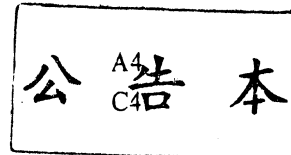


申請日期	91 年 10 月 24 日
案 號	91124788
類 別	G01F 1/66, G01P 5/00



(以上各欄由本局填註)

577978

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	都卜勒式超音波流量計
	英 文	
二、發明人 創作	姓 名	(1) 武田靖 (2) 森治嗣
	國 籍	(1) 日本國北海道札幌市北區北八条西五丁目一二一一二
	住、居所	(2) 日本國東京都千代田區內幸町一丁目一番三號東京電力株式會社內
三、申請人	姓 名 (名稱)	(1) 東京電力股份有限公司 東京電力株式會社
	國 籍	(2) 武田靖 武田靖
	住、居所 (事務所)	(1) 日本 (2) 日本 (1) 日本國東京都千代田區內幸町一丁目一番三號
	代 表 人 姓 名	(2) 日本國北海道札幌市北區北八条西五丁目一二一一二 (1) 勝俣恆久
		(2)

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

日本 2001 年 10 月 26 日 2001-329654 ☒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

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(4)

變成無法測定。例如：在於 L 形配管或者 U 字型的反轉配管之類的彎管的正後方處，流體的流動因離心力作用而變成三次元的流動，在於這種場所，即使設置了傳統的流量計也無法正確地測定出流量。

因此，本發明人等乃在於日本特願平 10-272359 號專利申請案的說明書中提出一種利用超音波的都卜勒偏移法來測定被測定流體的流量時，即使是對於非定常狀態的流動，亦可用依存時間的方式，正確且高精度地以非接觸的方法來進行測定的都卜勒式超音波流量計。

這種都卜勒式超音波流量計是應用：從流經流體配管內的被測定流體的瞬間的流速分布來算出直接流量的方法，被認為是對於被測定流體的流量測定具有很高的精度以及快速回應性。

【本發明所欲解決的課題】

即使是傳統的都卜勒式超音波流量計，也是被期待能夠很簡單地測定流經流體配管內的被測定流體的流量，且具有很大的泛用性。

爲了以都卜勒式超音波流量計很順暢地測定流經各種流體配管內的被測定流體的流速，即使對於各種管壁厚度的流體配管也必須充分地確保超音波的穿透效率，以確保充分的反射波的 S/N 比。

傳統的都卜勒式超音波流量計，是藉由改變金屬壁的厚度來調查超音波穿透金屬壁的穿透特性，以便設定出最

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(5)

適當的流體配管的厚度。

然而，如果要將都卜勒式超音波流量計應用到實際的測定時，根本不可能去將流體配管的厚度做各種的改變，所以必須針對於每一種流體配管預先準備好具有最適當的超音波穿透特性的超音波流量計，如此一來，就降低了其泛用性。

本發明是有鑒於上述的問題點而開發完成的，其主要目的是在於提供一種可簡單容易且以非接觸的方式正確且高精度地測定出流經過各種流體配管內的被測定流體的流量之高泛用性的都卜勒式超音波流量計。

本發明的另一目的是在於提供一種可自動選定對於流體配管的各種管壁厚度產生共鳴性穿透現象的超音波的最適頻率或者超音波的最適入射角度，而可利用超音波的都卜勒偏移現象來正確且高精度地測定被測定流體的流量的都卜勒式超音波流量計。

此外，本發明的另一目的是在於提供一種即使是針對於無法適用光學方式的流量測定方法的不透明或半透明的液體，也可以正確且高精度地測定流量的都卜勒式超音波流量計。

此外，本發明的另一目的是在於提供一種即使流體配管內產生迴旋流、或者與配管不平行的流動的情況，也可以正確且高精度地測定流經過流體配管內的被測定流體的都卜勒式超音波流量計。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(6)

【發明內容】

【用以解決課題之手段】

本發明的都卜勒式超音波流量計，為了解決上述的課題，是具備有：從超音波訊號電測轉換器將超音波脈衝入射到流經流體配管內的被測定流體的超音波發訊手段；和可接收被入射到被測定流體的超音波脈衝之中的從流體配管內的測定區域所反射的超音波回聲，以測定上述測定區域中的被測定流體的流速分布的流速分布測定手段；和依據上述被測定流體的流速分布計算出被測定流體的流量的流體流量運算手段；和可自動選擇出從超音波訊號電測轉換器震盪之可對於上述流體配管的管壁產生共鳴性的穿透現象的超音波的基本頻率的頻率選擇設定手段，而且這個頻率選擇設定手段係以令超音波訊號電測轉換器震盪出所選擇的最適頻率的方式來控制上述超音波發訊手段的作動。

又，為了解決上述的課題，本發明的都卜勒式超音波流量計的較佳實施形態之中，震盪頻率選擇設定手段係可自動地調節設定從超音波訊號電測轉換器震盪的超音波脈衝的震盪頻率，並且是以超音波半波長的整數倍剛好成為流體配管的管壁厚度的方式，來選擇超音波脈衝的震盪頻率，而且，震盪頻率選擇設定手段係具備有：可令超音波訊號電測轉換器震盪出所需的震盪頻率的超音波的震盪用放大器；和可改變地調節設定這個震盪用放大器的震盪頻率的震盪頻率可變裝置；和可在預先指定的頻率範圍內令

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (7)

震盪頻率可變裝置作動的頻率範圍設定手段；和用來接收從上述超音波訊號電測轉換器所震盪的超音波脈衝之中的由流體配管內的測定區域反射的超音波回聲的超音波接收手段；和用以抽出所接收到的超音波回聲的強度，並將其記憶起來的反射波強度抽出手段，震盪頻率選擇設定手段係可反覆地執行震盪頻率的抽出選定操作，以自動地選擇出超音波的最適頻率。

此外，都卜勒式超音波流量計又具備有：可調節設定從超音波訊號電測轉換器被入射到被測定流體內的超音波脈衝的入射角度的入射角度調節設定手段，這個入射角度調節設定手段是以讓超音波脈衝成為可對於流體配管的管壁產生共鳴性的穿透現象的入射角度的方式，將超音波訊號電測轉換器可調節設定地設在流體配管上，而且是組合了頻率選擇設定手段與入射角調節設定手段而成的。

另外，本發明的都卜勒式超音波流量計爲了解決上述的課題，係具備有：從超音波訊號電測轉換器將超音波脈衝入射到流經流體配管內的被測定流體的超音波發訊手段；和接收被入射到被測定流體的超音波脈衝之中的從流體配管內的測定區域所反射的超音波回聲，以測定上述測定區域中的被測定流體的流速分布的流體速度分布測定手段；和依據上述被測定流體的流速分布計算出被測定流體的流量的流體流量運算手段；和用以調節設定從超音波訊號電測轉換器被入射到被測定流體內的超音波脈衝的入射角度的入射角調節設定手段，這個入射角調節設定手段是

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明(8)

以讓超音波脈衝成為可對於流體配管的管壁產生共鳴性的穿透現象的入射角度的方式，將超音波訊號電測轉換器可調節設定地設在流體配管上。

此外，入射角調節設定手段也可以是具備有：從外側設置於流體配管上的超音波訊號電測轉換器；和可調節設定從這個超音波訊號電測轉換器所震盪的超音波脈衝的入射角度的入射角變換機構；和可在預先指定的入射角區域的範圍內令上述入射角變換機構作動的入射角區域設定手段；和用來接收從上述超音波訊號電測轉換器所震盪的超音波脈衝之中的由流體配管內的測定區域反射的超音波回聲，並且抽出超音波回聲的強度，並將其記憶起來的反射波強度抽出手段，前述入射角調節設定手段可反覆地執行超音波脈衝入射角度的抽出選定操作以自動地選擇出最適的超音波脈衝入射角度。又，超音波訊號電測轉換器是可自由調節安裝角度地被設在流體配管的外側，藉由入射角變換機構來選擇上述超音波訊號電測轉換器的安裝角度，藉此，亦可調節設定從超音波訊號電測轉換器所震盪的超音波脈衝的入射角度。

此外，本發明的都卜勒式超音波流量計，為了解決上述課題，係具備有：設在流體配管上的第一超音波訊號電測轉換器；和被設置成在於流體配管的軸方向上與這個第一超音波訊號電測轉換器分開的第二超音波訊號電測轉換器；和可令第一超音波訊號電測轉換器相對於第二超音波訊號電測轉換器前進／後退的超音波訊號電測轉換器移動

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(9)

機構，將上述兩個超音波訊號電測轉換器設置成由兩者所震盪的超音波脈衝在於流體配管內的測定區域內呈垂直相交，並且具備有：可分別接收來自於第一和第二超音波訊號電測轉換器所震盪的超音波脈衝之從流體配管內的測定區域所反射的超音波回聲的反射波接收器；和可分別從各反射波接收器所接收到的超音波回聲強度計算出超音波測定線方向的速度向量的速度向量計算手段；和可從各速度向量計算手段所計算出來的速度向量的向量和值，計算出被測定流體的流速向量的流速向量計算手段，而可以從流速向量計算手段所計算出來的流體配管內的測定線方向的流速分布計算出被測定流體的流量。

