



- (21)申請案號：099128786 (22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 08 月 27 日
- (51)Int. Cl. : **G05D7/06 (2006.01)**
- (30)優先權：2009/08/27 美國 12/549,142
- (71)申請人：日立金屬股份有限公司(日本)HITACHI METALS, LTD. (JP)  
日本
- (72)發明人：史摩諾夫 艾立克 SMIRNOV, ALEXEI (US)；維司特拉 麥可 WESTRA, MIKE (US)；維狄納 迪米崔 達克斯 WIDENER, DEMETRI DAX (US)
- (74)代理人：閻啟泰；林景郁
- (56)參考文獻：
- |    |                |    |                |
|----|----------------|----|----------------|
| TW | 200401180A     | TW | 200404992A     |
| TW | 200842535A     | US | 6439254B1      |
| US | 6962164B2      | US | 2007/0154320A1 |
| US | 2008/0165613A1 |    |                |
- 審查人員：林明立
- 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：6 共 27 頁

## (54)名稱

對質流控制器具有改善效能的多模式控制迴路

MULTI-MODE CONTROL LOOP WITH IMPROVED PERFORMANCE FOR MASS FLOW CONTROLLER

## (57)摘要

本發明之具體實施例包含一種質流控制器，其中含有一數位控制器、一機閥及一感測器。該數位控制器係經調適以實作一控制迴路，此控制迴路具有一比例信號修改器而串接於一積分信號修改器。該積分信號修改器係經調適以接收一合併信號並輸出一經積分信號。該機閥係經調適以接收該經積分信號，並且按照該經積分信號來調整一機閥開口。該感測器係經調適以輸出一表示該質流控制內之實際流體流率的所測得流率信號。該所測得流率信號被該比例信號修改器所接收，並且連同於一設定點信號以決定該誤差信號。

One embodiment of the present invention comprises a mass flow controller comprising a digital controller, a valve, and a sensor. The digital controller is adapted to implement a control loop having a proportional signal modifier in series with an integral signal modifier. The integral signal modifier is adapted to receive a combination signal and output an integrated signal. The valve is adapted to receive the integrated signal and adjust a valve opening in accordance with the integrated signal. The sensor is adapted to output a measured flow rate signal indicative of an actual fluid flow rate in the mass flow controller. The measured flow rate signal is received by the proportional signal modifier and used in conjunction with a setpoint signal to determine the error signal.

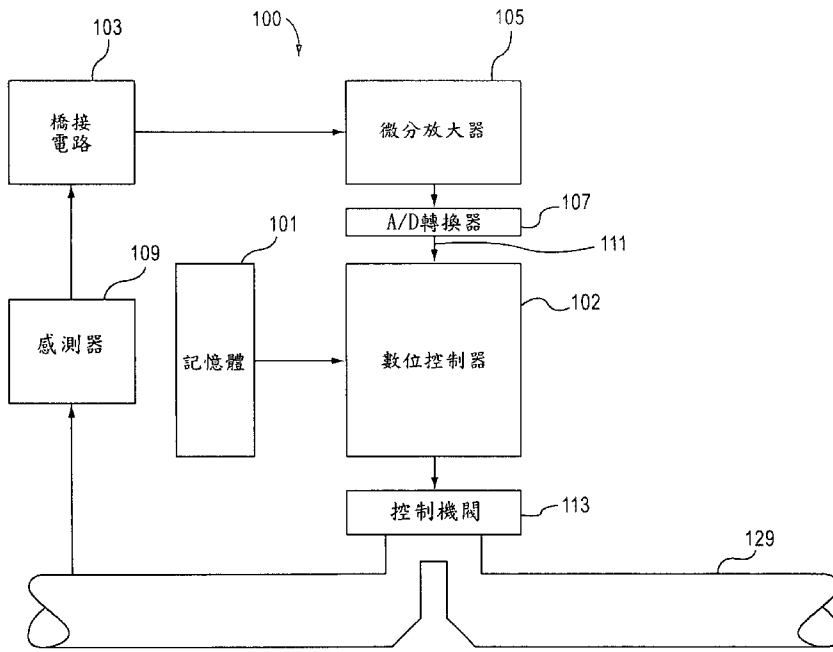


圖1

- 100 . . . 質流控制器 (MFC)
- 101 . . . 記憶體裝置
- 102 . . . 數位控制器
- 103 . . . 橋接電路
- 105 . . . 微分放大器
- 107 . . . 類比-數位轉換器
- 109 . . . 感測器
- 111 . . . 所測得流率信號
- 113 . . . 控制機閥
- 129 . . . 主要流線

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：

991-8786

※申請日：

99.8.27

※IPC 分類：G05D7/06 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

對質流控制器具有改善效能的多模式控制迴路

MULTI-MODE CONTROL LOOP WITH IMPROVED  
PERFORMANCE FOR MASS FLOW CONTROLLER

二、中文發明摘要：

本發明之具體實施例包含一種質流控制器，其中含有一數位控制器、一機閥及一感測器。該數位控制器係經調適以實作一控制迴路，此控制迴路具有一比例信號修改器而串接於一積分信號修改器。該積分信號修改器係經調適以接收一合併信號並輸出一經積分信號。該機閥係經調適以接收該經積分信號，並且按照該經積分信號來調整一機閥開口。該感測器係經調適以輸出一表示該質流控制內之實際流體流率的所測得流率信號。該所測得流率信號被該比例信號修改器所接收，並且連同於一設定點信號以決定該誤差信號。

三、英文發明摘要：

One embodiment of the present invention comprises a mass flow controller comprising a digital controller, a valve,

and a sensor. The digital controller is adapted to implement a control loop having a proportional signal modifier in series with an integral signal modifier. The integral signal modifier is adapted to receive a combination signal and output an integrated signal. The valve is adapted to receive the integrate signal and adjust a valve opening in accordance with the integrated signal. The sensor is adapted to output a measured flow rate signal indicative of an actual fluid flow rate in the mass flow controller. The measured flow rate signal is received by the proportional signal modifier and used in conjunction with a setpoint signal to determine the error signal.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1 ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	質流控制器 (MFC)
101	記憶體裝置
102	數位控制器
103	橋接電路
105	微分放大器
107	類比-數位轉換器
109	感測器
111	所測得流率信號
113	控制機閥
129	主要流線

