

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5884014号
(P5884014)

(45) 発行日 平成28年3月15日 (2016. 3. 15)

(24) 登録日 平成28年2月19日 (2016. 2. 19)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 F 1/66 (2006. 01) GO 1 F 1/66 I O 2
GO 1 P 5/24 (2006. 01) GO 1 P 5/24 B

請求項の数 5 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2012-142635 (P2012-142635)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成24年6月26日 (2012. 6. 26)		パナソニック I P マネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2014-6170 (P2014-6170A)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成26年1月16日 (2014. 1. 16)	(74) 代理人	100120156
審査請求日	平成27年6月9日 (2015. 6. 9)		弁理士 藤井 兼太郎
		(74) 代理人	100106116
			弁理士 鎌田 健司
		(74) 代理人	100170494
			弁理士 前田 浩夫
		(72) 発明者	木場 康雄
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	竹村 晃一
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流れ計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体管路に設けられ超音波信号を送受信する第1振動子及び第2振動子と、
 前記第1、第2振動子を駆動する送信手段と、
 前記第1、第2振動子の送受信を切り換える切換手段と、
 前記第1、第2振動子の受信信号を増幅する増幅手段と、
 前記超音波信号の送受信の繰り返し時の伝播時間の累積時間を計時する計時手段と、
 前記計時手段の計時した時間に基づいて流速及びまたは流量を算出する算出手段と、
 前記増幅手段から出力される受信信号の電圧と基準電圧とを比較し、その大小関係が反転した時点で信号を出力する基準比較手段と、
 前記基準比較手段から出力される信号を受信後、前記増幅手段から出力される受信信号の電圧が正から負に変わる最初の負のゼロクロス点を判定した時点で信号を出力する判定手段と、
 前記送信手段からの信号出力から前記判定手段の信号出力までの時間差を計時する時間差計時手段と、
 前記基準電圧を設定範囲の最小電圧から最大電圧に変化させたときの前記時間差計時手段の計時する時間差が急激に変化する値をピーク電圧として複数認識すると共に、前記複数のピーク電圧のうち任意の第1ピーク電圧値と第2ピーク電圧値の比が所定の値となった場合に、前記第1ピーク電圧と前記第2ピーク電圧の所定の比の値を前記基準電圧として設定する基準設定手段と、

前記時間差計時手段の計時する時間差を前記基準電圧の設定時に記憶する時間差記憶手段と、

前記基準設定手段の任意の第1ピーク電圧値と第2ピーク電圧値を記憶するピーク記憶手段と、

前記基準電圧を設定範囲の第1ピーク電圧値付近から第2ピーク電圧値付近に変化させたときの前記時間差計時手段の計時する時間差が急激に変化する値を第1ピーク電圧および第2ピーク電圧と再認識して、前記第1ピーク電圧と前記第2ピーク電圧の所定の比の値を前記基準電圧として設定する基準再設定手段と、を備え、

前記基準電圧の設定後に前記時間差計時手段が計時した値と前記時間差記憶手段に記憶された値との差が所定値以上であれば、前記基準設定手段に前記基準電圧を再度設定させる流体の流れ計測装置。

10

【請求項2】

前記時間差記憶手段の時間差によって基準設定手段の前記第1ピーク電圧と前記第2ピーク電圧の比の値の関係を決定する電圧比判断手段を備えた請求項1記載の流体の流れ計測装置。

【請求項3】

温度を計測する温度計測手段を備え、前記温度計測手段で計測された温度がある一定以上変動した場合に前記基準電圧の調整動作を行う請求項1または2記載の流体の流れ計測装置。

【請求項4】

前記基準設定手段は、前記増幅手段の増幅度を調整後に前記基準電圧の変更を行う請求項1～3のいずれか1項記載の流体の流れ計測装置。

20

【請求項5】

前記時間差記憶手段の記憶値を計時手段の累積時間から求める時間差記憶手段を備えた、請求項1～4のいずれか1項記載の流体の流れ計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は超音波を利用してガス、水などの流体の流れを計測する流体の流れ計測装置に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

従来この種の流体の流れ計測装置は、図11に示すようなものが一般的であった(例えば、特許文献1参照)。

【0003】

この装置は流体の流れる流路31に設置した第1超音波振動子32および第2超音波振動子33と、第1超音波振動子32、第2超音波振動子33の送受信を切り換える切換手段34と、第1超音波振動子32及び第2超音波振動子33を駆動する送信手段35と、受信側の超音波振動子で受信し切換手段34を通過した信号を所定の振幅まで増幅する増幅手段36と、増幅手段36で増幅された受信信号の電圧と基準電圧とを比較する基準比較手段37を備えている。

40

【0004】

また、図12に示すように基準比較手段37は、基準電圧と増幅された受信信号Aとを比較し、大小関係が反転したタイミングcから後の最初のゼロクロス点aまでの出力信号Cを出力し、判定手段38は、ゼロクロス点aで繰り返し手段39へ出力信号Dを出力する。

【0005】

繰り返し手段39は、この判定手段38からの信号をカウントし予め設定された回数だけカウントすると共に判定手段38からの信号を制御手段42へ出力する。計時手段40は、繰り返し手段39で予め設定された回数をカウントした時間を計時し、計時手段40

50

の計時した時間に応じて流量算出手段 4 1 は流量を算出する。

【 0 0 0 6 】

そして、制御手段 4 2 は、流量算出手段 4 1 から算出された流量出力、繰り返し手段 3 9 からの信号を受け送信手段 3 5 の動作を制御する構成である。

【 0 0 0 7 】

この構成において、制御手段 4 2 により送信手段 3 5 を動作させ超音波振動子 3 2 で発信された超音波信号が、流れの中を伝搬し第 2 超音波振動子 3 3 で受信され、増幅手段 3 6 で増幅後、基準比較手段 3 7 と判定手段 3 8 で信号処理され、繰り返し手段 3 9 を通り制御手段 4 2 に入力される。この動作を予め設定された n 回数繰り返し行い、この間の時間を計時手段 4 0 により測定する。

10

【 0 0 0 8 】

そして、第 1 超音波振動子 3 2 と第 2 超音波振動子 3 3 とを切換手段 3 4 により送受信を切り替えて、同様な動作を行い、被測定流体の上流から下流（この方向を正流とする）と下流から上流（この方向を逆流とする）のそれぞれの伝搬時間を測定し、被測定流体の流速を求め、式 1 より流量 Q を求めていた。

