

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7579872号
(P7579872)

(45)発行日 令和6年11月8日(2024.11.8)

(24)登録日 令和6年10月30日(2024.10.30)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 F 1/84 (2006.01)

G 0 1 F 1/84

請求項の数 14 (全21頁)

(21)出願番号	特願2022-552926(P2022-552926)	(73)特許権者	500205770
(86)(22)出願日	令和2年3月5日(2020.3.5)		マイクロ モーション インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2023-517875(P2023-517875 A)		アメリカ合衆国 8 0 3 0 1 コロラド州
(43)公表日	令和5年4月27日(2023.4.27)		ボルダー ウィンチェスター サークル
(86)国際出願番号	PCT/US2020/021110		7 0 7 0
(87)国際公開番号	WO2021/177961	(74)代理人	110000556
(87)国際公開日	令和3年9月10日(2021.9.10)		弁理士法人有古特許事務所
審査請求日	令和4年11月1日(2022.11.1)	(72)発明者	ホリングスワース, ジャスティン クレイグ
			アメリカ合衆国 8 0 5 2 6 コロラド
			フォート コリンズ ワーブラー ドライブ
			4 4 4 1
		審査官	藤澤 和浩

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 測定値補正方法選択

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

測定値補正方法を選択するためのメータ電子機器(20)であって、
センサアセンブリ(10)に通信可能に結合し、前記センサアセンブリ(10)からセンサ信号を受信するように構成されたインターフェース(501)と、
前記インターフェース(501)に通信可能に結合された処理システム(502)と、
を備え、
前記処理システム(502)が、
二つ以上の測定値補正方法を記憶し、ここで前記二つ以上の測定値補正方法が、前記センサアセンブリ内の混相流体の混相の効果を補償するものであり、
前記二つ以上の測定値補正方法のうちの少なくとも二つを同時に実行し、
一つ又は複数のプロセスパラメータ値を決定し、
前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて前記二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択する、
ように構成される、メータ電子機器(20)。

【請求項2】

前記処理システム(502)が、
前記センサ信号に基づいて前記混相流体の流体特性値を決定し、
前記二つ以上の測定値補正方法のうちの前記選択された一つを使用して前記混相流体の前記流体特性値を補正する、

ようにさらに構成される、請求項 1 に記載のメータ電子機器（20）。

【請求項 3】

前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するように構成された前記処理システム（502）が、前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値と対応する基準値との比較に基づいて、前記二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するように構成された前記処理システム（502）を含む、請求項 1 又は 2 に記載のメータ電子機器（20）。

【請求項 4】

前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値と対応する基準値との比較に基づいて、前記二つ以上の測定値補正方法のうちの前記一つを選択するように構成された前記処理システム（502）が、前記比較のうち少なくとも二つの組み合わせに基づいて、前記二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するように構成される前記処理システム（502）を含む、請求項 3 に記載のメータ電子機器（20）。

【請求項 5】

前記処理システム（502）が、
前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて、単相流体流を検出及び識別し、
前記単相流体流の識別に基づいて、前記単相流体流のホールド値タイプを決定する
ようにさらに構成される、請求項 1 から 4 のいずれかに記載のメータ電子機器（20）。

【請求項 6】

前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて前記二つ以上の測定値補正方法のうちの前記一つを選択するように構成される前記処理システム（502）が、
ホールド値エイジを前記混相流体の流体特性のホールド値のホールド値時間と比較し、
前記比較に基づいて前記二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択する
ように構成される前記処理システム（502）を含む、請求項 1 から 5 のいずれかに記載のメータ電子機器（20）。

【請求項 7】

前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値が、駆動ゲイン値、密度値、ホールド値タイプ、ホールド値エイジ、および脈動存在値のうち少なくとも一つである、請求項 1 から 6 のいずれかに記載のメータ電子機器（20）。

【請求項 8】

測定値補正方法を選択するための方法であって、
二つ以上の測定値補正方法を記憶するステップであって、前記二つ以上の測定値補正方法がセンサアセンブリ内の混相流体の混相の効果を補償するものである、ステップと、
前記二つ以上の測定値補正方法のうち少なくとも二つを同時に実行するステップと、
一つ又は複数のプロセスパラメータ値を決定するステップと、
前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて前記二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するステップと、
を含む、方法。

【請求項 9】

前記センサ信号に基づいて前記混相流体の流体特性値を決定するステップと、
前記二つ以上の測定値補正方法のうち選択された一つを使用して前記混相流体の前記流体特性値を補正するステップと
をさらに含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて前記二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するステップが、前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値と対応する基準値との比較に基づいて前記二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することを含む、請求項 8 又は請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値と対応する基準値との比較に基づいて、前記

10

20

30

40

50

二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することは、前記比較のうちの少なくとも二つの組み合わせに基づいて、前記二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することを含む、請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて、単相流体流を検出および識別するステップと、

前記単相流体流の識別に基づいて前記単相流体流のホールド値タイプを決定するステップと、

をさらに含む、請求項 8 から 1 0 のいずれかに記載の方法。

【請求項 1 3】

前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて前記二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するステップが、

ホールド値エイジを前記混相流体の流体特性のホールド値のホールド値時間と比較することと、

前記比較に基づいて前記二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することと、を含む、請求項 8 から 1 2 のいずれかに記載の方法。

【請求項 1 4】

前記一つ又は複数のプロセスパラメータ値が、駆動ゲイン値、密度値、ホールド値タイプ、ホールド値エイジ、及び脈動存在値のうちの少なくとも一つである、請求項 8 から 1 3 のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

以下に説明する実施形態は、流体特性測定に関し、より詳細には、測定値補正方法の選択に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

例えば、コリオリ質量流量計、液体密度計、気体密度計、液体粘度計、ガス/液体比重計、ガス/液体相対密度計、及びガス分子量計などの振動計は、一般によく知られており、流体の特性を測定するために使用される。一般に、振動計は、センサアセンブリとメータ電子機器とを備える。センサアセンブリ内の材料は、流れていることも又は静止していることもありうる。振動計は、センサアセンブリ内の材料の質量流量、密度、又は他の特性を測定するために使用することができる。

【0 0 0 3】

材料は、振動計の入口側に接続されたパイプラインから振動計に流入し、測定導管を通過して送られ、振動計の出口側を通過して振動計から流出する。振動システムの固有振動モードは、測定導管と測定導管内を流れる材料との結合質量によって、部分的に定義される。

【0 0 0 4】

振動計を通る流れがないとき、測定導管に印加される駆動力は、測定導管に沿ったすべてのポイントを、同一の位相、又はゼロ流量で測定される時間遅延である小さな「ゼロオフセット」で振動させる。材料が振動計を通過して流れ始めると、コリオリ力により、測定導管に沿った各ポイントが異なる位相となる。例えば、振動計の入口端での位相は、中央に置かれたドライバ位置での位相より遅れ、出口での位相は、中央に置かれたドライバ位置で位相より進む。測定導管上のピックアップは、測定導管の動きを表す正弦波信号を生成する。ピックアップから出力された信号は、ピックアップ間の時間遅延を決定するために処理される。二つ以上のピックアップ間の時間遅延は、測定導管を流れる材料の質量流量に比例する。ドライバに接続されたメータ電子機器は、駆動信号を生成してドライバを動作させ、ピックアップから受け取った信号から材料の質量流量及び他の特性を決定する。

【0 0 0 5】

混相流が存在する場合、時間遅れから求めた質量流量が正しくない可能性がある。すな

10

20

30

40

50

わち、未補正の質量流量値は、振動計を通る実際の質量流量の正確な測定値ではない場合がある。そのため、未補正の質量流量値から補正質量流量値を決定するために、測定値補正方法が使用されうる。測定値補正方法が混相流体に対して適切である場合、補正された質量流量値は、振動計を通る実際の質量流量の正確な測定値であり得る。しかし、混相流に対して測定補正法が適切でない場合がある。その結果、補正された質量流量値は、振動計を通る実際の質量流量の正確な測定値ではない可能性がある。したがって、測定値補正方法を選択する必要がある。

【発明の概要】

【0006】

測定値補正方法を選択するためのメータ電子機器が提供される。一実施形態によると、メータ電子機器は、センサアセンブリに通信可能に結合し、センサアセンブリからセンサ信号を受信するように構成されたインターフェースと、インターフェースに通信可能に結合された処理システムとを備える。処理システムは、二つ以上の測定値補正方法を記憶するように構成される。二つ以上の測定値補正方法は、センサアセンブリ内の混相流体の混相の効果を補償し、一つ又は複数のプロセスパラメータ値を決定し、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択する。