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明概為有關於一種質流控制器或「MFC」。尤其然不予限制，本發明是關於一種經調適以大幅降低一MFC裡之流率超限的控制系統。

### 【先前技術】

MFC 通常可運用在眾多流體類型及應用項目。此外，一般說來會要求MFC須經調適以便在所欲之流體質流速率處或「設定點」中能夠對變化進行快速回應。例如，在設定點出現步階變化的情況下，許多應用項目只有在當MFC輸出正確的流體質流速率並且防止新流率超限時方可適切運作。不過，對於設定點的步階變化，一般說來會難以正確地決定該流體流率並且防止超限，其原因在於MFC的效能會因流體類型、流體壓力及設定點值而顯著變動。

### 【發明內容】

後文中將概略說明本案附圖中所示的本發明示範性具體實施例。該等及其他具體實施例將在後文【詳細說明】乙節中進一步詳細敘述。然應瞭解並無意將本發明侷限在本【發明內容】或【詳細說明】章節中所揭示之形式。熟諳本項技藝之人士將能認知到確實存在有無數種修改、等同及替代性建構方式，而仍歸屬於即如後載申請專利範圍中所表述的本發明精神與範疇內。

為對於設定點上的步階變化提供正確回應而足能防止設定點超限，本發明一具體實施例包含一質流控制器，此

者具有一數位信號控制系統而經調適以防止超限問題。為防止超限問題，一數位信號控制系統是由一控制迴路所組成，此迴路包含一具有微分模組之比例信號修改器而串接於一積分信號修改器。該比例信號修改器係經調適以對於自一流率感測器所發出的所測得流率信號施予比例修改，且後續將一經比例修改之信號發射至一信號加法器。該加法器將自該比例信號修改器所發射的信號合併於一誤差信號以產生一經合併信號(而該誤差信號含有該設定點與該所測得流率之間的差值)。該經合併信號被該積分信號修改器所接收，此修改器積分該經合併信號並且輸出經調適以供一機閥接收的經積分信號。然後該機閥根據經積分信號位準來調整機閥開口，藉以控制通過該 MFC 主要流線之流體的質流速率。該流率感測器係經調適以測量通過該主要流線之流體的質流速率，並且輸出所測得流率信號。

本發明另一具體實施例包含一種調整一質流控制器中之流體流率以防止流率超限的方法。一方法包含接收一原始設定點值，且接著將該設定點值改變成新的設定點值。決定該新設定點值與一所測得流體流率之間的差值以獲得一誤差信號。一信號加法器將該誤差信號合併於自一比例信號修改器所發射的信號以獲得一合併信號。自該比例信號修改器所發射的信號是在將微分及比例修改器施用於一所測得流率信號之後所獲得。一積分信號修改器係經施用於該合併信號且輸出一經積分信號，此信號會被一機閥所接收並據以用於調整一機閥開口。藉由按此方式施用該等

比例及積分修改器，即能防止該新設定點值的流率超限。

另一種類型的具體實施例是一種質流速率數位控制器。該數位控制器係經調適以接收並輸出電性信號俾防止一MFC內的所欲質流速率超限。一數位控制器包含至少一輸入。該等至少一輸入係經調適以接收一設定點信號及一感測器信號。該數位控制器進一步包含一比例信號修改器，此者具有一微分模組。該具有微分模組的比例信號修改器係經調適以接收該感測器信號，並且輸出一比例信號。該控制器內的一第一信號加法器係經調適以接收該設定點信號及感測器信號，並且輸出一誤差信號。一第二加法器係經調適以接收該誤差信號及該比例信號，並且輸出一合併信號。該合併信號係經調適以由一積分信號修改器所接收。該積分信號修改器輸出一經積分信號。然後由該數位控制輸出該經積分信號，並由一機閥接收且利用此信號進行調整，俾防止該流率超限。

後文中將進一步詳細說明該等及其他具體實施例。

### 【實施方式】

現參照隨附圖式，其中該等視圖裡係依適當情況將類似或相仿構件標註為相同元件符號，且特別是參照圖1中顯示一質流控制器100，經調適以當在設定點上出現步階變化時能夠大致防止流率超限。即如圖1所示，一MFC100內含有一數位控制器102。在一具體實施例裡，該控制器102可為一經修改PI控制器。此外，該控制器102可含有一處理單元(即如處理器)，經調適以接收一或更多輸入信號

並且輸出一或更多輸出信號，而該等一或更多輸出信號係經調適以供回應於該等一或更多輸入信號來修改一控制機閥 113。該數位控制器 102 亦可稱為一數位控制系統。

該 MFC 100 亦可含有一記憶體裝置 101，此者可儲存資訊以供該控制器 102 運用。該記憶體裝置 101 雖可包含一部分該控制器 102，然在圖 1 中係經顯示為分離於該控制器 102。同樣地，圖 1 的其他構件在圖 1 中雖經顯示為個別構件，然在其他具體實施例裡，圖 1 的構件可為合併於圖 1 內的一或更多其他構件。按類似方式，圖 1 和其他圖式裡的其他構件可包含經調適以合併於位在相同或其他圖式內之一或更多其他構件的構件。

即如圖 2 所示，一數位控制器 202 可包含具有一或更多信號修改器 215 的控制序列。該控制序列亦可稱為控制迴路。一信號修改器 215 可包含一比例信號修改器(P)204，並且可含有一積分信號修改器(I)206。在一具體實施例裡，一感測器 209(像是然不限於此熱感裝置)可經調適以對該控制器 202 提供輸入信號。該輸入信號可含有所測得流率信號 211，此信號表示在一主要流線 229 內之流體的質流速率。即如圖 1 中所示，一感測器 109 可經由橋接電路 103、微分放大器 105 及類比/數位轉換器 107 以電性耦接於該控制器 102。透過利用橋接電路 103、微分放大器 105 和轉換器 107，可對該控制器 102 提供該所測得流率信號 111。例如，該橋接電路 103 可經調適以接收來自該感測器 109 的一或更多信號，該微分放大器 105 可經調適以(i)接收由該橋接電路 103 所輸出的信號，並且(ii)將一微分放大器信號

