

397922

397922

申請日期	87 年 5 月 28 日
案 號	87108306
類 別	G01F 3/00 1/26 G01P 5/00

修正

補充

本88年6月28日

C4

(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	測量密度及質量流量的方法
	英 文	Process for measuring density and mass flow
二、發明 創作人	姓 名	(1) 爾李奇·李貝爾 Riebel, Ulrich (2) 彼德·卡奇肯 Khatchikian, Peter
	國 籍	(1) 德國 (2) 德國
	住、居所	(1) 德國布里森多夫街35號 Dorfstrasse 35, DE-03069 Briesen, Germany (2) 德國卡特柏斯古雅者街31號 Goyatzer Strasse 31, DE-03044 Cottbus, Germany
	代 表 人 姓 名	(1) 武夫剛·偉伯 Weber, Wolfgang 馬特斯·史契夫 Schafer, Matthias
三、申請人	姓 名 (名稱)	(1) 提古沙-胡斯股份有限公司 Degussa-Huls Aktiengesellschaft
	國 籍	(1) 德國
	住、居所 (事務所)	(1) 德國馬爾市保羅布門路一號 Paul-Baumann-Strasse 1, DE-45764 Marl, Germany
	代 表 人 姓 名	(1) 武夫剛·偉伯 Weber, Wolfgang 馬特斯·史契夫 Schafer, Matthias

裝

訂

線

397922

397922

申請日期	87 年 5 月 28 日
案 號	87108306
類 別	G01F 3/00 1/26 G01P 5/00

修正

補充

本88年6月28日

C4

(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	測量密度及質量流量的方法
	英 文	Process for measuring density and mass flow
二、發明 創作人	姓 名	(1) 爾李奇·李貝爾 Riebel, Ulrich (2) 彼德·卡奇肯 Khatchikian, Peter
	國 籍	(1) 德國 (2) 德國
	住、居所	(1) 德國布里森多夫街35號 Dorfstrasse 35, DE-03069 Briesen, Germany (2) 德國卡特柏斯古雅者街31號 Goyatzer Strasse 31, DE-03044 Cottbus, Germany
	代 表 人 姓 名	(1) 提古沙-胡斯股份有限公司 Degussa-Huls Aktiengesellschaft
三、申請人	國 籍	(1) 德國
	住、居所 (事務所)	(1) 德國馬爾市保羅布門路一號 Paul-Baumann-Strasse 1, DE-45764 Marl, Germany
	代 表 人 姓 名	(1) 武夫剛·偉伯 Weber, Wolfgang 馬特斯·史契夫 Schafer, Matthias

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權
德國 1997 年 5 月 28 日 197 22 274.9 ☒有主張優先權

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

本發明係關於在以氣體做為流體相態之彌散系統中測量密度及質量流量的方法。

[習用方法]

依據超音波脈衝傳輸時間之決定而在液體和氣體中測量質量流量的器具係由例如潘那有限公司 (Panametric Ltd) 所製造者。

由高培爾 (Gopel W)、黑謝 (Hesse J)、芮美爾 (Zemel Z N) 等人所著之「感測器」第七卷 (機械感測器)，1993年由VCH Weinheim公司出版 (編號 I S B N 3 - 5 2 7 - 2 6 7 7 3 - 5)，其中包括測量最大相異物理量之方法匯編，其中亦提及 (超) 音波技術。在多成份氣體中測量密度方面，焦點在從所量測之音速中計算氣體密度之可能性。

在測量流率及質量流量方面 (例如在水中及其他液體)，所述方法涉及使超音波脈動傾斜地傳遞通過內部有液體流經之管子。在精煉等特殊應用上，在氣體流量的漏氣流係經由分子量之改變而得到證實。

[史摩林 (Smalling J W)、布拉斯威爾 (Braswell L D)、林渥斯 (Lynnworth L C)、華里斯 (Wallace D R) I S A (1 9 8 4) 2 7 - 3 8，加工工業儀器使用協議，第三十九年會報，以及上述三人之美國第 4，596，133號專利 (1986年)]。

本發明提供一種在以氣體做為流體相態之彌散系統中

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(2)