10

【0007】

測定値補正方法を選択する方法が提供される。一実施形態によれば、この方法は、二つ以上の測定値補正方法を記憶するステップを含む。二つ以上の測定値補正方法は、センサアセンブリ内の混相流体の混相の効果を補償するものである。この方法は、一つ又は複数のプロセスパラメータ値を決定するステップと、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するステップとをさらに含む。

20

【0008】

[態様]

一態様によれば、測定値補正方法を選択するためのメータ電子機器(20)は、センサアセンブリ(10)に通信可能に結合しセンサアセンブリ(10)からセンサ信号を受信するように構成されたインターフェース(501)と、インターフェース(501)に通信可能に結合された処理システム(502)とを備える。処理システム(502)は、二つ以上の測定値補正方法を記憶し、一つ又は複数のプロセスパラメータ値を決定し、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するように構成される。二つ以上の測定値補正方法は、センサアセンブリ内の混相流体の混相の効果を補償するものである。

30

【0009】

好ましくは、処理システム(502)は、さらに、センサ信号に基づいて流体特性値を決定し、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択された一つを使用して、流体特性値を補正するように構成される。

【0010】

好ましくは、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するように構成された処理システム(502)は、一つ又は複数のプロセスパラメータ値と対応する基準値との比較に基づいて二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するように構成された処理システム(502)を含む。

40

【0011】

好ましくは、一つ又は複数のプロセスパラメータ値と対応する基準値との比較に基づいて、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するように構成された処理システム(502)は、前記比較のうち少なくとも二つの組み合わせに基づいて、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するように構成される処理システム(502)を含む。

【0012】

好ましくは、処理システム(502)は、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて単相流体流を検出及び識別し、単相流体流の識別に基づいて単相流体流のホールド値タイプを決定するようにさらに構成される。

50

【 0 0 1 3 】

好ましくは、流体特性に基づいて二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するように構成された処理システム（ 5 0 2 ）は、ホールド値エイジを流体特性のホールド値時間と比較し、この比較に基づいて二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するように構成される処理システム（ 5 0 2 ）を含む。

【 0 0 1 4 】

好ましくは、処理システム（ 5 0 2 ）は、二つ以上の測定値補正方法のうち少なくとも二つを同時に実行するようにさらに構成される。

【 0 0 1 5 】

好ましくは、一つ又は複数のプロセスパラメータ値は、駆動ゲイン値、密度値、ホールド値タイプ、ホールド値エイジ、及び脈動存在値のうち少なくとも一つである。

10

【 0 0 1 6 】

一態様によれば、測定値補正方法を選択するための方法は、二つ以上の測定値補正方法を記憶するステップであって、この二つ以上の測定値補正方法はセンサアセンブリ内の混相流体の混相の効果を補償するものであるステップと、一つ又は複数のプロセスパラメータ値を決定するステップと、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するステップと、を含む。

【 0 0 1 7 】

好ましくは、本方法は、センサ信号に基づいて流体特性値を決定するステップと、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを使用して前記流体特性値を補正するステップとをさらに含む。

20

【 0 0 1 8 】

好ましくは、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するステップは、一つ又は複数のプロセスパラメータ値と対応する基準値との比較に基づいて、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することを含む。

【 0 0 1 9 】

好ましくは、一つ又は複数のプロセスパラメータ値と対応する基準値との比較に基づいて二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することは、前記比較のうち少なくとも二つの組み合わせに基づいて、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することを含む。

30

【 0 0 2 0 】

好ましくは、本方法は、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて単相流体流を検出及び識別するステップと、単相流体流の識別に基づいて単相流体流のホールド値タイプを決定するステップとをさらに含む。

【 0 0 2 1 】

好ましくは、流体特性に基づいて二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択するステップは、ホールド値エイジを流体特性のホールド値時間と比較することと、この比較に基づいて二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することとを含む。

【 0 0 2 2 】

40

好ましくは、本方法は、二つ以上の測定値補正方法のうち少なくとも二つを同時に実行するステップをさらに含む。

【 0 0 2 3 】

好ましくは、一つ又は複数のプロセスパラメータ値は、駆動ゲイン値、密度値、ホールド値タイプ、ホールド値エイジ、及び脈動存在値のうち少なくとも一つである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

すべての図面において、同じ参照番号は同じ要素を表す。図面は必ずしも縮尺通りではないことを理解されたい。

【 図 1 】 図 1 は、測定値補正方法を選択するための振動計 5 を示す。

50

【図 2】図 2 は、メータ電子機器 2 0 のブロック図を含む、振動計 5 のブロック図を示す。

【図 3】図 3 は、測定値補正方法の選択を示すグラフ 3 0 0 を示す。

【図 4】図 4 は、測定値補正方法の選択を示すグラフ 4 0 0 を示す。

【図 5】図 5 は、測定値補正方法を選択するためのメータ電子機器 2 0 を示す。

【図 6】図 6 は、測定値補正方法を選択するための方法 6 0 0 を示す。

【発明を実施するための形態】

【0025】

図 1 - 6 および以下の説明は、測定値補正方法を選択する実施形態の最良の形態を作成及び使用する方法を当業者に教示するための、具体的な例を示す。本発明の原理を教示する目的において、いくつかの従来からの態様は、単純化され、又は省略されている。当業者であれば、本出願の範囲内に含まれるこれらの例からの変形を理解できるであろう。当業者であれば、以下に記載される特徴を様々な方法で組み合わせて、測定値補正方法の選択の、複数のバリエーションが形成できることを理解できるであろう。結果として、以下に説明する実施形態は、以下で記載される具体的な例に限定されるものではなく、特許請求の範囲及びそれらの均等物によってのみ限定される。

【0026】

図 1 は、測定値補正方法を選択するための振動計 5 を示す。図 1 に示すように、振動計 5 は、センサアセンブリ 1 0 及びメータ電子機器 2 0 を備える。センサアセンブリ 1 0 は、プロセス材料の質量流量及び密度に応答する。メータ電子機器 2 0 は、リード線 1 0 0 を介してセンサアセンブリ 1 0 に接続され、ポート 2 6 を介して密度、質量流量及び温度情報、並びに他の情報を提供する。

【0027】

センサアセンブリ 1 0 は、一对のマニホール 1 5 0 及び 1 5 0'、フランジネック 1 1 0 及び 1 1 0' を有するフランジ 1 0 3 及び 1 0 3'、一对の平行導管 1 3 0 及び 1 3 0'、ドライバ 1 8 0、抵抗温度検出器 (RTD) 1 9 0、並びに一对のピックアップセンサ 1 7 0 1 及び 1 7 0 r を含む。導管 1 3 0 及び 1 3 0' は、二つの本質的に真っ直ぐな入口レグ 1 3 1、1 3 1' 及び出口レグ 1 3 4、1 3 4' を有し、これらは、導管取り付けブロック 1 2 0 及び 1 2 0' で互いに収束する。導管 1 3 0、1 3 0' は、それらの長さに沿って二つの対称な位置で曲がり、それらの長さ全体にわたって本質的に平行である。ブレースバー 1 4 0 及び 1 4 0' は、各導管 1 3 0、1 3 0' がその周りで振動する軸 W 及び W' を規定するように働く。導管 1 3 0、1 3 0' のレグ 1 3 1、1 3 1' 及び 1 3 4、1 3 4' は、導管取り付けブロック 1 2 0 及び 1 2 0' に固定して取り付けられ、これらのブロックは、同様に、マニホール 1 5 0 及び 1 5 0' に固定して取り付けられる。これは、センサアセンブリ 1 0 を通る連続的な閉じた材料経路を提供する。

【0028】

孔 1 0 2 及び 1 0 2' を有するフランジ 1 0 3 及び 1 0 3' が、入口端 1 0 4 及び出口端 1 0 4' を介して、測定されるプロセス材料を運ぶプロセスライン (図示せず) に接続されると、材料は、フランジ 1 0 3 の開口 1 0 1 を通ってメータの入口端 1 0 4 に入り、マニホール 1 5 0 を通って、表面 1 2 1 を有する導管取り付けブロック 1 2 0 に導かれる。マニホール 1 5 0 内で材料は分割され、導管 1 3 0、1 3 0' を通して送られる。導管 1 3 0、1 3 0' を出ると、プロセス材料は、表面 1 2 1' 及びマニホール 1 5 0' を有するブロック 1 2 0' 内で単一の流れで再結合され、その後、孔 1 0 2' を有するフランジ 1 0 3' によって、プロセスライン (図示せず) に接続された出口端 1 0 4' に送られる。

