

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4202247号
(P4202247)

(45) 発行日 平成20年12月24日(2008.12.24)

(24) 登録日 平成20年10月17日(2008.10.17)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 N 11/16 (2006.01) GO 1 N 11/16 A

請求項の数 17 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2003-505595 (P2003-505595)	(73) 特許権者	391015052
(86) (22) 出願日	平成14年6月17日(2002.6.17)		エンドレス ウント ハウザー フローテック アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2004-530895 (P2004-530895A)		Endress + Hauser Flowtec AG
(43) 公表日	平成16年10月7日(2004.10.7)		スイス国, シーエイチー4153 ライナツハ, バーゼル ラント 1, ケーゲンシュトラーセ 7
(86) 国際出願番号	PCT/EP2002/006633	(74) 代理人	100074099
(87) 国際公開番号	W02002/103327		弁理士 大菅 義之
(87) 国際公開日	平成14年12月27日(2002.12.27)	(72) 発明者	ドラーム, ヴォルフガング
審査請求日	平成16年2月12日(2004.2.12)		ドイツ連邦共和国, 85435 エーアディング, アム ホーホライナッカー 82
(31) 優先権主張番号	01114644.6		
(32) 優先日	平成13年6月19日(2001.6.19)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		
(31) 優先権主張番号	01122843.4		
(32) 優先日	平成13年9月21日(2001.9.21)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粘度を測定するための装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パイプを流れる流体のための粘度計であって、
 流体を通し、流体に作用する摩擦力を生成し、前記パイプとつながり、動作中に振動する少なくとも1つのフローチューブと、前記少なくとも1つのフローチューブを振動させる励起アセンブリとを備える、振動型トランスデューサと、

所定の電力要求を有し、二線式プロセス制御ループに接続されて、該二線式プロセス制御ループから電力の供給を受けるメータ電子系であって、前記励起アセンブリに正弦波の励起電流を供給する励起回路と、該励起回路がその内部で生成した調整信号及び/あるいはパラメータを受け取るマイクロプロセッサを備える評価回路とを備えるメータ電子系とを備え、

前記メータ電子系は、前記マイクロプロセッサによって、流体の瞬間的粘度をあらゆる粘度値を供給し、

前記メータ電子系は、前記粘度値に対応する粘度信号を、前記二線式プロセス制御ループに供給し、制御することを特徴とする粘度計。

【請求項 2】

前記メータ電子系の電力要求は可変で、前記メータ電子系は、電力要求を調整する制御回路を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の粘度計。

【請求項 3】

前記メータ電子系は、励起電流を生成する前記励起回路と、センサ信号を格納し、粘度値を決定する前記評価回路とを備え、

前記制御回路は、前記電力要求を減らすため、前記励起回路、及び/あるいは、前記評価回路の電源を一時的に落とすことを特徴とする請求項 2 に記載の粘度計。

【請求項 4】

前記メータ電子系は、前記二線式プロセス制御ループに結合されたエネルギー貯蔵部を備え、

該エネルギー貯蔵部は、前記メータ電子系に少なくとも部分的に、少なくとも一時的に供給するように動作することを特徴とする請求項 1 に記載の粘度計。

【請求項 5】

前記制御回路は、前記エネルギー貯蔵部の一時的充電を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の粘度計。

【請求項 6】

前記粘度計は、フィールドバスに前記二線式プロセス制御ループによって接続されることを特徴とする請求項 1 に記載の粘度計。

【請求項 7】

前記二線式プロセス制御ループは、直流電流を流し、この場合、粘度信号は、4 ~ 20 mA の範囲の電流であることを特徴とする請求項 6 に記載の粘度計。

【請求項 8】

前記トランスデューサは、前記フローチューブの振動を検出し、前記振動を表す少なくとも 1 つのセンサ信号を生成するセンサ構成を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の粘度計。

【請求項 9】

前記メータ電子系は、前記センサ信号によって前記励起電流を調整することを特徴とする請求項 8 に記載の粘度計。

【請求項 10】

前記励起回路は、

前記少なくとも 1 つのセンサ信号あるいは、前記センサ構成から供給される 2 つの信号の和を供給され、前記振動するチューブの振動振幅を表す出力信号を生成するように動作する復調段を備えることを特徴とする請求項 8 に記載の粘度計。

【請求項 11】

前記励起回路は、更に、

前記復調段の出力信号を供給され、前記振動するチューブの振動振幅の前記振動の所定の基準振動振幅からの偏差を表す出力信号を生成するように動作する比較段を備えることを特徴とする請求項 10 に記載の粘度計。