如上所述，本發明的都卜勒式超音波流量計中，係設置有：可自動地選擇設定從超音波訊號電測轉換器所震盪的超音波脈衝的震盪頻率的頻率選擇設定手段；或者，可將從超音波訊號電測轉換器所震盪的超音波脈衝的入射角度選擇設定成最適角度的入射角調節設定手段，所以可自動地設定：對於流體配管的管壁厚度產生共鳴性的穿透現象的超音波的最適頻率和最適入射角度，不必再針對於各種流體配管的每一種都設置最適合的超音波訊號電測轉換器，因此具有很高的泛用性，可以簡單容易，以非接觸的狀態正確且高精度地測定出流經流體配管內的被測定流體的流量。

又，本發明的都卜勒式超音波流量計係可利用超音波的都卜勒偏移現象來正確且高精度地測定出被測定流體的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

像

五、發明說明 (10)

流量，即使是光學方式的流量測定手段所無法測定的不透明或半透明的流體，或者，在流體配管內產生迴旋流、渦流、非平行流動的流體也能夠正確且高精度地測定出被測定流體的流量。

此外，本發明的上述或者其他的構成方式以及特徵，將可以從後述的實施形態的記載以及附圖當中獲得更為明確的理解。

【發明之實施形態】

茲佐以圖面，說明本發明的都卜勒式超音波流量計的實施形態如下。

第 1 圖是顯示本發明的都卜勒式超音波流量計的第一實施形態的圖。都卜勒式超音波流量計 10 是用來測定流經流體配管 11 內的液體、氣體等等的被測定流體 12 的流速分布，利用時間上的互相依存關係，可瞬間地測定出流量者。

都卜勒式超音波流量計 10 是具備有：可以非接觸的方式來測定出流經流體配管 11 內的被測定流體 12 的流速的超音波速度分布測定單元（以下，簡稱為 UVP 單元）13。而該 UVP 單元 13 則是具備有：沿著測定線 ML 將所需的頻率（基本頻率 f_0 ）的超音波脈衝發訊給被測定流體 12 的超音波發訊手段 15；和接收來自於被入射到被測定流體 12 的超音波脈衝的測定區域的反射波也就是超音波回聲，以測定出測定區域中的被測定流體 12 的流速分布的流速分布測

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

五、發明說明 (11)

定手段 16；和依據被測定流體 12 的流速分布做運算處理，並且進行半徑方向的積分之可作為利用時間上的互相依存關係來計算出被測定流體 12 的流量之流體流量運算手段的微電腦、CPU、MPU 等等的電腦 17；和可將來自於這個電腦 17 的輸出以時序方式顯示出來的顯示裝置 18；和可自動選定出流經流體配管 11 的被測定流體 12 的最適（最佳）頻率的超音波的頻率選擇設定手段 19。

超音波發訊手段 15 是具備有：可震盪出所需頻率的超音波脈衝的超音波訊號電測轉換器 20；和作為可令這個超音波訊號電測轉換器 20 震盪的訊號產生器之震盪用放大器 21。震盪用放大器 21 是具備有：可產生所需的基本頻率 f_0 的電氣訊號的震盪器 23；和每間隔預定的時間（ $1/\text{Frpf}$ ）就將來自於這個震盪器 23 的電氣訊號輸出成脈衝狀的發射器 24（頻率 Frpf ），從這個訊號產生器也就是震盪用放大器 21 將所需的基本頻率 f_0 的脈衝電氣訊號輸入到超音波訊號電測轉換器 20。

藉由施加脈衝電氣訊號到超音波訊號電測轉換器 20，可令其沿著測定線 ML 發訊出基本頻率 f_0 的超音波脈衝。超音波脈衝是例如：脈衝寬度 5mm 程度之幾乎不會擴散的具有直進性的脈衝波束。

超音波訊號電測轉換器 20 係兼作為發訊收訊器，超音波訊號電測轉換器 20 係可接收其所發出的超音波脈衝打到流體中的反射體而被反射回來的超音波回聲。反射體就是被測定流體 12 中均勻地含有的氣泡、金屬的微粉末等等的

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

五、發明說明 (12)

粒子、或者具有與被測定流體 12 不同的音響阻抗的異物。

被超音波訊號電測轉換器 20 所接收到的超音波回聲係由反射波接收器 27 來收訊，並以這個反射波接收器 27 將其轉換成回聲電氣訊號。這個回聲電氣訊號受到放大器 28 放大之後，再透過 A/D 轉換器 29 進行數位處理，這個數位回聲訊號再被輸入到構成流體速度分布測定手段的流速分布測定電路 30。來自於震盪用放大器 21 的基本頻率 f_0 的電氣訊號先被數位化之後，才被輸入到流速分布測定電路 30，而流速分布測定電路 30 則是從兩種訊號的頻率差值測定出依據都卜勒偏移現象的流速的變化，並且計算出沿著測定線 ML 的測定區域的流速分布。再以傾斜角 α 來校正測定區域的流速分布，即可測定出流體配管 11 的橫斷面上的流速分布。

另外，至於超音波訊號電測轉換器 20 所震盪出來的超音波脈衝的基本頻率 f_0 ，則是利用頻率選擇設定手段 19 來選擇出可對於流體配管 11 的管壁厚度產生共鳴性穿透現象的最適值。本發明人發現了一種創見，就是當流體配管 11 的管壁厚度剛好是超音波的基本頻率 f_0 的 $1/2$ 或者其整數倍的時候，超音波的金屬壁穿透特性非常高。

基於這種創見，就在於這個都卜勒式超音波流量計 10 中組裝了：不必改變流體配管 11 的管壁的厚度，而是可對於各種流體配管 11 自由且自動地選擇出產生共鳴性穿透現象所需的基本頻率 f_0 的頻率選擇設定手段 19。

這個頻率選擇設定手段 19 是具備有：可令超音波訊號

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 (13)

電測轉換器 20 震盪出所需的震盪頻率 (基本頻率 f_0) 的超音波的震盪用放大器 21 ; 和可改變地調節設定這個震盪用放大器 21 的震盪頻率的震盪頻率可變裝置 31 ; 和可在於預先指定的範圍內例如 : 200kHz ~ 4MHz 的頻率範圍內 , 令這個震盪頻率可變裝置 31 作動的基本頻率區域設定手段 32 ; 和作為可接收被前述流體配管 11 內的測定區域所反射的超音波回聲的超音波收訊手段的反射波接收器 27 ; 和具有可將收訊到的超音波回聲訊號以放大器 28 放大之後 , 抽出超音波回聲的強度 , 並將其記憶起來的記憶體的反射波強度抽出手段 33 ; 和具有可顯示出被這個反射波強度抽出手段 33 所抽出且被記憶的反射強度 (超音波回聲強度) 的反射強度顯示功能的顯示裝置 18 。

因此 , 頻率選擇設定手段 19 雖然可利用震盪用放大器 21 令超音波訊號電測轉換器 20 震盪 , 以令其震盪出超音波脈衝 , 但是 , 震盪用放大器 21 的震盪頻率 f_0 則是取決於震盪頻率可變裝置 31 的輸出訊號。震盪頻率可變裝置 31 係可在於由基本頻率區域設定手段 32 所預先設定的頻率區域範圍內 , 可自由改變地設定震盪用放大器 21 的震盪頻率。

頻率選擇設定手段 19 係藉由反射波強度抽出手段 33 以及震盪頻率可變裝置 31 等的共同作用 , 反覆地執行超音波的震盪頻率的抽出選擇操作 , 而得以自動地選擇並設定出對於流體配管 11 的管壁厚度產生共鳴性穿透現象的超音波的最適頻率。

一旦 , 超音波的最適頻率被選擇及設定之後 , 即可依

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (14)

據來自於震盪頻率可變裝置 31 的輸出訊號來決定出震盪用放大器 21 的震盪頻率，利用這個震盪用放大器 21 令超音波訊號電測轉換器 20 震盪，而從超音波訊號電測轉換器 20 將最適頻率所需的基本頻率 f_0 的超音波脈衝發訊到流體配管 11 內。

因為是從超音波訊號電測轉換器 20 發訊出最適頻率的超音波脈衝，所以可確保充分的反射波的 S/N 比，可大幅地取得反射波也就是超音波回聲的訊號。為了大幅地取得超音波回聲訊號，選擇出對於流體配管 11 的管壁厚度（測定線 ML 方向的管壁厚度）產生共鳴性穿透現象的超音波的基本頻率 f_0 的工作是非常地重要。

如果流體配管 11 的管壁厚度是超音波半波長的整數倍的話，即可藉由共鳴效果，使得流體配管 11 的界面上的超音波穿透率明顯增加，超音波穿透率增大的結果，也會使得來自於被測定流體 12 的反射體的反射波也就是超音波回聲訊號增大。

因此，利用頻率選擇設定手段 19 來選擇出由超音波訊號電測轉換器 20 所震盪出來的超音波脈衝的震盪頻率之中的對於流體配管 11 的管壁厚度之最適的基本頻率 f_0 的話，在於超音波路徑（測定線 ML 方向的行走路徑）中的衰減量會變小，而且在於流體配管 11 的界面的超音波穿透率會增加，所以可獲得充分的反射波強度。

此外，在於第 1 圖中，圖號 35 是代表：可讓超音波訊號電測轉換器 20 所震盪的超音波順暢地傳達到流體配管 11

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

線

五、發明說明 (15)

內的接觸媒體。設置接觸媒體 35 之目的是要降低從超音波訊號電測轉換器 20 震盪後入射到流體配管 11 內的音響阻抗而使得音響轉換 (sound switching) 效果更好。

此外，在於第一實施形態中，雖然是採用反射波接收器 27 來接收超音波脈衝的反射波也就是超音波回聲，但是並不一定需要單獨設置反射波接收器 27，也可以將反射波接收器內藏在超音波訊號電測轉換器 20 的收訊功能中。

