

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4866423号
(P4866423)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int.Cl.

GO1F 1/84 (2006.01)

F I

GO1F 1/84

請求項の数 14 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-534511 (P2008-534511)	(73) 特許権者	592225504
(86) (22) 出願日	平成17年10月3日 (2005.10.3)		マイクロ・モーション・インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2009-510469 (P2009-510469A)		Micro Motion Incorporated
(43) 公表日	平成21年3月12日 (2009.3.12)		アメリカ合衆国コロラド州80301, ボールダー, ウィンチェスター・サークル7070
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/036201	(74) 代理人	100140109
(87) 国際公開番号	W02007/040542		弁理士 小野 新次郎
(87) 国際公開日	平成19年4月12日 (2007.4.12)	(74) 代理人	100075270
審査請求日	平成20年6月2日 (2008.6.2)		弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 剛性係数又は質量係数のうちの1つ以上を決定するための流量計電子装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流量計（5）のための流量計電子装置（20）であって、
振動応答を受信するインタフェース（201）と、
前記インタフェース（201）と通信する処理システム（203）と
を備え、
前記処理システム（203）が、
前記インタフェース（201）から前記振動応答を受信し、
前記流量計（5）の少なくとも1つの流管（130）を振動させて第1の流れ材料m1
に対する第1管周期 τ_{m1} を生成し、
前記流量計（5）の少なくとも1つの流管（130）を振動させて第2の流れ材料m2
に対する第2管周期 τ_{m2} を生成し、
前記第1管周期 τ_{m1} 、第1密度 ρ_{m1} 、前記第2管周期 τ_{m2} 及び第2密度 ρ_{m2} から
第1剛性係数 C_1 と第1質量係数 C_2 とのうちの1つ以上を決定し、
前記少なくとも1つの流管を第2の時点t2において振動させて第3の流れ材料m3に
対する第3管周期 $\tau_{m3,t2}$ を生成し、
前記少なくとも1つの流管を実質的に第2の時点t2において振動させて第4の流れ材
料m4に対する第4管周期 $\tau_{m4,t2}$ を生成し、
前記第3管周期 $\tau_{m3,t2}$ 、第3密度 $\rho_{m3,t2}$ 、前記第4管周期 $\tau_{m4,t2}$ 及び
第4密度 $\rho_{m4,t2}$ から前記第2の時点t2における第2剛性係数 $C_{1,t2}$ と第2

10

20

質量係数 C_{2, t_2} とのうちの 1 つ以上を生成し、

前記第 1 剛性係数 C_{1, t_1} と前記第 2 剛性係数 C_{1, t_2} との比較、又は、前記第 1 質量係数 C_{2, t_1} と前記第 2 質量係数 C_{2, t_2} との比較を行い、

前記第 2 剛性係数 C_{1, t_2} が所定の剛性許容値よりも大きい値だけ前記第 1 剛性係数 C_{1, t_1} と相違している場合、又は、前記第 2 質量係数 C_{2, t_2} が所定の質量許容値よりも大きい値だけ前記第 1 質量係数 C_{2, t_1} と相違している場合、エラー状態を生成するよう構成されることを特徴とする流量計電子装置（20）。

【請求項 2】

前記第 1 の流れ材料 m_1 が気体を含み、前記第 2 の流れ材料 m_2 が流体を含む、請求項 1 に記載の流量計電子装置（20）。

10

【請求項 3】

前記第 1 の流れ材料 m_1 が空気を含み、前記第 2 の流れ材料 m_2 が水を含む、請求項 1 に記載の流量計電子装置（20）。

【請求項 4】

第 1 の時点 t_1 における前記第 1 剛性係数 C_{1, t_1} が $C_{1, t_1} = (\rho_{m_1, t_1} - \rho_{m_2, t_1}) / ((\tau_{m_1, t_1})^2 - (\tau_{m_2, t_1})^2)$ からなり、第 2 の時点 t_2 における前記第 2 剛性係数 C_{1, t_2} が $C_{1, t_2} = (\rho_{m_3, t_2} - \rho_{m_4, t_2}) / ((\tau_{m_3, t_2})^2 - (\tau_{m_4, t_2})^2)$ からなる、請求項 1 に記載の流量計電子装置（20）。

【請求項 5】

20

第 1 の時点 t_1 における前記第 1 質量係数 C_{2, t_1} が $C_{2, t_1} = C_{1, t_1} (\tau_{m_2, t_1})^2 - \rho_{m_2, t_1}$ からなり、第 2 の時点 t_2 における前記第 2 質量係数 C_{2, t_2} が $C_{2, t_2} = C_{1, t_2} (\tau_{m_4, t_2})^2 - \rho_{m_4, t_2}$ からなる、請求項 1 に記載の流量計電子装置（20）。

【請求項 6】

第 1 の時点 t_1 における前記第 1 質量係数 C_{2, t_1} が $C_{2, t_1} = [(\rho_{m_1, t_1} - \rho_{m_2, t_1}) / ((\tau_{m_1, t_1})^2 - (\tau_{m_2, t_1})^2)] (\tau_{m_2, t_1})^2 - \rho_{m_2, t_1}$ からなり、第 2 の時点 t_2 における前記第 2 質量係数 C_{2, t_2} が $C_{2, t_2} = [(\rho_{m_3, t_2} - \rho_{m_4, t_2}) / ((\tau_{m_3, t_2})^2 - (\tau_{m_4, t_2})^2)] (\tau_{m_4, t_2})^2 - \rho_{m_4, t_2}$ からなる、請求項 1 に記載の流量計電子装置（20）。

30

【請求項 7】

振動型流量計の剛性係数の変化を決定するための方法であって、

第 1 の時点 t_1 に前記振動型流量計の少なくとも 1 つの流管を振動させて第 1 の流れ材料 m_1 に対する第 1 管周期 τ_{m_1, t_1} を生成するステップと、

実質的に前記第 1 の時点 t_1 に前記少なくとも 1 つの流管を振動させて第 2 の流れ材料 m_2 に対する第 2 管周期 τ_{m_2, t_1} を生成するステップと、

前記第 1 管周期 τ_{m_1, t_1} 、第 1 密度 ρ_{m_1, t_1} 、前記第 2 管周期 τ_{m_2, t_1} 及び第 2 密度 ρ_{m_2, t_1} から、第 1 の時点 t_1 における第 1 剛性係数 C_{1, t_1} を決定するステップと、

40

第 2 の時点 t_2 に前記少なくとも 1 つの流管を振動させて第 3 の流れ材料 m_3 に対する第 3 管周期 τ_{m_3, t_2} を生成するステップと、

実質的に前記第 2 の時点 t_2 に前記少なくとも 1 つの流管を振動させて第 4 の流れ材料 m_4 に対する第 4 管周期 τ_{m_4, t_2} を生成するステップと、

前記第 3 管周期 τ_{m_3, t_2} 、第 3 密度 ρ_{m_3, t_2} 、前記第 4 管周期 τ_{m_4, t_2} 及び第 4 密度 ρ_{m_4, t_2} から、第 2 の時点 t_2 における第 2 剛性係数 C_{1, t_2} を決定するステップと、

