

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5292001号
(P5292001)

(45) 発行日 平成25年9月18日 (2013. 9. 18)

(24) 登録日 平成25年6月14日 (2013. 6. 14)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 F 1/66 (2006. 01)

G O 1 F 1/66

Z

G O 1 F 25/00 (2006. 01)

G O 1 F 25/00

C

請求項の数 2 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2008-175187 (P2008-175187)
 (22) 出願日 平成20年7月4日 (2008. 7. 4)
 (65) 公開番号 特開2009-14726 (P2009-14726A)
 (43) 公開日 平成21年1月22日 (2009. 1. 22)
 審査請求日 平成23年6月24日 (2011. 6. 24)
 (31) 優先権主張番号 11/774, 215
 (32) 優先日 平成19年7月6日 (2007. 7. 6)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタデイ、リバーロード、1 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (72) 発明者 シャオレイ・エス・アオ
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、レ
 キシントン、イヴァン・ストリート、60
 番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流量計の現場較正用のシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流量計用の較正システムであって、

流量計変換器信号を流量計から受信するように構成される受信機と、

前記流量計からの実際の伝搬時間信号パルスに基づいてシミュレートした伝搬時間信号パルスを生成し、予め選択された時間間隔で前記シミュレートした伝搬時間信号パルスを前記流量計に対して送信するように構成されるシミュレーションサブシステムと、

前記シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて前記流量計により生成される伝搬時間差分値を前記流量計から受信し、較正係数を算出するために前記流量計により生成される前記伝搬時間差分値を予め選択された時間間隔と比較し、前記較正係数を前記流量計に対して出力するように構成される較正サブシステムと

を備える流れシミュレータ

を含む、較正システム。

【請求項 2】

流量計用の較正システムであって、

プローブであって、ある一定の距離だけ離して間隔をおいて配置される少なくとも2つの変換器、および流体が前記プローブを通して流れるための少なくとも1つの開口部を含み、前記変換器が、超音波信号を送受信し、伝搬時間信号を出力するように構成されるプローブと、

前記プローブ変換器を励振し、前記伝搬時間信号に応答する処理サブシステムであって

10

20

、前記プローブを通して流れる流体中の音速を計算し、音速の補正係数を流量計に対して出力するように構成される処理サブシステムと、

伝搬される流量計変換器信号を前記流量計から受信するように構成される受信機、

前記流量計から受信される前記伝搬される流量計変換器信号を用いてシミュレートした伝搬時間信号パルスを生成し、予め選択された時間間隔で前記シミュレートした伝搬時間信号パルスを前記流量計に対して送信するように構成されるシミュレーションサブシステム、ならびに、

前記シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて前記流量計により生成される伝搬時間差分値および流体の流速値のうちの少なくとも1つを前記流量計から受信し、較正係数を前記流量計に対して出力するように構成される較正サブシステム

10

を備える流れシミュレータと

を備える、較正システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

主題発明の本実施形態は、流量計の現場較正用のシステムおよび方法に関し、および一例を挙げれば、フレアガス流量計の現場較正用のシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

20

流量計および流量計システムは、パイプまたは導管の中を流れる流体の特性を計測するために利用される。関心の特定の特性の1つは、流量または流体の速度である。しばしば超音波変換器を用いて流体を通して伝搬される超音波信号の伝搬時間に基づいて流速を計測する。

【0003】

典型的には、流量計は、互いの上流および下流でパイプまたは導管に設置される2つの変換器を用いて流速を計測する。各変換器は、交互方式で送受信する。したがって、流速は、流れの向きと同じ方向および流れの向きと反対方向の両方の超音波信号の伝搬時間の関数、すなわち、上流に向かう伝搬時間と下流に向かう伝搬時間の間の差の関数として算出される。例えば、流れが存在する場合には、上流の変換器から下流の変換器まで伝搬される伝搬時間信号パルスは、下流の変換器から上流の変換器まで伝搬されるパルスよりも速い。上流の変換器から下流の変換器までの伝搬時間から下流の変換器から上流の変換器までの伝搬時間を減算することによって、伝搬時間差分(transmit time differential) Δt が計算される。導管の寸法および超音波信号の経路長などの他の既知のパラメータ、ならびに計測された流体中の音速を利用して、このように流速は測定できる。超音波流量計における伝搬時間の計測の一般的原理は、かなりよく知られている。

30

【0004】

流体の流れの計測はしばしば、企業間のキャッシュトランスファ(cash transfers)の基礎をもたらし、そこではリソースのセールス(sales of resources)は、最終的に流量計測の精度に依存し得る。さらに、正確な流量計測は、化学プロセスまたは燃焼プロセスなどの工業プロセスについての有益情報を与えることができ、この情報は、最適化および制御の基礎として役立ち得る。例えば、流体の流速が計算されると、速度およびパイプ面積の関数である体積流量 Q ならびに ρ または流体の平均分子量などの他の流体の特質を求めることもできる。後者の特質は、ある種の化学プロセスの効率に関するよい指標である。この特質をモニタすることによって、化学プロセスは最適化できる。一例を挙げれば、本明細書の譲受人は、大気中に放出されるフレアガスをモニタするための超音波流量計、型番号GF868を提供する。この流量計は一般に、化学プロセス工業についての流量を計測するために使用される。精度が5%より良いので、この流量計は、フレアガスの放出をモニタするための効率的で、費用対効果が高く、および正確な手段を提供する。

40

50

【 0 0 0 5 】

しかし、テキサスおよびカリフォルニアなどの特定の諸州ならびに特定のヨーロッパ諸国では、放出がよくモニタおよび制御されていることを保証するためにフレアガス流量計は少なくとも年1回校正されることが要求される。一般に、流量計の校正がやはり要求または所望され得る他の状況がある。加えて、多くの典型的な流量計では、経時的な侵食または汚れの付着により流量計変換器信号が劣化する可能性があり、この劣化によってあまり精確でない流量計測をもたらす得る。

【 0 0 0 6 】

典型的には、オフサイト校正のためにパイプのスプール部材または部分を取り外すことは、時間およびリソースの消費が大きく、ならびに結果として生じるシステム休止時間のために法外な費用がかかる。

10

【 0 0 0 7 】

流量計を校正するための既知の手法の1つには、音速の計測値を補正するために測径器およびCMM（三次元座標測定機）を使用することが含まれる。流量計のゼロ点調整は、流量計の変換器を導管のフローラインから取り外し、流量計の変換器を流れがない状態の「ブラックボックス」の中に配置することによって行われる。しかし、この方法は、扱い難く、現場での使用が困難である。

【 0 0 0 8 】

また、実際問題として、システムの特定の流速範囲の限界を越えて、例えば（300フィート/秒にも成り得る）最大流量で流量計を校正することはできない可能性があり、というのは、そのような状況は、通常動作中にまたは校正時に存在しない可能性があるからである。

