三、發明人：（共 3 人）

姓　名：（中文/英文）

1. 史都華　A　提森
   TISON, STUART A.
2. 山迪普　撒卡馬蘭
   SUKUMARAN, SANDEEP
3. 詹姆士　巴克
   BARKER, JAMES

國　籍：（中文/英文）

1. 美國 U.S.A.
2. 印度 INDIA
3. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為：　年　月　日。

☑ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號　順序註記】

☑ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2004年07月09日；10/887,591

2. 美國；2004年09月21日；10/946,031

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號　順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料　【格式請依：寄存機構、日期、號碼　順序註記】

國外生物材料　【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼　順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大體而言係關於用於驗證一質流控制器之效能的方法及系統，且更特定言之，本發明係關於使用一上升率流量標準來驗證一質流控制器之效能。

【先前技術】

現代製造方法在特定製造階段期間有時需要化學元素之精確化學計量比率。為達成此等精確比率，可在特定製造階段期間將不同處理氣體傳遞入一處理腔室中。一氣體面板可用於將此等處理氣體傳遞至一具有一或多個腔室或反應器的處理工具。一氣體面板為一含有一或多個粒狀發泡劑(gas pallet)之外殼，其專用於將處理氣體傳遞至該處理工具。該氣體面板又包括一組粒狀發泡劑，其本身包括一組氣體棒。

一氣體棒總成可含有若干離散組件，諸如一引入管接頭、手動隔離閥門、二元控制氣動隔離閥門、氣體過濾器、壓力調節器、壓力傳感器、線內(inline)壓力顯示器、質流控制器及一排出管接頭。此等組件之每一者串聯連結為一通用流動路徑或用於一特殊處理氣體之專用通道。一歧管及一閥門矩陣在每一氣體棒之排出管至該處理腔室間形成通道。

為達成一特定化學計量比率，一處理工具控制器為質流控制器確定設定點，且為閥門矩陣排序，此與特定氣體棒相關聯。所指示之流量值由每一氣體棒之質流控制器輸

出，且由處理工具控制器監控。

藉由將一流量感應器及比例控制閥門與一控制系統建立介面來建構一質流控制器(MFC)。該流量感應器藉由一類比/數位轉換器連結至該控制系統。藉由一電流控制之螺線管閥門驅動電路驅動該控制閥門。一質流測定系統位於該控制閥門之上游處。該控制系統監控設定點之輸入及流量感應器之輸出，同時更新控制閥之輸入及所指示之流量輸出。由嵌入之控制系統執行的封閉迴路控制演算法可操作以用於通過比例控制閥門及排出管接頭來調節源自引入管接頭處之處理氣體的質流，以使得設定點之輸入與所指示之流量輸出之間的即時差值或誤差盡可能快地接近零或空值，且具有最小之突增及盡可能少之控制時間。

由於超過500種氣體可用於特定電子組件之製造中，因此個別質流控制器之每一者之操作皆為關鍵的。通常，使用處理腔室本身來驗證此等質流控制器。圖1描繪一個該先前技術系統，其中處理腔室130用作一流量核對工具。為核對質流控制器120，一設定點訊號輸入至質流控制器120，其接著又開始將氣體流向處理腔室130。由於已知處理腔室130之體積，因此一已知為上升率之初步流量測定技術可用於測定進入彼體積之流量。此方法利用質量守恆原理及氣體狀態方程來得出一固定體積內之壓力與進入彼體積內之流量(質流)間的關係。如下給出該方程：

$$\dot{m} = \frac{\left[\frac{\Delta p \cdot v}{RT}\right]}{\Delta t} \qquad \text{Eq. (1)}$$

其中ΔP為在時間間隔Δt期間壓力之變化，R為通用氣體常數，T為氣體之絕對溫度，且V為測定腔室之體積。Eq. 1利用該理想氣體方程作為狀態方程；可得出類似方程用於其它狀態方程。

不幸地，典型處理腔室130之體積(可為約20至60公升)使得小流量之測定極其消耗時間。另外，處理腔室130在其整個體積中可展示出大的溫度梯度，從而扭曲了進入處理腔室130內之質流的測定及計算。

圖2展示使用20與60公升之間的典型處理腔室130來對某些典型流動速率達成一給定之壓力變化所需的時間量。歸因於許多其它約束條件，可需要一0.1托之最小壓力來起始測定，且需要0.3托之最小積累之壓力來做出測定。結果，執行2 sccm流量之單一流量點之驗證可需要高達5分鐘之時間，且一質流控制器之核對則可花費長達30分鐘之時間。此冗長之驗證週期降低了工具的可用性，且給使用者增加了成本。

除了測定之緩慢外，測定之準確度通常不會比讀數之+/-5%更佳。起主要作用之誤差為：溫度之誤差、腔室體積之誤差及未考慮氣體(吸附或解吸附)。

驗證質流控制器120之其它方法可利用一與處理腔室130並行之第二體積來測定流量。然而，此等方法不允許測定質流控制器120之瞬態(非穩定狀態)效能，且判定質流控制器120上游處之體積所需之許多步驟使得此技術難以整合於現有系統中並可使已經很長之驗證時間的需求加劇。

因此，存在對於用於驗證一質流控制器之系統及方法的需要，該等系統及該等方法可快速測定動態效能並驗證一質流控制器，同時藉由減少測定之不確定因素改良驗證過程之準確度。

【發明內容】

本發明揭示了用於質流控制器之流量核對及驗證的系統及方法。此等系統及方法可測定一質流控制器之動態效能，且可在一步驟中執行流量核對及測定。

根據一實施例，可結合使用兩個體積，以在一測定排序期間精確判定總體積，最小化錯誤流量情況並減少對壓力瞬態之敏感性。質流控制器可連結至一測定系統。可命令該質流控制器以產生一特定流量，且該系統可開始流量測定。氣體積累於該質流控制器與該測定系統之間的一體積中，並在此體積內測定壓力。氣體可接著流入一已知體積內，並測定壓力。在兩個時間間隔期間進行之各種測定可接著用於計算該質流控制器與該測定系統之間的體積以及流動速率。該流動速率又可用於判定該質流控制器相對於一設定點之準確度。

在一實施例中，在一第一時間間隔期間收集關於一第一體積之第一資料，在一第二時間間隔期間收集關於一第二體積之第二資料，判定該第一體積並計算流量。

在另一實施例中，該第一體積包含：基於該第一資料及該第二資料來計算該第一體積。

在另一實施例中，該第一資料包括在該第一時間間隔期

間壓力之變化，且該第二資料包括在該第二時間間隔期間壓力之變化。

在另一實施例中，該第一體積係藉由接收一輸入來判定。

在其它實施例中，一用於測定一通過一質流控制器之流量的系統在該質流控制器之下游處連結至該質流控制器，該系統包括一腔室、一在該腔室之上游處連結至該腔室之第一閥門、一在該腔室之下游處連結至該腔室之第二閥門及一在該第一閥門之上游處連結至該腔室之壓力感應器。

在其它實施例中，該系統可操作以用於在一第一時間間隔期間收集關於一第一體積之第一資料及在一第二時間間隔期間收集關於一第二體積之第二資料。

在某些實施例中，該第二資料係在收集該第一資料之前收集。

在某些實施例中，該第一資料係在收集該第二資料之前收集。

根據另一實施例，可結合一體積使用一阻塞孔(choking orifice)以不管該阻塞孔上游處之體積的幾何形狀或壓力來精確判定一流動速率。另外，可利用使用阻塞孔而判定之誤差點來得出並擬合出一誤差曲線。隨後，可無需使用阻塞孔來計算出流量，並可基於所得出及擬合出之誤差曲線調整流量。一質流控制器可連結至一測定系統。可命令該質流控制器以產生一特定流量，且該系統可開始流量測定。接著可將在該時間間隔期間進行之各種測定用於計算

該流動速率。該流動速率又可用於判定該質流控制器相對於一設定點之準確度。

在一實施例中，在一第一時間間隔期間收集關於一第一體積之第一資料，接著計算一第一流量，並基於一誤差曲線調整該第一流量。

在另一實施例中，藉由將一所得出誤差曲線擬合一組誤差點來判定該誤差曲線，該組誤差點包括一組已判定之誤差點，其中每一已判定之誤差點係藉由以下步驟判定：在一第一設定點處於一第二時間間隔期間收集關於該第一體積之第二資料，其中一阻塞孔處於一打開位置；基於該第二資料計算一第二流量；在該第一設定點處於一第三時間間隔期間收集關於該第一體積之第三資料，其中該阻塞孔處於一阻塞位置；基於該第三資料計算一第三流量；及比較該第二流量與該第三流量。

在其它實施例中，該阻塞孔可操作以用於在該阻塞位置中生成一壓力梯度，其中該阻塞孔之上游處的壓力約為該阻塞孔之下游處之壓力的兩倍。

在另一實施例中，該阻塞孔可操作以用於當該第一設定點為至少500 sccm時生成壓力梯度。

在其它實施例中，該組已判定之誤差點的每一點表示該第一設定點為至少500 sccm時之一誤差。

在又一實施例中，該組誤差點包括一組被觀察之誤差點，其中每一被觀察之誤差點係藉由以下步驟判定：在一第二設定點處於一第四時間間隔期間收集關於該第一體積

之第四資料；及基於該第四資料計算一第四流量。

在另一實施例中，基於氣體類型來調整該誤差曲線。

在一實施例中，一系統在質流控制器之下游處連結至該質流控制器，該系統包含一腔室、一在該腔室之上游處連結至該腔室之第一閥門、一在該腔室之下游處連結至該腔室之壓力感應器及一在該壓力感應器之上游處連結至該腔室之阻塞孔。

在一特定實施例中，該系統可操作以用於在一第一時間間隔期間收集關於一第一體積之第一資料並計算一第一流量。

當結合以下之描述及隨附圖式考慮時，將更佳瞭解及理解本發明之此等及其它態樣。雖然以下說明指示本發明之各種實施例及其大量具體細節，但是以下說明係以說明而非限制之方式給出。可在本發明之範疇內做出許多替代、修正、添加或重新配置，且本發明包括所有該等替代、修正、添加或重新配置。

【實施方式】

本申請案係關於2002年2月5日頒佈之Tinsley等人的標題為"System and Method of Operation of a Digital Mass Flow Controller"的第6,343,617號美國專利；2003年11月4日頒佈之Tinsley等人的標題為"System and Method of Operation of a Digital Mass Flow Controller"的第6,640,822號美國專利；2004年1月27日頒佈之Tinsley等人的標題為"System and Method of Operation of a Digital Mass Flow Controller"的第

6,681,787號美國專利；2002年5月14日頒佈之Vyers的標題為"System and Method for a Digital Mass Flow Controller"的第6,389,364號美國專利；2004年3月30日頒佈之Vyers的標題為"System and Method for a Digital Mass Flow Controller"的第6,714,878號美國專利；2002年9月3日頒佈之Vyers的標題為"System and Method for a Variable Gain Proportional-Integral (PI) Controller"的第6,445,980號美國專利；2002年9月10日頒佈之Tariq等人的標題為"System and Method for Sensor Response Linearization"的第6,449,571號美國專利；2003年6月10日頒佈之Larsen等人的標題為"Mass Flow Sensor Interface Circuit"的第6,575,027號美國專利；1999年5月11日頒佈之Mudd等人的標題為"Flow Controller, Parts of Flow Controller, and Related Method"的第5,901,741號美國專利；1998年12月22日頒佈之Mudd的標題為"Flow Controller, Parts of Flow Controller, and Related Method"的第5,850,850號美國專利；1998年6月16日頒佈之Mudd的標題為"Method of Making a Flow Controller"的第5,765,283號美國專利。該段落中所引用之所有專利及申請案以引用的方式全部併入本文中。