其次，佐以第 2 (2 (A)、2 (B)、2 (C)) 圖說明都卜勒式超音波流量計 10 的作動原理。

如第 2 圖 (A) 所示，在於將超音波訊號電測轉換器 20 設置成對於流體配管 11 的輸送方向也就是被測定流體 12 的流動方向傾斜 α 角度的狀態下，從超音波訊號電測轉換器 20 將所需的基本頻率 f_0 的超音波脈衝入射進去的話，這個超音波脈衝將會撞擊到測定線 ML 上的被測定流體 12 中呈均勻分布的氣泡、異物等等的反射體，並且如第 2 圖 (B) 所示般地，變成反射波也就是超音波回聲而回到超音波訊號電測轉換器 20。此外，在第 2 圖 (B) 中的圖號 b 是代表在超音波脈衝入射側的管壁所反射的多重反射回聲，圖號 c 是代表在反射側管壁所反射的多重反射回聲。從超音波訊號電測轉換器 20 所發訊的超音波脈衝的發訊間隔是 $1/F_{rpf}$ 。

然後，將超音波訊號電測轉換器 20 所發訊的回聲訊號進行濾波處理，再利用都卜勒偏移法沿著測定線 ML 來測定出流速分布的話，即可獲得如第 2 圖 (C) 所示的分布曲線。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

檢

五、發明說明 (17)

心相隔距離 r 處的角度 θ 的管軸方向的速度成分。

依據數式(2)，都卜勒式超音波流量計 10 可以瞬間例如：50 微秒～100 微秒程度的回應速度就獲得被測定流體 12 的流速的空間分布情形。即使被測定流體 12 是流體配管 11 內的流動體，如果是無法取得充分的助跑區間的時候，或者因為閥門的開閉、泵浦的啟動・停止等原因，而存在著時間性的變動的時候，流體的流動是非定常狀態而具有三次元的分布，但是，本發明的這種都卜勒式超音波流量計 10 係可以利用時間上的依存性，瞬間就計算出測定區域的流速分布，所以無論被測定流體 12 的流量是處於定常狀態或者非定常狀態，都可以正確且高精度地計算出來。

此外，使用本發明的都卜勒式超音波流量計 10 進行了從超音波訊號電測轉換器 20 所震盪出來的超音波的穿透特性的確認試驗。

第 3 圖就是顯示超音波的壁面穿透特性的試驗結果。

這個試驗中所採用的都卜勒式超音波流量計 10 是可在於 200kHz～數 MHz 例如 2 MHz 為止的範圍內，每次以 5 kHz 的刻度，由頻率選擇設定手段 19 自動地調節設定從超音波訊號電測轉換器 20 所震盪的超音波的基本頻率者。

超音波的壁面穿透試驗是將不銹鋼埋進到直徑 250mm 的壓克力材質的配管的某一部份當中，將超音波訊號電測轉換器 20 設置在這個不銹鋼壁的外部而射入超音波，並且改變基本頻率來調查來自於壓克力配管對向側的壁面的超音波的反射強度者。第 3 圖中顯示出：以每一次 5 kHz 的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (18)

刻度改變基本頻率時的反射波的穿透強度曲線 h、i、j。

在於超音波的壁面穿透試驗中，是準備了三種類的不銹鋼的管壁厚度，分別是 9.5mm;11.5mm; 13mm。第 3 圖係顯示出管壁厚度 9.5mm 的不銹鋼的超音波的壁面穿透試驗例。橫軸表示超音波的基本頻率 f_0 ，縱軸表示來自於對向壁的超音波的反射強度。所採用的三類型的超音波訊號電測轉換器的特性頻率是 0.25MHz; 0.5MHz 以及 1MHz，其穿透強度曲線分別以圖號 h、i、j 來表示。

另外，在第 3 圖中，箭頭 l、m、n 係分別表示超音波的震盪頻率的波長與不銹鋼的管壁厚度的關係，是從超音波波長較低的這一側起，顯示不銹鋼的管壁厚度的 $1/2$ 倍；1 倍；以及 $3/2$ 倍的頻率位置。

由第 3 圖可知，使用例如 1MHz 的超音波訊號電測轉換器的情況下，配合不銹鋼配管的管壁厚度將基本頻率設定為約 910 kHz 來進行測定流量的話，可獲得良好的超音波的穿透特性。可看出頻率的穿透強度曲線 j 在於箭頭 n 的位置具有很高的反射波的穿透強度。

其次，依據第 3 圖所示的超音波的穿透特性，準備了管壁厚度 9.5mm 的含碳鋼（內徑 150mm）的流體配管，使用特性頻率 1MHz 的超音波訊號電測轉換器 20，利用頻率選擇設定手段 19 將超音波訊號電測轉換器 20 所震盪的基本頻率 f_0 選擇設定在 910kHz，然後測定被測定流體的流速分布。

將這個測定試驗所獲得的被測定流體的時間平均流速

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

五、發明說明 (19)

分布結果顯示於第 4 圖。被測定流體的流速分布的測定點是位於 60mm~150mm 處。在於較之含碳鋼的流體配管的管中心部更靠近前方側 (0mm~60mm 的範圍)，因為管壁內部的超音波的反射，而難以獲得充分的流速分布，但是，在於較之管中心部更為後方側的測定區域處，被測定流體 12 的流速分布上，不會出現有壁面的影響，可以獲得比較平順的平均流速分布曲線 O。

再依據這個平均流速分布曲線 O，將平均流速分布曲線在於流體配管 11 內的範圍進行積分，藉此，即可高精度且以非接觸狀態來測定出流經流體配管 11 內的被測定流體 12 的流量。

第 5 圖係顯示本發明的都卜勒式超音波流量計的第 2 實施形態的圖。

這種實施形態所示的都卜勒式超音波流量計 10A 並不是選定被射入到流體配管 11 內的超音波脈衝的最適頻率，取而代之，是以改變流體配管 11 的管壁厚度使其產生共鳴性的穿透現象的做法，來作為提高反射波的 S/N 比的方法。

但是，實際上要改變流體配管 11 的管壁厚度的做法並不太可能，所以乃採用改變超音波訊號電測轉換器 20 的安裝角度的做法，當作與改變流體配管 11 的管壁厚度同等效果的做法。

第 2 實施形態中，是利用入射角調節設定手段 40 來調節設定從超音波訊號電測轉換器 20 震盪出來的超音波脈衝

五、發明說明 (20)

的入射角度 α ，而可自動地選定出適合流體配管 11 的管壁厚度的超音波的入射角度。其他與第 1 實施形態所示的都卜勒式超音波流量計 10 相同的構件都標示相同的圖號，並且省略其說明。

第 5 圖所示的都卜勒式超音波流量計 10A，是設置有入射角調節設定手段 40 來取代頻率選擇設定手段 19。

入射角調節設定手段 40 是具備：被設置在流體配管 11 的外側之可自由調節安裝角度的超音波訊號電測轉換器 20；和可調節設定由這個超音波訊號電測轉換器 20 所震盪的超音波的入射角度 α 的入射角變換機構 41；和可在於預先指定的入射角區域的範圍內，例如：在於入射角度 α 為 5 度～45 度的角度區域寬度的範圍內進行變化地，令入射角變換機構 41 作動的入射角區域設定手段 43；和可接收從前述流體配管 11 內的測定區域反射的超音波回聲並且抽出超音波回聲的強度，加以記憶起來的反射波強度抽出手段 44，被該反射波強度抽出手段 44 所抽出和記憶的超音波回聲的強度則是由具備反射波強度顯示功能的顯示裝置 18 顯示出來。

前述入射角調節設定手段 40 是可令入射角變換機構 41 在於超音波的入射角度 α 約 5 度～45 度的範圍進行變化的機構，然後再根據從這個入射角變換機構 41 所輸出的訊號，可自動地將超音波訊號電測轉換器 20 的安裝角度調整設定成最適值。超音波訊號電測轉換器 20 的安裝角度，係根據從入射角變換機構 41 所輸出的輸出訊號，驅動例如：步

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (21)

進馬達 46 之類的安裝角度變更調整機構，而可自由變化地調整設定超音波訊號電測轉換器 20 的安裝角度。

從超音波訊號電測轉換器 20 所震盪的超音波的入射角度 α 是與流體配管 11 的管表面的垂直線或垂直面之間所形成的角度。從超音波訊號電測轉換器 20 所震盪的超音波的入射角度 α 是由入射角調節設定手段 40 設定成可對於流體配管 11 的管壁厚度產生共鳴性穿透現象的最適角度。

入射角調節設定手段 40 是根據來自於入射角變換機構 41 的輸出訊號，以約 5 度～45 度程度的入射角的角度範圍內來改變從超音波訊號電測轉換器 20 所震盪的超音波的入射角度，並且利用反射波強度抽出手段 44 抽出反射波強度且加以記憶起來。被反射波強度抽出手段 44 所記憶的反射波強度係由顯示裝置 18 所顯示，同時，入射角調節設定手段 40 則反覆地執行超音波的入射角度的抽出選擇操作而可自動地選定出超音波脈衝的最適的入射角度。

藉由以入射角調節設定手段 40 來將從超音波訊號電測轉換器 20 所震盪的超音波脈衝的入射角度調節設定成最適的入射角度，可以達成與物理性地改變流體配管 11 的管壁厚度同等的效果，所以利用從超音波訊號電測轉換器 20 所震盪的超音波脈衝，可正確且高精度地測定出流過流體配管 11 內的被測定流體 12 的流速分布以及流量。