20

【非特許文献1】Digital FlowTM GF868 Panametrics Flare Gas Mass Ultrasonic Flowmeter, Copyright 2005 GE

【非特許文献2】“How much do you flare?”, Process, worldwide 3-2006, page 18-19

【非特許文献3】Flare Gas Flowmeter Service TCED and AQMD compliant, Copyright 2004 GE

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

本発明の実施形態によれば、費用対効果が高く、より単純で、より精確な現場における流量計の校正が提供される。伝搬時間は主に、超音波信号の経路および流体中の音速の関数であるので、正確な流量または速度の測定値を得るためには、正確な音速の計測が重要である。

【 0 0 1 0 】

本発明のさまざまな実施形態では、出願人のシステムおよび方法は、いっそう正確な音速の計測および校正を提供し、これは、これ自体において、必要な精度をもたらすことができる。しかし、加えて、本発明のさまざまな実施形態は、伝搬時間の計測および校正の改善も含む。本発明のさまざまな実施形態と関連する改善された校正は、既存のシステムの中に必要以上に立ち入ることなく、および、休止時間がほとんどない状態からまったくない状態でその場で実施できる。本主題発明のシステムおよび方法の実施形態は、任意の特定のタイプの流量計または用途に限定されるのではなく、正確な音速および/または伝搬時間差分 Δt の参照が要求または所望される場合に任意の流量計によって利用されてよい。

40

【 0 0 1 1 】

しかし、他の実施形態の本主題発明は、これらの全ての目的を実現する必要はなく、ここでの特許請求の範囲は、これらの目的を実現できる構造または方法に限定されるべきではない。

50

【課題を解決するための手段】

【0012】

本主題発明は、流量計用の較正システムを特色としており、この較正システムは、流量計変換器信号を流量計から受信するように構成される受信機と、シミュレートした伝搬時間信号パルスを生成し、予め選択された時間間隔でシミュレートした伝搬時間信号パルスを流量計に対して送信するように構成されるシミュレーションサブシステムとを備える、流れシミュレータを含む。較正サブシステムは、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて流量計により生成される伝搬時間差分値を流量計から受信し、較正係数を流量計に対して出力するように構成される。予め選択された時間間隔は、既知の速度で流れる特定のタイプの流体についての伝搬時間差分値を表すものであり得る。一実施形態では、受信機は、伝搬される流量計変換器信号を流量計から受信するように構成され、シミュレーションサブシステムは、流量計から受信される伝搬される流量計変換器信号を用いてシミュレートした伝搬時間信号パルスを生成するように構成される。較正サブシステムは、較正係数を算出するために流量計により生成される伝搬時間差分値を予め選択された時間間隔と比較するようにさらに構成されてよい。一例を挙げれば、較正サブシステムは、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて流量計により生成される流体の流速値を流量計から受信するように構成され、較正係数を算出するために流量計により生成される流体の流速値を流れシミュレータにより計算される流体の流速と比較するようにさらに構成される。計算した流速は、予め選択された時間間隔での特定のタイプの流体についての速度を表すものであり得る。較正係数は、流量計により生成される伝搬時間差分値を調整でき、または流量計により生成される流体の流速値を調整できる。

10

20

【0013】

一変形形態では、シミュレートした伝搬時間信号パルスは、流量計からの実際の流量計伝搬時間信号パルスに基づいている。また、シミュレーションサブシステムは、パルスに干渉する雑音係数をシミュレートするためにシミュレートした伝搬時間信号パルスを変形させるようにさらに構成されてよく、および/またはシミュレートした伝搬時間信号パルスの信号の特質を変調させるように構成されてよい。変調可能である信号の特質には、振幅および/または周波数が含まれる。

【0014】

一実施形態では、較正システムは、内部に流体が流れている導管の中に挿入するためのプローブと、プローブに接続され、および流体中の音速を計算し、音速の補正係数を流量計に対して出力するように構成される処理サブシステムとを含む。プローブは、導管中の穴の中に嵌入されるように成形される。一変形形態では、プローブは、ある一定の距離だけ離して間隔をおいて配置される少なくとも2つの変換器と、流体がプローブを通して流れるための少なくとも1つの開口部とを含み、プローブ変換器が、超音波信号を送受信し、伝搬時間信号を出力するように構成される。典型的には、プローブ変換器は、流体を通じて超音波信号の経路を規定する。別の変形形態では、プローブは、少なくとも1つの変換器と、ある一定の距離だけ離して間隔をおいて配置される反射器と、流体がプローブを通して流れるための少なくとも1つの開口部とを含み、1つのプローブ変換器が、超音波信号を送信し、反射器から反射されて戻る超音波信号を受信し、伝搬時間信号を出力するように構成される。

30

40

【0015】

一構成では、処理サブシステムは、プローブ変換器を励振し、流体中の音速を計算するためにプローブ変換器により出力される伝搬時間信号に応答するようにさらに構成される。典型的には、処理サブシステムは、流量計によって測定される流体の音速値を流量計から受信し、音速の補正係数を算出するために流量計によって測定される流体の音速値を計算した音速と比較するようにやはり構成される。

【0016】

流量計は、フレアガス流量計であってよく、流体は、フレアガスであってよい。プローブは、持ち運び可能であり、および事前に較正でき、一例を挙げれば、プローブは、直径

50

または幅が 3 / 4 インチ以下である。プローブ変換器は、プローブ内で可動性であってよく、または反射器は、プローブ内で可動性であってよい。そのような変形形態では、処理サブシステムは、流体の音速のプロファイルを表す一連の音速を出力するようにさらに構成される。

【 0 0 1 7 】

本主題発明は、流量計用の較正システムも特色としており、この較正システムは、流れシミュレータを含み、この流れシミュレータは、伝搬される流量計変換器信号を流量計から受信するように構成される受信機と、流量計から受信されるこの伝搬される流量計変換器信号を用いてシミュレートした伝搬時間信号パルスを生成し、予め選択された時間間隔でシミュレートした伝搬時間信号パルスを流量計に対して送信するように構成されるシミュレーションサブシステムとを含む。較正サブシステムは、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて流量計により生成される伝搬時間差分値を流量計から受信し、流量計により生成される伝搬時間差分値を調整するための較正係数を計算するために流量計により生成される伝搬時間差分値を予め選択された時間間隔と比較し、較正係数を流量計に対して出力するように構成される。

10

【 0 0 1 8 】

本主題発明は、流量計用の較正システムをさらに特色としており、較正システムは、流れシミュレータであって、流量計変換器信号を流量計から受信するように構成される受信機と、流量計からの実際の伝搬時間信号パルスに基づいてシミュレートした伝搬時間信号パルスを生成し、予め選択された時間間隔でシミュレートした伝搬時間信号パルスを流量計に対して送信するように構成されるシミュレーションサブシステムとを含む流れシミュレータを含む。較正サブシステムは、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて流量計により生成される伝搬時間差分値を流量計から受信し、較正係数を算出するために流量計により生成される伝搬時間差分値を予め選択された時間間隔と比較し、較正係数を流量計に対して出力するように構成される。

