



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I732351 B

(45) 公告日：中華民國 110 (2021) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：108142158

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 11 月 20 日

(51) Int. Cl. : **G01F15/00 (2006.01)**

(71) 申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號

(72) 發明人：蔡明倫 CHAI, MIN-LUN (TW)；林昆民 LIN, KUN-MIN (TW)；林鴻文 LIN, HUNG-WEN (TW)

(74) 代理人：許世正

(56) 參考文獻：

TW I381259

TW I654415

CN 1233989C

CN 102252728B

JP 5914877B2

US 9506785B2

審查人員：張耕誌

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：10 共 27 頁

(54) 名稱

管路流量量測系統及其方法

(57) 摘要

一種管路流量量測系統，用於量測一管路的一待測段內的流體的流量，而管路流量量測系統包括第一感測器組、第二感測器組以及運算裝置。第一感測器組及第二感測器組分別用於組接於待測段的相異二端，而運算裝置電性連接於第一感測器組以及第二感測器組。運算裝置依據傳輸於第一感測器組及第二感測器組之間的多筆感測訊號對，來計算一組量測流速且儲存由多次執行一監督式學習而產生的多個分類演算法及一流量修正係數資料庫。運算裝置依據該些分類演算法判斷該組量測流速所屬的流場種類，且從流量修正係數資料庫取得對應流場種類的流量修正係數，以及依據流量修正係數及該組量測流速以計算流量。

A tube flow rate measurement system is configured to measure a fluid flow rate of a fluid passing through a test segment of a tube, and the fluid flow rate measurement system comprises a first sensor set, a second sensor set, and a computing device. The first sensor set and the second sensor set are respectively configured to connect with two ends of the test segment, and the computing device is electrically connected to the first sensor set and the second sensor set. The computing device calculates a fluid velocity set according to a plurality of sensing signal pairs transmitted between the first sensor set and the second sensor set, and the computing device stores a plurality of classifications which is generated by executing a supervised learning many times and a fluid flow rate correction coefficient database. The computing device determines a flow field type of the fluid velocity set according to the classifications, and obtains a fluid flow rate correction coefficient corresponding to the flow field type of the fluid velocity set from the fluid flow rate correction coefficient database, and calculate the fluid flow rate according to the fluid flow rate correction coefficient and the fluid velocity set.

指定代表圖：

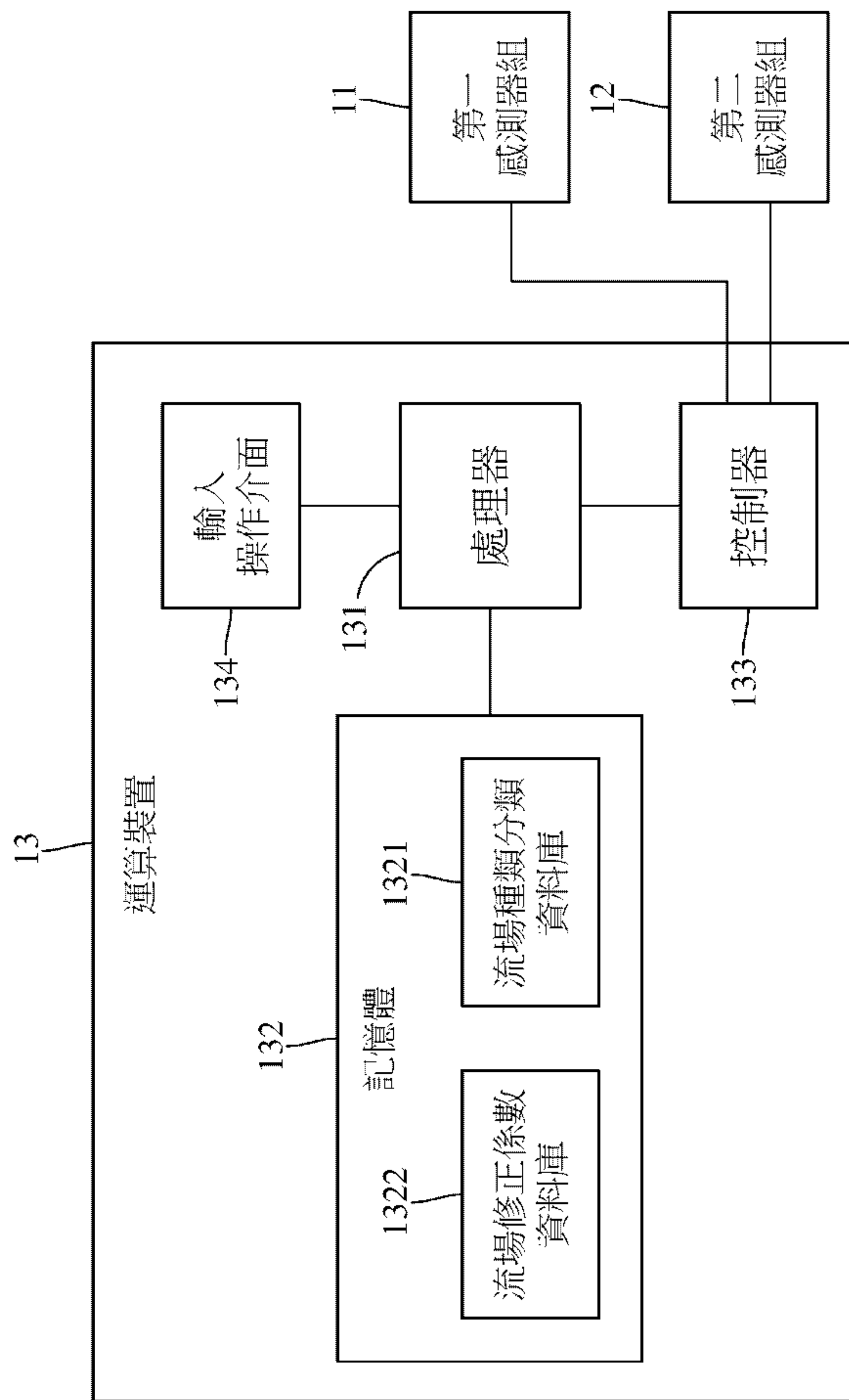


圖 1

符號簡單說明：

11 第一感測器組

12 第二感測器組

13 運算裝置

131 處理器

132 記憶體

1321 流場種類分類資料庫

1322 流量修正係數資料庫

133 控制器

134 輸入操作介面



I732351

申請案號： 108142158

申請日： 108年11月20日

IPC 分類： **G01F 15/00** (2006.01)**【發明摘要】****【中文發明名稱】** 管路流量量測系統及其方法**【英文發明名稱】** TUBE FLOW RATE MEASUREMENT SYSTEM AND
METHOD THEREOF**【中文】**

一種管路流量量測系統，用於量測一管路的一待測段內的流體的流量，而管路流量量測系統包括第一感測器組、第二感測器組以及運算裝置。第一感測器組及第二感測器組分別用於組接於待測段的相異二端，而運算裝置電性連接於第一感測器組以及第二感測器組。運算裝置依據傳輸於第一感測器組及第二感測器組之間的多筆感測訊號對，來計算一組量測流速且儲存由多次執行一監督式學習而產生的多個分類演算法及一流量修正係數資料庫。運算裝置依據該些分類演算法判斷該組量測流速所屬的流場種類，且從流量修正係數資料庫取得對應流場種類的流量修正係數，以及依據流量修正係數及該組量測流速以計算流量。

【英文】

A tube flow rate measurement system is configured to measure a fluid flow rate of a fluid passing through a test segment of a tube, and the fluid flow rate measurement system comprises a first sensor set, a second sensor set, and a computing device. The first sensor set and the second sensor set are respectively configured to connect with two ends of the test segment, and the computing device is electrically connected to the first sensor set

and the second sensor set. The computing device calculates a fluid velocity set according to a plurality of sensing signal pairs transmitted between the first sensor set and the second sensor set, and the computing device stores a plurality of classifications which is generated by executing a supervised learning many times and a fluid flow rate correction coefficient database. The computing device determines a flow field type of the fluid velocity set according to the classifications, and obtains a fluid flow rate correction coefficient corresponding to the flow field type of the fluid velocity set from the fluid flow rate correction coefficient database, and calculate the fluid flow rate according to the fluid flow rate correction coefficient and the fluid velocity set.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 11 第一感測器組
- 12 第二感測器組
- 13 運算裝置
 - 131 處理器
 - 132 記憶體
 - 1321 流場種類分類資料庫
 - 1322 流量修正係數資料庫
 - 133 控制器
 - 134 輸入操作介面

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 管路流量量測系統及其方法

【英文發明名稱】 TUBE FLOW RATE MEASUREMENT SYSTEM AND
METHOD THEREOF

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種管路內流體的流量之量測系統及其量測方法。

【先前技術】

【0002】 目前的中央空調系統由於涉及多種設備之間的熱傳遞、水量、風量、冷媒量之調控，若多種設備之間的運轉協調不良，將出現電能虛耗之情形。中央空調系統之各種設備之中，以水側系統（water-side system）的耗電量最大，因此水側系統的效能對於中央空調系統的節能效率有決定性影響。水側系統包含冰水主機、冰水泵與冷卻水塔，其中水側系統的運作效能通常以 kW/RT 為判斷基準，其中 kW 為水側系統的總耗電量，而 RT 為依據冰水流量以及冰水進出口溫差所計算出的供應冷凍噸。當 kW/RT 的數值愈小，即表示水側系統的效能愈佳，進而影響中央空調系統的節能效率。