如果改變從超音波訊號電測轉換器 20 所震盪的超音波脈衝的入射角度（進入角度）的話，物質內的傳播距離也就是流體配管 11 內的超音波的傳播距離也會改變。藉由將

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

五、發明說明 (23)

的方向的流動 V_r 、 V_θ 的話，就變成 $V_x \gg V_r$ ， $V_x \gg V_\theta$ ，而可簡化流量的測定工作變成以下列數式表現出來。

$$m(t) = \sum_1^N \cdot \frac{2\pi}{N} \int_{-R}^R \{vx(r \cdot \theta_i \cdot t) / \sin \alpha\} \cdot r \cdot dr \quad \dots \dots \text{數式 (3)}$$

以這種方式求出來的被測定流體 12 的流量可利用顯示裝置 18 根據時間上的依存關係瞬間就顯示出來。這個顯示裝置 18 也可以顯示出沿著流體配管 11 內的測定線 ML 的被測定流體 12 的流速分布或位於配管橫斷面上的流速分布。

第 6 圖～第 8 圖係顯示本發明的都卜勒式超音波流量計的第 3 實施形態。

這個實施形態所示的都卜勒式超音波流量計 10B 係如第 6 圖所示般地利用都卜勒頻率計算出流經流體配管 11 內的被測定流體 12 的超音波入射角度（進入角度）方向的速度成分 V_2 ，再從所計算出來的速度成分 V_2 利用線測定法求出沿著測定線 ML 的流速分布，以計算出被測定流體 12 的流量。

這種都卜勒式超音波流量計 10B 是從都卜勒頻率計算出沿著超音波路徑方向（測定線 ML）的速度向量 V_2 ，再將這個速度向量 V_2 除以 $\sin \alpha$ ，即可計算出沿著流體配管 11 的軸方向的速度向量 V_1 。

這種都卜勒式超音波流量計 10B，當被測定流體 12 的流動並不是與流體配管 11 呈平行的情況，也就是說，流體配管 11 內發生了迴旋流或者在於流體配管 11 內部發生了非平行流動的時候，就無法計算出正確的流速。例如：如

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

五、發明說明 (24)

第 7 圖所示般地，當具有速度向量 $V3$ 的氣泡存在的時候，這個速度向量 $V3$ 係與被測定流體 12 的速度向量 $V1$ 共有同一方向的速度向量 $V2$ ，所以在表面上（非實際上的）很容易將被測定流體 12 的氣泡的速度誤認為是大的流體配管 11 的軸方向速度。

爲了解決這種由表面上（非實際上的）的速度所計算出來的流量，都卜勒式超音波流量計 10B 乃具備了兩個超音波訊號電測轉換器 20、20a，安裝於流體配管 11。將其中一方的超音波訊號電測轉換器 20 設置成與另一方的超音波訊號電測轉換器 20a 垂直相交，利用兩個超音波訊號電測轉換器 20、20a 來分別求出雙方的速度向量 $V2$ 、 $V4$ ，再藉由計算出這些速度向量 $V2$ 、 $V4$ 的向量和，而得以正確地求出被測定流體 12 的流速以及氣泡的流速。

這種都卜勒式超音波流量計 10B 爲了要正確地測定出被測定流體 12 的流速，其所採用的構造是將其中一方的超音波訊號電測轉換器 20a 製作成可相對於另一方的超音波訊號電測轉換器 20 在於流體配管 11 上移動。

因此，都卜勒式超音波流量計 10B，是具備有可令其中一方的超音波訊號電測轉換器 20a 相對於另一方的超音波訊號電測轉換器 20 進退的超音波訊號電測轉換器移動機構 46，而其結構是如第 8 圖的訊號處理方塊圖所示。

第 8 圖所示的都卜勒式超音波流量計 10B，兩個超音波訊號電測轉換器 20、20a 是配置成：從這兩個超音波訊號電測轉換器 20、20a 所震盪出來的超音波脈衝的入射方向

五、發明說明 (29)

在於流體配管 11 內是呈互相垂直相交。也就是說，都卜勒式超音波流量計 10B 是將兩個超音波訊號電測轉換器 20、20a 是配置成：從這兩個超音波訊號電測轉換器 20、20a 所震盪出來的超音波脈衝在於流體配管 11 內的測定區域是呈互相垂直相交。

前述都卜勒式超音波流量計 10B 是具備有：可分別接收兩個超音波訊號電測轉換器 20、20a 所震盪出來的超音波脈衝之從流體配管 11 內的測定區域所反射回來的反射波也就是超音波回聲的反射波接收器 27、27a；及可分別從各反射波接收器 27、27a 所接收到的超音波回聲的強度來計算出超音波測定線方向的速度向量的速度向量計算手段 47、47a；及可從各速度向量計算手段 47、47a 所計算出來的速度向量的向量和來計算出被測定流體的流速向量的流速向量計算手段 48，然後再從流速向量計算手段 48 所計算出來的流體配管 11 內的測定線 ML 方向的流速分布來計算出被測定流體 12 的流量者。

而兩個超音波訊號電測轉換器 20、20a 所震盪出來的超音波脈衝之從流體配管 11 內的測定區域所反射回來的反射波也就是超音波回聲是分別由各個反射波接收器 27、27a 所接收。各反射波接收器 27、27a 所接收到的超音波回聲的強度訊號是利用速度向量計算手段 47、47a 轉換成測定線 ML 方向（路徑方向）的速度向量。再利用流速向量計算手段 48 計算出測定線 ML 方向（路徑方向）的速度向量的向量和，進而計算出被測定流體 12 的流速的正確的速度向

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

五、發明說明 (26)

量。

藉由上述速度向量計算手段 47、47a 以及流速向量計算手段 48 來構成流速分布測定電路 30，可測定出流經流體配管 11 內的被測定流體 12 之沿著路徑方向（測定線 ML）的流速分布，再藉由將這種流速分布，做超音波的路徑方向上的積分運算，即可求出被測定流體 12 的流量。

利用流速分布測定電路 30 的流速向量計算手段 48 計算出某一位置的流速之後，以超音波訊號電測轉換器移動機構 46 令超音波訊號電測轉換器 20 或 20a 在於流體配管 11 上移動，以便採取下一個位置的資料。藉由以超音波訊號電測轉換器移動機構 46 令超音波訊號電測轉換器 20、20a 不斷地進行移動操作，可求出在於超音波脈衝的整個路徑方向上的被測定流體 12 的流速分布，再利用運算處理即可正確地求出其流量。

【發明的效果】

經由以上的說明可知，本發明的都卜勒式超音波流量計係可自動地設定對於流體配管的管壁厚度產生共鳴性的穿透現象的超音波的最適頻率、最適入射角度，不必再針對於各種流體配管的每一種都設置最適合的超音波訊號電測轉換器，因此具有很高的泛用性，可以簡單容易，以非接觸的狀態正確且高精度地測定出流經流體配管內的被測定流體的流量。

又，本發明的都卜勒式超音波流量計係可利用超音波

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

五、發明說明 (27)

的都卜勒偏移現象來正確且高精度地測定出被測定流體的流量，即使是光學方式的流量測定手段所無法測定的不透明或半透明的流體，或者，在流體配管內產生迴旋流、渦流、非平行流動的流體也能夠正確且高精度地測定出被測定流體的流量。

【圖面之簡單說明】

第 1 圖係顯示本發明的都卜勒式超音波流量計的第一實施形態的圖。

第 2 圖係本發明的都卜勒式超音波流量計用以測定流量的作動原理的說明圖。

第 3 圖係顯示超音波對於金屬壁面的穿透特性的圖。

第 4 圖係顯示流經流體配管內的被測定流體的平均流速分布的圖。

第 5 圖係顯示本發明的都卜勒式超音波流量計的第二實施形態的圖。

第 6 圖係爲了說明本發明的都卜勒式超音波流量計的第三實施形態的利用都卜勒頻率來計算出超音波入射角度方向的速度成分的示意圖。

第 7 圖係顯示本發明的都卜勒式超音波流量計的第三實施形態的原理圖。

第 8 圖係顯示本發明的都卜勒式超音波流量計的第三實施形態的訊號處理方塊圖。

五、發明說明 (28)

【圖號說明】

- 10、10A、10B：都卜勒式超音波流量計
- 11：流體配管
- 12：被測定流體
- 13：超音波速度分布測定單元 (UVP 單元)
- 15：超音波發訊手段
- 16：流體速度分布測定手段
- 17：電腦
- 18：顯示裝置
- 19：頻率選擇設定手段
- 20、20a：超音波訊號電測轉換器
- 21：震盪用放大器
- 23：震盪器
- 24：發射器
- 27、27a：反射波接收器
- 28：放大器
- 29：A/D 轉換器
- 30：流速分布測定電路
- 31：震盪頻率可變裝置
- 32：基本頻率範圍設定手段
- 33：反射波強度抽出手段
- 35：接觸媒介
- 40：入射角調節設定手段
- 41：入射角變換機構

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (29)

43：入射角區域設定手段

44：反射波強度抽出手段

46：超音波訊號電測轉換器移動機構（步進馬達）

47、47a：速度向量計算手段

48：流速向量計算手段

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

四、中文發明摘要(發明之名稱：都卜勒式超音波流量計)