將參考隨附圖式中所說明且在隨後之描述中詳細說明之非限制性實施例更加完整地解釋本發明及其各種特徵及有利之細節。省略了對熟知的起始材料、處理技術、組件及設備之描述，以便不在細節上不必要地使本發明晦澀難

懂。然而，應瞭解：雖然詳細描述及特定實例指示了本發明之較佳實施例，但是僅以說明而非限制之方式給出該等詳細描述及特定實例。在閱讀本說明書之後，不脫離附加申請專利範圍之各種替代、修正、添加及重新配置對於閱讀本揭示內容之熟習此項技術者而言將變得顯而易見。

現在將注意力導向用於流量核對以及驗證質流控制器之系統及方法，該等系統及方法可測定一質流控制器的動態效能。此等系統及方法之實施例除了允許俘獲一流量控制器之穩定狀態行為外還允許俘獲其瞬態流量行為，且可操作以用於計算具有至少50 ms之更新速率的流量。照此，該測定系統及該方法可測定質流控制器之突增、穩定時間、回應時間、所提及之變數的可重複性，且可在動態流量情況下對體積做出定量測定，且可用於初始體積校正。

根據一實施例，可一同使用兩個體積，以在一測定排序期間精確判定總體積，最小化錯誤流量情況並減少對壓力瞬態之敏感性。質流控制器可連結至一測定系統。可命令該質流控制器以產生一特定流量，且該系統可開始流量測定。氣體可積累於該質流控制器與該測定系統之間的一體積內，且在此體積內測定壓力。氣體可接著流入一已知體積中，並測定壓力。在兩個時間間隔期間所進行之各種測定可接著用於計算該質流控制器與該測定系統之間的體積以及流動速率，該流動速率又可用於判定一質流控制器相對於一設定點之準確度。類似地，此等系統及方法亦可允許測試通過質流控制器內之閥門的洩漏。藉由將一零流動

速率發訊號至質流控制器，所偵測出之壓力的變化可歸因於通過彼等閥門之洩漏。

此等系統及方法可採用一上升率技術來測定一質流控制器之效能，結合氣體狀態方程及質量守恆原理得出一類似於Eq. 1之方程，其中質流可由下式判定：

$$\dot{m} = \frac{\left[\frac{\Delta p \cdot v}{ZRT}\right]}{\Delta t} \qquad \text{Eq. (2)}$$

其中ΔP為在時間間隔Δt期間壓力之變化，R為通用氣體常數，T為氣體之絕對溫度，Z為氣體壓縮因數，且V為測定腔室之體積。氣體壓縮因數Z通常等於輕氣體之單位(unity)且可顯著少於諸如WF_6之較重分子的單位。壓縮因數之使用可改良以非理想之壓縮氣體之流量測定的準確度。

現轉至圖3，其描繪一可與一處理腔室並行併入氣體流中來實施本發明之該等系統及該等方法之硬體配置的一例示性實施例。上升率系統(ROR)300可用於測定質流控制器120相對於一設定點之準確度。上升率系統300可併入通過氣體棒302至處理腔室130之氣體流中。在一特殊實施例中，閥門350、370在質流控制器120之下游且在處理腔室130之上游處。ROR 300可含有閥門330、310之間的腔室305及在閥門310之下游的壓力感應器320。壓力感應器可為此項技術中普遍已知之類型，其可測定自0.1托至1000托之壓力。與用於處理腔室130之在10與60公升之間的典型體積相比，腔室305通常具有自10 cc至高達一公升的任

一體積。

ROR 300可連結於質流控制器120與閥門350之下游處及閥門370與處理腔室130之上游處的氣體流中。連結於閥門350、370與310之間的實體體積由體積360表示。雖然諸如鎳或鎢之其它材料可用於氣體棒302正用於傳輸一特定氣體之狀況中，但是在許多狀況下，使用具有.25至.5吋直徑之316 L不銹鋼管將ROR 300連結至該氣體棒。氣體自氣體供應裝置110流向回應一設定點調節所通過之氣體體積的質流控制器120，該氣體流量通常在.1 sccm與每分鐘100公升之間。若閥門310、350為打開的且閥門370為關閉的，則氣體自質流控制器120流入腔室305，然而，若閥門350、370為打開的且閥門310為關閉的，則氣體自質流控制器120流入處理腔室130。

在特定實施例中，為能以ROR 300進行流量測定，閥門370對處理腔室130關閉，閥門350對質流控制器120開放，且ROR 300內之閥門310關閉。命令質流控制器120以產生一特定流量，且ROR系統300開始流量測定。氣體積累於閥門350、370與ROR系統300內之閥門310之間的體積360中。ROR 300內之壓力感應器320位於閥門310之上游，且此幾何形狀使得能進行體積360中之壓力的測定。可測定作為時間之函數的壓力變化，以稍後用於流量測定之量化。在某一時間Δt_1處，閥門330關閉且閥門310打開以允許氣體流入ROR 300之(一已知體積)腔室305。繼續以ROR 300中之壓力感應器320監控作為時間之函數的壓力。

圖4中給出以時間之函數表示之壓力變化的典型曲線。在該圖中，所描繪之初始壓力變化出現於一樣本體積360中，且壓力變化及時間間隔分別為ΔP_1與Δt_1。在約10秒處時開始之第二斜坡為閥門310打開且閥門330關閉之時。在該狀況下，該積累體積為體積360與腔室305之已知體積的組合。隨著時間之壓力變化為在時間間隔Δt_2期間的ΔP_2。接著可使用以下表達式計算體積360。

$$v = \frac{\left[\frac{\Delta p_2 \cdot V}{\Delta t_2}\right]}{\left[\frac{\Delta P_1}{\Delta t_1} - \frac{\Delta P_2}{\Delta t_2}\right]} \qquad \text{Eq. 3}$$

接著可結合Eq. 2使用Eq. 3來判定流量。接著可將所判定之流量與質流控制器之設定點進行比較，以判定質流控制器120之準確度。

現轉至圖5，描繪一用於測定流量屬性及驗證質流控制器之準確度之方法的一實施例的流程圖。當測定大流量(大於200 sccm)時，此特殊方法可為有利的，因為在流量之初始瞬態測定期間利用較大之體積會減少測定之不確定因素。

在一特殊實施例中，閥門370可由一控制系統關閉，此指示將進行質流控制器之測試或驗證。為開始測試，打開閥門310、330，且由泵380抽真空(步驟510)。接著關閉閥門330，且可取出初始狀態之資料(步驟520)。質流控制器120基於一特定設定點流動，接著可收集第一時間間隔之資料(步驟530)。使用諸如壓力感應器320之此項技術中已知的感應器可對時間、壓力及溫度監控一特定時段。在某

些實施例中，可由一壓力或時間檢查點來判定該時段之長度。舉例而言，當體積內之壓力達到一特定托時，可結束第一時間間隔。雖然第一時間間隔結束時所處之壓力可取決於測定之流量而大幅改變，但是此壓力通常在10托與1000托之間。亦可在一預定的時間量之後結束該第一時間間隔，該預定的時間量通常為至少10秒，但不多於60秒。

在第一時間間隔結束(步驟530)後，可接著關閉閥門310(步驟540)，且收集第二時間間隔之資料(步驟550)。如同第一時間間隔期間，此資料可包括壓力、溫度及時間，且可使用與關於上文中之第一時間間隔所論述之標準相同的標準來判定第二時間間隔之長度。

在第二時間間隔結束(步驟550)之後，可接著使用Eq. 2與Eq. 3來計算體積360與流量屬性(步驟570、580)。或者，可輸入體積360(步驟590)，且接著可使用所輸入之體積計算流量屬性(步驟580)。接著可將該流量與質流控制器120之原始設定點比較來判定質流控制器120之準確度。

普通熟習此項技術者將瞭解可以大量方式控制及執行各種步驟、測定及計算，該等方式包括：藉由一嵌於ROR系統300內之控制系統，或藉由結合質流控制器120、氣體棒302及處理腔室130而使用之控制系統來控制並執行。

類似地，圖6為一用於測定流量及驗證可有利於中等流量(20 sccm至200 sccm)的質流控制器120之方法的流程圖，其中在初始瞬態階段期間使用較大體積之腔室305並非必要地有用。

在一實施例中，閥門370可由一控制系統關閉，此指示將進行質流控制器120之流量測定或驗證。為進行質流控制器之測試，打開閥門310、330，且由泵380抽真空(步驟610)。接著關閉閥門310，且可取出資料用於初始狀態(步驟620)。隨著質流控制器120基於一特定設定點之流動，接著可在第一時間間隔期間收集資料(步驟630)。使用諸如壓力感應器320之此項技術中已知的感應器可對時間、壓力及溫度監控一特定時段。如上文中關於圖5所論述的，可由一壓力或時間檢查點來判定該時段之長度。

在第一時間間隔結束(步驟630)後，可接著關閉閥門330、打開閥門310(步驟640)，且在第二時間間隔期間收集資料(步驟550)。在該第一時間間隔期間，此資料可包括壓力、溫度及時間，且可使用與關於上文中之第一時間間隔所論述之標準相同的標準來判定第二時間間隔之長度。

在第二時間間隔結束(步驟650)之後，可接著使用Eq. 2與Eq. 3來計算體積360與流量屬性(步驟670、680)。或者，可輸入體積360(步驟690)，且接著可使用所輸入之體積計算流量屬性(步驟680)。接著可將該流量與質流控制器120之原始設定點比較來判定質流控制器120之準確度。

一旦判定了閥門350、370與310之間的體積360，則可僅使用體積360來進行流量測定。在許多裝配中，體積360為小的(少於20 cc)，因此可較為容易地測定對於一特定流動速率之壓力變化，通常將對於給定流動速率之測定時間減少為1/5。

圖7說明一種利用體積360來測定流量屬性或核對質流控制器120之方法。此方法可對少於20 sccm之流動速率而言尤其有效並允許使用一短得多的測定時間間隔。閥門370可由一控制系統關閉，此指示將進行質流控制器120之流量測定或驗證。為進行質流控制器之測試，打開閥門310、330，且由泵380抽真空(步驟710)。接著關閉閥門310，且取出資料用於初始狀態(步驟720)。如上文所論述，隨著質流控制器120基於一特定設定點之流動，接著可在第一時間間隔期間收集資料(步驟730)。

在第一時間間隔結束(步驟730)後，可打開閥門310並關閉閥門330(步驟740)。在特定狀況下，由於在打開閥門310之前打開閥門330可為有利的，因此壓力在整個第一時間間隔期間會維持於體積360中。在第一時間間隔結束(步驟730)後，接著可使用Eq. 2與Eq. 3及預先判定之體積360之測定(步驟770)來計算流量屬性(步驟780)。或者，可由使用者手動輸入體積360(步驟790)，並接著可計算流量屬性(步驟780)。接著可將計算出之流量與質流控制器120之設定點比較來判定質流控制器120之準確度。

另外，一旦判定了質流控制器閥門與閥門之間的體積360，則可使用腔室305之已知體積與體積360進行流量測定。此對於高流量體積而言可為有用的，其中一大的測定體積為吾人所要。

圖8說明一種結合利用體積360及腔室305來進行質流控制器120之流量測定或核對的方法。閥門370可由一控制系

統關閉，此指示將進行質流控制器120之流量測定或驗證。為進行質流控制器之測試，打開閥門310、330，且由泵380抽真空(步驟810)。接著關閉閥門330，且取出資料用於初始狀態(步驟820)。如上文所論述，隨著質流控制器120基於某一設定點之流動，接著可在第一時間間隔期間收集資料(步驟830)。

在第一時間間隔結束(步驟830)後，可接著打開閥門330(步驟840)，且接著可使用Eq. 2與Eq. 3、預先判定之體積360之測定(步驟870)及腔室305之已知體積來計算流量屬性(步驟880)。或者，可由使用者手動輸入體積360(步驟890)，並接著計算流量屬性(步驟880)。接著可將該流量與質流控制器120之設定點比較來判定質流控制器120之準確度。