【請求項 12】

前記励起回路は、更に、

前記復調段に供給する前記信号を、前記比較段からの前記出力信号で変調し、前記励起アセンブリに供給する駆動信号を生成するように動作する振幅変調段を備えることを特徴とする請求項 11 に記載の粘度計。

【請求項 13】

前記励起回路は、更に、

前記復調段に供給される前記信号を、前記比較段からの前記出力信号で変調し、前記励起アセンブリに供給する駆動信号を生成するように動作するパルス幅変調段を備えることを特徴とする請求項 11 に記載の粘度計。

【請求項 14】

前記振動型トランスデューサは、曲げモード、及び/あるいは、ねじれモードの振動型トランスデューサであることを特徴とする請求項 1 に記載の粘度計。

【請求項 15】

前記励起回路から前記評価回路へ送られるパラメータは、前記トランスデューサに注入

10

20

30

40

50

される、調整された励起電流、及び/あるいは、励起電力についての情報を含むことを特徴とする請求項 1 又は 1 4 に記載の粘度計。

【請求項 1 6】

前記粘度信号は、可変する直流電流であることを特徴とする請求項 7 に記載の粘度計。

【請求項 1 7】

前記粘度信号は、デジタル信号であることを特徴とする請求項 7 又は 1 6 に記載の粘度計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パイプを流れる流体のための粘度計に関する。

【背景技術】

【0002】

測定及びオートメーション技術においては、パイプを流れる流体、特に、液体の粘度は、回転型トランスデューサあるいは振動型トランスデューサ及びこれらに接続されたメータ電子系 (meter electronics) を使って、流体内に内部摩擦力を誘導し、それぞれの粘度に対応する粘度信号をこれらから導くメータによってしばしば決定される。

【0003】

そのような粘度計及びそのようなメータによって粘度を測定する方法は、例えば、米国特許 4,524,610、4,704,898、4,754,640、4,920,787、4,922,745、5,157,962、5,228,331、5,448,921、WO-A-95/16897、EP-A-527176 あるいは EP-A-1158289 に記載され、本出願の出願日前には公開されていない欧州特許出願 01 120343.7 及び 01 121869.0 にも記載されている。例えば、せん断力などの流体に作用する摩擦力を生成するために、これらに示されているこれらのそれぞれの粘度計は、流体を流すフローチューブを持った電気力学的トランスデューサからなっている。

【0004】

上記したような一般のインライン粘度計は、2つのグループに分類され、第1は、例えば、振動するフォークあるいは回転するシリンダなどの振動あるいは回転する励起部からなる粘度計で、第2は、振動するフローチューブを持つ粘度計である。後者は、例えば、米国特許 4,524,610、WO-A-95/16897、あるいは、EP-A-1158289 に記載され、前掲の欧州特許出願 01 120343.7 及び 01 121869.0 にも記載されおり、これらに示される粘度計は、流体を流すフローチューブを持つ振動型トランスデューサを備え、該フローチューブは、パイプとつながり、動作中振動する。各振動型トランスデューサは、フローチューブを振動させる励起アセンブリと、フローチューブの振動を検出し、フローチューブの振動を表す少なくとも1つのセンサ信号を生成するセンサ構成とを備える。更に、粘度計は、励起アセンブリのための励起電流と、流体の瞬間の粘度を表す少なくとも1つの粘度値を供給するメータ電子系を備える。

【0005】

上記のタイプの粘度計は、電源線動作装置 (power-line-operated devices) であり、少なくとも電気リード線、すなわち、2つのワイヤを有していなければならない。好ましくは、流体の粘度と比例する粘度信号は、この目的のために確立された規格、例えば、4 - ~ 20 - mA 電流規格及び/あるいは通常の周波数規格及び/あるいはデジタル規格にしたがって生成され、出力される。このため、少なくとも更に2つのワイヤが必要である。

【発明の開示】

【0006】

特に、数個のそのような粘度計がプラントに使用される場合、及び/あるいは、粘度計が外部電源から離れた位置に設置される場合、更に、電線材を使用するのはかなり高価となる。更に、測定及びオートメーション技術においては、規格化された、あるいは、少な

10

20

30

40

50

くとも実質的に均質なそれらのメータ間のインターフェース及び、例えば、調整制御ユニットが必要とされている。また、そのようなインターフェースのさまざまな違いをできるだけ小さくすることが望まれている。

