經判定以表示一可接受系統壓力的該值。
5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中對壓力之該感測由一壓力感測器執行，該壓力感測器位於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流體流徑中。
6. 一種用於檢測一氣動系統中之滲漏的方法，該氣動系統包含：a) 一方向控制閥，其包含一供應端口、一或多個排氣端口、一第一閥出口端口及一第二閥出口端口；b) 一第一組件腔室，其以流體方式連接至一第一組件端口，及一第二組件腔室，其以流體方式連接至一第二組件端口；及 c) 該第一組件端口以流體方式連接至該第一閥出口端口，且該第二組件端口以流體方式連接至該第二閥出口端口，該方法包含：
  - A. 對該閥進行組態使得該閥建立介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且建立對該供應端口及該一或

多個排氣端口之各別隔離，且藉此產生包括以下各者的一經隔離流體子系統：

該第一組件腔室；

該第二組件腔室；

介於該第一組件端口與該第一閥出口端口之間的流體連接件；

介於該第二組件端口與該第二閥出口端口之間的流體連接件；及

介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流徑；

B. 在該閥處於產生該經隔離流體子系統之該組態的時間期間的複數個時間間隔內感測該經隔離流體子系統內之壓力；及

C. 比較與一或多個時間間隔相關聯的該等所感測壓力以判定該經隔離流體子系統中之一壓力改變速率，且比較該經判定壓力改變速率與表示該經隔離流體子系統之一可接受壓力衰減位準的一值。

7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中對壓力之該感測由一壓力感測器執行，該壓力感測器位於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流體流徑中。

8. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中該閥依序經組態變成如申請專利範圍第 6 項的步驟 A 之該組態：

a. 直接在將該閥置放於一第一組態中之後，在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端口中之一者與該第二閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；及直接在將該閥置放於一第二組態中之前，在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端

- 口中之一者與該第一閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；或
- b. 直接在將該閥置放於該第二組態中之後及直接在將該閥置放於該第一組態中之前。
9. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中若該經隔離流體子系統中之該經判定壓力改變速率高於一特定值，則使該閥維持於該組態中直至該經隔離流體子系統中之壓力改變速率下降至低於一指定值。
10. 一種用於檢測一氣動系統中之滲漏的方法，該氣動系統包含：a) 一方向控制閥，其包含一供應端口、一或多個排氣端口、一第一閥出口端口及一第二閥出口端口；b) 一第一組件腔室，其以流體方式連接至一第一組件端口，及一第二組件腔室，其以流體方式連接至一第二組件端口；及 c) 該第一組件端口以流體方式連接至該第一閥出口端口，且該第二組件端口以流體方式連接至該第二閥出口端口，該方法包含：
- A. 對該閥進行組態使得該閥建立該供應端口、該一或多個排氣端口、該第一閥出口端口及該第二閥出口端口彼此之流體隔離，且藉此產生：一第一經隔離流體子系統，其包含：該第一組件腔室，及介於該第一組件端口與該第一閥出口端口之間的流體連接件；及一第二經隔離流體子系統，其包含：該第二組件腔室，及介於該第二組件端口與該第二閥出口端口之間的流體連接件；
- B. 感測該第一經隔離流體子系統及該第二經隔離流體子系統中之至少一者內的流體壓力；及

C. 接著執行以下比較中之一或多者：

i) 若自該第一經隔離流體子系統感測流體壓力，則比較該所感測壓力與經判定以表示該第一經隔離流體子系統之一可接受系統壓力的一值；或

ii) 若自該第二經隔離流體子系統感測流體壓力，則比較該所感測壓力與經判定以表示該第二經隔離流體子系統之一可接受系統壓力的一值。

11. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中對壓力之該感測由位於該方向控制閥中的一壓力感測器執行。

12. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中該閥依序經組態變成如申請專利範圍第 10 項的步驟 A 之該組態：

a. 直接在將該閥置放於一第一組態中之後，在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端口中之一者與該第二閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；及直接在將該閥置放於一第二組態中之前，在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端口中之一者與該第一閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；或

b. 直接在將該閥置放於該第二組態中之後及直接在將該閥置放於該第一組態中之前。

13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中在該閥處於該第一組態或該第二組態中時，基於該氣動系統中之壓力的一量測值而判定經判定以表示一可接受系統壓力的該值。