本發明的都卜勒式超音波流量計是具備有：從超音波訊號電測轉換器將超音波脈衝入射到流體配管內的超音波發訊手段；可接收從流體配管內的測定區域所反射的超音波回聲，以測定被測定流體的流速分布的流速分布測定手段；從被測定流體的流速分布計算出其流量的流體流量運算手段；和可從超音波訊號電測轉換器自動地選擇出可產生共鳴性的穿透現象的超音波的基本頻率的頻率選擇設定手段。這個頻率選擇設定手段係以令超音波訊號電測轉換器震盪出所選擇的最適頻率的方式控制超音波發訊手段的作動，根據這種構成方式，可以提供一種簡單容易，且是以非接觸的方式正確而且高精度地測定出流經各種流體配管內的被測定流體的流量之具有高泛用性的都卜勒式超音波流量計。

英文發明摘要(發明之名稱：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

六、申請專利範圍 1

1、一種都卜勒式超音波流量計，其特徵為：

該流量計是具備有：具有可震盪出超音波脈衝的超音波訊號電測轉換器，並可將來自於上述超音波訊號電測轉換器的超音波脈衝入射到流經流體配管內的被測定流體的超音波發訊手段；和

接收被入射到被測定流體的超音波脈衝之中的從流體配管內的測定區域所反射的超音波回聲，以測定上述測定區域中的被測定流體的流速分布的流速分布測定手段；和

依據上述被測定流體的流速分布計算出被測定流體的流量的流體流量運算手段；和

自動選擇出從超音波訊號電測轉換器震盪之可對於上述流體配管的管壁產生共鳴性的穿透現象的超音波的基本頻率的頻率選擇設定手段，

而且這個頻率選擇設定手段係以令超音波訊號電測轉換器震盪出所選擇的最適頻率的方式來控制上述超音波發訊手段的作動。

2、如申請專利範圍第1項之都卜勒式超音波流量計，其中上述震盪頻率選擇設定手段係自動地調節設定從超音波訊號電測轉換器震盪的超音波脈衝的震盪頻率，並且是以超音波半波長的整數倍剛好成為流體配管的管壁厚度的方式，來選擇超音波脈衝的震盪頻率。

3、如申請專利範圍第1項之都卜勒式超音波流量計，其中上述震盪頻率選擇設定手段係具備有：令超音波訊號電測轉換器震盪出所需的震盪頻率的超音波的震盪用放

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍 2

大器；和可改變地調節設定這個震盪用放大器的震盪頻率的震盪頻率可變裝置；和可在預先指定的頻率範圍內令震盪頻率可變裝置作動的頻率範圍設定手段；和用來接收從上述超音波訊號電測轉換器所震盪的超音波脈衝之中的由流體配管內的測定區域反射的超音波回聲的超音波接收手段；和用以抽出所接收到的超音波回聲的強度，並將其記憶起來的反射波強度抽出手段，上述震盪頻率選擇設定手段係反覆地執行震盪頻率的抽出選定操作，以自動地選擇出超音波的最適頻率。

4、如申請專利範圍第1項之都卜勒式超音波流量計，其中上述都卜勒式超音波流量計又具備有：用以調節設定從上述超音波訊號電測轉換器被入射到被測定流體內的超音波脈衝的入射角度的入射角度調節設定手段，這個入射角度調節設定手段是以讓超音波脈衝成為可對於流體配管的管壁產生共鳴性的穿透現象的入射角度的方式，將超音波訊號電測轉換器可調節設定地設在流體配管上，而且是組合了上述頻率選擇設定手段與入射角調節設定手段而成的。

5、一種都卜勒式超音波流量計，其特徵為：

該流量計係具備有：具有可震盪出超音波脈衝的超音波訊號電測轉換器，將來自於上述超音波訊號電測轉換器的超音波脈衝入射到流經流體配管內的被測定流體的超音波發訊手段；和

接收被入射到被測定流體的超音波脈衝之中的從流體

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍 3

配管內的測定區域所反射的超音波回聲，以測定上述測定區域中的被測定流體的流速分布的流體速度分布測定手段；和

依據上述被測定流體的流速分布計算出被測定流體的流量的流體流量運算手段；和

用以調節設定從上述超音波訊號電測轉換器被入射到被測定流體內的超音波脈衝的入射角度的入射角調節設定手段，這個入射角調節設定手段是以讓超音波脈衝成為可對於流體配管的管壁產生共鳴性的穿透現象的入射角度的方式，將超音波訊號電測轉換器可調節設定地設在流體配管上。

6、如申請專利範圍第5項之都卜勒式超音波流量計，其中上述入射角調節設定手段是具備有：從外側設置於流體配管上的超音波訊號電測轉換器；和可調節設定從這個超音波訊號電測轉換器所震盪的超音波脈衝的入射角度的入射角變換機構；和可在預先指定的入射角區域的範圍內令上述入射角變換機構作動的入射角區域設定手段；和用來接收從上述超音波訊號電測轉換器所震盪的超音波脈衝之中的由流體配管內的測定區域反射的超音波回聲，且抽出超音波回聲的強度，並將其記憶起來的反射波強度抽出手段，前述入射角調節設定手段可反覆地執行超音波脈衝入射角度的抽出選定操作以自動地選擇出最適的超音波脈衝入射角度。

7、如申請專利範圍第5項之都卜勒式超音波流量計

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍 4

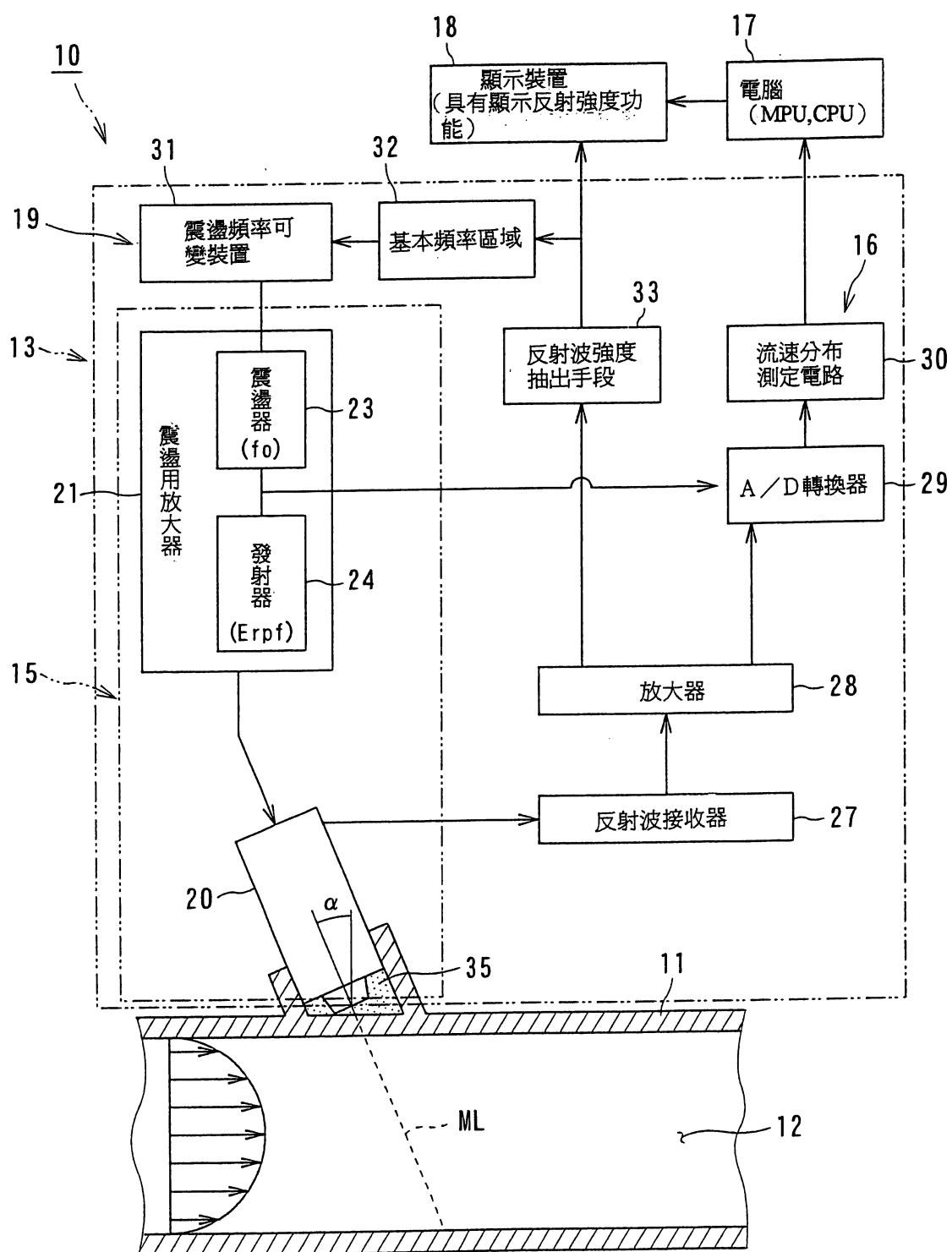
，其中上述超音波訊號電測轉換器是可自由調節安裝角度地被設在流體配管的外側，以入射角變換機構來選擇上述超音波訊號電測轉換器的安裝角度，藉此，可調節設定從上述超音波訊號電測轉換器所震盪的超音波脈衝的入射角度。

