

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

公告本

※ 申請案號：96121084

※ 申請日期：96.6.11

※IPC 分類：G05D7/06 (2006.01)

G05B13/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

利用適應性閉環控制演算法以控制流體流量之方法和裝置

METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING FLOW OF FLUID
USING ADAPTIVE CLOSED LOOP CONTROL ALGORITHM

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日立金屬股份有限公司 / HITACHI METALS, LTD.

代表人：(中文/英文)

藤井 博行 / FUJII, HIROYUKI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都港區芝浦 1 丁目 2 番 1 號

2-1, Shibaura 1-chome, Minato-ku, Tokyo 1058614, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 / JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

艾立克 史摩諾夫 / SMIRNOV, ALEXEI V.

國 籍：(中文/英文)

俄羅斯 / RUSSIA

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：

☒ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國、2006.04.28、11/413,780

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明提出一種利用適應性閉環控制演算法以控制流體流量之系統和方法。一實施例描述之方法包含接收一設定點指標及/或產生自一感測器之感測器指標。閉環控制演算法之響應時間依據感測器指標及/或設定點指標指出其符合至少一臨限值之時被加以修改。藉由調整閉環控制演算法相關之至少一參數而對此閉環控制演算法響應時間之修改，使得實施為一流量控制器之該閉環控制演算法得以穩定化。

六、英文發明摘要：

A system and method for controlling a flow of a fluid using an adaptive closed-loop-control algorithm is described. One embodiment includes a method for receiving a set point indicator and/or a sensor indicator generated by a sensor. A response time of a closed-loop-control algorithm is modified when at least one threshold value is satisfied based on the sensor indicator and/or the set point indicator. The closed-loop-control algorithm, which is implemented by a flow controller, is stabilized in response to the modifying of the response time of the closed-loop-control algorithm by adjusting at least one parameter associated with the closed-loop-control algorithm.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於控制系統，特別是關於，但並不限於，利用適應性閉環控制(adaptive closed-loop-control)演算法以控制流體(fluid)流量之系統和方法。

【先前技術】

閉環比例積分微分(proportional-integral- derivative，以下或簡稱PID)控制演算法可以加以調整使其響應時間(例如，加速其響應時間)符合流體流量應用之控制需求。但是，調整閉環PID控制演算法之響應時間以符合特定應用之需求可能產生無法接受之副作用。例如，調整為快速演算法以迅速反應流體流動之突然性顯著變化之閉環PID控制演算法可能於穩定之流體流動下造成擾流(noisy flow)。快速之演算法將高頻率感測器、類比至數位轉換器(ADC)量化、以及電子性之雜訊放大，而產生干擾性之控制信號。

另一方面，調整為具有較慢響應時間之閉環PID控制演算法不會將雜訊導入穩定之流體流動中，但是卻無法針對流動狀態之突然性顯著變化(例如設定點(set points)之突然變化或壓力之變化)做出精確而迅速之校正。關於實行快速或慢速響應時間演算法之問題可能因非理想性之因素而複雜化，諸如流量感測器之延遲或是流量控制器組件之非線性特質。因此，其有必要針對目前方法之不足，提出其他新穎而有創意之特性。

【發明內容】

顯示於圖式之本發明示範性實施例摘要如下。這些和其他實施例於實施方式一節將有更為完整之說明。然而其應了解，發明內容或實施方式呈現之內容並非本發明範圍之限制。熟習本項技術者應能理解，許多修改、等效和替代結構均落入申請專利範圍所表達之本發明之精神和範疇之內。

本發明能夠提供一利用適應性閉環控制演算法以控制流體流量之系統和方法。在一實施例中，一提出之方法包含接收一設定點指標(set point indicator)及/或產生自一感測器之感測器指標(sensor indicator)。閉環控制演算法之響應時間依據前述之感測器指標及/或設定點指標符合至少一臨限條件(threshold condition)之時被加以修改。藉由調整閉環控制演算法相關之至少一參數而對此閉環控制演算法響應時間之修改，使得實施為一流量控制器之該閉環控制演算法得以穩定化。

在另一實施例中，一方法係接收設定點指標及/或感測器產生之感測器指標。依據前述之感測器指標及/或設定點指標，相關於一閉環控制演算法之回授濾波器(feedback filter)被自一第一模式修改為一第二模式。此閉環控制演算法係結合於一流量控制器之中。當前述之回授濾波器被修改之時，相關於該閉環控制演算法之一調整參數被改變以穩定該閉環控制演算法。

在又另一實施例之中，一裝置包含一處理器和一閥(valve)。處理器係組構成使得當依據前述之設定點指標及/

或感測器產生之感測器指標符合一或多個臨限條件之時修改一閉環控制演算法之一響應時間。此處理器藉由修改關聯於該閉環控制演算法之一回授濾波器以及關聯於該閉環控制演算法之一調整參數以修改該閉環控制演算法之該響應時間。閥係用以依據上述處理器基於該閉環控制演算法產生之一控制指標(control indicator)開啟和關閉。

【實施方式】

依據一些實施例，本發明係針對實施於一控制器之適應性閉環演算法(例如，比例積分微分(PID)演算法)。舉例而言，某些實施例中之控制器係一大規模流量控制器，其作用在於將處於氣體狀態(例如，氮氣)及/或液體狀態(例如，鹽酸，hydrochloric acid)之流體傳送至半導體設備內之裝置。

某些實施例中之閉環控制演算法藉由修改該演算法之一響應時間以改變狀態。舉例而言，依據許多適應性演算法實施例運作之一大規模流量控制器，當目前之流動速率大致低於一預定之流動速率之時，可以運作於快速之響應，而當目前之流動速率相當接近該預定之流動速率之時，可以運作於較不易招致雜訊之較慢之響應。

例如，在許多實施例中，依據一或多個指標，當滿足一或多個特定臨限條件之時，此適應性演算法之響應時間被加以調整。此等實施例中之適應性閉環控制演算法之響應時間，當滿足臨限條件之時，依據接收自一感測器(例如，壓力感測器、流量感測器)之感測器指標及/或一設定點指

標被修改。感測器指標指示與流經或受控於，舉例而言，一流量控制器內之一閥之流體相關之一屬性(例如，流動速率)值。設定點指標則指示由，舉例而言，控制流體流量之流量控制器所使用之設定點。

在一些實施例之中，當至少一指標(例如，設定點指標及/或感測器指標)之數值超過或低於關聯於該指標之一臨限值之時，此適應性閉環控制演算法之響應時間將被修改。在某些實施例之中，當依據一感測器指標之計算值滿足一臨限條件(例如，一段特定時間內之變化速率或最大容許改變量)之時，此適應性閉環控制演算法之響應時間將被修改。舉例而言，在某些實施例之中，此等修改係基於一誤差信號，其係滿足一臨限條件下，一設定點和一感測器指標間之差。在其他實施例之中，當至少一指標(例如，設定點及/或感測器)之改變量超過或低於一臨限值之時，此適應性閉環控制演算法之響應時間將被修改。

在某些實施例之中，舉例而言，其藉由加速和減速關聯於一閉環控制演算法之一濾波器(例如，回授濾波器)以修改此適應性閉環控制演算法之響應時間。在某些變異中，在修改響應時間之時，為了使得此適應性閉環控制演算法得以保持穩定，將調整關聯於此適應性閉環控制演算法之一參數(例如，調整參數)。在一些實施例中，舉例而言，一適應性增益(adaptive gain)亦基於一特定臨限條件而依據一感測器指標及/或一設定點指標被修改。在某些實施方式之中，此適應性閉環控制演算法之響應時間之修改係

依據一計時器(timer)。

以下請參照圖式，圖 1 例示一流量控制器 100，其利用一適應性閉環控制演算法以控制自一流體分配器 120 至一反應容器 180 間流體之流量。當一經由量測、計算、及/或指定之數值(例如，壓力指標數值、設定點指標數值、流量感測器指標數值)之改變符合至少一臨限條件之時，此適應性閉環控制演算法藉由流量控制器 100 自一慢速響應模式修改至一快速響應模式，反之亦然。流量控制器 100 依據適應性閉環控制演算法係於慢速或快速響應模式，使用一設定點數值以控制自流體分配器 120 至反應容器 180 間流體之流量。

