

申請日期：	88. 4. 13	案號：	88105823
類別：	6017160		

(以上各欄由本局填註)

公告本

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	雙向低流速之流量量測方法及裝置 421710
	英文	Method and Device for Bi-directional Low-velocity Flow Measurement
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 劉 泰 健
	姓名 (英文)	1. TAY-JIAN LIU
	國 籍	1. 中華民國
	住、居所	1. 桃園縣龍潭鄉民族路370巷70號5樓
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 行政院原子能委員會核能研究所
	姓名 (名稱) (英文)	1.
	國 籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 桃園縣龍潭鄉佳安村文化路1000號
	代表人 姓 名 (中文)	1. 夏 德 鈺
	代表人 姓 名 (英文)	1.



五、發明說明 (1)

發明背景

目前量測流量的方法雖有許多種，但對於雙向低流速之精密流量與流速的量測工具甚為缺乏。習知商用流量計是以泵浦驅動的強制循環為主要考量，因此不具雙向流動的量測功能。同時，對搭配同一管徑的商用流量計[例如渦輪式(Turbine)與拖盤式(Drag Disk)等]而言，流量的有效量測範圍之底限過高，不足以涵蓋自然循環與低流量準確量測的需求。且由於低流量系統中流體的驅動力主要來自於微弱的重力與浮力的平衡(包括系統組件的高度差異以及其中流體的密度差異)，以致在某些暫態環境下會發生逆流現象。本發明之目的即在克服上述困難，研製一適用於精密計測雙向低流速之流量與流速的新穎方法與裝置，使其即使在高溫、高壓的穩態與暫態環境下，均能藉著量測流體通過本發明裝置時的微小壓差，而獲得流量、流速、與流向的準確數據。

基於安全、經濟與可靠等因素的考量，低流量精密量測技術在工業上的應用，已在多項領域中受到重視，例如：[1]化工連續製程之線上進料量配比控制，常需精密之低流量量測以利反應之進行；[2]太陽能透過接收面板加熱黑色排管中的低速流體並持續輸送與儲能，該熱循環系統之效率控制有賴精密之流量量測；[3]處理有毒廢液與工業廢水之無動力輸送系統(例如虹吸管)；[4]計測地熱與石油鑽探過程中的萃取流體(Extracted Fluids)之流量，包括不同液態(例如水/油)之混合流以及各種氣/液

五、發明說明 (2)

(例如天然氣/碳氫化合物)之混合流；以及[5]自然循環熱傳輸系統與進步型被動式(Passive)核反應器冷卻系統等。就高溫高壓自然循環熱傳輸系統而言，促使流體在厚重的鋼管中循環移熱的驅動力較之以泵浦驅動的強制循環相對微弱，在某些暫態過程中甚至會發生逆流現象，而商用流量計已如前述不但缺乏逆流的量測功能，其有效量測範圍亦不足以涵蓋自然循環的低流量，特別值得注意的是該循環系統的建立對流阻(Flow Resistance)特別敏感，以致不允許為搭配適合其流量範圍之商用流量計而縮小管徑，因為如此作法反而會破壞原有的自然循環現象，甚至使循環之流量停止。

傳統的流量量測方法之一是藉著流體通過管件中一限流物(Restriction)時的壓差而確定其流量的大小，這類流量計包括流孔板(Orifice)，噴嘴(Nozzle)及文氏管(Venturi)。當流體通過上述流量計的限流物時其動能會增加而位能會減少，以致流體的速度增加而靜壓降低。如能得知靜壓的降低量與流體的密度以及流經限流物時的流體截面積，流量的理論值可以經由柏努立(Bernoulli)方程式得到，但基於流體的黏滯性改變與流量計本身的幾何形狀等因素，會造成實際流量偏離理論值，過去，實際的流量常藉上述理論值乘上一經驗的(Empirical) "排放係數" (Discharge Coefficient) 得到。由於三種流量計中以流孔板之流阻最大，加上流體通過流孔板後會形成一噴射流(Free Jet)，使得該噴射流在流孔板下游數個直徑處

五、發明說明 (3)

會形成一最小截面積(稱為Vena Contracta)，然後才逐漸擴散而充滿管徑，上述流體經流孔板所呈現的複雜流場變化與高流阻特性，顯示其不適用於低流量的量測環境。反之，流體流過文氏管時由於流體面積是逐漸改變(不像流過流孔板與噴嘴時的急驟變化)通常不會產生噴射流，流體邊界會沿著較流線形的壁面前進，故不論就流場或流阻的觀點而言，均為三者中最適合低流量量測的工具。

利用衝擊管可以藉由流場中的單點量測而得到局部速度(Local Velocity)。此局部速度是由衝擊管的開口端正對迎面而來的流體所量得的全壓力與設在管壁之靜壓力量測點間的動壓差(Dynamic Pressure Differential)計算而得。由於衝擊管通常需伸至量測點導致對流場的干擾，甚至造成量測流量時嚴重的誤差。

圖一為Brower, Jr.; William B. 於1994年申請美國專利5365795號之流量計結構。此流量計本體為一典型的文氏管，包括一收斂的錐形段(60)，一喉管段(62)以及一擴散的錐管段(64)，且錐角(θ)較(ϕ)小許多以降低流阻。上游側接近文氏管入口的全壓力(P_0)與流體溫度分別由伸入管件流場中的皮氏管(66)與溫度探針(68)量得，前者主要用作流速的量測後者用作流體密度(ρ)的修正，下游側的靜壓力(P_3)則由沿喉管段(62)內側的壓力孔(70)量得。並以上述量測值配合所提出的計算方法推算出體積流率(Volumetric Flow Rate)，其值為 $[(P_1 - P_3) / \rho]^{1/2}$ 之函數。此種流量計仍有缺點，包括伸入文氏管上游側的皮氏

五、發明說明 (4)

管與溫度探針組件會對流場造成干擾，以及無法因應雙向流動時的量測。另一方面，對於流體密度只由量測溫度之修正方式，在流體發生相變化(Phase Change)-例如沸騰現象後即無法適用，且於水平使用時較易發生流體密度分佈不均勻的現象以及無法以量測壓差修正流體密度等缺點。

發明概述

基於商用流量計無法滿足準確量測低流速、低流量、以及流向可能改變等綜合特性，本發明之目的即在克服上述困難，研製一適用於自然循環與低流量計測之新穎方法與裝置，使其即使在高溫、高壓的穩態與暫態環境下，均能藉著量測流體通過本發明裝置時的微小壓差，而獲得流量、流速、與流向的準確數據。

圖二為本發明量測裝置之具體實施例剖視圖，圖三(A)~(C)分別表示圖二之(A)、(B)及(C)三處之縱向剖視圖，圖四(A)及(B)分別表示正向流及逆向流實驗例之校驗曲線，圖五為本發明的訊號處理流程。本發明裝置採前後對稱的內錐形流體通道設計，藉由四組壓差的量測值決定流量、流速以及判別流向。具備低流阻特性，對流場的干擾性低，且不受流量大小與方向的限制，可有效克服大管件中之低流量量測以及自然循環系統可能發生逆流之流量量測困難。配備雙向且四組交錯排列的衝擊管，具量測流速之功能。每一個壓力輸出訊號均採自數個徑向對稱壓力孔的輸出訊號之平均值，除可確保訊號的穩定性，並大幅

五、發明說明 (5)

降低校驗的頻率。由於使用本發明裝置量測流量與流速之準確度主要取決於量測壓差之準確度，估計其誤差在 $\pm 1.5\%$ 之有效量測範圍以內。

依據本發明，通過管件中的流量、流速與流向可以經由數據擷取系統(Data Acquisition System)之內建校驗曲線以及線上密度修正，並藉量測通過上游側與下游側兩個錐狀管段(13a, 13c)時的靜壓差(DP-1與DP-4)以及設於該管段中的衝擊管動壓差(DP-2與DP-3)來確定，與目前量測流量的技術相比，不但提供較直接而快速的計算效率且降低衝擊管對流場造成的干擾，特別重要的是本發明不必使用排放係數的經驗關係式推算流量，直接避免該係數受到諸多因素的影響而降低其準確性，這些因素包括[1]流體在量測環境時與校驗環境時的差異(例如黏滯性、密度等)；以及[2]流量計本身的幾何形狀(例如限流物與管件之流體通過面積比率，錐狀管段之錐角等)。