【 0 0 0 9 】

ここで、超音波振動子間の流れ方向の有効距離を L、上流から下流への n 回分の測定時間を t 1、下流から上流への n 回分の測定時間を t 2、被測定流体の流速を v、流路の断面積を S、超音波振動子間の超音波の伝播経路と被測定流体の流れとの角度を θ とすると、被測定流体の流量 Q は次式で表される。

20

【 0 0 1 0 】

$$Q = S \cdot v = S \cdot L / 2 \cdot \cos \left(\left(n / t 1 \right) - \left(n / t 2 \right) \right) \cdots \text{(式 1)}$$

実際には、式 1 に流量に応じた係数をさらに乗じて流量を算出する。

【 0 0 1 1 】

また、増幅手段 3 6 のゲインは、受信側の超音波振動子で受信した信号を一定振幅となるようゲインを調整しており、受信信号のピーク電圧値が所定の電圧範囲に入るように調整される。

【 0 0 1 2 】

図 1 3 は、増幅後の受信信号と、各設定電圧との関係を示す図で、繰り返し手段 3 9 に設定された回数の計測を繰り返し中に、図 1 3 の点線で示す受信信号 b に示すように受信信号のピーク電圧値が所定の電圧範囲の下限より下回った回数と、同じく図 1 3 の点線で示す受信信号 c に示すように所定の電圧範囲の上限より上回った回数をカウントしておきその大小関係で次の流量計測時のゲインを調整する。

30

【 0 0 1 3 】

例えば、下限より下回った回数が多ければゲインをアップして、図 1 3 の実線で示す受信信号 a のように電圧範囲の上限、下限の内に入るようにするのである。

【 0 0 1 4 】

また、増幅手段 3 6 により増幅された受信信号の電圧と比較する基準比較手段 3 7 の基準電圧は判定手段 3 8 により検知するゼロクロス点の位置を決めるもので、図 1 3 を例にすると受信信号の 3 波目のゼロクロス点 a を判定手段 3 8 により検知するよう、受信信号の 2 波と 3 波のピーク電圧の中点の電圧に設定される。そうすることにより何らかの原因で受信信号の 2 波のピーク電圧が上昇、または 3 波のピーク電圧が減少しても双方に対してマージンをとれ、安定に判定手段 3 8 により 3 波目のゼロクロス点 a が検知できるものである。

40

【 0 0 1 5 】

しかしながら、上記従来の流体の流れ計測装置は、基準比較手段 3 7 において所定の振幅レベルに増幅された受信信号と比較する基準電圧の電圧設定方法として、固定抵抗器と半固定抵抗器を用い抵抗分圧で設定することが多く用いられてきたが、この方法では所定の電圧を発生するように基準電圧を監視しながら半固定抵抗器を手動で調節を行うので基準電圧設定に時間が掛かり、また、調整ミスの発生の可能性も有していた。

50

【0016】

さらに、調整後の経年変化や機械振動、熱衝撃等を受けることによって調整位置が変化することもあった。そして、温度変化や流量の変化、または超音波振動子の経年変化等でその感度が変化すると再度、基準電圧を設定し直す必要があるという課題を有していた。

【0017】

また、このような流体の流れ計測装置は電池を電源とするので低消費電力であることが求められており、従来のこの種の流体の流れ計測装置は、再度基準電圧を設定することが考えられていた（例えば、特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0018】

【特許文献1】特開2003-106882号公報

【特許文献2】特許第4572546号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

しかしながら、上記従来の流体の流れ計測装置は、計測中に基準電圧の調整を行うこととなるため、調整のタイミングや頻度が大きく計測に影響する。また、調整時は電圧を変えながら調整を行うことから処理が多く、頻繁に行うことは電池の消耗を早めることとなっていた。

20

【0020】

また、ガス種により特性が異なり、電圧の変動が異なるため調整回数が多くなるガス種もあった。

【0021】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、基準電圧の設定を迅速かつ、精度良く行い、最適な基準電圧に保ち、かつガス種にも対応した低消費電力である流体の流れ計測装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0022】

前記従来の課題を解決するために、本発明の流体の流れ計測装置は、基準設定手段の基準電圧をあらかじめ覚えていた第1ピーク電圧と第2ピーク電圧の付近から変化させ、ピーク電圧位置を再認識させて、このピーク電圧を元に基準電圧を設定するようにしたものである。

30

【0023】

また、ピーク間の比を計測時間より変えることにより、ガス種の特性に合わせた比での基準電圧値を設定できるようにして、ガス種毎に最適な基準電圧を設定することで、再調整の回数を減らすことができる。

【0024】

これによって基準設定手段が設定する基準電圧は超音波信号の受信波に基づき、受信波の特定の波のピーク電圧間に設定され、時間差計時手段が計時する時間差が最適となる基準電圧に人手を介することなく、設定動作が迅速に行われ、かつ継続的に最適な基準電圧に保つ流体の流れ計測装置とすることができる。

40

【発明の効果】

【0025】

本発明の流体の流れ計測装置は、基準電圧を最小から最大に変化させ、そのときの時間差計時手段の計時する時間差が大きく変化する複数の変曲点から受信波の各波のピーク電圧を認識し、ピーク電圧の比より特定の2つの波のピーク電圧間の任意の点に基準電圧を自動的に設定する基準設定手段を有し、再基準設定時はこの2つの波のピーク電圧付近から基準電圧を変化させて、ピーク電圧を再認識させるのみとしたことにより、調整時間を短縮し流量計測中に流量計測を中断することなく基準電圧の再設定が短時間で行うことが

50

できる。

【0026】

これにより基準電圧の設定が人手を介することなく迅速に行われかつ、設定後、流量計測時にも計測の合間に短時間かつ省電力で基準電圧が最適な電圧に保つことの出来る流体の流れ計測装置とすることが出来る効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の実施の形態1における流体の流れ計測装置のブロック図