在某些實施例之中，該流體係一液體(例如，硫酸)，而在其他實施例中係一氣體(例如，氮氣)，然習於此藝者透過本發明之揭示，當能領略流量控制器 100 所配送之流體可以是任何種類之流體，例如，其可以包含任意相(phase)，諸如氣體或液體，之元素及/或化合物之混合。在許多實施例中，流量控制器 100 係用以於高壓低溫下配送一流體至不同種類之容器或器皿。

如圖 1 所示，示範性實施例中之流量控制器 100 自一流量感測器 142 和一壓力感測器 144，其居於流量控制器 100 之上游，接收指標。來自流量感測器 142 之指標係指示來自流體分配器 120 之流體流動速率，且由流量控制器 100 所控制。來自壓力感測器 144 之指標係指示來自流體分配器 120 之壓力，其亦由流量控制器 100 所控制。流量

控制器同時亦接收一指示流體流量設定點之設定點指標 146。在某些實施例之中，流量控制器 100 接收來自諸如溫度感測器之其他裝置或感測器之指標。在一些實施例中，一或多個感測器係位於流量控制器 100 之下游方向，而非位於流量控制器 100 之上游。

在許多實施例中，流量感測器 142 係實施為一熱流量感測器，但在其他實施例中則實施為一層流感測器(laminar flow sensor)、科氏(coriolis)流量感測器、超音波流量感測器、或差動式壓力感測器。壓力感測器 144 係實施為一表計壓力感測器(gage pressure sensor)、差動式感測器、絕對壓力感測器、或壓阻式(piezoresistive)壓力感測器。在變異之實施例中，流量感測器 142 及/或壓力感測器 144 配合其他感測器(例如，溫度感測器)之任意組合以精確量測流體之流量。

此實施例中之流量控制器 100 包含一處理器 102、一閥 104、和一記憶體 106。記憶體 106 儲存適應性閉環控制演算法，其包含一 PID 控制演算法、濾波器方程式(filter equations)、以及該 PID 控制演算法和濾波器方程式相關之參數。記憶體 106 係任意形式之適當儲存裝置，其可以是，但不限於，快閃記憶體、隨機存取記憶體(random access memory, RAM)及/或硬碟。記憶體 106 同時亦儲存參數(例如，時間長度)及/或關於適應性閉環控制演算法以及臨限條件修改之方程式(例如，速率改變修改之方程式)。在此實施例中，適應性閉環控制演算法和相關參數傾向於使得

此適應性閉環控制演算法具有一慢速響應時間(亦稱為”慢速模式”或”慢速響應模式”)。圖 5 詳述一特定之適應性閉環控制演算法架構。

可變式閥 104 係任意適當形式之可變式閥，其以任意方式改變流體之流量。舉例而言，可變式閥 104 係一具有可變尺寸孔洞之閥或是一具有多重預設位置之閥。雖然圖 1 顯示處理器 102、閥 104、和記憶體 106 係整合入流量控制器 100 而成為單一裝置，在某些實施例之中，該等組件係組合及/或分別存在於不同之組件及/或裝置之中。舉例而言，在某些實施例之中，記憶體 106 係嵌入處理器 102 之中之快取記憶體，或是整合入個別之集中式伺服器(未顯示於圖中)之中，其儲存流量控制器 100 或數個分散式及/或串接之流量控制器使用之資料。在某些實施方式中，閥 104 係獨立於流量控制器 100 外之分離組件，其可以位於流量感測器 142、壓力感測器 144、及/或流量控制器 100 之上游或下游。在其他實施方式中，流量感測器 142 及/或壓力感測器 144 被整合入流量控制器 100 之中。

在圖 1 所示之示範性實施例中，相關於來自感測器 142 和 144 之指標以及設定點指標 146 之臨限條件亦儲存於記憶體 106 之中。臨限條件係定義為使得當該臨限條件滿足之時，適應性閉環控制演算法被修改成具有一快速響應時間(亦稱為”快速模式”或”快速響應模式”)。自慢速模式變為快速模式之修改可以稱為加速(acceleration)，而自快速模式變為慢速模式之修改可以稱為減速(deceleration)。將

適應性閉環控制演算法修改成具有快速響應時間係藉由改變演算法相關之參數(其儲存於記憶體 106 內)。

在某些實施例之中，修改適應性閉環控制演算法之響應時間係藉由改變演算法相關之濾波器方程式，而非改變演算法相關之參數。在某些實施方式中，處理器 102 之設計係，舉例而言，一硬體方式(例如，韌體)之適應性閉環控制演算法，其存取並使用儲存於記憶體 106 之參數。此情形下，處理器 102 調整儲存於記憶體 106 之參數以修改適應性閉環控制演算法之響應時間。

此實施例中，來自感測器 142 和 144 之指標以及設定點指標 146 係由處理器 102 利用適應性閉環控制演算法處理以控制閥 104 產生出設定點指標 146 指定之流動速率。當接收到一新的設定點之時，如設定點指標 146 所指示，流量控制器 100 利用適應性閉環控制演算法調整流體之流動速率(例如，經由傳送至閥 104 之一控制指標)以確認該新的設定點。

然而，若設定點之改變符合一臨限條件，閉環控制演算法之模式將被更改。例如，若處理器 102 判定設定點之變化超過一設定點變化之臨限條件(例如，可容許之最大設定點變化)，處理器 102 將更改適應性閉環控制演算法為快速模式。處理器 102 隨之傳送控制信號至閥 104，以基於該新的設定點並依據處於快速模式之適應性閉環控制演算法控制流體流量。當抵達新的設定點之時，處理器 102 藉由調整演算法相關參數將適應性閉環控制演算法自快速模

式改變回慢速模式。

同樣地，若感測器指標之改變符合一臨限條件，處理器 102 將適應性閉環控制演算法自一慢速模式更改為一快速模式，反之亦然。在此實施例中，流量控制器 100 內之處理器 102 被規劃為，當流量感測器 142 指出之流動速率符合一臨限條件之時，即調整適應性閉環控制演算法。舉例而言，當壓力改變引起之流動速率改變量於一特定時段內超過一可容許之最大值之時，將觸發該適應性閉環控制演算法之更改。當流體之流動速率被調整為再次匹配於設定點指標 146 指示之設定點之時，處理器 102 將適應性閉環控制演算法自快速響應時間組態改變回慢速響應時間組態。在某些實施例之中，若處理器 102 偵測到壓力感測器指標之改變超過壓力變化之臨限條件之時，處理器 102 將適應性閉環控制演算法自慢速模式改變為快速模式，反之亦然。

在某些實施方式之中，適應性閉環控制演算法之修改幅度係依據相對於一臨限值之改變量。例如，若設定點之變化遠超過設定點變化臨限條件，則適應性閉環控制演算法相關之參數及/或濾波器之修改程度將大於設定點變化勉強符合設定點變化臨限條件之情況。

以下參見圖 2，其包含一流程圖，顯示依據一特定臨限條件將一適應性閉環控制演算法自一第一模式修改為一第二模式之方法。舉例而言，此第一模式係一慢速之低雜訊模式，而第二模式則係一快速而易招致干擾之模式。在

此實施方式之中，臨限條件係定義為一誤差量(例如，臨限值)，當被一計算之誤差值超越之時，觸發將適應性閉環控制演算法自第一模式改變為第二模式之修改動作。在許多實施例之中，此誤差值係一流動速率設定點和一流量指標所指示之量測流動速率間之差異值。其後，當該誤差值降至該臨限值以下之時(例如，條件不再滿足)，該適應性閉環控制演算法即自第二模式被改變回第一模式。雖然在此實施例中，誤差值之計算係依據流量設定點及其量測，在其他實施例中，此誤差值係依據其他設定點及其量測，諸如壓力設定點及其量測。