發明之詳細說明

圖二為本發明適用於穩態與暫態低流量系統的流量量測裝置之一實施例構造剖視圖，此裝置實質上形成兩端具有法蘭或其他連結構造(11)，以便流量計本體(10)與系統管件聯接，且沿流體的流向(f)自上游側至下游側依次形成一具較大內徑(D1)的直管段(12)，此內徑(D1)與搭配之系統管件內徑相同，一類似於文氏管的喉管段(13)，具有在中段的較小內徑(D2)的直管形喉部(13b)及銜接於喉部(13b)上、下游側兩端呈對稱狀的錐狀管段(13a、13c)；

五、發明說明 (6)

及一具有內徑(D3)-最好與上述直管段(12)的內徑(D1)相同-的短節直管段(14)。

在喉管段(13)的下游側錐狀管段(13c)接近喉部(13b)的錐形內壁面上沿軸向平行鑽設數道(本實施例為四道)徑向對稱的小孔徑衝擊管(Pa)，管內端直達喉部(13b)以徑向軸x-x的原點0為中心的管壁圓截面上，如圖三(A)所示，而在喉管段(13)以0為中心的略上游側外管壁上，沿圓周徑向傾斜鑽設數個(本實施例為四個)壓力孔(A)，分別連通上述四道衝擊管(Pa)，用來量取流體的全壓力。另，在喉管段(13)的上游側錐管段(13a)近喉部(13b)的錐形內壁面上，也沿軸向平行鑽設與衝擊管(Pa)同數(即四道)但角度錯開一角度(Θ_1)的同一孔徑衝擊管(Pb)，管內端同樣達喉部(13b)中心的截面上如圖三(B)所示，而在喉管段(13)的中心0的略下游側外管壁上，也如同前述壓力孔(A)沿圓周徑向傾斜鑽設四個壓力孔(B)，分別連通對應的衝擊管(Pb)，用來量取流體全壓力。又，在喉管段(13)的喉部(13b)中心0位置的管壁上，沿圓周等間隔鑽設數個(本實施例為四個)角度與孔(A)或徑向軸x-x錯開一角度(Θ_2)的徑向壓力孔(C)，孔之一端直通喉部(13b)之內徑，如圖三(C)所示，做為上、下游兩側共用壓力孔以便量取流體的靜壓。上述壓力輸出孔(A、B、C)集中設置於喉管段(13)對應於喉部(13b)的部位，如圖二所示。此外，在上、下游直管段(12)及(13)的各管壁適當位置上沿圓周等間隔鑽設有數組連通，各對應於管軸的壓力輸出孔



五、發明說明 (7)

(E、F、G)，均供量測流量的靜壓力用。在本實施例中，上游側直管段(12)的近法蘭(11)處及近錐狀管段(13a)處分別設一組四個的壓力輸出孔(E、F)，而下游側直管段(14)的近錐狀管段(13c)處則設單組四孔壓力輸出孔(G)，各個壓力輸出孔(E、F、G)因分別設在軸向相距一段距離的不同位置，可不必如壓力輸出孔(A、B、C)般地将各孔位錯開，但如相互錯開亦無妨。

上述六組壓力輸出孔(A~G)各以環管或環槽(15)將對應各組孔聯通，以便使每一輸出的壓力訊號代表各組的順圓周方向四個位置個別壓力的平均值，如此，可提升訊號輸出的穩定性以及降低校驗的次數。

上、下游側兩組衝擊管(Pa、Pb)用來量測流速，本實施例採用小孔徑直管插入並固接於設置在錐狀管段斜面(13a，13c)近直管形喉部(13b)之軸向平行對稱及互相交錯的直孔道，且該直管之量測點凸出於錐狀管段之斜面，目的在避免因流場受到錐狀壁面干擾而影響量測的準確度，以及維持各衝擊管(Pa、Pb)之獨立性。自位於喉管段(13)中央的壓力輸出孔(C)兩側的各兩組壓力輸出孔(A、F)及(B、G)所測得的壓差均以中心點壓力輸出孔(C)所得的靜壓力為共同參考值，其中(F)與(C)之間的壓差(DP-1)和(G)與(C)之間的壓差(DP-4)可用於流量的量測；(A)與(C)之間的壓差(DP-2)和與(C)之間的壓差(DP-3)則負責流速的量測。(E)與(F)之間的壓差(DP-0)可用於密度的量測。上述壓差的量測可利用任何習知的壓力量測方法，例

五、發明說明 (8)

如，水柱壓差計或各式壓力感測器等來量取，並可轉換為電氣輸出訊號。另外，在系統管件中任意適當位置，例如靠近流量計本體(10)的上游側或下游側設有流體溫度量測裝置(圖中未示)用以量測管件流體溫度。又，在圖二中，各壓力訊號輸出點(A~G)係沿軸向排成一直線，事實上，可各別設在對應的壓力孔中的任一個或各環槽(15)上的任一處，而不必配置成一直線。

在本實施例中，喉管段(13)是採用以軸線X-X為中心左右呈對稱狀之構成，然而，如果採左右非對稱狀，即兩個錐狀管段(13a、13c)採用不相同的錐角(α) $\neq$ (β)亦屬可行。又，上游側壓力孔(A、F)及下游側壓力孔(B、G)在本例中是以靜壓力孔(C)(或軸X-X)為中心呈對稱配置，如果將此等壓力孔(F、A、C、B、G)配置成非對稱狀亦無不可，換言之，(A)-(C)間及(B)-(C)間的距離及(F)-(C)間及(G)-(C)間的距離可不必相同。又，本流量計在圖示實施例中係以水平安裝說明，但從流體的徑向分佈均勻來考量，則採用垂直安裝並配合垂直校驗效果最佳，此時兩個決定流體密度的差壓量測孔位置，宜直接設置成上端量測孔在下端量測孔的正上方。若配合需要而採用傾斜安裝亦無不可，惟此情形時，兩個決定流體密度的壓差量測孔位置應是相互垂直分隔，但上端量測孔不在下端量測孔的正上方。再者，本裝置中，被測流體與壓差訊號管線中的流體不必相同，且可應用於校驗環境(常溫常壓)以外的熱流系統。又，本裝置為適用於正向流及逆向流之量測而分

五、發明說明 (9)

別設有上游側及下游側的衝擊管(Pb、Pa)，如果只用於單向流之量測時，則可免去例如下游側的衝擊管(Pa)及壓力孔(A)。

使用構成如上的本裝置於量測流量、流速、流向及密度的方法係以中心點(C)的靜壓力為共同參考值，從(A、B)點分別取得(A)-(C)之間的壓差(DP-2)及(B)-(C)之間的壓差(DP-3)之輸出訊號，經微處理器處理及顯示器顯示(均未圖示)而可測得流經本體內的被測流體之流速；又，從(F、G)點分別取得(F)-(C)之間的壓差(DP-1)及(G)-(C)之間的壓差(DP-4)之輸出訊號，同樣經微處理器處理及顯示器顯示而可測得被測流體的流量；另由(E)點所取得的(E-F)之間的壓差(DP-0)之輸出訊號則同樣經微處理器處理及顯示器顯示而可得被測流體的密度，至於流體的流向是由(E)-(C)與(F)-(C)之間壓差的大小決定。依上述方法所測得的流速、流量、流向可以經由微處理器的數據擷取系統內建校驗曲線以及線上密度修正，藉量測通過上游側與下游側兩個錐狀管(13a、13c)時的靜壓差(DP-1與DP-4)以及設於此管段(13a，13c)中的衝擊管(Pa、Pb)動壓差來確定。

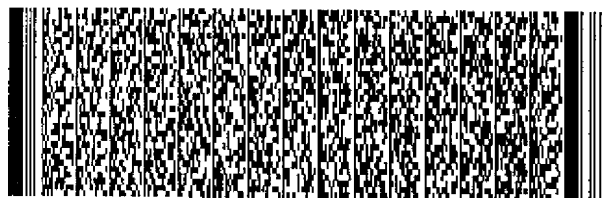
茲就求取本發明裝置之校驗曲線的一實驗例說明如下：

按實驗例係就圖二之本裝置垂直安裝的情況下，在同一流量及常溫常壓條件下對水進行正向流及逆向流實驗。裝置的喉管段(13)構造為上、下兩側錐管段構造(13a、

五、發明說明 (10)