【0029】

導管 1 3 0、1 3 0' は、それぞれ曲げ軸 W--W 及び W'--W' の周りで実質的に同じ質量分布、慣性モーメント及びヤング率を有するように選択され、導管取り付けブロック 1 2 0、1 2 0' に適切に取り付けられる。これらの曲げ軸は、ブレースバー 1 4 0、1 4 0' を通る。導管のヤング率は温度によって変化し、この変化は流量及び密度の計算に影響を与えるため、RTD 1 9 0 を導管 1 3 0' に取り付け、導管 1 3 0' の温度を連続的に測定する。導管 1 3 0' の温度、したがってそこを通過する電流に対して RTD 1 9 0 の両端に

10

20

30

40

50

現れる電圧は、導管 130' を通過する材料の温度によって決まる。RTD 190 の両端に現れる温度依存性の電圧は、導管温度の変化に起因する導管 130、130' の弾性係数の変化を補償するために、メータ電子機器 20 によって周知の方法で使用される。RTD 190 は、リード線 195 によってメータ電子機器 20 に接続される。

【0030】

導管 130、130' の両方は、ドライバ 180 によって、それぞれの曲げ軸 W 及び W' を中心として、流量計の第 1 位相外れ曲げモードと呼ばれるもので、反対方向に駆動される。このドライバ 180 は、両方の導管 130、130' を振動させるために、導管 130' に装着された磁石及び導管 130 に装着され交流が通される対向コイルのような、多くの周知の構成のうちの任意の一つを含みうる。適切な駆動信号 185 が、メータ電子機器 20 によって、リード線を介してドライバ 180 に印加される。

10

【0031】

メータ電子機器 20 は、リード線 195 からの RTD 温度信号、及び左右のセンサ信号 165l、165r のそれぞれが送られるリード線 100 からのセンサ信号 165 を受信する。メータ電子機器 20 は、ドライバ 180 へのリード線に載せる駆動信号 185 を生成し、導管 130、130' を振動させる。メータ電子機器 20 は、左右のセンサ信号 165l、165r 及び RTD 信号 195 を処理して、センサアセンブリ 10 を通過する材料の質量流量及び密度を計算する。この情報は他の情報と共に、信号としてメータ電子機器 20 によって経路 26 を介して提供される。メータ電子機器 20 のより詳細な議論は、以下でなされる。

20

【0032】

図 2 は、メータ電子機器 20 のブロック図を含む、振動計 5 のブロック図を示す。図 2 に示されるように、メータ電子機器 20 は、センサアセンブリ 10 に通信可能に結合されている。図 1 を参照して前に述べたように、センサアセンブリ 10 は、左右のピックアップセンサ 170l、170r、ドライバ 180、及び温度センサ 190 を含み、これらは通信チャンネル 112 を通るリード線のセット 100 を介して、メータ電子機器 20 に通信可能に結合される。

【0033】

メータ電子機器 20 は、リード線 100 を介して駆動信号 185 を供給する。より具体的には、メータ電子機器 20 は、センサアセンブリ 10 内のドライバ 180 に、駆動信号 185 を供給する。さらに、左センサ信号 165l 及び右センサ信号 165r を含むセンサ信号 165 が、センサアセンブリ 10 によって供給される。より具体的には、図示された実施形態では、センサ信号 165 は、センサアセンブリ 10 内の左右のピックアップセンサ 170l、170r によって提供される。理解されるように、センサ信号 165 は、それぞれ通信チャンネル 112 を通してメータ電子機器 20 に供給される。

30

【0034】

メータ電子機器 20 は、一つ又は複数の信号プロセッサ 220 及び一つ又は複数のメモリ 230 に通信可能に結合された、プロセッサ 210 を含む。プロセッサ 210 はまた、ユーザインターフェース 30 に通信可能に結合されている。プロセッサ 210 は、ポート 26 上の通信ポートを介してホストと通信可能に結合され、電力ポート 250 を介して電力を受け取る。プロセッサ 210 はマイクロプロセッサであってもよいが、任意の適切なプロセッサが使用されてもよい。例えば、プロセッサ 210 は、マルチコアプロセッサ、シリアル通信ポート、周辺インターフェース（例えば、シリアル周辺インターフェース）、オンチップメモリ、I/O ポートなどの、サブプロセッサで構成されてもよい。これら及び他の実施形態では、プロセッサ 210 は、デジタル化された信号など、受信され処理された信号に対して、処理を実行するように構成される。

40

【0035】

プロセッサ 210 は、一つ又は複数の信号プロセッサ 220 から、デジタル化されたセンサ信号を受信しうる。プロセッサ 210 はまた、位相差、センサアセンブリ 10 内の流体の特性などの情報を提供するように構成される。プロセッサ 210 は、通信ポートを介

50

して、ホストに情報を提供することができる。プロセッサ 210 はまた、一つ又は複数のメモリ 230 と通信して、一つ又は複数のメモリ 230 との間で、情報の受信及び／又は格納を行うように構成されうる。例えば、プロセッサ 210 は、一つ又は複数のメモリ 230 から、較正係数及び／又はセンサアセンブリゼロ（例えば、流れがゼロの場合の位相差）を受信しうる。較正係数及び／又はセンサアセンブリゼロのそれぞれは、振動計 5 及び／又はセンサアセンブリ 10 にそれぞれ関連付けられうる。プロセッサ 210 は、較正係数を使用して、一つ又は複数の信号プロセッサ 220 から受信したデジタル化されたセンサ信号を処理しうる。

【0036】

一つ又は複数の信号プロセッサ 220 は、エンコーダ／デコーダ（CODEC）222 及びアナログ／デジタル変換器（ADC）226 から構成されているとして、示されている。一つ又は複数の信号プロセッサ 220 は、アナログ信号を調整し、調整されたアナログ信号をデジタル化し、及び／又はデジタル化された信号を提供し得る。CODEC 222 は、左右のピックアップセンサ 170L、170R からセンサ信号 165 を受信するように構成される。CODEC 222 はまた、駆動信号 185 をドライバ 180 に提供するように構成される。代替となる実施形態では、より多くの又はより少ない信号プロセッサが、使用されてもよい。

【0037】

図に示されるように、センサ信号 165 は、信号調整器 240 を介して CODEC 222 に供給される。駆動信号 185 は、信号調整器 240 を介してドライバ 180 に供給される。信号調整器 240 は単一のブロックとして示されているが、信号調整器 240 は、二つ以上のオペアンプなどの信号調整用素子、ローパスフィルタなどのフィルタ、電圧 - 電流増幅器などから構成されていてもよい。例えば、センサ信号 165 は、第 1 増幅器によって増幅されてもよく、駆動信号 185 は、電圧 - 電流増幅器によって増幅されてもよい。増幅は、センサ信号 165 の大きさが、CODEC 222 のフルスケール範囲に近い値となることを、保証可能とする。

【0038】

図示された実施形態では、一つ又は複数のメモリ 230 は、読み出し専用メモリ（ROM）232、ランダムアクセスメモリ（RAM）234、及び強誘電体ランダムアクセスメモリ（FRAM（登録商標））236 から構成される。しかしながら、代替となる実施形態では、一つ又は複数のメモリ 230 は、より多い又はより少ないメモリから構成されてもよい。加えて又は代替として、一つ又は複数のメモリ 230 は、異なるタイプのメモリ（例えば、揮発性、不揮発性など）から構成されてもよい。例えば、消去可能プログラマブル読み出し専用メモリ（EEPROM）などの異なるタイプの不揮発性メモリを、FRAM（登録商標）236 の代わりに採用することができる。一つ又は複数のメモリ 230 は、駆動信号又はセンサ信号、質量流量又は密度測定値などのプロセスデータを記憶するように構成された記憶装置となりうる。

【0039】

質量流量計測値

【数 1】

$$\dot{m}$$

は、次式に従って生成することができる。

【数 2】

$$\dot{m} = FCF[\Delta t - \Delta t_0] \quad [1]$$

Δt 項は、時間遅延が振動計 5 を通る質量流量に関係するコリオリ効果による場合等、ピッ

10

20

30

40

50

クオフセンサ信号間に存在する時間遅延を含む、動作から導出された（すなわち、測定された）時間遅延値を含む。測定された Δt 項は、最終的に、流動材料が振動計 5 を通過する際の質量流量を決定する。 Δt_0 項は、ゼロ流量校正定数における時間遅延 / 位相差で構成される。 Δt_0 項は、典型的には、工場で決定され、振動計 5 にプログラムされる。流れの状態が変化しても、ゼロ流量時の時間遅延 / 位相差 Δt_0 項は変化しない。流量計を通して流れる流動材料の質量流量は、測定された時間遅延（又は位相差 / 周波数）に、流量校正係数 FCF を掛けることによって決定される。流量校正係数 FCF は、流量計の物理的剛性に比例する。