8、一種都卜勒式超音波流量計，其特徵為：

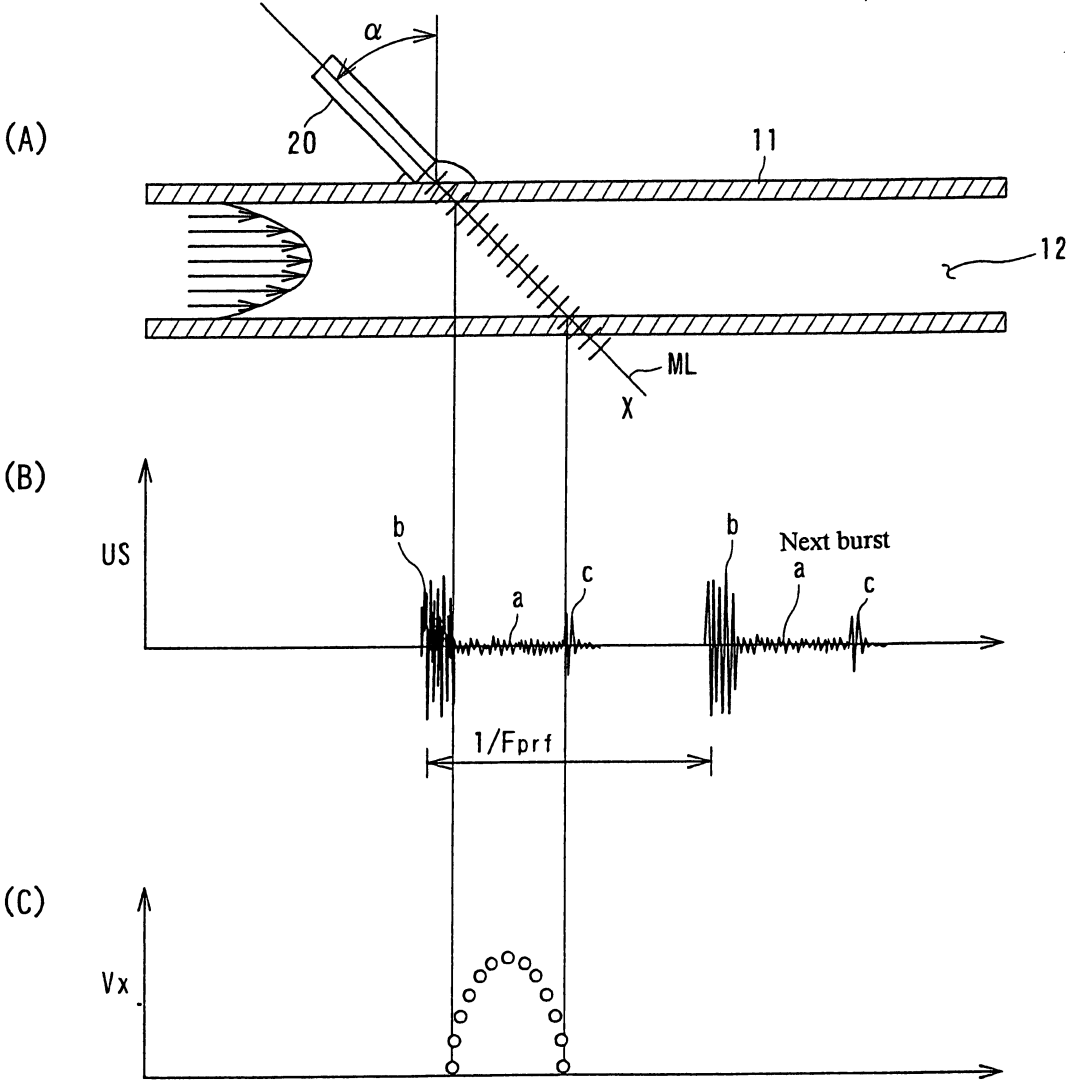
該流量計係具備有：設在流體配管上的第一超音波訊號電測轉換器；和被設置成在於流體配管的軸方向上與這個第一超音波訊號電測轉換器分開的第二超音波訊號電測轉換器；和可令第一超音波訊號電測轉換器相對於第二超音波訊號電測轉換器前進／後退的超音波訊號電測轉換器移動機構，將上述兩個超音波訊號電測轉換器設置成由兩者所震盪的超音波脈衝在於流體配管內的測定區域內呈垂直相交，並且具備有：可分別接收來自於上述第一和第二超音波訊號電測轉換器所震盪的超音波脈衝之從流體配管內的測定區域所反射的超音波回聲的反射波接收器；和分別從各反射波接收器所接收到的超音波回聲強度計算出超音波測定線方向的速度向量的速度向量計算手段；和從各速度向量計算手段所計算出來的速度向量的向量和值，計算出被測定流體的流速向量的流速向量計算手段，並且是以從流速向量計算手段所計算出來的流體配管內的測定線方向的流速分布計算出被測定流體的流量。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