測量密度和質量流量的方法，該系統之特徵在於：音波的傳播速度之測量是在流動瀾散系統的流動方向及相反方向。

音波可以連續聲音形式或聲音脈衝形式。

1. 物理背景

1. 1 測量懸浮體密度

在純氣體中，聲音之速度僅依介質之密度及可壓縮性而定，例如下列方程式在空氣中成立：

$$C_L = \sqrt{\frac{1}{K_L \cdot P_L}} \quad (1)$$

其中 C_L 為聲音在空氣中之速度 (m/s)， K_L 為空氣的可壓縮性 (m^2/N)，而 P_L 為空氣密度 (kg/m^3)。

在瀾散系統中，聲音之速度與聲音波長和瀾散粒子大小非常有關。然而，若粒子小於波長甚多，相對於聲音之傳播，懸浮體有如一均勻系統，而方程式 (1) 適用。因此必須使用二相態之平均值以用於密度和可壓縮性，亦即：

$$C_{susp} = \sqrt{\frac{1}{K \cdot P}} \quad (2)$$

$$K = (1 - C_v) \cdot K_L + C_v \cdot K_p \quad (3)$$

$$P = (1 - C_v) \cdot P_L + C_v \cdot P_p \quad (4)$$

其中 C_v 為體積濃度 (m^3/m^3)

L 為空氣， P 為粒子

五、發明說明(3)

若在懸浮體中測得音速，可由方程式(2)~(4)計算導出粒子體積濃度。次之，可由此結果輕易得到容積密度或傳輸密度。圖1所示者為以程式(2)計算得到之音速對容積密度圖。若容積密度更高，音速將再度上升。若密度能有如此大之值，則所測得C值對容積密度的不清楚對應關係值為不可能者。若為輕容積材料，例如氣溶硅或炭黑，根據原理，曲線之單調下降區適用。

當然得檢查粒子相對於波長是否夠小，音波代表空氣之振動，其或多或少強烈地傳到粒子。若粒子能完全符合空氣之振動，亦即其擺動振幅恰與空氣完全相同，則均勻介質之假設適用。在二振幅之比率方面，史骨德芮克(Skudrzyk)在其「Grundlagen der Akustik」一書(Springer Verlag 1954年出版)中介紹一種可解決音頻之關係式。例如，若所需振幅為0.99，對於粒子為35nm(氣溶)硅之音頻為 $f = 2.5 \text{ MHz}$ 。

本發明之目的在於使方程式(2)能用於大粒子尺寸範圍，且本發明提供一種遠在此限制下之頻率下進行測量者，特別是在20~2000Hz，尤其是105~2000Hz。在此頻率範圍下，聲音之衰減很輕微，因此能在選擇長測量距離下進行特別精確之測量。然而，懸浮體中之巨觀不均勻性(例如大凝固體)可能造成問題，該區域之高容積密度相較於波長不再是很小，使得頻率會依音速而定，然而所造成之誤差可由經驗校準而加以補償。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(4)

依據本發明，在選擇測量頻率下，另一可併入考量之標準為要進行測量的管線直徑。

若在已選擇方法實施例中聲音傳播係在長度方向（相對於管子軸線）量測，則由於管壁多重反射而斜向放射之波將與直接傳遞之波重疊因而使結果錯誤。

因此在本發明一特殊實施例中，音頻之選擇使波長至少是管子直徑之一半。對於這種波及更長之波而言，傳播僅能在管子軸線為之，因此能避免誤差。

另一方面得考慮隨音波擺動之物質在管壁上之摩擦，該摩擦係視管壁表面之狀況。該摩擦亦造成無法事先計算之音速變化，也造成會依時間有所變化，例如由於腐蝕之結果。當波長明顯大於管子直徑時，管壁之影響至鉅。

因此，在一特定實施例中述及波長應在管徑一半至10倍之間。

1.2 測量流速及質量流量

若音波在流動懸浮體中之傳播方向與流動方向相同，一定點觀察者可看到音速增加了（加上流速）。若傳播方向與流動方向相反，可測量值會變小。在同時測量懸浮體密度和流率方面，必須儘可同時測量在流動方向之音速及相反於流動方向之音速。在下文中會更詳細地介紹測量音速之技術，其通常是測量音波橫向通過已知距離 L 所需之時間 T 。給定靜態懸浮體中之音速 C 和流率 V ，順向流動傳播之距離／時間關係為：