然而，在許多狀況下，上升率計算中所引入之誤差可變得顯著。更特定言之，當流動速率上升時，在路徑中包含體積360或諸如閥門350之其它流體元件之線的長度可相對於腔室305之已知體積內的壓力變化速率而改變體積360中之壓力變化速率。體積360中壓力變化速率之改變取決於體積360之幾何形狀、質流控制器120之流動速率，並取決於流過氣體棒302之氣體的特性，且因此可使得流動速率之計算與質流控制器120之相稱核對變得困難。當處於高於200 sccm之流動速率時，此等效應可變得尤其明顯。因此，當測定壓力及壓力變化或計算體積及流動速率時，需要一種方法來消除或補償此等效應。

在所揭示之該等系統及該等方法的特定實施例中，可結合一體積使用一阻塞孔以不管該阻塞孔上游處之體積的幾何形狀或壓力來精確判定一流動速率。另外，利用使用該阻塞孔所判定之誤差點可得出並擬合出一誤差曲線。隨後，無需使用阻塞孔可計算出流量，且可基於所得出及擬合出之誤差曲線調整流量。

圖9描繪一可與一處理腔室並行併入氣體流中之硬體配置的實施例，該處理腔室可通過流體短路或測定器件上游處之流量之阻塞來實質補償上游壓力相依性。如上文中關於圖3所描述的，上升率系統(ROR)300可併入通過氣體棒302至處理腔室130之氣體流中。在圖9中描繪之特殊實施例中，一阻塞孔322連結於ROR 300與閥門350之間，緊靠ROR 300。阻塞孔322可用於減少體積360之幾何形狀對於壓力測定之影響並改良ROR 300之可用性及準確度。

通過使用一術語名稱為"流體短路"之技術，阻塞孔322可減少ROR 300對於體積360之幾何形狀的敏感性。此技術縮窄了流體路徑以使得體積360中之壓力大於阻塞孔322上游處之壓力。雖然許多壓力梯度可用於減少體積360之幾何形狀的效應，但為了理想功效，阻塞孔322應生成一壓力梯度以使得體積360中之壓力為阻塞孔322上游處之壓力的至少兩倍。此可引起阻塞孔322上游之壓力在一恆定流動速率期間保持大體上恆定。在一實施例中，阻塞孔322可為一多位置閥門，其可根據質流控制器120之流動速率定位，以在體積360與ROR 300之間生成合適的壓力梯度。

在另一實施例中，阻塞孔322可為三通閥門，其具有如此項技術中所已知之打開、關閉及阻塞位置。氣體棒302與處理腔室130通常可與處於關閉位置之阻塞孔322一起運作。當阻塞孔322處於打開位置時，如關於圖5至8所描述的，ROR 300可與氣體棒302及處理腔室130一起運作。然而，藉由將阻塞孔322置於阻塞位置中，可在體積360與ROR 300之間生成一壓力梯度，其允許獨立於上游壓力或體積來判定ROR 300中之流動速率。由於可獨立於體積360判定ROR 300中之流動速率，因此無需進行用於判定體積360之幾何形狀的測定。

舉例而言，相對於圖5而言，不需要步驟540-570及590。在使用阻塞孔322之此狀況下，閥門370可由一控制系統關閉，此指示將進行質流控制器之測試或驗證。為開始測試，打開閥門310、330，且由泵380抽真空(步驟510)。接著關閉閥門330，可將阻塞孔322設定為阻塞位置且可取出資料用於初始狀態(步驟520)。隨著質流控制器120基於一特定設定點流動，接著可在第一時間間隔期間收集資料(步驟530)。使用諸如壓力感應器320之此項技術中已知的感應器可對時間、壓力及溫度監控一特定時段。在某些實施例中，可由一壓力或時間檢查點來判定該時段之長度。舉例而言，當腔室305之體積內的壓力達到一特定托時，可結束第一時間間隔。雖然第一時間間隔結束時所處之壓力可取決於測定之流量而極大改變，但是此壓力通常在10托與1000托之間。亦可在一預定的時間量後結束

該第一時間間隔，該預定的時間量通常為至少10秒，但不多於60秒。

在該第一時間間隔結束(步驟530)後，接著可使用Eq. 2與Eq. 3來計算流量屬性(步驟580)，而無需考慮體積360。因此，不需要第二時間間隔，且可僅藉由使用阻塞孔322而消除步驟540-570及590。

熟習此項技術者將瞭解：藉由使用阻塞孔322，可同樣由圖6至8中描繪之方法達成類似之步驟縮減，且可在單一瞬態階段期間利用腔室305之體積來判定流動速率並驗證質流控制器120。另外，應瞭解：可不考慮阻塞孔322之建構(例如三位置閥門或多位置閥門)達成此相同之步驟縮減。

雖然可調節阻塞孔322以用於任何流動速率，但在一特殊實施例中，阻塞孔322可為三位置閥門，其中調節該阻塞孔以用於生成一壓力梯度，其中對於500 sccm或更大之流動速率而言，體積360中之壓力大於阻塞孔322上游處之壓力的兩倍。

那麼對於低於500 sccm之流動速率而言，可在數學上補償由體積360引入之誤差。為了在數學上補償誤差，對體積360之一特殊幾何形狀，可得出一用於作為包括流動速率、幾何形狀及氣體類型的主變數之函數之誤差項的方程。該方程可給出由體積360之特定幾何形狀所引入之誤差的曲線的形狀。

舉例而言，對一體積360類似於圖10中所描繪之體積(其

中體積360為一恆定直徑之管道)的狀況，可為一流量修正項得出一方程。更具體言之，可發展出一展示體積360中之平均壓力與所測定之腔室305中之平均壓力間的關係的方程。此方程如下給出：

$$P_{avg}=1/3(P1-P2)+P2 \qquad \text{Eq. (4)}$$

以上方程可與其它方程結合使用以得出一將給出使用Eq. (2)所測定之流量與期望的真實流量間之差值的流量修正項，期望的真實流量併有關於體積360中之期望的平均壓力之額外資訊：

動量方程

$$O=-\frac{dp}{dx}+\mu\left(\frac{d^2u}{2x^2}+\frac{d^2u}{2z^2}\right) \qquad \text{Eq. (4.1)}$$

對於圓柱形幾何形狀：

$$\frac{1}{R}\frac{d}{dR}\left(\dot{R}\frac{dy}{dR}\right)=\frac{1}{u}\frac{dp}{dx} \qquad \text{Eq. (4.2)}$$

由於壓力梯度獨立於R，因此可將Eq. 4.2積分以給出：

$$u(R)=\frac{1}{u}\frac{dp}{dx}\frac{R^2}{4}+A\log R+B \qquad \text{Eq. (4.3)}$$

邊界條件u(0) =有窮 => A=0

$$\mu(a)=0\Rightarrow B=-\left(\frac{dp}{dx}\right)\frac{a^2}{4\mu}$$

$$u(R)=-\frac{1}{4u}\frac{dp}{dx}(a^2-R^2) \qquad \text{Eq. (4.4)}$$

$$\mu_{avg} = -\frac{\int_0^{2\pi}\int_0^{R}\mu(R)rdrd\theta}{\int_0^{2\pi}\int_0^{R}rdrd\theta} = \frac{dp}{dx}\frac{R^2}{8\mu}$$

$$\dot{m} = \frac{\pi\dot{R}^4}{8\mu RT}P\frac{dp}{dx} \quad (\text{注意 } \dot{R} \text{ 為半徑}) \qquad \text{Eq. (4.5)}$$

$$pdp = \dot{m} = \left(\frac{8\mu RT}{\pi\dot{R}^4}\right)dx$$

$$\int_{p0}^{p1} pdp = \int_0^L \dot{m}\frac{8\mu RT}{\pi\dot{R}^4}dx \quad \text{假設T為常數}$$

$$\frac{1}{2}p^2\Big|_{p0}^{p1} = -\dot{m}\frac{8\mu RT}{\pi\dot{R}^4}L$$

$$\frac{1}{2}\left(P_0^2 - P_L^2\right) = -\dot{m}\frac{8\mu RT}{\pi\dot{R}^4}L$$

$$P_L^2 = \left(P_0^2 - \dot{m}\frac{16\mu RT}{\pi\dot{R}^4}L\right)$$

$$P_L = \left(p_0^2 - \dot{m}\frac{16uRT}{\pi\dot{R}^4}L\right)^{\frac{1}{2}} \qquad \text{Eq. (5.1)}$$

$$\overline{p}_{avg} = \frac{\int_0^{L1} P_{avg}\,dL}{\int_0^{L1} dL} \qquad \text{Eq. (5.2)}$$

一般而言對於一二次函數：

$P = ax^2 + b$

其中當 $x = 0$ $P = P_0$ 時 $x = L$ $P = P_L$

$$P = aL^2 + P_0 \text{ ，} \quad a = \frac{P_L - P_0}{L^2}$$

$$P = \frac{P_L - P_0}{L^2} x^2 + P_0 \qquad \text{Eq.(5.4)}$$

$$p_{avg} = \frac{\int_0^L P dx}{\int_0^L dx} \qquad \text{Eq. (5.5)}$$

$$P_{avg} = \frac{\int_0^L \left(\frac{P_L - P_0}{L^2} x^2 + P_0 \right) dx}{\int_0^L dx} = \frac{\left(\frac{P_L - P_0}{L^2} \right) \frac{1}{3} x^3 + p_0 x \Big/_0^L}{L}$$

$$= \frac{\left(\frac{P_L - P_0}{L^2} \right) \left(\frac{L^3}{3} \right) + P_0 L}{L}$$

$$P_{avg} = \frac{1}{3}(P_L - P_0) + P_0$$

$$P_{avg} = \frac{2}{3} p_0 + \frac{1}{3} p_L \qquad \text{Eq. (5.6)}$$

$$P_0 = \left(\dot{m} \frac{16 \mu RT}{\pi \dot{R}^4} + P_L^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$P_{avg} = \frac{2}{3} \left(\dot{m} \frac{16 \mu RT}{\pi \dot{R}^4} L + p_L^2 \right)^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{3} p_L \qquad \text{Eg. (5.7)}$$

若 $\dot{M} = \dot{m} \frac{16 \mu RT}{\pi \dot{R}^4} L$ Eq. (5.8)

若 P_L 為時間之函數

則在一實施例中，若 P=0，則 $P_L = P_1 + At$

$$P_{avg}(t)=\frac{2}{3}\left(\left(\dot{M}\right)+\left(At\right)^2\right)^{\frac{1}{2}}+\frac{1}{3}At \qquad \text{Eq. (6.1)}$$

通常，當m項接近零時，誤差變得較小。對於一給定之質流，誤差可由於氣體黏度的增加而增加，於是整個體積包括兩部分：體積360與腔室305。

$$\dot{m}=\frac{\frac{(\Delta P_{avg}(t)_v V_v}{RT_v}}{\Delta t}+\frac{\frac{\Delta P(t)_f V_f}{RT_f}}{\Delta t}$$

若假設溫度相同，則：

$$\dot{m}=\frac{1}{R\Delta tT}\left(\Delta P_{avg}\left(t\right)_v V_v+\Delta P\left(t\right)_f V_f\right) \qquad \text{Eq. (6.3)}$$

通常 $\Delta P(t)_v=\Delta P(t)_f$ 以使得

$$\dot{m}_c=\frac{1}{R\Delta tT}\left(\Delta P\left(t\right)_f\left(V_v+V_f\right)\right) \qquad \text{Eq. (6.4)}$$

接著可藉由將兩式相減估算出所計算之質流中的誤差。

$$\dot{m}_e=\dot{m}_c-\dot{m}$$

$$\dot{m}_c=\frac{1}{R\Delta tT}\left(\Delta p_f\left(t\right)_f V_v-\Delta p_{avg}\left(t\right)_v V_v\right) \qquad \text{Eq. (7.1)}$$

