

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3869899号  
(P3869899)

(45) 発行日 平成19年1月17日(2007.1.17)

(24) 登録日 平成18年10月20日(2006.10.20)

(51) Int.C1.

F 1

GO 1 F 1/66 (2006.01)  
GO 1 F 7/00 (2006.01)GO 1 F 1/66 102  
GO 1 F 7/00

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-27539  
 (22) 出願日 平成9年2月12日(1997.2.12)  
 (65) 公開番号 特開平10-221139  
 (43) 公開日 平成10年8月21日(1998.8.21)  
 審査請求日 平成16年1月27日(2004.1.27)

(73) 特許権者 000000284  
 大阪瓦斯株式会社  
 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号  
 (73) 特許権者 000116633  
 愛知時計電機株式会社  
 愛知県名古屋市熱田区千年1丁目2番70号  
 (74) 代理人 100101535  
 弁理士 長谷川 好道  
 (72) 発明者 岡村 繁憲  
 大阪市中央区平野町四丁目1番2号  
 大阪瓦斯株式会社内  
 (72) 発明者 策 隆臣  
 大阪市中央区平野町四丁目1番2号  
 大阪瓦斯株式会社内  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波流量計

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

大流量計測部と小流量計測部を組み合わせ流量計測範囲を大きくすることをねらった流量計において、

それぞれの計測部に、送信側にも受信側にもはたらく1対の超音波送受波器を上流側、下流側に設け、それぞれ流体の流れの中を、上流から下流、及び下流から上流に超音波の送受を行い、その各向きの到達時間より、それぞれの計測部の流量を求めるものであって、

大流量計測部の1対と小流量計測部の1対との合計2対の送受波器に対し、1つの電子部を設け、この電子部が送信側の送受波器の駆動と受信側送受波器からの受信信号を受けて到達時間を検知して全体の流量を求めかつ積算表示もするものであって、

切り替え器で前記2対の送受波器のうち1対を選択して前記電子部に接続できるようにし、

大流量計測部で測定するときは、前記切り替え器を、大流量計測部の1対の送受波器が電子部に接続されるようにし、

小流量計測部で測定するときは、前記切り替え器を、小流量計測部の1対の送受波器が電子部に接続されるようにし、

小流量計測部と大流量計測部を直列に接続し、小流量計測部には自動弁で開閉できるバイパス経路を設け、小流時には自動弁が閉じ、大流時には自動弁が開くようにし、

前記切り替え器を、自動弁が閉じているときは小流量部の1対の送受波器が、自動弁が

10

20

開いているときは大流量計測部の1対の送受波器が前記電子部に接続されるよう切り替えて測定するようにするとともに、

自動弁の開閉状態を開閉検知手段で検知するようにしたことを特徴とする超音波流量計。

**【請求項2】**

弁開閉検知手段が磁石と磁気センサとからなることを特徴とする請求項1記載の超音波流量計。

**【請求項3】**

大流量計測部と小流量計測部を組み合わせ流量計測範囲を大きくすることをねらった流量計において、

それぞれの計測部に送信側にも受信側にもはたらく超音波送受波器を上流側、下流側に設け、それぞれの流体の流れの中を、上流から下流、及び下流から上流に超音波の送受を行い、その各向きの到達時間より、それぞれの計測部の流量を求めるものであって、

大流量計測部と小流量計測部に対し、1つの電子部を設け、この電子部が送信側の送受波器の駆動と受信側送受波器からの受信信号を受けて到達時間を検知して全体の流量を求めるものであって、

小流量計測部と大流量計測部を直列に接続し、小流量計測部には小さな流量では弁が閉じていて、大きな流量になると弁が開く自動弁で開閉できるバイパス流路を設け、

更に、弁開閉検知手段を設け、弁が閉じているときは小流量計測部で測定し、弁が開いているときは大流量計測部で測定するようにしたことを特徴とする超音波流量計。

**【請求項4】**

弁開閉検知手段が磁石と磁気センサとからなることを特徴とする請求項3記載の超音波流量計。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は超音波流量計に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】**

図4において、静止流体中の音速をC、流体の流れの速さをVとすると、音波の伝搬方向が流れに沿った方向（以下順方向と言う）と一致すればその伝搬速度は（C+V）となり、流れに逆らった方向（以下逆方向と言う）の場合には（C-V）となる。