13c) 對稱，其中錐角(α)=(β)=30度，直管段(12、14)的各個直徑(D1)=(D3)=52.5 mm，(DP-1)~(DP-4)分別由四組經0~8吋水柱精密校驗並以1~5 Volt線性輸出之壓差傳送器量得。在此條件下所測得的正向流(即垂直由上往下流動)校驗曲線及逆向流(即垂直由下往上流動)校驗曲線係分別如圖四(A)及圖四(B)所示。其中，正向流過3 gpm時(DP-1)為1.57 Volt，(DP-2)為1.08 Volt，(DP-3)為1.50 Volt，(DP-4)為1.14 Volt；正向流過6 gpm時(DP-1)為3.14 Volt，(DP-2)為1.44 Volt，(DP-3)為2.90 Volt，(DP-4)為1.88 Volt。反之，逆向流過3 gpm時(DP-1)為1.12 Volt，(DP-2)為1.52 Volt，(DP-3)為1.05 Volt，(DP-4)為1.58 Volt；逆向流過6 gpm時(DP-1)為1.93 Volt，(DP-2)為2.96 Volt，(DP-3)為1.49 Volt，(DP-4)為3.17 Volt。

圖五顯示本發明量測流量、流速與流向的訊號處理流程圖。由流程圖中可知訊號解析方法包括：[1]流量計校驗-決定正向流與逆向流；[2]流體密度修正-量測直管段(11)上(E)-(F)之間的壓差(DP-0)或流體的溫度；[3]流向-由比較(F)-(C)與(G)-(C)之間壓差的大小決定；[4]流量-由(F)-(C)或(G)-(C)之間的壓差(DP-1)或(DP-4)決定；[5]流速-由(A)-(C)或(B)-(C)之間的壓差(DP-2)或(DP-3)決定。當流體沿(f)方向，即(G)-(E)方向垂直向下流，則在同一流況下(DP-1)必明顯大於(DP-4)，而(DP-3)亦明顯大於(DP-2)，所以應以較高的DP(=DP-3)訊號作為計



五、發明說明 (II)

算流速 $V(=\sqrt{2DP/\rho})$ 之依據，而流量則可由(DP-1)與(DP-4)之任一者直接依內建的校驗曲線(圖四)得到，其中(ρ)為流體經(DP-0)或溫度修正後之密度。因此，在實際量測時，依據多組壓差量測值的特性，並比照雙向各四組校驗曲線，即可得到正確的流量、流速與流向。

本流量計屬於低流阻型，故其有效量測範圍並不侷限於低流量之應用，欲用於不同的流量範圍時，只須調整壓力感測器之有效範圍，並將流量計重新校驗即可適用。

圖式之簡單說明

圖一為習知流量與流速量測裝置例之示意圖；

圖二為本發明流量、流速及流向量測裝置之具體實施例剖視圖；

圖三(A)~(C)分別表示圖二之(A)、(B)及(C)三處之縱向剖視圖；

圖四(A)及(B)分別表示正向流及逆向流實驗例之校驗曲線；

圖五為本發明量測流量流速及流向之訊號處理流程圖。

符號說明

10	流量計本體
11	法蘭或連結構造
12	直管段
13	喉管段
13a、13c	錐狀管段



五、發明說明 (12)

13b	直管形喉部
14	直管段
15	聯通管槽
Pa、Pb	衝擊管
A、B、C、E、F、G	壓力孔(訊號輸出孔)
Θ_1 、 Θ_2	衝擊管間的夾角
α	上游側錐狀管段的錐角
β	下游側錐狀管段的錐角
D1、D2、D3	各直管段的直徑

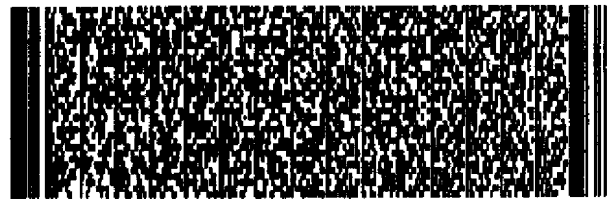
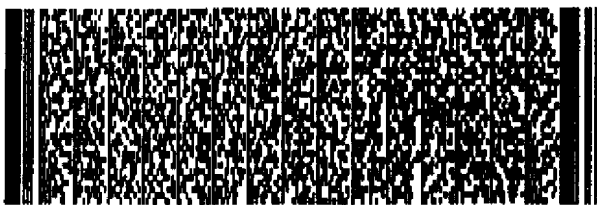


五、發明說明 (7)

(E、F、G)，均供量測流量的靜壓力用。在本實施例中，上游側直管段(12)的近法蘭(11)處及近錐狀管段(13a)處分別設一組四個的壓力輸出孔(E、F)，而下游側直管段(14)的近錐狀管段(13c)處則設單組四孔壓力輸出孔(G)，各個壓力輸出孔(E、F、G)因分別設在軸向相距一段距離的不同位置，可不必如壓力輸出孔(A、B、C)般地將各孔位錯開，但如相互錯開亦無妨。

上述六組壓力輸出孔(A~G)各以環管或環槽(15)將對應各組孔聯通，以便使每一輸出的壓力訊號代表各組的順圓周方向四個位置個別壓力的平均值，如此，可提升訊號輸出的穩定性以及降低校驗的次數。

上、下游側兩組衝擊管(Pa、Pb)用來量測流速，本實施例採用小孔徑直管插入並固接於設置在錐狀管段斜面(13a，13c)近直管形喉部(13b)之軸向平行對稱及互相交錯的直孔道，且該直管之量測點凸出於錐狀管段之斜面，目的在避免因流場受到錐狀壁面干擾而影響量測的準確度，以及維持各衝擊管(Pa、Pb)之獨立性。自位於喉管段(13)中央的壓力輸出孔(C)兩側的各兩組壓力輸出孔(A、F)及(B、G)所測得的壓差均以中心點壓力輸出孔(C)所得的靜壓力為共同參考值，其中(F)與(C)之間的壓差(DP-1)和(G)與(C)之間的壓差(DP-4)可用於流量的量測；(A)與(C)之間的壓差(DP-2)和(B)與(C)之間的壓差(DP-3)則負責流速的量測。(E)與(F)之間的壓差(DP-0)可用於密度的量測。上述壓差的量測可利用任何習知的壓力量測方法，



五、發明說明 (8)

例如，水柱壓差計或各式壓力感測器等來量取，並可轉換為電氣輸出訊號。另外，在系統管件中任意適當位置，例如靠近流量計本體(10)的上游側或下游側設有流體溫度量測裝置(圖中未示)用以量測管件流體溫度。又，在圖二中，各壓力訊號輸出點(A~G)係沿軸向排成一直線，事實上，可各別設在對應的壓力孔中的任一個或各環槽(15)上的任一處，而不必配置成一直線。

在本實施例中，喉管段(13)是採用以軸線X-X為中心左右呈對稱狀之構成，然而，如果採左右非對稱狀，即兩個錐狀管段(13a、13c)採用不相同的錐角(α) $\neq$ (β)亦屬可行。又，上游側壓力孔(A、F)及下游側壓力孔(B、G)在本例中是以靜壓力孔(C)(或軸X-X)為中心呈對稱配置，如果將此等壓力孔(F、A、C、B、G)配置成非對稱狀亦無不可，換言之，(A)-(C)間及(B)-(C)間的距離及(F)-(C)間及(G)-(C)間的距離可不必相同。又，本流量計在圖示實施例中係以水平安裝說明，但從流體的徑向分佈均勻來考量，則採用垂直安裝並配合垂直校驗效果最佳，此時兩個決定流體密度的差壓量測孔位置，宜直接設置成上端量測孔在下端量測孔的正上方。若配合需要而採用傾斜安裝亦無不可，惟此情形時，兩個決定流體密度的壓差量測孔位置應是相互垂直分隔，但上端量測孔不在下端量測孔的正上方。再者，本裝置中，被測流體與壓差訊號管線中的流體不必相同，且可應用於校驗環境(常溫常壓)以外的熱流系統。又，本裝置為適用於正向流及逆向流之量測而分

五、發明說明 (9)

別設有上游側及下游側的衝擊管(P_b 、 P_a)，如果只用於單向流之量測時，則可免去例如下游側的衝擊管(P_a)及壓力孔(A)。

使用構成如上的本裝置於量測流量、流速、流向及密度的方法係以中心點(C)的靜壓力為共同參考值，從(A、B)點分別取得(A)-(C)之間的壓差(DP-2)及(B)-(C)之間的壓差(DP-3)之輸出訊號，經微處理器處理及顯示器顯示(均未圖示)而可測得流經本體內的被測流體之流速；又，從(F、G)點分別取得(F)-(C)之間的壓差(DP-1)及(G)-(C)之間的壓差(DP-4)之輸出訊號，同樣經微處理器處理及顯示器顯示而可測得被測流體的流量；另由(E)點所取得的(E-F)之間的壓差(DP-0)之輸出訊號則同樣經微處理器處理及顯示器顯示而可得被測流體的密度，至於流體的流向是由(F)-(C)與(G)-(C)之間壓差的大小決定。依上述方法所測得的流速、流量、流向可以經由微處理器的數據擷取系統內建校驗曲線以及線上密度修正，藉量測通過上游側與下游側兩個錐狀管(13a、13c)時的靜壓差(DP-1與DP-4)以及設於此管段(13a、13c)中的衝擊管(P_a 、 P_b)動壓差來確定。