前記第 1 剛性係数 C_{1, t_1} と前記第 2 剛性係数 C_{1, t_2} とを比較して、前記振動型流量計の剛性が前記第 1 の時点 t_1 と前記第 2 の時点 t_2 との間に变化したかどうかを決定するステップと、

50

を備える方法。

【請求項 8】

第 1 の時点 t_1 における前記第 1 剛性係数 C_{1, t_1} が $C_{1, t_1} = (\rho_{m1, t_1} - \rho_{m2, t_1}) / ((\tau_{m1, t_1})^2 - (\tau_{m2, t_1})^2)$ からなり、第 2 の時点 t_2 における前記第 2 剛性係数 C_{1, t_2} が $C_{1, t_2} = (\rho_{m3, t_2} - \rho_{m4, t_2}) / ((\tau_{m3, t_2})^2 - (\tau_{m4, t_2})^2)$ からなる、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

第 1 の時点 t_1 における第 1 質量係数 $C_{2, t_1} = C_{1, t_1} (\tau_{m2, t_1})^2 - \rho_{m2, t_1}$ と、第 2 の時点 t_2 における第 2 質量係数 $C_{2, t_2} = C_{1, t_2} (\tau_{m4, t_2})^2 - \rho_{m4, t_2}$ とを決定するステップと、

前記第 1 質量係数 C_{2, t_1} と前記第 2 質量係数 C_{2, t_2} とを比較して、前記振動型流量計の質量が前記第 1 の時点 t_1 と前記第 2 の時点 t_2 との間に変化したかどうかを決定するステップと、

を更に備える、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 10】

第 1 の時点 t_1 における第 1 質量係数 $C_{2, t_1} = [(\rho_{m1, t_1} - \rho_{m2, t_1}) / ((\tau_{m1, t_1})^2 - (\tau_{m2, t_1})^2)] (\tau_{m2, t_1})^2 - \rho_{m2, t_1}$ と、第 2 の時点 t_2 における第 2 質量係数 $C_{2, t_2} = [(\rho_{m3, t_2} - \rho_{m4, t_2}) / ((\tau_{m3, t_2})^2 - (\tau_{m4, t_2})^2)] (\tau_{m4, t_2})^2 - \rho_{m4, t_2}$ とを決定するステップと、

前記第 1 質量係数 C_{2, t_1} と前記第 2 質量係数 C_{2, t_2} とを比較して、前記振動型流量計の質量が前記第 1 の時点 t_1 と前記第 2 の時点 t_2 との間に変化したかどうかを決定するステップと、

を更に備える、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 11】

振動型流量計の質量係数の変化を決定するための方法であって、

第 1 の時点 t_1 に前記振動型流量計の少なくとも 1 つの流管を振動させて第 1 の流れ材料 m_1 に対する第 1 管周期 τ_{m1, t_1} を生成するステップと、

実質的に前記第 1 の時点 t_1 に前記少なくとも 1 つの流管を振動させて第 2 の流れ材料 m_2 に対する第 2 管周期 τ_{m2, t_1} を生成するステップと、

前記第 1 管周期 τ_{m1, t_1} 、第 1 密度 ρ_{m1, t_1} 、前記第 2 管周期 τ_{m2, t_1} 及び第 2 密度 ρ_{m2, t_1} から、第 1 の時点 t_1 における第 1 質量係数 C_{2, t_1} を決定するステップと、

第 2 の時点 t_2 に前記少なくとも 1 つの流管を振動させて第 3 の流れ材料 m_3 に対する第 3 管周期 τ_{m3, t_2} を生成するステップと、

実質的に前記第 2 の時点 t_2 に前記少なくとも 1 つの流管を振動させて第 4 の流れ材料 m_4 に対する第 4 管周期 τ_{m4, t_2} を生成するステップと、

前記第 3 管周期 τ_{m3, t_2} 、第 3 密度 ρ_{m3, t_2} 、前記第 4 管周期 τ_{m4, t_2} 及び第 4 密度 ρ_{m4, t_2} から、第 2 の時点 t_2 における第 2 質量係数 C_{2, t_2} を決定するステップと、

前記第 1 質量係数 C_{2, t_1} と前記第 2 質量係数 C_{2, t_2} とを比較して、前記振動型流量計の質量が前記第 1 の時点 t_1 と前記第 2 の時点 t_2 との間に変化したかどうかを決定するステップと、

を備える方法。

【請求項 12】

第 1 の時点 t_1 における前記第 1 質量係数 C_{2, t_1} が $C_{2, t_1} = C_{1, t_1} (\tau_{m2, t_1})^2 - \rho_{m2, t_1}$ からなり、第 2 の時点 t_2 における前記第 2 質量係数 C_{2, t_2} が $C_{2, t_2} = C_{1, t_2} (\tau_{m4, t_2})^2 - \rho_{m4, t_2}$ からなる、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

第1の時点 t_1 における前記第1質量係数 C_{2,t_1} が $C_{2,t_1} = [(\rho_{m1,t_1} - \rho_{m2,t_1}) / ((\tau_{m1,t_1})^2 - (\tau_{m2,t_1})^2)] (\tau_{m2,t_1})^2 - \rho_{m2,t_1}$ からなり、第2の時点 t_2 における前記第2質量係数 C_{2,t_2} が $C_{2,t_2} = [(\rho_{m3,t_2} - \rho_{m4,t_2}) / ((\tau_{m3,t_2})^2 - (\tau_{m4,t_2})^2)] (\tau_{m4,t_2})^2 - \rho_{m4,t_2}$ からなる、請求項11に記載の方法。

【請求項14】

第1の時点 t_1 における第1剛性係数 $C_{1,t_1} = (\rho_{m1,t_1} - \rho_{m2,t_1}) / ((\tau_{m1,t_1})^2 - (\tau_{m2,t_1})^2)$ と、第2の時点 t_2 における第2剛性係数 $C_{1,t_2} = (\rho_{m3,t_2} - \rho_{m4,t_2}) / ((\tau_{m3,t_2})^2 - (\tau_{m4,t_2})^2)$ とを決定するステップと、

前記第1剛性係数 C_{1,t_1} と前記第2剛性係数 C_{1,t_2} とを比較して、前記振動型流量計の剛性が前記第1の時点 t_1 と前記第2の時点 t_2 との間に变化したかどうかを決定するステップと、

を更に備える、請求項11に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流量計のための流量計電子装置及び方法に関し、特に、流量計のための剛性係数又は質量係数のうちの1つ以上を決定するための流量計電子装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

典型的には、コリオリ質量流量計のような振動管センサは、流れる材料を収容した振動管の運動を検出することによって動作する。管路における材料に関連する特性、例えば流量、密度等は、管路に関連する運動トランスデューサから受信される測定信号を処理することによって決定されることができる。一般に、材料で満たされた振動システムの振動モードは、総質量、剛性、及び材料を収容した管路とそこの収容された材料の減衰特性によって影響される。