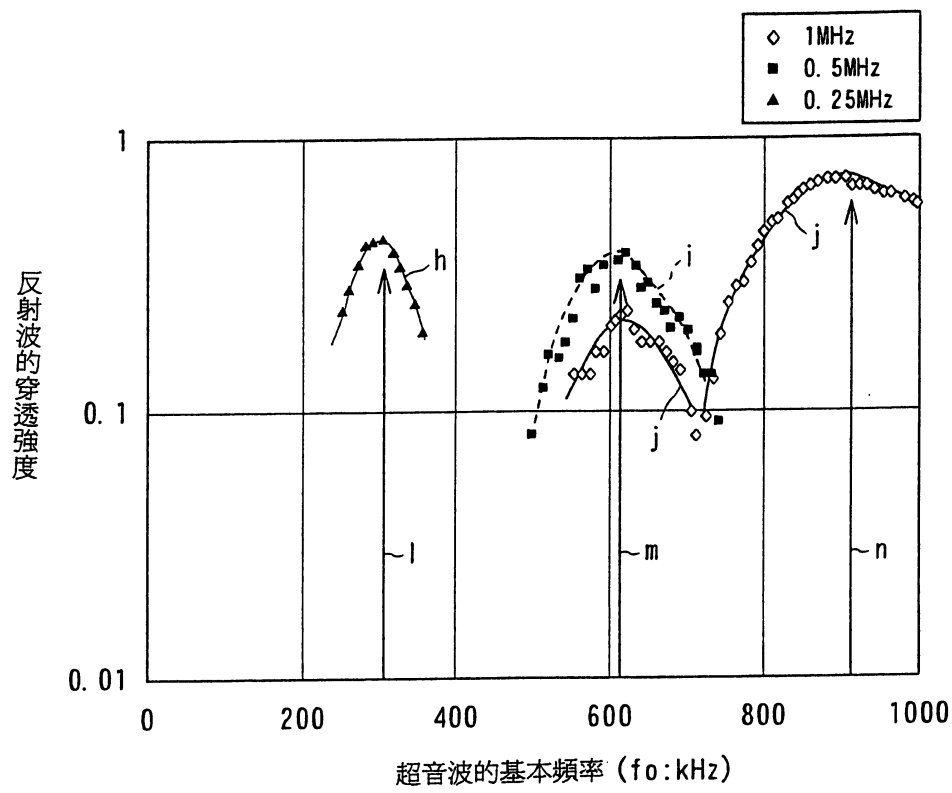
訂



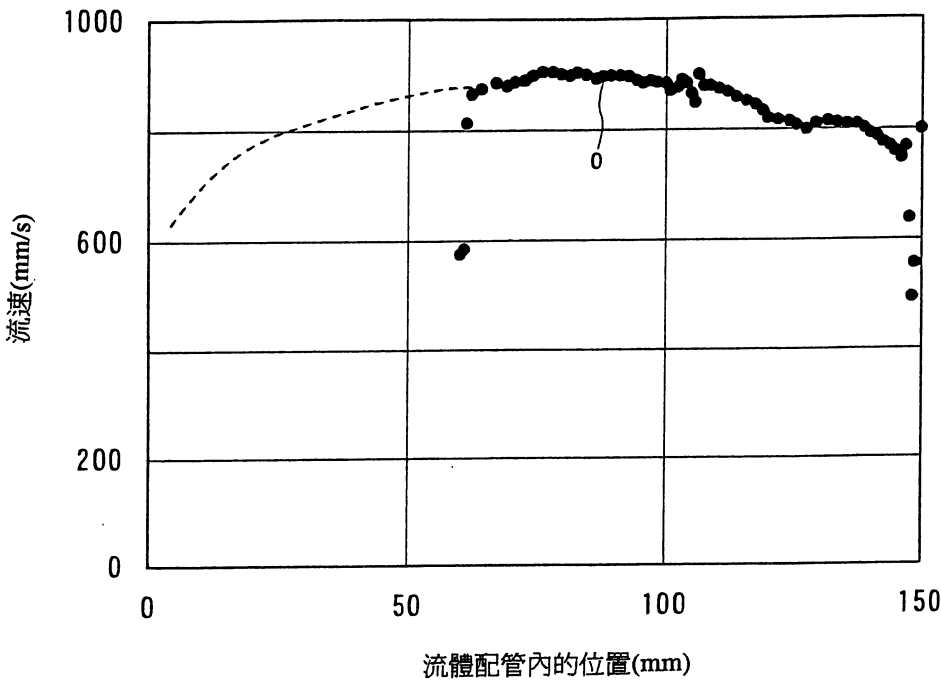
第 1 圖



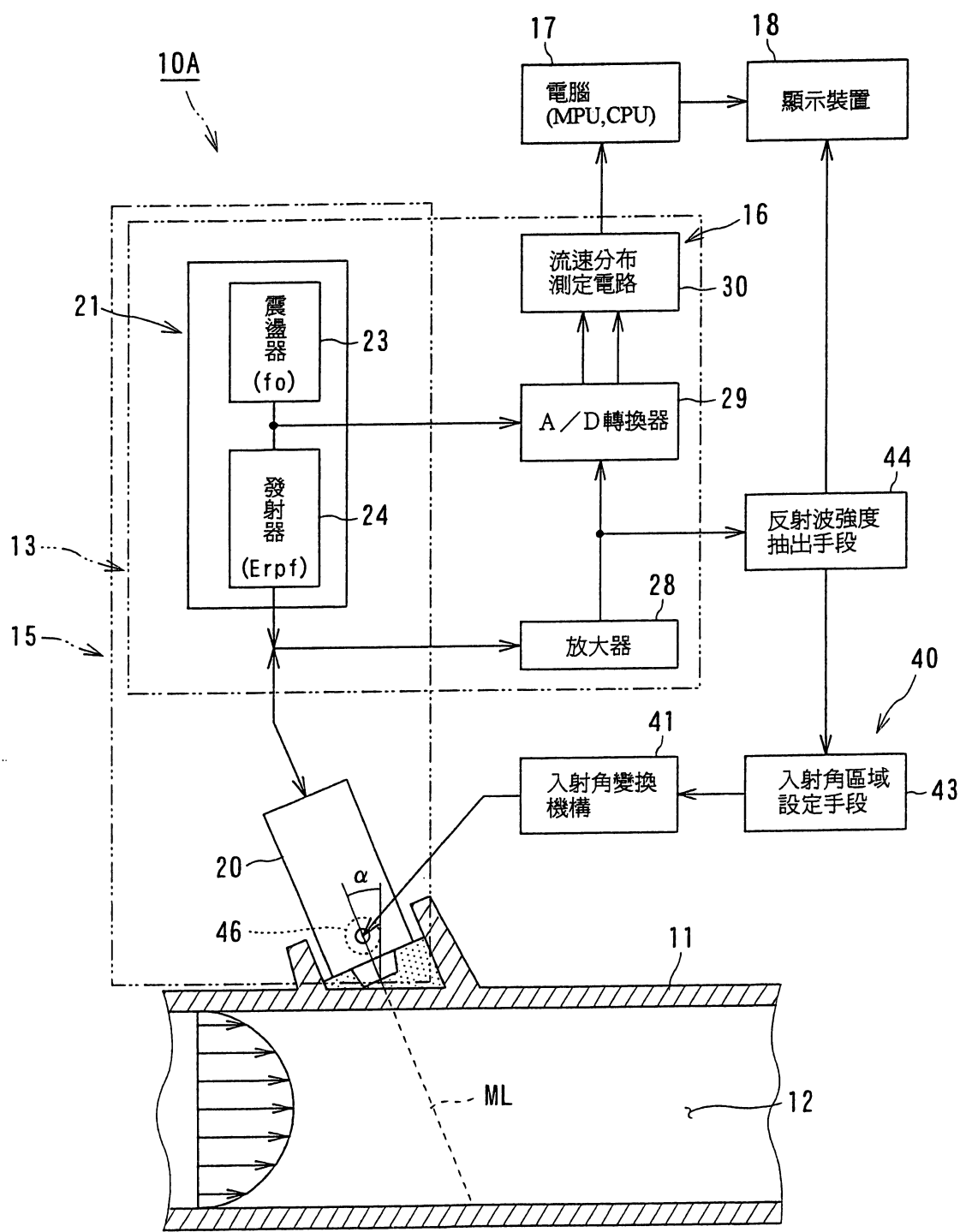
第 2 圖



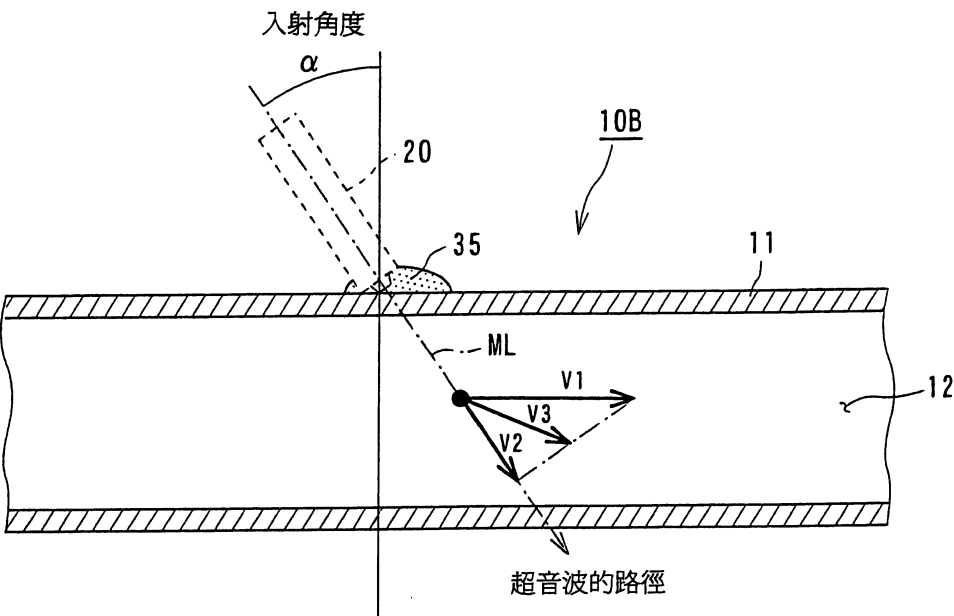
第 3 圖



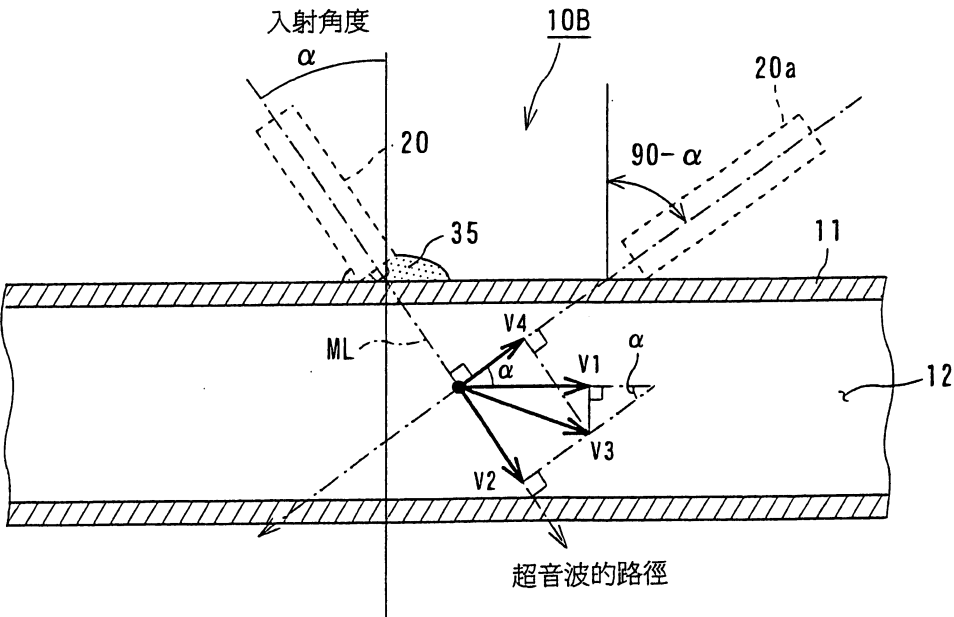
第 4 圖



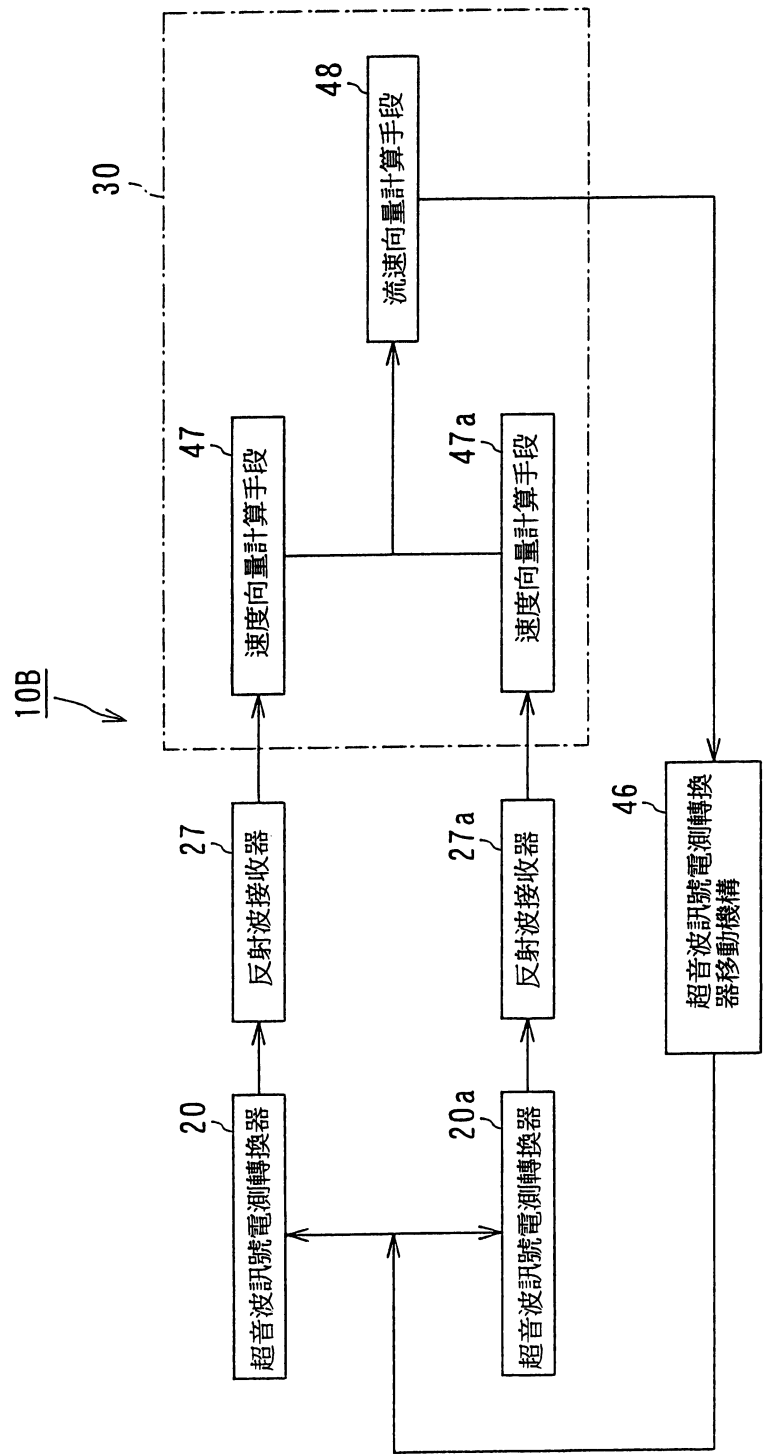
第 5 圖



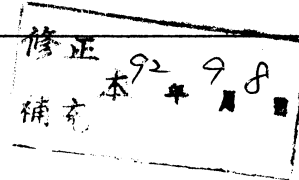
第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖



五、發明說明 (1)

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關利用都卜勒偏移 (Doppler shift) 現象來測定被測定流體的流量的都卜勒式超音波流量計，特別是可自動調整設定超音波的最適 (最佳) 頻率、最適入射角度的都卜勒式超音波流量計。

【先前技術】

用以測定流經流體配管內的被測定流體的流速、流量的流量計，依其測定原理，可大致區分為兩種類。

第一類的流量計是利用流經流體配管內的流體的過程量 (process volume) 變化成流動方向的現象來測定流量的，這種流量計是有孔口 (orifice) 流量計。孔口流量計是利用孔口上游側與下游側的流體的壓力不同的現象來測定出流量的，以下將這種流量測定方法稱為「平均值近似法」。

第二類的流量計主要是用於測定圓管等等的配管內的液流的流量的。

這種流量計是先測定配管內的液流的其中一點例如：位於管軸上的預定點的流速，再依據所測得的測定值，從理論值來假定出配管內的流速分布形狀，再將這種流速分布形狀予以積分，以求出流量的。以下稱這種流量測定方法為「近似積分法」。

另外，在於已知的流量計之中，也有一種是將超音波照射到測定對象也就是被測定流體，以測定流體的流量的超音波流量計。

這種超音波流量計亦可大致區分為：利用平均值近似

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

修正 92.9.8
本 年 月 日
補充

五、發明說明 (2)

法來測定流量的，以及利用近似積分法來測定流量的。

採用平均值近似法的超音波流量計，是利用：超音波脈衝通過一定的間隔的兩點所需要的時間，例如：超音波脈衝朝向流體液流的上游前進時所需的時間、與超音波脈衝朝向流體液流的下游前進時所需的時間上的差異，剛好是相當於流體的流動速度的這種原理，來求出預定的兩點之間的平均速度，以測定流量的。

又，採用近似積分法的超音波流量計係利用都卜勒偏移法求出配管的中心軸上的某一點的被測定流體的速度，再從這個流體速度來測定流量的，係揭示於日本特開平 6-294670 號公報。這種近似積分法的超音波流量計是從理論值或經驗法則求出流速分布的形狀，再進行積分的。例如：在於配管內的層流區域的流速分布是以拋物線來表示，所以藉由使用管壁上的境界條件，可用在中心軸上所測定到的流體速度來求出流量。這種理論解，嚴格地說，只有對於定常狀態的水流（液流）是成立的，因此，近似積分法的超音波流量計只可以適用於定常狀態的水流（液流），而無法對應於非定常狀態的水流（液流）。

一般而言，關於黏性流體的液流，比較為人所熟知的方程式係 Navier-Stokes 的方程式（以下簡稱 NS 方程式）。傳統的超音波流量計是無視於 NS 方程式的時間微分項而是利用對於定常狀態的流動分布的知識來求出流量。因此，如果測定對象是流量有時間性的變動而近似積分法不成立的流動場（流體的流動場）的時候，就會有：測定精度

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

五、發明說明 (3)

顯著降低，損及測定結果的有效性之虞慮。

關於這種流動場係可舉例出：例如流量的變動時間較之算出平均流量所需的時間更短的流動場；液流尚未充分地發達的流動場（譬如在配管的彎曲部下游側，直管部的距離並不長，以致流體無法在管軸方向上顯示出對稱狀流速分布之配管內流動狀態的場所）。在於前者的情況，NS 方程式的時間微分項不會變成零；後者的情況，則是 NS 方程式的一次元近似不成立。