【図2】同装置の動作を説明する図

【図3】同装置の初期設定時のゲイン調整方法を示すフローチャート

10

【図4】同装置の更新時のゲイン調整方法を示すフローチャート

【図5】基準電圧を変化させて受信波の各波のピーク電圧を検出する方法を説明する図

【図6】受信波の各波のピーク電圧の比を説明する図

【図7】同装置における初期設定時と更新時のゲイン調整の電圧設定範囲を比較した図

【図8】本発明の実施の形態2における流体の流れ計測装置のブロック図

【図9】同装置の更新時のゲイン調整方法を示すフローチャート

【図10】本発明の実施の形態3における流体の流れ計測装置のブロック図

【図11】従来の流体の流れ計測装置のブロック図

【図12】従来の流体の流れ計測装置の動作説明図

【図13】従来の流体の流れ計測装置の増幅手段の動作説明図

20

【発明を実施するための形態】

【0028】

第1の発明は、流体管路に設けられ超音波信号を送受信する第1振動子及び第2振動子と、前記第1、第2振動子を駆動する送信手段と、前記第1、第2振動子の送受信を切り換える切換手段と、前記第1、第2振動子の受信信号を増幅する増幅手段と、前記超音波信号の送受信の繰り返し時の伝播時間の累積時間を計時する計時手段と、前記計時手段の計時した時間に基づいて流速及びまたは流量を算出する算出手段と、前記増幅手段から出力される受信信号の電圧と基準電圧とを比較し、その大小関係が反転した時点で信号を出力する基準比較手段と、前記基準比較手段から出力される信号を受信後、前記増幅手段から出力される受信信号の電圧が正から負に変わる最初の負のゼロクロス点を判定した時点で信号を出力する判定手段と、前記送信手段からの信号出力から前記判定手段の信号出力までの時間差を計時する時間差計時手段と、前記基準電圧を設定範囲の最小電圧から最大電圧に変化させたときの前記時間差計時手段の計時する時間差が急激に変化する値をピーク電圧として複数認識すると共に、前記複数のピーク電圧のうち任意の第1ピーク電圧値と第2ピーク電圧値の比が所定の値となった場合に、前記第1ピーク電圧と前記第2ピーク電圧の所定の比の値を前記基準電圧として設定する基準設定手段と、前記時間差計時手段の計時する時間差を前記基準電圧の設定時に記憶する時間差記憶手段と、前記基準設定手段の任意の第1ピーク電圧値と第2ピーク電圧値を記憶するピーク記憶手段と、前記基準電圧を設定範囲の第1ピーク電圧値付近から第2ピーク電圧値付近に変化させたときの前記時間差計時手段の計時する時間差が急激に変化する値を第1ピーク電圧および第2ピーク電圧と再認識して、前記第1ピーク電圧と前記第2ピーク電圧の所定の比の値を前記基準電圧として設定する基準再設定手段と、を備え、前記基準電圧の設定後に前記時間差計時手段が計時した値と前記時間差記憶手段に記憶された値との差が所定値以上であれば、前記基準設定手段に前記基準電圧を再度設定させる流体の流れ計測装置であり、基準電圧の設定を迅速かつ、精度良く行い、超音波の受信信号の変動に対し一番安定な基準電圧に設定出来る流体の流れ計測装置とすることが出来る。

30

40

【0029】

第2の発明は、特に第1の発明において、前記時間差記憶手段の時間差によって基準設定手段の前記第1ピーク電圧と前記第2ピーク電圧の比の値の関係を決定する電圧比判断手段を備えたもので、時間差記憶手段の時間差によって比の値を変更することで流体の特

50

性に対応した比を設定することが可能となり、より安定した計測が可能となる。

【0030】

第3の発明は、特に第1または2の発明において、温度を計測する温度計測手段を備え、前記温度計測手段で計測された温度がある一定以上変動した場合に前記基準電圧の調整動作を行うもので、温度による特性変化にも調整することで安定した基準電圧に設定することが可能である。

【0031】

第4の発明は、特に第1～3のいずれか1つの発明において、前記基準設定手段は、前記増幅手段の増幅度を調整後に前記基準電圧の変更を行うもので、再基準設定手段は流体の流れ計測装置本体の増幅度の調整時に基準電圧を受信波の特定の波間に設定した際の特定の波のピーク電圧間に基準電圧の設定範囲を限定することにより、流量計測中の超音波の受信信号の変動により基準電圧とピーク電圧の大小関係が崩れたても、増幅度を調整した後に基準電圧を再設定することで、最適な基準電圧に保つことの出来る流体の流れ計測装置とすることが出来る。

10

【0032】

第5の発明は、特に第1～4のいずれか1つの発明において、前記時間差記憶手段の記憶値を計時手段の累積時間から求める時間差記憶手段を備えたもので、計時時間を平均から求めることでより精度のよい流体の判定をすることができる。

【0033】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、この実施の形態によって本発明が限定されるものではない。

20

【0034】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1における流体の流れ計測装置のブロック図を示すものである。図2及び図5は同実施の形態の流体の流れ計測装置の動作説明図であり、図3、及び図4は同フローチャートである。

【0035】

図1において、流路1の途中に超音波を送信する第1超音波振動子2(第1振動子)と受信する第2超音波振動子3(第2振動子)は、超音波の伝播経路が流れ方向に対し、角度になるように配置されている。

30

【0036】

送信手段5から出力された駆動信号は、切換手段4により、送信側に選択された第1超音波振動子2または第2超音波振動子3へ出力される。また、切換手段4により、受信側に選択された第1超音波振動子2または第2超音波振動子3で受信した信号を制御手段12からの指示によるゲインで増幅手段6で増幅され、基準比較手段7で基準電圧とを比較し信号を出力する。

【0037】

基準比較手段7の出力と増幅手段6で増幅された受信信号とから超音波の到達時期を判定手段8で判定され、繰り返し手段9は判定手段8の信号をカウントし予め設定された回数だけ制御手段12へ繰り返し信号を出力する。計時手段10は繰り返し手段9で予め設定された回数をカウントした時間を計時し、流量算出手段(算出手段)11は計時手段10の計時した時間に応じて流体の流速を検出し、さらに管路の大きさや流れの状態を考慮して流量を算出する。

40

【0038】

また、制御手段12は流量算出手段11、繰り返し手段9からの信号を受け送信手段5、増幅手段6の動作を制御する。時間差計時手段13は送信手段5の出力と判定手段8の出力との時間差を計時し、基準設定手段14は基準比較手段7の基準電圧を設定し、かつ受信信号の3波と4波から所定の比の電圧を設定する。時間差記憶手段15は基準設定手段14が基準電圧を設定後の時間差計時手段13の計時する時間差を記憶する。

【0039】

50

ピーク記憶手段 1 6 は基準設定手段 1 4 で使用した受信信号の第 2 波と第 3 波のピーク電圧を記憶し、基準再設定手段 1 7 は時間差記憶手段 1 5 にて時間差が所定以上であった場合に再度基準電圧を設定する。