【0003】 由於水側系統的管路設計越來越複雜，造成許多長度較短的管路內的流體無法形成完全發展流（fully developed flow），而目前的流量量測技術對於非完全發展流(non-fully developed flow)的流量之量測，誤差甚至可達 10%，導致無法準確量測中央空調水側系統的效能，進而造成節能改善措施不易執行及難以驗證成效。目前國內的商辦建築通常都採用中央空調系統，使得中央空調系統之耗電為國內用電的最大宗，因應目前電廠發電經常超載的問題，實有必要精確地控管水側系統之流量及效能，以達到節能減碳的效果。

【發明內容】

【0004】 本發明提供一種管路流量量測系統及其方法，無論管路內的流體屬於非完全發展流或完全發展流，都可精確地量測到管路內的流體的流量，進而達到節能減碳的效果。

【0005】 本發明所揭露的一種管路流量量測系統，其用於量測管路的待測段內的流體的流量，該管路流量量測系統包括第一感測器組、第二感測器組以及運算裝置，第一感測器組及第二感測器組分別用於組接於待測段的相異二端，而運算裝置電性連接於第一感測器組以及第二感測器組。運算裝置依據傳輸於第一感測器組及第二感測器組之間的多筆感測訊號對來計算一流速組合，且儲存透過執行多次監督式學習而產生的多個分類演算法及流量修正係數資料庫。運算裝置依據該些分類演算法以判斷該流速組合所屬於的流場種類、從流量修正係數資料庫取得對應流場種類的流量修正係數、以及依據流量修正係數以及該流速組合以計算流體之流量。

【0006】 本發明所揭露的一種量測管路流量的方法，其用於量測管路的待測段內的流體的流量，包括：以運算裝置讀取傳輸於第一感測器組及第二感測器組之間的多筆感測訊號對；以運算裝置依據該些感測訊號對以計算流體的一流速組合，其中運算裝置儲存有透過執行多次監督式學習而產生的多個分類演算法及流量修正係數資料庫；以該些分類演算法判斷該流速組合所屬於的流場種類；以流場種類從流量修正係數資料庫取得對應流場種類的流量修正係數；以及以運算裝置依據該流速組合與流量修正係數計算流體之流量。

【0007】 本發明所揭露的管路流量量測系統及量測管路流量的方法，舉例透過多次執行屬於監督式學習的支持向量機所產生的多個不同的分類演算法，即便管路內的流體屬於非完全發展流，也可準確地依據該些超平面方程式判斷該流體所屬於的流場種類，以便依據流場種類從修正係數資料庫中取得合適的流量修正係數。如此一來，運算裝置便可依據流體的流

速資料去精確地判斷流體所屬於的流場種類，依據流場種類找出對應的流量修正係數，依據流量修正係數計算出更精確的流體流量、依據精確的流量值可有效率地監控水側系統的效能，進而達到節能減碳的效果。

【0008】 以上之關於本揭露內容之說明及以下之實施方式之說明係用以示範與解釋本發明之精神與原理，並且提供本發明之專利申請範圍更進一步之解釋。

【圖式簡單說明】

【0009】

圖 1 係繪示本發明所揭露的管路流量量測系統的第一實施例的功能方塊圖。

圖 2 係繪示本發明所揭露的管路流量量測系統應用於管路的第一實施態樣的示意圖。

圖 3 係繪示圖 2 的另一視角的示意圖。

圖 4 係繪示本發明所揭露的管路流量量測系統應用於管路的第二實施態樣的示意圖。

圖 5 係繪示本發明所揭露的管路流量量測系統應用於管路的第三實施態樣的示意圖。

圖 6 係繪示本發明所揭露的量測管路流量的方法的一實施例的方法流程圖。

圖 7 係繪示圖 6 所揭露的判斷管路的流體所屬於的流場種類的詳細流程圖。

圖 8 係繪示圖 6 所揭露的判斷管路的流體所屬於的流場種類的示意圖。

圖 9 係繪示本發明建立流量修正係數的一實施例的方法流程圖。

圖 10 係繪示本發明執行機器學習程序以建立流場種類分類資料庫的一實施例的方法流程圖。

【實施方式】

【0010】 以下在實施方式中詳細敘述本發明之詳細特徵以及優點，其內容足以使任何熟習相關技藝者了解本發明之技術內容並據以實施，且根據本說明書所揭露之內容、申請專利範圍及圖式，任何熟習相關技藝者可輕易地理解本發明相關之目的及優點。以下之實施例係進一步詳細說明本發明之觀點，但非以任何觀點限制本發明之範疇。

【0011】 圖 1 係繪示本發明所揭露的管路流量量測系統之第一實施例的功能方塊圖。如圖 1 所示，管路流量量測系統包括一第一感測器組 11、一第二感測器組 12 以及一運算裝置 13，而運算裝置 13 電性連接於第一感測器組 11 以及第二感測器組 12。運算裝置 13 例如為雲端主機、伺服器或行動通訊裝置，運算裝置包含一處理器 131、一記憶體 132、一控制器 133 以及一輸入操作介面 134，而處理器 131 電性連接於記憶體 132、控制器 133 以及輸入操作介面 134。記憶體 132 儲存有多個一流場種類分類資料庫 1321 及一個流量修正係數資料庫 1322，其中流場種類分類資料庫 1321 包含經由多次執行監督式學習(Supervised Learning)而產生的多個分類演算法(Classification)，而該些分類演算法用於分類多個不同的流場種類，而流量修正係數資料庫 1322 包含多個不同的流場種類以及對應於該些流場種類的多個不同的流量修正係數。在本實施例中，監督式學習舉例為一支持向量機(support vector machine)，每執行一次支持向量機可產生一個超平面方程式以分類出兩種流場種類，藉由多次執行支持向量機以產生多個不同的超平面方程式(hyperplane equation)而可分類出多個兩種的流場種類。舉例來說，流場種類分類資料庫 1321 包含由執行支持向量機而產生的第一超平面方程式以及第二超平面方程式，第一超平面方程式用於判斷流體模型是否屬於 A 流場，第二超平面方程式用於判斷流場模型是否屬於 B 流場。流量修正係數資料庫 1322 包含有流場 A 及其對應的流量修正係數 D1(例如 1.0)、以及流場 B 以其對應的流量修正係數 D2(例如 0.955)。

【0012】 使用者透過輸入操作介面 134 輸入一啟動指令，接著輸入操作介面 134 將傳送該啟動指令至處理器 131，而處理器 131 傳送啟動指令至控制器 133，而控制器 133 依據該啟動指令以致能第一感測器組 11 以及第二感測器組 12，如此一來，第一感測器組 11 以及第二感測器組 12 便可感測管路內流體的狀態以產生感測訊號，並傳送感測訊號至控制器 133，控制器 133 再傳輸感測訊號至處理器 131 以進行後續流量計算。

【0013】 圖 2 係繪示本發明所揭露的管路流量量測系統應用於管路的第一實施態樣的示意圖，而圖 3 係繪示圖 2 的另一視角的示意圖。如圖 2 所示，管路流量量測系統用於量測管路 T 的待測段內的流體的流量，其中待測段可為管路 T 或者管路 T 的一部份。在本實施例中，待測段為管路 T，所以待測段的相異兩端分別為管路 T 的入口端 Ex 以及出口端 En，而該第一感測器組 11 以及該第二感測器組 12 分別組接於管路 T 的入口端 Ex 以及出口端 En。

【0014】 完全發展流的流體的流速分佈均勻，僅需要一筆流速資料即可正確地表示流體的實際狀態。然而非完全發展流的流速分佈不均勻，一筆流速資料無法正確地表示流體的實際狀態，必須依據多筆依據流速資料才能正確地表示流體的實際狀態。為了正確地表示非完全發展流的流體的實際狀態，必須於管路上設置足夠數量的感測器。在本實施例中，該第一感測器組 11 包含多個第一感測器 111~114，該第二感測器組 12 包含多個第二感測器 121~124。在本實施例中，該些第一感測器 111~114 以及該些第二感測器 121~124 均為超音波感測器。管路 T 的入口端 Ex 設有第一位置至第四位置 P1~P4，而該第一位置至該第四位置 P1~P4 彼此之間間距相等且位於管路 T 的外部，而該些第一感測器 111~114 分別組接於第一位置至第四位置 P1~P4。管路 T 的出口端 En 設有第五位置至第八位置 P5~P8，而該第五位置至該第八位置 P5~P8 彼此之間間距相等且第五位置至第八位置 P5~P8 位於管路 T 的外部，而該些第二感測器 121~124 分別組接於