如圖 2 所示，步驟 200 依據一流量設定點接收一流量感測器指標並控制一流體之流量，該流量設定點基於該流量感測器指標使用一第一模式之適應性閉環控制演算法。如圖所示，步驟 210 就流量感測器指標所指示之流動速率和流量設定點間之差異計算而得一誤差值。於步驟 220，若此誤差值並未超過一特定臨限值，則回到步驟 200，利用第一模式之適應性閉環控制演算法持續接收流量感測器指標並持續控制流體流量。當步驟 210 計算得到之誤差值於步驟 220 被判斷為超過臨限值，則適應性閉環控制演算法於步驟 230 自第一模式改變為第二模式。

如圖 2 所示，適應性閉環演算法改變為第二模式之後，即於步驟 240 依據流量感測器指標利用第二模式之適應性閉環控制演算法接收流量感測器指標並控制流體流量。第二模式之適應性閉環控制演算法用以依據流量設定點控制

流體之流量。誤差值於步驟 250 依據流量感測器指標和流量設定點持續地(或是，在某些實施例之中，間歇地)被計算。於步驟 260，若計算之誤差值持續超過一特定臨限值，則回到步驟 240，利用第二模式之適應性閉環控制演算法持續接收流量感測器指標並持續控制流體流量。當步驟 250 計算得到之誤差值於步驟 260 被判斷為低於臨限值，則適應性閉環控制演算法於步驟 270 自第二模式改變回第一模式。

雖然此實施例描述之牽涉流量感測器指標和計算誤差值之方法係基於流量感測器指標，在某些實施例之中，一溫度感測器指標接收自一溫度感測器，並依據相關於溫度之臨限值加以分析。在某些實施例中，多個感測器(例如，流量、溫度、和壓力感測器)被監測相對應之臨限值，以決定適應性閉環控制演算法是否應自一第一模式修改為一第二模式，或是相反之改變。在某些實施例之中，臨限條件係依據一設定點指標值被定義，而非感測器指標誤差值。

在某些變異中，舉例而言，臨限條件係依據來自一指標之誤差值之變化速率。在某些實施方式中，舉例而言，臨限條件內之數值(意即，參數)係依據關於特定之流量控制器之經驗值資料而定義。

在某些實施例之中，用來判斷是否將一適應性閉環控制演算法自一第一模式更改為第二模式之臨限值和用來判斷是否將此演算法自第二模式改回第一模式之臨限值是不同的。在其他實施例之中，臨限條件係依據數值(例如，時

間、壓力等等)之複雜組合(例如，相減、相乘)或布林(boolean)運算(例如，“或”布林運算)。舉例而言，臨限條件僅滿足於當自溫度指標和壓力指標導出之該等數值(或計算出之數值)超過其個別對應之臨限值。在一些實施例中，適應性閉環控制演算法依據對應於一或多個模式之臨限條件而被更改至此等模式之一(例如，中等快速模式)。

在某些實施例之中，舉例而言，其臨限條件係定義為適應性閉環控制演算法僅在多於三個連續之壓力指標值及/或誤差值均超過一臨限值之時才被修改。以此種方式定義之臨限條件，適應性閉環控制演算法在被修改之前係停留於一特定之響應時間模式。在某些實施例之中，舉例而言，其臨限條件係定義為適應性閉環控制演算法僅在壓力指標值超過一臨限值之時間大於，例如，300 毫秒(milliseconds)之時才被修改。

圖 3 係一流程圖，其顯示一依據特定之臨限條件和一計時器修改適應性閉環控制演算法之方法。在此實施例之中，臨限條件係一壓力值，當此壓力值被一來自壓力感測器之壓力感測器指標所指示之數值超越之時，則觸發將適應性閉環控制演算法自第一模式修改為第二模式之動作。當計時器逾時，此適應性閉環控制演算法自第二模式更改回第一模式。

如圖 3 所示，步驟 300 依據一流量感測器指標，使用處於第一模式之適應性閉環控制演算法，接收一壓力感測器指標並控制一流體之流量。於步驟 310，此壓力感測器

指標於被接收之時，被連續地(或者，在某些實施例之中，間歇地)參照一臨限值被加以分析。若壓力感測器指標所指示之壓力值於步驟 310 並未超過臨限值，則於步驟 300 使用處於第一模式之適應性閉環控制演算法持續接收壓力感測器指標並控制流體之流量。

當壓力感測器指標所指示之壓力值於步驟 310 被判定超過臨限值之時，適應性閉環控制演算法於步驟 320 被自第一模式更改至第二模式，且一計時器於步驟 330 被啟動。在此實施例之中，此計時器之計時將運行 3 秒鐘。於步驟 340，依據流量感測器指標，壓力感測器指標和流體流量使用處於第二模式之適應性閉環控制演算法持續被接收和控制，直到計時器設定之時段逾時。

於步驟 350，若計時器設定之時段並未逾時，則基於處於第二模式之演算法於步驟 340 持續接收接收壓力感測器指標並控制流體之流量。當計時器於步驟 350 逾時，則適應性閉環控制演算法於步驟 360 自第二模式被更改回第一模式。

在某些實施例之中，計時器時段之長度取決於諸如流量控制器之響應時間或是超過對應之臨限值之感測器指標偏離度等因素。例如，在某些實施例之中，計時器於感測器數值大幅超過臨限值之時相較於感測器數值僅小幅超過臨限值之時有較長之時段設定。在一些實施例中，適應性閉環控制演算法係依據一數學方程式自一第一模式更改至第二模式，以使得更改動作之發生，舉例而言，係以一緩

慢之速率而非突然地發生。在某些實施例之中，適應性閉環控制演算法自一模式至另一模式修改之速率及/或修改之程度(例如，加速或減速之幅度)係取決於，例如，流量係遞增或是遞減。

以下參見圖 4，其係一流程圖，顯示一修改適應性閉環控制演算法之方法，其依據一設定點變化臨限條件將此演算法自一慢速響應模式修改至一快速響應模式。在此實施例中，設定點變化臨限條件係一設定點改變之量，當其被一設定點變化超越之時，即觸發該適應性閉環控制演算法自慢速響應模式至快速響應模式之修改動作。

如圖 4 所示，在此實施例中，流體流量於步驟 400 受控於處於一慢速模式之適應性閉環控制演算法。當接收之設定點指標於步驟 410 顯示一新的設定點之時，設定點之變化於步驟 420 被計算，且此設定點之變化於步驟 430 與一特定之臨限值做比較。當該設定點之變化於步驟 430 被判定小於臨限值之時，流體流量於步驟 400 使用處於慢速模式之適應性閉環控制演算法被控制並調整至新的設定點。當該設定點之變化於步驟 430 被判定大於臨限值之時，適應性閉環控制演算法於步驟 440a 被自慢速模式加速(例如，修改)至快速模式。

如圖 4 所示，在步驟 440b，流體流量於是受控於使用快速響應模式之適應性閉環控制演算法，直到於步驟 450 抵達新的設定點。當尚未抵達新的設定點之時，流體流量於步驟 440b 持續受控於使用快速響應模式之適應性閉環

控制演算法。當抵達新的設定點之時，適應性閉環控制演算法即於步驟 460 自快速響應模式被減速(例如，修改)至慢速響應模式。流體流量隨之於步驟 400 受控於慢速響應模式之適應性閉環控制演算法。

在此實施例中，演算法傾向於以慢速響應模式控制流體之流量，且僅在發生大幅設定點變化之時，改變至快速響應模式。在某些實施例之中，適應性閉環控制演算法傾向於將流體流量控制於，舉例而言，一快速響應模式。在某些實施例之中，響應模式之速度係基於設定點之變化量。舉例而言，響應模式被加速至許多快速響應模式之一，其取決於定義成一或多個臨限條件之設定點變化量。在其他實施例中，設定點變化之臨限值為零，其使得閉環控制演算法之響應時間於任何設定點變化均被更改。