**【0003】**

距離Lを隔てて1対の送受波器1,2を流管3の上流と下流に離して配設し、一方の送受波器1から順方向に超音波パルスを発信したとき、他方の送受波器2に超音波パルスが到達するに要する伝搬時間を $t_1$ 、送受波器2から逆方向に超音波パルスを発信したときに、送受波器1に超音波パルスが到達するに要する伝搬時間を $t_2$ とすれば、

$$t_1 = L / (C + V)$$

$$t_2 = L / (C - V)$$

となる。

**【0004】**

従来の超音波流量計では、超音波パルスの各伝搬時間（以下到達時間とも言う） $t_1$ 、 $t_2$ を測定し、これから流速Vを演算し、さらに流量や積算流量（流体の体積）を演算していた。

**【0005】**

例えば、上記到達時間 $t_1$ 、 $t_2$ から

$$(1/t_1) - (1/t_2) = 2V/L$$

の関係があるから、流速Vを

$$V = (L/2) \{ (1/t_1) - (1/t_2) \}$$

として求めていた。

10

20

30

40

50

## 【0006】

流量の変化幅が1つの流量計の測定範囲を超える場合、大形（親）と子形（子）の超音波流量計を組み合わせて、1つのメータとして流量測定範囲の拡大を狙うことが考えられる。

## 【0007】

このような親子メータを用いた超音波流量計の方式としては、合算式と別算式の2方式が考えられる。

合算式は図5に示すように大形メータ（親メータ）4と自動弁5の直列接続に小形メータ（子メータ）6を並列接続する。流量が小さく一定未満のときは自動弁5は閉となり、小形メータ（子メータ）6のみで積算する。流量が大きくて一定以上になると自動弁5は開となり、大形メータ（親メータ）でも積算する。大形メータ（親メータ）4と小形メータ6の和が流量積算値となる。

10

## 【0008】

別算式は図6に示すように大形メータ（親メータ）4と直列接続した自動弁5に、小形メータ（子メータ）6を並列接続する。流量が小さく一定未満のときは自動弁5は閉じ、小形メータ（子メータ）6で積算する。流量が大きくて一定以上になると自動弁5が開き、その時は大形メータ（親メータ）4で積算する。

## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

前記親子メータを用いた超音波流量計では、出来合いの大小の2つのメータを組み合わせるため、2組の電子部が必要であり、コスト高になると言う問題点がある。更に、合算等ひとつのメータとしての表示をするための電子回路部分が必要で、消費電流が大きくなると言う問題点がある。

20

## 【0010】

そして、大小のメータの計測部は、送受波器間の距離が異なる等の理由で受信波の大きさが異なり、共通の受信部を用いて受信することが出来なかつたため、それぞれ用に電子部が必要で、この面からもコスト高と消費電流の増大を招くと言う問題点があった。

## 【0011】

そこで、本発明はコストと消費電流の増大を押さえて流量計測範囲を拡大した超音波流量計を提供することを目的とする。

30

## 【0012】

## 【課題を解決するための手段とその作用】

前記目的を達成するために、請求項1の発明は、

大流量計測部と小流量計測部を組み合わせ流量計測範囲を大きくすることをねらった流量計において、

それぞれの計測部に、送信側にも受信側にもはたらく1対の超音波送受波器を上流側、下流側に設け、それぞれ流体の流れの中を、上流から下流、及び下流から上流に超音波の送受を行い、その各向きの到達時間より、それぞれの計測部の流量を求めるものであつて、

大流量計測部の1対と小流量計測部の1対との合計2対の送受波器に対し、1つの電子部を設け、この電子部が送信側の送受波器の駆動と受信側送受波器からの受信信号を受けて到達時間を検知して全体の流量を求めかつ積算表示もするものであつて、

40

切り替え器で前記2対の送受波器のうち1対を選択して前記電子部に接続できるようにし、

大流量計測部で測定するときは、前記切り替え器を、大流量計測部の1対の送受波器が電子部に接続されるようにし、

小流量計測部で測定するときは、前記切り替え器を、小流量計測部の1対の送受波器が電子部に接続されるようにし、

小流量計測部と大流量計測部を直列に接続し、小流量計測部には自動弁で開閉できるバイパス経路を設け、小流時には自動弁が閉じ、大流時には自動弁が開くようにし、

50

前記切り替え器を、自動弁が閉じているときは小流量部の1対の送受波器が、自動弁が開いているときは大流量計測部の1対の送受波器が前記電子部に接続されるよう切り替えて測定するようにするとともに、