第五位置至第八位置 P5~P8。管路 T 定義一中心軸 L 以及通過該中心軸 L 的一截面 N，而中心軸 L 位於截面 N 上。該些第一感測器 111~114 位於截面 N 的左側，而該些第二感測器 121~124 位於截面 N 的右側。記憶體 132 內更儲存有權重組合，其中該權重組合關連於該第一感測器組 11 以及該第二感測器組 12 於管路 T 的設置位置以及管路 T 的徑長。

【0015】 當第一感測器組 11 作為訊號發送端，同一時間只有一個第一感測器發送感測訊號，而可由該些第二感測器接收。當該第二感測器組 12 作為訊號發送端，同一時間下僅有一個第二感測器發送感測訊號，而可由該些第一感測器接收。如圖 3 所示，第一感測器 111 與該些第二感測器 121~124 之間具有不同的量測路徑 C1~C4，第一感測器 112 與該些第二感測器 121~124 之間具有不同的量測路徑 C5~C8，第一感測器 113 與該些第二感測器 121~124 之間具有不同的量測路徑 C9~C12，而第一感測器 114 與該些第二感測器 121~124 之間具有不同的量測路徑 C13~C16。舉例而言，當第一感測器 111 發送第一感測訊號時，其他第一感測器 112~114 不會發送任何感測訊號，且由該些第二感測器 121~124 分別經由量測路徑 c1~c4 接收第一感測訊號。當第二感測器 121 發送第二感測訊號時，其他第二感測器 122~124 不會發送第二感測訊號，且由該些第一感測器 111~114 分別經由量測路徑 C1、C5、C9 及 C13 接收第二感測訊號。傳送於同一量測路徑(例如 C1)上的一個第一感測訊號以及一個第二感測訊號定義為一個感測訊號對，在本實施例中，第一感測器與第二感測器各具有四個，所以可形成 16 筆感測訊號對。藉此，處理器 131 依據傳輸於第一感測器組 11 及第二感測器組 12 之間的 16 筆感測訊號對計算出一流速組合，而該流速組合包含有 16 筆流速資料，而處理器 131 用於計算流速 v 的公式推導如下：

$$\text{【0016】 } c - v \cos \theta = L/t_1 \quad (\text{式 1})。$$

$$\text{【0017】 } c + v \cos \theta = L/t_2 \quad (\text{式 2})。$$

【0018】 $2v\cos\theta=L(1/t_2-1/t_1)$ (式 3)。

【0019】 $v=(t_1-t_2)/2\cos\theta*(L/(t_1*t_2))$ (式 4)。

【0020】 於上列方程式中，各參數代表的意義列示如下。c：聲速，L：量測路徑長度， θ ：聲波傳送角度，v：流速，t1：逆流狀態下之聲波傳送時間，t2：順流狀態下之聲波傳送時間。

【0021】 處理器 131 依據該些超平面方程式判斷量測到的流速組合所屬於的流場種類。接著處理器 131 依據已確認的流場種類從流量修正係數資料庫 1321 取得對應之流量修正係數。處理器 131 依據流量修正係數、流速組合與權重組合計算出流體的流量，而處理器 131 計算流體的流量之公式如下：

【0022】 $Q=D*V_{set}*W_{set}$ (式 5)。

【0023】 於上列式 5 中，各參數代表的意義列示如下。Q：流量，D：流量修正係數，Vset：流速組合，Wset：權重組合。

【0024】 圖 4 係繪示本發明所揭露的管路流量量測系統應用於管路的第二實施態樣的示意圖。圖 4 與圖 2 之差異在於待測段 T1 為管路 T 的一部份，待測段 T1 介於管路 T 的入口端 Ex 以及出口端 En 之間，而第一感測器組 11 及第二感測器組 12 分別組接於待測段 T1 的相異二端。如此一來，第一感測器組 11 及第二感測器組 12 之間的量測路徑將不同於第一實施例的量測路徑。

【0025】 圖 5 係繪示本發明所揭露的管路流量量測系統應用於管路的第三實施態樣的示意圖。圖 5 與圖 2 之差異在於設置於管路 T 的入口端 Ex 的第一感測器的數量為一個。如此一來，傳遞於管路 T 的入口端 Ex 以及管路 T 的出口端 En 之間的感測訊號對為四筆，相對應地流速組合包含有四筆流速資料。

【0026】 在其他實施例中，設置於管路 T 的出口端 En 的第二感測器的數量為一個，而設置於管路 T 的入口端 Ex 的第一感測器的數量維持多

個。此外，管路 T 不限定為直管，亦可為曲管。

【0027】 圖 6 係繪示本發明所揭露的量測管路流量的方法之第一實施例的方法流程圖，而前述管路流量量測系統的任一實施例均可執行圖 6 的方法。如圖 6 所示，在步驟 S101，以控制器 133 分別致能組接於管路 T 的待測段的相異兩端的第一感測器組 11 以及第二感測器組 12。在步驟 S102，以處理器 131 讀取傳輸於第一感測器組 11 及第二感測器組 12 之間的多筆感測訊號對，其中感測訊號對的數量取決於第一感測器的數量以及第二感測器的數量。在步驟 S103，以處理器 131 依據該些感測訊號對去計算出管路的待測段內的一流速組合，而該流速組合包含有多筆流速資料，其中流速資料的筆數等於感測訊號對的筆數。在步驟 S104，以處理器 131 依據透過多次執行支持向量機而產生的多個不同的超平面方程式判斷管路的待測段內的流體的流速組合所屬於的流場種類。在步驟 S105，以處理器 131 依據已確認的流體的流場種類，從流量修正係數資料庫 1321 取得對應該流場種類的流量修正係數。在步驟 S106，以處理器 131 計算流速組合、權重組合以及流量修正係數之乘積以取得管路 T 的待測段內的流體的流量。

【0028】 在其他實施例中，可採用不同於支持向量機的監督式學習來產生多個分類演算法，而透過該些分類演算法來判斷管路的待測段內的流體的流速組合所屬於的流場種類。

【0029】 圖 7 係繪示圖 6 所揭露的判斷管路內的流體所屬於的流場種類的詳細流程圖，而圖 8 係繪示圖 6 所揭露的判斷管路內的流體所屬於的流場種類的示意圖。如圖 7 所示，在步驟 S1041，舉例依據支持向量機的多項式核心函式 (polynomial kernel function) 將量測到的流速組合以投影至核心空間 (kernel space)，且該核心空間內包含有由該些超平面方程式所區分的多個區域空間，而該些區域空間分別對應不同的流場種類，其中該些超平面方程式所表示的多個超平面之間彼此互不交集。在步驟 S1042，以處理器 131 判斷流速組合與該些超平面方程式之間的位置關係。在步驟

S1043，以該處理器 131 判斷流速組合所處的區域空間。

【0030】 如圖 8 所示，縱座標與橫座標的物理量可分別為流速組合(例如(V1,V2...V16))中之任二個流速(例如第一流速 V1 及第二流速 V2)。在核心空間中包含有第一超平面 HP1 以及第二超平面 HP2，第一超平面 HP1 所圍成的第一區域空間內分佈有同屬於第二流場 f2 的多個流體模型，第二超平面 HP2 所圍成的第二區域空間內分佈有同屬於第三流場 f3 的多個流體模型，而在第一區域空間之外以及第二區域空間之外分佈有屬於第一流場 f1 的多個流體模型。當處理器 131 判斷管路 T 內的流速組合位於第一區域空間內，則流體的流場種類屬於第二流場 f2。

【0031】 圖 9 係繪示本發明建立流量修正係數的一實施例的方法流程圖。如圖 9 所示，在步驟 S201：透過一流量計量測管路的待測段內的一流體模型的一實際流量。在步驟 S202：以第一感測器組 11 以及第二感測器組 12 量測待測段內的多筆感測訊號對。在步驟 S203：以處理器 131 依據該些感測訊號對去計算待測段內的一流速組合，該流速組合包含多個第一類型流速以及多個第二類型流速，其中第一類型流速的傳輸方向與通過管路的中心軸的截面相互垂直(意即水平流速)，而權重組合包含多個第一類型權重以及多個第二類型權重，該些第一類型權重對應於該些第一類型流速，該些第二類型權重對應於該些第二類型流速。在步驟 S204，以處理器 131 計算該些第一類型流速與該些第一類型權重之乘積以取得一估計流量。在步驟 S205，以處理器 131 將估計流量除以實際流量以取得一流量修正係數。依據圖 9 的建立流量修正係數方法對其他多個不同的流體模型計算其實際流量以及估計流場，便可建立流量修正係數資料庫。

【0032】 由於非完全發展流的流速分佈不均，難以利用人工分類或一般線性迴歸方式對非完全發展流之流體進行準確地分類。因此在以運算裝置 3 讀取該些感測訊號對之前，執行一機器學習程序以建立流場種類分類資料庫 1321，達到對非完全發展流之流體進行分類之目的。

【0033】 圖 10 係繪示執行機器學習程序建立流場種類分類資料庫的一實施例的流程圖。如圖 10 所示，機器學習以支持向量機為例，在步驟 S301，收集多個不同流場種類的流體模型組合以作為一訓練樣本，其中每一流體模型組合包含多個不同的流體模型，而每一流體模型由多筆流速資料來表示。舉例來說，收集 8 個同屬於 A 流場的不同的流體模型以組成第一流體模型組合，以及收集 10 個屬於 B 流場的不同的流體模型以組成第二流體模型組合。在步驟 S302，透過支持向量機分析該訓練樣本中屬於相同流場種類的流體模型的同質性。在步驟 S303，依據同質性分析結果建立多個不同的超平面(hyper-plane)方程式，且該些超平面方程式形成多個區域空間，而該些區域空間分別對應不同的流場種類。