提供予該類比-數位轉換器 107，並且該控制器 102 可經調適以接收來自該類比-數位轉換器 107 的數位信號。

現回到圖 2，該所測得流率信號 211 可經由一第一加法器 219 合併於一設定點信號 218 俾產生一誤差信號 212。在一具體實施例裡，該設定點信號 218 可含有所欲之流體流率，同時可由一使用者所輸入並儲存在該記憶體 101 內，即如圖 1 所示。該所測得流率信號 211 亦於圖 2 中顯示為被一比例信號修改器 204 所接收。一比例信號修改器 204 可含有一微分模組 217，此者係經調適以在施用比例修改器 204' 前先將一微分修改器施用於該所測得流率信號 211。該比例修改器 204' 亦可稱為比例模組。該微分模組 217 亦可為分離於該比例信號修改器 204。即如圖 2 中所示，由於該微分模組 217 係串接於該積分信號修改器 206，因此由微分模組 217 施用於該所測得流率信號 211 上的微分效果將會被該積分信號修改器 206 有效地抵消，而只有在被機閥 213 所接收的經積分信號 216 裡留下比例修改結果。

在一具體實施例裡，該比例信號修改器 204 係串接於一積分信號修改器 206。該積分信號修改器 206 可經調適以接收來自一第二信號加法器 210 的合併信號 208，而該合併信號 208 是由該誤差信號 212 及該比例信號修改器 204 輸出的比例信號 214 所組成。該比例信號 214 又可稱為比例修改器輸出信號。該誤差信號 212 可包含該設定點信號 218 與該所測得流率信號 211 之間的差值，或所欲流率到實際流率的差值。該積分信號修改器 206 係經調適以將一積分修改器施用於該合併信號 208，且將該經積分信號 216 輸出

至該機閥 213。透過按此方式施用該比例信號修改器修改器 204、該積分信號修改器 206 和微分模組 217，該機閥 213 係經調適以接收該經積分信號 216 並且調整機閥開口，故而能夠防止所欲流率超限。

在一具體實施例裡，當該設定點信號 218 從第一設定點信號改變成第二設定點信號時，該誤差信號 212 就會從第一誤差信號改變成第二誤差信號。藉由改變該誤差信號值，由該積分信號修改器 206 所接收的合併信號 208 也會改變。當對此一新合併信號 208 進行積分時，可將新積分信號 216 提供至該機閥 213 以將該主要流線 229 內的實際流體流率從第一實際流體流率改變至第二實際流體流率。

圖 4 顯示利用圖 1、2 及其餘各圖所示 MFC 100、200 和數位控制器 102、202，在跨於多個 MFC 操作條件上實際流體流率從第一設定點值(0%)至第二設定點值(100%)的百分比變化。圖 4 所示多個操作條件包含跨於各式流體類型及壓力的各種設定點值/誤差信號。即如自圖式中可見，跨於所有操作條件皆可在該質流速率上出現類似的變化速率，且能夠大致防止第二設定點值超限。此外，在約 400ms 的時段後，跨於所有操作條件上的質流速率基本上皆為穩定。圖 4 內的 y 座標值為多個設定點值之間的百分比變化。

即如圖 5 所見，一 MFC 500 亦可含有可變增益輸入 520、設定點調節器 522、雜訊降低元件 524 及回饋濾波器 526。由於該可變增益輸入 520 將一可變增益供應予該控制迴路，因此該 MFC 500 能夠對該機閥 513 提供穩定輸入。所以，該可變增益輸入 520 可在跨於多種流體條件上(例如

像是然不限於多個壓力值)提供更穩定的積分信號 516。該雜訊降低元件 524 可為設置在圖 5 所示控制迴路內的各種位置處。在其一位置處，該雜訊降低元件 524 可在實作該可變增益後接收該合併信號 508'以緩和迴路處理，因而能減少由該雜訊降低元件 524 所輸出之合併信號 508"內的任何雜訊，藉此產生更正確的機閥 513 調整結果。在一具體實施例裡，該設定點調節器 522 係經調適以修改該設定點信號 518，且該經修改設定點信號 518'可為由該第一加法器 519 所接收。在圖 5 中，該設定點調節器 522 可修改該信號 518'而能夠對該設定點信號 518'適切地加以處理。該第一加法器 519 可將一誤差信號 512 輸出至第二加法器 510，此者亦可接收該比例信號 514 並且輸出該合併信號 508。

圖 5 中亦顯示質流控制器 500 的具體實施例，其中含有一前饋控制信號 530。該前饋控制信號 530 係經調適以自該設定點信號 518 將一控制信號直接地提供至該機閥 513。在一些具體實施例裡，當比起通常藉該積分信號 516 所提供而需對流率變化進行較快速的機器閥 513 回應時，即提供該前饋控制信號 530。有時的確需要較快速的回應，原因是在圖 5 中所見的 MFC 500 裡，該比例信號修改器 504 從在一典型 PI 控制器內通常所設置的一位置處移動至圖 5 的位置，如此可能會對設定點變化造成較為緩慢的反應時間。在一具體實施例裡，該前饋控制信號 530 可包含機閥特徵化資料 532。該機閥特徵化資料 532 可將設定點、壓力、流體類型及其他參數納入考量來修改該前饋控制信號 530。一具體實施例亦可含有磁滯補償器 534，經調適以補

償該機閥 513 內的磁滯效應。前饋控制信號 530 和磁滯補償器 534 可類似於授予先驅能源工業公司且標題為「Mass Flow Controller Hysteresis Compensation System and Method」之美國專利申請案第 12/356,661 號案文中所揭示的前饋控制信號 530 及磁滯補償器 534，茲為所有適當目的將該案依其整體而以參考方式併入本案。當收到該積分信號 516 或該前饋控制信號 530 時，該機閥 513 經調適以調整可為氣體之流體 540 的流率。該感測器 509 又會測量該流體 540 的實際流率，並且輸出所測得的流率信號 511。