【0007】

これらの目的を達成するために、本発明は、パイプを流れる流体のための粘度計を提供し、該粘度計は、

流体を流し、流体に作用する摩擦力を生成し、少なくとも1つが上記パイプとつながり、動作中振動する少なくとも1つのフローチューブと、この少なくとも1つのフローチューブを振動させる励起アセンブリと、を有する振動型トランスデューサ、特に、曲げモード、及び/あるいは、ねじりモードのトランスデューサと、

所定の電力要求を有し、励起アセンブリのための励起電流と、流体の瞬間的な粘度を表す粘度値とを供給し、二線式プロセス制御ループ (two-wire process control loop) に接続されて電力の供給を受け、それぞれ、粘度値に対応する粘度信号を二線式プロセス制御ループに供給し制御するメータ電子系とを備える。

【0008】

本発明の第1の実施形態では、メータ電子系の電力要求は可変で、メータ電子系は、電力要求を調整するための制御回路を備えている。

第2の実施形態では、メータ電子系は、励起電流を生成する励起回路と、センサ信号を格納し、粘度値を決定する評価回路とを備え、このとき、制御回路は、一時的に励起回路及び/あるいは評価回路の電源を落とし、電力要求を少なくする。

【0009】

本発明の第3の実施形態では、メータ電子系は、二線式プロセス制御ループに接続され、メータ電子系によって要求される電力を、少なくとも部分的に、及び/あるいは、少なくとも一時的に、得られるようにするエネルギー貯蔵部を備えている。

【0010】

第3の実施形態の更なる改良によれば、制御回路は、一時的にエネルギー貯蔵部を充電する。

本発明の第4の実施形態によれば、粘度計は、二線式プロセス制御ループによって、フィールドバスに接続される。

【0011】

本発明の第5の実施形態では、二線式プロセス制御ループは、直流を流す。この場合、粘度信号は、好ましくは、可変直流であり、特に、4 ~ 20 mA の範囲の電流であり、あるいは、好ましくはデジタル信号である。

【0012】

本発明の第6の実施形態においては、トランスデューサは、フローチューブの振動を検出し、該振動を表す少なくとも1つのセンサ信号を生成するセンサ構成を備える。

第6の実施形態の改良によれば、メータ電子系は、センサ信号によって励起電流を調整する。

【0013】

第6の実施形態の更なる改良によれば、励起回路は、センサ信号の1つまたは、両センサ信号の合計が供給され、振動するチューブの振動振幅を表す出力信号を生成するように動作する復調段と、復調段の出力信号が供給され、振動するチューブの振動振幅の、該振動に対する所定の基準振動振幅からの偏差を表す出力信号を生成するように動作する比較段とを備える。この改良の第1の変形においては、励起回路は、更に、復調段に供給する信号を比較段からの出力信号で変調し、励起アセンブリに供給する駆動信号を生成するように動作する振幅変調段を備える。この改良の第2の変形においては、励起回路は、さらに、復調段に供給する信号を比較段からの出力信号で変調し、励起アセンブリに供給する駆動信号を生成するように動作するパルス幅変調段を備える。

【0014】

本発明は、振動する測定チューブを有する従来の粘度計の動作のためには、二線式プロ

10

20

30

40

50

セス制御ループを伝送される最小の電力のみでよいという驚くべき発見に基づいている。応用する多くの場面において、測定されるべき粘度は時間的にほんのわずかしき変化しないので、測定粘度値を低頻度でアップデートすることが可能で、したがって、メータのほんの一時的な動作が可能となるということも分かった。

【 0 0 1 5 】

更に、測定された粘度値のアップデート間の時間間隔は、簡単に大きく出来、すなわち、アップデート頻度を小さく選択でき、たとえ、二線式プロセス制御ループで送られる電力が一時的に粘度計の電力要求に満たなくても、メータ電子系が必要な電力を得られるようにエネルギー貯蔵部が充電できるようにすることができる。

【 0 0 1 6 】

本発明では、市販の二線式粘度計が初めて用いられる。これは、本発明の基本的利点である。二線（2つのワイヤ）は、必要な電力を供給するために使用され、この目的のためには、外部電源、一般にDC電源、を2つのワイヤに接続しなければならず、また、出力電流、すなわち本発明では粘度信号、を伝送するために使用される。