【0003】

典型的なコリオリ質量流量計は、パイプライン又は他の輸送系にインライン接続され、流体、スラリー等の材料を運ぶ1つ以上の管路を備えている。それぞれの管路は、例えば単純な曲げモード、捻れモード、放射モード、結合モードを含む1組の固有振動モードを有するものとみなされる。典型的なコリオリ質量流量計の測定用途においては、管路を材料が流れるときに1つ以上の振動モードで管路が励振され、管路に沿って離れた点で管路の運動が測定される。典型的には、励振は、管路を周期的に動かすボイスコイル型駆動装置のような電気機械的装置であるアクチュエータによって提供される。質量流量はトランスデューサ位置間の時間遅延又は位相差を測定することによって決定される。典型的には、流れ管路の振動応答を測定するために、2つのこうしたトランスデューサ（又はピックアップ・センサ）が採用され、典型的にはアクチュエータの上流側及び下流側に配置される。2つのピックアップ・センサは配線によって電子的測定器と接続される。電子的測定器はピックアップ・センサから信号を受け取り、この信号を処理して質量流量測定値を導出する。

【0004】

2つのセンサ信号間の位相差は、流管を流れる材料の質量流量に比例する。材料の質量流量は2つのセンサ信号間の時間遅延に比例し、したがって、時間遅延に流れ校正係数（FCF）を乗じることによって決定される。なお、時間遅延は位相差を周波数で割った値を含む。FCFは材料の特性と流管の断面特性とを反映する。従来は、FCFは、流量計をパイプライン又は他の管路に設置する前に校正プロセスによって決定される。校正プロセスにおいて、流体が所与の流量で流管を通過させられ、位相差と流量との間の比率が計算される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0005】

コリオリ質量流量計の利点の1つは、測定された質量流量の精度が流量計の運動コンポーネントの摩擦によって影響されないことである。流量は、流管の2点間の位相差に流れ校正係数を乗じることによって決定される。唯一の入力は、流管上の2つの点の振動を示す、センサからの正弦波信号である。位相差はこうした正弦波信号から計算される。振動する流管に動くコンポーネントは存在しない。したがって、位相差の測定及び流れ校正係数は流量計の動くコンポーネントの摩擦によって影響されない。

【0006】

F C Fは流量計組立体の剛性特性に関係する。流量計組立体の剛性特性が変化すると、F C Fも変化する。したがって、変化は流量計によって生成される流れ測定値の精度に影響する。流量計の材料及び断面の特性の変化は例えば腐食又は浸食によって生じ得る。したがって、流量計の精度を高レベルに維持するよう、流量計組立体の剛性の変化を検出し及び／又は定量化することができることが極めて望ましい。

10

【0007】

流量計の精度低下の他の原因は、流量計の流管内の流れ材料の積層又は塗膜である。積層は流量計組立体の質量を変化させるので、質量流量計測定値に影響し、また、他の流れ特性の測定値に影響する。流量計の精度を高レベルに維持するよう、流管の内部に固着している流れ材料を検出し及び／又は定量化することができることが極めて望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0008】

20

本発明の実施の形態に係る、流量計のための流量計電子装置が提供される。流量計電子装置は、振動応答を受信するインタフェースと、該インタフェースと通信する処理システムとを備える。処理システムは、インタフェースから振動応答を受信し、流量計の少なくとも1つの流管を振動させて第1の流れ材料 m_1 に対する第1管周期 τ_{m_1} を生成し、前記流量計の少なくとも1つの流管を振動させて第2の流れ材料 m_2 に対する第2管周期 τ_{m_2} を生成し、第1管周期 τ_{m_1} 、第1密度 ρ_{m_1} 、第2管周期 τ_{m_2} 及び第2密度 ρ_{m_2} から剛性係数 C_1 又は質量係数 C_2 を決定するよう構成される。

【0009】

本発明の実施の形態に係る、振動型流量計の剛性係数 C_1 を決定するための方法が提供される。この方法は、振動型流量計の少なくとも1つの流管を振動させて第1の流れ材料 m_1 に対する第1管周期 τ_{m_1} を生成し、振動型流量計の少なくとも1つの流管を振動させて第2の流れ材料 m_2 に対する第2管周期 τ_{m_2} を生成し、第1管周期 τ_{m_1} 、第1密度 ρ_{m_1} 、第2管周期 τ_{m_2} 及び第2密度 ρ_{m_2} から剛性係数 C_1 を決定する。

30

【0010】

本発明の実施の形態に係る、振動型流量計の質量係数 C_2 を決定するための方法が提供される。この方法は、振動型流量計の少なくとも1つの流管を振動させて第1の流れ材料 m_1 に対する第1管周期 τ_{m_1} を生成するステップと、振動型流量計の少なくとも1つの流管を振動させて第2の流れ材料 m_2 に対する第2管周期 τ_{m_2} を生成するステップと、少なくとも第2管周期 τ_{m_2} 及び第2密度 ρ_{m_2} から質量係数 C_2 を決定するステップとを備える。

40

【0011】

本発明の実施の形態に係る、振動型流量計の剛性係数の変化を決定するための方法が提供される。この方法は、第1の時点 t_1 に前記振動型流量計の少なくとも1つの流管を振動させて第1の流れ材料 m_1 に対する第1管周期 τ_{m_1} 、 t_1 を生成するステップと、実質的に前記第1の時点 t_1 に少なくとも1つの流管を振動させて第2の流れ材料 m_2 に対する第2管周期 τ_{m_2} 、 t_1 を生成するステップと、第1管周期 τ_{m_1} 、 t_1 、第1密度 ρ_{m_1} 、 t_1 、第2管周期 τ_{m_2} 、 t_1 及び第2密度 ρ_{m_2} 、 t_1 から、第1の時点 t_1 における第1剛性係数 C_1 、 t_1 を決定するステップとを備える。更に、方法は、第2の時点 t_2 に少なくとも1つの流管を振動させて第3の流れ材料 m_3 に対する第3管周期 τ_{m_3} 、 t_2 を生成するステップと、実質的に第2の時点 t_2 に少なくとも1つの流管を振

50

動させて第4の流れ材料 m_4 に対する第4管周期 τ_{m_4} 、 t_2 を生成するステップと、第3管周期 τ_{m_3} 、 t_2 、第3密度 ρ_{m_3} 、 t_2 、第4管周期 τ_{m_4} 、 t_2 及び第4密度 ρ_{m_4} 、 t_2 から、第2の時点 t_2 における第2剛性係数 C_{1,t_2} を決定するステップとを備える。更に、方法は、第1剛性係数 C_{1,t_1} と第2剛性係数 C_{1,t_2} とを比較して、振動型流量計の剛性が第1の時点 t_1 と第2の時点 t_2 との間に変化したかどうかを決定するステップを備える。