20

【 0 0 1 9 】

本主題発明は、内部に流体が流れている導管の中に挿入するためのプローブと、このプローブに接続され、および流体中の音速を計算し、音速の補正係数を流量計に対して出力するように構成される処理サブシステムとを含む、流量計用の較正システムを特色としてもいる。このシステムは、流量計変換器信号を流量計から受信するように構成される受信機と、シミュレートした伝搬時間信号パルスを生成し、予め選択された時間間隔でシミュレートした伝搬時間信号パルスを流量計に対して送信するように構成されるシミュレーションサブシステムと、較正サブシステムとを備える流れシミュレータをさらに含む。較正サブシステムは、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて流量計により生成される伝搬時間差分値を流量計から受信し、較正係数を流量計に対して出力するように構成される。

30

【 0 0 2 0 】

本主題発明は、プローブであって、ある一定の距離だけ離して間隔をおいて配置される少なくとも 2 つの変換器と、流体がこのプローブを通して流れるための少なくとも 1 つの開口部とを含み、変換器が、超音波信号を送受信し、伝搬時間信号を出力するように構成されるプローブを備える、流量計用の較正システムを特色としてもいる。処理サブシステムは、プローブ変換器を励振し、伝搬時間信号に応答するものであって、プローブを通して流れる流体中の音速を計算し、音速の補正係数を流量計に対して出力するように構成される。このシステムは、伝搬される流量計変換器信号を流量計から受信するように構成される受信機と、流量計から受信される伝搬される流量計変換器信号を用いてシミュレートした伝搬時間信号パルスを生成し、予め選択された時間間隔でシミュレートした伝搬時間信号パルスを流量計に対して送信するように構成されるシミュレーションサブシステムと、較正サブシステムとを備える、流れシミュレータも含む。較正サブシステムは、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて流量計により生成される伝搬時間差分値および流体の流速値のうちの少なくとも 1 つを流量計から受信し、較正係数を流量計に対して出

40

50

力するように構成される。

【 0 0 2 1 】

本主題発明は、流量計変換器信号を流量計から受信するステップと、シミュレートした伝搬時間信号パルスを生成するステップ、および予め選択された時間間隔でシミュレートした伝搬時間信号パルスを流量計に対して送信するステップと、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて流量計により生成される伝搬時間差分値を流量計から受信するステップと、校正係数を流量計に対して出力するステップとを含む、流量計用の校正方法を特色としてもいる。予め選択された時間間隔は、既知の速度で流れる特定のタイプの流体についての伝搬時間差分値を表すものであり得る。一例を挙げれば、受信される流量計変換器信号は、伝搬される流量計変換器信号であり、シミュレートした伝搬時間信号パルスは、流量計から受信される伝搬される流量計変換器信号を用いて生成される。この方法は、校正係数を算出するために流量計により生成される伝搬時間差分値を予め選択された時間間隔と比較するステップをさらに含んでよい。代替としてまたは加えて、この方法は、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて流量計により生成される流体の流速値を流量計から受信するステップと、校正係数を算出するために流量計により生成される流体の流速値を流れシミュレータにより計算される流体の流速と比較するステップとを含んでよい。計算した流速は、予め選択された時間間隔での特定のタイプの流体についての速度を表すものであり得る。校正係数は、流量計により生成される伝搬時間差分値を調整でき、または流量計により生成される流体の流速値を調整できる。一変形形態では、シミュレートした伝搬時間信号パルスは、流量計からの実際の流量計伝搬時間信号パルスに基づいている。別の変形形態では、この方法は、パルスに干渉する雑音係数をシミュレートするためにシミュレートした伝搬時間信号パルスを変形させるステップ、および/またはシミュレートした伝搬時間信号パルスの信号の特質を変調させるステップを含んでよい。この変調される信号の特質には、振幅および/または周波数が含まれてよい。

【 0 0 2 2 】

一実施形態では、校正方法は、内部に流体が流れている導管の中にプローブを挿入するステップと、流体中の音速を計算するステップと、音速の補正係数を流量計に対して出力するステップとをさらに含んでよい。プローブは、導管中の穴の中に嵌入されるように成形され、一構成では、プローブは、ある一定の距離だけ離して間隔をおいて配置される少なくとも2つの変換器と、流体がプローブを通して流れるための少なくとも1つの開口部とを含み、プローブ変換器が、超音波信号を送受信し、伝搬時間信号を出力するように構成される。典型的には、プローブ変換器は、流体を通じて超音波信号の経路を規定する。別の構成では、プローブは、少なくとも1つの変換器と、ある一定の距離だけ離して間隔をおいて配置される反射器と、流体がプローブを通して流れるための少なくとも1つの開口部とを含み、プローブ変換器が、超音波信号を送信し、反射器から反射されて戻る超音波信号を受信し、伝搬時間信号を出力するように構成される。この方法は、プローブ変換器を励振するステップと、流体中の音速を計算するためにプローブ変換器により出力される伝搬時間信号に応答するステップとを含んでもよく、ここで、流体中の音速を計算するステップは、流量計によって測定される流体の音速値を流量計から受信するステップと、音速の補正係数を算出するために流量計によって測定される流体の音速値を計算した音速と比較するステップとを含む。

【 0 0 2 3 】

流量計は、フレアガス流量計であってよく、流体は、フレアガスであってよい。典型的にはプローブは、持ち運び可能であり、および事前に校正できる。一例を挙げれば、プローブは、直径または幅が3 / 4 インチ以下である。プローブ変換器は、プローブ内で可動性であってよく、または反射器は、プローブ内で可動性であってよい。そのような変形形態では、この方法は、流体の音速のプロファイルを表す一連の音速を出力するステップを含んでよい。

【 0 0 2 4 】

本発明は、伝搬される流量計変換器信号を流量計から受信するステップと、流量計から

10

20

30

40

50

受信される伝搬される流量計変換器信号を用いてシミュレートした伝搬時間信号パルスを生成するステップ、および予め選択された時間間隔でシミュレートした伝搬時間信号パルスを流量計に対して送信するステップと、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて流量計により生成される伝搬時間差分値を流量計から受信するステップと、流量計により生成される伝搬時間差分値を調整するための較正係数を算出するために流量計により生成される伝搬時間差分値を予め選択された時間間隔と比較するステップと、較正係数を流量計に対して出力するステップとを含む、流量計用の較正方法をさらに特色としている。