【0034】 (表 1)

流體所在位置	2D	4D	6D	8D	10D
流體所屬流場種類	G	B	B	C	C
計算流量 (公尺 ³ /秒)	0.08569	0.08539	0.08456	0.08457	0.08452
計算流量與 實際流量之 誤差	1.05%	0.69%	-0.29%	-0.27%	-0.33%

【0035】 表 1 的參數 D 為管路 T 的直徑，而管路 T 的總長為直徑的 10 倍，分別於管路 T 的 2D、4D、6D、8D 以及 10D 的截面處進行流場種類之判斷以及流量之計算，其中在 2D~8D 的位置流通的流體屬於非完全發展流。由表 1 可知，本發明所揭露的管路流量量測系統及量測管路流量的方法，有效地將流量誤差降低至 2% 以下，即便管路 T 的總長僅為直徑的 2

倍，依據本發明所提供之量測管路流量的方法所計算出的流量能符合實際需求。

【0036】 綜上所述，本發明所揭露的管路流量量測系統及量測管路流量的方法，例如具有透過多次執行支持向量機而建立的流場種類分類資料庫，解決了以往利用人工分類或一般線性迴歸方式無法對非完全發展流之流體進行分類的問題。如此一來，運算裝置便可依據流速資料精確判斷其所屬於的流場種類，依據流場種類找出對應的流量修正係數，依據流量修正係數計算出更精確的流體流量、依據精確的流量值可有效率地監控水側系統的效能，進而達到節能減碳的效果。

【0037】 雖然本發明以前述之實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。在不脫離本發明之精神和範圍內，所為之更動與潤飾，均屬本發明之專利保護範圍。關於本發明所界定之保護範圍請參考所附之申請專利範圍。

【符號說明】

【0038】

- 11 第一感測器組
- 111~114 第一感測器
- 12 第二感測器組
- 121~124 第二感測器
- 13 運算裝置
- 131 處理器
- 132 記憶體
- 1321 流場種類分類資料庫
- 1322 流量修正係數資料庫
- 133 控制器
- 134 輸入操作介面

T 管路

T1 待測段

Ex 入口端

En 出口端

P1~P8 第一位置至第八位置

L 中心軸

N 截面

C1~C16 量測路徑

HP1 第一超平面

HP2 第二超平面

V1 第一流速

V2 第二流速

f1 第一流場

f2 第二流場

f3 第三流場

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種管路流量量測系統，用於量測一管路的一待測段內的流體的流量，該管路流量量測系統包括：

一第一感測器組及一第二感測器組，該第一感測器組及該第二感測器組分別組接於該待測段的相異二端；以及

一運算裝置，電性連接於該第一感測器組以及該第二感測器組，且依據傳輸於該第一感測器組及該第二感測器組之間的多筆感測訊號對，以計算一流速組合；

其中該運算裝置儲存有透過多次執行一監督式學習而產生的多個分類演算法及一流量修正係數資料庫，該運算裝置依據該些分類演算法以判斷該流速組合所屬於的一流場種類，該運算裝置從該流量修正係數資料庫取得對應該流場種類的一流量修正係數，該運算裝置依據該流量修正係數以及該流速組合以計算該流量。

【請求項2】 如請求項1所述之管路流量量測系統，其中該監督式學習為一支持向量機，而該些分類演算法為多個不同的超平面方程式。

【請求項3】 如請求項1所述之管路流量量測系統，其中該運算裝置以該流量修正係數、該流速組合以及一權重組合之乘積以取得該流量。

【請求項4】 如請求項1所述之管路流量量測系統，其中該第一感測器組包含多個第一感測器，該第二感測器組包含多個第二感測器，該待測段的該相異兩端分別為該管路的一入口端以及一出口端。

【請求項5】 如請求項 4 所述之管路流量量測系統，其中該管路定義一中心軸以及一截面，且該中心軸位在該截面，該些第一感測器位於該截面的一側，而該些第二感測器位於該截面的另一側。

【請求項6】 如請求項 1 所述之管路流量量測系統，其中該第一感測器組以及該第二感測器組組接於該管路的外部，該運算裝置通訊連接於該第一感測器組以及該第二感測器組。

【請求項7】 如請求項 1 所述之管路流量量測系統，其中該運算裝置包含一處理器、一控制器以及一記憶體，該處理器電性連接該記憶體以及該控制器，該記憶體儲存該些分類演算法及該流量修正係數資料庫，該控制器電性連接於該第一感測器組以及該第二感測器組，該控制器用於接收一啟動指令以致能該第一感測器組以及該第二感測器組。

【請求項8】 一種量測管路流量的方法，用於量測一管路的一待測段內的流體的流量，包括：

以一運算裝置讀取傳輸於一第一感測器組及一第二感測器組之間的多筆感測訊號對；

以該運算裝置依據該些感測訊號對計算該流體的一流速組合，其中該運算裝置儲存有透過多次執行一監督式學習而產生的多個分類演算法及一流量修正係數資料庫；

以該些分類演算法判斷該流速組合所屬於的流場種類；

以該流場種類從該流量修正係數資料庫取得對應該流場種類的一流量修正係數；以及

以該運算裝置依據該流速組合以及該流量修正係數計算該流量。

【請求項9】 如請求項 8 所述之量測管路流量的方法，其中該監督式學習為一支持向量機，而該些分類演算法為多個不同的超平面方程式。

【請求項10】 如請求項 8 所述之量測管路流量的方法，其中該運算裝置以該流速組合、該流量修正係數以及一權重組合之乘積以取得該流量。

【請求項11】 如請求項 8 所述之量測管路流量的方法，更包含在以該運算裝置讀取該些感測訊號對之前，執行一機器學習程序，該機器學習程序包含：收集不同流場種類之多個流體模組組合以作為一訓練樣本，而每一流體模型組合包含多個不同的流體模型；以及透過對於該訓練樣本執行多次該監督式學習以產生該些分類演算法。

【請求項12】 如請求項 8 所述之量測管路流量的方法，其中該第一感測器組包含多個第一感測器，該第二感測器組包含多個第二感測器，每一第一感測器發出一第一感測訊號由該些第二感測器所接收，每一第二感測器發出一第二感測訊號由該些第一感測器所接收。

【請求項13】 如請求項 12 所述之量測管路流量的方法，其中該管路定義一中心軸以及通過該中心軸之一截面，且該中心軸位在該截面，該些第一感測器與該些第二感測器之間包含有多個不同的量測路徑，該些量測路徑之一部份通過該中心軸。