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

五、發明說明(5)

$$c+v = \frac{L}{T_{\text{with}}} \quad (5)$$

而逆向流動傳播之距離／時間關係為：

$$c-v = \frac{L}{T_{\text{contr}}} \quad (6)$$

由上述二式，可得二量之條件方程式如下：

$$v = \frac{L}{2} \left[\frac{1}{T_{\text{with}}} - \frac{1}{T_{\text{contr}}} \right] \quad (7) \text{ 及}$$

$$c = \frac{L}{2} \left[\frac{1}{T_{\text{with}}} + \frac{1}{T_{\text{contr}}} \right] \quad (8)$$

給定管子截面積 A ，最後可得質量流量如下：

$$m = P \cdot v \cdot A \quad (9)$$

一實際數值例子可說明測量概念：

管子中之容積密度： $P = 30 \text{ g} / \text{cm}^3$

音速： $c = 70 \text{ m} / \text{s}$ (圖 1)

傳送速度： $v = 3 \text{ m} / \text{s}$

接收器間隔： $L = 300 \text{ mm}$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(6)

以下各值應量測：

信號傳送時間： $T_{with} = 4.11 \text{ m s}$

$T_{contr} = 4.48 \text{ m s}$

之後依二音速平均值以方程式(8)決定容積密度。但是非常相近之二值的差異進入方程式(7)中，因此測量必須很精確，然後才能以平均數次傳送時間來降低隨機誤差。

當傳送時間 T_{with} 和 T_{contr} 在不同時間測量且粒狀材料密度也同時改變時，亦會產生誤差。因此本發明之一特佳實施例提供在同一時間精確地測量二傳送時間者。

2. 測量音速之裝置

本發明另一目的在以氣體做為流體相態的瀰散系統中測量密度及質量流量的裝置，該裝置之特徵在於：聲源（聲傳感器）和與聲源相距一段不同距離之至少二接收傳感器是安排在傳導瀰散系統的一條線上。

〔安排〕

圖2中揭示一種測量音速之可能安排，一信號產生器先產生電子信號形式之聲音脈衝，電子信號由一聲音傳感器（最簡單者為一般之揚聲器）轉換成聲波，並導入懸浮體中，其方式使波同時在與流動方向同向及反向傳播。聲波接收器／傳感器（麥克風或壓力傳感器）將聲波轉回電子信號。在上游和下游各需一對接收器，下游之二接收器

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

五、發明說明(7)

監看相同的信號，然而其已相移信號傳送時間 T_{with} 。二傳送時間 T_{with} 及 T_{contr} 係自動測量且在方程式 (7)、(8) 中應用，以計算要取得之量。

由於濃度變動下音速及音波衰減變化很大，較佳為在各方向使用兩個以上之接收器，以便從所接收到的不同信號中選擇對評估最佳之信號，若在以連續聲音測量時，能夠清晰地決定波之相移。

另一種安排如圖 3 所示，其與第一種安排在一些細節上不同，它並非僅利用二接收器，其亦使用具數接收器之裝置。為此目的，其需要交替或同時發出脈衝之二發射器，若其同步操作，所測量之傳送時間涉及同一懸浮體段。結果，隨機之不均勻性（例如氣泡）在流率測量中所造成之誤差較小，另一方面，主流必須偏向。

在上述二安排之外，當然尚有其他一些可構思到者，其在測量方法上及對物質流動之打攪亦有優缺點。

〔測量信號傳送時間〕

在很多場合下，聲波脈衝之到達係以要測量之時間（由感測器發出之信號超過一特定強度者）登錄。然而，此方法很不精確，特別是信號被噪音覆蓋或是信號在測量長度中之衰減為臨時變化者。此外，利用此方法所測量者並非理論上可計算之相速（方程式 (2) ~ (4)），而是群速，其與相速有別，而且無法以理論立即計算。因此，本發明之一較佳架構係在要以數位計錄的聲音信號相關函

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

五、發明說明(8)