【 0 0 4 0 】

密度に関して、各導管 130、130' が振動する共振周波数は、材料を内部に含む導管 130、130' の総質量で割った導管 130、130' のバネ定数の、平方根の関数となりうる。材料を含む導管 130、130' の総質量は、導管 130、130' の質量に導管 130、130' 内の材料の質量を加えたものとすることができる。導管 130、130' 内の材料の質量は、材料の密度に正比例する。したがって、この材料の密度は、材料を含む導管 130、130' が振動する周期の二乗に、導管 130、130' のばね定数を乗じたものに比例しうる。したがって、導管 130、130' が振動する期間を決定し、その結果を適切にスケールリングすることによって、導管 130、130' 内に収容されている材料の密度の正確な測定値を得ることができる。メータ電子機器 20 は、センサ信号 165 及び / 又は駆動信号 185 を使用して、周期又は共振周波数を決定することができる。

【 0 0 4 1 】

前述したように、混相流体流の密度値、質量流量値等の流体特性値は、混相流の流体特性の正確な測定ではない場合がある。例えば、混相流体流の液相の密度値は、混相流体流の液相及び気相の両方を測定した測定値に基づくので、液相の密度の正確な測定値ではない場合がある。したがって、混相流体流の流体流動特性値は、測定値補正方法によって補正されうる。

【 0 0 4 2 】

しかしながら、測定値補正方法は、混相流体流に適していることが必要とされうる。それぞれが特定のタイプの混相流体流に適した、二つ以上の測定値補正方法が利用可能である。例えば、混相流体流は、気液混相流が間に入り込んだ単相の液体流体流から構成されうる。したがって、単相液体流を正確に測定し、次いで気液混相流の流体特性値を補正する測定値補正方法が、適切でありうる。その結果、気液混相流体流の流体特性値は、望ましい程度の正確さ（例えば、指定された許容範囲内）を有することができる。いくつかの例示的な測定値補正方法が論じられた後で以下でより詳細に説明されるように、測定値補正方法は、二つ以上の測定値補正方法から選択され得る。

【 0 0 4 3 】

[例示的な測定値補正方法]

以下では、様々な例示的な測定値補正方法について説明するが、任意の適切な測定値補正方法を使用することができる。測定値補正方法は、センサアセンブリ内の材料の混相の効果を補償し得る。測定値補正方法は、気液混相流体流などの混相流体流の流体特性値を補正するために使用できるが、測定値補正方法は、異なる密度を有する異なる液体から構成される多成分液体流体流などの他の混相流体流に適したものでありうる。

【 0 0 4 4 】

一つの測定値補正方法は、単相液体流の間欠期間を含む混相流に適した、液相測定法でありうる。単相液体流の間欠期間には、液体及び気体の混合流が間に入っている。間欠期間が存在する単相液体流であることから、ピーク又は最大の密度値は、正確な液体の密度測定値であると仮定される。より具体的には、密度測定の期間中において、ピーク又は最大の密度値は、液体の密度値であると仮定される。液体の密度値は、例えば、質量流量値、液相体積値などを補正するために使用されうる。液体密度値はまた、混相流の気相体積分率（GVF）を推定するために使用されうる。

【 0 0 4 5 】

別の測定値補正方法は、単相気体流の間欠期間を含む混相流に適した、気相測定法でありうる。間欠的な単相気体流には、気液混相流体流が間に入っている。間欠的な期間が存在する単相気体流であることから、気体の質量流量が決定されうる。より具体的には、単相流及び混相流の両方を含む質量流量測定の間中、最小又は最小の最大密度値は、気体の密度値であると仮定される。気体の密度値は、同時に得られた質量流量値が気体の質量流量値であることを決定するために、使用されうる。この気体の質量流量値は、例えば、気体質量流量値を補正する、総質量流量から総気体質量流量を差し引いて総液体質量流量を推定する、等を使用されうる。液体質量流量は、総液体質量流量を総測定時間で割ることによって、推定することができる。

【 0 0 4 6 】

10

上記の液相及び気相の測定方法は、単相流の間欠期間に依存する場合がある。例えば、上述のように、液相測定法は、間欠的に存在する単相液体流に依存して、正確な液体密度値を決定する。しかし、このような単相流は、液体密度値が正確であることを保証するのに十分な頻度及び/又は安定状態を伴っては存在しない場合がある。より具体的には、液相の測定方法は、一定期間後に液体密度値が正確でなくなる可能性があるため、一定期間この液体密度値を保持することがある。他の方法、例えば、以下に記載される方法が、より適切である場合がある。

【 0 0 4 7 】

一つの例示的な方法は、プロセスパラメータ相関法である。プロセスパラメータ相関法では、プロセスパラメータは、流体流特性と相関されうる。プロセスパラメータは、密度、駆動ゲイン、温度、圧力、ピックアップ振幅、管剛性及び減衰などの、任意の適切なプロセスパラメータでありうる。同様に、流体流特性は、流体流の密度、質量流量などの任意の適切な流体流特性でありうる。相関は、一つ又は複数のプロセスパラメータ及び流体流特性を関連付けるテーブルでありうる。例えば、密度値は、相分率（位相フラクション）値と相関させることができる。これらの相分率値は、液体質量流量値、密度質量流量値などの他の流体特性を決定するために、流体流の質量流量値とともに使用されうる。同様に、駆動ゲイン値は、相分率値と相関させることができる。

20

【 0 0 4 8 】

別の例示的な方法は、高周波スラッグ解析法である。単相気体流体流が単相液体流間に入り込むと、スラッグ流が発生する。これらの単相流は、スラッグと呼ぶことができる。高周波スラッグ解析方法では、センサ信号は、センサ信号及び/又は測定値の特性を定量化することができる比較的高いサンプリングレートで、サンプリングされうる。高いサンプリングレートでは、センサ信号及び/又は測定値は、スラッグの特性と相関する特性を有し得る。例えば、スラッグは、センサアセンブリを通して移動するときに、センサアセンブリの入口から出口への液体の不均一な分布を引き起こす可能性がある。この流体の不均一な分布は、スラッグが入口から出口に移動するときの特性の要因となりうる。

30

【 0 0 4 9 】

スラッグの大きさ、長さ、持続時間、及び頻度は、センサ信号及び/又は測定値の特性から決定できる可能性がある。大きさとは、導管がどれだけ充填されているかである（例えば、導管の内面まで完全に延びているか）。長さとは、導管の長さのうちのスラッグが占める長さである。持続時間とは、スラッグが導管内に存続する時間である。頻度とは、パターンがどの程度の頻度で繰り返されるかである。スラッグのこれらの態様の組み合わせは、センサ信号及び/又は測定値（例えば、質量流量、密度、駆動ゲインなど）の特性から、決定することができる。スラッグの態様の組み合わせは気体速度と液体速度に関係し、これによりスリップを解析することができる。スリップとは、気体が液体よりも速く流れる部分である。スリップを定量化し、スラッグの態様を知ることによって、流体の質量流量、密度などの流体特性を決定することができる。

40

【 0 0 5 0 】

理解されるように、上記の例示的な測定値補正方法は、包括的ではない可能性がある。すなわち、上記の方法に加えて、又は上記の方法の代わりに、他の測定値補正方法が使用

50

されうる。したがって、以下の説明が示すように、前述の及び／又は他の測定値補正方法のうちの一つを選択することができる。

【 0 0 5 1 】

[例示的な選択]

二つ以上の測定値補正方法から測定値補正方法を選択することは、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づきうる。例えば、混相流体流が主に液体であるか、又は主に気体であるかを決定するために、密度を使用することができる。その結果、選択された測定値補正方法は、混相流体流の支配的な相に適したものになりうる。

【 0 0 5 2 】

従って、単相流を検出することは、測定値補正方法を選択するための先行条件となりうる。例えば、単相流が未だ発生していない場合、気相及び液相の測定方法は適切でない可能性がある。単相流が検出された場合に、気相及び液相の測定方法が適切となりうる。適切な測定値補正方法は、流体流の流体特性の正確な測定値を提供できる測定値補正方法となりうる。

10

【 0 0 5 3 】

単相流の直近の検出からの経過時間（「非単相流経過時間」又は「ホールド値エイジ」と称される）もまた、測定値補正方法の選択の先行条件となりうる。例えば、単相流が発生し、ホールド値エイジが流体特性値のホールド時間未満である場合、気相又は液相の測定方法が適切であり得る。あるいは、ホールド値エイジが流体特性のホールド時間よりも大きい場合、気相又は液相の測定方法は適切でない可能性がある。

20

【 0 0 5 4 】

単相流は、単相駆動ゲイン閾値未満の駆動ゲイン値によって検出されうる。従って、単相流の直近の検出からの経過時間は、駆動ゲイン値が単相駆動ゲイン閾値を超え、実質的に単相駆動ゲイン閾値よりも大きい状態を維持してからの経過時間と定義することができる。すなわち、非単相経過時間は、駆動ゲインが単相駆動ゲイン閾値よりも大きい時間となりうる。しかしながら、混相流体流の測定期間は、気液混相流体流で始まることがある