【0012】

本発明の実施の形態に係る、振動型流量計の質量係数の変化を決定するための方法が提供される。この方法は、第1の時点 t_1 に振動型流量計の少なくとも1つの流管を振動させて第1の流れ材料 m_1 に対する第1管周期 τ_{m_1} 、 t_1 を生成するステップと、実質的に第1の時点 t_1 に少なくとも1つの流管を振動させて第2の流れ材料 m_2 に対する第2管周期 τ_{m_2} 、 t_1 を生成するステップと、第1管周期 τ_{m_1} 、 t_1 、第1密度 ρ_{m_1} 、 t_1 、第2管周期 τ_{m_2} 、 t_1 及び第2密度 ρ_{m_2} 、 t_1 から、第1の時点 t_1 における第1質量係数 C_{2,t_1} を決定するステップとを備える。更に、方法は、第2の時点 t_2 に少なくとも1つの流管を振動させて第3の流れ材料 m_3 に対する第3管周期 τ_{m_3} 、 t_2 を生成するステップと、実質的に第2の時点 t_2 に少なくとも1つの流管を振動させて第4の流れ材料 m_4 に対する第4管周期 τ_{m_4} 、 t_2 を生成するステップと、第3管周期 τ_{m_3} 、 t_2 、第3密度 ρ_{m_3} 、 t_2 、第4管周期 τ_{m_4} 、 t_2 及び第4密度 ρ_{m_4} 、 t_2 から、第2の時点 t_2 における第2質量係数 C_{2,t_2} を決定するステップとを備える。更に、方法は、第1質量係数 C_{2,t_1} と第2質量係数 C_{2,t_2} とを比較して、振動型流量計の質量が第1の時点 t_1 と第2の時点 t_2 との間に変化したかどうかを決定するステップを備える。

【0013】

発明の態様

流量計電子装置の1つの態様においては、第1の流れ材料 m_1 は気体を含み、第2の流れ材料 m_2 は流体を含む。

【0014】

流量計電子装置の他の態様においては、第1の流れ材料 m_1 は空気を含み、第2の流れ材料 m_2 は水を含む。

【0015】

流量計電子装置の更に他の態様においては、剛性係数 C_1 は $C_1 = (\rho_{m_1} - \rho_{m_2}) / ((\tau_{m_1})^2 - (\tau_{m_2})^2)$ からなる。

【0016】

流量計電子装置の更に他の態様においては、質量係数 C_2 は $C_2 = C_1 (\tau_{m_2})^2 - \rho_{m_2}$ からなる。

【0017】

流量計電子装置の更に他の態様においては、質量係数 C_2 は $C_2 = [(\rho_{m_1} - \rho_{m_2}) / ((\tau_{m_1})^2 - (\tau_{m_2})^2)] (\tau_{m_2})^2 - \rho_{m_2}$ からなる。

【0018】

流量計電子装置の更に他の態様においては、第2の時点に第2剛性係数 C_{1,t_2} を生成し、第2剛性係数 C_{1,t_2} を剛性係数 C_{1,t_1} と比較し、第2剛性係数 C_{1,t_2} の方が所定の剛性許容値よりも大きい値だけ剛性係数 C_{1,t_1} と相違するならばエラー状態を生成することを更に含む。

【0019】

流量計電子装置の更に他の態様においては、第2の時点に第2質量係数 C_{2,t_2} を生成し、第2質量係数 C_{2,t_2} を質量係数 C_{2,t_1} と比較し、第2質量係数 C_{2,t_2} の方が所定の質量許容値よりも大きい値だけ質量係数 C_{2,t_1} と相違するならばエラー状態を生成することを更に含む。

【0020】

流量計電子装置の更に他の態様においては、第1の流れ材料 m_1 は気体を含み、第2の

流れ材料 m_2 は流体を含む。

【0021】

流量計電子装置の更に他の態様においては、第1の流れ材料 m_1 は空気を含み、第2の流れ材料 m_2 は水を含む。

【0022】

流量計電子装置の更に他の態様においては、剛性係数 C_1 は $C_1 = (\rho_{m1} - \rho_{m2}) / ((\tau_{m1})^2 - (\tau_{m2})^2)$ からなる。

【0023】

流量計電子装置の更に他の態様においては、第2の時点に第2剛性係数 $C_{1,t2}$ を生成し、第2剛性係数 $C_{1,t2}$ を剛性係数 C_1 と比較し、第2剛性係数 $C_{1,t2}$ の方が所定の剛性許容値よりも大きい値だけ剛性係数 C_1 と相違するならばエラー状態を生成することを更に含む。

10

【0024】

流量計電子装置の更に他の態様においては、質量係数 C_2 は $C_2 = C_1 (\tau_{m2})^2 - \rho_{m2}$ からなる。

【0025】

流量計電子装置の更に他の態様においては、質量係数 C_2 は $C_2 = [(\rho_{m1} - \rho_{m2}) / ((\tau_{m1})^2 - (\tau_{m2})^2)] (\tau_{m2})^2 - \rho_{m2}$ からなる。

【0026】

流量計電子装置の更に他の態様においては、第2の時点に第2質量係数 $C_{2,t2}$ を生成し、第2質量係数 $C_{2,t2}$ を質量係数 C_2 と比較し、第2質量係数 $C_{2,t2}$ の方が所定の剛性許容値よりも大きい値だけ質量係数 C_2 と相違するならばエラー状態を生成することを更に含む。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

図1～図6及び以下の記載は、当業者に本発明の最良の形態を製作し使用する方法を教示するための特定の例を示している。発明原理を教示するために、従来の特徴の中には簡単化され又は省略されたものがある。当業者であれば、発明の範囲に入る、こうした例からの変形を理解するであろう。当業者は理解するように、以下に記述する特徴は、発明の複数の変形を形成するよう種々の方法で組み合わせられ得る。その結果、本発明は以下に記述する特定の例に限定されず、請求項及びその均等物によってのみ限定される。

30

【0028】

図1は、流量計組立体10と流量計電子装置20とを備える流量計5を示している。流量計組立体10はプロセス材料の質量流量及び密度に応答する。流量計電子装置20はリード線100を介して流量計組立体10と接続され、密度、質量流量及び温度の情報や本発明に関連する他の情報を経路26を介して提供する。コリオリ流量計の構造について記述するけれども、当業者には明らかなおと、本発明は、コリオリ質量流量計によって提供される追加の測定能力無しに振動管密度計として実施され得る。

【0029】

流量計組立体10は、一对のマニフォールド150、150'、フランジ・ネック110、110'を持つフランジ103、103'、一对の平行な流管130、130'、駆動機構180、温度センサ190及び一对の速度センサ170L、170Rを備える。流管130、130'は、2本の真っ直ぐな入り口レグ131、131'と流管取り付けブロック120、120'において互いに向かって収束する出口レグ134、134'とを有する。流管130、130'はその長さに沿う2つの対称の位置で曲がり、そ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140、140'は各流管が振動する軸W、W'を規定するよう働く。

40

【0030】

流管130、130'のサイド・レグ131、131'、134、134'は流管取り付けブロック120、120'に固定され、これらのブロックはマニフォールド150、

50

150'に固定される。これは、コリオリ流量計10を通る閉じた連続的材料経路を提供する。

【0031】

孔102、102'を有するフランジ103、103'が入り口端104及び出口端104'を介して、測定対象であ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103のオリフィス101を通して流量計の入り口端104から入ってマニフォールド150を通り、面120を有する流管取り付けブロック120を通して流れる。マニフォールド150内で材料は二分割され、流管130、130'を通る。流管130、130'から出ると、プロセス材料はマニフォールド150'内で単一の流れとなるよう再結合され、その後、出口端104'へ向かうが、出口端104'は