【 0 0 2 5 】

本発明は、流量計変換器信号を流量計から受信するステップと、流量計からの実際の伝搬時間信号パルスに基づいてシミュレートした伝搬時間信号パルスを生成するステップ、および予め選択された時間間隔でシミュレートした伝搬時間信号パルスを流量計に対して送信するステップと、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて流量計により生成される伝搬時間差分値を流量計から受信するステップと、較正係数を算出するために流量計により生成される伝搬時間差分値を予め選択された時間間隔と比較するステップと、較正係数を流量計に対して出力するステップとを含む、流量計用の較正方法を特色としても

10

【 0 0 2 6 】

本発明は、内部に流体が流れている導管中の穴の中にプローブを挿入するステップと、流体中の音速を計算するステップと、音速の補正係数を流量計に対して出力するステップとを含む、流量計用の較正方法を特色としてもいる。この方法は、流量計変換器信号を流量計から受信するステップと、シミュレートした伝搬時間信号パルスを生成し、および予め選択された時間間隔でシミュレートした伝搬時間信号パルスを流量計に対して送信するステップと、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて流量計により生成される伝搬時間差分値を流量計から受信するステップと、較正係数を流量計に対して出力するステップとを含む流量計用の較正方法をさらに特色としている。

20

【 0 0 2 7 】

本発明は、内部に流体が流れている導管中の穴の中にプローブを挿入するステップを含む流量計用の較正方法をさらに特色としており、このプローブは、ある一定の距離だけ離して間隔をおいて配置される少なくとも2つの変換器と、流体がプローブを通して流れるための少なくとも1つの開口部とを含み、変換器が、超音波信号を送受信し、伝搬時間信号を出力するように構成される。この方法は、プローブ変換器を励振するステップと、伝搬時間信号に応答するステップ、およびプローブを通して導管の中を流れる流体中の音速を計算するステップと、音速の補正係数を流量計に対して出力するステップとをやはり含む。この方法は、伝搬される流量計変換器信号を流量計から受信するステップと、流量計から受信される伝搬される流量計変換器信号を用いてシミュレートした伝搬時間信号パルスを生成するステップと、予め選択された時間間隔でシミュレートした伝搬時間信号パルスを流量計に対して送信するステップと、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて流量計により生成される伝搬時間差分値を流量計から受信するステップと、較正係数を流量計に対して出力するステップとをさらに含む。

30

【 0 0 2 8 】

他の目的、特色および利点は、以下の実施形態の説明および添付図面から当業者に思い浮かぶであろう。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 9 】

本発明は、以下に開示される1つまたは複数の実施形態に加えて、他の実施形態であってもよく、さまざまなやり方で実施または実行できる。したがって、本発明は、その適用において、以下の説明の中で述べられるまたは図面の中で例示される構成の詳細および構成要素の配置に限定されないことが理解されよう。ただ1つの実施形態が本明細書で説明される場合は、本明細書の特許請求の範囲は、その実施形態に限定されない。さらに、本明細書の特許請求の範囲は、ある種の除外、限定または放棄を明示する明瞭かつ確信的な証

50

拠がない限り限定的に解釈されるべきではない。

【 0 0 3 0 】

ある典型的な流量計 1 0 (図 1) は、変換器 1 2 および 1 4 と、関連した処理部および電子機器 1 6 とを含む。変換器 1 2 および 1 4 は、パイプまたは導管 1 8 の両側に示されるが、さまざまな流量計において変換器は、パイプの同じ側にあってもよく、または 2 つより多くの変換器があってもよい。示したように、導管 1 8 はスプール部材 1 8 a を含み、このスプール部材 1 8 a は、パイプ 1 8 の中にホットタップできる。他の構成要素が、流量計 1 0 の中にまたは流量計 1 0 と共に含まれてもよく、またはある構成要素が、除外されてよい。

【 0 0 3 1 】

本主題発明の一実施形態では、流量計較正システム 2 0 は、導管 1 8 の中を流れる流体 2 4 中の音速を測定するプローブ 3 0 および処理サブシステム 4 0 を含む。別の実施形態では、流量計較正システム 2 0 は、一例を挙げれば流体 2 4 などの流体の流れをシミュレートするように構成される流れシミュレータ 6 0 を含む。流量計較正システム 2 0 の他の実施形態は、以下に論じられるように、プローブ 3 0 および処理サブシステム 4 0、ならびに流れシミュレータ 6 0 それぞれを含んでよい。いずれの場合も、流量計較正システム 2 0 は、流体 2 4 中の音速の測定値および / または流体 2 4 の速度の測定値、ならびにそうした測定値に依存する他のパラメータの精度向上のために流量計 1 0 を較正する。本主題発明の実施形態は、フレアガスを計測するフレアガス流量計に特に適しているが、本発明はそれに限定されず、本主題発明のシステムおよび方法の実施形態は、任意の特定の流量計または流量計の特定の構成を用いて使用することに限定されない。

【 0 0 3 2 】

背景のセクションの中で言及したように、流量計 1 0 などの流量計は、2 つの変換器 1 2 および 1 4 を用いて導管 1 8 の中を流れる流体 2 4 の流体の流速を計測するものであり、変換器 1 2 は上流に配置され、変換器 1 4 は下流に配置され、それぞれパイプまたは導管 1 8 上にあり、またはパイプまたは導管 1 8 に接続される。典型的には、各変換器 1 2、1 4 は、超音波信号を交互方式で送受信するように構成される。一方の変換器から送信される超音波信号は、他方の変換器によって受信され、逆の場合も同様である。次いで、他の既知のパラメータと組み合わせて、導管 1 8 を通る流体 2 4 の流速は、流れの向きと同じ方向および流れの向きと反対方向の両方の超音波信号の伝搬時間の関数、すなわち、上流の超音波信号の伝搬時間と下流の超音波信号の伝搬時間の間の差の関数として算出できる。

【 0 0 3 3 】

例えば、流れ 2 4 が存在する際には、上流の変換器 1 2 から下流の変換器 1 4 まで伝搬される伝搬時間信号パルス t_{dn} は、下流の変換器 1 4 から上流の変換器 1 2 まで伝搬されるパルス t_{up} と同じではない。伝搬時間と伝搬時間の間の差、例えば、下流の変換器 1 4 から送信される超音波信号が上流の変換器 1 2 に到達するためにかかる時間と上流の変換器 1 2 から送信される超音波信号が下流の変換器 1 4 に到達するためにかかる伝搬時間の間の差、 $t_{up} - t_{dn}$ を見出すことによって、伝搬時間差分 Δt が計算されることになり、ここで $\Delta t = t_{up} - t_{dn}$ である。超音波信号の経路長 P および導管の寸法 L などの他の既知のパラメータ、ならびに計測した流体中の音速 c を利用して、よって、流体 1 8 の流速 V を測定できる。全ての場合において、流体の流速は、 Δt の関数および / または流体中の音速 c の関数であり、例えば、以下の通りである。