【 0 0 5 5 】

したがって、測定値補正方法の選択の先行条件は、単相流の非検出であってもよい。例えば、先行条件は、単相流体流が検出されず、単相流体流が検出されるまで、上述の気相又は液相の測定方法などの単相に依存する方法が選択されないこととできる。代わりに、単相流が検出されるまで、正確な液体密度値又は気体の質量流量値に依存しない別の方法が選択されうる。正確な単相流体特性値に依存しない補正方法は、単相非依存補正方法と呼ばれることがある。

30

【 0 0 5 6 】

上述のように、流体特性値は、ホールド値時間の間、気相又は液相の測定方法によってホールド値として使用されうる。ホールド値時間は、プロセス条件などに基づいて、予め決定されていてもよい。ホールド値時間は、ホールド値が正確である推定の時間を反映する。従って、ホールド値時間後に行われる任意の測定値補正に対して、単相非依存補正方法が採用されうる。例えば、上述のプロセスパラメータ相関法は、非単相経過時間がホールド値時間よりも大きい場合に採用されうる。

40

【 0 0 5 7 】

ホールド値タイプを決定することもまた、先行条件になりうる。ホールド値タイプは、単相流体流の識別子でありうる。例えば、ホールド値タイプは、「気体」又は「液体」でありうるが、任意の適切なラベルが使用できる。ホールド値タイプは、単相流体流が、気体又は液体として識別されたことを示すことができる。この値は、測定値補正方法として、気相測定法又は液相測定法が用いられるか否かを判定するために、使用することができる。例えば、単相流体流が液相流体流として識別されたため、主に気相流体流は液相流体流を有する可能性が低いことから、流体流は主に液相流体流であると仮定することができる。

【 0 0 5 8 】

50

一つ又は複数のプロセスパラメータ値を使用して、単相流体流を検出し、かつ／又は単相流体流を気体又は液体の流体流として識別することができる。例えば、駆動ゲインを使用して、単相流体流を検出することができる。より詳細には、混相流であれば流体流の密度が変化することによって駆動ゲインが変動しうることから、駆動ゲイン値が検出期間の間単相駆動ゲイン閾値よりも小さい場合、流体流は単相流体流である可能性がある。加えて、又は代替的に、密度値を用いて、単相流体流を液体又は気体の流体流として検出及び／又は識別することができる。一例を挙げれば、駆動ゲイン値が単相駆動ゲイン閾値よりも小さく、密度値が気体密度値閾値よりも小さい場合に、気体流体流であると識別することができる。

【 0 0 5 9 】

10

単相流体流が検出及び／又は識別されるか否かにかかわらず、上記の方法又は他の方法が、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて選択されうる。例えば、駆動ゲイン値が選択閾値よりも大きく、非単相流経過時間が流体特性値ホールド時間よりも大きい場合、単相非依存方法が採用されうる。別の例では、駆動ゲイン値が選択閾値よりも大きく、非単相流経過時間が流体特性値ホールド時間よりも小さく、ホールド値タイプが「気体」である場合、気相測定法が採用されうる。

【 0 0 6 0 】

[例示的なアルゴリズム]

上記で説明したように、単相流体流は、測定値補正方法を選択する先行条件として、検出及び／又は識別がされうる。駆動ゲイン値は、単相流体流を検出するために、単相駆動ゲイン閾値と比較されうる。単相流体流は、検出された単相流体流の密度値を、液相駆動ゲイン閾値及び／又は気相駆動ゲイン閾値とさらに比較することにより、識別することができる。理解されるように、例えば、駆動ゲインが、単相駆動ゲイン閾値未満であることにより単相流体流が検出された状態のままである限り、流体特性値を補正する必要がない可能性がある。アルゴリズムは、混相流体流が発生するまで、単相流体流を繰り返し検出することができる。

20

【 0 0 6 1 】

単相流体流が検出される間、アルゴリズムはまた、ホールド値として流体特性値を記憶することができる。例えば、液相流体流として識別された単相流体流の、密度値を記憶することができる。アルゴリズムはまた、識別された流体流をホールド値タイプとして記憶することができる。例えば、液相流体流として識別された単相流体流の場合、ホールド値タイプは、「液体」であってもよく、又は単相流体流が液相流体流であることを示す何かであってもよい。また、アルゴリズムは、ホールド値が流体特性の正確な測定値である可能性がある時間を示す、ホールド値時間を記憶することができる。

30

【 0 0 6 2 】

混相流体流が発生した場合、駆動ゲイン値は、単相駆動ゲイン閾値を下回らない可能性がある。従って、アルゴリズムは、駆動ゲイン値が単相駆動ゲイン閾値より大きい場合に、混合相流体流を検出することができる。駆動ゲイン値が単相駆動ゲイン閾値より大きい場合、アルゴリズムは、測定値補正方法を選択し、混合相流体流の検出と同時に決定された流体特性値を補正することができる。例えば、アルゴリズムは、センサ信号に基づいて流体特性値を決定し、二つ以上の測定方法のうちの選択された一つを使用して、流体特性値を補正しうる。

40

【 0 0 6 3 】

使用される測定値補正方法は、一つ又は複数のプロセスパラメータ値と対応する基準値との比較に基づいて選択され得る。一つ又は複数のプロセスパラメータ値は、例えば、駆動ゲイン値、ホールドタイプ、信号及び測定値の特性、及び／又は非単相流体流経過時間を含みうる、任意の適切なプロセスパラメータ値が使用されてもよい。比較は、数値関係（例えば、より大きい、より小さい、又は等しい）、選択比較（例えば、ホールドタイプ「液体」又は「気体」である）、ブール比較（例えば、脈動が検出されたか否か）等でありうる。上記の比較の様々な組み合わせが、アルゴリズムにおいて使用されうる。例示的

50

なアルゴリズムを以下に示す。

【 0 0 6 4 】

```
If (駆動ゲイン    単相駆動ゲイン閾値)
  If (密度値    液体密度閾値)
    {ホールド値タイプを「液体」にセット}
    {密度値を液体密度値として保存}
  Else (密度値    気体密度閾値)
    {ホールド値タイプを「気体」にセット}
    {質量流量値を気体質量流量値として保存}
Else (駆動ゲイン    非単相駆動ゲイン閾値)
  AND (ホールド値タイプ = 気体)
  AND (ホールド値エイジ    ホールド値エイジリミット)
  AND (脈動 = false)
  {気相測定法を使用}
Else (駆動ゲイン    非単相駆動ゲイン閾値)
  AND (ホールド値タイプ = 液体)
  AND (ホールド値エイジ    ホールド値エイジリミット)
  AND (脈動 = false)
  {液相測定法を使用}
Else (駆動ゲイン    非単相駆動ゲイン閾値)
  AND (ホールド値エイジ    ホールド値エイジリミット)
  AND (脈動 = false)
  {駆動ゲイン及び密度相関法を使用}
Else (駆動ゲイン    単相駆動ゲイン閾値)
  AND (ホールド値エイジ    ホールド値エイジリミット)
  AND (脈動 = true)
  {高周波スラッシング解析法を使用}
```

10

20

【 0 0 6 5 】

上の記載から分かるように、例示的なアルゴリズムは、駆動ゲインを単相駆動ゲイン閾値と比較することによって、流体流が単相流体流であるか否かを検出し、密度値と液体密度閾値及び気体密度閾値との比較に基づいて、検出された単相流体流を気体又は液体の流体流として識別する。単相流体流が検出され識別された後、アルゴリズムは、ホールド値として流体特性値を記憶し、ホールド値タイプとして識別された流体流を記憶する。アルゴリズムは、駆動ゲイン値が単相駆動ゲイン閾値よりも大きくなるまで、これらのステップを繰り返し実行することができる。

30

【 0 0 6 6 】

駆動ゲイン値が単相駆動ゲイン閾値よりも大きい場合、さらなるプロセスパラメータ値が基準値と比較される。例えば、ホールド値タイプが「気体」である場合で、ホールド値エイジがホールド値エイジリミット未満であり、脈動が「false」である場合、気相測定法が選択されうる。別の例では、ホールド値エイジがホールド値エイジリミットよりも大きく、脈動が「true」である場合、高周波スラッシング分析が選択されうる。

40

【 0 0 6 7 】

[測定値補正方法の選択を示すグラフ]