【 0 0 4 0 】

以上のように構成された流体の流れ計測装置について、以下その動作、作用を説明する。

【 0 0 4 1 】

まず、制御手段 1 2 は図示していないモード切替のための入力により製造工程時に製造工程専用のモードで以下の様に動作を開始する。

【 0 0 4 2 】

電源投入後、制御手段 1 2 は、ゲイン調整のために暫定の基準電圧を設定する（図 3 のステップ 1）。ゲイン調整は図 2 に示すように、例えば受信波の最大振幅である 5 波のピーク電圧値を所定の電圧値になるようにゲインを調整し設定するものであり、このときの基準電圧は 1 波のピーク電圧より高く、5 波のピーク電圧より低ければどのような値の電圧でもよい。

【 0 0 4 3 】

また、ゲイン調整中は、基準電圧は固定である。これは基準電圧を変更することで基準電圧が 5 波のピーク電圧以上になったり、1 波のピーク電圧以下になったり基準比較手段 7、判定手段 8 が正しく動作しなくなることを防ぐためである。

【 0 0 4 4 】

流体の流れ計測装置のゲイン調整自体は従来例と同等であるので本実施の形態ではその説明は省略する。

【 0 0 4 5 】

最初に、受信側の第 2 超音波振動子 3 で受信した信号を一定振幅となるようゲインを調整した後（ステップ 2）、基準設定手段 1 4 は基準電圧を設定範囲の最小電圧に設定する（ステップ 3）。

【 0 0 4 6 】

最低の基準電圧に設定後、制御手段 1 2 は繰り返し手段 9 の繰り返し回数を 1 回に設定して、送信手段 5 を動作させ第 1 超音波振動子 2 より超音波信号を送信する（ステップ 4）。

【 0 0 4 7 】

第 1 超音波振動子 2 より送信された超音波信号は流路 1 の流れの中を伝搬し、第 2 超音波振動子 3 で受信され、増幅手段 6 で増幅されて、基準比較手段 7、判定手段 8 へ出力される。

【 0 0 4 8 】

図 2 は、増幅後の受信信号を示すもので、図 2 に示すように時間差計時手段 1 3 は、計時開始タイミングである送信手段 5 からの出力信号 E を受けると計時を開始し（ステップ 5）、基準比較手段 7 は増幅手段 6 の出力（受信信号 A）と基準電圧とを比較し（図 3 のステップ 6）、その大小関係が反転した時点（タイミング c）で時間差計時手段 1 3 と判定手段 8 に出力信号 C を出力する。

【 0 0 4 9 】

判定手段 8 ではタイミング c 以降の増幅手段 6 出力の符号が正から負に変わる最初の負のゼロクロス点 a を超音波の到達ポイントと判定し（ステップ 7）、出力信号 D を繰り返し手段 9、時間差計時手段 1 3 に出力する。

【 0 0 5 0 】

時間差計時手段 1 3 は、この判定手段 8 の出力信号 D を受けると計時を終了し（ステップ 8）、計時した時間差 T d（即ち、超音波の送信開始からゼロクロス点 c までの時間）を基準設定手段 1 4 へ出力する。

【 0 0 5 1 】

基準設定手段 1 4 は、基準電圧を基準電圧の可変範囲の 1 制御単位分（例えば 2 mV）

10

20

30

40

50

だけ増加させる（ステップ9）。

【0052】

制御手段12は、繰り返し手段9に設定された繰り返し回数が1回であるので、繰り返し動作が終了した旨の信号を繰り返し手段9より入力して、再度、送信手段5を動作させ、第1超音波振動子2より超音波信号を送信する。

【0053】

そして、基準設定手段14が基準電圧の設定範囲の最大電圧に基準電圧を設定するまで、ここまでの動作を繰り返す。

【0054】

基準設定手段14が基準電圧の最大電圧まで設定が終わると、基準設定手段14は基準電圧を設定範囲の最小電圧から最大電圧に変化させたときの時間差計時手段13の計時する時間差が大きく変化する変曲点は複数存在している。

10

【0055】

この変曲点が複数存在することを、図5、図6を用いて説明する。図5は基準設定手段14が基準電圧を設定範囲の最小電圧から最大電圧に変化させたときの基準電圧と、基準比較手段7からの出力信号Cの出力時点（即ち、タイミングc）からゼロクロス点aまでの時間（以降、時間Aと記す）を示した図である。

【0056】

時間Aは、ピーク電圧付近（図6における、それぞれのピークp1、p2、p3、・・・）に基準電圧がある場合に時間が最小（p1、p2、p3、・・・に対応してそれぞれTp1、Tp2、Tp3、・・・とする。）になり、その値は超音波の周期の約1/4（駆動周波数が500KHzの場合、500ns）になる。

20

【0057】

そこから基準電圧を増加させ、各波のピーク電圧を超えるとこの時間Aは急に大きくなり、図5に示すように時間Aの変曲点（時間Aの最小であるTp1、Tp2、Tp3、・・・）として現れる。そして、この時間Aは図5に示すように、変曲点では、1.3倍以上変化している。

【0058】

例えば、基準電圧が2波のピークp2付近（但しp2を越えない）にあった場合から2波のピーク電圧p2を超えた場合、変曲点はTp2となる。これは時間差の変曲点になる基準電圧が受信信号の各波のピーク電圧付近の電圧となることを意味している。

30

【0059】

これらのピーク電圧の比は流路、センサによりほぼ一定の値となることが実験で確認されている。例えば、図6に示すように1波のピーク電圧p1と2波のピーク電圧p2の比 $p2/p1 = 2.5$ 、2波のピーク電圧p2と3波のピーク電圧p3の比 $p3/p2 = 1.8$ 、更に3波のピーク電圧p3と4波のピーク電圧p4の比 $p4/p3 = 1.3$ といった具合である。

【0060】

このように各波のピーク電圧の比が一定の値を示すことから、受信波の各波を認識することが可能である。つまり、あるピーク電圧と一つ前（基準電圧が低い方に一つ前）のピーク電圧との比が2.5倍程度となるピーク電圧は2波のピーク電圧であり、1.8倍程度となるのは3波のピーク電圧である。

40

【0061】

基準設定手段14では以上のようにピーク電圧の比を確認し、そのピーク電圧比によって受信波の特定の波（2波と3波）のピーク電圧を認識し、その特定の波（2波、3波）のピーク電圧の所定の比のVrefに基準電圧を設定する（図3のステップ11）。