【 0 0 3 4 】

【 数 1 】

$$V = \frac{P^2}{2L} \left(\frac{t_{up} - t_{dn}}{t_{up} \cdot t_{dn}} \right) \cong \frac{c^2}{2L} \Delta t \quad (1)$$

10

20

30

40

50

まず第一に、流体 24 中の音速 c は、速度 V を求める際に重要なファクタであることが理解できよう。流体 24 中の音速 c は、超音波信号伝搬時間を用いて流量計 10 によって測定される。しかし、流量計の構成要素の経時的な侵食および劣化、ならびに / または経時的に蓄積する汚れの付着は、流量計によって測定される音速の精度、およびしたがって流量計によって突き止められる流体の流速 V の精度に悪影響を及ぼす可能性がある。

【0035】

本発明の一態様では、較正システム 20 は、内部に流体 24 が流れている導管 18 の中に挿入するためのプローブ 30 を含む。一構成では、プローブ 30 は、導管 18 の中の穴 31 の中に嵌入されるように成形される。一例を挙げれば、プローブ 30 (図 2A) は、導管 18 の中にプローブ 30 を挿入するために 3/4 インチ以下である幅または直径 w を有する。既存のパイプの中に 3/4 インチより大きい穴をねじ切りすることは、一般に専門の人材を必要とする費用のかかる作業であるが、化学プロセスの放出を管理する現行の規則の下では、例えば、パイプが設置される処理施設の操作者によって作製される 3/4 インチまでの導管のポートまたは穴は、許容される。したがって、専門の人材を必要とすることなく、そのようなポートまたは穴を容易にかつ安い費用で用意できてパイプの中にプローブを挿入させることが可能になる。実際には、多くの化学処理施設のパイプは、例えば、プローブが挿入できるそのような大きさの内蔵ポートを含む。

【0036】

さまざまな実施形態では、プローブ 30 は、プローブ 30 が現場の中に持って行かれ、さまざまな場所で使用できるように持ち運び可能である。また、プローブ 30 はそれ自体、例えば、プローブ 30 を蒸留水などの媒体の中に配置し、NIST (米国標準技術局) によって発行された既知の水中の音速を用いることによって現場で較正または事前に較正できる。

【0037】

一変形形態では、プローブ 30 は、ある一定距離 d だけ離して変換器 32 および 34 を含む (図 2)。典型的には、プローブ変換器 32 および 34 は、送信変換器および受信変換器の対であり、それぞれが、超音波信号を送受信し、伝搬時間信号を出力するように構成される。プローブ 30 は、流体がプローブ 30 を通って流れるための開口部 36 および 38 も含む。この議論は 2 つの変換器に言及するが、プローブ 30 の中の変換器の個数、変換器同士の離間距離、および開口部の個数は全て、所望の特定の用途に応じて変動を受けることが理解されよう。また、例えば、プローブ変換器 32 および 34 は、変換器同士の離間距離を変更または調整するために可動性であってよい。また、別の構成では、2 つの変換器のうちの 1 つ、例えば変換器 34 を反射器 35 (図 2B) によって置き換えて、変換器 32 によって送信される超音波信号を反射して変換器 32 によって受信されるように戻してよい。反射器も、可動性であってよい。反射器を用いると、超音波信号の経路は 2 倍になり、典型的には信号はより弱くなることになるが、この信号はある所望の用途に対しては十分に強いものであり得る。変形形態では、変換器が可動性であるとき、または反射器が可動性であるときは、処理サブシステム 40 は、流体の音速のプロファイルを表す一連の音速を出力するように構成される。

【0038】

プローブ 30 を含む流量計較正システム 20 は、処理サブシステム 40 も含み、この処理サブシステム 40 は、プローブ 30 に接続され、流体 24 中の音速を計算し、音速の補正係数を流量計 10 に対して出力するように構成される。一構成では、処理サブシステム 40 は、超音波信号を送信するためにプローブ変換器 32 および 34 のうちの少なくとも 1 つを励振する。プローブ 30 が導管 18 中の穴 31 (図 1) の中に嵌入または挿入されると、開口部 36 および 38 (図 2) により、導管の中を流れる流体がプローブ 30 を通って流れることがやはり可能になる。このようにして、プローブ変換器 32 および 34 は、流体を通じて超音波信号の経路を規定する。流量計および超音波変換器について上述したのと同様の原理の多くを利用して、処理サブシステム 40 は、プローブ変換器 32 および 34 による伝搬時間信号出力に応答し、および流体 24 中の音速 $c_{\text{プローブ}}$ を計算し、

音速の補正係数を流量計 10 に対して出力するように構成される。示したように、プローブ 30 および処理サブシステム 40 は別個であるが、これは本発明の制約ではなく、必要に応じてプローブ 30 と処理サブシステム 40 は共に、1つのユニットの一部であってよく、または1つのユニットを形成してよい。

【0039】

一例を挙げれば、導管の中を流れる流体の計算される音速 $c_{\text{プローブ}}$ は、変換器同士の間の一定の間隔または距離 d と、プローブ変換器 32 および 34 によってそれぞれ送受信される超音波信号の伝搬時間の平均値 t_{avg} とを用いて計算され、すなわち、以下の通りである。

$$c_{\text{プローブ}} = d / t_{\text{avg}} \quad (2)$$

ここで、

$$t_{\text{avg}} = (t_{32, 34} + t_{34, 32}) / 2$$

であり、 $t_{32, 34}$ は、プローブ変換器 32 からプローブ変換器 34 までの伝搬時間であり、 $t_{34, 32}$ は、プローブ変換器 34 からプローブ変換器 32 までの伝搬時間である。

【0040】

加えて、処理サブシステム 40 は、流量計によって測定される流体の音速値、例えば上述の例の流量計における音速値 c を流量計から受信するように構成される。流量計 10 に対して出力するための音速の補正係数を計算するために、典型的には、処理サブシステム 40 は、流量計によって測定される流体の音速値、例えば音速値 c を計算した音速、例えば $c_{\text{プローブ}}$ と比較するように構成される。音速値 c が $c_{\text{プローブ}}$ に等しくない場合は、必要に応じて、音速の補正係数により比較の結果に応じて音速 c を上下に調整する。音速値 c が $c_{\text{プローブ}}$ に実際に等しい場合は、音速の補正係数は、補正係数が乗数であるか、加算的なものであるかに応じて、例えば 1 または 0 になり得る。

【0041】

処理サブシステム 40 の動作についてのある構成の概要を流れ図の形態で図 3 に示す。ステップ 42 で、プローブ変換器 32 および 34 を励振して超音波パルスまたは信号を送信し、ステップ 44 で、処理システム 40 がプローブ変換器の伝搬時間信号に応答し、ステップ 46 で、流体中の音速を計算し、ステップ 48 で、音速の補正係数を流量計に対して出力する。図 3 中で述べたステップは、特定の順序で述べられるが、この順序は限定的なものではなく、各ステップが、同時にまたは順番に関係なく (out of order) 行われてよく、さまざまな実施形態によってはステップが、削除または追加されてよく、1つまたは複数のステップが少なくとも一部分において電子回路を利用して実現できることが理解されよう。