【發明圖式】

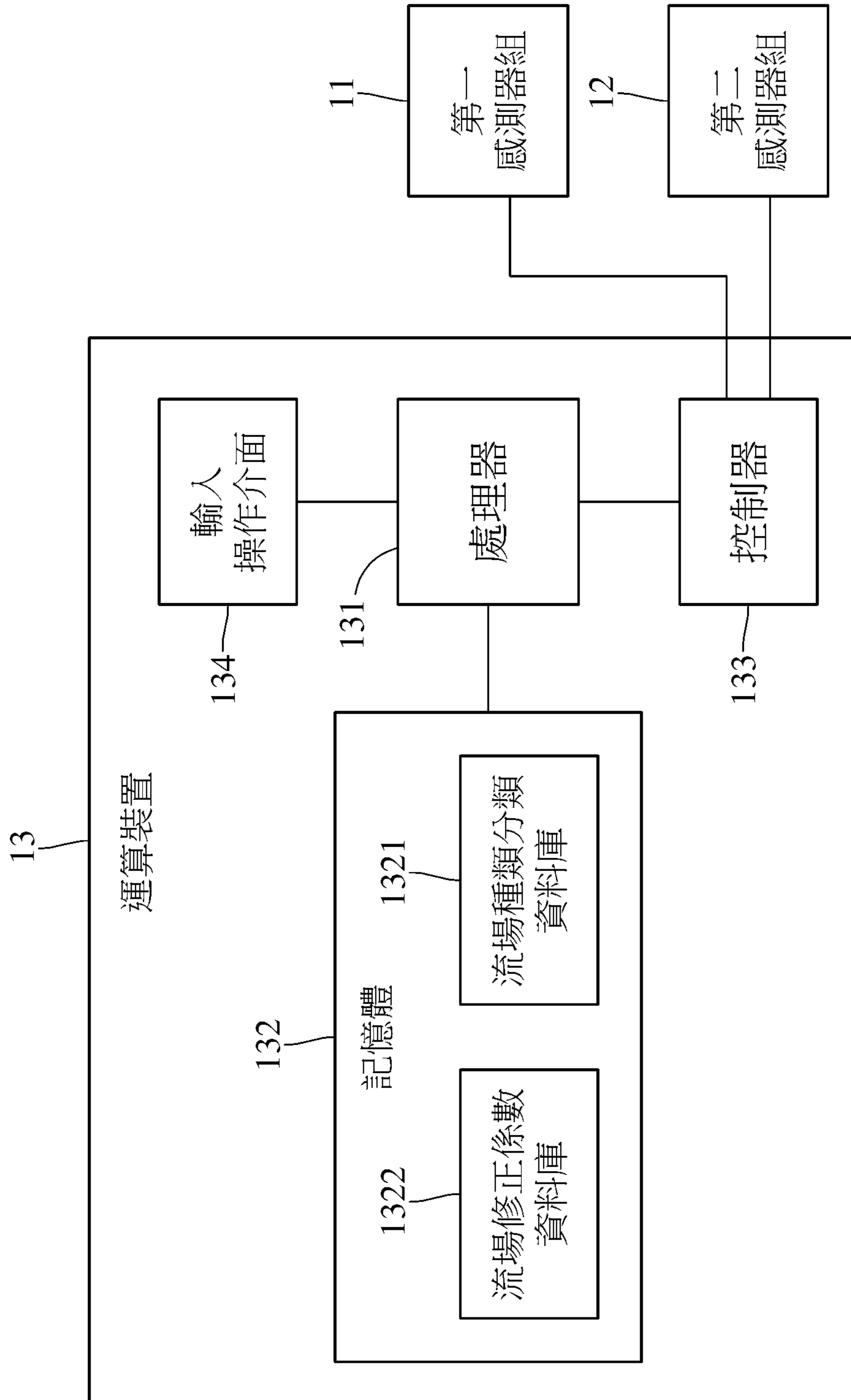


圖 1

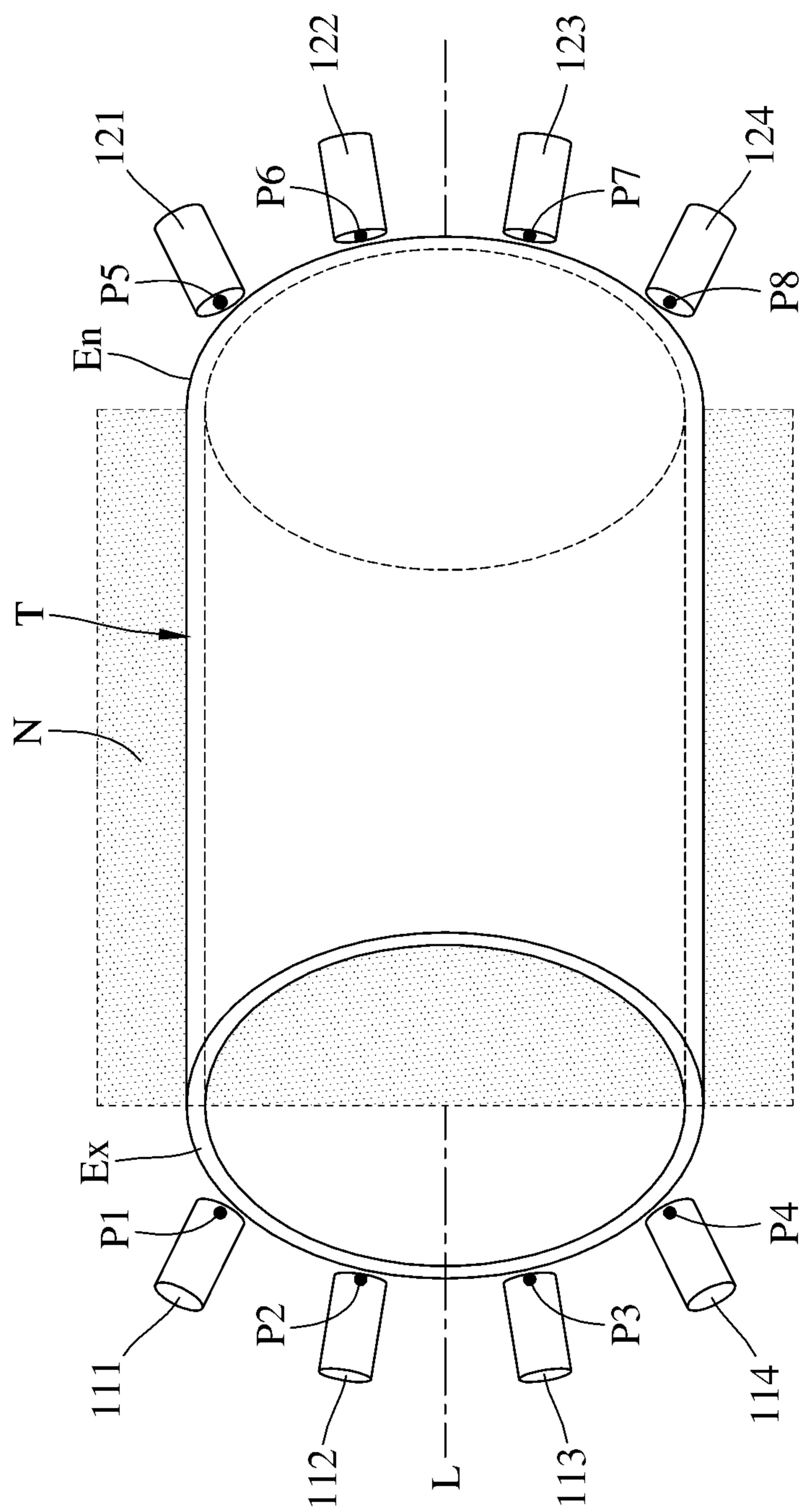


圖 2