自動弁の開閉状態を開閉検知手段で検知するようにしたことを特徴とする超音波流量計である。

**【0013】**

この発明では、1つの電子部が切り替え器で大流量計測部と小流量計測部の各1対の送受波器に選択的に切り替え接続されて、所定の時間間隔で測定を行うため、両計測部での全く同時の測定は行わず、一方の終了後に他方を行いサンプリング方式にできる。

**【0014】**

請求項2の発明は、請求項1記載の超音波流量計において、弁開閉検知手段が磁石と磁気センサとからなることを特徴とするものである。

**【0015】**

請求項3の発明は、大流量計測部と小流量計測部を組み合わせ流量計測範囲を大きくする  
ことをねらった流量計において、

それぞれの計測部に送信側にも受信側にもはたらく超音波送受波器を上流側、下流側に設け、それぞれの流体の流れの中を、上流から下流、及び下流から上流に超音波の送受を行い、その各向きの到達時間より、それぞれの計測部の流量を求めるものであって、

大流量計測部と小流量計測部に対し、1つの電子部を設け、この電子部が送信側の送受波器の駆動と受信側送受波器からの受信信号を受けて到達時間を検知して全体の流量を求めるものであって、

小流量計測部と大流量計測部を直列に接続し、小流量計測部には小さな流量では弁が閉じていて、大きな流量になると弁が開く自動弁で開閉できるバイパス流路を設け、

更に、弁開閉検知手段を設け、弁が閉じているときは小流量計測部で測定し、弁が開いているときは大流量計測部で測定するようにしたことを特徴とする超音波流量計である。

**【0016】**

請求項4の発明は、請求項3記載の超音波流量計において、弁開閉検知手段が磁石と磁気センサとからなることを特徴とするものである。

**【0017】**

これらの発明は、言わば別算式で、弁の開閉に応じて2つの計測部の送受波器のうち一方を電子部に接続するように切り替えて測定する。そのため、消費電流的に有利に計測範囲を拡大できる。

**【0018】**

**【発明の実施の形態】**

図1(a)(b)は本発明の好ましい実施の形態である。

**【0019】**

大流量計測部4Aと小流量計測部6Aが直列に接続され、小流量計測部6Aと並列に自動弁(単に弁とも言う)5で流れを開閉するバイパス経路7がある。小さな流量では弁5が閉じていて流体としてのガスは全て小流量計測部6Aを通り大流量計測部4Aへ流れる。

**【0020】**

大きな流量になると弁5が開き小流量計測部6Aとバイパス経路7の両方を通って大流量計測部4Aへ流れるようになっている。そして、この実施例では2秒間隔で測定を行っている。

**【0021】**

各計測部4A, 6Aには流体の流れの中を流れと同方向に超音波の送受をする1対の超音波送受波器が所定の間隔(例えばL)を隔てて配置してあり、そのどちらかの一対が電子部8に接続されるよう切り替え器9があり、電子部8よりの信号で切り替え器9が作動して選択できるようになっている。

**【0022】**

10

20

30

40

50

4 B は大流量計測部 4 A の上流に配設した送受波器、4 C は大流量計測部 4 A の下流に配設した送受波器、6 B は小流量計測部 6 A の上流に配設した送受波器、6 C は小流量計測部 6 A の下流に配設した送受波器である。

【0023】

電子部 8 は切り替え器 9 で選択された一对の送受波器 6 B, 6 C 又は 4 B, 4 C のうち、受信側の送受波器 6 C 又は 4 C が接続され受信波を検知すると受信波検知信号を出力する受信波検知部 10 と、

測定 ON, OFF 信号が OFF 側から ON 側になる毎に選択された 1 対のうちの送信側の送受波器 6 B を駆動しその後は受信波検知信号が入力されるごとに駆動し、第 n 受信波検知信号が入力されるか測定 ON, OFF 信号が OFF 側になると駆動停止する送波器駆動部 11 と、

受信波検知部 10 よりの受信波検知信号が入力されていて、測定 ON, OFF 信号が ON 側になる毎にゼロからカウントを開始し n 番目の受信波検知信号を検知して第 n 受信波検知信号を出力する第 1 のカウンタ 12 と、

測定 ON, OFF 信号が ON 側になってから第 n 受信波検知信号までの時間を測定する第 2 のカウンタ 13 と、

2 秒間隔で送受の方向の切り替えを行い、その都度測定 ON, OFF 信号を OFF 側から ON 側にし第 n 受信波検知信号を受けると第 2 のカウンタ 13 の測定値を読み取り、流速、流量及び積算流量等の演算を行うコントロール部 14 を有する。