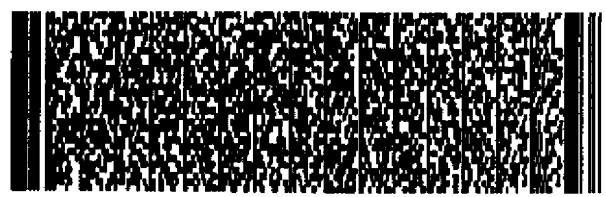
茲就求取本發明裝置之校驗曲線的一實驗例說明如下：

按實驗例係就圖二之本裝置垂直安裝的情況下，在同一流量及常溫常壓條件下對水進行正向流及逆向流實驗。裝置的喉管段(13)構造為上、下兩側錐管段構造(13a、

五、發明說明 (10)

13c)對稱，其中錐角(α)=(β)=30度，直管段(12、14)的各個直徑(D1)=(D3)=52.5 mm，(DP-1)~(DP-4)分別由四組經0~8吋水柱精密校驗並以1~5 Volt線性輸出之壓差傳送器量得。在此條件下所測得的正向流(即垂直由上往下流動)校驗曲線及逆向流(即垂直由下往上流動)校驗曲線分別如圖四(A)及圖四(B)所示。其中，正向流過3 gpm時(DP-1)為1.57 Volt，(DP-2)為1.08 Volt，(DP-3)為1.50 Volt，(DP-4)為1.14 Volt；正向流過6 gpm時(DP-1)為3.14 Volt，(DP-2)為1.44 Volt，(DP-3)為2.90 Volt，(DP-4)為1.88 Volt。反之，逆向流過3 gpm時(DP-1)為1.12 Volt，(DP-2)為1.52 Volt，(DP-3)為1.05 Volt，(DP-4)為1.58 Volt；逆向流過6 gpm時(DP-1)為1.93 Volt，(DP-2)為2.96 Volt，(DP-3)為1.49 Volt，(DP-4)為3.17 Volt。

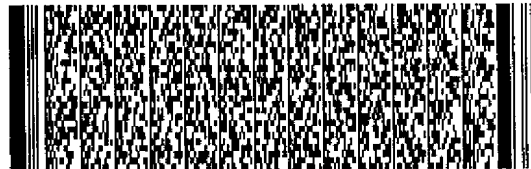
圖五顯示本發明量測流量、流速與流向的訊號處理流程圖。由流程圖中可知訊號解析方法包括：[1]流量計校驗-決定正向流與逆向流；[2]流體密度修正-量測直管段(12)上(E)-(F)之間的壓差(DP-0)或流體的溫度；[3]流向-由比較(F)-(C)與(G)-(C)之間壓差的大小決定；[4]流量-由(F)-(C)或(G)-(C)之間的壓差(DP-1)或(DP-4)決定；[5]流速-由(A)-(C)或(B)-(C)之間的壓差(DP-2)或(DP-3)決定。當流體沿(f)方向，即(E)-(G)方向垂直向下流，則在同一流況下(DP-1)必明顯大於(DP-4)，而(DP-3)亦明顯大於(DP-2)，所以應以較高的DP(=DP-3)訊號作為計



四、中文發明摘要 (發明之名稱：雙向低流速之流量量測方法及裝置)

本發明係關於穩態與暫態低流速系統中量測管件流量、流速、以及流向的方法及裝置，可克服商用流量計(當與同一管徑之系統管路搭配時)之流量有效量測範圍的底限不足以及不適用於雙向流動之狀況。流量計本體的構造採前後對稱之內錐形流體通道設計，藉由四組壓差的量測值可決定流量、流速、以及判別流向，其中鑽設於兩個錐形壁面且與軸向平行之數道雙向交錯排列的衝擊管(Impact Tube)具量測流速之功能。每一壓力輸出訊號均採自數個徑向對稱壓力孔的輸出訊號之平均值，除可確保訊號的穩定性，並大幅降低校驗的頻率。本流量計之特徵在於：具備低流阻特性、對流場的干擾性低，且不受流量大小與方向的限制，可有效克服大管件中的低流量量測以

英文發明摘要 (發明之名稱：Method and Device for Bi-directional Low-velocity Flow Measurement)



四、中文發明摘要 (發明之名稱：雙向低流速之流量量測方法及裝置)

及逆流之流量量測困難。本發明之應用領域包括化工連續製程之線上進料量配比控制、太陽能的接收與儲熱循環系統、處理廢液與廢水之無動力輸送系統、地熱與石油鑽探、以及自然循環熱傳輸系統與進步型被動式(Passive)核反應器冷卻系統等。

英文發明摘要 (發明之名稱：Method and Device for Bi-directional Low-velocity Flow Measurement)

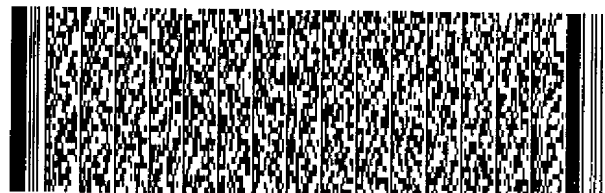


六、申請專利範圍

1. 一種適用於穩態與暫態雙向低流速之流量精密量測裝置，係由一在兩端各設有一用以與系統管件聯接的管件連結部，而於管件內部設有一類似於文氏管的流量計本體，設在流量計本體的管壁上的多個壓力訊號輸出孔及設在裝置本體內的衝擊管所構成，其特徵在於：該裝置本體沿流體的流向自上游側至下游側依次形成一大直徑的直管段，一喉管段及一大直徑直管段；上述喉管段具有銜接上游側直管段而內徑漸縮的錐狀管段，位於喉管段中間部銜接上游側錐狀管段的小徑直管狀喉部，及銜接此喉部而內徑漸擴開且銜接下游側的錐狀管段；而在喉管段（至少上游側）的錐壁面上沿軸向平行且沿圓周方向相隔的數道衝擊管，管端直達喉部中心的圓面，與衝擊管同數的動壓力量測孔設於直管狀喉部管壁上通達各對應的衝擊管之內端，靜壓力量測孔則分別設在上游側大徑直管段及小徑直管狀喉部管壁上直通管內。
2. 依據申請專利範圍第1項之量測裝置，其中該喉管段係以其通過直管狀喉部中心點的徑向軸為中心，上、下游兩側呈互相對稱。
3. 依據申請專利範圍第1項之量測裝置，其中該喉管段係以其通過直管狀喉部中心點的徑向軸為中心，上、下游兩側呈互不對稱。
4. 依據申請專利範圍第1項之量測裝置，其中該喉管段的上游側錐狀管段與下游側錐狀管段的錐角乃相同者。
5. 依據申請專利範圍第1項之量測裝置，其中該喉管段的

六、申請專利範圍

- 上游側錐狀管段與下游側錐狀管段的錐角乃不相同者。
6. 依據申請專利範圍第1項之量測裝置，其中該喉管段的上、下游兩側的錐壁面上各設有多道相對應但開口方向相反的上述衝擊管，其內端均達喉部中心的圓面且分別連通貫通管壁的各對應動壓力量測孔，兩組衝擊管在圓周方向相互錯開配置者。
 7. 依據申請專利範圍第6項之量測裝置，其中該衝擊管採用小孔徑直管插入並固接於設置在錐狀管段斜面(13a, 13c)近直管形喉部(13b)之軸向平行對稱及互相交錯的直孔中，且該直管之量測點凸出於錐狀管段之斜面，以避免流場干擾及維持各衝擊管(Pa、Pb)之獨立性。
 8. 依據申請專利範圍第1項之量測裝置，其中該裝置本體的上、下游側的兩直管段上皆設有多個靜壓力量測孔。
 9. 依據申請專利範圍第1項之量測裝置，其中該裝置本體的上游側直管段復設有兩個與上述靜壓力孔同側且相隔一段距離的靜壓力孔，作為密度修正之用。
 10. 依據申請專利範圍第6項與第9項中任一項之量測裝置，其中上述各組動壓力量測孔與各組靜壓力量測孔各以環槽及/或環管將對應各組孔聯通，並留一壓力訊號輸出孔，以便獲得不同位置的壓力平均值。
 11. 一種適用於穩態與暫態雙向低流速之流量精密量測方法，係在自上游側至下游側依次形成上游側直管段，中段之喉管段及下游側直管段，且在此各管段中設有靜壓量測孔及含喉管的動壓量測孔之流量計本體，使