【0042】

多くの用途に対して、プローブ 30 および処理サブシステム 40 によって流量計に対して行われる流体の音速の校正は、流量計の精度を確保するのに十分であり得る。しかし、さらにまたは別個に、流量計の精密さを保証することが所望または要求される場合には、流量計校正システム 20 の追加の実施形態は、流れシミュレータ 60 (図 4) を含んでもよい。

【0043】

一実施形態では、流れシミュレータ 60 (図 4) は、流量計の処理部および電子機器 16 に接続されており、受信機 62 と、シミュレーションサブシステムまたはモジュール 64 と、校正サブシステムまたはモジュール 66 とを含む。典型的な流量計では、上流の変換器および下流の変換器は、導管の中を流れる流体を通して伝搬するための超音波信号を生成および送信するために励振される。主題発明の一態様では、受信機 62 は、流量計 10 から流量計変換器信号 68 および 68'、典型的には伝搬される流量計変換器信号を受信または取得するように構成される。伝搬される流量計変換器信号などの流量計変換器信号 68 および 68' を用いて、シミュレーションサブシステム 64 は、シミュレートした伝搬時間信号パルス 70 および 70' を生成し、予め選択された時間間隔でシミュレート

10

20

30

40

50

した伝搬時間信号パルス 70 および 70' を流量計 10 に対して送信するように構成される。

【0044】

一変形形態では、シミュレートした伝搬時間信号パルス 70 および 70' は、流量計 10 からの実際の伝搬時間信号パルスに基づいており、この実際の伝搬時間信号パルスは、較正の前に取得され、格納されたものであり、その後、この実際の伝搬時間信号パルスは、流れシミュレータ 60 がシミュレートした伝搬時間信号パルス 70 および 70' を生成する際に流れシミュレータ 60 によって使用される。このように、シミュレートした信号パルス 70 および 70' は、混じり気のないものではなく、ならびに、シミュレートした信号パルス 70 および 70' は、実際の信号に基づいているので、シミュレートした信号パルス 70 および 70' は、較正の対象である特定の流量計に特有である信号特性を含むことになる。

【0045】

別の変形形態では、シミュレーションサブシステム 64 は、パルスに干渉する雑音係数をシミュレートするためにシミュレートした伝搬時間信号パルス 70 および 70' を変形させるようにさらに構成される。別の態様では、シミュレーションサブシステム 64 は、シミュレーションの改善のために、およびさまざまなシミュレートした信号パルスを生成するために、シミュレートした伝搬時間信号パルス 70 および 70' の振幅および/または周波数などの信号の特質を変調させるように構成される。

【0046】

また上述のように、典型的な流量計では、伝搬時間差分すなわち Δt の値が、伝搬時間信号に基づいて測定される。流体の流速 V も、流量計によって測定される。この場合は、シミュレートした伝搬時間信号パルス 70 および 70' は、流量計 10 に送られるので、流量計は、流れシミュレータからのシミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて伝搬時間差分および/または流体の流速を測定することになる。較正サブシステム 66 は、流量計 10 により生成される伝搬時間差分値（例えば、 Δt すなわち $t_{up} - t_{dn}$ の値）72 を流量計 10 から受信または取得する、および/あるいは流量計 10 により生成される流体の流速値（例えば、 V の値）74 を受信または取得するように構成されるものであり、伝搬時間差分値 72 および流体の流速値 74 それぞれは、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて生成される。較正サブシステム 66 は、較正係数 76、78 を流量計 10 に対して出力するようにさらに構成される。較正係数を算出するために、典型的には、較正サブシステム 66 は、流量計により生成される伝搬時間差分値 72 を予め選択された時間間隔と比較するようにさらに構成される。所与のパイプの大きさに対して、表 1 は、いくつかの流動流体についての伝搬時間差分値（ Δt ）および流体の流速のいくつかの例を示す。

【0047】

【表 1】

速度(m/秒)	流体	音速 (m/秒)	Δt (マイクロ秒)
0.5	A外気	343	2.244
5	外気	343	22.44
0.25	普通の水	1482	0.00601
2.5	普通の水	1482	0.0601
1	天然ガス	400	3.300
5	天然ガス	400	16.50
20	天然ガス	400	66.00

そうしたデータは、従来のコンピュータのハードウェア、ソフトウェアおよび/または方法を用いて流れシミュレータの中にまたは関連したコンピュータの中に格納でき、表 1

に示す値は単に例示的なものであり、限定的であることを意図しないことが理解されよう。

【0048】

一実施形態では、較正サブシステム66は、流量計10により生成される伝搬時間差分値72を予め選択された時間間隔、例えば、シミュレートした伝搬時間信号パルス70が送信されるときとの時間と、シミュレートした伝搬時間信号パルス70'が送信されるときとの時間との間の時間間隔を比較する。予め選択された時間間隔は、任意に選択された時間間隔でよい。このようにして、使用者は、シミュレートした流れの全範囲を通じて較正することができ、通常動作中にまたは流量計の較正時に存在しない可能性がある状況によって制限されない。伝搬時間差分値72(Δt)が、予め選択された時間間隔に等しくない場合は、較正サブシステム66が、較正係数76を流量計10に対して出力するように構成される。代替としてまたは加えて、較正サブシステム66は、流量計10により生成される速度値74を既知の予め選択された時間間隔を用いて計算される計算した流速と比較する。速度値74が計算した流速に等しくない場合は、較正サブシステム66は、較正係数78を流量計10に対して出力するように構成される。例えば、これらの流量計の値の一方または両方が、予め選択された値または予め定められた値に実際に等しい場合は、較正係数は、較正係数が乗数であるか、加算的なものであるかに応じて1または0になり得る。典型的には、較正係数76により流量計10によって測定される伝搬時間差分値72(Δt)が調整されることになり、較正係数78により流量計10によって測定される速度値74(V)が調整されることとなる。

【0049】

さまざまな実施形態において、シミュレートした伝搬時間パルス70と70'の間の予め選択された時間間隔は、上述のように選択されてよく、使用者は、既知の伝搬時間差分が既知の速度で流れている特定のタイプの流体と関連し得るところの表1などの表またはデータベースの値に対応する1つまたは複数のそうした間隔を選択できる。例えば、使用者は、予め選択された時間間隔22.44マイクロ秒を選択することができ、この時間間隔は、表1によれば、5メートル/秒で流れる外気を表すものであり得る。また、さまざまな実施形態において、計算した流速は、予め選択された時間間隔での特定のタイプの流体についての速度を表すものであり得る。例えば、計算した速度が2.5メートル毎秒である場合は、表1によれば、そうした速度は、伝搬時間パルス同士の間隔が0.0601マイクロ秒であるときの普通の水を表すものであり得る。