14. 一種用於檢測一氣動系統中之滲漏的方法，該氣動系統包含：a) 一方

向控制閥，其包含一供應端口、一或多個排氣端口、一第一閥出口端口及一第二閥出口端口；b) 一第一組件腔室，其以流體方式連接至一第一組件端口，及一第二組件腔室，其以流體方式連接至一第二組件端口；及 c) 該第一組件端口以流體方式連接至該第一閥出口端口，且該第二組件端口以流體方式連接至該第二閥出口端口，該方法包含：

A. 對該閥進行組態使得該閥建立該供應端口、該一或多個排氣端口、該第一閥出口端口及該第二閥出口端口彼此之流體隔離，且藉此產生：一第一經隔離流體子系統，其包含：

該第一組件腔室，及介於該第一組件端口與該第一閥出口端口之間的流體連接件；及

一第二經隔離流體子系統，其包含：

該第二組件腔室，及介於該第二組件端口與該第二閥出口端口之間的流體連接件；

B. 在該閥處於產生該第一經隔離流體子系統及該第二經隔離流體子系統的該組態的時間期間的複數個時間間隔內感測該第一經隔離流體子系統及該第二經隔離流體子系統中之至少一者內的流體壓力；及

C. 比較與一或多個時間間隔相關聯的該等所感測壓力以判定該至少一個經隔離流體子系統中之一壓力改變速率，且比較該經判定壓力改變速率與表示該至少一個經隔離流體子系統之一可接受壓力衰減位準的一值。

15. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中對壓力之該感測由位於該方向控制閥中的一壓力感測器執行。

16. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中該閥依序經組態變成如申請專利範圍第 14 項的步驟 A 之該組態：
- 直接在將該閥置放於一第一組態中之後，在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端口中之一者與該第二閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；及直接在將該閥置放於一第二組態中之前，在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的一獨佔式流體連接及該一或多個排氣端口中之一者與該第一閥出口端口的一同時獨佔式流體連接；或
  - 直接在將該閥置放於該第二組態中之後及直接在將該閥置放於該第一組態中之前。
17. 一種氣動系統，其包含：
- 一方向控制閥及至少一個氣動組件；
- 該方向控制閥包括一供應端口、一或多個排氣端口、一第一閥出口端口及一第二閥出口端口；
- 該供應端口連接至一流體供應裝置且該一或多個排氣端口連接至排氣裝置；
- 該至少一個氣動組件包括：一第一組件端口，其與一第一組件腔室流體連通；及一第二組件端口，其與一第二組件腔室流體連通；
- 將該第一閥出口端口與該第一組件端口連接的一流體連接件，及將該第二閥出口端口與該第二組件端口連接的一流體連接件，且
- 該方向控制閥能夠經組態成一第一組態、一第二組態及一第三組態，藉此：

- a. 在該第一組態中，該閥建立該供應端口與該第一閥出口端口的一獨佔式流體連接，及該一或多個排氣端口中之一者與該第二閥出口端口的同時獨佔式流體連接；
  - b. 在該第二組態中，該閥建立該供應端口與該第二閥出口端口的一獨佔式流體連接，及該一或多個排氣端口中之一者與該第一閥出口端口的該同時獨佔式流體連接；及
  - c. 在該第三組態中，該閥建立介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且建立對該供應端口及該一或多個排氣端口之各別隔離，使得該閥產生包括以下各者的一經隔離流體子系統：
    - 該第一組件腔室；
    - 該第二組件腔室；
    - 介於該第一組件端口與該第一閥出口端口之間的該流體連接件；
    - 介於該第二組件端口與該第二閥出口端口之間的該流體連接件；及
    - 介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流徑；及
    - 至少一個壓力感測器，其經組態以量測由該閥之該第三組態建立的該經隔離流體子系統內之壓力。
18. 如申請專利範圍第 17 項之系統，其中該至少一個壓力感測器位於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流體流徑內。
  19. 如申請專利範圍第 17 項之系統，其中該至少一個壓力感測器輸出基於該所感測壓力而變化的一信號，且該系統進一步包括一處理器，該處理器與該感測器電通信且經組態以處理由該感測器輸出之該信號並判