數協助下確定相速。二信號互相關函數之計算本身建議在二接收器之間之信號傳送時間之自動決定，此數學運算確認二信號之任何可能相似性，且可將相似性分類到一定程度。藉由上述安排，在二接收器之信號於理想狀況下為完全相同者，但是移相了傳送時間 T_{with} 及 T_{contr} 。互相關函數提供傳送時間，而且同時對於攪亂因素（例如信號振幅變化或噪音）完全不靈敏。另一方面，若要互相關之二信號有不同頻譜的話，會有問題，因此信號形狀之選擇特別重要。

〔信號〕

如上所述，在粒狀材料中之音速也許會依頻率而定。在本發明之方法中，往上游和下游傳遞之信號必須有相同頻率，因為其他時候會產生之傳送時間差異有時不能與流速所引起之很小的傳送時間差異分別。為了補償決定密度時頻率之影響，在經驗校準之外，亦可能在不同頻率下測量並將結果平均。

根據原理，必須在連續聲音及聲音脈衝之間以信號做一區別，從物理觀點來看，正弦連續聲波較適當，因其光譜單純，而且僅包括單一頻率成份。這方面之問題為若接收器間隔大於一個波長的話從所接收信號相位之信號傳送時間之模糊確定。然而，主要缺點在於在管子肘部反射波與傳送波重疊因而改變其相位。於是音速之測量更周全。

若為聲音脈衝，原厘上有可能使所需傳送脈衝與反射

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

五、發明說明(9)

脈衝有所區別，並僅計算所需脈衝。

基於這些理由，脈衝操作為較佳，但在此指出者依據本發明之方法之狀況不同於習用超音波應用場合，例如，波長較長時，其結果是首先接收器間隔必須保持小於一個波長，第二，反射脈衝在原理上不能臨時與傳送脈衝分離者，因此脈衝化音波並非總是有此優點。

圖 4 為一種可能之波形，例如應由二接收器依序接收者。這種脈衝應描述為包絡曲線和正弦載波振盪之積亦即 $I(t) = H(t) * \sin(2\pi f * t)$ ，其中 f 為載波頻率。

這種脈衝之一缺點為其光譜寬度，亦即信號功率頻率與 f 不同之部分。由於不同頻率之脈衝部分在不同速度傳播，在通過懸浮體時，脈衝改變其形狀成為特定者，其行經路徑愈長愈是如此。此使得具互相關函數之傳送時間之計算更複雜，因為之後信號必須相關，不僅是因為時間軸有相移之故。對於給定載波頻率和波列數目者，包絡曲線本身決定光譜變寬之程度。在此方面，圖 4 中之高斯鐘形曲線為適當者，亦即，在給定脈衝寬度下，具高斯包絡曲線之脈衝信號產生最窄之頻譜及最低可能之瀾散。

另一種改進光譜純度之可能方式為增加脈衝中之波列數目，然而，在恆常載波頻率下，脈衝會變得太長，因而使反射問題惡化。若頻率增加，在懸浮體中之衰減（隨著 f 之平方增加）變得太高。

依圖 3 之安排，可構思者為同時傳送兩個稍微不同之

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

五、發明說明(10)

脈衝，此時二信號之重疊不易，雖然它們不能暫時分開。

此外，可使用寬頻脈衝，則所測量音速代表寬頻帶之平均值。在沒有聲傳感器下於窄範圍產生這種簡單信號（例如利用鎚子打擊等等）顯得有吸引力。

藉由寬頻帶脈衝之連續變化，可考慮類似之寬頻帶噪音（噪音信號）。

噪音信號之優點為彼此獨立產生之二信號即使有相同之頻譜也可以彼此清楚地區別。因此，若二獨立噪音信號被傳送且以相關方法計算，則可以在二傳播方向於同一測量長度同時且連續地進行測量。當材料僅有輕微彌散（亦即在很細很均勻的粒狀材料，場合）時特別好。

二變化例在給定適當接收器間隔選擇下有決定性之優點，其不受反射波之影響，因為在與窄頻信號比較下，有可能依據互相關函數使二部分有所區別。

在本發明一實施例中，可使用由於流動本身亂流所產生之音波（自生音波）。在本發明另一實施例中，波形部分反射到測量長度外而使測量錯誤之影響可消除，其可利用管子在測量長度之外的消音結構或是利用受控反相聲波脈衝以防止聲波在測量長度區出現。