為了簡潔，可自Eq. 7.1取代平均壓力之變化，若吾人假設當t = 0且P = 0時開始$\Delta P(t)_f$，則$(\frac{\Delta p}{\Delta t})_f=A$。

$$\dot{m}_e=\frac{1}{RT}\left(AV_v-\frac{d}{dt}\left[\frac{2}{3}\left(M+\left(At\right)^2\right)^{\frac{1}{2}}+\frac{1}{3}At\right]V_v\right) \qquad \text{Eq. (7.2)}$$

Eq. 7.2看來表現良好。當可變體積$V_v\rightarrow 0$, $\dot{m}_e\rightarrow 0$時，

$\dot{M} \to 0$, $m_e \to 0$

$$\dot{M} = \dot{m}\frac{16\mu RT}{\pi \dot{R}^4}L \qquad \text{Eq. (7.3)}$$

為簡化，若 $V_T=V_v+V_f$ 則

$$\dot{m} = \frac{\Delta p(t)_f V_T}{RT\Delta t}$$

$$\dot{m} = \frac{1}{RT}(AV_T) \qquad \text{Eq. (7.4)}$$

$$\dot{M} = \frac{1}{RT}(AV_T)\frac{16\mu RT}{\pi \dot{R}^4}L \qquad \text{Eq. (7.5)}$$

Eq.6.1之導數將產生：

$$\frac{d\,p_{avg}(t)}{dt} = \frac{d}{dt}\left[\frac{2}{3}\left(\dot{M}+(At)^2\right)^{\frac{1}{2}}+\frac{1}{3}At\right]$$

$$\frac{d\,p_{avg}(t)}{dt} = \left[\frac{2}{3}\left(\frac{A^2t}{\dot{M}+(At)^2)^{\frac{1}{2}}}\right)+\frac{1}{3}A\right] \qquad \text{Eq. (8.1)}$$

$$\dot{m}_e = \frac{1}{RT}\left(AV_v-\left[\frac{2}{3}\left(\frac{A^2t}{\left(\dot{M}+(At)^2\right)^{\frac{1}{2}}}\right)+\frac{1}{3}A\right]V_v\right) \qquad \text{Eq. (8.2)}$$

$$m_e = \frac{v}{RT}\left[A - \left(\frac{2}{3}\left(\frac{A^2 t}{\left(A(V+v)\frac{16\mu L}{\pi R^4} + (At)^2\right)^{\frac{1}{2}}}\right) + \frac{1}{3}A\right)\right] \qquad \text{Eq. (9)}$$

其中 $V_v = (m^3)$, $R = 8.3149(\frac{Pa\,m^2}{molK})$, $T(K)$, $A(\frac{Pa}{s})$, $\mu = (Pa\ s)$

L(m), R(m), t(s), $\dot{m}_c\left(\frac{mol}{s}\right)$, $1\ sscm = 7.41 \bullet 10^{-7}\frac{mol}{s}$

A項為腔室305內之壓力導數。接著藉由將Eq. 9之結果加至Eq. 2可給出期望之流量。

變數 $\frac{16L}{\pi R^4}$ 等同於一流體路徑之幾何形狀項，且其由H表示，氣體黏度為由G表示之氣體相依項(gas dependent term)。可將Eq. 9重寫成：

$$\dot{m}_s = \frac{V_v}{RT}\left(A - \left[\frac{2}{3}\left(\frac{A^2 t}{\left(HGAV_T\frac{16\mu L}{\pi R^4} + (At)^2\right)^{\frac{1}{2}}}\right) + \frac{1}{3}A\right]\right) \qquad \text{Eq. 10}$$

不幸地，用於流量測定之大多數幾何形狀將不會如同圖10中給出之幾何形狀一樣簡單。然而，可使用相同之形式來得出用於任何幾何形狀之合適的方程。如圖11中所描繪，第二通用之幾何形狀可為將閥門310正好引入腔室305

上游處。

在此狀況下，由以下方程11給出在管道(體積360)中之平均壓力。

$$P_{avg}=1/3(P1-P3)+P3$$

其中

P3=Pv+P2，且Pv為通過閥門3之壓力下降值。如為Eq. 9發展出之方程，相同技術可用於發展出一描繪此特殊幾何形狀之替代方程，且以下給出該方程：

$$\dot{m}_e=\frac{V_v}{RT}\left[A-\left(\frac{2}{3}\left(\frac{A_2^2 t}{\left(A(V_t)\frac{16\mu L}{\pi R^4}+(A_2 t)^2\right)^{\frac{1}{2}}}\right)+\frac{1}{3}A_2\right)\right] \qquad \text{Eq. (11)}$$

其中A_2為正好處於閥門330上游處之壓力導數。

一旦已得出一用於體積360之一特殊幾何形狀的方程，接著可藉由使用ROR 300根據經驗觀察體積360之一特殊實例對超過500 sccm之流量所誘發之實際誤差，以在阻塞孔322處於打開位置之同時對質流控制器120計算在一系列流量設定下的流動速率，此計算與在阻塞孔322處於阻塞位置之同時計算在相同系列之流量設定下的流動速率相對。藉由比較在此等流量設定之每一者之下所計算出的該等兩個流動速率，可判定對應於高於500 sccm之流動速率之誤差曲線的一組點。可接著將由所得出之方程(例如Eq. 10)

描述的曲線擬合在500 sccm以上出現之以經驗判定的誤差點，以產生一誤差方程，其描述一表示由體積360之幾何形狀在所有流量下所誘發之誤差的曲線。

另外，在許多狀況下，由體積360對200 sccm或更少流量所誘發之誤差在統計上不顯著。因此，在此等流動速率所觀察到之實際流量亦可用於建立由方程描述之誤差曲線可擬合之點。

當將方程所描述之曲線擬合以經驗判定之曲線時，可計算出描述體積幾何形狀之一特殊實例之誤差曲線的誤差方程中之變數，該等變數包括幾何形狀項(H)。可接著將此誤差曲線應用於將來由ROR 300所進行或所計算的測定及流動速率，以校正由體積360誘發之誤差，從而允許質流控制器120之流動速率的更加精確之計算。應瞭解：此誤差曲線可用於校正當阻塞孔322處於打開位置時由體積360在所有流動速率下所引入之誤差，從而允許在單一瞬態階段期間利用腔室305之體積以更加精確地判定流動速率並驗證質流控制器120。

圖12描繪一使用ROR 300及如上文中詳細描述之描述誤差曲線的方程計算流動速率之方法的實施例。在此狀況下，閥門370可由一控制系統關閉，此指示將進行質流控制器之測試或驗證。為開始測試，打開閥門310、330，且由泵380抽真空(步驟1210)。接著關閉閥門330，且取出資料用於初始狀態(步驟1220)。隨著質流控制器120基於某一設定點之流動，接著可在第一時間間隔期間收集資料(步

驟1230)。使用諸如壓力感應器320之此項技術中已知的感應器可對時間、壓力及溫度監控一特定時段。在某些實施例中，可由一壓力或時間檢查點來判定該時段之長度。舉例而言，當體積內之壓力達到一特定托時，可結束第一時間間隔。雖然第一時間間隔結束時所處之壓力可取決於測定之流量而極大改變，但是此壓力通常在10托與1000托之間。亦可在一預定之時間量後結束該第一時間間隔，該預定之時間量通常為至少10秒，但不多於60秒。

在該第一時間間隔結束(步驟1230)後，接著可使用Eq. 2與Eq. 3來計算流量屬性(步驟1240)，而無需考慮體積360。如上文所描述，可接著藉由使用一預先判定之誤差方程，為由體積360引入之誤差校正此定流量屬性(步驟1250)。因此，不需要第二時間間隔，且可在阻塞孔322處於打開位置時在任何流量設定下計算出一精確之流動速率。

另外，在大多數狀況下，亦可修改此等方程，以當判定在使用ROR 300計算流動速率時引入之誤差時考慮流過氣體棒302之氣體。此可通過使用氣體黏度項(如Eq. 10中示之G)來完成，基於流過氣體棒302或ROR 300之氣體來判定該氣體黏度項之值。舉例而言，氣體項(G)對於氮氣可為一值，且對於氟化氣體類型可為另一值，等等。藉由使用取決於氣體之G的一不同值，所得之誤差曲線不僅可校正對體積360之形狀計算出之流量，亦可校正對流過氣體棒302之氣體黏度計算出的流量。

普通熟習此項技術者將瞭解可以大量方式控制及執行各種步驟、測定及計算，該等方式包括：藉由一嵌於ROR系統300內之控制系統，或藉由結合質流控制器120、氣體棒302及處理腔室130使用之控制系統來控制並執行。

亦應瞭解：將基於阻塞孔322之調節及最優化來判定用於擬合由方程描繪之曲線的以經驗判定之點。舉例而言，若將阻塞孔322調節用於生成一壓力梯度，其中對於200 sccm或更大之流動速率而言，體積360中之壓力大於阻塞孔322上游處之壓力的兩倍，以經驗判定之點可處於200 sccm或更高之流動速率。

應注意，並非相對於圖5至8及12描述之所有步驟皆為必需，可不需要一步驟，且除了所描述之該等步驟外可使用其它步驟，包括額外測定、額外時間間隔等。另外，描述該等方法之每一元件的次序不必為使用其之次序。在閱讀本說明書之後，普通熟習此項技術者將可判定對一特殊實施例而言哪種步驟之排列將最為合適的。

在前述之說明書中，已參考具體實施例描述了本發明。然而，普通熟習此項技術者瞭解：在不脫離如以下申請專利範圍中陳述之本發明之範疇的前提下，可作出各種修正及變化。因此，應將本說明書及圖式看作說明性意義而非限制性意義，且所有該等修正意欲包括於本發明之範疇之內。

已關於具體實施例在上文中描述了益處、其它優點及對於問題之解決方法。然而，不應將該等益處、優點、對於

問題之解決方法及可引起任何益處、優點或解決方法出現或變得更加明顯的任何組件解釋為任何或全部申請專利範圍之關鍵的、必需的或基本的特徵或組件。

【圖式簡單說明】

圖1包括一用於藉由使用處理腔室來驗證質流控制器之習知先前技術系統的說明。

圖2包括當在流量核對過程中利用一處理腔室時為達成對於某些典型流動速率的壓力變化所需之時間的圖表。

圖3包括一用於質流控制器之驗證之系統的一實施例的方塊圖。

圖4包括利用所描繪之方法的一實施例的作為時間之函數之壓力的圖表。

圖5至8包括描繪用以執行流量核對或驗證質流控制器之操作的方法的各種實施例的流程圖。

圖9包括一用於質流控制器之驗證之系統的一實施例的方塊圖。

圖10包括一路徑的幾何形狀之一實施例的方塊圖，該路徑為一質流控制器與一如圖9中描繪之系統間之路徑。

圖11包括一路徑的幾何形狀之一實施例的方塊圖，該路徑為質流控制器與一如圖9中描繪之系統間之路徑。

圖12包括描繪一使用圖9中描繪之系統來執行流量核對或驗證質流控制器之操作的方法的一實施例之流程圖。

【主要元件符號說明】

110　　氣體供應裝置

120	質流控制器
130	處理腔室
300	上升率系統
302	氣體棒
305	腔室
320	壓力感應器
322	阻塞孔
310, 330, 350, 370	閥門
360	體積
380	泵

五、中文發明摘要：

本發明揭示用於質流控制器之流量核對及驗證的系統及方法。可將一質流控制器控制為一特定流量，且開始流量測定。在一時間間隔期間，氣體積累於一第一體積中，且在此體積內進行測定。接著可將在該時間間隔期間進行之各種測定用於計算該流動速率。該流動速率又可用於判定該質流控制器相對於一設定點之準確度。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種測定一通過一流量控制器之流量的方法，其包含：