【 0 0 1 7 】

好ましくは、二線式粘度計は、2つのワイヤに流れる出力電流が、物理 - 電気トランスデューサによって生成される信号を表し、特に比例するように設計される。本発明の場合、物理 - 電気トランスデューサは、少なくとも1つのフローチューブであり、出力電流は、粘度信号である。上記4 ~ 20 mA電流規格によると、二線式メータの場合、この電流範囲内の与えられた電流値は、正確に1つの出力信号値に、すなわち、本発明において、粘度値の1つの値に対応する。4 mAより小さい電流のみ、二線式粘度計の電子系に電力を供給するために使用できる。結果として、電源は、50 mWのオーダーの電力のみを供給し、以下では、これを「低電力」と呼ぶ。これらの事実から、前述の4 ~ 20 mA電流規格の二線式粘度計は、特に、潜在的に爆発の起こり易い雰囲気中での使用に向いており、このような二線式粘度計は、爆発防止のさまざまなクラスの要求に合致する。

【 0 0 1 8 】

更に、二線式粘度計は、従来のフィールドバスの1つといっしょに動作することができるように簡単に設計できる。これは、メータをフィールドバスに、例えば、Fieldbusプロトコル（Fieldbusは、Fieldbus Foundationの登録商標である）にしたがって、直接接続する、あるいは、例えば、HARTプロトコル（HARTは、HART User Groupの登録商標である）といわれるものにしたがって、バスカブラを介して間接的に接続することによって達成される。

【 0 0 1 9 】

本発明の更なる利点及び本発明そのものは、本発明の好適実施形態を示す添付の図面を参照して詳細に説明される。さまざまな図にわたって、同様の機能を持ったパーツは、同様の参照文字で示される。しかし、これらの参照文字は適当と思われる場合のみ、連続する図において繰り返される。

【 発明を実施するための最良の形態 】**【 0 0 2 0 】**

本発明は、さまざまな変形や他の形態をとりうるが、例示の実施形態が、図面において例として示され、詳細に説明される。しかし、本発明を、開示された特定の形に限定する意図は無く、むしろ、特許請求の範囲に規定される本発明の思想と範囲内の全ての変形、均等物、及び他形態をカバーする意図であることを理解されたい。

【 0 0 2 1 】

図1は、好ましくはトランスデューサケース100に収納された振動型トランスデューサ10と、電子ケース200に収納され、電氣的にトランスデューサ10に接続されたメータ電子系50とを備えた粘度計1を示す。メータ電子系50は、以下に詳細に記載する。

【 0 0 2 2 】

粘度計1は、パイプを流れる流体の粘度を検出し、この粘度を粘度値Xに変換する

10

20

30

40

50

。パイプは、分かりやすくするため記載していない。メータ電子系 50 によって振動するように励起されたトランスデューサ 10 によって、そこを通る流体に摩擦力が生成される。この摩擦力は、粘度 に依存し、測定可能なようにトランスデューサ 10 に反応し、すなわち、センサ技術を使って検出でき、後段の評価電子系への有益な入力信号に変換され得る。

【0023】

図 2 及び 3 は、トランスデューサ 10 の実施形態を、物理 - 電気振動型トランスデューサアセンブリの形で示す。このようなトランスデューサアセンブリの構成は、例えば、他の流体変数の測定のためであるが、米国特許 6,006,609 に詳細に記載されている。

10

【0024】

測定されるべき流体を流すため、トランスデューサ 10 は、予め決定可能で弾性的に変形可能な内孔 13A と、予め決定可能な公称直径とを有する少なくとも 1 つのフローチューブ 13 を備え、これは入り口端 11 と出口端 12 を有している。

【0025】

ここで使用される「内孔 13A の弾性変形」とは、流体内の反作用力、すなわち、流体の特徴を表す力、つまり、動作中のトランスデューサ 10 のせん断力あるいは摩擦力を生成するために、内孔 13A の三次元形状及び/あるいは空間位置を、フローチューブ 13 の弾性の範囲内で、予め決定可能なサイクリックな形で、特に周期的に変化させることを意味する。例えば、米国特許 4,801,897、米国特許 5,648,616、米国特許 5,796,011、及び/あるいは、米国特許 6,006,609 を参照されたい。

20

【0026】

この点において、図 2 及び 3 の実施形態に従ったトランスデューサではなく、前述の他の流体変数のための従来のトランスデューサのほほいかなるもの、特に、一部のみ、あるいは、少なくとも一部が曲げモードで振動する、曲がった、あるいは、まっすぐなフローチューブを有する曲げモードトランスデューサが、本発明を実施するのに使用可能であることに気がつけられたい。