依據本發明之方法適用於測量整體密度、流率及流動彌散系統之質量流動。若所測量之質量流量另加匯整，則可預測例如貯藏倉之注入高度。主要的應用可為細粒狀材料（例如炭黑、熱解產生之二氧化矽或其他高度彌散固體）之氣動輸送。另亦可構思所及者為例如在循環液化床之

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

五、發明說明(11)

再循環測量，或是固定液化床之容積密度。

其他方面之應用為泡沫及包含氣泡之所有流動之測量，其音速可依據方程式(2)計算。

圖式簡單說明

圖1是依據方程式(2)計算所得之音速對容積密度圖。

圖2顯示一種具有聲源的測量音速安排之簡圖。

圖3顯示一種具有用以發出脈衝的二個發射器之安排的簡圖。

圖4顯示二個不同脈衝的高斯鐘形曲線圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

四、中文發明摘要 (發明之名稱：

測量密度及質量流量的方法)

一種測量密度及質量流量的方法。

在以氣體為流體相態之瀰散系統中之密度及質量流量之測量係以測量聲音在系統中流動方向及相反方向之音速而得。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

英文發明摘要 (發明之名稱：

Process for measuring density and mass flow.)

Measurement of the density and the mass flow in respect of disperse systems with a gas as fluid phase is carried out by the speed of sound in the system being measured both in the direction of flow and contrary to the direction of flow.

訂

線

六、申請專利範圍

正
本 88 年 9 月 27 日
用充

附件 1a

第 87108306 號專利申請案

中文申請專利範圍修正本

民國 88 年 9 月修正

1. 一種測量密度及質量流動的方法，用於以氣體做為流體相態之瀰散系統中，其特徵在於聲波在流動瀰散系統中之傳播速度係在流動方向及相反方向加以測量；在於使用連續聲音；在於使用頻率在 20 ~ 2000 Hz 之間的聲音；在於聲音係在管子截面中點被導入，而且是在軸向測量其傳播；在於聲音之波長係選擇在瀰散系統要輸送的管線直徑之至少一半以上；及在於兩個相對之音波同時通過同一測量長度或是者直接緊隨另一者。

2. 一種測量密度及質量流動的方法，用於以氣體做為流體相態之瀰散系統中，其特徵在於聲波在流動瀰散系統中之傳播速度係在流動方向及相反方向加以測量；在於使用聲音脈衝；在於使用頻率在 20 ~ 2000 Hz 之間的聲音；在於聲音係在管子截面中點被導入，而且是在軸向測量其傳播；在於聲音之波長係選擇在瀰散系統要輸送的管線直徑之至少一半以上；及在於兩個相對之音波同時通過同一測量長度或是者直接緊隨另一者。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中兩個相對之音波同時通過兩個相鄰之測量長度或是一者直接緊隨另一者。

4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中在各方

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

正
本 88 年 9 月 27 日
用充

附件 1a

第 87108306 號專利申請案

中文申請專利範圍修正本

民國 88 年 9 月修正

1. 一種測量密度及質量流動的方法，用於以氣體做為流體相態之瀰散系統中，其特徵在於聲波在流動瀰散系統中之傳播速度係在流動方向及相反方向加以測量；在於使用連續聲音；在於使用頻率在 20 ~ 2000 Hz 之間的聲音；在於聲音係在管子截面中點被導入，而且是在軸向測量其傳播；在於聲音之波長係選擇在瀰散系統要輸送的管線直徑之至少一半以上；及在於兩個相對之音波同時通過同一測量長度或是者直接緊隨另一者。

2. 一種測量密度及質量流動的方法，用於以氣體做為流體相態之瀰散系統中，其特徵在於聲波在流動瀰散系統中之傳播速度係在流動方向及相反方向加以測量；在於使用聲音脈衝；在於使用頻率在 20 ~ 2000 Hz 之間的聲音；在於聲音係在管子截面中點被導入，而且是在軸向測量其傳播；在於聲音之波長係選擇在瀰散系統要輸送的管線直徑之至少一半以上；及在於兩個相對之音波同時通過同一測量長度或是者直接緊隨另一者。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中兩個相對之音波同時通過兩個相鄰之測量長度或是一者直接緊隨另一者。