定任何滲漏是否存在於具有該第三組態的該經隔離流體子系統中。

20. 如申請專利範圍第 19 項之系統，其進一步包括一指示裝置，該指示裝置與該處理器有線或無線電通信，該處理器經組態以基於由該處理器對滲漏之一判定而啟動該指示裝置。
21. 如申請專利範圍第 19 項之系統，其中該至少一個壓力感測器經組態以在允許該第一組件端口及該第二組件端口及該壓力感測器處之壓力平衡的一時間段之後獲得及向該處理器傳輸該經隔離流體子系統中之複數個壓力讀數，且該處理器經組態以處理來自該感測器的該複數個壓力讀數，以判定具有該第三組態之該經隔離流體子系統中的一壓力衰減速率。
22. 如申請專利範圍第 21 項之系統，其進一步包括一指示裝置，該指示裝置與該處理器有線或無線電通信，該處理器經組態以基於該經隔離流體子系統中之一所感測壓力衰減速率而啟動該指示裝置。
23. 如申請專利範圍第 21 項之系統，其中該處理器經進一步組態以比較該經判定壓力衰減速率與視為最低限度地可接受之一衰減速率。
24. 如申請專利範圍第 23 項之系統，其中該處理器為一控制器之部分或與該控制器電通信，該控制器經組態以將該閥維持於該第三組態中歷時一預定時間段。
25. 一種氣動方向控制閥，其包含：  
一閥體，其收容一流體分流器，該閥體包含一供應端口、一或多個排氣端口、一第一閥出口端口及一第二閥出口端口；  
該氣動方向控制閥之該流體分流器能夠經組態成一第一組態、一第二組

態及一第三組態，藉此：

a. 在該第一組態中，該流體分流器建立該供應端口與第一閥出口端口的一獨佔式流體連接，及該一或多個排氣端口中之一者與該第二閥出口端口的同時獨佔式流體連接；

b. 在該第二組態中，該流體分流器建立該供應端口與該第二閥出口端口的該獨佔式流體連接，及該一或多個排氣端口中之一者與該第一閥出口端口的該同時獨佔式流體連接；且

c. 在該第三組態中，該流體分流器建立介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的一獨佔式閥內流體流徑，且建立對該供應端口及該一或多個排氣端口之各別隔離；及

至少一個壓力感測器，其安置於該閥體內且經組態以量測由該第三閥組態建立之介於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該獨佔式閥內流體流徑內之一流體的壓力。

26. 如申請專利範圍第 25 項之閥，其中該至少一個壓力感測器位於該第一閥出口端口與該第二閥出口端口之間的該閥內流體流徑內。

27. 如申請專利範圍第 26 項之閥，其中該壓力感測器經組態以輸出基於該所感測壓力而變化的一信號，且該閥進一步包括一處理器，該處理器與該感測器電通信且經組態以接收由該感測器輸出之該信號並處理該信號以便比較由該感測器感測的一壓力與對於包含該閥內流體流徑之經隔離流體子系統視為可接受的一壓力值。

28. 如申請專利範圍第 26 項之閥，其中該壓力感測器經組態以輸出基於該所感測壓力而變化的一信號，且該閥進一步包括一處理器，該處理器

與該感測器電通信且經組態以隨著時間推移接收該感測器之信號輸出並處理該等信號輸出，以便比較由該感測器在一或多個時間間隔內感測到的壓力以計算經隔離流體子系統之一壓力衰減速率，且比較該經計算衰減速率與對於該經隔離流體子系統視為可接受的一衰減速率。