圖 5 係一示範性之適應性閉環控制演算法之信號流程圖。此示範性適應性閉環控制演算法內之每一區塊均係實作為具有相關參數和常數之方程式組合。此實施例中之適應性閉環控制演算法係基於一比例積分(proportional-integral，以下或簡稱 PI)控制器，其包含一比例控制區塊 542 以及一積分控制區塊 544。依據一設定點指標 554、一感測器指標 556、及/或一利用此設定點指標 554 及/或感測器指標 556 導出(例如，計算誤差)之數值，一調整參數 510 和一回授濾波器 520 於符合一臨限條件之時被用以修改閉環控制演算法之響應時間。設定點指標 554 顯示一流體流量設定點。感測器指標 556 包含來自一壓力感測器(未顯示

於圖中)之壓力感測器指標以及由流量感測器 530 產生之流量感測器指標。在某些實施例之中，感測器指標 556 包含諸如溫度感測器指標之其他感測器指標。

如圖 5 所示，在此實施例中，一來自流量感測器 530 之流量指標(例如，信號)經由回授濾波器 520 被調整後，於元件 572 自設定點指標 554 所代表之設定點減除之以產生一誤差 552。誤差 552 和一適應性增益 500 之乘積 574 為 PI 控制器 542 所使用以控制一閥 Kv 546。區塊 500、510、520、530、542、544、和 546 內之方程式、參數、及/或常數被選擇以穩定適應性閉環控制器演算法，且用以達成每一響應時間模式內之，舉例而言，特定響應時間及/或暫態波形(例如，過衝(overshoot)、阻尼(damping))。

此實施例同時亦包含一適應性增益 500，其依據設定點指標 554、感測器指標 556 及/或利用設定點指標 554 和感測器指標 556 計算而得之數值被持續地(或者，在某些實施例之中，間歇地)調整。在某些實施例之中，適應性增益 500 之調整係當基於設定點指標 554 及/或感測器指標 556 之臨限條件滿足之時。適應性增益 500 之作用係在於校正諸如 Kv 546 非線性或是非線性壓力效應等非線性特質。適應性增益 500 更能影響使用適應性閉環控制演算法計算之閥位置調整之速度。適應性增益 500 之計算係依據，舉例而言，流量敏感度、閥敏感度、及/或壓力敏感度。適當之適應性增益 500 使得適應性閉環控制演算法穩定且在一定範圍之，舉例而言，壓力及/或設定點之內具有相近之性能。

當設定點指標 554、感測器指標 556、及/或利用此設定點指標 554 及/或感測器指標 556 導出(例如，計算誤差)之數值滿足一特定臨限條件之時，調整參數 510 和回授濾波器 520 被加以修改。調整參數 510 和回授濾波器 520 大致於相同之時間被修改，以於回授濾波器 520 被加速及/或減速之時穩定適應性閉環控制演算法。

在某些實施例之中，調整參數 510 和回授濾波器 520 之調整係基於不同的臨限條件或臨限條件之組合。在某些實施例之中，當適應性閉環控制演算法取決於流體流量係遞增或遞減而被修改時，意味速率甚至參數之波形被調整。在一些實施例中，適應性閉環控制演算法除了比例和積分控制之外更包含，舉例而言，微分控制(derivative control)。在其他實施例之中，控制演算法包含比例、積分、及/或微分控制之其他組合。在一些變異中，調整參數 510 相關聯於一部分之閉環控制演算法(例如，包含於積分控制區塊 544 內之一參數或與一微分控制區塊相關)。

圖 6A 至 6G 係一系列關係圖，其顯示與一示範性設定點變化有關之示範性量測、信號、以及計算值，該示範性設定點變化觸發適應性閉環控制演算法內之一回授濾波器之示範性修改動作。此實施例中之適應性閉環控制演算法實施為一流量控制器，其依據設定點經由一閥控制流體之流量。

圖 6A 顯示設定點指標指出之設定點對時間之關係圖。圖 6A 顯示設定點於時間 B 自 X 變化至 Y。圖 6A 顯示設

定點變化量 600 大於設定點變化臨限條件 610，其觸發適應性閉環控制演算法之修改動作。

圖 6B 係一關係圖，其顯示與適應性閉環控制演算法內之回授濾波器相關之回授時間常數值。圖 6B 顯示時間 B 之時，如圖 6A 所示由於滿足設定點變化之臨限條件，回授時間常數即自顯示於時間 A 之一較高數值改變至時間 B 之較低數值。較高數值使得適應性閉環控制演算法具有慢速之響應時間，而回授時間常數之較低數值則導致適應性閉環控制演算法之較快之響應時間。圖 6B 顯示回授時間常數值於時間 C 開始緩慢遞增，直到回授時間常數值於時間 D 抵達其原始值。在回授時間常數值緩慢遞增之前，回授時間常數值於時間 B 和 C 之間的一段特定時間維持於一低數值。雖然未顯示於圖中，一調整參數大致於回授時間常數穩定適應性閉環控制演算法之相同時間進行調整。

圖 6C 係一關係圖，其顯示藉由一適應性閉環控制演算法計算之設定點誤差和時間之關係。圖 6C 顯示計算之設定點誤差在圖 6A 所示之設定點變化之時間點 B 之前係維持於零。圖 6C 顯示當設定點於時間 B 開始改變之時，計算之設定點誤差瞬間增加。當適應性閉環控制演算法對計算之設定點誤差開始反應，設定點誤差即遞減直到設定點於時間 D 抵達零。圖 6C 顯示，於此實施例中，當適應性閉環控制演算法處於快速響應模式，計算之設定點誤差充滿雜訊。由於適應性閉環控制演算法係處於快速響應模式圖 6D 至圖 6G 中之曲線和圖 6C 中之曲線一樣均附有雜

訊。

圖 6D 係一關係圖，其顯示利用適應性閉環控制演算法計算之積分控制信號和時間之關係。圖 6D 顯示當設定點於時間 B 改變，積分控制信號隨即遞增直到該信號於時間 D 穩定下來。

圖 6E 係一關係圖，其顯示受控於一實施適應性閉環控制演算法之流量控制器之閥之閥位置和時間之關係。圖 6E 顯示自設定點於時間 B 改變，閥位置即開始變化直到其於時間 D 抵達一穩定狀態之位置。

圖 6F 係一關係圖，其顯示流經利用一適應性閉環控制演算法所控制之閥之流體實際流量和時間之關係。圖 6F 顯示實際流體流量之量測軌跡追隨圖 6E 之閥位置。

圖 6G 係一關係圖，其顯示來自流量感測器之一信號和時間之關係，該信號係量測流經利用適應性閉環演算法所控制之閥之流體流量。圖 6G 顯示此具有慢速響應時間之流量感測器信號之走勢落後圖 6F 所示之實際流體流量量測。

綜而言之，本發明提供一利用適應性閉環控制演算法以控制流體流量之系統和方法。熟習本項技術者可輕易地認知本發明及其用法和架構可以具有各種變異和替代，以具體達成和說明於上之實施例相同之結果。因此，本發明並不限於所揭示之示範性形式。許多變異、修改、和替代結構均落入申請專利範圍所表達之本發明揭示之範疇和精神之內。

【圖式簡單說明】

配合所附圖式參照實施方式以及後附申請專利範圍之描述，本發明之各個目的和優點以及對其更為完整之理解將趨於明顯。

圖 1 係一方塊圖，其例示依據本發明一實施例之一環境，其中一流體分配器利用一適應性閉環控制演算法控制自一流體分配器(fluid dispenser)至一反應容器之流體流量。