【0027】

トランスデューサ 10 として使うことのできるトランスデューサアセンブリの更なる適した実施は、例えば、米国特許 5,301,557、5,357,811、5,557,973、5,602,345、5,648,616、あるいは、5,796,011 に記載されており、これらは、参照文献としてここに取り込む。

30

【0028】

図 2 及び 3 においてまっすぐなフローチューブ 13 に特に適した材質は、例えば、チタン合金である。チタン合金の代わりに、そのようなフローチューブ用に、特に、ステンレススチールあるいはジルコニウムなどの曲がったチューブ用に一般に用いられる他の材質を使用可能である。

【0029】

通常の方法で、流体を流すパイプと入り口と出口端でつながるフローチューブ 13 は、硬いサポートフレーム、特に、曲がりやねじりに強いフレームに、振動できるようにクランプでとめられ、サポートフレームは、好ましくは、トランスデューサケース 100 によって囲まれる。

40

【0030】

サポートフレーム 14 は、入り口端の入り口プレート 213 と出口端の出口プレート 223 によってフローチューブ 13 に取り付けられ、2 つのプレートには、フローチューブ 13 のそれぞれ対応する延長部が入り込むようになっている。サポートフレーム 14 は、フローチューブ 13 に本質的に平行に伸び、これと隙間が空くように、入り口プレート 213 と出口プレート 223 に取り付けられた第 1 のサイドプレート 24 と第 2 のサイドプレート 34 を持っている。図 2 を参照されたい。したがって、2 つのサイドプレート 24、34 の対する側面は、互いに平行である。

50

【 0 0 3 1 】

フローチューブ 1 3 の振動を吸収するためのバランス質量としての縦バー 2 5 は、フローチューブ 1 3 から離して、サイドプレート 2 4、3 4 にとめられている。図 4 に示されるように、縦バー 2 5 は、本質的に、フローチューブ 1 3 の可振動長 (oscillable length) の全体に平行に伸びている。これは、しかし、絶対ではない。必要ならば、縦バー 2 5 は、より短くてももちろん良い。

【 0 0 3 2 】

このように、2 つのサイドプレート 2 4、3 4、入り口プレート 2 1 3、出口プレート 2 2 3 及び任意の縦バー 2 5 を備えるサポートフレーム 1 4 は、入り口端 1 1 と出口端 1 2 につながるフローチューブ中央軸 1 3 B に本質的に平行な縦の重心軸を有している。

10

【 0 0 3 3 】

図 2 及び 3 では、前述の、サイドプレート 2 4、3 4 の入り口プレート 2 1 3、出口プレート 2 2 3 及び、縦バー 2 5 への取付けがねじ止めによってできることをねじの頭で示している。また、当業者に良く知られている、他の適切な形の止め方も使うことができる。

【 0 0 3 4 】

トランスデューサ 1 0 が、パイプに永久的には固定されないならば、フローチューブ 1 3 は、好ましくは、それに形成された入り口側第 1 フランジ 1 9 と出口側第 2 フランジ 2 0 を有している。図 1 を参照されたい。フランジ 1 9、2 0 の代わりに、図 2 に示される、トリクランプコネクション (Triclamp connections) と呼ばれるような他のパイプ結合方法が、パイプに永久的には固定しない場合に使用される。しかし、必要ならば、フローチューブ 1 3 は、例えば、溶接、あるいは、蝟着によって、直接パイプに接続することもできる。

20

【 0 0 3 5 】

トランスデューサ 1 0 の動作中に上記摩擦力を生成するために、フローチューブに接続された電気機械励起アセンブリ 1 6 によって駆動されるフローチューブ 1 3 は、所定の周波数、特に、固有共振周波数でいわゆる有用モードで振動させられ、フローチューブは、所定の様子で弾性的に変形する。この共振周波数も流体の密度に依存することに注意されたい。

【 0 0 3 6 】

図示された実施形態では、振動するフローチューブ 1 3 は、曲げモードトランスデューサアセンブリにおいて典型的であるように、静的静止位置から空間的に、特に横方向に偏る。1 以上の屈曲フローチューブが入り口と出口端それぞれに接続する対応する縦軸に関してカンチレバー (片持ち梁) 振動するトランスデューサ、あるいは、1 以上のまっすぐなフローチューブがその縦軸に関して平面曲げ振動のみを行うものにも同じことが言える。