10

【0032】

流管130、130'は、曲げ軸W-W、W'-W'に関して実質的に同一の質量分布、慣性モーメント及びヤング率を持つよう選択され、適切に流管取り付けブロック120、120'に取り付けられる。これらの曲げ軸はブレース・バー140、140'を通る。流管のヤング率は温度と共に変化し、この変化は流量及び密度の計算に影響するので、抵抗性温度検出器（RTD）190が流管130'に取り付けられ、流管の温度を連続的に測定する。流管の温度は、したがって、流れる所与の電流に対するRTD間の電圧は、流管を通る材料の温度によって支配される。RTD間に現れる温度依存性の電圧は、流管の温度の変化に起因する流管130、130'の弾性率の変化を補償するよう、周知の方法で流量計電子装置20によって使用される。RTDはリード線195によって流量計電子装置20に接続される。

20

【0033】

両方の流管130、130'は、それらの曲げ軸W、W'に関して流量計の第1位相ずれモードで駆動装置180によって反対方向に駆動される。駆動機構180は、流管130'に取り付けられた磁石と、流管130に取り付けられ両方の流管を振動させるための交流電流が流される対向コイルのような多くの周知の構成のうちの1つを備える。適宜の駆動信号が流量計電子装置20によってリード線185を介して駆動機構180に印加される。

30

【0034】

流量計電子装置20はリード線195上にRTD温度信号を、リード線165L上に左速度信号を、リード線165R上に右速度信号をそれぞれ受け取る。流量計電子装置20は、要素180を駆動して流管130、130'を振動させるよう、リード線185に現れる駆動信号を生成する。流量計電子装置20は左右の速度信号とRTD信号を処理して、流量計組立体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、経路26を介して流量計電子装置20によって利用手段29に印加される。

【0035】

図2は、本発明の実施の形態に係る流量計電子装置20を示している。流量計電子装置20はインタフェース201と処理システム203を備える。流量計電子装置20は例えば流量計組立体10から振動応答211を受信する。流量計電子装置20は振動応答211を処理して、流量計組立体10を通して流れる流れ材料の流れ特性を取得する。更に、本発明の実施の形態に係る流量計電子装置20においては、振動応答211は流量計係数を決定するためにも処理される。具体的には、振動応答211はとりわけ剛性係数 C_1 と質量係数 C_2 とを決定するために処理される。

40

【0036】

動作において、流量計電子装置20は振動応答211を受信し、流量計組立体10に対する剛性係数 C_1 、213と質量係数 C_2 、214とを決定するために2つ以上の振動応答211を処理する。流量計組立体10には任意の2つの識別可能な流れ材料が配置され、流量計組立体10は振動させられて、測定される振動応答を生成する。2つの流れ材料

50

は密度の点で実質的に識別可能であることが必要である。このプロセスのための2つの有効な流れ材料は例えば空気と水のような気体と液体である。しかし、他の流れ材料を用いることもできる。

【0037】

新規の特徴は、2つの流れ流体が密度の校正のために使用され、本発明はセンサの剛性と質量の推定を生成することができることである。剛性の測定は流れ校正係数（FCF）の変化を決定するために使用されることができ、質量項は生成物の形成を検出するために使用される。

【0038】

本発明が有意義なのは、実際の流れ校正試験を行うことなく、流量計電子装置20が流れ校正係数の決定を実行することができる点である。本発明は、校正試験台やその他の特別の機器、特別の流体を用いることなくFCF決定を可能にする。これが望ましいのは、流れ校正を実施する手段が現場で常に可能であるばかりではなく、密度校正のための2つの流体へのアクセスが一般に達成が容易だからである。

【0039】

発明を説明するために、単純なモデルを使うことができる。1自由度系に対する固有（又は共振）周波数は

【0040】

【数1】

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M_{tube} + M_{material}}} \quad (1)$$

として表すことができる。ここで、Kは流量計の剛性、 M_{tube} は流管の質量、 $M_{material}$ は流管における流れ材料の質量である。式（1）から分かるとおり、流量計の剛性Kが変化すると、測定される周波数応答fは誤って変化してしまう。したがって、流量計の剛性Kの変化は流量計5の精度を低下させる結果となる。周波数又は／密度から導出される任意の他の流れ特性も、精度の低下を示す。

【0041】

流れ材料の質量 $M_{material}$ は流れ材料の密度 $\rho_{material}$ と流れ材料の体積Vとの積に等しい。これを式（1）に代入すると、

【0042】

【数2】

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M_{tube} + \rho_{material} V}} \quad (2)$$

ができる。式（2）を流体密度について解くと、

【0043】

【数3】

$$\rho = \frac{K}{4\pi^2 V} \tau^2 - \frac{M_{tube}}{V} \quad (3)$$

を得る。ここで、 τ は管周期（即ち、管周波数の逆数、 $\tau = 1/f$ ）である。式（3）から、密度は2つの係数を介して管周期の二乗と関係することが分かる。また、この式は

【0044】

【数 4】

$$\rho = C_1 \tau^2 - C_2 \quad (4)$$

としても書き直される。式（４）から、剛性係数 C_1 （及び質量係数 C_2 ）の元の値を使ってそのときの振動応答に対する密度値を計算するならば、剛性係数 C_1 の変化は測定される密度に誤りを生じることが分かる。

【0045】

第１の係数 C_1 は流量計の剛性特性に直接関係し、

【0046】

10

【数 5】

$$C_1 = \frac{K}{4\pi^2 V} \quad (5)$$

で表される。したがって、剛性係数 C_1 は流れ校正係数（F C F）が時間的に変化したかどうかを決定するのに用いられることができる。F C Fは剛性に直接関係しているからである。第２の係数 C_2 は流量計組立体 10 の質量に直接関係する。第２の係数 C_2 は

【0047】

【数 6】

$$C_2 = \frac{M_{tube}}{V} \quad (6)$$

20

で表される。

【0048】

質量係数 C_2 は流量計組立体 10 の質量の変化を検出して決定するのに用いることができる。例えば、第２の係数 C_2 の時間的な変化は、流管に流れ材料による被膜ができていかどうかを決定するのに用いることができる。流れ材料による被膜は流量計組立体 10 の質量を変化させるからである。被膜（又は、他の任意の残留質量）は流量計 5 の流れを制限し、流れ測定値の精度を低下させることになる。

【0049】

30

第１及び第２の係数 C_1 、 C_2 は、２つの公知の実質的に識別可能な密度を持つ流れ材料 m_1 、 m_2 の管周期に注目することによって決定され得る。２つの未知数に対する２つの式を解くことによって解が求まる。剛性係数 C_1 は

【0050】

【数 7】

$$C_1 = \frac{(\rho_{m1} - \rho_{m2})}{(\tau_{m1}^2 - \tau_{m2}^2)} \quad (7)$$

として決定されることができる。ここで、 ρ_{m1} は第１の流れ材料 m_1 の密度、 τ_{m1} は第１の流れ材料 m_1 の対応する管周期、 ρ_{m2} は第２の流れ材料 m_2 の密度、 τ_{m2} は第２の流れ材料 m_2 の対応する管周期である。理解されたとおり、 m_1 及び m_2 は実質的に識別可能な密度を持つ任意の２つの流れ材料を含み得る。例えば、密度が少なくとも 0.1 g/cc だけ相違するならば、係数 C_1 、 C_2 は精度良く且つ満足に決定される。例えば、第１の流れ材料 m_1 は気体であり、第２の流れ材料 m_2 は流体である（又は、その逆でもよい）。別の例においては、第１の流れ材料 m_1 は空気であり、第２の流れ材料 m_2 は水である。理解されたとおり、上記の流れ材料は例として与えられたものであり、限定ではない。