圖 2 係依據本發明一實施例之一流程圖，其顯示一修改適應性閉環控制演算法之方法。

圖 3 係依據本發明另一實施例之流程圖，其顯示一修改適應性閉環控制演算法之方法。

圖 4 係依據本發明又另一實施例之流程圖，其顯示一修改適應性閉環控制演算法之方法。

圖 5 係依據本發明一實施例之適應性閉環控制演算法之信號流程圖。

圖 6A 係依據本發明一實施例顯示由設定點指標指出之設定點時間關係圖。

圖 6B 係一依據本發明一實施例之關係圖，其顯示關聯於一適應性閉環控制演算法內之回授濾波器之回授時間常數值和時間之關係。

圖 6C 係依據本發明一實施例之關係圖，其顯示藉由一適應性閉環控制演算法計算之設定點誤差和時間之關係。

圖 6D 係依據本發明一實施例之關係圖，其顯示利用一適應性閉環控制演算法計算之積分控制信號(integral control signal)和時間之關係。

圖 6E 係依據本發明一實施例之關係圖，其顯示控制於一實施適應性閉環控制演算法之流量控制器之閥之閥位置和時間之關係。

圖 6F 係依據本發明一實施例之關係圖，其顯示流經利用一適應性閉環控制演算法所控制之閥之流體實際流量和時間之關係。

圖 6G 係依據本發明一實施例之關係圖，其顯示來自流量感測器之一信號和時間之關係，該信號係量測流經利用一適應性閉環控制演算法所控制之閥之流體實際流量。

【主要元件符號說明】

100	流量控制器
102	處理器
104	閥
106	記憶體
120	流體分配器
142	流量感測器
144	壓力感測器
146	設定點指標
180	反應容器
500	適應性增益
510	調整參數

520	回授濾波器
530	流量感測器
542	比例控制區塊
544	積分控制區塊
546	閥
552	誤差
554	設定點指標
556	感測器指標
572	相減元件
574	相乘元件
576	相加元件
57	相乘元件
600	設定點變化量
610	設定點變化臨限條件

十、申請專利範圍：

1. 一種利用適應性閉環控制演算法以控制流體流量之方法，其包含：

接收一設定點指標，該設定點指標指示一流體流量設定點；

接收一感測器產生之一感測器指標，該感測器指標指示該流體的流動速率；

對適應性閉環控制演算法和相關參數進行偏向，使得該適應性閉環控制演算法具有一慢速模式；

當基於該感測器指標或該設定點指標之至少其一指出其符合至少一臨限條件之時，將該適應性閉環控制演算法從該慢速模式修改到一快速模式，該適應性閉環控制演算法係結合於一流量控制器；

將該適應性閉環控制演算法從該快速模式修改回到該慢速模式；以及

藉由調整關聯於該適應性閉環控制演算法之至少一參數而修改該適應性閉環控制演算法之響應時間以穩定該適應性閉環控制演算法。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包含偵測該感測器指標或該設定點指標之至少其一之一變化，該變化符合該至少一臨限條件。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包含偵測該感測器指標或該設定點指標之至少其一之一變化速率，該變化速率符合該至少一臨限條件。

4.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中：

該感測器指標係指示一流體之流動速率之流量感測器指標；

該設定點指標指示一流體流量設定點；以及

該至少一臨限條件係基於一流動速率誤差值，該流動速率誤差值係該流體流量設定點和該流體之該流動速率之差。

5.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該修改包含加速動作或減速動作之至少一個。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該修改包含依據流經該流量控制器之一流體流動速率之一變化並依據一數學方程式之修改。

7.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包含藉由依據該感測器指標或該設定點指標之至少其一修改一適應性增益(adaptive gain)而對關聯於該流量控制器之至少一非線性特性進行補償，該適應性增益相關聯於該閉環控制演算法，該適應性增益之修改包含依據流經該流量控制器之一流體流動速率之一變化並依據一數學方程式之修改。

8.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該修改包含修改至少一關聯於該閉環控制演算法之濾波器(filter)。

9.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該修改包含修改一回授濾波器之一響應時間，其係藉由調整關聯於該回授濾波器之一時間常數，該回授濾波器關聯於該閉環控制演算法。

10.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該至少一參數係一關聯於該閉環控制演算法之調整參數。

11.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該穩定動作包含依據該感測器指標或該設定點指標之至少其一進行穩定之動作。

12.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該閉環控制演算法係基於比例控制、積分控制、或微分控制中之至少其一。

13.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該感測器係一流量感測器、一計時器、一壓力感測器、或一溫度感測器中之至少其一。

14.一種利用適應性閉環控制演算法以控制流體流量之方法，其包含：

接收一設定點指標，該設定點指標指示一流體流量設定點；

接收一感測器產生之一感測器指標，該感測器指標指示該流體的流動速率；

對適應性閉環控制演算法和相關參數進行偏向，使得該適應性閉環控制演算法具有一慢速模式；

依據該感測器指標或該設定點指標之至少其一將一回授濾波器自該慢速模式修改至一快速模式，該回授濾波器關聯於該適應性閉環控制演算法，該適應性閉環控制演算法係結合一流量控制器；

將該回授濾波器從該快速模式修改回到該慢速模式；

以及

依據該回授濾波器之修改而改變一關聯於該適應性閉環控制演算法之調整參數，該調整參數於該回授濾波器被修改之時被改變以穩定該適應性閉環控制演算法。

15.如申請專利範圍第 14 項所述之方法，更包含依據該感測器指標或該設定點指標之至少其一修改一適應性增益，該適應性增益係應用於該閉環控制演算法之內以補償關聯於該流量控制器之至少一非線性特性。

16.如申請專利範圍第 14 項所述之方法，更包含依據該感測器指標或該設定點指標之至少其一修改一適應性增益，該適應性增益係應用於該閉環控制演算法之內以補償關聯於該流量控制器之至少一非線性特性，該適應性增益之修改包含依據流經該流量控制器之一流體流動速率之一變化並依據一數學方程式之修改。

17.如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該回授濾波器之修改包含修改關聯於該回授濾波器之一響應時間，其係藉由調整關聯於該回授濾波器之一時間常數。

18.如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該閉環控制演算法係基於比例控制、積分控制、或微分控制中之至少其一。

19.如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該調整參數係關聯於該閉環控制演算法之一積分控制部份。

20.如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該感測器係一流量感測器、一計時器、一壓力感測器、或一溫度感

測器中之至少其一。

21.如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該回授濾波器之修改包含依據流經該流量控制器之一流體流動速率之一變化並依據一數學方程式之修改。

22.如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該閉環控制演算法之響應時間於該回授濾波器處於該第一模式之時和該回授濾波器處於該第二模式之時係不同的。

23.如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該回授濾波器之修改包含參照關聯於該感測器指標或該設定點指標之至少其一之至少一臨限值而進行之修改。

24.如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該回授濾波器之修改包含依據流經該流量控制器之一流體流動速率之一變化並依據一數學方程式之漸進式修改。

25.一種利用適應性閉環控制演算法以控制流體流量之裝置，其包含：

一處理器，用以對適應性閉環控制演算法和相關參數進行偏向，使得該適應性閉環控制演算法具有一慢速模式，且當基於一感測器產生之感測器指標或一設定點指標之至少其一指出其符合至少一臨限值之時，將該適應性閉環控制演算法從該慢速模式修改到一快速模式，該設定點指標指示一流體流量設定點，該感測器指標指示該流體的流動速率，該處理器藉由修改關聯於該適應性閉環控制演算法之一回授濾波器以及關聯於該適應性閉環控制演算法之一調整參數進行該適應性閉環控制演算法之響應時間之

修改，且該處理器將該適應性閉環控制演算法從該快速模式修改回到該慢速模式；以及

一記憶體，用以儲存關聯於該回授濾波器和該調整參數之至少其一之一參數，該處理器自該記憶體存取該參數。

26.如申請專利範圍第 25 項所述之裝置，更包含一閥，其係建構成依據一控制指標(control indicator)開啟和關閉，該控制指標基於該閉環控制演算法由該處理器產生。