【0062】

そして、この特定の波（2波、3波）のピーク電圧の所定の比のVrefに基準電圧を設定した後の時間差計時手段13が計時する時間差を時間差記憶手段15が記憶し、また2波のピーク電圧と3波のピーク電圧（基準電圧の設定範囲）を基準設定手段が記憶して

50

(ステップ12)、製造工程専用のモードを終了する。

【0063】

2波のピーク電圧と3波のピーク電圧を記憶することで、製造工程時における超音波信号の到達時期を検知するためのポイント(例えば図2における3波の負のゼロクロス点a)を検知できる基準電圧の設定可能範囲が記憶される。

【0064】

基準電圧を2波、3波間に設定する意図はピーク電圧の幅が一番広い基準電圧範囲(図6において2波、3波のピーク電圧範囲)に基準電圧を設定すれば、受信信号の各波のピーク電圧差の一番大きい部分に設定することになり、例えば図5において2波、3波のピーク電圧の所定の比のVrefに基準電圧を設定すれば2波、3波のピーク電圧と基準電圧との間にマージンを大きく取ることが出来、受信信号の電圧変動に対して最も安定に判定手段8が超音波の受信信号の到達時期を検知出来るからである。また、3波、4波をピークとして計測することも可能で、この場合は範囲は狭まるがゼロクロス点aにおける傾きが急峻となるため、より精度がよい計測が可能となる。

10

【0065】

そして、製造工程での基準電圧の設定後、流体の流れ計測装置の設置現場で、図示していないモード切替のための入力により制御手段12が通常モードに切り替後、電源を投入すると以下の様に動作を開始する。

【0066】

最初に受信側の超音波振動子で受信した信号を一定振幅となるようゲインを調整した後(この動作は流量計測ですでに調整を行っているのであれば省略してもよい)(図4のステップ21)、計測中の時間差計時手段13の値が所定の時間を超えた場合、或いは、時間差計時手段13が計時した値と時間差記憶手段15に記憶された値との差が所定値以上の場合において、基準再設定を行う動作を開始した後、基準再設定手段17の動作を図4で説明する。

20

【0067】

動作を開始すると基準再設定手段17は記憶している第2波ピーク付近の電圧を設定し、制御手段12は送信手段5を動作させ第1超音波振動子2より超音波信号を送信し(ステップ22)、時間差計時手段13の計時した時間差は急に大きくなった地点で第2波ピークとして更新する(ステップ23、24)。同様に第3波ピーク値付近から電圧を設定し第3波ピーク値を更新する(ステップ25、26、27)。

30

【0068】

図7は、基準電圧更新時の電圧計測の範囲を図示したのもで、製造工程で行う初期時の電圧計測の最小電圧から最大電圧までを行うより範囲よりも、設置時における更新時の電圧計測の範囲が非常に少ないことがわかる。

【0069】

得られた2-3波ピーク値より再度所定比の電圧を求めて基準電圧設定し時間差記憶手段の時間を更新する(ステップ28)。その後、流速計測、流量演算の処理へ移行する。

【0070】

つまり、製造時に時間差記憶手段15に記憶した時と被計測流体や構成部品の特性等の条件の変化が無ければ、ゲイン調整された受信波と基準電圧の関係には変化が無く、時間差記憶手段15に記憶された時間差と計測時の時間差が同じになるが、何らかの要因で2つの時間差が所定値以上異なる場合は、基準電圧の設定をやり直すことになる。

40

【0071】

以上のように、再基準設定時は3波、4波のピーク電圧付近から基準電圧を変化させて、ピーク電圧を再認識させるのみとしたことにより、調整時間を短縮し流量計測中に流量計測を中断することなく基準電圧の再設定が短時間で行うことができる。

【0072】

従って、基準電圧の設定が人手を介することなく迅速に行われかつ、設定後、流量計測時にも計測の合間に短時間かつ省電力で基準電圧が最適な電圧に保つことの出来る流体の

50

流れ計測装置とすることが出来る。

【0073】

(実施の形態2)

次に、本発明の第2の実施の形態について図8、図9を用いて説明する。

【0074】

図8は同実施の形態のブロック図、図9は基準再設定時のフローチャートである。

【0075】

実施の形態1と異なる点は、図9に於いて時間差計時手段13で計測される時間差から、あらかじめ設定もしくは記憶しているテーブルより所定の比を基準再設定手段17に設定する(ステップ32)電圧比判断手段18を備えた点である。

10

【0076】

この電圧比判断手段18は、例えば、時間差計時手段13で計測される時間が、200 μ s以上であればピーク電圧間の50%の電圧を基準電圧に、200 μ s未満であればピーク電圧間の75%の電圧を基準電圧になどと基準再設定手段17に設定するものである。

【0077】

(実施の形態3)

次に、本発明の第3の実施の形態について図10を用いて説明する。

【0078】

本実施の形態が、実施の形態1、実施の形態2と異なる点は、温度計測手段19を有する点である。

20

【0079】

時間差は計時手段10での累積時間を繰り返し回数で割った平均値を用いて時間差記憶手段15に記憶させる。また、この平均値を用いて、電圧比判断手段18に用いることができる。

【0080】

また、温度計測手段19を用いて定期的に制御手段より温度を計測し、所定温度差以上のときに基準再設定手段17に再判定動作の出力をすることができる。

【0081】

以上のように本実施の形態においては基準電圧の設定が人手を介することなく迅速に行われかつ、設定後も、流量計測時に基準電圧が最適な電圧に保つことの出来る流体の流れ計測装置とすることが出来る。さらにピーク値を記憶しておき、ピーク値付近でピーク値を更新することができるため時間を短縮することができ、流量計測中の合間に基準電圧を更新することが可能となり、システムとして精度よく計測できる。

30

【0082】

また、本実施の形態の流体の流れ計測装置の動作を実行させるプログラムを格納した記録媒体とすることにより、制御手段12や基準設定手段14の所定比率や繰り返し手段9の繰り返し回数等の設定値の変更や超音波振動子の変更または経年変化等にも柔軟に対応できるものである。