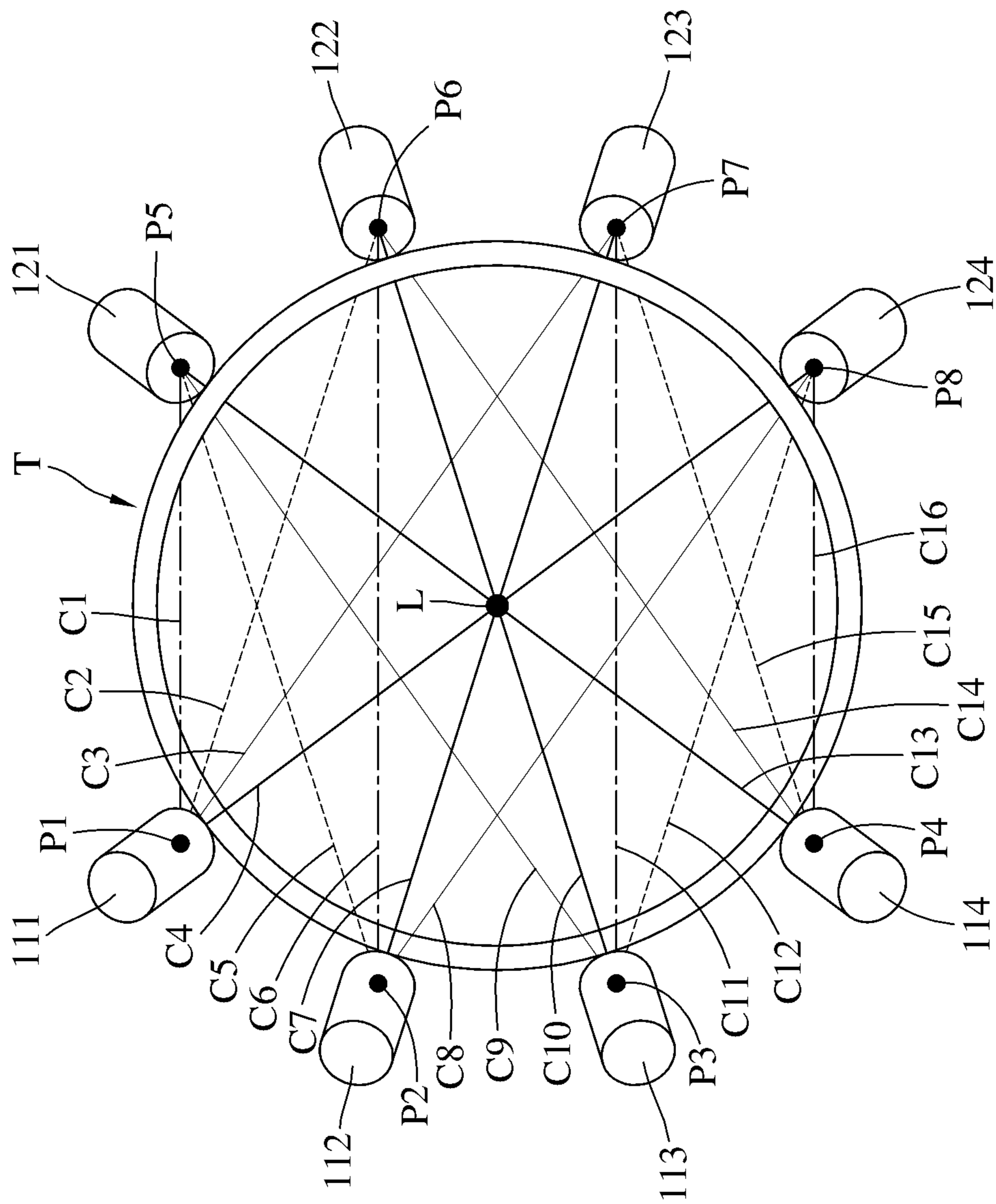


圖 3

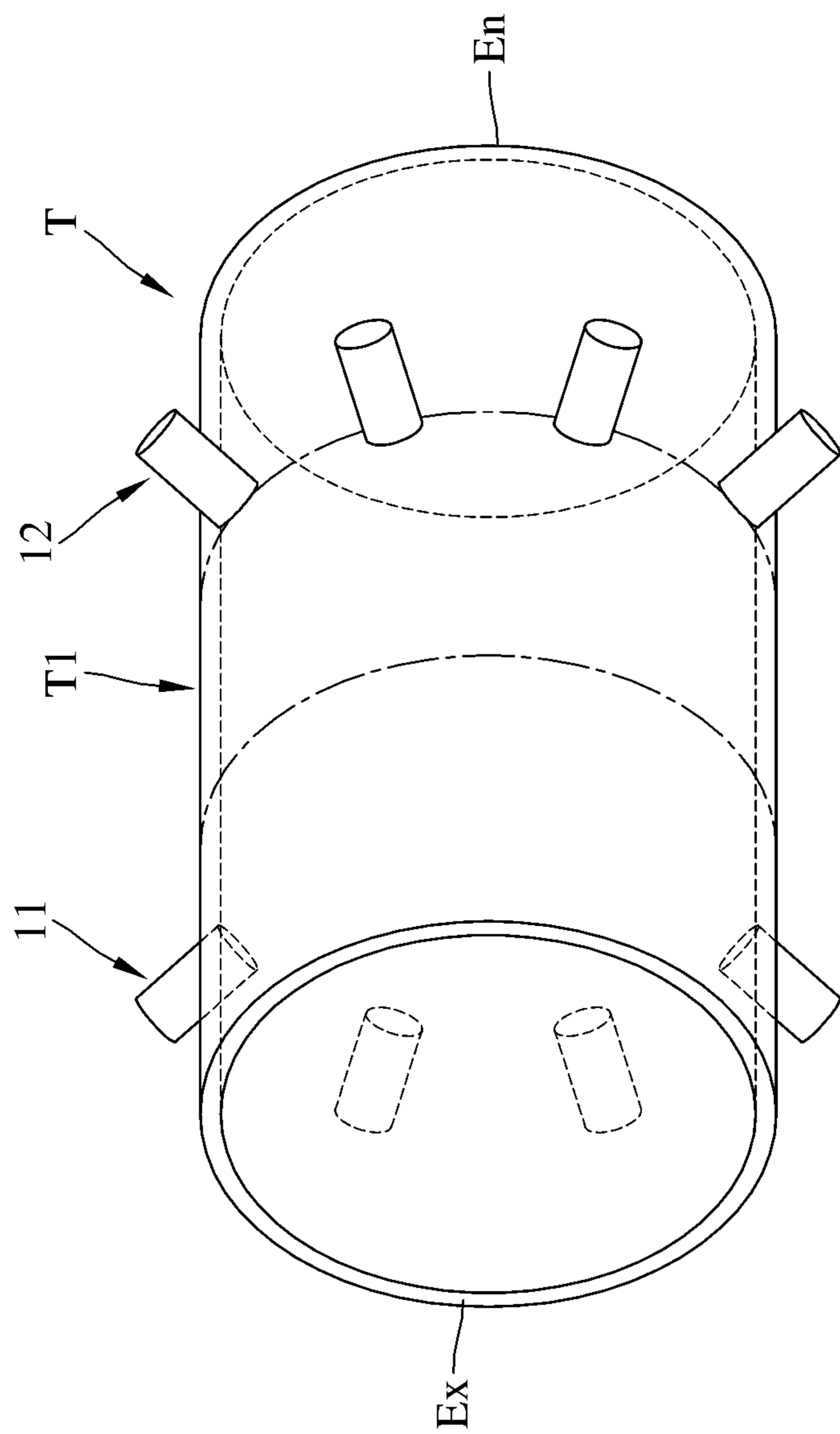


圖 4

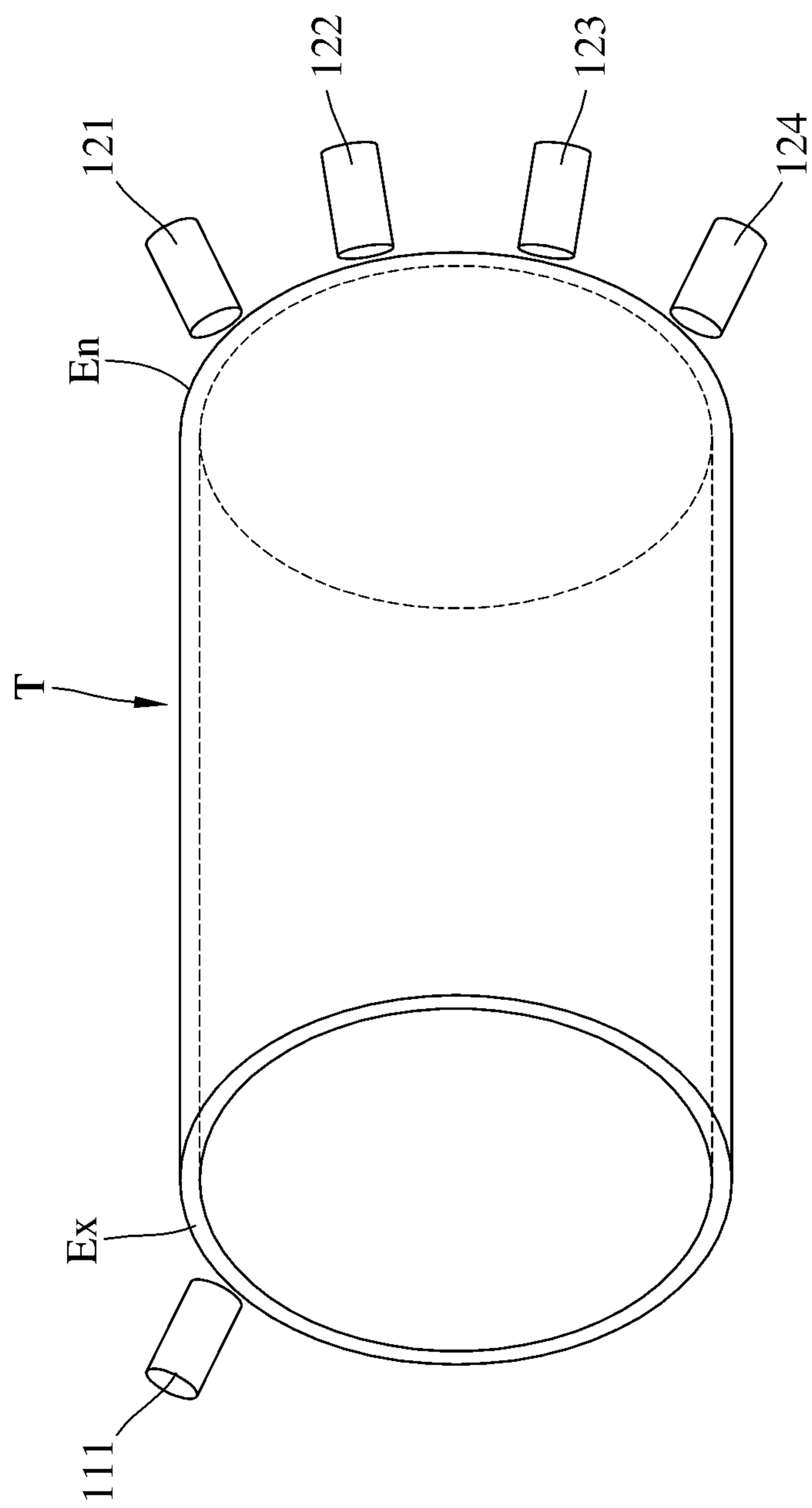