【0024】

前記受信波検知部 10 は、増幅部と比較部より構成され、受信側送受波器（例えば 6 C）からの信号は、まず増幅されその後、基準電圧レベルと比較されるようになっていて、最初に基準電圧レベルを越えた波が次にゼロレベルを通る点を、受信波を検知した点とするようになっていて、前記増幅部の増幅度は 8 段階用意されていて、コントロール部 14 よりの増幅度選択信号により 1 つが選択される。また基準電圧レベルもコントロール部 14 の基準電圧レベル選択信号により用意された 8 つより 1 つを選択して使用するようになっている。

【0025】

図 2 は増幅部の電子回路の具体例で、オペアンプ 15 にアナログスイッチ 16 を介して 8 個の帰還抵抗 R 20 ~ R 27 が接続され、前記コントロール部 14 からの増幅度選択信号 S10, S11, S12 でアナログスイッチ 16 のうちの何れかのスイッチを選択してオンとすることで、増幅部の増幅度を選択する。

【0026】

$V_{in}$  は受信側の送受波器（例えば 6 C）からの受信波信号で抵抗 R 1 を介してオペアンプ 15 の反転入力に入力される。

帰還抵抗の抵抗値は、

$$R_{20} < R_{21} < \dots < R_{27}$$

の関係に定められ、増幅度は相互に、

$$(R_{20} / R_1) < (R_{21} / R_1) < \dots < (R_{27} / R_1)$$

の関係となる。

【0027】

図 3 は受信波検知部 10 の比較部の電子回路の具体例で、コンパレータ 17 の非反転入力には前記図 2 の増幅部からの出力  $V_{out}$  が入力される。そして反転入力には、基準電圧レベル  $V_{TH}$  が入力される。

【0028】

S20, S21, S22 はコントロール部 14 からの基準電圧レベル選択信号で、アナログスイッチ 18 のうちの何れか 1 つのスイッチを選択してオンとすることで、8 個の抵抗 R40 ~ R47 の何れか 1 つと抵抗 R3 とで一定の基準電圧 19 を分圧してコンパレータ 17 の反転入力に入力する基準電圧レベル  $V_{TH}$  を作る。

【0029】

10

20

30

40

50

8 個の抵抗 R 4 0 ~ R 4 7 の各抵抗値同士の関係は、

$$R 4 0 < R 4 1 < R 4 2 < \dots < R 4 7$$

となっていて、コントロール部 1 4 からの基準電圧レベル選択信号でアナログスイッチ 1 8 を選択して基準電圧レベル  $V_{TH}$  を決める。

【0030】

弁 5 (図 1) の状態は図示されてない磁石と磁気センサとからなる弁開閉検知手段 2 0 で検知してコントロール部 1 4 に入力されている。

コントロール部 1 4 はマイクロコンピュータで構成されていて、2 秒間隔で先ず弁 5 の開閉状態を前記検知手段 2 0 からの信号に基づいてチェックする。

【0031】

閉状態なら切り替え器 9 を図 1 (a) (b) の状態にして小流量計測部 6 A の送受波器 6 B, 6 C を選択して前述の測定を行い、開状態なら切り替え器 9 を図 1 (a) (b) の状態から切り替えて大流量計測部 4 A の送受波器 4 B, 4 C を選択して前述の測定を行う。

【0032】

超音波の送受方向については、弁 5 の開閉とは関係なく、順, 逆, 順, 逆と交互に行う。スイッチ 2 1 は順方向と逆方向の切り替えスイッチで、コントロール部 1 4 の送受切替信号で操作される。

【0033】

この時、予め記憶してあるそれぞれに最適な前記増幅度と基準電圧レベル  $V_{TH}$  がセットされるようコントロール部 1 4 から受信波検知部 1 0 へ増幅度選択信号 S 1 0, S 1 1, S 1 2 と基準電圧レベル選択信号 S 2 0, S 2 1, S 2 2 とを出力する。

【0034】

コントロール部 1 4 は 2 秒毎に第 2 のカウンタ 1 3 の測定値  $t$  を読み取るとその値より時間逆数値  $1/t$  を算出し、その値と各計測部 6 A 又は 4 A に対応した定数との積をとり記憶するとともに前回の計算結果との差をとって、その差を前回から今回までの流量として積算表示するようにしてある。