現參照圖 6，其中顯示一種調整一質流控制器(像是然不限於圖 1 的質流控制器 100)內之流體流率的方法。此方法為在 650 處包含接收一原始設定點值。例如，該原始設定點值可包含流過圖 1 中主要流線 129 之流體的所欲質流速率。該原始設定點值可透過一設定點信號(像是然不限於圖 2 所示設定點信號 218)而由該控制器 102 接收。現回到圖 6，在 655 處，一種調整該質流控制器 100 內之流體流率的方法包含將該原始設定點值改變成一新設定點值。因此，這可包含將該所欲質流速率從原始的所欲質流速率值改變為新的所欲質流速率值。

在 660 處該方法可進一步包含獲得一誤差信號，像是然不限於圖 2 所示誤差信號 212。可藉由將該新設定點值比較於所測得流率以獲得該誤差信號 212。例如，一控制器 202 可接收來自一感測器 209 的所測得流率信號 211。該所測得流率信號 211 可含有通過該主要流線 229 的實際流體流率，並且該控制器 202 可經調適以比較該實際流率與該

新設定點值，同時決定兩者之間的差值。此差值可包含該誤差信號 212。

在 665 處，一種方法包含將一微分模組及一比例模組施用於一所測得流率信號以獲得一比例信號。例如，圖 2 所示微分模組 217 可接收來自該感測器 209 的所測得流率信號 211，且後續將經修改之所測得流率信號 211' 供應給一比例修改器 204'。即如其名，該微分模組 217 可對該所測得流率信號施以微分，並且該比例修改器 204' 可對該信號 211' 施以比例修改。

在 670 處，一種方法進一步包含將該誤差信號 212 與一比例信號 214 合併以獲得一合併信號 208。例如，即如圖 2 所示，該誤差信號 212 可為合併於由該比例修改器 204' 經一第二信號加法器 210 所輸出的比例信號 214 以產生該合併信號 208。此合併信號 208 可在該種方法的 675 處進行積分以獲得一積分信號 216。該積分信號修改器 206 可將積分施用於該信號 208，並且輸出一經積分信號，像是然不限於圖 2 所示經積分信號 216。最後，在 680 處，該經積分信號 216 係用以調整一機閥 213，因此該主要流線 229 內之流體的流率更為近似於該設定點信號 218 內的所欲流體流率並且防止該新設定點值超限。在該種方法裡，當像是然不限於圖 2 所示感測器 209 的感測器測量該主要流線 229 內的實際流體流率並且輸出一所測得流率信號 211 時，該實際流體流率大致等於該新設定點值。

即如圖 3 中所見，本發明一具體實施例包含一質流速率控制器 300。一質流速率控制器 300 包含至少一輸入

390。例如，圖 3 中的控制器 300 含有兩個輸入 390。一輸入 390 可經調適以接收一設定點信號 318，而另一輸入 390 可經調適以接收一感測器信號，像是然不限於所測得流率信號 311。亦考量一輸入 390 可接收一個以上信號。此外，該等輸入 390 可經調適以發射所收到的信號而未加更改。

亦即如圖 3 所示，一控制器 300 包含具有一微分模組 317 的比例信號修改器 304。該微分模組 317 可為分離於該比例信號修改器 304，或可為納入在該控制器 300 內的單一裝置裡。該微分模組 317 係經調適以接收該感測器信號 311 並且對該信號 311 提供一微分修改器；該比例信號修改器 304 係經調適以接收一經修改感測器信號 311' 並且輸出一比例信號 314。

在一具體實施例裡，該控制器 300 亦含有一第一信號加法器 319，經調適以 (i) 接收該設定點信號 318 和所測得流率信號 311，及 (ii) 輸出一誤差信號 312。該控制器 300 亦可含有一第二信號加法器 310，經調適以接收該誤差信號 312 及該比例信號 314，並且輸出一合併信號 308。該控制器亦可含有一積分信號修改器 306，此者串接於該比例信號修改器 304 並經調適以接收該合併信號 308，且輸出一經積分信號 316。此外，該控制器 300 可含有一輸出 395，此者係經調適以接收並輸出來自該控制器 300 的經積分信號 316。該經積分信號 316 可經調適以由一機閥接收，像是然不限於圖 2 的機閥 213。在一具體實施例裡，藉由利用該控制器 300，實際的質流速率不會超限於圖 4 所示的設定點。

總結而言，除他者外，本發明具體實施例可對於質流

控制器提供一種具有改善效能的多模式控制迴路。熟諳本項技藝之人士將隨即認知到確能在本發明、其用途及其組態方面進行無數變化及替代方式，藉以達到與本揭具體實施例所獲者大致相同的效果。故而無意將本發明侷限在本揭示範性形式。眾多變化、修改和替代性建構皆歸屬於按如後載申請專利範圍中所表述的本發明精神與範疇之內。

#### 【圖式簡單說明】

併同於隨附圖式即業已藉由參照前載【詳細說明】以及申請專利範圍而更加顯見並知曉本發明各種目的和優點且得以更為通徹地瞭解，其中：

圖 1 為根據本發明一示範性具體實施例中一質流控制器的示意圖。

圖 2 為根據本發明一示範性具體實施例中經電性耦接於一質流控制器感測器及機閥之一數位控制器的示意圖。

圖 3 為根據本發明一示範性具體實施例中係經調適以耦接於一質流控制器之一數位控制器的示意圖。

圖 4 為根據本發明一示範性具體實施例中顯示在一 MFC 裡出現設定點步階變化後於實際流率上之變化圖。

圖 5 為根據本發明另一示範性具體實施例中一質流控制器操作的示意圖。

圖 6 為根據本發明一示範性具體實施例的方法表示圖。

#### 【主要元件符號說明】

- 100 質流控制器 (MFC)
- 101 記憶體裝置
- 102 數位控制器

- 103 橋接電路
- 105 微分放大器
- 107 類比-數位轉換器
- 109 感測器
- 111 所測得流率信號
- 113 控制機閥
- 129 主要流線
- 200 質流控制器(MFC)
- 202 數位控制器
- 204 比例信號修改器
- 204' 比例修改器
- 206 積分信號修改器
- 208 合併信號
- 209 感測器
- 210 第二信號加法器
- 211 所測得流率信號
- 211' 經修改所測得流率信號
- 212 誤差信號
- 213 機閥
- 214 比例信號
- 215 信號修改器
- 216 經積分信號
- 217 微分模組
- 218 設定點信號
- 219 第一加法器