圖 5

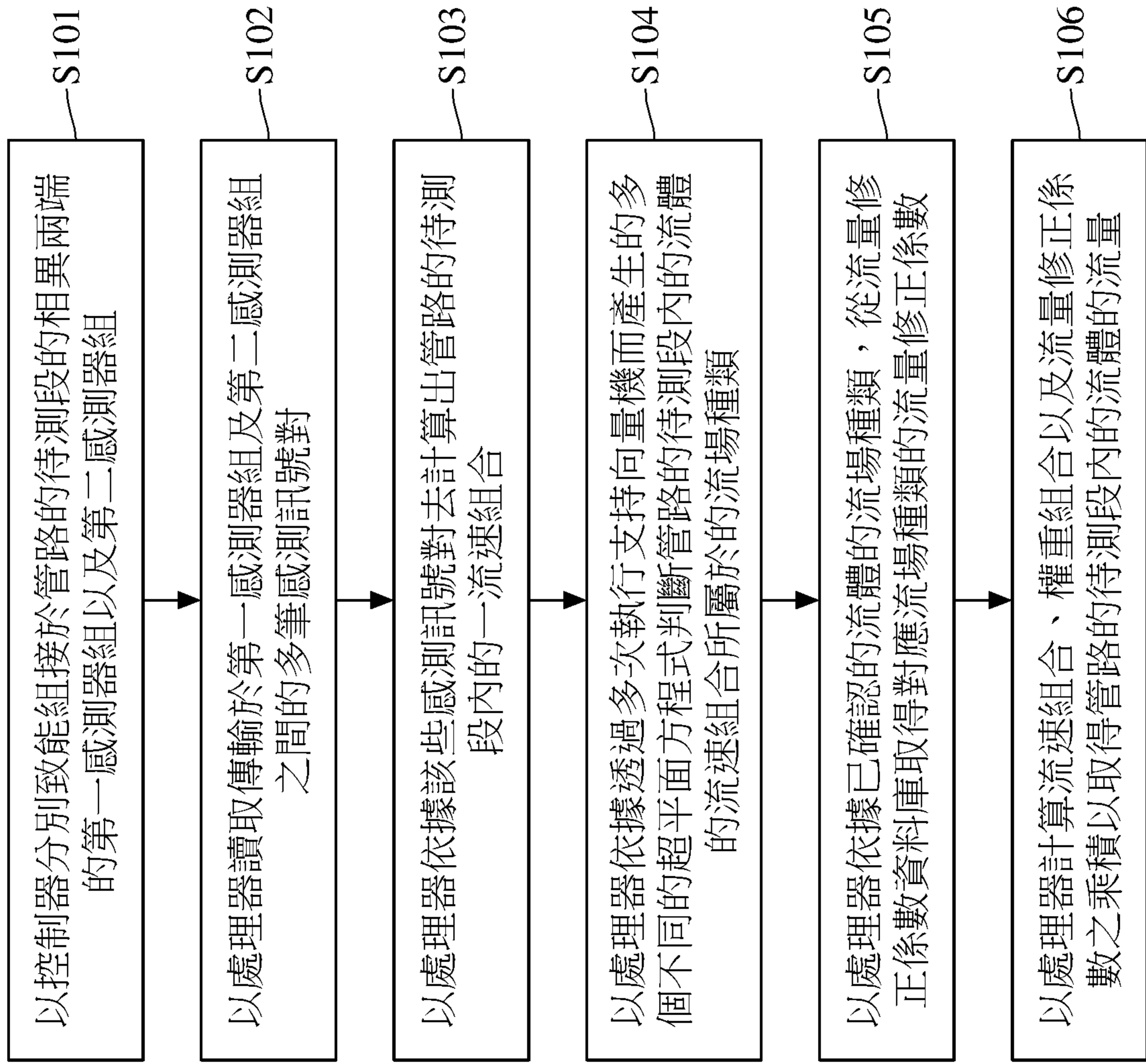


圖 6

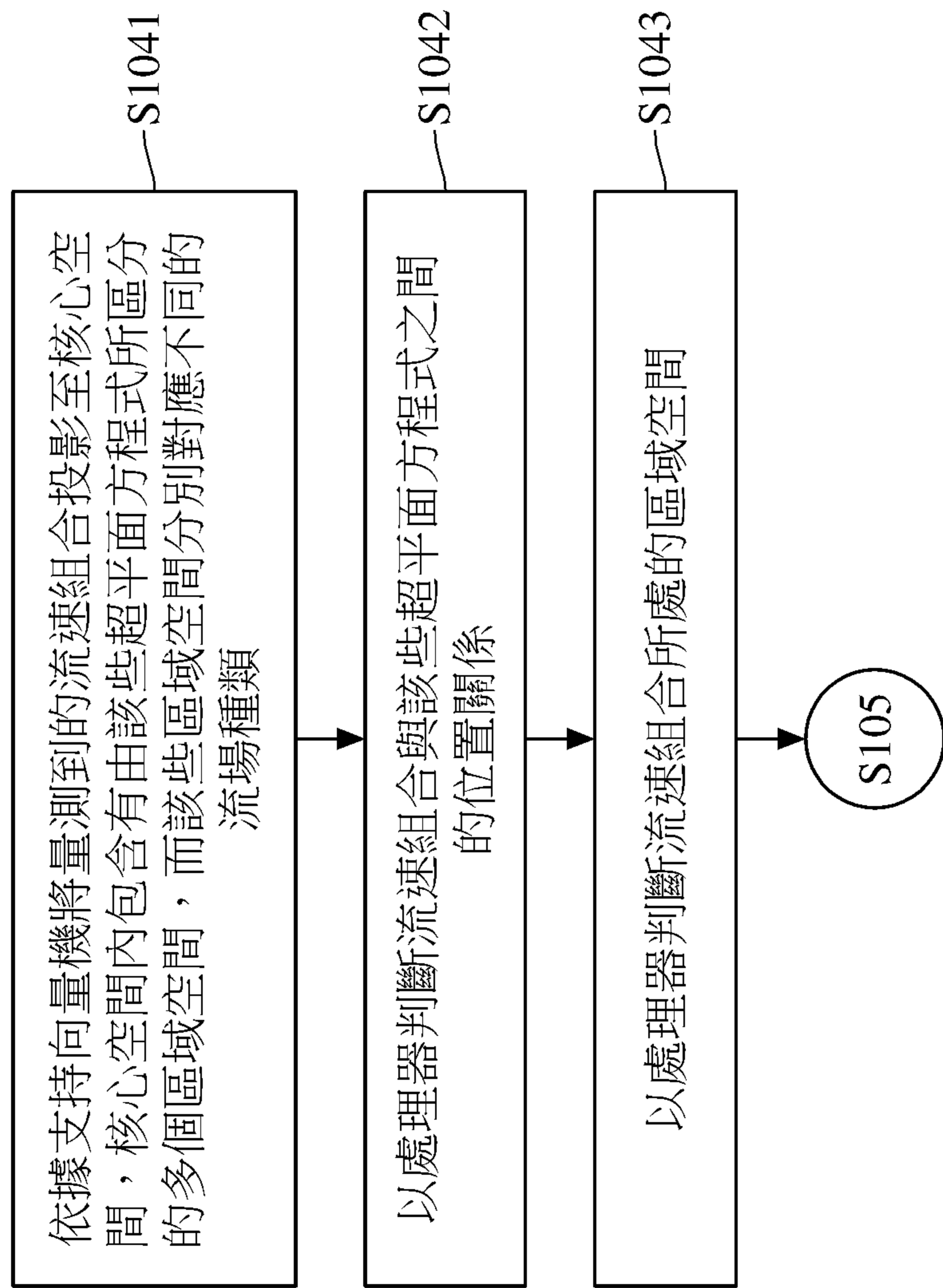


圖 7

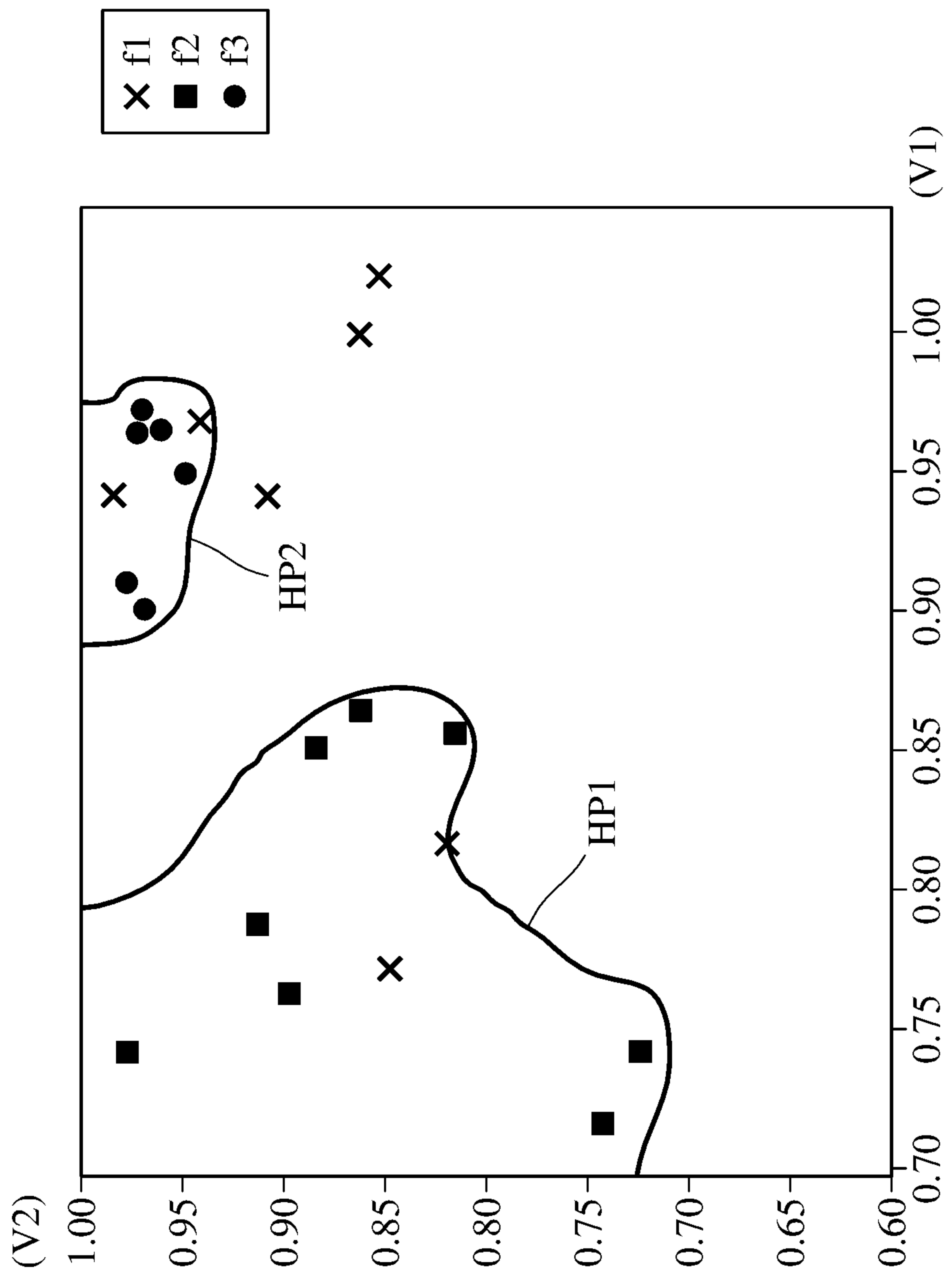