40

【0051】

質量係数 C_2 は更に

50

【0052】

【数8】

$$C_2 = C_1 \tau_{m2}^2 - \rho_{m2} \quad (8)$$

のように簡単化される。したがって、少なくとも2つの流れ材料 m_1 、 m_2 に対する管周期 τ を生成して流れ材料の密度 ρ を取得することによって、剛性係数 C_1 、213及び質量係数 C_2 、214を決定することができる。前述のとおり、2つの未知数に対する2つの式を解くには、2つ以上の流れ材料が必要である。更に、剛性及び／又は質量のエラー状態を検出するために、係数を周期的に及び／又は反復的に決定することができる。

10

【0053】

使用の際、剛性係数 C_1 を時間的に追跡することができる。例えば、統計技術を用いて剛性係数 C_1 の時間的変化を決定することができる。 C_1 の統計的変化は、特定の流量計に対するFCFが変化したことを示すことができる。

【0054】

本発明は、記憶された又は呼び出された校正密度値に依存しない剛性係数 C_1 を提供する。これは、工場の校正動作において既知の流れ材料を用いて、将来の全部の校正動作に用いられる密度標準を取得する従来技術とは対照的である。本発明は、流量計の振動応答と既知の流れ材料密度とから取得される剛性係数 C_1 を提供する。本発明は、工場での校正プロセスのない剛性検出及び／又は校正プロセスを提供する。

20

【0055】

インタフェース201は、図1のリード線100を介して速度センサ170L、170Rのうち的一方から振動応答211を受信する。インタフェース201は任意の必要な又は所望の振動調整、例えばフォーマッティング、増幅、バッファリング等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203において行うことができる。

【0056】

更に、インタフェース201は流量計電子装置20と外部の装置との間の通信を可能にすることができる。インタフェース201は任意の方式の電子的、光学的又は無線の通信を行うことができる。

30

【0057】

1つの実施の形態におけるインタフェース201はデジタイザ（図示せず）と結合されるが、この場合、センサ信号はアナログのセンサ信号を含む。デジタイザはアナログの振動応答をサンプリングしてデジタル化し、デジタルの振動応答211を生成する。

【0058】

処理システム203は流量計電子装置20の動作を行い、流量計組立体10からの流れ測定値を処理する。処理システム203は1つ以上の処理ルーチンを実行し、それによって、流れ測定値を処理して1つ以上の流れ特性を生成する。

【0059】

処理システム203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、或いは他の汎用又は特注の処理装置を含むことができる。処理システム203は複数の処理装置の間に分配されることができる。処理システム203は記憶システム204のような、任意の一体型又は独立の電子的記憶媒体を備えることができる。

40

【0060】

記憶システム204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。1つの実施の形態においては、記憶システム204は、流量計5に対する1つ以上の係数を決定する係数ルーチン210のような、処理システム203によって実行されるルーチンを含む。

【0061】

1つの実施の形態においては、記憶システム204は流量計5を動作させるのに使用さ

50

れる変数を記憶する。1つの実施の形態における記憶システム204は、例えば速度／ピックアップ・センサ170L、170Rから受信されることができる振動応答211等の変数を記憶する。

【0062】

1つの実施の形態においては、記憶システム204は定数、係数及び作業変数を記憶する。例えば、記憶システム204は決定された剛性係数 C_1 、213と決定された質量係数 C_2 、214とを記憶することができる。また、記憶システム204は時間的に後に決定される一対の同じ係数、例えば第2剛性係数 C_1 、 t_2 、216及び第2質量係数 C_2 、 t_2 、217を記憶することができる。記憶システム204は第1管周期 τ_1 、第2管周期 τ_2 、第1密度 ρ_1 、第2密度 ρ_2 等の作業値を記憶することができる。更に、記憶システム204は剛性許容値230、質量許容値232のような定数、閾値又は範囲を記憶することができる。

10

【0063】

図3は、流れ校正係数(FCF)の剛性係数 C_1 に対するグラフである。グラフのデータは典型的な流量計から経験的に取得されたものである。このグラフにおいて、 C_1 とFCFとの間の強い相関を見ることができ、97.8%という対応の相関係数によって示される。したがって、グラフは、剛性係数 C_1 を用いてFCF値を監視することができ、剛性係数 C_1 を用いてFCFの変化を検出することができることを証明している。

【0064】

図4は、本発明の実施の形態に係る振動型流量計の剛性係数 C_1 を決定する方法のフロー図400である。ステップ401において、第1の流れ材料m1を含む流量計組立体10が振動させられる。流れ材料は静止していても、流量計組立体10を通して流れていてもよい。振動応答が測定され、振動応答を用いて第1の流れ材料m1に対する管周期 τ_{m1} が生成される。管周期 τ は周波数の逆数である(即ち、 $\tau = 1/f$)。1つの実施の形態における振動応答は周波数応答を含む。

20

【0065】

ステップ402において、第1密度 ρ_{m1} が取得される。第1密度 ρ_{m1} は例えばオペレータによって入力され、又はメモリから選択されて呼び出される。ステップ403において、流量計組立体10は第2の流れ材料m2の存在下で振動させられる。第2の流れ材料m2は例えば実質的に識別可能な密度を持つ点で第1の流れ材料m1とは異なる。第2の振動応答が受信され、第2管周期 τ_{m2} が決定される。

30

【0066】

ステップ404において、第1密度 ρ_{m1} と同様に、第2密度 ρ_{m2} が取得される。第2密度 ρ_{m2} は、前述のとおり、第1密度 ρ_{m1} とは実質的に識別可能である。ステップ405において、第1密度 ρ_{m1} 、第1管周期 τ_{m1} 、第2密度 ρ_{m2} 及び第2管周期 τ_{m2} から剛性係数 C_1 が決定される(式(7)参照)。

【0067】

ステップ406において、第2の時点 t_2 において第2剛性係数 C_1 、 t_2 が生成される。第2剛性係数 C_1 、 t_2 は上記剛性係数 C_1 と同じ方法で生成される。第2剛性係数 C_1 、 t_2 は、第1の流れ材料m1及び第2の流れ材料m2を用いて生成され、又は、第3の流れ材料m3及び第4の流れ材料m4を用いて生成され得る。

40

【0068】

ステップ407において、第2剛性係数 C_1 、 t_2 を剛性係数 C_1 と比較する。この比較は、流量計組立体10の剛性が実質的に変化したかどうかを決定するために実施されることができる。また、この比較は剛性係数の変化を剛性許容値230と比較することができる。剛性係数の変化が剛性許容値を超えると、方法はステップ408へ分岐し、そうでなければ方法は完了する。ステップ408において、剛性係数の変化が剛性許容値230を超えているので、エラー状態が設定される。エラー状態は任意の様式のエラー・フラグ、変数、インジケータ又はルーチンを含むことができる。