在一第一時間間隔期間收集關於第一體積之第一資料；

在一第二時間間隔期間收集關於第二體積之第二資料；

判定該第一體積；及

計算該流量。

2. 如請求項1之方法，其中判定該第一體積包含計算該第一體積。

3. 如請求項2之方法，其中該第一體積基於該第一資料及該第二資料來計算。

4. 如請求項3之方法，其中該第一資料包括歷經第一時間間隔之壓力變化，且該第二資料包括歷經第二時間間隔之壓力變化。

5. 如請求項4之方法，其中收集第二資料在收集第一資料之前執行。

6. 如請求項4之方法，其中收集第一資料在收集第二資料之前執行。

7. 如請求項1之方法，其中判定該第一體積包含接收一輸入。

8. 如請求項7之方法，其中該第一資料包括歷經第一時間間隔之壓力該變化，且該第二資料包括歷經第二時間間隔之壓力變化。

9. 如請求項8之方法，其中收集第二資料在收集第一資料之前執行。

10. 如請求項8之方法，其中收集第一資料在收集第二資料之前執行。

11. 一種測定一通過一流量控制器之流量的方法，其包含：

在一第一時間間隔期間收集關於一第一體積之第一資料；及

基於該第一資料計算該流量，其中該第一體積為預先判定的或作為輸入接收。

12. 如請求項11之方法，其中該第一體積藉由以下步驟預先判定：

在一第一時間間隔期間收集關於該第一體積之第一資料；

在一第二時間間隔期間收集關於一第二體積之第二資料；及

基於該第一資料及該第二資料計算該第一體積。

13. 一種測定一通過一質流控制器之流量的方法，其包含：

在一第一時間間隔期間收集關於一第一體積之第一資料；及

基於該第一資料計算該流量，其中一第二體積為預先判定的或作為輸入接收。

14. 如請求項13之方法，其中藉由以下步驟預先判定該第二體積：

在一第一時間間隔期間收集關於該第一體積之第一資

料；

在一第二時間間隔期間收集關於該第二體積之第二資料；及

基於該第一資料或該第二資料計算該第二體積。

15. 一種用於測定一通過一流量控制器之流量的系統，其中該系統在該流量控制器之下游處連結至該流量控制器，該系統包含：

一腔室；

一在該腔室之上游處連結至該腔室之第一閥門；

一在該腔室之下游處連結至該腔室之第二閥門；及

一在該第一閥門之上游處連結至該腔室之壓力感應器。

16. 如請求項15之系統，其中該系統可操作以用於：

在一第一時間間隔期間收集關於一第一體積之第一資料；及

在一第二時間間隔期間收集關於一第二體積之第二資料。

17. 如請求項16之系統，其中該第一體積對應於該第一閥門與該流量控制器之間的該體積，且該第二體積對應於該第一體積及該腔室之一體積。

18. 如請求項17之系統，其中該第一資料包括在該第一時間間隔期間壓力之該變化，且該第二資料包括在該第二時間間隔期間壓力之該變化。

19. 如請求項18之系統，其中收集第二資料在收集第一資料

之前執行。

20. 如請求項18之系統，其中收集第一資料在收集第二資料之前執行。

21. 如請求項18之系統，其中該系統可進一步操作以用於：

判定該第一體積；及

計算該流量。

22. 如請求項21之系統，其中該系統藉由基於該第一資料及該第二資料之計算來判定該第一體積。

23. 如請求項21之系統，其中該系統藉由接收一輸入來判定該第一體積。

24. 一種測定一通過一質流控制器之流量的方法，其包含：

在一第一時間間隔期間收集關於一第一體積之第一資料；

計算一第一流量；及

基於一誤差曲線調整該第一流量。

25. 如請求項24之方法，其進一步包含判定該誤差曲線。

26. 如請求項25之方法，其中判定該誤差曲線包含將一得出之誤差曲線擬合一組誤差點，該組誤差點包括一組已判定之誤差點。

27. 如請求項25之方法，其中每一所判定之誤差點藉由以下步驟判定：

在一第一設定點處於一第二時間間隔期間收集關於該第一體積之第二資料，其中一阻塞孔處於一打開位置；

基於該第二資料計算一第二流量；

在該第一設定點處於一第三時間間隔期間收集關於該第一體積之第三資料，其中該阻塞孔處於一阻塞位置；

基於該第三資料計算一第三流量；及

比較該第二流量與該第三流量。

28. 如請求項27之方法，其中該阻塞孔可操作以用於在處於該阻塞位置時生成一壓力梯度，其中該阻塞孔之上游處的壓力約為該阻塞孔之下游處之壓力的兩倍。

29. 如請求項28之方法，其中該阻塞孔可操作以用於當該第一設定點為至少500 sccm時生成該壓力梯度。

30. 如請求項28之方法，其中該組所判定之誤差點的每一點表示當該第一設定點為至少500 sccm時之誤差。

31. 如請求項30之方法，其中該組誤差點包括一組所觀察之誤差點。

32. 如請求項26之方法，其中每一所觀察之誤差點藉由以下步驟判定：

在一第二設定點處於一第四時間間隔期間收集關於該第一體積之第四資料；及

基於該第四資料計算一第四流量。

33. 如請求項32之方法，其中該組所觀察之誤差點的每一點表示當該第二設定點為200 sccm或更少時之誤差。

34. 如請求項26之方法，其中判定該誤差曲線進一步包含基於氣體類型調整該誤差曲線。

35. 一種用於測定一通過一質流控制器之流量的系統，其中該系統在該質流控制器之下游處連結至該質流控制器，

該系統包含：

一腔室；

一在該腔室之上游處連結至該腔室之第一閥門；

一在該腔室之下游處連結至該腔室之壓力感應器；及

一在該壓力感應器之上游處連結至該腔室之阻塞孔。

36. 如請求項35之系統，其中該系統可操作以用於：

在一第一時間間隔期間收集關於一第一體積之第一資料；及

計算一第一流量。

37. 如請求項36之系統，其中該阻塞孔可操作以用於生成一壓力梯度，其中該阻塞孔之上游處的壓力約為該阻塞孔之下游處之該壓力的兩倍。

38. 如請求項37之系統，其中計算該第一流量進一步包含基於一誤差曲線調整該第一流量。

39. 如請求項38之系統，其中該系統可進一步操作以用於判定該誤差曲線。

40. 如請求項39之系統，其中判定該誤差曲線包含將一得出之誤差曲線擬合一組誤差點，該組誤差點包括一組已判定之誤差點。

41. 如請求項40之系統，其中該系統可操作以用於藉由以下步驟判定每一所判定之誤差點：

在一第一設定點處於一第二時間間隔期間收集關於該第一體積之第二資料，其中該阻塞孔處於一打開位置；

基於該第二資料計算一第二流量；

在該第一設定點處於一第三時間間隔期間收集關於該第一體積之第三資料，其中該阻塞孔處於一阻塞位置；

基於該第三資料計算一第三流量；及

比較該第二流量與該第三流量。

42. 如請求項40之系統，其中該組所判定之誤差點的每一點表示當該第一設定點為至少500 sccm時之誤差。

43. 如請求項42之系統，其中該組誤差點包括一組所觀察之誤差點。

44. 如請求項43之系統，其中該系統可操作以用於藉由以下步驟判定每一所觀察之誤差點：

在一第二設定點處於一第四時間間隔期間收集關於該第一體積之第四資料；及

基於該第四資料計算一第四流量。

45. 如請求項44之系統，其中該組被觀察之誤差點的每一點表示當該第二設定點為200 sccm或更少時之誤差。

46. 如請求項45之系統，其中判定該誤差曲線進一步包含基於氣體類型調整該誤差曲線。

47. 如請求項37之系統，其中該第一資料在該阻塞孔處於該阻塞位置時收集。

48. 如請求項47之系統，其中該阻塞孔為一個三通閥門，其可操作以用於當該第一流量高於500 sccm時生成該壓力梯度。

49. 一種測定一通過一質流控制器之流量的方法，其包含：

在一第一時間間隔期間收集關於一第一體積之第一資

料，其中該第一資料在一阻塞孔處於一阻塞位置時收集，且該阻塞孔可操作以用於當處於該阻塞位置時生成一壓力梯度，其中該阻塞孔之上游處的壓力約為該阻塞孔之下游處之該壓力的兩倍；及