4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中在各方

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

向之傳播的傳送時間之測量是在長度不同之至少二傳送段爲之。

5 . 如申請專利範圍第 1 項或 2 項之方法，其中波形部分反射到測量長度外而使測量錯誤之影響可消除，其可利用管子在測量長度之外的消音結構或是利用受控反相聲波脈衝以防止聲波在測量長度區出現。

6 . 一種測量密度及質量流量的裝置，用於以氣體做爲流體相態之瀰散系統中，其特徵在於一音源（聲傳感器）以及與音源相距不同距離之至少二聲音接收／傳感器係安排在傳導瀰散系統的線上。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

六、申請專利範圍

向之傳播的傳送時間之測量是在長度不同之至少二傳送段爲之。

5 . 如申請專利範圍第 1 項或 2 項之方法，其中波形部分反射到測量長度外而使測量錯誤之影響可消除，其可利用管子在測量長度之外的消音結構或是利用受控反相聲波脈衝以防止聲波在測量長度區出現。

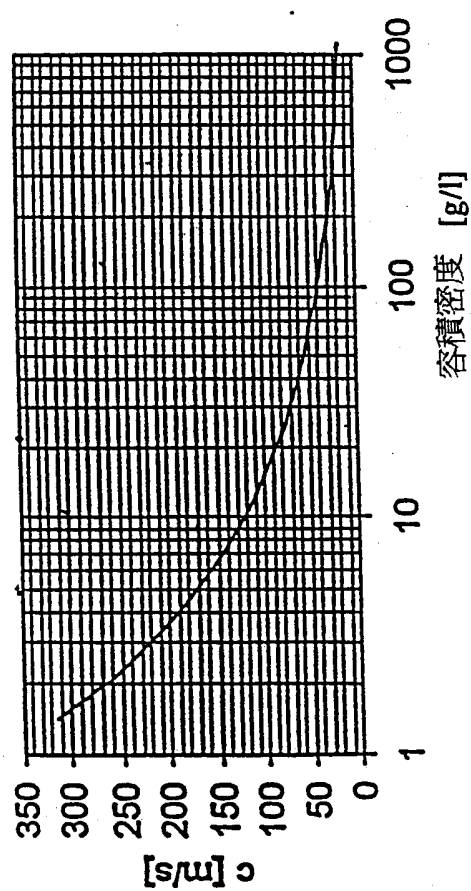
6 . 一種測量密度及質量流量的裝置，用於以氣體做爲流體相態之瀰散系統中，其特徵在於一音源（聲傳感器）以及與音源相距不同距離之至少二聲音接收／傳感器係安排在傳導瀰散系統的線上。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