27.如申請專利範圍第 25 項所述之裝置，其中該感測器係一流量感測器、一計時器、一壓力感測器、或一溫度感測器中之至少其一。

28.如申請專利範圍第 25 項所述之裝置，其中該處理器建構成用以依據該感測器指標或該設定點指標之至少其一修改一關聯於該閉環控制演算法之適應性增益，該適應性增益係應用於該閉環控制演算法之內以補償關聯於該閥之至少一非線性特性。

29.如申請專利範圍第 25 項所述之裝置，其係進一步包含一個記憶器，其係建構成儲存該至少一臨限值，該處理器自該記憶體存取該至少一臨限值。

十一、圖式：

如次頁

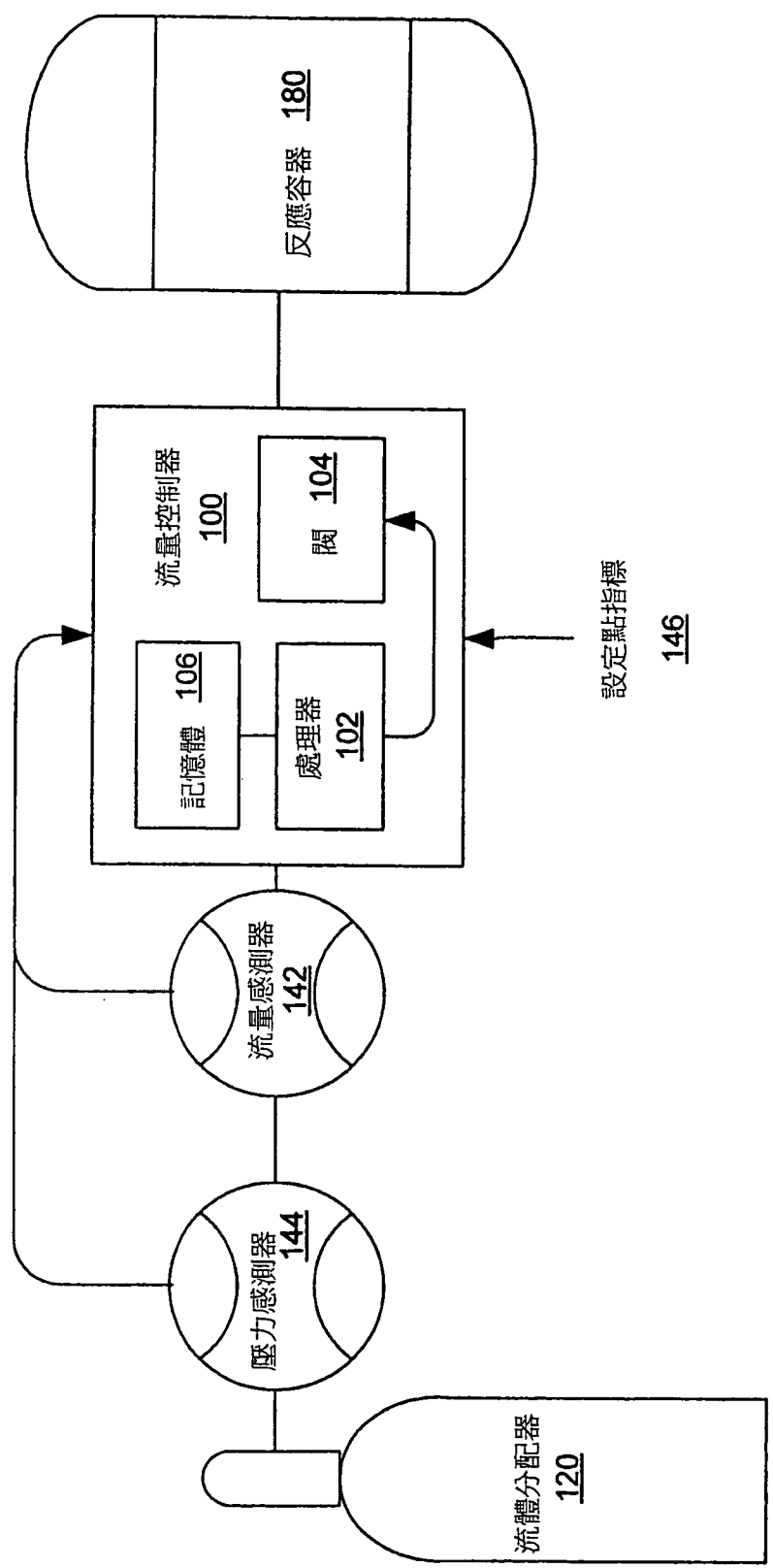