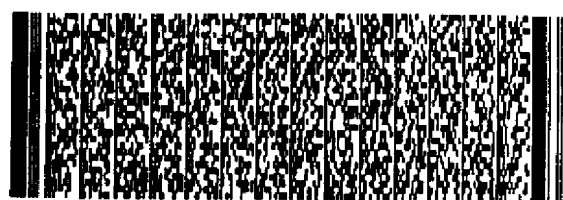
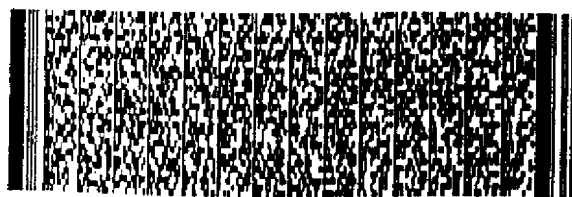
六、申請專利範圍

位於喉管段中心位置的靜壓力孔(C)為上、下游兩側共用之靜壓力孔，其與上游側喉管入口部位位置的上游側靜壓力孔(F)間的靜壓差輸出為(DP-1)，其與連通上游側衝擊管的動壓力孔(B)間的動壓差輸出為(DP-3)；另，其與下游側喉管入口部的下游側靜壓力孔(G)間的靜壓差輸出為(DP-4)，與連通下游側衝擊管的動壓力孔(A)間的動壓輸出為(DP-2)；又，上游側直管段的靜壓力孔(E)與上述靜壓力孔(F)間的靜壓差為(DP-0)；而利用正流向與反流向的校驗曲線，以及量測直管段靜壓差(DP-0)與流體溫度的密度修正，可直接由量測兩組靜壓差(DP-1及DP-4)和兩組動壓差(DP-2與DP-3)，決定管件中流體之流量、流速與流向。

12. 依據申請專利範圍第11項之量測方法，其中該流體密度的修正是經由量測一直管段上兩個壓力孔之間的垂直距離所對應的靜壓計算而得，此直管段可設置於兩個圓錐管的上游或下游，亦或其間。
13. 依據申請專利範圍第11項之量測方法，其中該量測裝置是垂直安裝，其上兩個決定流體密度的壓差量測孔位置，直接設置成上端量測孔在下端量測孔的正上方。
14. 依據申請專利範圍第11項之量測方法，其中該量測裝置是傾斜安裝，其上兩個決定流體密度的壓差量測孔位置，是相互垂直分隔，但上端量測孔不在下端量測孔的正上方。

六、申請專利範圍

15. 依據申請專利範圍第11項之量測方法，其中該流體之密度可由量測流場中的平均溫度計算而得。
16. 依據申請專利範圍第11項之量測方法，其量測範圍不侷限於低流量量測，改換其他高流量之量測只需重新校驗該量測裝置即可。
17. 依據申請專利範圍第11項之量測方法，其中該流體流動的方向可依下例步驟判別：
 - (1) 如果流體流動的方向是圖二之箭頭方向(f)，則 $(DP-1) > (DP-4)$ ，且 $(DP-3) > (DP-2)$ 必定成立；
 - (2) 反之，如果 $(DP-1) < (DP-4)$ ，且 $(DP-3) < (DP-2)$ ，則表示圓錐面(13c)是收斂而圓錐面(13a)是發散，因此流體流動的方向與圖二之箭頭方向(f)相反。
18. 依據申請專利範圍第11項之量測方法，其中各項暫態壓差值 $[DP-0(t_j), DP-1(t_j), DP-2(t_j), DP-3(t_j), DP-4(t_j)]$ 於不同的時間 t_j 被量取並進行線上處理，儲存及輸出不同時間 t_j 之流量 $m(t_j)$ 、流速 $V(t_j)$ 與流向。
19. 依據申請專利範圍第11項之量測方法，被測流體與壓差訊號管線中的流體不必相同，且可應用於校驗環境(常溫常壓)以外的熱流系統。
20. 依據申請專利範圍第1項之量測裝置，跨接於上游側與下游側兩圓錐管之入口與出口的靜壓差(DP-1)的兩個量測孔(F)與(C)之間的距離和靜壓差(DP-4)的兩個量測孔(G)與(C)之間的距離不必相同。
21. 依據申請專利範圍第1項之量測裝置，動壓差(DP-2)的



六、申請專利範圍

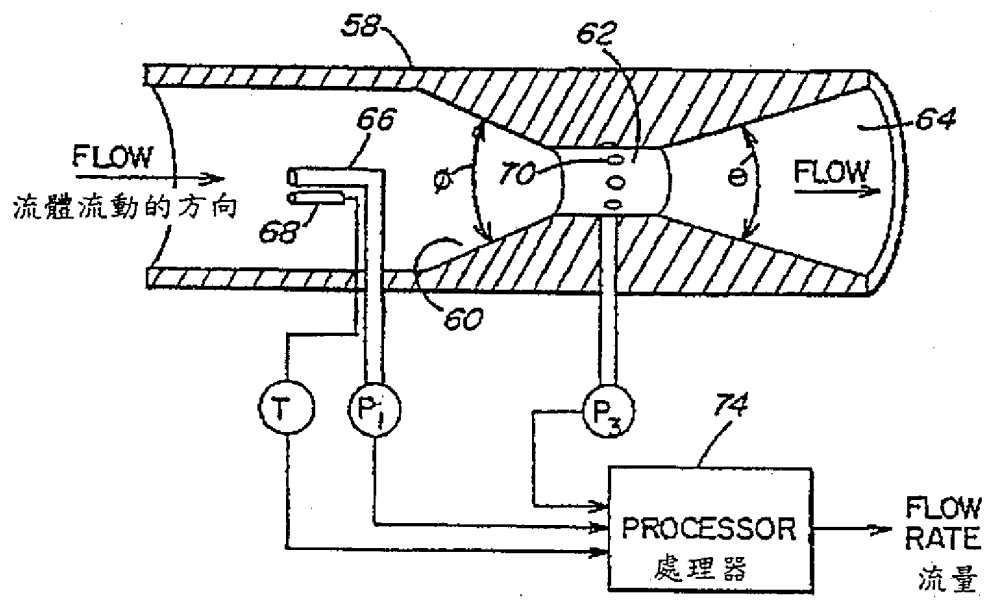
兩個量測孔(A)與(C)之間的距離和動壓差(DP-3)的兩個量測孔(B)與(C)之間的距離不必相同。

22. 依據申請專利範圍第1項之量測裝置，在管壁上沿軸向不同位置(A, B, C, E, F, G)輸出的壓力訊號大小是由該軸向位置不同徑向各自獨立的壓力孔聯通後的平均值，訊號輸出的徑向位置不必相同。