【産業上の利用可能性】

【0083】

以上のように、本発明に係る流体の流れ計測装置は、基準電圧の設定を迅速かつ精度良く行うことが可能となるので、ガス、水などの流体の流速、流量などの計測に適用できる。

40

【符号の説明】

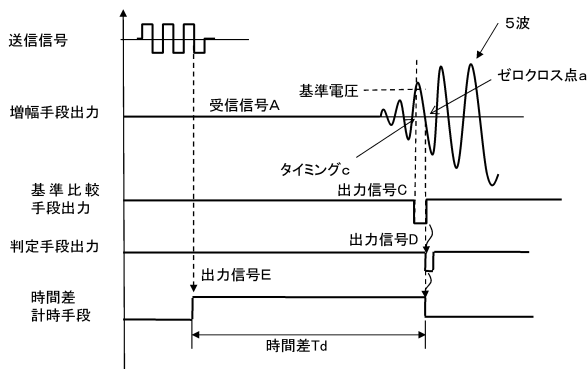
【0084】

- 1 流路
- 2 第1超音波振動子(第1振動子)
- 3 第2超音波振動子(第2振動子)
- 4 切換手段
- 5 送信手段

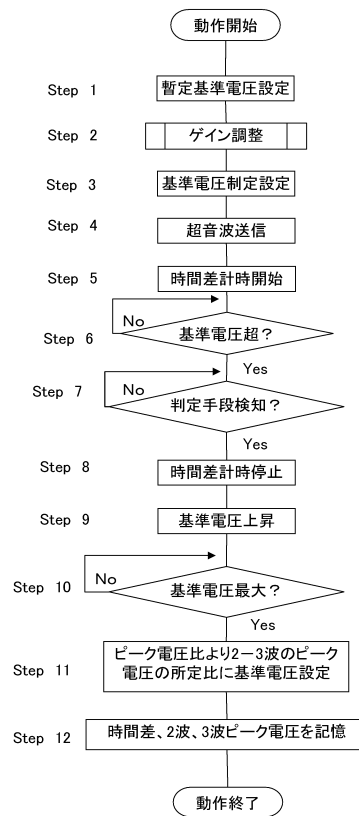
50

- 6 増幅手段
- 7 基準比較手段
- 8 判定手段
- 9 繰り返し手段
- 10 計時手段
- 11 流量算出手段（算出手段）
- 12 制御手段
- 13 時間差計時手段
- 14 基準設定手段
- 15 時間差記憶手段
- 16 ピーク記憶手段
- 17 基準再設定手段
- 18 電圧比判断手段