計算一第一流量。

50. 如請求項49之方法，其中該阻塞孔為一個三通閥門，其可操作以用於當該第一流量高於500 sccm時生成該壓力梯度。

十一、圖式：

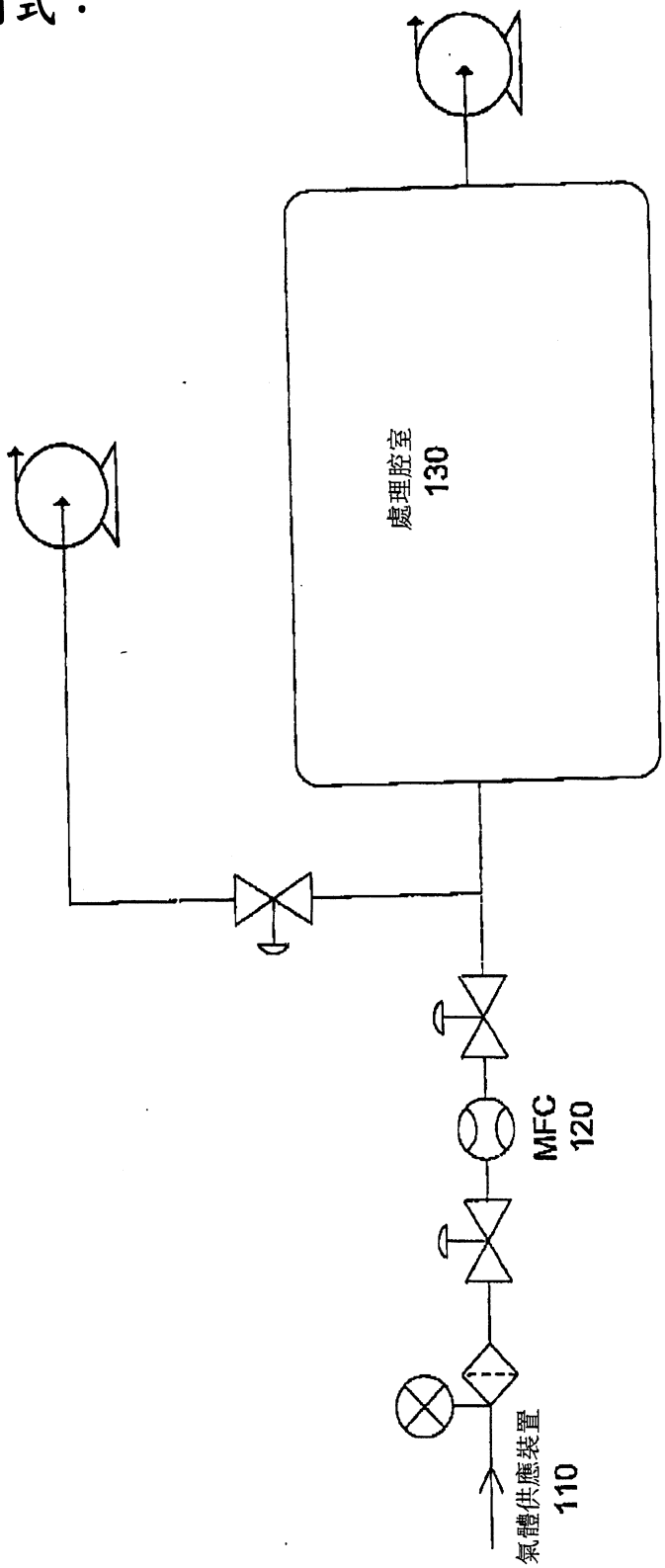

圖 1
（先前技術）

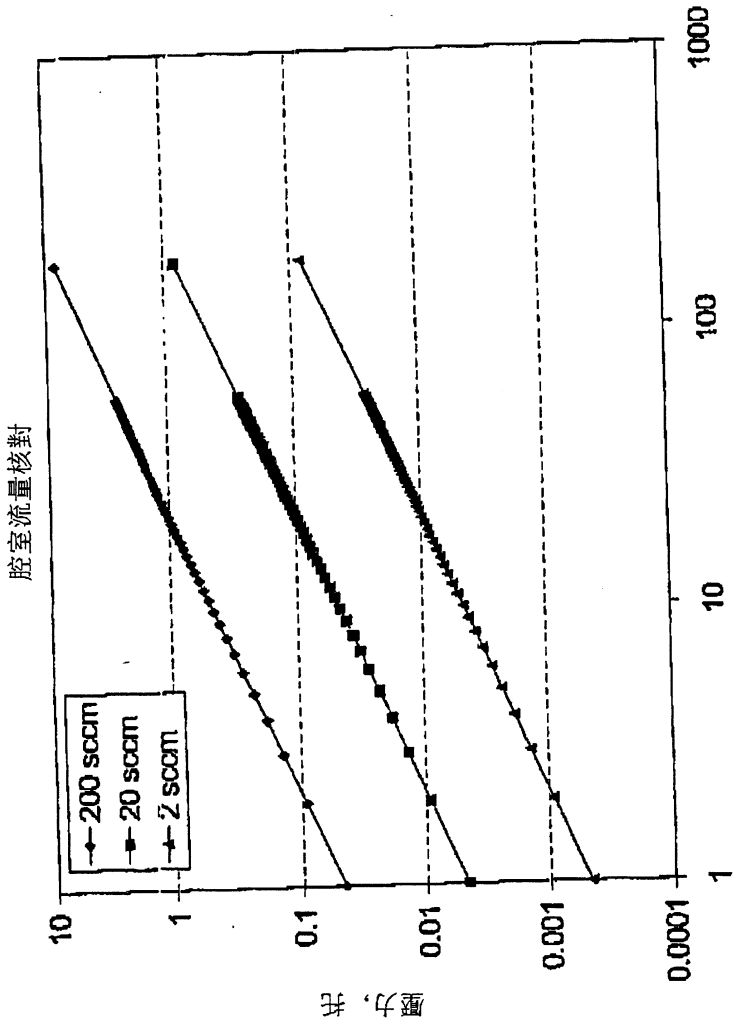
腔室流量核對
200 sccm
20 sccm
2 sccm
壓力，托
10
1
0.1
0.01
0.001
0.0001
1
10
100
1000
時間，sec

圖 2

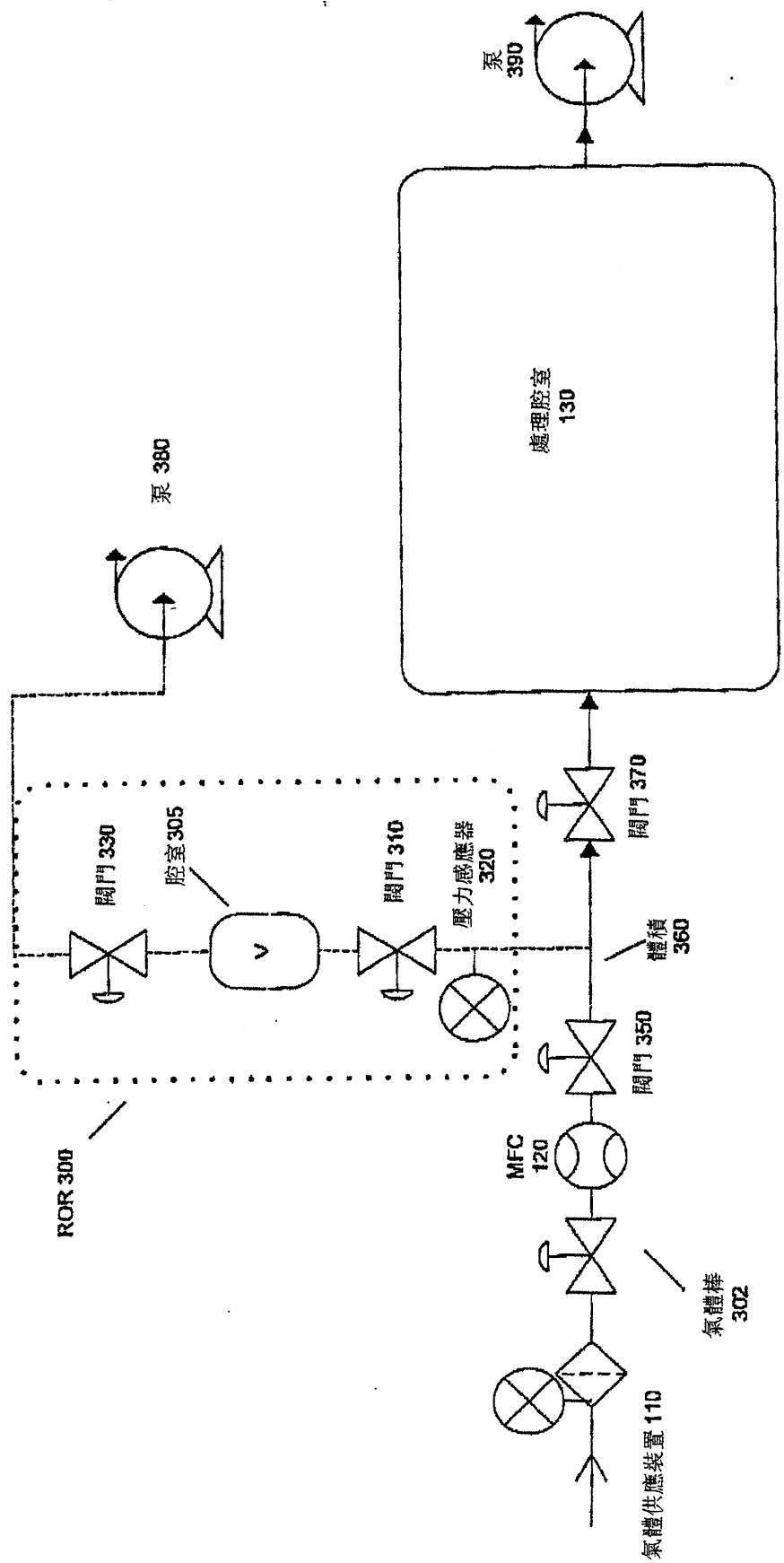
泵
390
處理腔室
130
泵 380
閥門 330
腔室305
閥門 310
壓力感應器
320
閥門 370
體積
360
閥門 350
MFC
120
氣體棒
302
氣體供應裝置 110
ROR 300

圖 3

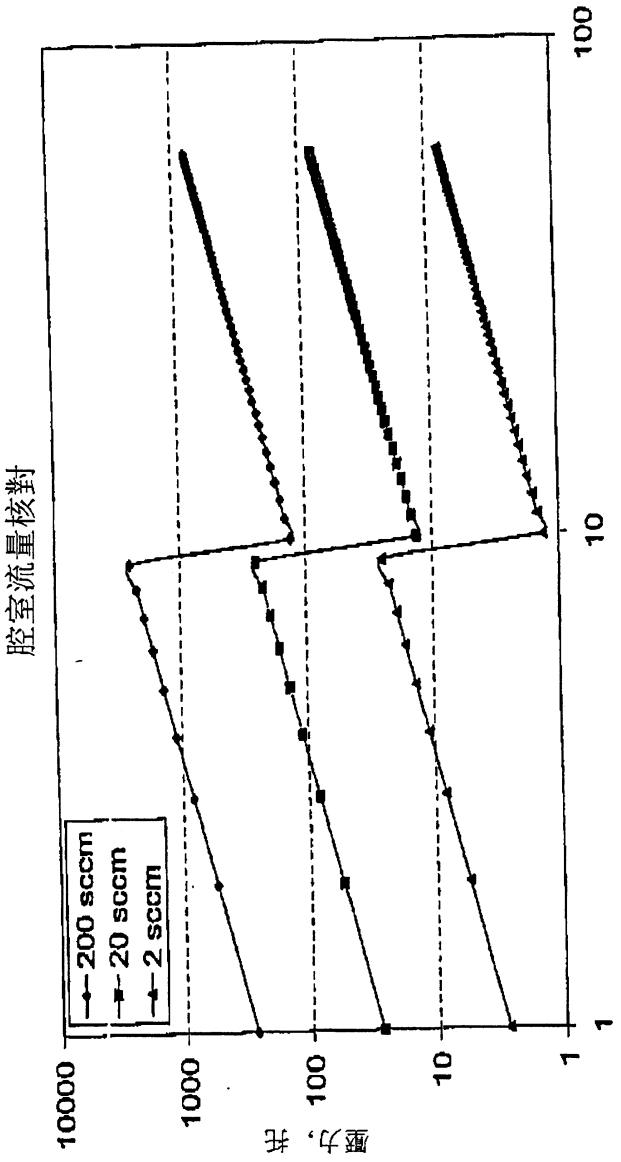
腔室流量核對
200 sccm
20 sccm
2 sccm
壓力, 帕
10000
1000
100
10
1
1
10
100
時間, sec

圖 4

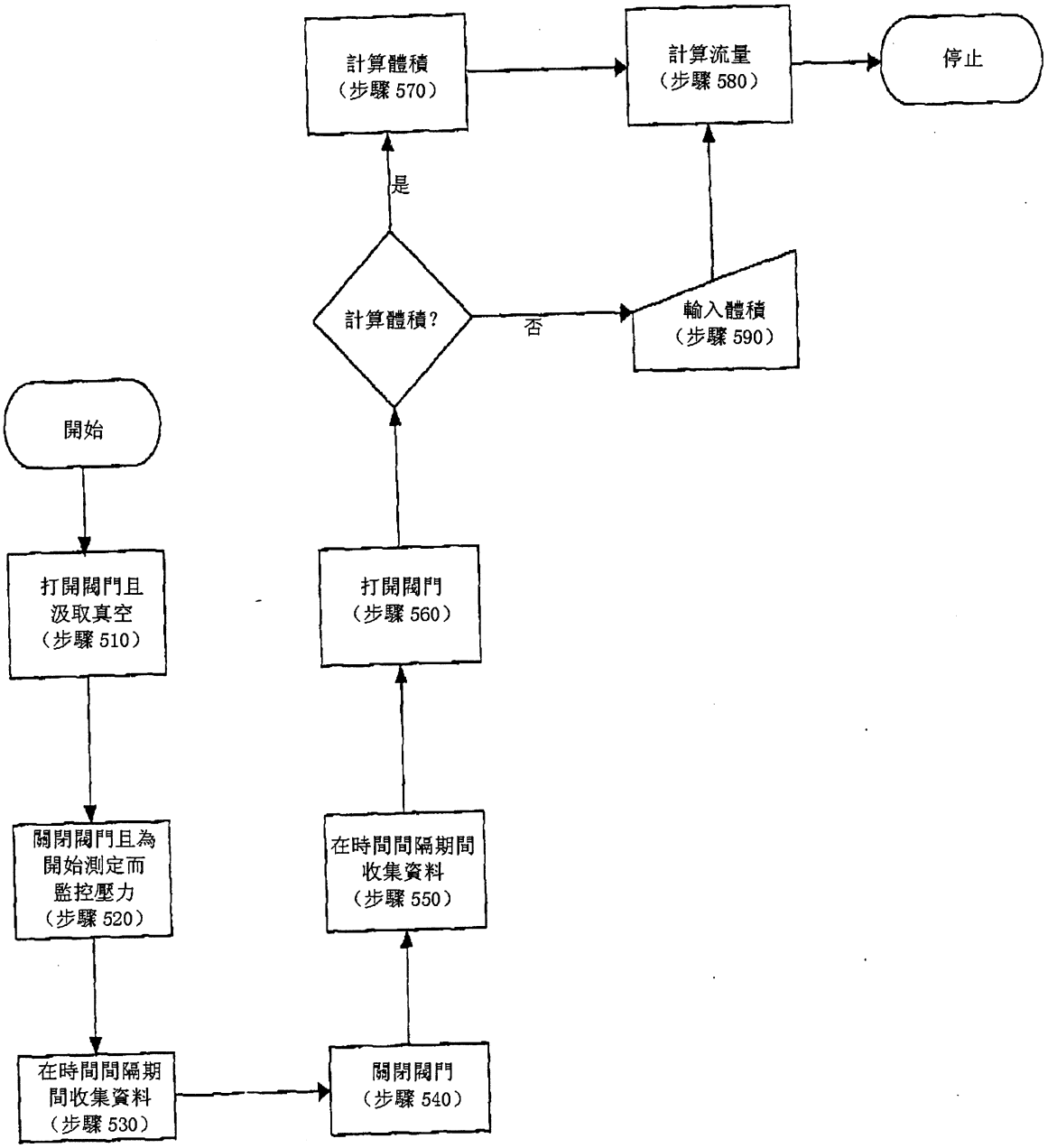
計算體積
（步驟 570）
計算流量
（步驟 580）
停止
是
計算體積?
否
輸入體積
（步驟 590）
開始
打開閥門且
汲取真空
（步驟 510）
打開閥門
（步驟 560）
關閉閥門且為
開始測定而
監控壓力
（步驟 520）
在時間間隔期間
收集資料
（步驟 550）
在時間間隔期
間收集資料
（步驟 530）
關閉閥門
（步驟 540）