30

【 0 0 3 7 】

トランスデューサ 1 0 が、動径モード (radial mode) トランスデューサアセンブリであり、振動するフローチューブの断面が、例えば、上記 WO - A - 9 5 / 1 6 8 9 7 に記載されている通常の様子で、対称的に変形する場合には、縦方向のフローチューブ軸は、静的静止位置にとどまる。

40

【 0 0 3 8 】

励起アセンブリ 1 6 は、メータ電子系 5 0 から供給される電氣的励起パワー P_{exc} を変換することによって、フローチューブ 1 3 に作用する励起力 F_{exc} を生成する。励起パワー P_{exc} は、ほぼ、機械的及び流体的摩擦による振動系の失われるパワー成分を補償するのみに寄与する。できるだけ高い効率を達成するために、励起パワー P_{exc} は、好ましくは、本質的に、有用モードのフローチューブ 1 3 の振動、例えば、基本共振周波数でのものを維持するように、精密に調整される。

【 0 0 3 9 】

励起力 F_{exc} をフローチューブ 1 3 に伝えるために、図 4 に示された励起アセンブリ 1

50

6は、カンチレバー154とヨーク163を持つ、硬い、電磁的及び/あるいは電気力学的に駆動されるレバー構成15を持っており、カンチレバー154は、フローチューブ13に硬く固定されており、ヨーク163は、フローチューブ13から離れたカンチレバー154の端に硬く取り付けられており、フローチューブの上方に置かれ、横方向に伸びる。

【0040】

カンチレバー154は、例えば、穴にフローチューブ13を受ける、金属ディスクである。レバー構成15のより適した実装方法は、上記米国特許6,006,609を参照されたい。図2より明らかなように、レバー構成15は、ここでは、T型構成であるが、好ましくは、入り口端11と出口端12間の略真中でフローチューブ13に作用するように構成されており、動作中、フローチューブ13は、真中で、最大の横方向の偏りを示すようにされる。

10

【0041】

レバー構成15を駆動するために、図4に示されるように、励起アセンブリ16は、第1の励起コイル26と永久磁石の材質の対応する第1のアマチャー27を備えており、第2の励起コイル36と永久磁石材質の対応する第2のアマチャー37も備えている。これら2つの励起コイル26、36は、好ましくは、直列に電氣的に接続されており、ヨーク163の下でフローチューブ13の両側でサポートフレーム14に固定、特に、非永久的に固定されており、動作中、それぞれ、対応するアマチャー27、37と相互作用するようになっている。必要ならば、2つの励起コイル26、36は、もちろん、並列に接続されても良い。

20

【0042】

図2と4に示されているように、2つのアマチャー27、37は、トランスデューサ10の動作中、アマチャー27に励起コイル26の磁界が侵入し、アマチャー37に励起コイル36の磁界が侵入するような、相互の距離でヨーク163に固定されており、2つのアマチャーは、対応する電気力学的及び/あるいは電磁的力の作用によって動かされるようになっている。

【0043】

励起コイル26、36の磁界によって生成されるアマチャー27、37の動きは、ヨーク163とカンチレバー154によってフローチューブ13に伝達される。アマチャー27、37のこれらの動きは、ヨーク154がその静止位置から、交互に、サイドプレート24の方向と、サイドプレート34の方向に変位させられるようなものである。レバー構成15の対応する回転軸は、フローチューブ13の上記中央軸13Bに平行であり、例えば、カンチレバー154を通っている。

30

【0044】

特に、励起コイル26、36と、以下に述べる、各電磁ブレーキアセンブリ217の部品を保持するために、サポートフレーム14は、更に、電気機械的励起アセンブリ16のためのホルダ29を備えている。ホルダ29は、好ましくは、非永久的に、サイドプレート24、34に接続されている。

【0045】

実施形態のトランスデューサ10においては、入り口端11と出口端12に硬くクランプ止めされている振動するフローチューブ13の横方向の偏りは、内孔13Aを同時に弾性変形させる。この弾性変形は、フローチューブ13のほぼ全長にわたって伸びている。

40

【0046】

更に、レバー構成15を介してフローチューブ13に作用するトルクによって、ねじれが、中央軸13Bの回りに、フローチューブ13に誘起され、同時に、少なくとも、チューブの部分に横方向の偏りを誘起し、後者は、有用モードとして働く、曲げとねじれが混在したモードで振動する。