【0050】

流れシミュレータ60の動作についての一構成の概要を流れ図の形態で図5に示す。ステップ80で、受信機62は、伝搬される流量計変換器信号68、68'を流量計10から受信する。ステップ82で、シミュレーションサブシステム64は、流量計10からの伝搬される流量計変換器信号68、68'を用いて、シミュレートした伝搬時間信号パルス70および70'を生成し、ステップ84で、予め選択された時間間隔でシミュレートした伝搬時間信号パルス70および70'を流量計10に対して送信する。較正サブシステム66は、ステップ86で、シミュレートした伝搬時間信号パルス70および70'に基づいて流量計10により生成される伝搬時間差分値72および/または速度値74を受信し、ステップ88で、較正係数76および/または78を流量計に対して出力する。図5中で述べたステップは、特定の順序で述べられるが、この順序は限定的なものではなく、各ステップが、同時にまたは順番に関係なく行われてよく、さまざまな実施形態によってはステップが、削除または追加されてよく、1つまたは複数のステップが少なくとも一部分において電子回路を利用して実現できることが理解されよう。

【0051】

本主題発明による方法の一実施形態の概要を流れ図の形態で図6に示す。ステップ100で、本明細書で説明されるプローブ30などのプローブは、導管の中に挿入され、ステップ102で、例えば処理サブシステム40によって音速が計算され、ステップ104で、音速の補正係数が流量計に対して出力される。ステップ106で、流量計変換器信号が

、一例を挙げれば流れシミュレータ 60 の受信機 62 によって流量計から受信される。ステップ 108 で、シミュレートした伝搬時間信号パルスは、例えばシミュレーションサブシステム 64 によって生成され、予め定められた時間間隔で流量計に対して送信される。ステップ 110 で、シミュレートした伝搬時間信号パルスに基づいて流量計により生成される伝搬時間差分値は、例えば較正サブシステム 66 によって受信され、ステップ 112 で、較正係数は、流量計に対して出力される。図 6 中で述べたステップは、特定の順序で述べられるが、この順序は限定的なものではなく、各ステップが、同時にまたは順番に関係なく行われてよく、および 1 つまたは複数のステップが電子回路を利用して実現できることが理解されよう。

【0052】

図 1 に示すように、流れシミュレータ 60 は、コンピュータ 80 に接続される。コンピュータ 80 は、流れシミュレータ 60 に対する命令、例えば、流量計に送り戻されるシミュレートした伝搬時間信号パルスを制御、変形または変調する命令、および / あるいは流れシミュレータ 60 からのさまざまな出力を表示するための命令を操作者が入力するための機構を与えることができる。しかし、これは必須の限定ではなく、さまざまな構成において、流れシミュレータ 60 は、コンピュータ 80 の中にプログラムされ、または組み込まれてよく、あるいは代替として、制御、入力、出力および / または表示は、所望の特定の用途に応じて流れシミュレータ 60 の中にプログラムされ、または組み込まれてよい。また特に、流れシミュレータ 60 とプローブ 30 および処理サブシステム 40 とを共に含む実施形態において、処理サブシステム 40 は、特定の用途に所望されるように、流れシミュレータ 60 またはコンピュータ 80 の一部であってよく、または流れシミュレータ 60 またはコンピュータ 80 に組み込まれてよい。

【0053】

他の実施形態では、流量計較正システム 20 は、プローブ 30 および処理サブシステム 40 の追加よりもむしろ代替として流れシミュレータ 60 を含んでよい。そのような場合には、流れシミュレータ 60 は、前述したのと同様のやり方で動作することになるが、流量計の較正全体が、プローブ 30 および処理装置 40 によって与えられる流量計の音速の補正係数を含むことにはならない。大多数の目的では、流れシミュレータ 60 単独によって流量計に与えられる較正係数は、要求されるまたは所望される流量計の精度をやはりもたらすことになる。「Flow Simulating Circuit for Testing of Flow Meters」と題され、2007 年 8 月 1 日に提出され、出願番号第 11 / 831,996 号を有し、本明細書中の発明者を含み、および譲受人が同じである同時係属中の米国特許出願は、流れシミュレータまたはその一部として使用できるシミュレート回路の例の少なくとも 1 つを示しており、参照により本明細書に組み込まれる。

【0054】

したがって、本主題発明のシステムおよび方法の実施形態によれば、費用対効果が高く、より単純で、およびより精確な現場における流量計の較正が提供されることが明らかである。

【0055】

本主題発明のシステム、サブシステム、モジュールおよび方法のさまざまな部品または部分は、電子回路を利用して実現でき、ならびに / あるいは当業者に知られている可能性があるようにソフトウェアの中に組み込まれてよく、ならびに / あるいは残りのシステムから分離できるコンピュータまたは他の処理装置の一部であってよい。これらの例は、限定するものであるように意図されておらず、本主題発明のさまざまな部品または部分は、コンピュータ内のコンピュータ可読媒体上および / またはテープまたはコンパクトディスクなどのコンピュータ可読媒体上に格納されるコンピュータおよび / またはソフトウェアのプログラムとして実現されてよく、本発明のシステム、サブシステム、モジュールおよび方法は、物理的にごく接近して存在する構成要素、または大きな地理的領域にわたって分散されると共に通信ネットワークによって接続される構成要素を有する複数のコンピュ

ータまたはデバイスの中で実現されてもよく、あるいは、例えば 1 つまたは複数のデバイスの中に組み込まれてよい。

【 0 0 5 6 】

記載したこの説明は、最良の形態を含む本発明を開示し、また当業者が本発明を作製および使用することを可能にするために例を使用する。特許性のある本発明の範囲は、特許請求の範囲によって画定され、当業者が想到する他の例を含んでよい。そのような他の例は、それらの例が、特許請求の範囲の文言とは異ならない構成要素を有する場合、または、それらの例が、特許請求の範囲の文言からごくわずかに異なっている均等な構成要素を含む場合は、特許請求の範囲内であることが意図される。

【 0 0 5 7 】

本発明の具体的な特徴はいくつかの図面に示され、他の図面には示されていないが、これは、単に便宜のためであり、各特徴が、任意のまたは全ての本発明による他の特徴と組み合わせられてよいからである。本明細書で使用される「含む (i n c l u d i n g , c o m p r i s i n g) 」, 「備える (c o m p r i s i n g) 」, および「有する (h a v i n g , w i t h) 」の語は、広くかつ包括的に解釈されるべきであり、任意の物理的な相互接続に限定されない。さらに、本主題出願の中に開示される任意の実施形態は、単に実現可能な実施形態としてみなされるものではない。当業者は、他の実施形態を想到するであろうし、この他の実施形態は、添付の特許請求の範囲の範囲内である。