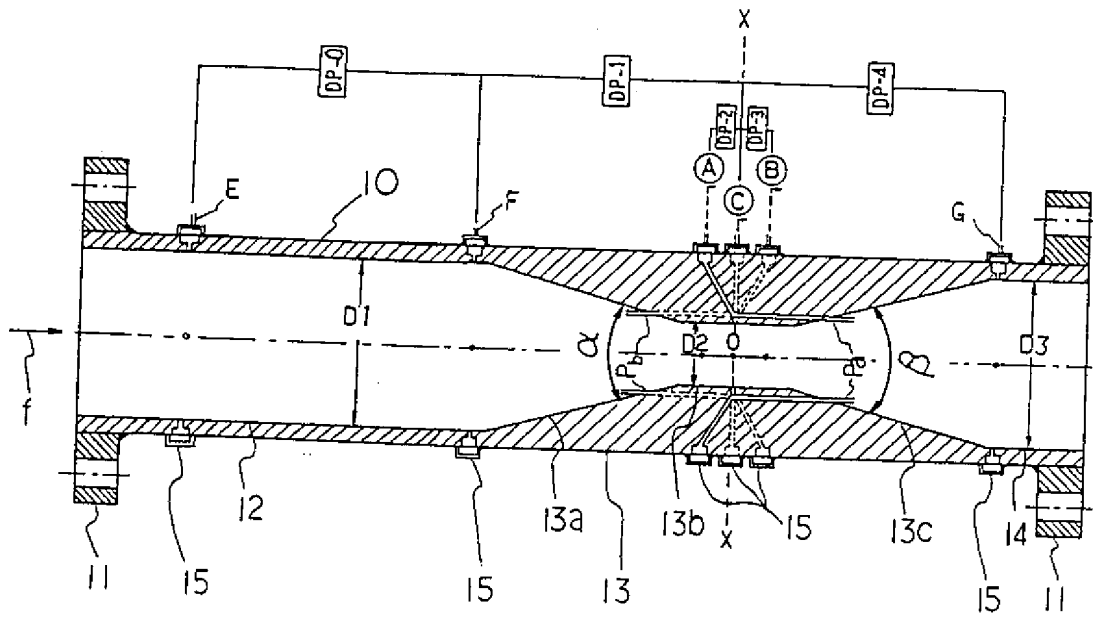


421710

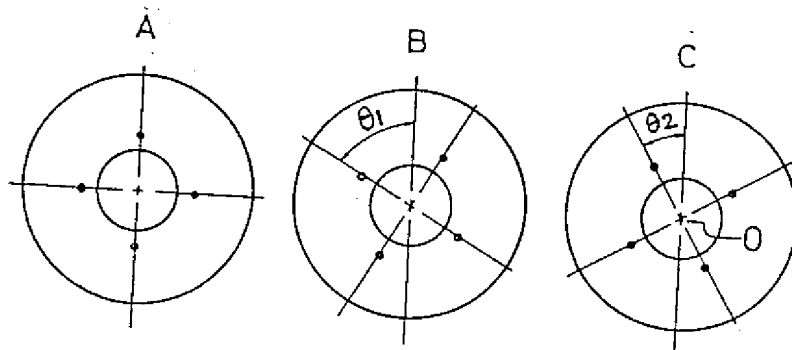
88105823



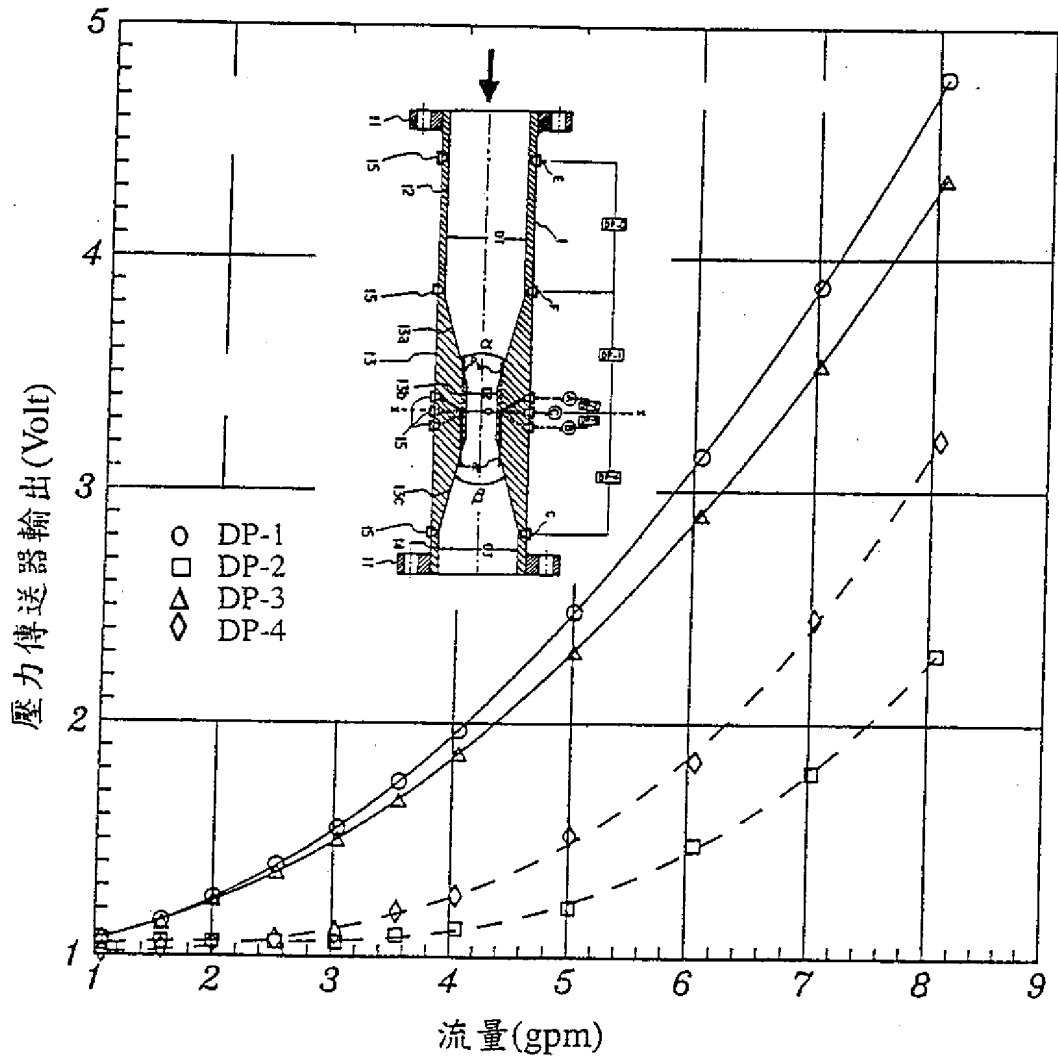
圖一



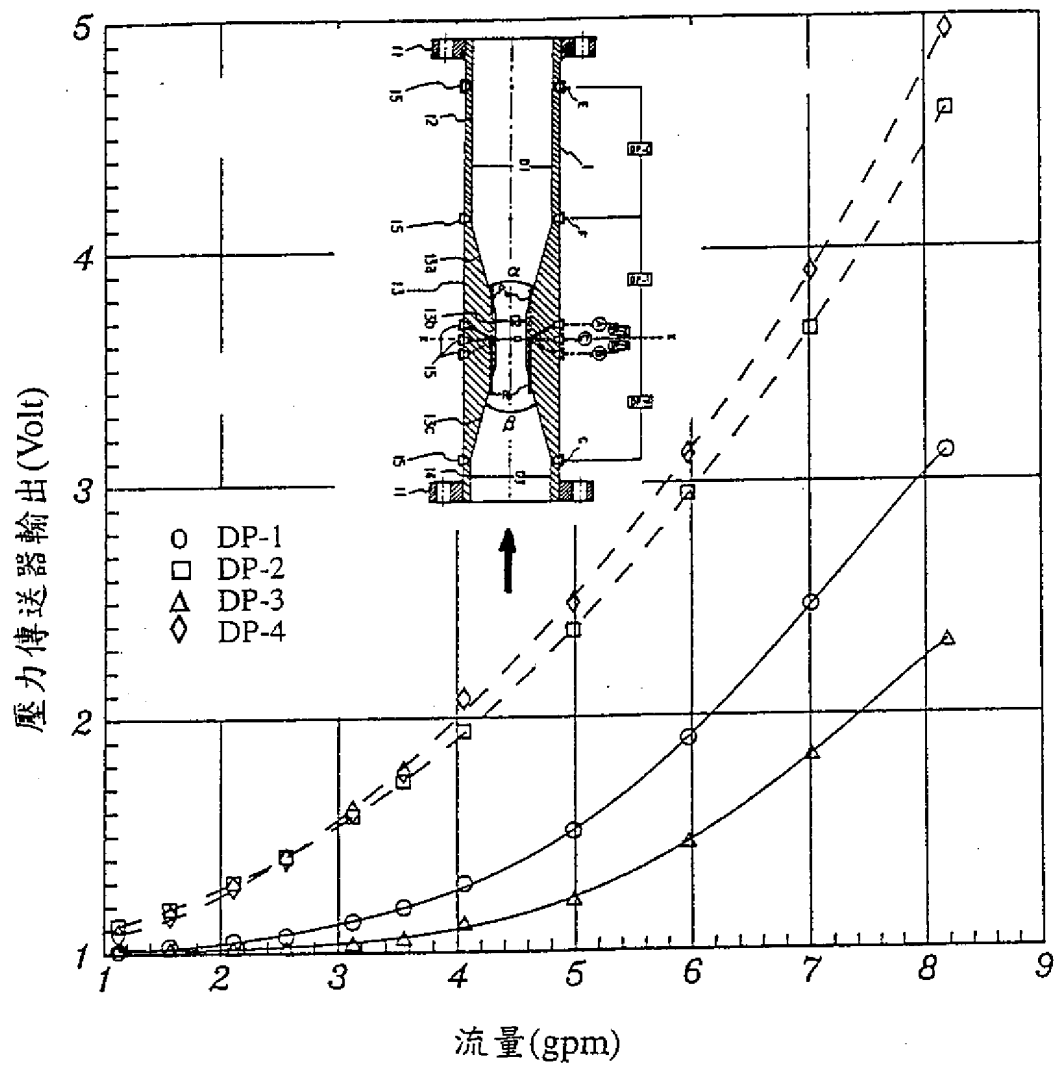
圖二



圖三



圖四(A)