圖 5

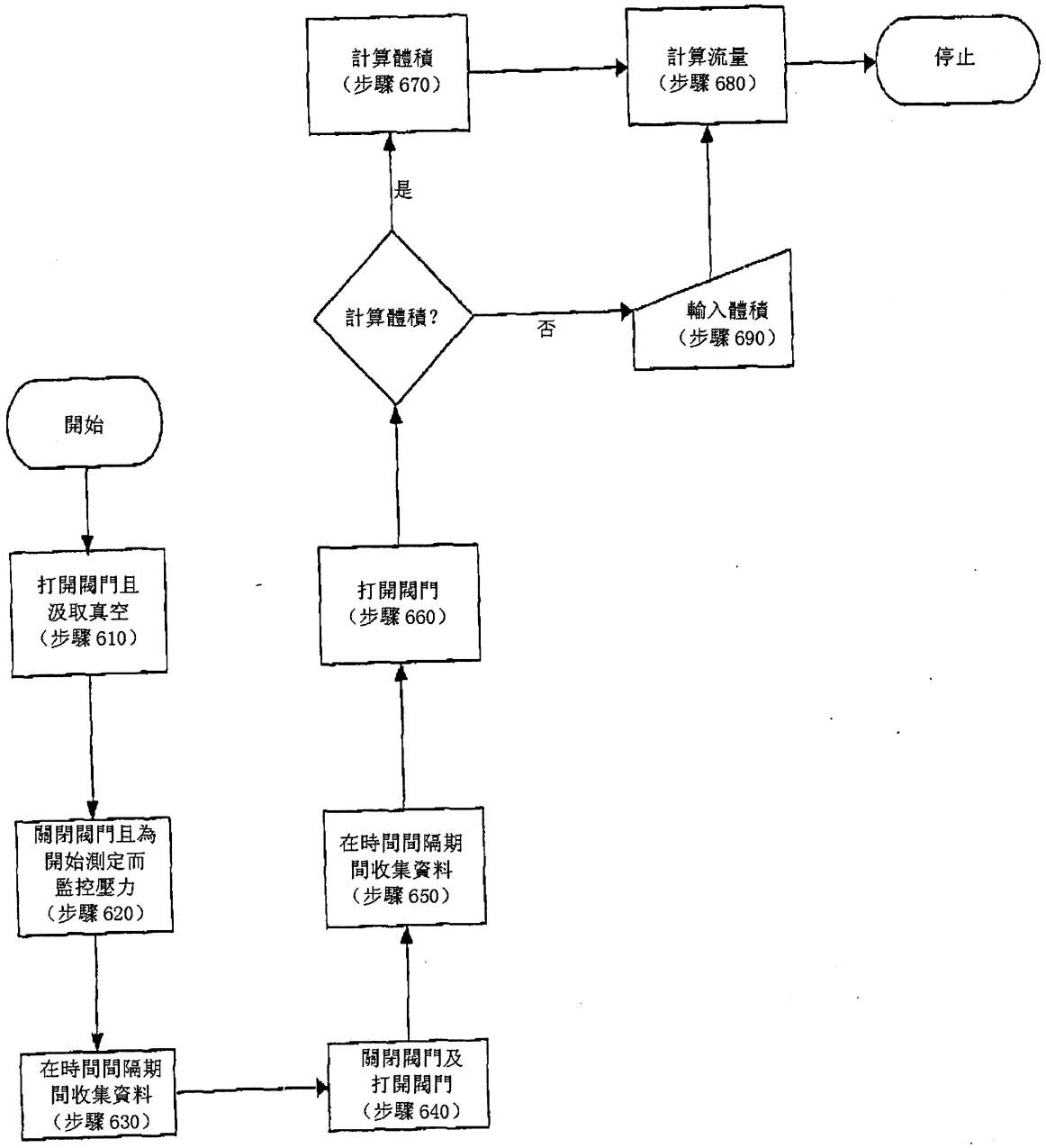
開始
打開閥門且
汲取真空
（步驟 610）
關閉閥門且為
開始測定而
監控壓力
（步驟 620）
在時間間隔期
間收集資料
（步驟 630）
關閉閥門及
打開閥門
（步驟 640）
在時間間隔期
間收集資料
（步驟 650）
打開閥門
（步驟 660）
計算體積?
是
否
計算體積
（步驟 670）
輸入體積
（步驟 690）
計算流量
（步驟 680）
停止

圖 6

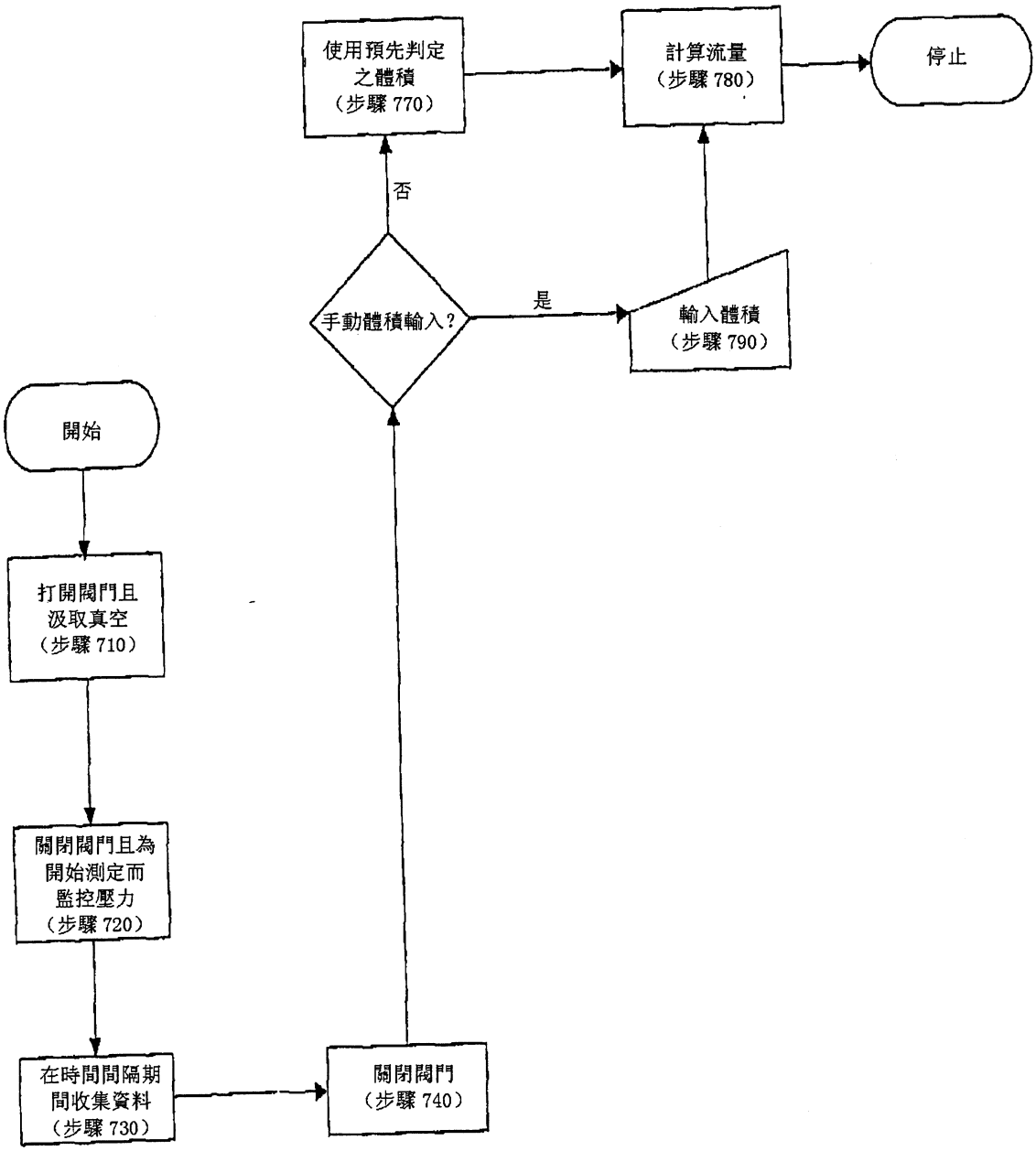
開始
打開閥門且
汲取真空
（步驟 710）
關閉閥門且為
開始測定而
監控壓力
（步驟 720）
在時間間隔期
間收集資料
（步驟 730）
關閉閥門
（步驟 740）
手動體積輸入？
否
是
使用預先判定
之體積
（步驟 770）
輸入體積
（步驟 790）
計算流量
（步驟 780）
停止