【0047】

フローチューブ13のねじれにより、フローチューブ13から離れたカンチレバー15

50

4の端の横変位の方向が、フローチューブ13の横方向の偏りの方向と同じか、反対になる。したがって、フローチューブ13は、前者の場合(同じ方向)に対応する、第1の曲げねじれモード、あるいは、後者の場合(反対方向)に対応する、第2の曲げねじれモードでねじれ振動を行うことができる。実施形態によるトランスデューサ10においては、第2の曲げねじれモードの基本共振周波数、例えば、900Hzは、第1の曲げねじれモードのそれより、略2倍高い。

【0048】

フローチューブ13が第2の曲げねじれモードでのみ振動する場合、励起アセンブリ16は、回転軸の位置を安定化させる、渦電流原理に基づく電磁ブレーキアセンブリ217を内蔵するのが有利である。電磁ブレーキアセンブリ217により、フローチューブ13は、常に、第2の曲げねじれモードで振動し、フローチューブ13に影響を与えるいかなる外部要因によっても、自然に他の、特に、第1の曲げねじれモードに変化しなようにすることができる。そのような電磁ブレーキアセンブリの詳細は、米国特許6,006,609に詳細に記載されている。

10

【0049】

この点において、第2の曲げねじれモードにしたがって偏らされたフローチューブ13においては、中央軸13Bがわずかに変形され、振動中この軸が、平面ではなくわずかに曲がった面を広げるようになる。更に、この面内であって、フローチューブの中央軸の中間点で記述される経路曲線は、この中央軸で記述される全ての経路曲線の最小の曲率を有する。

20

【0050】

フローチューブ13の変形を検出するために、トランスデューサ10は、フローチューブ13の振動にしたがって第1の、好ましくはアナログの、センサ信号s1を提供する少なくとも1つの第1のセンサを持つセンサ構成60を備えている。センサ17は、例えば、フローチューブ13に取り付けられた永久磁石材であって、サポートフレーム14に保持されているセンサコイルと相互作用するアマチャーによって形成されている。

【0051】

センサ17に特に適しているセンサのタイプは、電気力学的原理に基づいてフローチューブ13の偏りの速度を検出するものである。加速度測定用の電気力学センサ、変位測定用の抵抗センサ、あるいは、光センサ、あるいは、そのような振動を検出するのに適している、当業者に良く知られている他のセンサを使用することも可能である。

30

【0052】

センサ構成60は、更に、第2のセンサ18、特に、第1のセンサ17と同じであって、フローチューブ13の振動を表す第2のセンサ信号s2を提供する第2のセンサ18を備えている。この実施形態では、2つのセンサ17、18は、フローチューブ13に沿って互いに与えられた距離、特に、フローチューブ13の真中から同じ距離に配置され、センサ構成60が、フローチューブ13の入り口側及び出口側両方の振動を検出し、それぞれ、対応するセンサ信号s1とs2を生成するようになっている。

【0053】

通常、フローチューブ13の瞬間的振動周波数に対応する周波数をそれぞれ持つ、第1のセンサ信号s1と、もしあれば、第2のセンサ信号s2は、図5に示されるように、メータ電子系50に供給される。

40

【0054】

フローチューブ13を振動させるため、励起アセンブリ16は、メータ電子系50から、調整可能な振幅と、調整可能な周波数 f_{exc} の同様な振動励起電流 i_{exc} を受け、動作中、励起コイル26、36は、アマチャー27、37を動かすのに必要な磁界を生成するために、この電流が流れる。励起電流 i_{exc} は、正弦波電流である。

【0055】

本実施形態では、励起電流 i_{exc} の周波数 f_{exc} は、横に振動するフローチューブ13が、できれば第2の曲げねじれモードだけで振動するように選択され、調整される。

50

図5は、図1～4の粘度計に適しているメータ電子系50の好適実施形態を模式的に示したブロック図である。フローチューブ13、励起アセンブリ16及びセンサ構成60は、右に模式的に示されており、励起コイル26は、その記号で表されている。これは、粘度計1の回路グラウンドSNに接続されている。

【0056】

メータ電子系50は、図5において、点線で囲まれている。これらは、二線式プロセス制御ループ2L、以降簡単のためループと呼ぶ、に接続されている。ループ2Lは、例えば、粘度計1からプロセス制御ルーム70に引かれている。そこでは、これは、ループ電流をループ2LとシャントRに供給する、外部電源、例えば、DC電源を直列接続したものに接続されている。後者は、粘度信号が、後段の信号処理回路に供給される電圧降下として流れる2つのテスト端子72、73を有している。電源71は、メータ電子系50に動作に必要な電力を供給する。ループ2Lが、長い間工業測定技術において使用されてきた4～20mA電流規格に従って動作する場合、電源として、0と3.6mAの間の範囲の電流が使用可能である。