圖 1

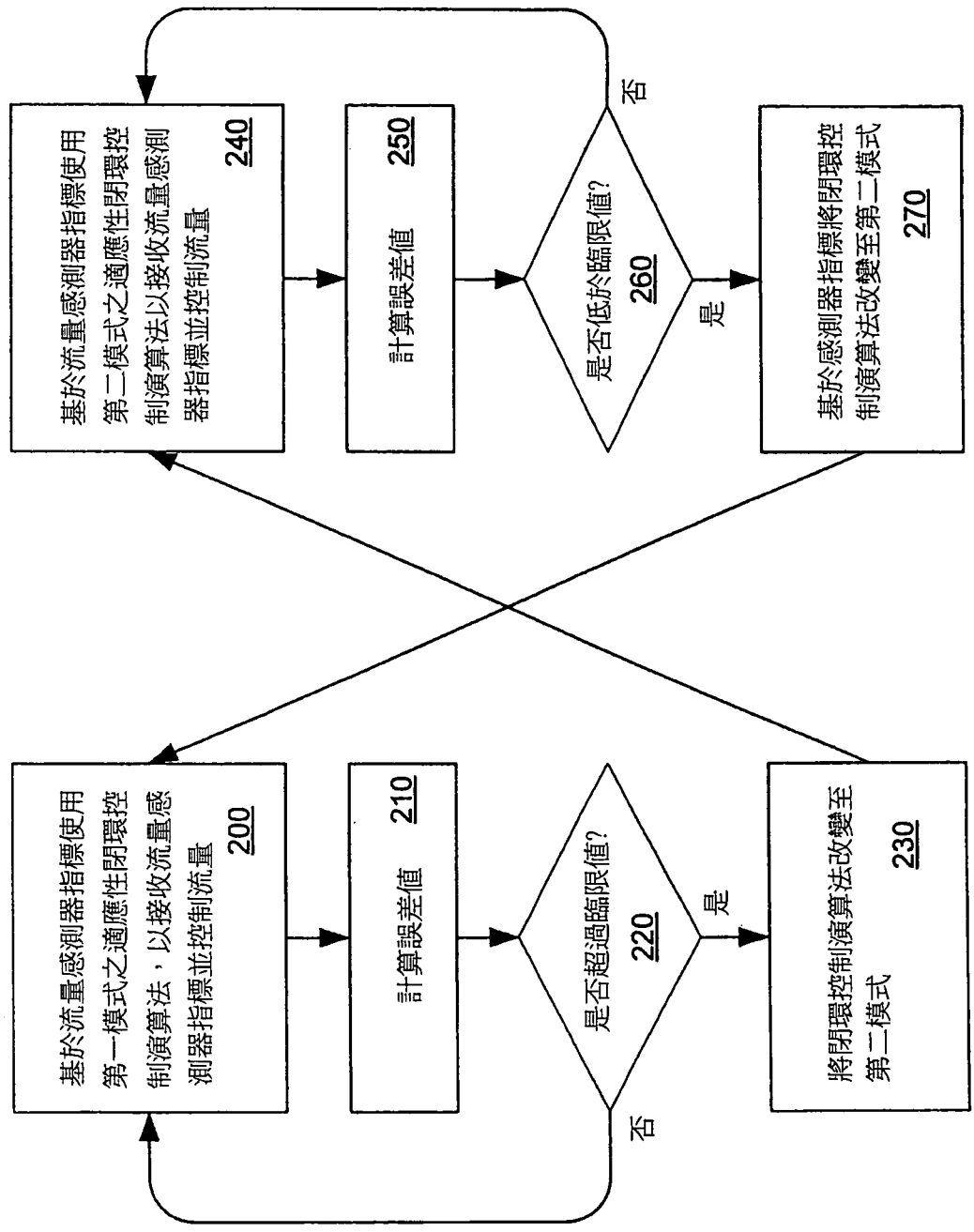


圖 2

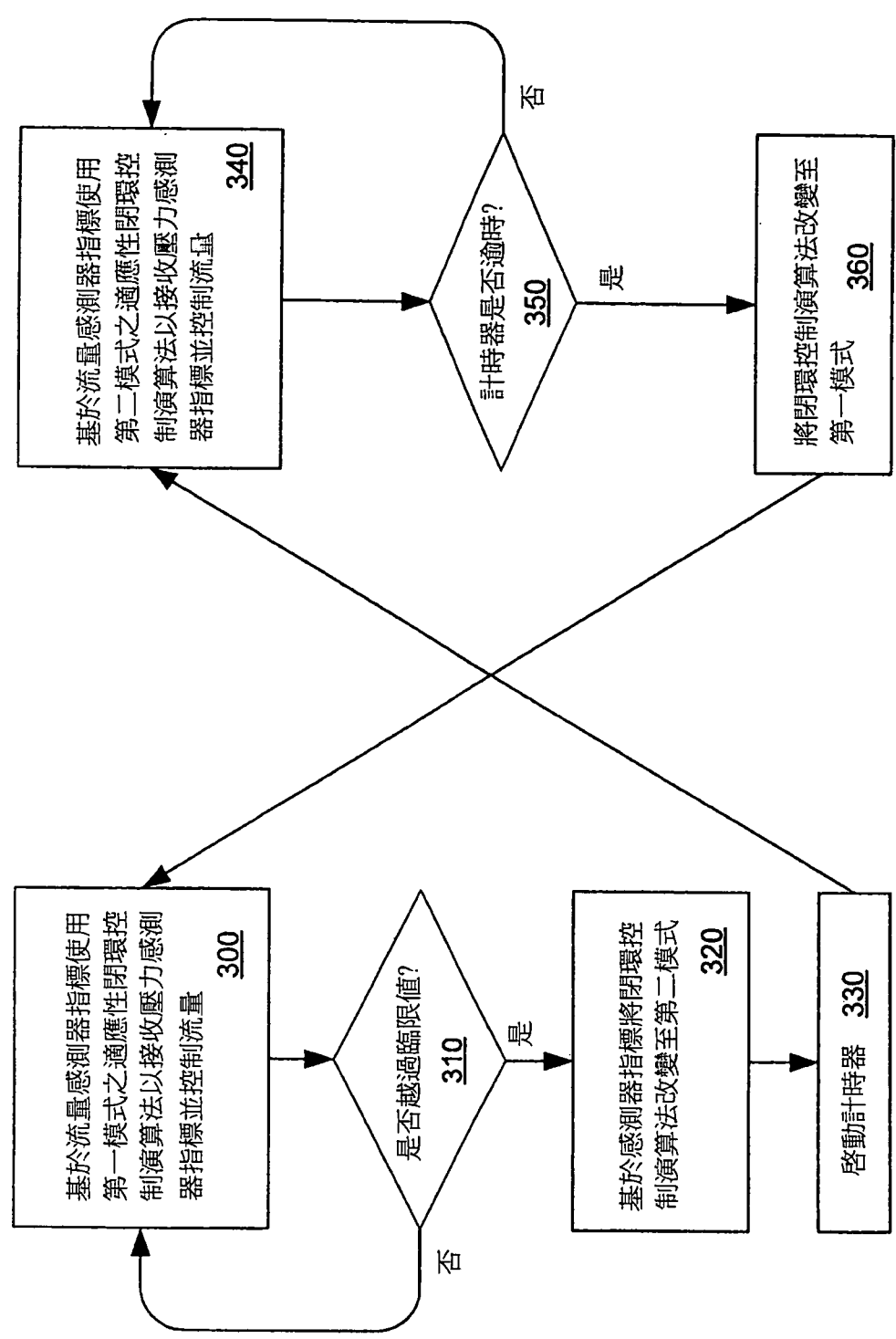


圖 3

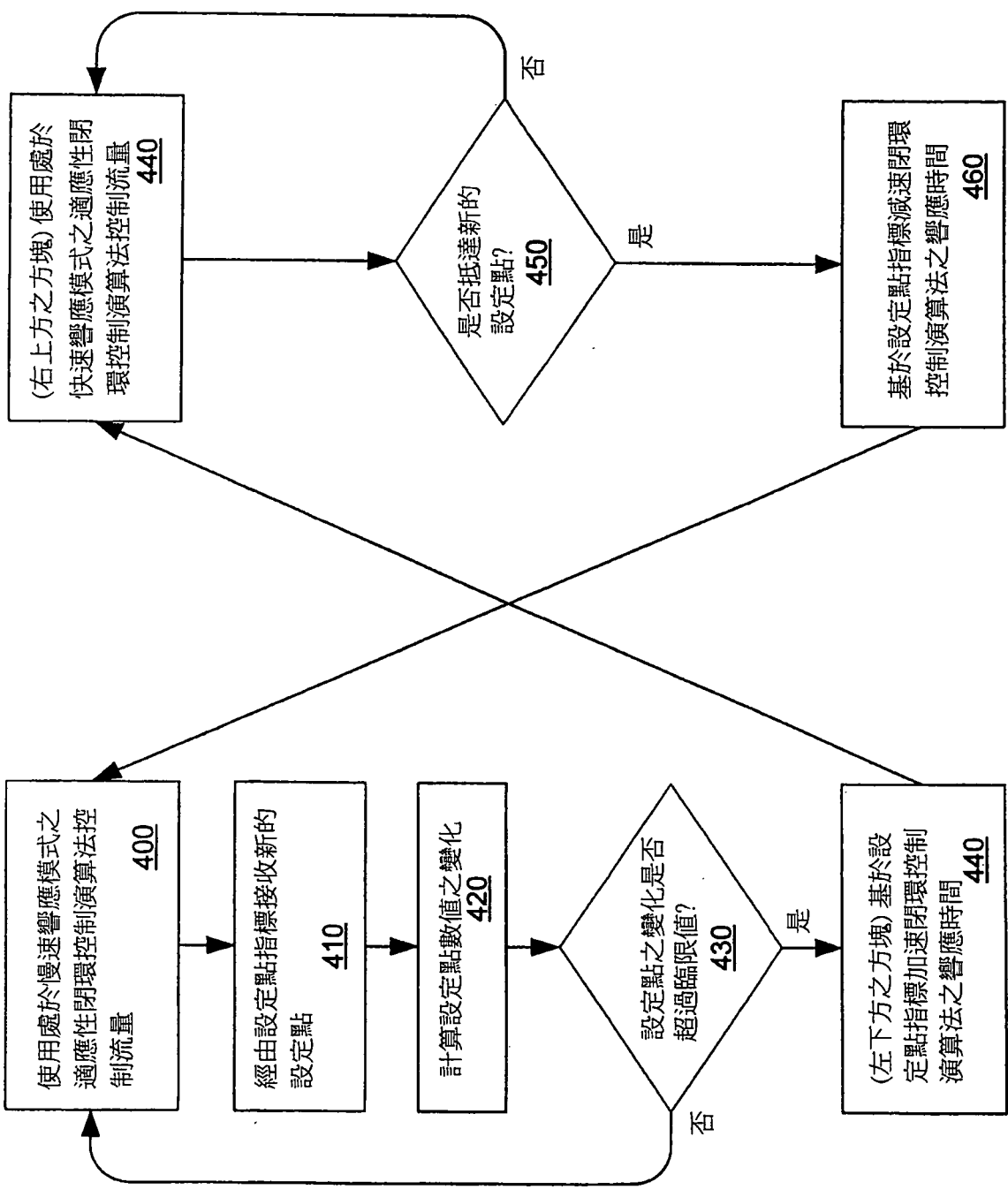


圖 4

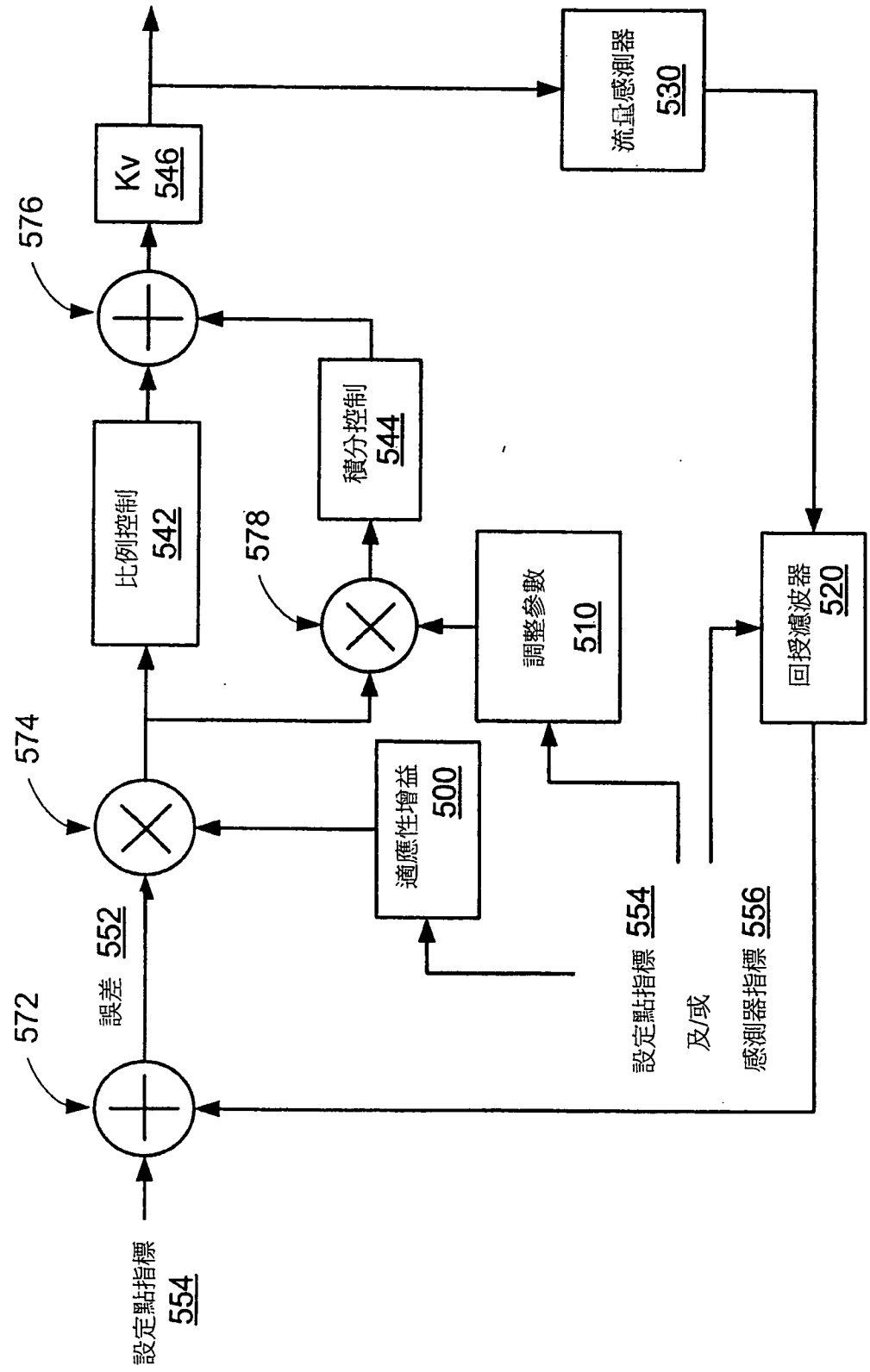


圖 5

設定點

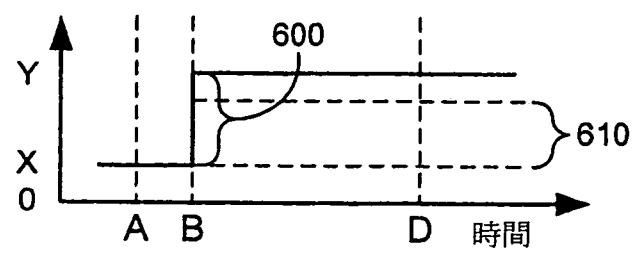


圖 6A

回授時間常數

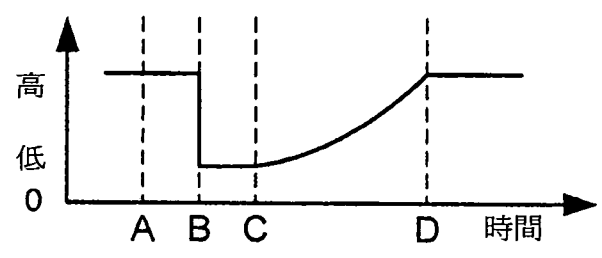