圖 7

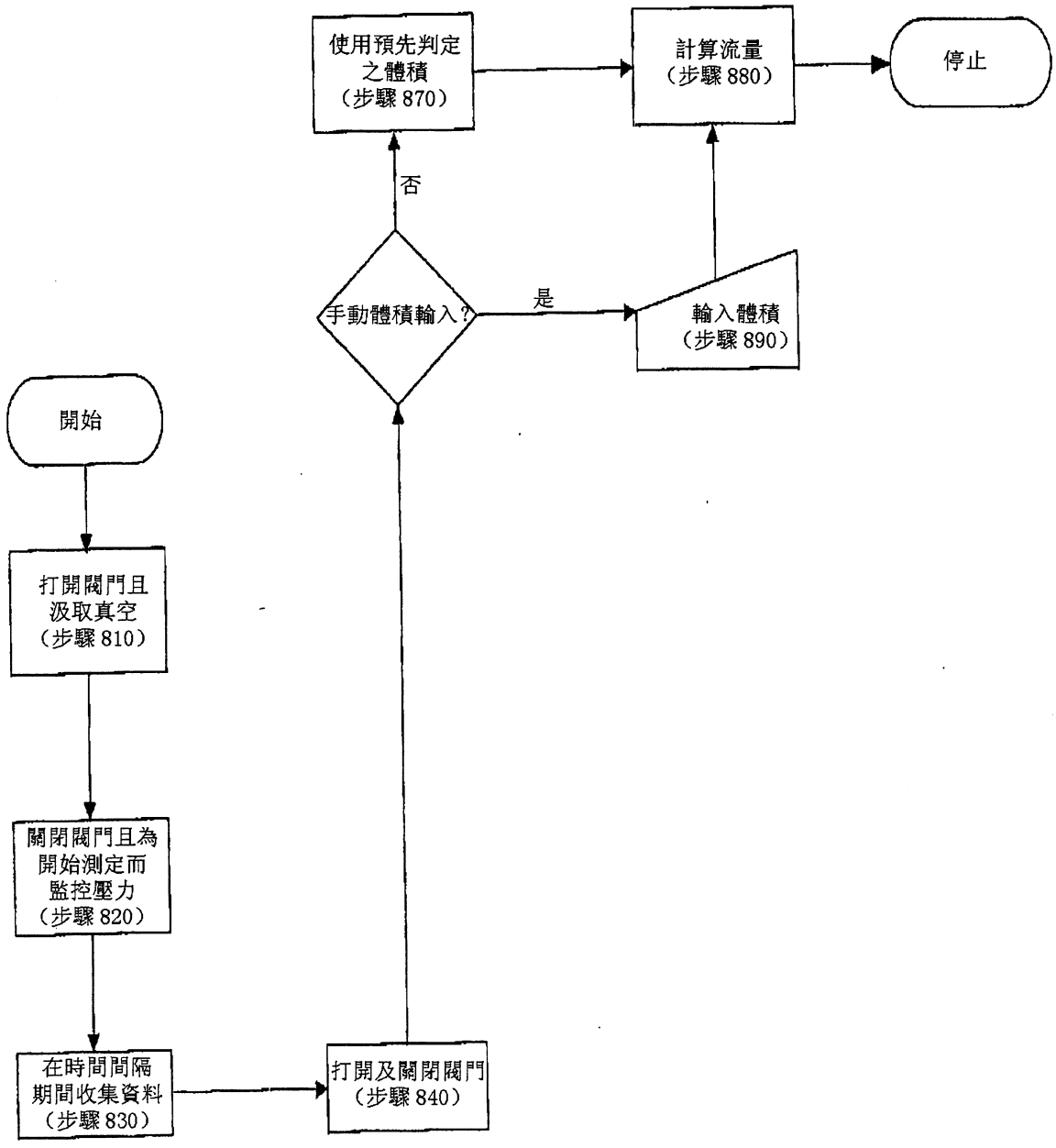
使用預先判定之體積（步驟 870）
計算流量（步驟 880）
停止
否
手動體積輸入？
是
輸入體積（步驟 890）
開始
打開閥門且汲取真空（步驟 810）
關閉閥門且為開始測定而監控壓力（步驟 820）
在時間間隔期間收集資料（步驟 830）
打開及關閉閥門（步驟 840）

圖 8

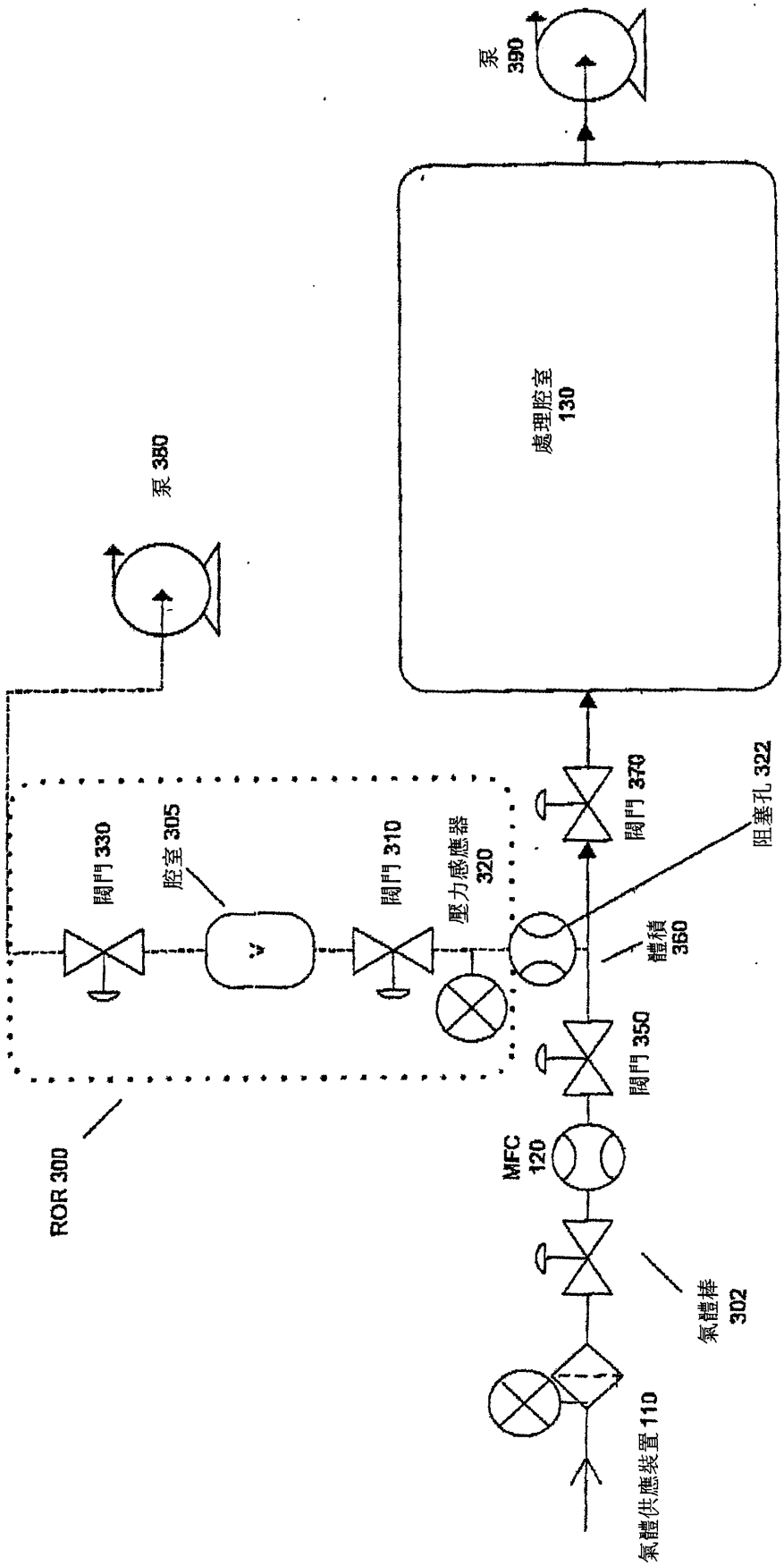
泵
390
處理腔室
130
泵 380
閥門 330
腔室 305
閥門 310
壓力感應器
320
閥門 370
阻塞孔 322
體積
360
閥門 350
MFC
120
ROR 300
氣體棒
302
氣體供應裝置 110

圖 9

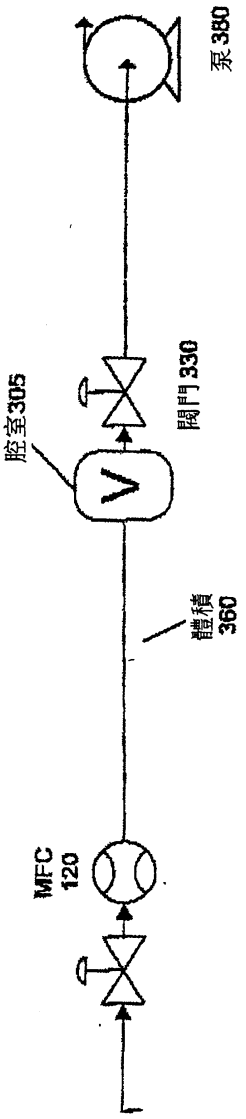
泵380
閥門330
腔室305
體積360
MFC 120

圖 10

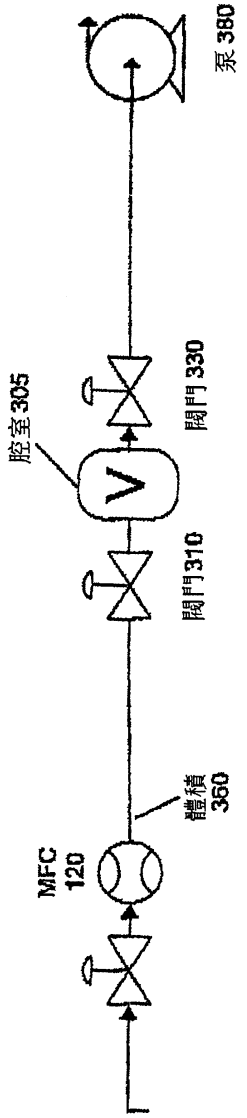
泵380
閥門330
腔室305
閥門310
體積360
MFC 120

圖 11

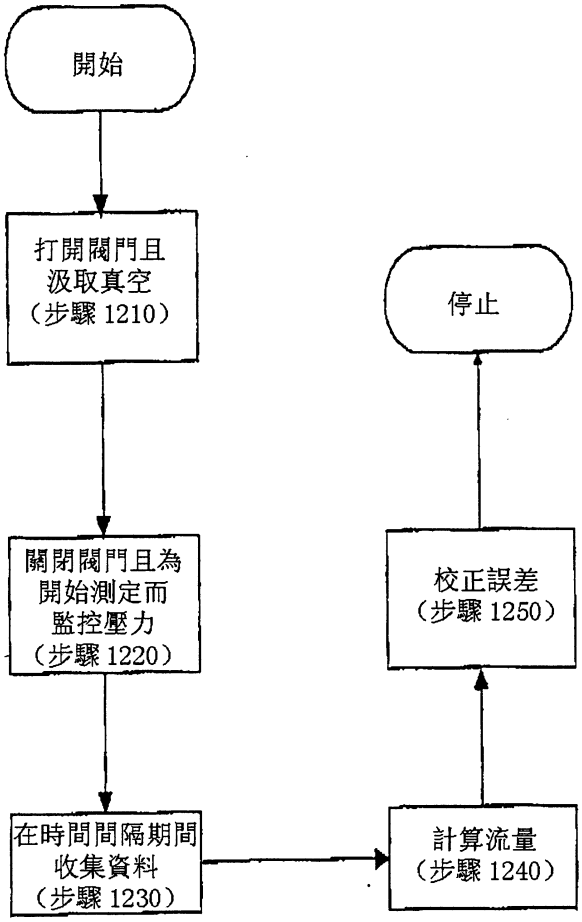
開始
打開閥門且
汲取真空
（步驟 1210）
關閉閥門且為
開始測定而
監控壓力
（步驟 1220）
在時間間隔期間
收集資料
（步驟 1230）
計算流量
（步驟 1240）
校正誤差
（步驟 1250）
停止

圖 12

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 3 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

110	氣體供應裝置
120	質流控制器
130	處理腔室
300	上升率系統
302	氣體棒
305	腔室
320	壓力感應器
360	體積
310, 330, 350, 370	閥門
380, 390	泵

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

95年12月28日修正替換頁

公告本

發明專利說明書

I278606

中文說明書替換頁(95年12月)

（本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※ 申請案號：094123260

※ 申請日期：94.7.8　　※IPC 分類：G01F 1/76 (2006.01)
G05D7/06

一、發明名稱：（中文/英文）

用於質流控制器之流量測定及驗證之方法與系統

METHOD AND SYSTEM FOR FLOW MEASUREMENT AND VALIDATION OF A MASS FLOW CONTROLLER

二、申 請 人：（共 1 人）

姓名或名稱：（中文/英文）

美商迅磊公司

CELERITY, INC.

代表人：（中文/英文）

瑪琳達 海諾裘莎

HINOJOSA, MARLINDA

住居所或營業所地址：（中文/英文）

美國德州奧斯汀市帕克爾道200 C號

200 C. PARKER DRIVE, AUSTIN, TX 78728, U. S. A.

國　籍：（中文/英文）

美國 U.S.A.