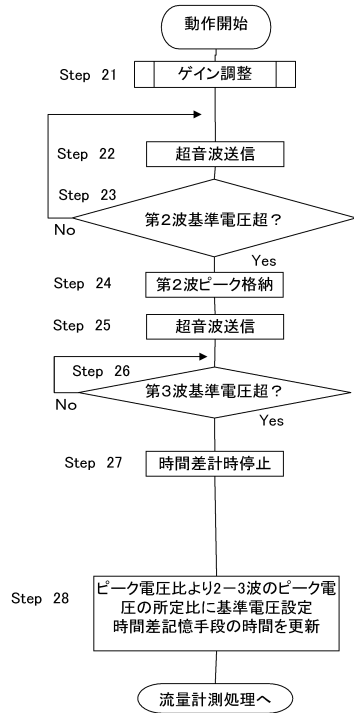
【図2】



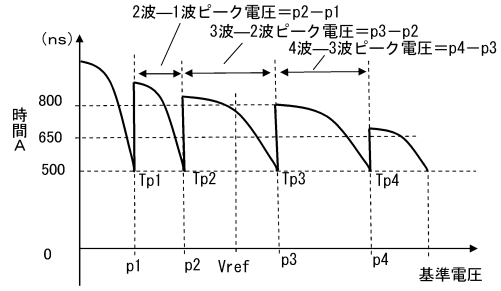
【図3】



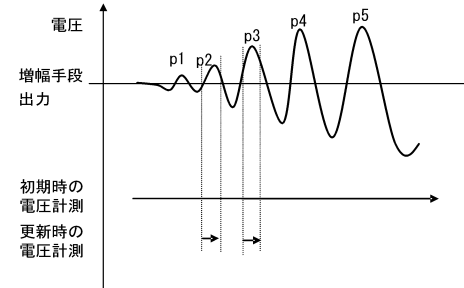
【図4】



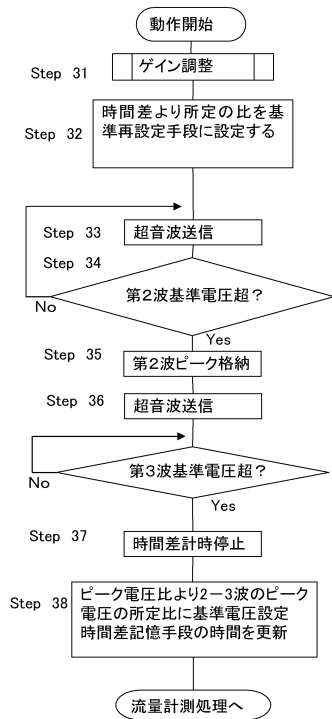
【図5】



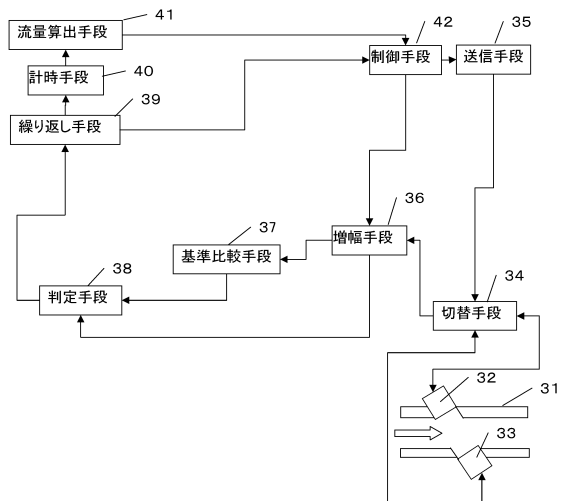
【図7】



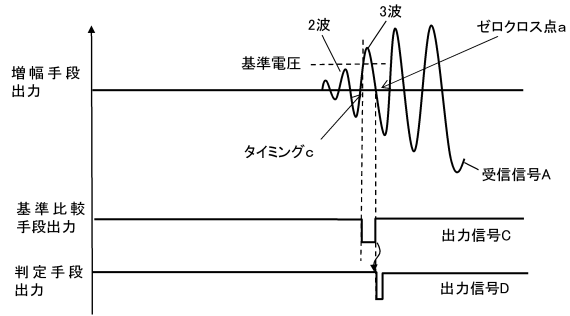
【図9】



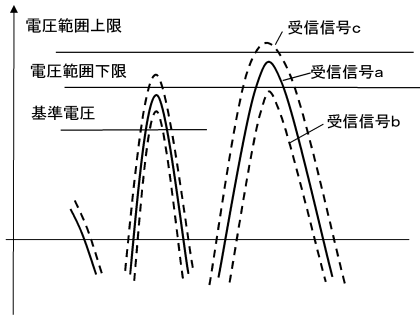
【図11】



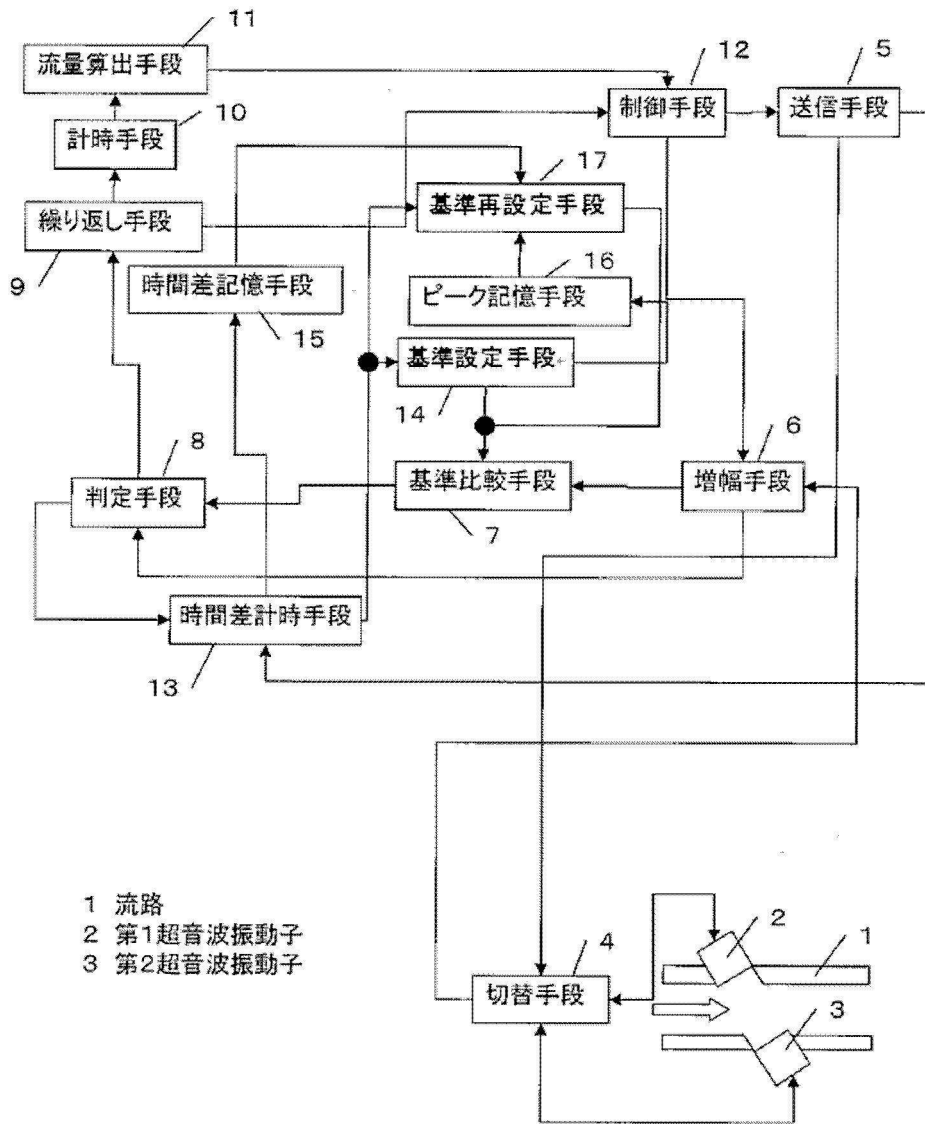
【図12】



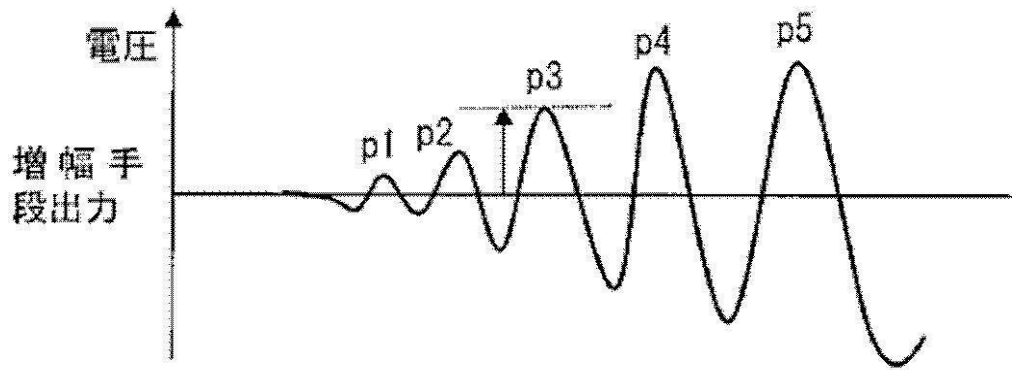
【図13】



【図1】



【図6】



ピーク電圧比

$$p1/p5=0.14$$

$$p2/p5=0.36$$

$$p3/p5=0.67$$

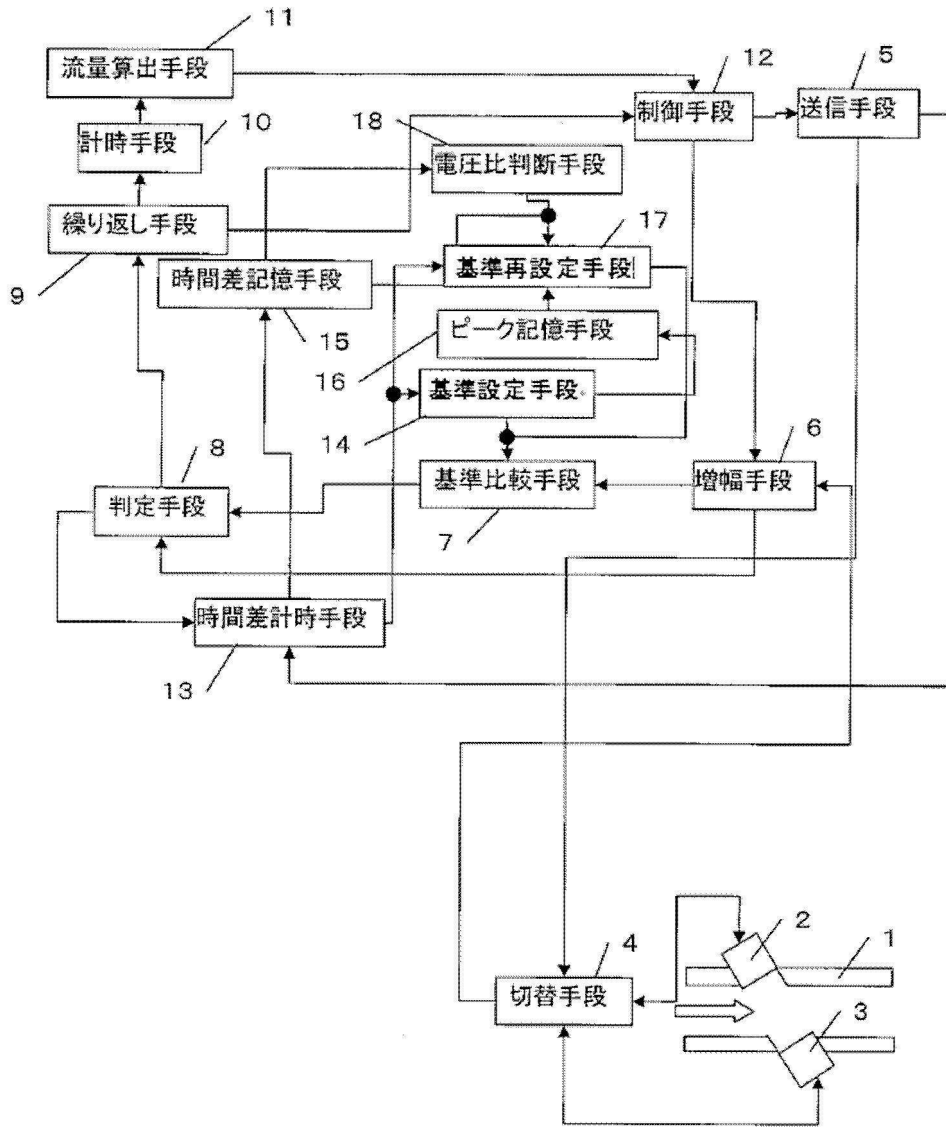