圖四(B)

421710

修正圖

修正 本 89 年 6 月 日
補充

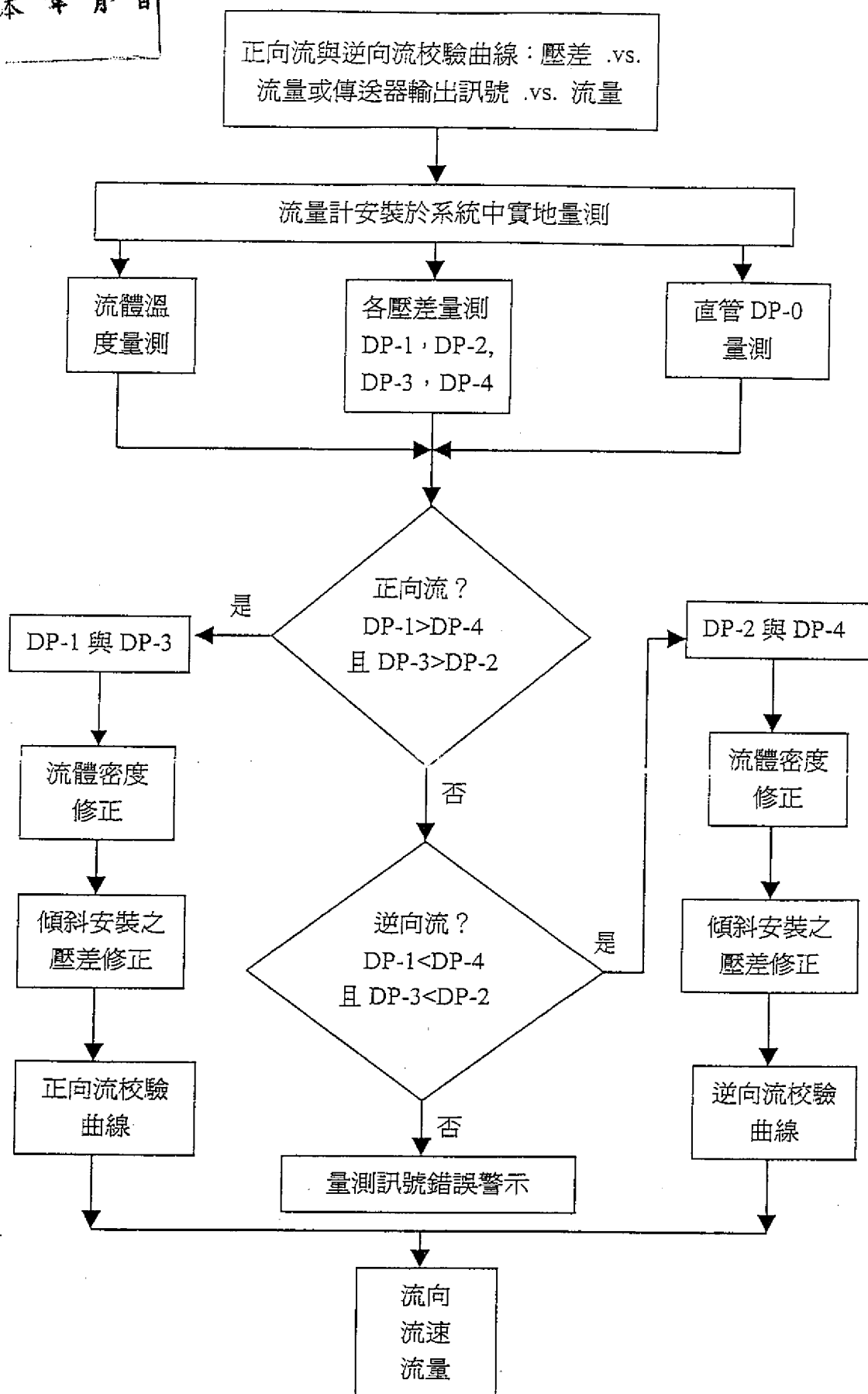
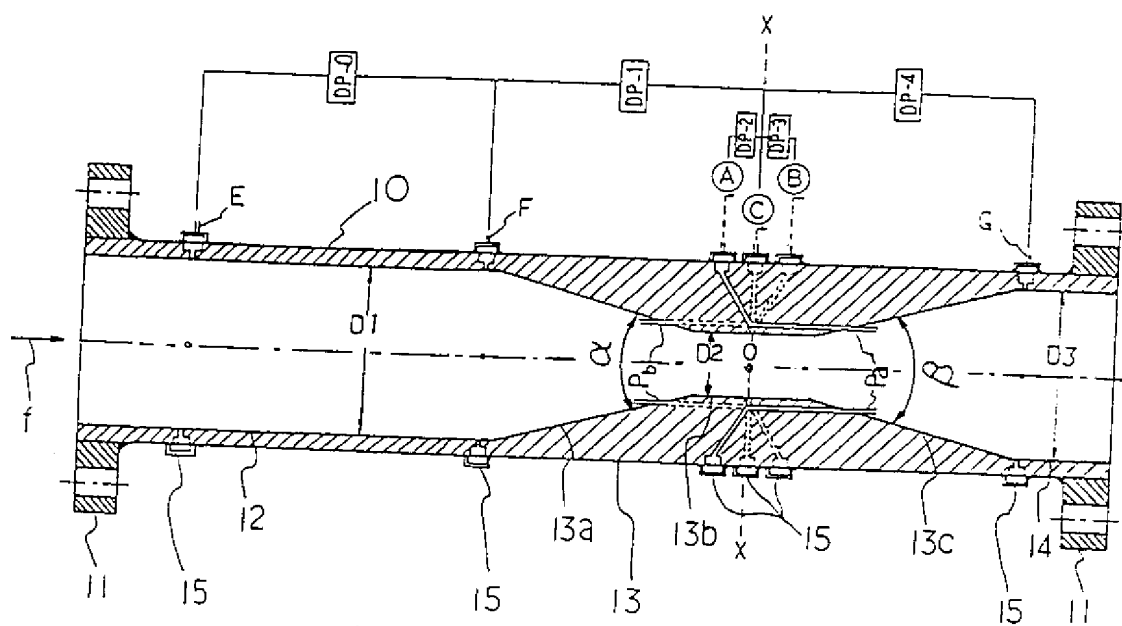
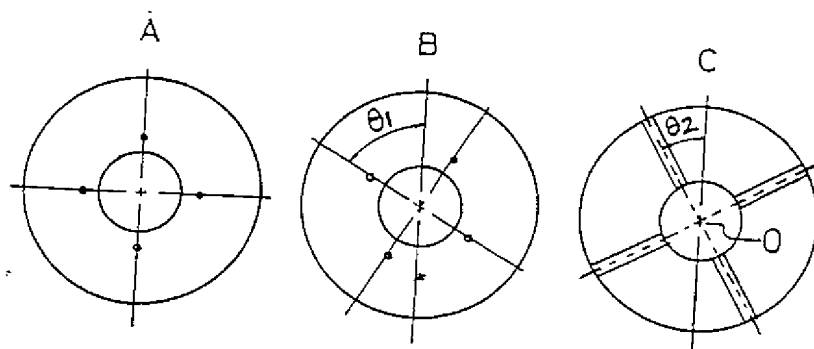


圖 五

修正
 本 90 年 5 月 11 日
 補充



圖二



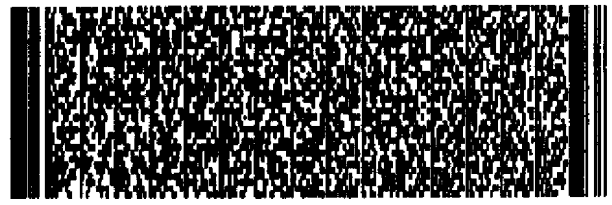
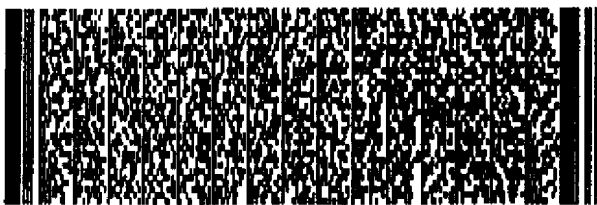
圖三