- 229 主要流線
- 300 質流速率控制器
- 304 比例信號修改器
- 306 積分信號修改器
- 308 合併信號
- 310 第二信號加法器
- 311 所測得流率/感測器信號
- 311' 經修改感測器信號
- 312 誤差信號
- 314 比例信號
- 316 經積分信號
- 317 微分模組
- 318 設定點信號
- 319 第一信號加法器
- 390 輸入
- 395 輸出
- 500 質流控制器 (MFC)
- 504 比例信號修改器
- 506 積分信號修改器
- 508 合併信號
- 508' 合併信號
- 508'' 合併信號
- 509 感測器
- 510 第二加法器
- 511 所測得流率信號

- 512 誤差信號
- 513 機閥
- 514 比例信號
- 516 積分信號
- 518 設定點信號
- 518' 經修改設定點信號
- 519 第一加法器
- 520 可變增益輸入
- 522 設定點調節器
- 524 雜訊降低元件
- 526 回饋濾波器
- 530 前饋控制信號
- 532 機閥特徵化資料
- 534 磁滯補償器
- 540 流體

## 七、申請專利範圍：

### 1. 一種質流控制器，其中包含：

一數位控制器，經調適以實作具有串接於一積分信號修改器的比例信號修改器之一控制迴路，該積分信號修改器係經調適以(i)接收一含有一誤差信號及一比例修改器輸出信號的合併信號，並且(ii)輸出一經積分信號；

一機閥，經調適以接收該經積分信號，並且按照該經積分信號來調整一機閥開口；以及

一感測器，經調適以輸出一表示該質流控制器內之實際流體流率的所測得流率信號，該所測得流率信號(i)是由該比例信號修改器所接收，並且(ii)連同於一設定點信號而用以決定該誤差信號。

2. 如申請專利範圍第1項所述之質流控制器，其中該比例信號修改器包含一微分模組。

### 3. 如申請專利範圍第2項所述之質流控制器，其中

該設定點信號包含一所欲流體流率；以及

該經積分信號係經調適以調整該機閥開口，因而大致防止該所欲流體流率的超限。

4. 如申請專利範圍第2項所述之質流控制器，其中當該設定點信號從一第一設定點信號改變至一第二設定點信號時，該實際流體流率從一第一設定點值改變至一第二設定點值，並且該實際流體流率從第一設定點值改變至第二設定點值之變化的速率在多個流體操作條件下大致類似。

### 5. 如申請專利範圍第4項所述之質流控制器，其中該等

多個流體操作條件包含多個壓力、流體及設定點值之至少一者。

6.如申請專利範圍第4項所述之質流控制器，其中從第一實際流體流率至第二實際流體流率的變化會在跨於一時段上出現，此時段大致類似跨於變化的第一及第二設定點信號上。

7.如申請專利範圍第2項所述之質流控制器，更包含：

一可變增益輸入，經調適以對該控制迴路供應一可變增益；

一設定點調節器，經調適以修改該設定點信號；

一雜訊降低元件，經調適以減少該合併信號內的雜訊；以及

一回饋濾波器，經調適以接收該所測得流率信號。

8.如申請專利範圍第2項所述之質流控制器，更包含：

一前饋控制信號，經調適以自一設定點信號輸入將一控制信號大致直接地提供至該機閥；以及

一磁滯補償器，經調適以補償該機閥內的磁滯。

9.如申請專利範圍第2項所述之質流控制器，其中：

該感測器包含一熱感測裝置；並且進一步包含：

一橋接電路，經調適以接收一或更多熱感測裝置信號；

一微分放大器，經調適以接收一由該橋接電路所輸出的信號；

一類比-數位轉換器，經調適以接收一來自該微分放大器的微分放大器信號。

10.一種調整一質流控制器中流體流率的方法，其包含：  
接收一原始設定點值；  
將該原始設定點值改變成新設定點值；  
藉由比較該新設定點值與一所測得流率之間的差值以  
獲得一誤差信號；  
將一微分模組及比例模組施用於一所測得流率信號以  
獲得一比例信號；  
合併該誤差信號及該比例信號以獲得一合併信號；  
積分該合併信號以獲得一經積分信號；以及  
利用該經積分信號以調整一機閥。

11.如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中該新設定  
點值包含該設定點值上的一步階變化。

12.如申請專利範圍第 11 項所述之方法，其中利用該經  
積分信號來調整該機閥以防止該新設定點值之超限。

13.如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中  
該所測得流率信號是由一感測器所輸出；以及  
該所測得流率信號大致等於該新設定點值。

14.一種質流速率數位控制器，其中包含：  
至少一輸入，經調適以接收一設定點信號及一感測器  
信號；

一比例信號修改器，其(i)具有一微分模組，(ii)經調適  
以接收該感測器信號，並且(iii)輸出一比例信號；

一第一信號加法器，經調適以(i)接收該設定點信號及  
該感測器信號，並且(ii)輸出一誤差信號；

一 第二信號加法器，經調適以(i)接收該誤差信號及該比例信號，並且(ii)輸出一合併信號；

一積分信號修改器，經調適以接收該合併信號並且輸出一經積分信號；以及

一輸出，經調適以自該控制器輸出該經積分信號。

15.如申請專利範圍第 14 項所述之質流速率數位控制器，其中

該設定點信號包含一所欲質流速率；

該輸出係經調適以由一質流控制器機閥所接收；以及

該感測器信號包含一實際質流速率。

16.如申請專利範圍第 15 項所述之質流速率數位控制器，其中一控制序列係經實作以防止該實際質流速率超限於該所欲質流速率。

17.如申請專利範圍第 14 項所述之質流速率數位控制器，進一步包含：

一前饋控制器；以及

一機閥磁滯補償器。

18.如申請專利範圍第 14 項所述之質流速率數位控制器，進一步包含一可變增益輸入。

## 八、圖式：

(如次頁)