【0069】

50

図5は、本発明の実施の形態に係る振動型流量計の質量係数 C_2 を決定するための方法のフロー図500である。ステップ501において、流量計組立体10が振動させられて、先に述べたとおり、第1管周期 τ_{m1} を生成する。ステップ502において、先に検討したとおり、第1密度 ρ_{m1} が取得される。ステップ503において、先に検討したとおり、第2の流れ材料 $m2$ を有する流量計組立体10が振動させられて、第2管周期 τ_{m2} が取得される。先に検討したとおり、第2の流れ材料 $m2$ は第1の流れ材料 $m1$ とは相違する。

【0070】

ステップ504において、先に検討したとおり、第2密度 ρ_{m2} が取得される。ステップ505において、少なくとも第2管周期 τ_{m2} 及び第2密度 ρ_{m2} から質量係数 C_2 が決定される。決定は、剛性係数 C_1 と第2管周期 τ_{m2} と第2密度 ρ_{m2} とを用いることができる(式(8)を参照のこと)。代わりに、決定は

【0071】

【数9】

$$C_2 = \frac{(\rho_{m1} - \rho_{m2})}{(\tau_{m1}^2 - \tau_{m2}^2)} \tau_{m2}^2 - \rho_{m2} \quad (9)$$

に係る4つの全部の決定された変数を採用することができる。

【0072】

ステップ506において、第2の時点 $t2$ において第2質量係数 $C_{2,t2}$ が生成される。第2質量係数 $C_{2,t2}$ は上記質量係数 C_2 と同じ方法で生成される。第2質量係数 $C_{2,t2}$ は第1の流れ材料 $m1$ 及び第2の流れ材料 $m2$ を用いて生成することができ、又は、第3の流れ材料 $m3$ 及び第4の流れ材料 $m4$ を用いて生成することができる。

【0073】

ステップ507において、第2質量係数 $C_{2,t2}$ が質量係数 C_2 と比較される。この比較は流量計組立体10の質量が実質的に変化したかどうかを決定するために行われることができる。更に、この比較は質量係数の変化を質量許容値232と比較することができる。質量係数の変化が質量許容値232を超えるならば、方法はステップ508へ分岐する。そうでなければ方法は完了する。ステップ508において、質量係数の変化が質量許容値232を超えているので、エラー状態が設定される。エラー状態は任意の様式のエラー・フラグ、変数、インジケータ又はルーチンを含むことができる。

【0074】

図6は、本発明の実施の形態に係る、剛性係数の変化及び／又は質量係数の変化を決定するための方法のフロー図600である。ステップ601において、第1の時点 $t1$ において、第1の流れ材料 $m1$ に対する第1剛性係数 $C_{1,t1}$ が決定される。第1剛性係数 $C_{1,t1}$ は、先に述べたとおり、第1密度 ρ_{m1} 、第1管周期 τ_{m1} 、第2密度 ρ_{m2} 及び第2管周期 τ_{m2} から決定される。ステップ602において、第1の流れ材料 $m1$ に対する第1質量係数 $C_{2,t1}$ が第1の時点 $t1$ に対して決定される。また、第1質量係数 $C_{2,t1}$ は第1の時点の管周期及び密度からも決定される。

【0075】

ステップ603において、第2の時点において第2剛性係数 $C_{1,t2}$ が決定される。第2の時点 $t2$ は第1の時点 $t1$ とは異なる。第1の時点 $t1$ と第2の時点 $t2$ との間に拡がる時間量は任意である。留意されるように、第2剛性係数 $C_{1,t2}$ を生成するために用いられる流れ材料は、第1剛性係数 $C_{1,t1}$ を生成するために用いられる流れ材料と同じであっても、違っていてもよい。同じことが質量係数 C_2 にも当てはまる。

【0076】

ステップ604において、第2の時点 $t2$ において第2質量係数 $C_{2,t2}$ が決定される。ステップ605において、第1剛性係数 $C_{1,t1}$ と第2剛性係数 $C_{1,t2}$ とが比較される。この比較は流量計5の剛性が実質的に変化したかどうかを決定するために行わ

10

20

30

40

50

ることができる。更に、この比較は剛性係数の変化を剛性許容値 230 と比較することができる。剛性許容値 230 は任意の様式の許容値閾値又は許容範囲を含むことができる。

【0077】

剛性係数の変化が剛性許容値 230 を超えるならば、方法はステップ 606 へ分岐し、そうでなければ方法はステップ 607 へ進む。ステップ 606 において、剛性係数の変化は剛性許容値 230 を超えているので、エラー状態が設定される。エラー状態は任意の様式のエラー・フラグ、変数、インジケータ又はルーチンを含むことができる。

【0078】

ステップ 607 において、第 1 質量係数 C_2 、 t_1 が第 2 質量係数 C_2 、 t_2 と比較される。この比較は流量計 5 の質量が実質的に変化したかどうかを決定するために行われることができる。また、この比較は質量係数の変化を質量許容値 232 と比較することができる。質量係数の変化が質量許容値 232 を超えるならば、方法はステップ 608 へ分岐し、そうでなければ方法は完了する。ステップ 608 において、質量係数の変化は質量許容値 232 を超えているので、エラー状態が設定される。先に述べたとおり、エラー状態は任意の様式のエラー・フラグ、変数、インジケータ、アラーム又はルーチンを含むことができる。

10

【0079】

方法 600 は周期的に、反復的に又は不規則的に実施されることができる。理解されたとおり、方法 600 は係数 C_1 、 C_2 の一方又は両方に対して反復的に実施されることができる。方法 600 は、所定の動作時間や流れ材料の変化時のような所定の目印において実施されることができる。

20

【0080】

本発明に係る流量計電子装置及び方法は、幾つかの利点を提供するよう、任意の実施の形態にしたがって採用されることができる。本発明は、流量計の流管の剛性に実質的に関係する剛性係数 C_1 を提供する。本発明は、流量計の質量に実質的に関係する質量係数 C_2 を提供する。本発明は、記憶された又は呼び出された校正密度値に依存しない係数を提供する。本発明は、流量計の振動応答から取得された係数を提供する。

【0081】

本発明は、工場での校正プロセスのない剛性検出／校正プロセスを提供する。本発明は、現場で校正プロセスを実施することができる。本発明は、任意の時間に校正プロセスを実施することができる。本発明は、校正試験リグを必要とすることなく、また、特定の流れ材料を必要とすることなく校正プロセスを実施することができる。

30

【0082】

本発明は、2 つ以上の流れ材料を用いて実施することができる。本発明は、流量計の剛性の時間的変化を決定する校正プロセスを実施することができる。本発明は、流量計の質量の時間的変化を決定する校正プロセスを実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図 1】流量計組立体と流量計電子装置とを備える流量計を示す図である。