なお、前記定数は、流管の断面積、送受波器間隔、流管断面の流速分布及び測定間隔等で、小流量計測部用又は大流量計測部用として決められたものである。

【0035】

【発明の効果】

本発明の超音波流量計は上述のように構成されていて、電子部が 1 つだけで良いため、電子回路の構成が簡単になって消費電流を低減でき電源用の電池も小形化できる。そして流量計のコストの増大を押さえて計測範囲を拡大できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例で (a) は概略系統図、(b) はブロック図である。

【図 2】 図 1 の実施例に用いる増幅部の電子回路の具体例である。

【図 3】 図 1 の実施例に用いる比較部の電子回路の具体例である。

【図 4】 超音波流量計の原理を説明する略図である。

【図 5】 親子メータの略図である。

【図 6】 同じく親子メータの略図である。

【符号の説明】

4 A 小流量計測部

4 B, 4 C 送受波器

5 弁 (自動弁)

6 A 大流量計測部

6 B, 6 C 送受波器

7 バイパス経路

8 電子部

9 切り替え器

10

20

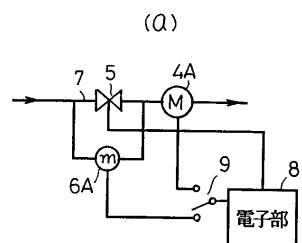
30

40

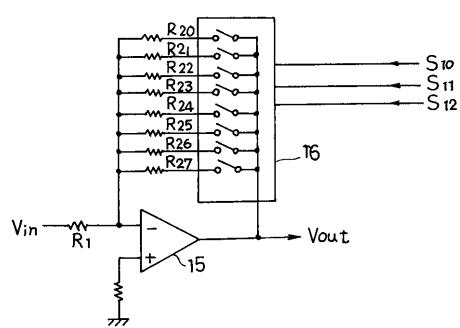
50

- 1 0 受信波検知部
  - 1 1 送波器駆動部
  - 1 2 第1のカウンタ
  - 1 3 第2のカウンタ
  - 1 4 コントロール部
  - 2 0 弁開閉検知手段

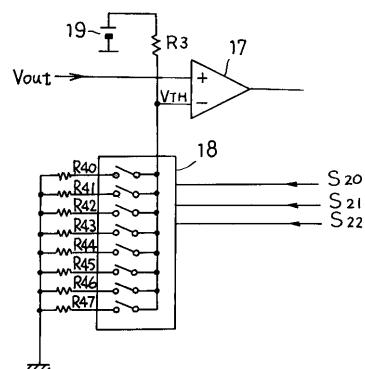
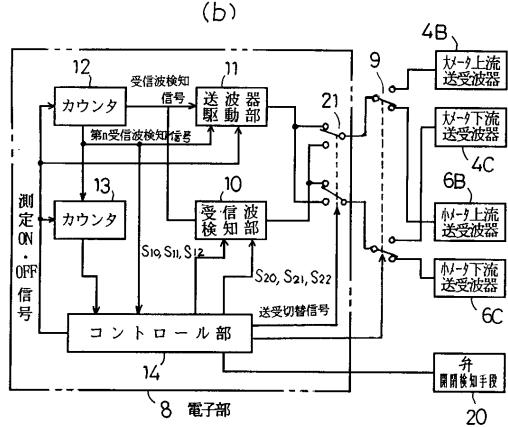
【 四 1 】



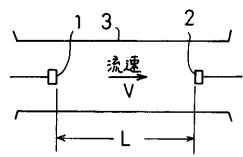
【 四 2 】



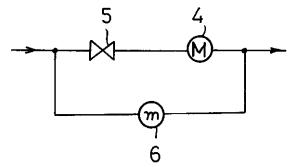
【 図 3 】



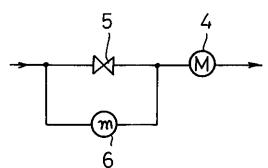
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 富田 明男  
大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内  
(72)発明者 鍋島 徳行  
愛知県名古屋市熱田区千年一丁目2番70号 愛知時計電機株式会社内  
(72)発明者 田中 豊  
愛知県名古屋市熱田区千年一丁目2番70号 愛知時計電機株式会社内

審査官 森口 正治

(56)参考文献 特開昭62-145117(JP,A)  
実開平05-050320(JP,U)  
特開昭62-180221(JP,A)  
特開平08-128874(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 1/00-9/02