図 3 及び図 4 は、測定値補正方法が採用されている間での、プロセスパラメータ値を示すグラフ 3 0 0、4 0 0 を示す。図 3 に示されるように、グラフ 3 0 0 は、日にち軸 3 1 0 と、密度軸 3 2 0 と、駆動ゲイン軸 3 3 0 とを含む。日にち軸 3 1 0 は、日の単位で表され、各週は、「1」で始まる数字が後に続く「W」によって示されている。各目盛りは日を示す。密度軸 3 2 0 はグラム毎立方センチメートル (g/cc) の単位であり、駆動ゲイン軸 3 3 0 では単位はない。グラフ 3 0 0 はまた、密度プロット 3 4 0 及び駆動ゲインプロット 3 5 0 を含む。図 4 に示されるように、グラフ 4 0 0 は、日にち軸 4 1 0 と、質

50

量流量軸 4 2 0 と、未補正質量流量軸 4 3 0 とを含む。日にち軸 4 1 0 は、日の単位で表され、各週は、「1」で始まる数字が後に続く「W」によって示されている。各目盛りは日を示す。質量流量軸 4 2 0 及び未補正質量流量軸 4 3 0 は、キログラム毎秒 (kg / 秒) の単位である。グラフ 4 0 0 は、質量流量プロット 4 4 0 及び未補正質量流量プロット 4 5 0 も含む。質量流量プロット 4 4 0 は補正された質量流量を表し、未補正質量流量プロット 4 5 0 は未補正の質量流量を表す。

【 0 0 6 8 】

図 3 を参照すると、駆動ゲインプロット 3 5 0 は、通常、W 1 から W 8 の数日後まで典型的にはほぼ 1 0 0 % である。駆動ゲインプロット 3 5 0 は、W 1 から W 8 の直後まで、流体流が主に混相流体流であることを示しうる。すなわち、流体流は、気体と液体との混合物である。また、図から理解できるように、W 1 より前では、駆動ゲインプロット 3 5 0 は、1 0 % 以上であった。その結果、上記のアルゴリズムによれば、ホールド値タイプは記憶されない。従って、駆動ゲイン及び密度相関法、又は高周波スラッグ解析のいずれかが採用されうる。密度値もまた、ホールド値として記憶されない。

【 0 0 6 9 】

密度プロット 3 4 0 は、W 8 から W 9 に至るまでは、正及び負の方向の断続的なスパイクを有するものの、日にちの全範囲にわたってほぼ 0 . 1 5 g / cc である。例えば、W 2 の直後に、密度プロット 3 4 0 は、約 0 . 2 5 g / cc に増加するスパイクを有する。このスパイクは、駆動ゲインプロット 3 5 0 における負方向のスパイクに対応する。より具体的には、駆動ゲインプロット 3 5 0 は、約 1 0 0 % から約 8 % に減少する。この値は、例えば約 1 0 % である単相駆動ゲイン閾値未満でありうる。したがって、密度プロット 3 4 0 におけるスパイクの密度値は、単相流体流、より具体的には単相液体流体流を表しうる。

【 0 0 7 0 】

W 8 の約 2 . 5 日目に、駆動ゲインプロット 3 5 0 は、約 1 0 0 % から 1 0 % 未満に減少する。続いて、1 0 0 % までの正の上昇スパイクが存在するものの、駆動ゲインプロット 3 5 0 は、典型的には 1 0 % 未満である。さらに、密度プロット 3 4 0 は約 0 . 3 g / cc に減少する。また、約 0 . 3 g / cc である密度プロット 3 4 0 は、0 . 5 g / cc などの気体密度閾値未満でありうる。したがって、流体流は、主に、密度プロット 3 4 0 の正方向スパイクと同時に起こる断続的な混相流体流を伴う、単相気体流でありうる。その結果、上述のアルゴリズムによれば、質量流量プロット 4 4 0 の質量流量値はホールド値として記憶され、「気体」の値はホールド値タイプとして記憶され、ホールド値エイジは、W 8 の約 2 . 5 日目からとなりうる。上記のアルゴリズムは、測定値補正方法として気相測定法を選択することもできる。

【 0 0 7 1 】

図 4 では、質量流量プロット 4 4 0 を決定するために、気体測定値補正方法が使用される。W 1 と W 8 との間では、流体流は、主に湿った気体流体流であり、W 3、W 5 及び W 6 において、いくつかの期間、単相液体の流体流を伴っている。単相液体の流体流である間、質量流量プロット 4 4 0 は、未補正の質量流量プロット 4 5 0 よりも大きい。これは、補正されていない質量流量プロット 4 5 0 が、不正確なボイド率で補正されたことに起因している可能性がある。プロセスパラメータ相関法を採用すれば、補正質量流量値がより正確になるであろう。

【 0 0 7 2 】

[測定値補正方法を選択するためのメータ電子機器]

図 5 は、測定値補正方法を選択するためのメータ電子機器 2 0 を示す。図 5 に示されるように、メータ電子機器 2 0 は、インターフェース 5 0 1 及び処理システム 5 0 2 を含む。メータ電子機器 2 0 は、例えばセンサアセンブリ 1 0 等から振動応答を受け取る。メータ電子機器 2 0 は、センサアセンブリ 1 0 を流れる流量材料の流量特性を得るために、振動応答を処理する。

【 0 0 7 3 】

インターフェース 5 0 1 は、図 1 及び図 2 に示すピックアップセンサ 1 7 0 1、1 7 0 r

10

20

30

40

50

のうちの一つから、センサ信号 165 を受信する。インターフェース 501 は、フォーマッティング、増幅、バッファリング等の任意の手段など、任意の必要な又は所望の信号調整を実行することができる。代わりに、信号調整の一部又は全部を処理システム 502 で実行してもよい。加えて、インターフェース 501 は、メータ電子機器 20 と外部デバイスとの間の通信を可能にしうる。インターフェース 501 は、電子通信、光学通信、又は無線通信の任意の方式が可能となってもよい。インターフェース 501 は、振動応答に基づいて、情報を提供することができる。インターフェース 501 は、図 2 に示す CODEC 222 のようなデジタイザと結合することができ、ここで、センサ信号はアナログセンサ信号を含む。デジタイザは、アナログセンサ信号をサンプリング及びデジタイズし、デジタル化されたセンサ信号を生成する。

10

【0074】

処理システム 502 は、メータ電子機器 20 の操作を行い、センサアセンブリ 10 からの流量測定値を処理する。処理システム 502 は、一つ又は複数の処理ルーチンを実行し、それによって流量測定値を処理して、一つ又は複数の流量特性を生成する。処理システム 502 は、インターフェース 501 に通信可能に結合され、インターフェース 501 から情報を受信するように構成される。

【0075】

処理システム 502 は、汎用コンピュータ、マイクロプロセッシングシステム、論理回路、又は他の何らかの汎用又はカスタマイズされた処理デバイスを備えうる。加えて、又は代替として、処理システム 502 は、複数の処理デバイス間で分散されていてもよい。処理システム 502 はまた、記憶システム 504 などの、任意の方式の一体化された又は独立した電子記憶媒体を含んでいてもよい。

20

【0076】

記憶システム 504 は、流量計パラメータ及びデータ、ソフトウェアルーチン、定数値及び変数値を記憶することができる。一実施形態では、記憶システム 504 は、振動計 5 の操作ルーチン 510 及び補償ルーチン 520 など、処理システム 502 によって実行されるルーチンを含む。記憶システムはまた、標準偏差、信頼区間などの統計値を記憶することができる。

【0077】

操作ルーチン 510 は、インターフェース 501 によって受信されたセンサ信号に基づいて、一つ又は複数のプロセスパラメータ 512 値及び流体特性 514 値を決定することができる。プロセスパラメータ 512 は、流体の流れを伴うプロセスを特徴付ける、任意の値から構成されうる。例えば、プロセスパラメータ 512 は、駆動ゲイン、共振周波数、振動振幅、密度、質量流量、較正等の値を含みうる。流体特性 514 は、流体流の特性の測定値から構成されうる。例えば、流体特性 514 は、密度、質量流量、体積流量などの値から構成されうる。

30

【0078】

プロセスパラメータ 512 は、どの測定値補正方法を選択すべきかを決定するとともに、単相流体流の種類を検出し決定するために、基準値 516 と比較されうる。例えば、基準値 516 は単相駆動ゲイン閾値から構成されてもよく、これは、駆動ゲイン値がこの単相駆動ゲイン閾値よりも小さい場合に、単相流体流を検出するために使用できる。基準値 516 はまた、「気体」又は「液体」などの値タイプの基準を含みうる。基準値 516 は、ホールド値エイジリミットを含んでいてもよい。