29. 如申請專利範圍第 27 項之閥，其進一步包括一指示裝置，該指示裝置與該處理器有線或無線電通信，該處理器經組態以基於由該感測器感測的一壓力位準而啟動該指示裝置。
30. 如申請專利範圍第 28 項之閥，其進一步包括一指示裝置，該指示裝置與該處理器有線或無線電通信，該處理器經組態以基於該經隔離流體子系統中之一所感測壓力衰減速率而啟動該指示裝置。
31. 如申請專利範圍第 25 項之閥，其中當該閥在該第三組態中時，該流體分流器之位置處於當該閥在該第一組態及該第二組態中時該流體分流器之位置中間。

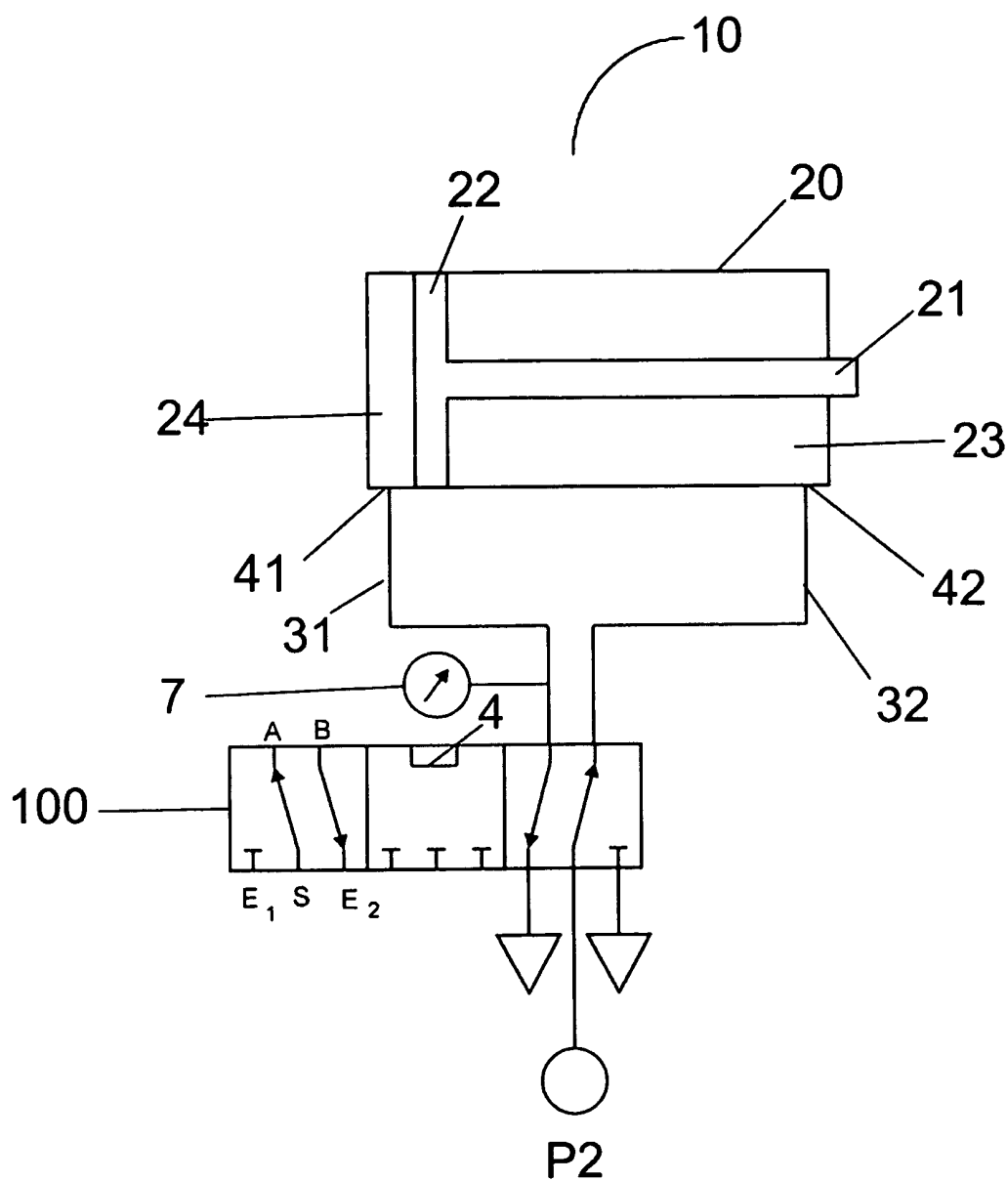
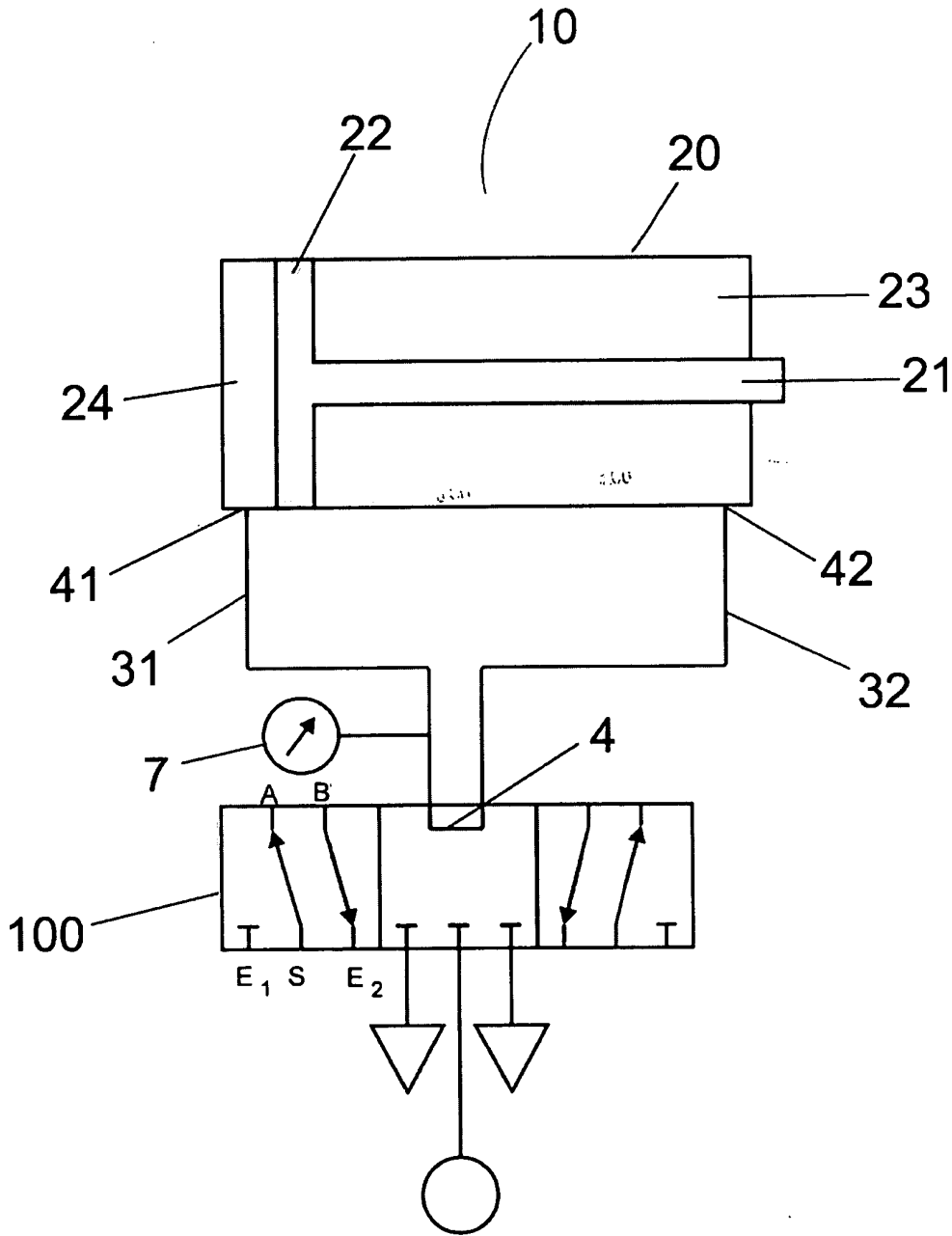


圖10



P3

圖11