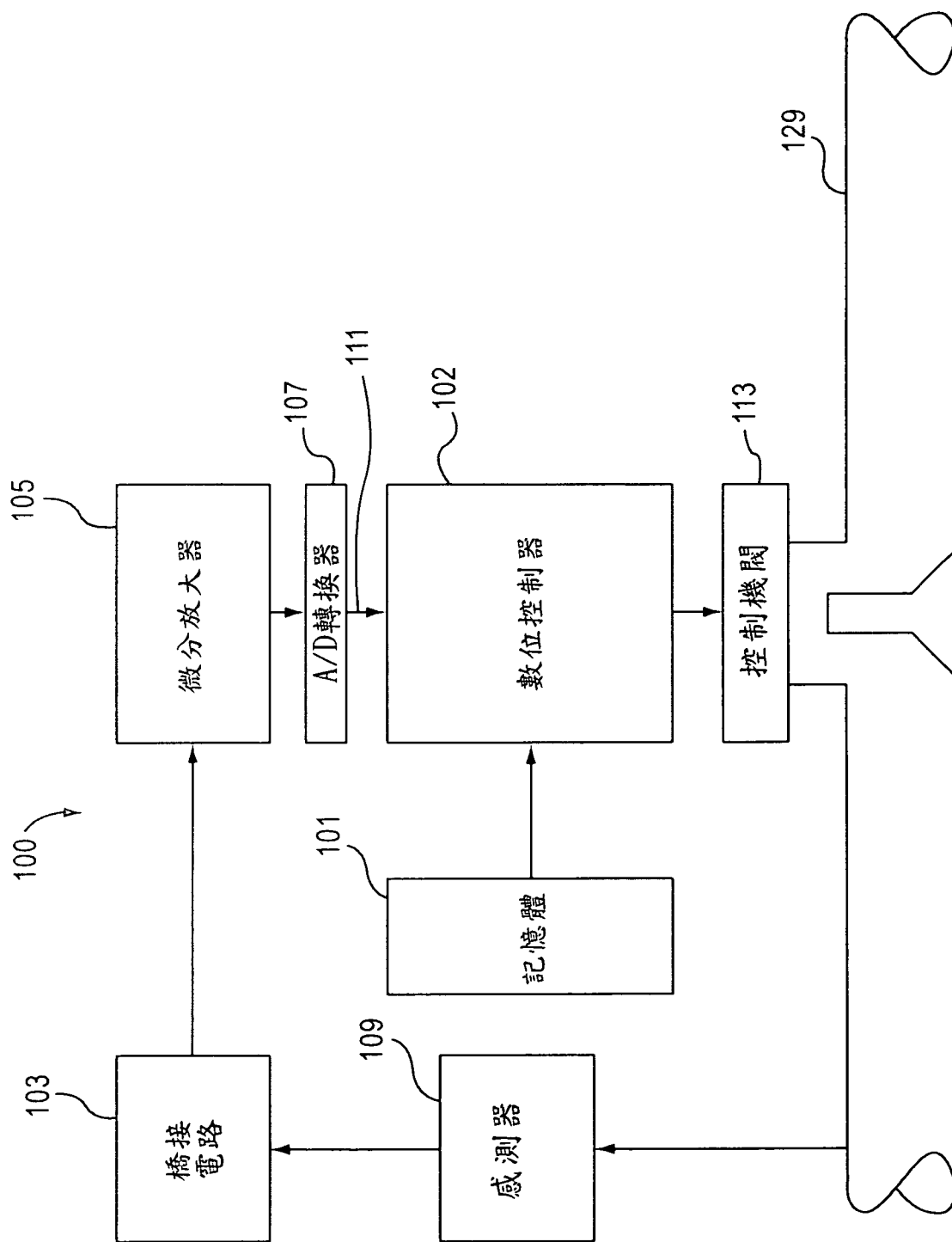


圖1

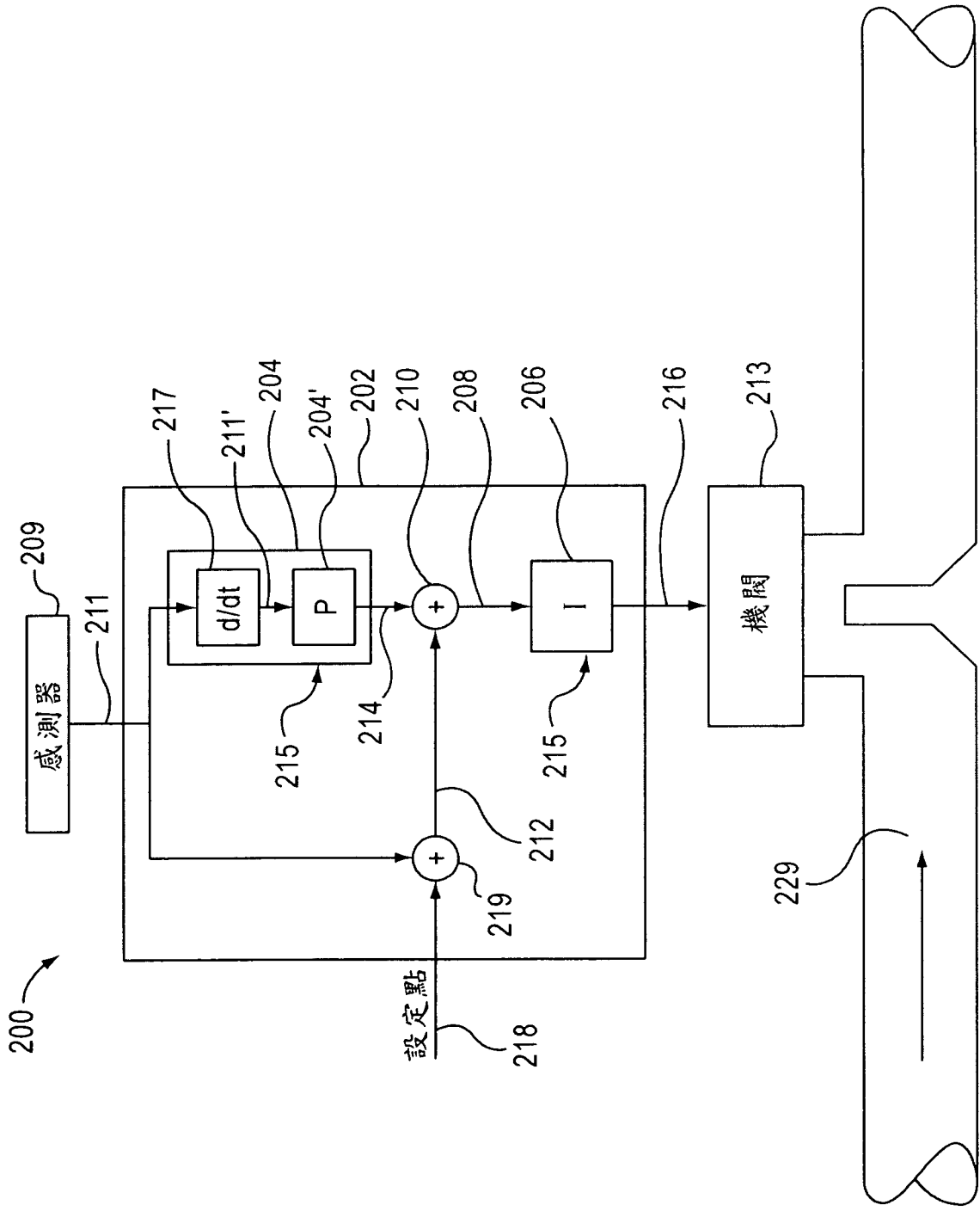