圖 8

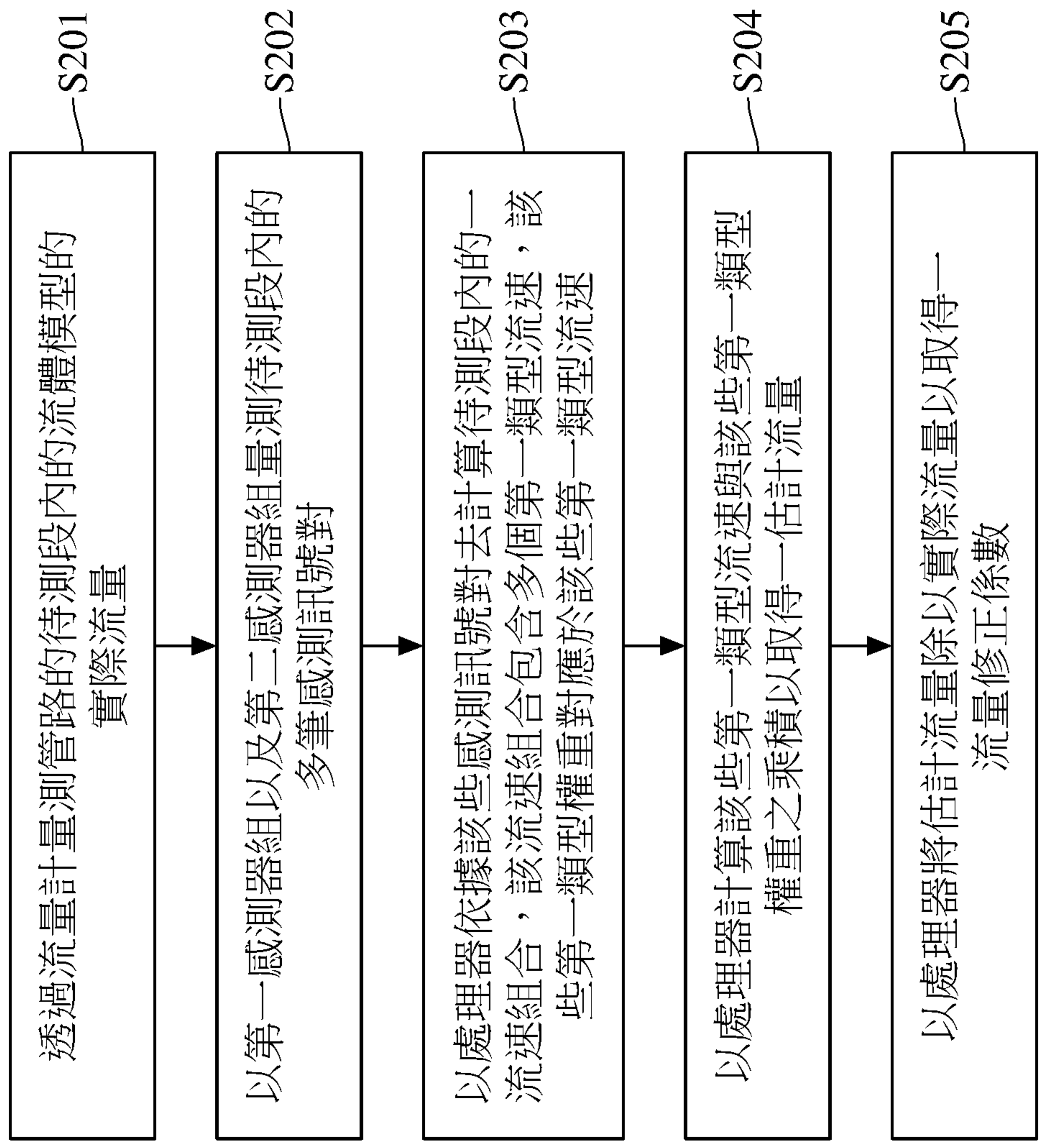


圖 9

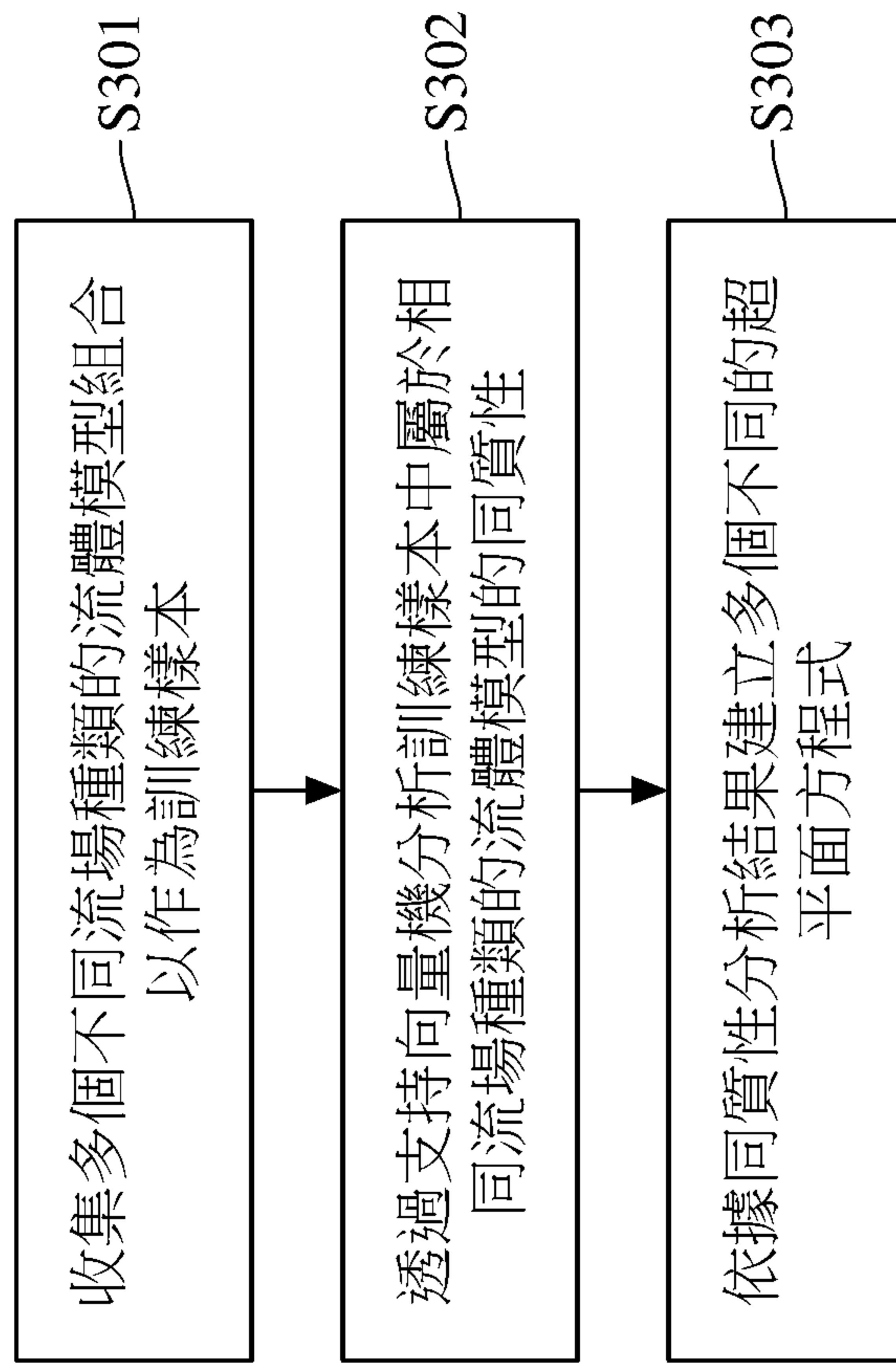


圖 10