40

【0079】

基準値 516 は、ブール値、数値、リストなどの任意の適切な値のタイプをとりうる。そのため、補償ルーチン 520 は、一つ又は複数のプロセスパラメータ値が対応する基準値よりも小さいか、大きいか、又は等しいか否かを判定することができる。上述のように、測定値補正方法は、比較のうちの少なくとも二つの組み合わせに基づいて選択されることができる。例えば、上記のアルゴリズムによれば、気体測定法は、非単相流駆動ゲイン閾値よりも大きい駆動ゲイン、「気体」のホールド値タイプ、ホールド値エイジリミット

50

未満であるホールド値エイジ、及び脈動がfalse、との組み合わせに基づいて、選択される。

【 0 0 8 0 】

補償ルーチン 5 2 0 は、質量流量値又は密度値などの流体特性値を補正することができる。例えば、以下でより詳細に説明されるように、補償ルーチン 5 2 0 は、二つ以上の測定値補正方法を記憶し、プロセスパラメータ 5 1 2 のうちの一つ又は複数に基づいて、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することができる。したがって、処理システム 5 0 2 は、二つ以上の測定値補正方法を記憶するように構成されうる。

【 0 0 8 1 】

図 5 に示すように、処理システム 5 0 2 は、液体測定法 5 2 2、気体測定法 5 2 4、相関法 5 2 6、及びスラグ分析法 5 2 8 を記憶する。液体測定法 5 2 2 及び気体測定法 5 2 4 は、それぞれ上述した液体測定法及び気体測定法と同一又は類似するものであってもよい。相関法 5 2 6 及びスラグ分析法 5 2 8 は、それぞれ上述したプロセスパラメータ相関法及び高周波スラグ分析法と同一又は類似するものであってもよい。

10

【 0 0 8 2 】

補償ルーチン 5 2 0 は、種々の方法で、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択しうる。例えば、補償ルーチン 5 2 0 は、一つ又は複数のプロセスパラメータ値と、上述の基準値 5 1 6 等の対応する基準値との比較に基づいて、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することができる。補償ルーチン 5 2 0 はまた、測定値補正方法の選択に先行する、任意の条件を決定する。

20

【 0 0 8 3 】

例えば、補償ルーチン 5 2 0 は、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて、単相流体流を検出及び識別し、単相流体流の流体特性を決定し、流体特性に基づいて、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することができる。したがって、補償ルーチン 5 2 0 は、識別された単相流体流を、ホールド値タイプとして記憶することができる。例えば、補償ルーチン 5 2 0 が単相液体流体流を検出及び識別した場合、補償ルーチン 5 2 0 は、ホールド値タイプとして「液体」を記憶することができる。また、補償ルーチン 5 2 0 は、密度値を液体密度値として記憶することができる。すなわち、密度値は、液体流体流の正確な測定値であると仮定できる。

【 0 0 8 4 】

30

また、補償ルーチン 5 2 0 は、未補正測定値 5 4 2 などの流体特性値を、補正測定値 5 4 4 に補正することができる。未補正測定値 5 4 2 及び補正測定値 5 4 4 は、振動計 5 によって測定された材料のパラメータの値であってもよい。パラメータは、密度、質量流量等の任意の適切なパラメータ、又は%でのボイド率、混合物又は混合物成分密度等の任意の導出値でありうる。未補正測定値 5 4 2 は、例えば、上述の未補正質量流量プロット 4 5 0 と同様の質量流量値であってもよい。補正測定値は、例えば、質量流量プロット 4 4 0 と同様の質量流量値であってもよい。

【 0 0 8 5 】

補償ルーチン 5 2 0 はまた、二つ以上の補正方法を同時に実行し、測定値補正方法のうちの一つによって出力される値を選択することができる。例えば、補償ルーチン 5 2 0 は、液体測定法 5 2 2、気体測定法 5 2 4、相関法 5 2 6、及び/又はスラグ分析法 5 2 8 を同時に実行し、選択された方法によって提供される値を出力することができる。例えば、上述の図 4 を参照すると、気体測定法 5 2 4 は相関法 5 2 6 と同時に実行されるが、相関法 5 2 6 で決定された値は W 8 の 2 . 5 日より前に提供され、気体測定法 5 2 4 で決定された値は W 8 の 2 . 5 日以降に提供されうる。提供されるとは、インターフェース 5 0 1 又はポート 2 6 を介して流体特性値を提供することを意味するが、任意の適切な手段が作用されてもよい。

40

【 0 0 8 6 】

また、図 5 には、ホールド値データ 5 3 0 が示されており、これは、ホールド値時間 5 3 2 及びホールド値タイプ 5 3 4 を含みうる。上述したように、ホールド値時間 5 3 2 は

50

、気相又は液相の測定法によって、流体特性値をホールド値として使用可能な期間を設定したものである。ホールド値時間 5 3 2 は、ホールド値が正確である推定時間を反映したものとなりうる。ホールド値タイプ 5 3 4 は、単相流体流の識別子でありうる。例えば、ホールド値タイプ 5 3 4 は、「気体」又は「液体」とすることができるが、任意の適切なラベルが使用されてもよい。ホールド値タイプ 5 3 4 は、単相流体流が気体又は液体として識別されたことを示すことができる。

【 0 0 8 7 】

したがって、処理システム 5 0 2 は、補正された測定値を提供することができる。図 5 に示すように、処理システム 5 0 2 は、未補正測定値 5 4 2 及び補正測定値 5 4 4 を含む測定値 5 4 0 を有する。測定値 5 4 0 は、流体特性値から構成されうる。処理システム 5 0 2 は、未補正測定値 5 4 2 が決定されると、未補正測定値 5 4 2 値を決定して記憶することができる。適切な測定値補正方法が、補正測定値 5 4 4 を決定するために、処理システム 5 0 2 によって選択されうる。したがって、処理システム 5 0 2 は、以下で説明する例示的な方法などの、測定値補正方法を選択するための方法を実行することができる。

【 0 0 8 8 】

[測定値補正方法の選択方法]

図 6 は、測定値補正方法を選択するための方法 6 0 0 を示す。図 6 に示されるように、方法 6 0 0 は、ステップ 6 1 0 において、二つ以上の測定値補正方法を記憶することによって開始する。方法 6 0 0 は、上述の振動計 5 及びメータ電子機器 2 0 によって実行されうるが、任意の適切な振動計及び / 又はメータ電子機器が使用されてもよい。ステップ 6 2 0 において、方法 6 0 0 は、一つ又は複数のプロセスパラメータ値を決定する。方法 6 0 0 は、ステップ 6 3 0 において、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択する。

【 0 0 8 9 】

方法 6 0 0 は、一つ又は複数の測定値補正方法を、例えば、上述の処理システム 5 0 2 に記憶することができるが、任意の適切な記憶装置が採用されてもよい。プロセスパラメータ値は、駆動ゲイン、密度値、脈動存在値などを含みうるが、任意の適切な値が使用されてもよい。

【 0 0 9 0 】

ステップ 6 3 0 において、方法 6 0 0 は、一つ又は複数のプロセスパラメータ値と対応する基準値との比較に基づいて、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することができる。例えば、方法 6 0 0 は、一つ又は複数のプロセスパラメータ値が、対応する基準値よりも小さいか、大きいのか、又は等しいかどうかを決定しうる。方法 6 0 0 は、比較のうちの一つの少なくとも二つの組み合わせに基づいて、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することもできる。

【 0 0 9 1 】

二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択する前に、方法 6 0 0 は、先行するいくつかの条件を実行することができる。例えば、方法 6 0 0 は、一つ又は複数のプロセスパラメータ値に基づいて、単相流体流を検出及び識別し、単相流体流の識別に基づいて、単相流体流のホールド値タイプを決定することができる。そのため、方法 6 0 0 は、流体特性のホールド値エイジとホールド値時間とを比較し、その比較に基づいて、二つ以上の測定値補正方法のうちの一つを選択することもできる。

【 0 0 9 2 】

上述の振動計 5、メータ電子機器 2 0、及び方法 6 0 0 は、一つ以上のプロセスパラメータに基づいて、測定値補正方法を選択することができる。その結果、選択された測定値補正方法は、流体流により適したものとなる。すなわち、振動計 5、メータ電子機器 2 0、及び方法 6 0 0 によって提供される流体特性値は、より正確でありうる。例えば、気体測定法ではなく液体測定法が選択されたために、混相流体流が単相液体流の期間で始まったとしても、メータ電子機器 2 0 によって提供される質量流量値は、混相流体流の正確な質量流量測定であり得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 3 】

上記の実施形態の詳細な説明は、本説明の範囲内にあると本発明者らによって企図されるすべての実施形態の網羅的な説明ではない。実際、当業者は、上記の実施形態の特定の要素が、さらなる実施形態を作り出すために様々に組み合わせられるか又は排除されてもよく、そのようなさらなる実施形態は、本説明の範囲及び教示の範囲内に入ることを認識するであろう。また、上記の実施形態は、本説明の範囲及び教示内の追加の実施形態を作成するために、全体的又は部分的に組み合わせられ得ることが、当業者には明らかであろう。