圖2

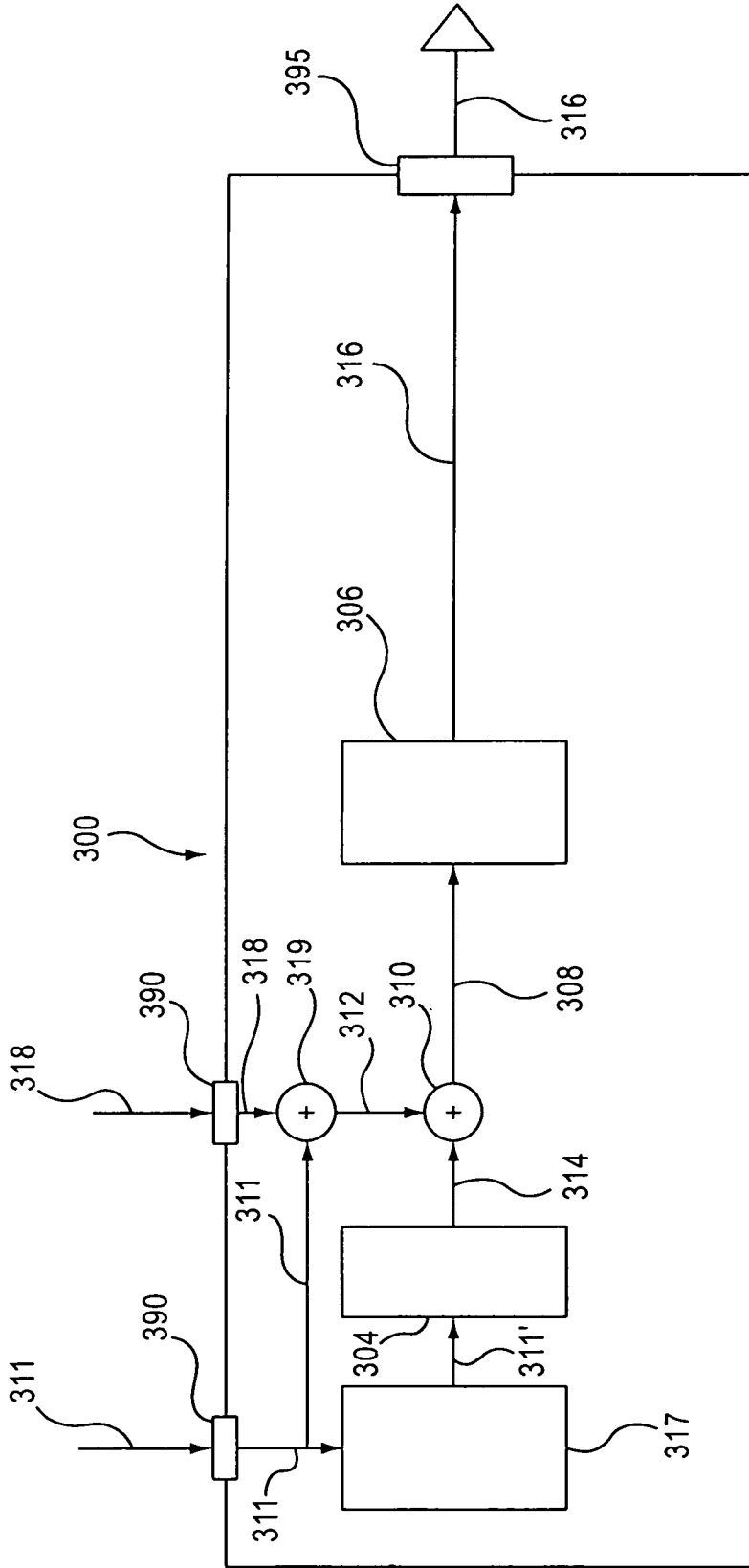


圖3