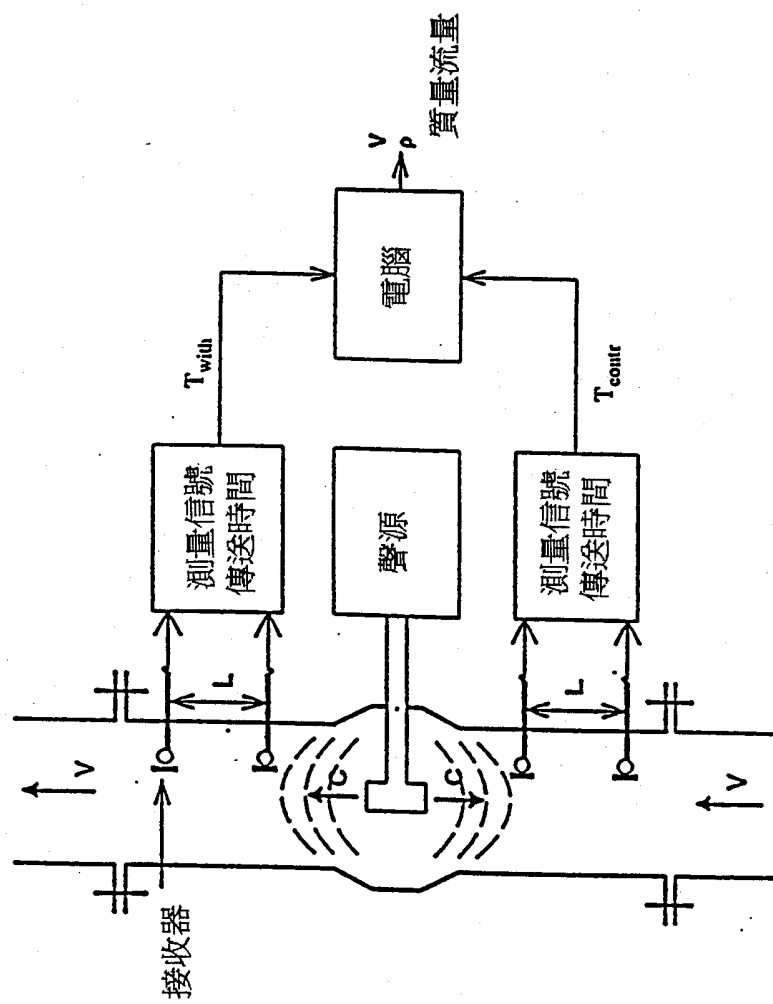
訂

線

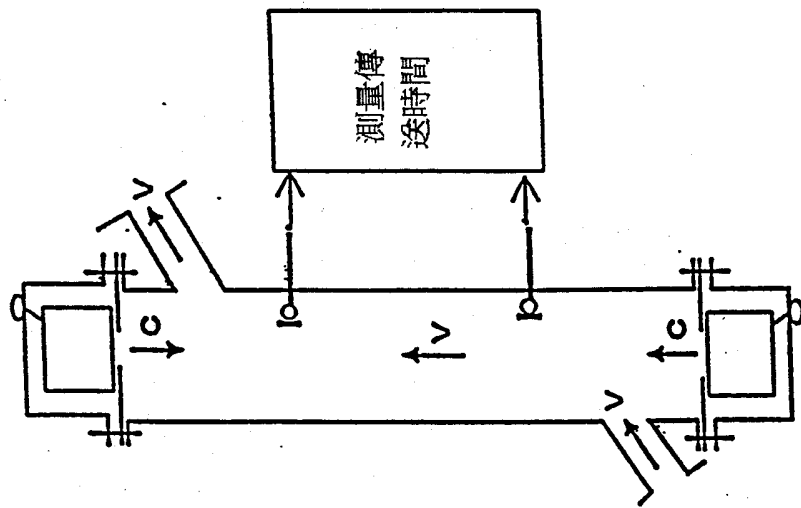


所計算之音速為氣溶硅在空氣懸浮體中之體積密度之函數，
 粒子大小約為 $3.5 \mu\text{m}$

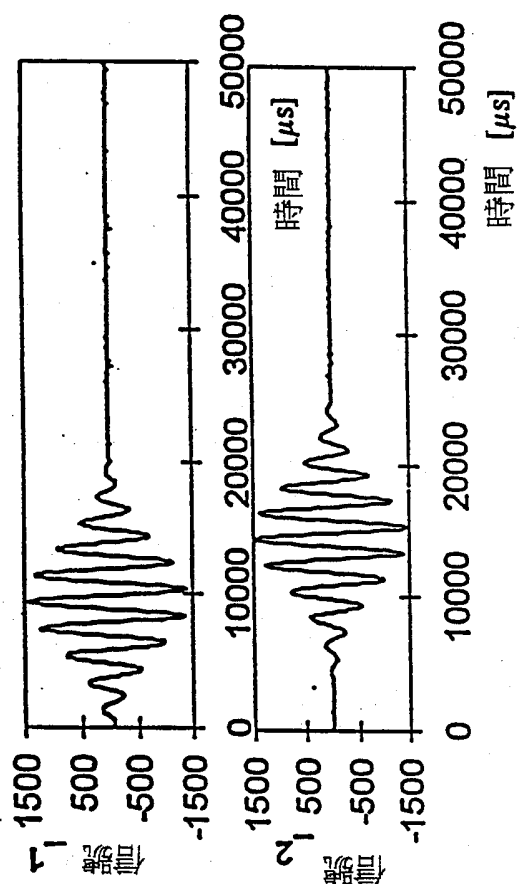
圖 1



具聲源之測量安排



具二發射器之變化實施例，以在同一懸浮體段測量



可能之脈衝形狀, $f = 500\text{Hz}$, 10 個波列, 高斯包絡曲線
接收器間隔 $L=350\text{mm}$, 信號傳送時間 $T = 5\text{ms}$

圖 4