【 0 0 5 8 】

加えて、この特許についての特許出願の手續処理中に示された任意の補正は、提出した本出願に示される任意の請求項の要素の放棄ではなく、当業者は、実現可能な均等物全てを文字通りに包含することになる請求項を起案するように期待されることはできないとするのが合理的であり、均等物の多くは、補正時には予見不可能であろうし、(どちらか言えば) 放棄されることになるものの公正な解釈を越えており、補正の根底をなす理論的根拠は、多くの均等物に対して軽く触れる程度の関係を有するに過ぎないかもしれず、および/または出願人が、補正した任意の請求項の要素についてある実体のない代替物を記載することが期待できない他の理由が多数ある。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 9 】

【図 1】本主題発明による流量計用の較正システムの一実施形態の概略図である。

【図 2 A】本主題発明の一態様によるプローブおよび処理サブシステムの一実施形態の部分切開概略斜視図である。

【図 2 B】本主題発明の一態様による 1 つの変換器および 1 つの反射器を含むプローブの一実施形態の部分切開概略斜視図である。

【図 3】本発明による処理サブシステムの一実施形態の主な処理のステップを示す概略構成図である。

【図 4】本主題発明による流れシミュレータの一実施形態の主な構成要素を示す概略構成図である。

【図 5】本主題発明による流れシミュレータの一実施形態の主な処理のステップを示す概略構成図である。

【図 6】音速の較正と伝搬時間差分を共に含む本主題発明による較正方法の一実施形態の主な方法のステップを示す概略構成図である。

【符号の説明】

【 0 0 6 0 】

- 1 0 流量計
- 1 2 変換器、上流の変換器
- 1 4 変換器、下流の変換器
- 1 6 処理部および電子機器
- 1 8 パイプ、導管
- 1 8 a スプール部材

10

20

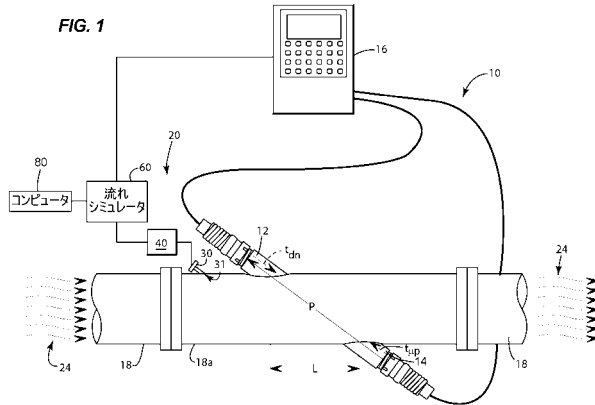
30

40

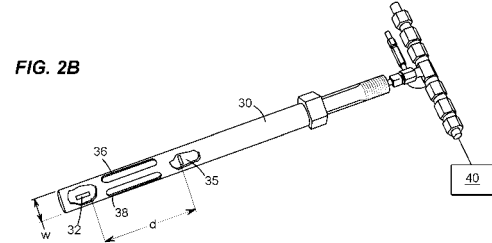
50

2 0	流量計校正システム	
2 4	流体	
3 0	プローブ	
3 1	穴	
3 2	変換器、プローブ変換器	
3 4	変換器、プローブ変換器	
3 5	反射器	
3 6	開口部	
3 8	開口部	
4 0	処理サブシステム、処理装置	10
6 0	流れシミュレータ	
6 2	受信機	
6 4	シミュレーションサブシステムまたはモジュール、シミュレーションサブシステム	
6 6	校正サブシステムまたはモジュール、校正サブシステム	
6 8	流量変換器信号、伝搬される流量計変換器信号	
6 8 '	流量変換器信号、伝搬される流量計変換器信号	
7 0	シミュレートした伝播時間信号パルス、シミュレートした信号パルス、シミュレートした伝播時間パルス	
7 0 '	シミュレートした伝播時間信号パルス、シミュレートした信号パルス、シミュレートした伝播時間パルス	20
7 2	伝搬時間差分値	
7 4	流体の流速値、流速値、速度値	
7 6	校正係数	
7 8	校正係数	
8 0	コンピュータ	

【図 1】

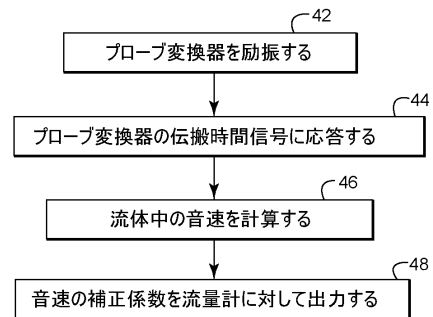


【図 2 B】

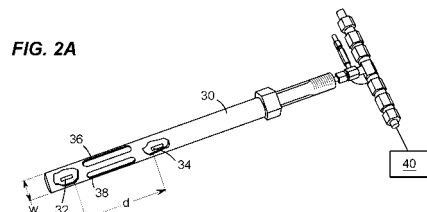


【図 3】

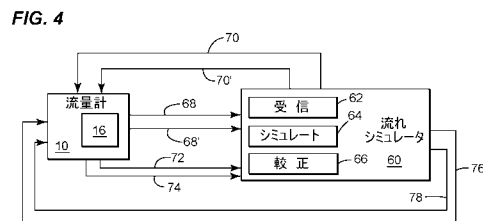
FIG. 3



【図 2 A】

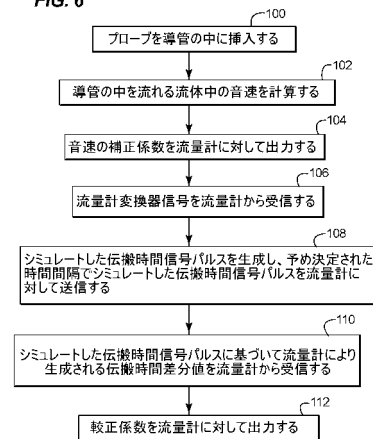


【図 4】



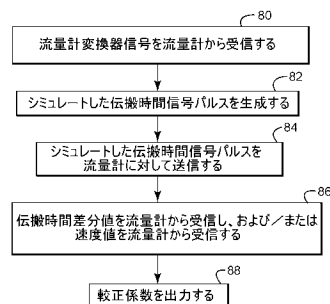
【図 6】

FIG. 6



【図 5】

FIG. 5



フロントページの続き

(72)発明者 ジェフリー・ティルデン

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ノートン、バート・ストリート、55番

審査官 藤原 伸二

(56)参考文献 特開昭62-165122(JP,A)
特開平11-351928(JP,A)
特開平10-239289(JP,A)
特開2005-241407(JP,A)
特開平06-088738(JP,A)
実開平02-122315(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F	1/00 - 1/30
G01F	1/34 - 1/54
G01F	1/56 - 1/90
G01F	3/00 - 9/02
G01P	5/00
G01F	25/00