$$p4/p5=0.92$$

$$p2/p1=2.5$$

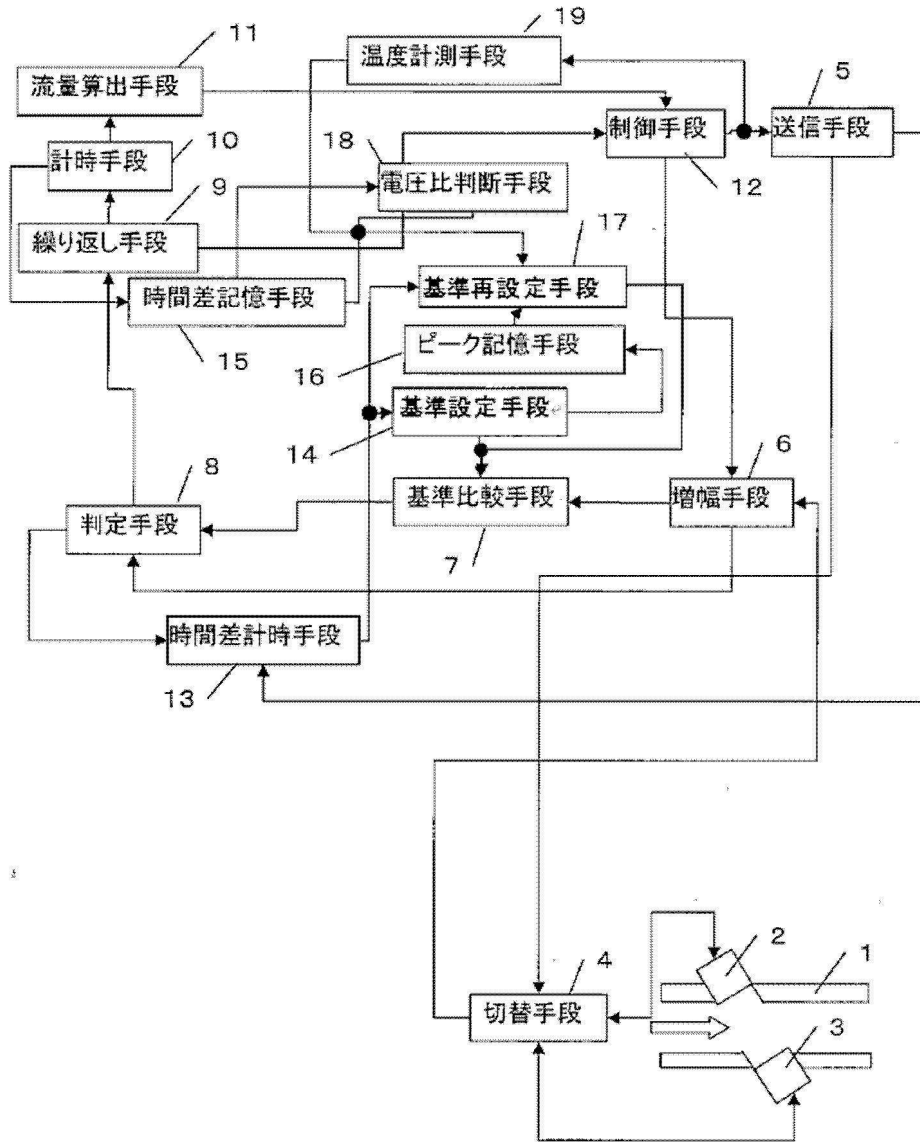
$$p3/p2=1.8$$

$$p4/p3=1.3$$

【図 8】



【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 渡辺 葵
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 藤井 裕史
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 森 雅之

- (56)参考文献 特許第3468233(JP, B2)
特許第4572546(JP, B2)
特許第4013697(JP, B2)
特許第5134844(JP, B2)
特許第3473606(JP, B2)
特許第4534421(JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

本件出願を優先基礎とする国際特許出願PCT/JP2013/004010
の国際調査報告の調査結果が利用された。