圖 6B

計算出之設定點誤差

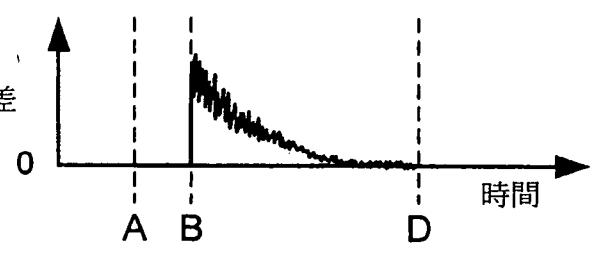


圖 6C

積分控制信號

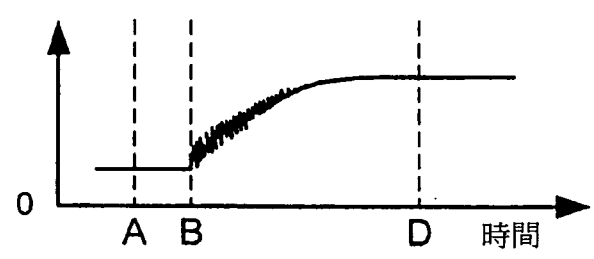


圖 6D

閥位置

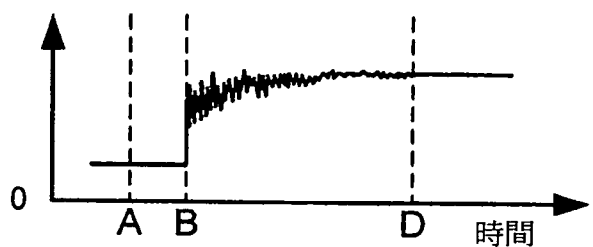


圖 6E

實際流體流量量測

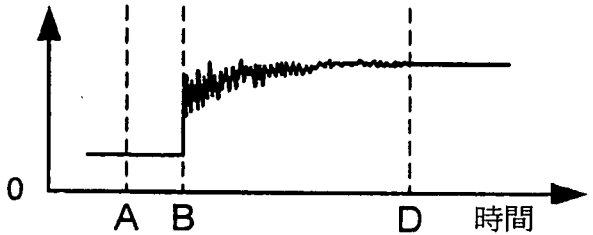


圖 6F

流量感測器信號

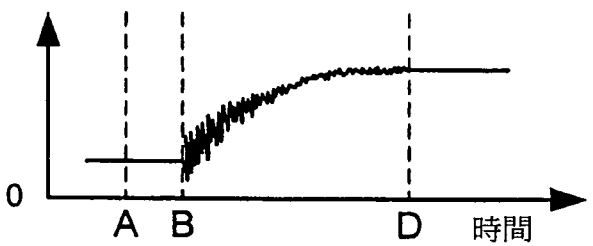


圖 6G