五、發明說明 (7)

(E、F、G)，均供量測流量的靜壓力用。在本實施例中，上游側直管段(12)的近法蘭(11)處及近錐狀管段(13a)處分別設一組四個的壓力輸出孔(E、F)，而下游側直管段(14)的近錐狀管段(13c)處則設單組四孔壓力輸出孔(G)，各個壓力輸出孔(E、F、G)因分別設在軸向相距一段距離的不同位置，可不必如壓力輸出孔(A、B、C)般地將各孔位錯開，但如相互錯開亦無妨。

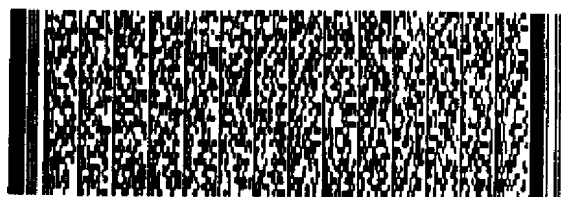
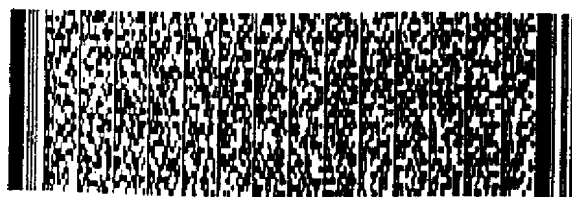
上述六組壓力輸出孔(A~G)各以環管或環槽(15)將對應各組孔聯通，以便使每一輸出的壓力訊號代表各組的順圓周方向四個位置個別壓力的平均值，如此，可提升訊號輸出的穩定性以及降低校驗的次數。

上、下游側兩組衝擊管(Pa、Pb)用來量測流速，本實施例採用小孔徑直管插入並固接於設置在錐狀管段斜面(13a，13c)近直管形喉部(13b)之軸向平行對稱及互相交錯的直孔道，且該直管之量測點凸出於錐狀管段之斜面，目的在避免因流場受到錐狀壁面干擾而影響量測的準確度，以及維持各衝擊管(Pa、Pb)之獨立性。自位於喉管段(13)中央的壓力輸出孔(C)兩側的各兩組壓力輸出孔(A、F)及(B、G)所測得的壓差均以中心點壓力輸出孔(C)所得的靜壓力為共同參考值，其中(F)與(C)之間的壓差(DP-1)和(G)與(C)之間的壓差(DP-4)可用於流量的量測；(A)與(C)之間的壓差(DP-2)和(B)與(C)之間的壓差(DP-3)則負責流速的量測。(E)與(F)之間的壓差(DP-0)可用於密度的量測。上述壓差的量測可利用任何習知的壓力量測方法，



六、申請專利範圍

15. 依據申請專利範圍第11項之量測方法，其中該流體之密度可由量測流場中的平均溫度計算而得。
16. 依據申請專利範圍第11項之量測方法，其量測範圍不侷限於低流量量測，改換其他高流量之量測只需重新校驗該量測裝置即可。
17. 依據申請專利範圍第11項之量測方法，其中該流體流動的方向可依下例步驟判別：
 - (1) 如果流體流動的方向是圖二之箭頭方向(f)，則 $(DP-1) > (DP-4)$ ，且 $(DP-3) > (DP-2)$ 必定成立；
 - (2) 反之，如果 $(DP-1) < (DP-4)$ ，且 $(DP-3) < (DP-2)$ ，則表示圓錐面(13c)是收斂而圓錐面(13a)是發散，因此流體流動的方向與圖二之箭頭方向(f)相反。
18. 依據申請專利範圍第11項之量測方法，其中各項暫態壓差值 $[DP-0(t_j), DP-1(t_j), DP-2(t_j), DP-3(t_j), DP-4(t_j)]$ 於不同的時間 t_j 被量取並進行線上處理，儲存及輸出不同時間 t_j 之流量 $m(t_j)$ 、流速 $V(t_j)$ 與流向。
19. 依據申請專利範圍第11項之量測方法，被測流體與壓差訊號管線中的流體不必相同，且可應用於校驗環境(常溫常壓)以外的熱流系統。
20. 依據申請專利範圍第1項之量測裝置，跨接於上游側與下游側兩圓錐管之入口與出口的靜壓差(DP-1)的兩個量測孔(F)與(C)之間的距離和靜壓差(DP-4)的兩個量測孔(G)與(C)之間的距離不必相同。
21. 依據申請專利範圍第1項之量測裝置，動壓差(DP-2)的



421710

修正圖

修正 本 89 年 6 月 日
補充

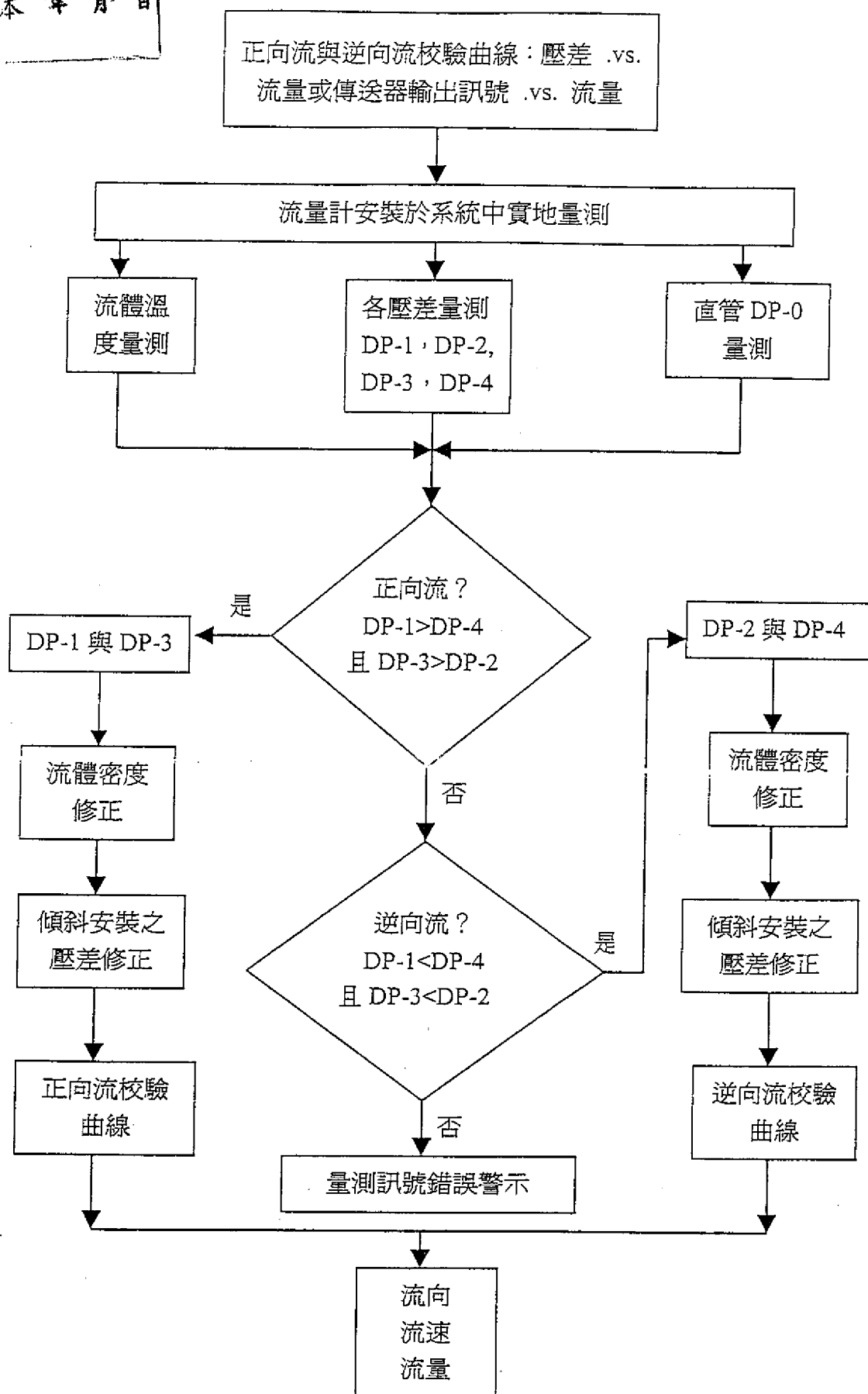


圖 五

三圖