【 0 0 9 4 】

このように、特定の実施形態は、例示の目的のために本明細書に記載されているが、当業者であれば認識できるように、本記載の範囲内で様々な同等の修正が可能である。本明細書で提供される教示は、上記で説明され、添付の図面に示される実施形態だけでなく、他のメータ電子機器、振動メータ、及び測定値補正方法を選択するための方法に適用することができる。したがって、上述の実施形態の範囲は、以下の特許請求の範囲から決定されるべきである。

10

20

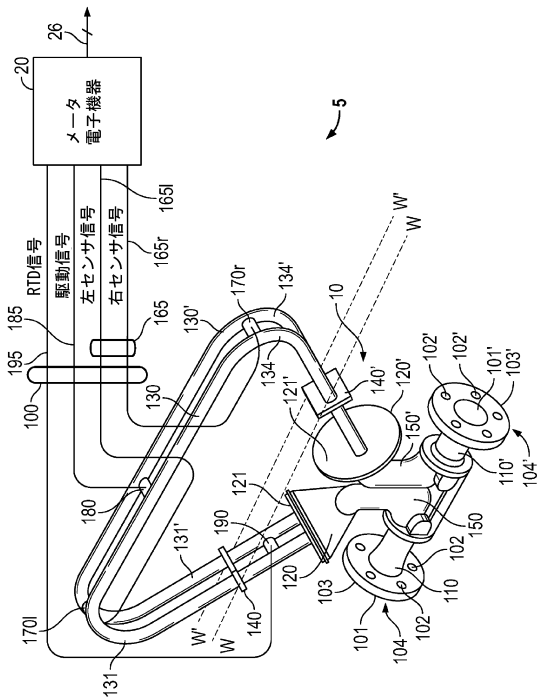
30

40

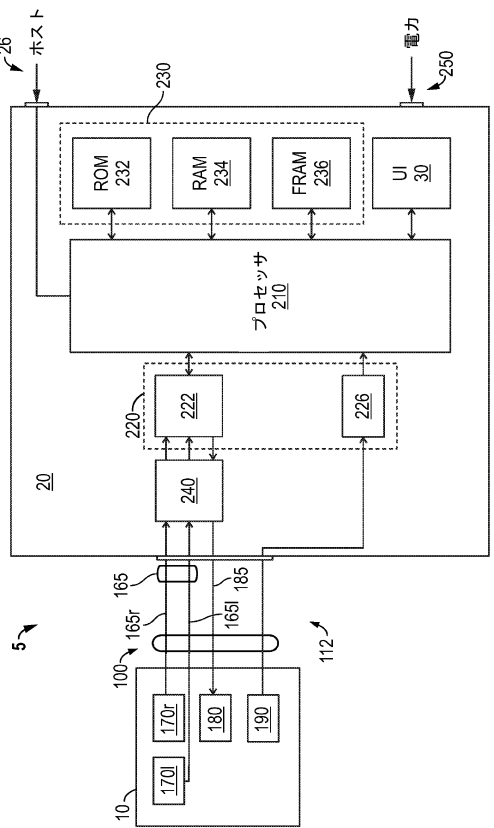
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

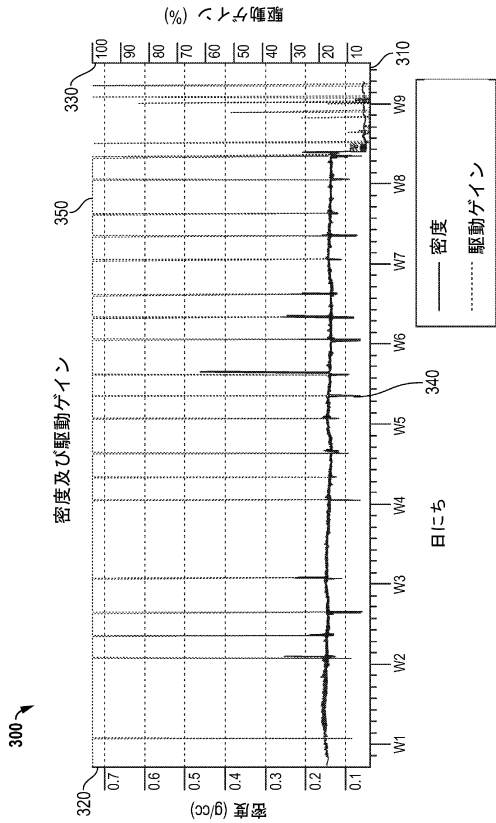
20

30

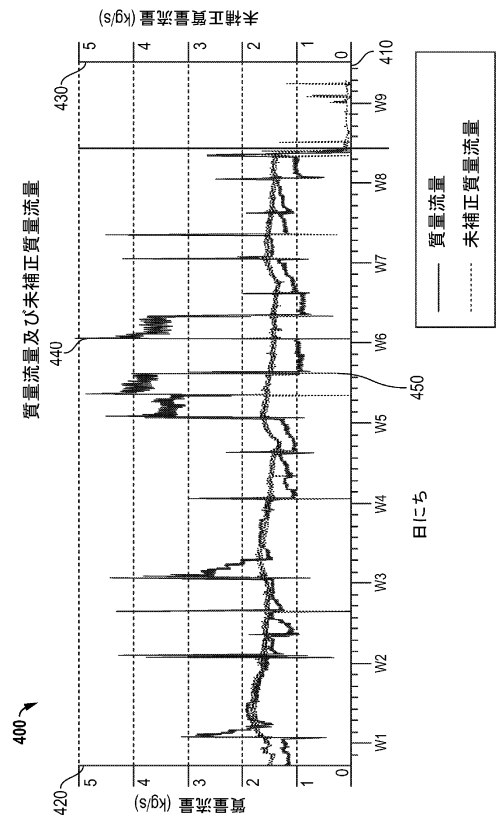
40

50

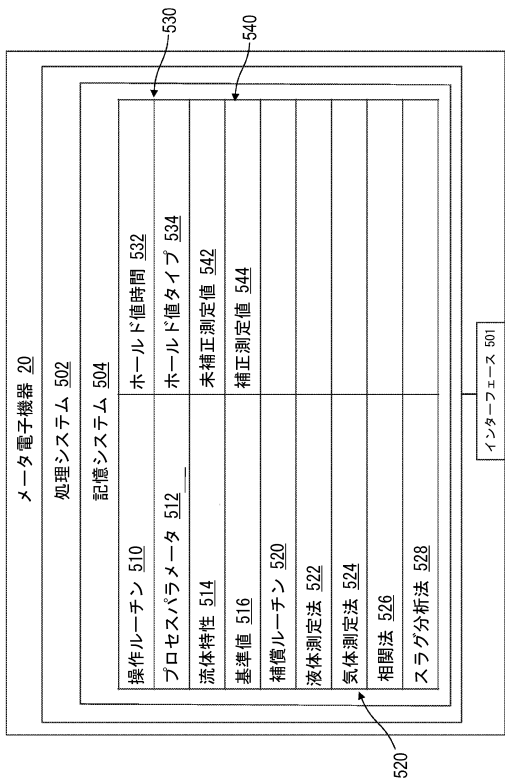
【図 3】



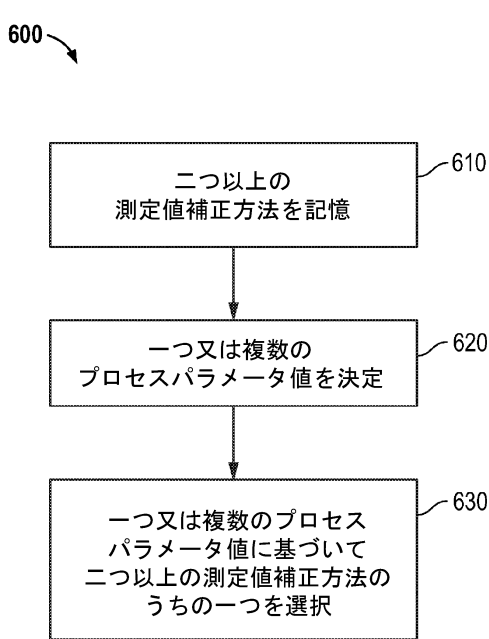
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 9 / 1 9 9 2 6 8 (W O , A 1)
 特表 2 0 2 1 - 5 1 9 9 3 1 (J P , A)
 特表 2 0 1 8 - 5 0 7 4 1 4 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 2 2 6 1 1 (U S , A 1)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
 G 0 1 F 1 / 8 4
 G 0 1 F 1 / 0 0