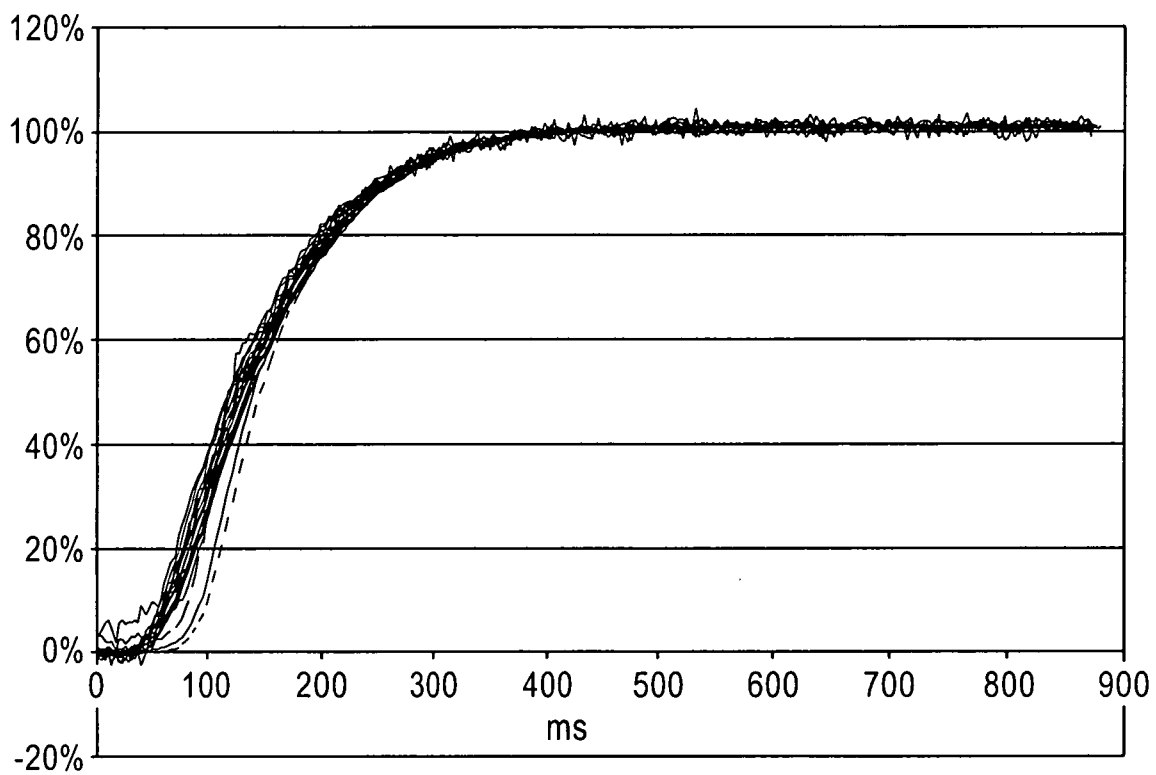


圖 4



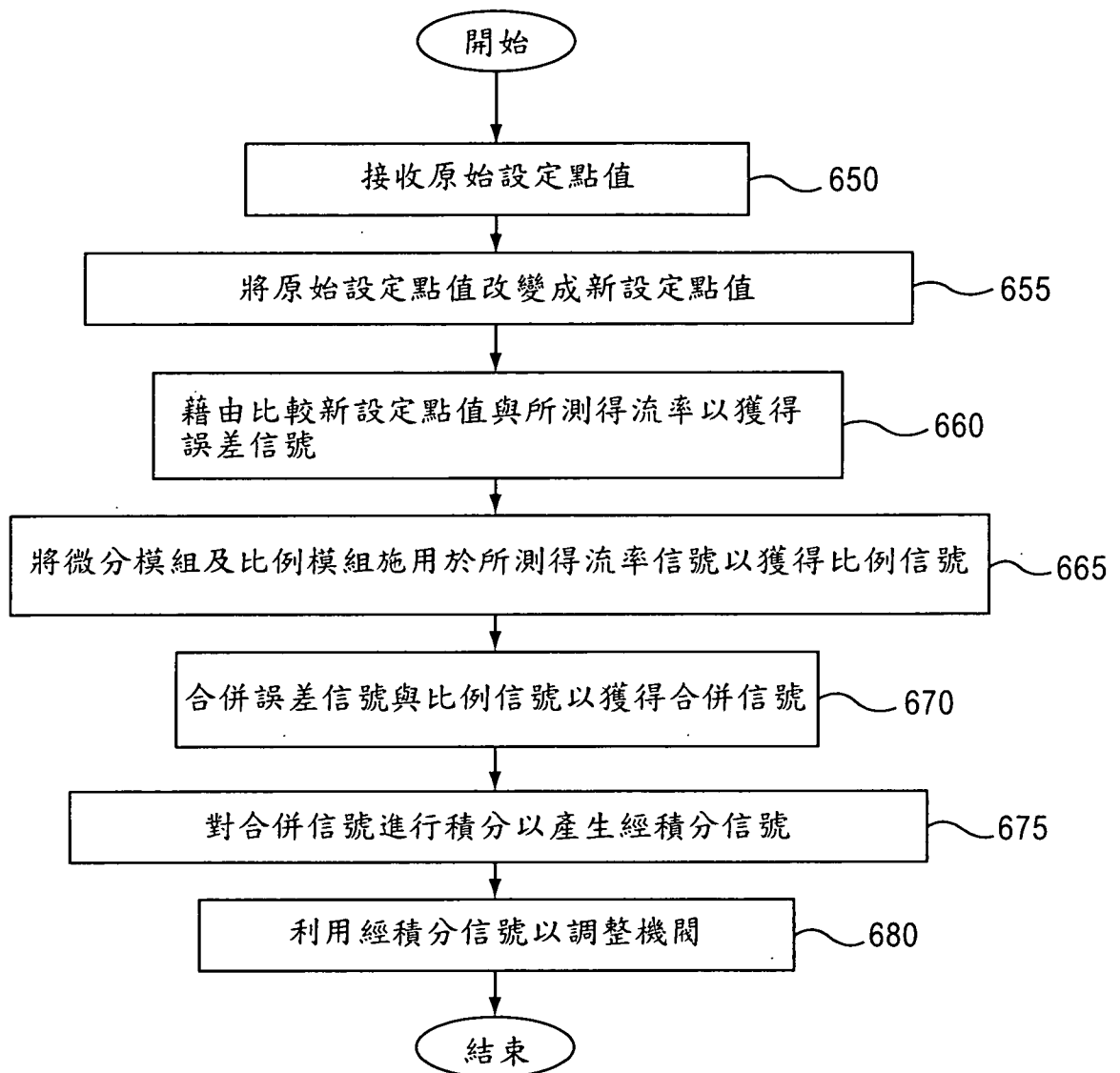


圖6