40

【図 2】本発明の実施の形態に係る流量計電子装置を示す図である。

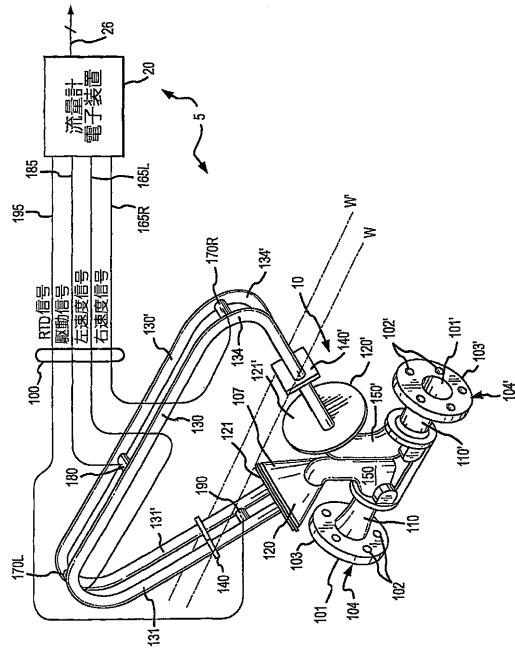
【図 3】流れ校正係数 (FF) の剛性係数 C_1 に対するグラフである。

【図 4】本発明の実施の形態に係る振動型流量計の剛性係数 C_1 を決定するための方法のフロー図である。

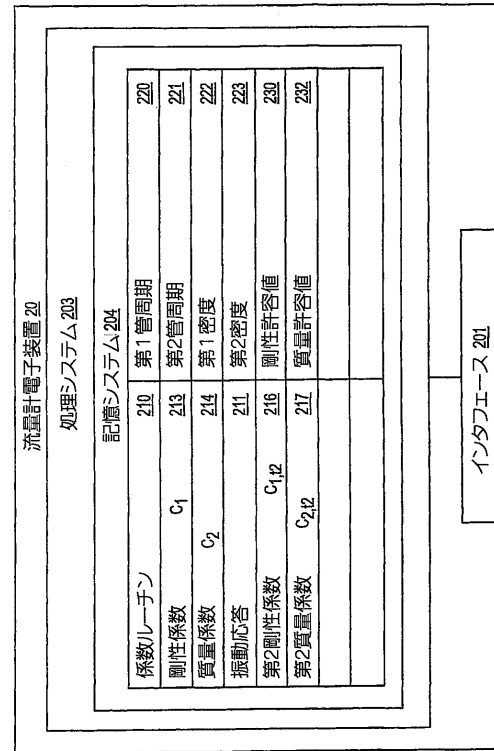
【図 5】本発明の実施の形態に係る振動型流量計の質量係数 C_2 を決定するための方法のフロー図である。

【図 6】本発明の実施の形態に係る、剛性係数の変化及び／又は質量係数の変化を決定するための方法のフロー図である。

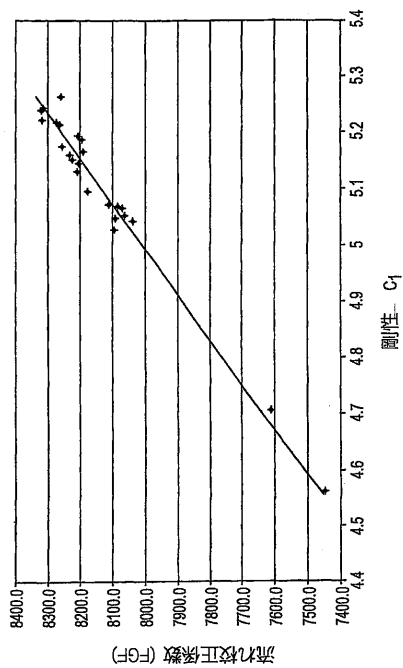
【図 1】



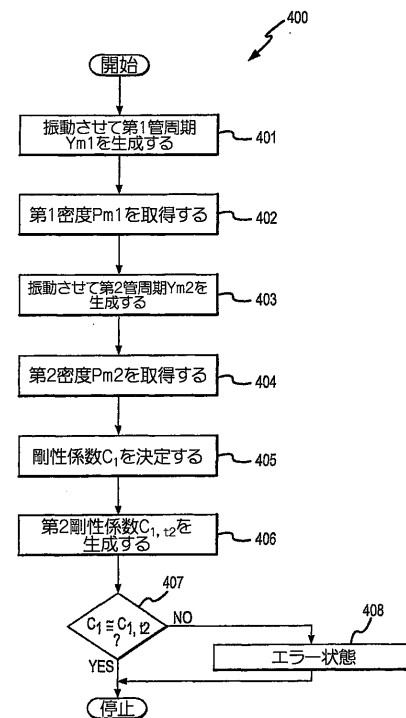
【図 2】



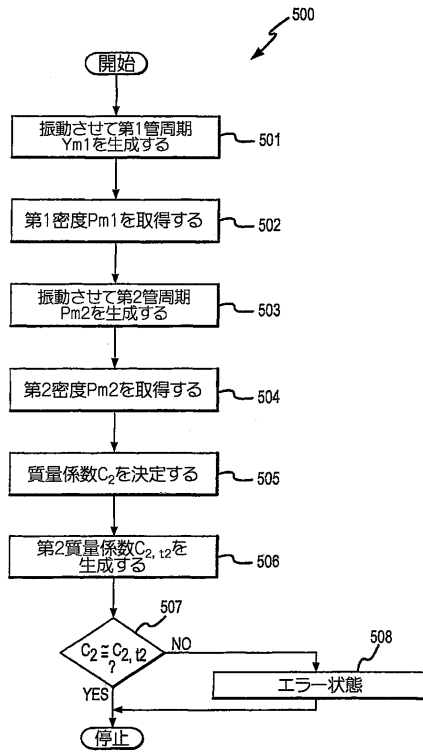
【図 3】



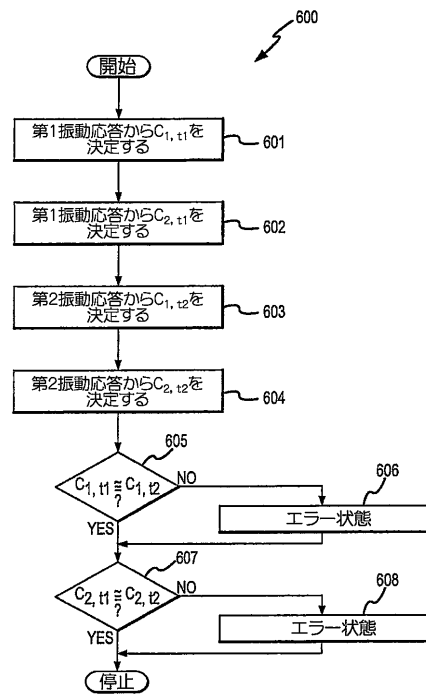
【图 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100091063

弁理士 田中 英夫

(72)発明者 スタック, チャールズ・ポール

アメリカ合衆国コロラド州80020, ブルームフィールド, ブルックサイド・ドライブ 5412

審査官 田邊 英治

(56)参考文献 特表2002-502022 (JP, A)

特表2007-521469 (JP, A)

特表2003-503723 (JP, A)

KALOTAY P, Density and viscosity monitoring systems using Coriolis flow meters, ISA TRANSACTIONS, 米国, 1999年11月25日, V38 N4, P303-310

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 1/84