傳統的流量計是針對於定常狀態時的流量測定，爲了要以充分的精度來進行流量測定，例如：必須在於測定位置的上游側預留非常長的可幫助液流定常化的助跑路徑，不僅對於配管設施耗費時間和成本以及人力，而且是因爲只能夠測定定常狀態的液流的流量，因此難以測定非定常狀態的液流的流量。

又，傳統的流量計是以流經圓管等等的封閉的配管內的流體的平均流量作爲測定對象，因此，不可能測定較大的流量體系內的局部性的流量。無論是哪一種流量計都不可能測定例如：非常大的攪拌槽的入口附近或出口附近的隨著時間發生變動的具有特徵的流量。

此外，在於三次元空間的流量場內的被測定流體的液流，是以三次元的向量來表示，相對於此，傳統的流量計則是在配管內假定出一次元的液流來進行流量測定的。因此，即使在於封閉的配管內的情況下，只要液流變成三次元的流動的時候，流量的測定精度就會變得非常地差，而

五、發明說明 (16)

這種流速分布係可利用 UVP 單元 13 的流速分布測定手段 16 測定出來。

都卜勒偏移法所應用的原理是：若將超音波脈衝放射到流經流體配管 11 內的被測定流體 12 中的話，將會被混合在或者均勻地分布在被測定流體 12 中的反射體所反射，而成為超音波回聲，這個超音波回聲的頻率將會以與流速成正比的大小讓頻率偏移。

又，被超音波流體速度分布測定手段 16 所測定出來的被測定流體 12 的流速分布訊號將被送到作為流體流量運算手段的電腦 17，在此處，將流體配管 11 的半徑方向上的流速分布訊號進行積分，即可計算出被測定流體 12 的流量之與時間的依存關係。如果將這個被測定流體 12 之在於時間 t 的流量假設為 $m(t)$ 的話，可用下列數式來表示：

$$m(t) = p \int v(x \cdot t) dA \cdots \cdots \text{數式(1)}$$

此處， p 是被測定流體的密度。

$v(x \cdot t)$ 是於時間 t 的速度成分 (x 方向)。

從數式(1)，可將時間 t 之流過流體配管 11 的流量 $m(t)$ 改寫成下列數式：

$$m(t) = p \int \int v_x(r \cdot \theta \cdot t) \cdot r \cdot dr \cdot d\theta \cdots \cdots \text{數式(2)}$$

此處， $v_x(r \cdot \theta \cdot t)$ 是於時間 t 時與配管橫斷面上的中

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (22)

超音波傳播距離調整對準成超音波半波長的整數倍，可使得超音波對於流體配管 11 的管壁厚度產生共鳴性穿透現象而可確保充分的反射波的 S/N 比，可確保反射波也就是超音波回聲的強度。因此，可以非接觸的方式高精度地測定出流過流體配管 11 內的被測定流體 12 的流速分布以及流量。

此外，都卜勒式超音波流量計的各種實施形態中，雖然是顯示出分別具備頻率選擇設定手段 19 與入射角調節設定手段 40 的例子，但是，亦可製作成在一台都卜勒式超音波流量計內同時組裝有頻率選擇設定手段 19 與入射角調節設定手段 40。如果同時組裝了兩種設定手段 19 和 40 的話，都卜勒式超音波流量計可自動地選擇最適頻率以及最適的入射角度，可讓設定的工作更為容易。

第 1 圖～第 4 圖所示的都卜勒式超音波流量計 10、10A 是根據利用了超音波脈衝與超音波回聲的都卜勒偏移現象的流速分布的線測定法，來測定被測定流體的流量，所以爲了要提高測定精度，有必要增加測定線 ML 的數量甚至於超音波訊號電測轉換器 20 的設置台數。實際上，亦可在於流體配管 11 的外周方向隔著所需的間隔，設置 N 個超音波訊號電測轉換器 20，且設定成令測定線 ML 相對於管壁的垂線傾斜一個 α 角度，讓所有的測定線 ML 通過流體配管 11 的軸線。

此處，如果流經過流體配管 11 內的被測定流體 12 的流動只是管軸方向的流動 V_x 而可忽視半徑方向或角度爲 θ

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