【0057】

メータ電子系50では、ループ2Lの2つのワイヤは、供給源71の一般に変化する出力電圧から十分一定の電圧を生成する電圧整流器81が接続されている。この一定電圧は、メータ電子系の全てのサブ回路に恒久的に、あるいは、断続的に供給される。以下を参照。

【0058】

励起アセンブリ16に上記励起電流 i_{exc} を供給するために、メータ電子系50は、図6～11を参照して回路の好適実施形態が説明される励起回路160を備えている。この点において、センサ17の出力信号s1は、励起回路160に供給されることを述べるにとどめる。

【0059】

図5に示されるように、励起回路160は、また、励起回路160が必要な動作データを受け取り、あるいは、励起回路160が内部生成された調整信号、及び/あるいは、パラメータ、特に、トランスデューサに注入される調整された励起電流 i_{exc} 及び/あるいは励起電力 P_{exc} についての情報を送信する、評価回路90のマイクロプロセッサ91とつながっている。マイクロプロセッサ91に加えて、あるいは、マイクロプロセッサ91の代わりに評価回路90は、測定及び動作データを生成するデジタル信号プロセッサを持って良い。

【0060】

評価回路90により生成され、受信される、測定及び動作データは、例えば、揮発性のデータメモリ92に格納される。

本発明の好適実施形態では、センサ信号s1は、評価回路90に直接に送られもする。ここでは、アナログ-デジタル変換器93によってデジタル化された後の信号は、粘度値Xを供給するマイクロプロセッサ及び/あるいは、信号プロセッサ91に供給される。マイクロプロセッサ及び/あるいは、信号プロセッサ91は、システムクロック生成器66、及び、これに関連する監視(watchdog)及びリセット段65を有する。

【0061】

デジタル粘度値Xを供給するデジタル-アナログ変換器99の後段の、電流整流器96により、メータ電子系50は、粘度値Xをループ2Lを流れる電流の振幅に変調する。あるいは、瞬間的粘度値Xに従って、ループ電流の振幅を調整することによって、メータ電子系50は、ループ2Lに測定された粘度値Xに対応する粘度信号を供給する。

【0062】

本発明の他の好適実施形態においては、メータ電子系50は、更に、粘度値Xと、たとえば、内部メータパラメータを、ループ2Lに伝送可能なように変換し、これらの信号を後者に送り、ループ2Lを介してメータの外部から送られてくるメータパラメータを受信する通信インターフェース97を備えている。通信インターフェース97は、例えば、

10

20

30

40

50

信号キャリアとして、F S K符号化された高周波数の交流電圧を用いるHART (コピーライト) Communication Foundation, Austin TXのHART (コピーライト) フィールドコミュニケーションに従ったインターフェースである。

【0063】

本発明の更なる好適実施形態では、メータ電子系50は、ループ2Lと接続したエネルギー貯蔵部を少なくとも1つ備える。図5において、これらの内の2つ、特に、エネルギー貯蔵部82、83が示されている。そのようなエネルギー貯蔵部によれば、メータ電子系50に要求される電力は、特に、ループ2Lに現在利用可能な電力がメータ電子系50を動かすのに十分でない場合、少なくとも部分的に、及び/あるいは、少なくとも一時的に、利用可能とすることができる。

10

【0064】

エネルギー貯蔵部82は、常に、電圧整流器81と評価回路90の両方に接続され、必要に応じて、充電したり放電したりする。あるいは、エネルギー貯蔵部83は、放電に割り込みを入れることができるようにするためのスイッチを介して励起回路160に接続する。

【0065】

本発明の更なる好適実施形態においては、メータ電子系50の電力要求、すなわち、電力消費、が可変で、現在得られる電力に適用させることができる。メータ電子系50の電力要求の変化は、例えば、現在使える電力に従って、あるいは、クロックパルスによって、制御することができる。電力消費を制御するために、メータ電子系50は、例えば、マイクロプロセッサ及び/あるいは、信号プロセッサ91によって実装される制御回路84を備える。

20

【0066】

電力要求の制御は、例えば、電力消費を下げるために、制御回路84が一時的に励起回路160及び/あるいは、評価回路90の電源を落とすように構成することによって、達成できる。「評価回路90の電源を落とす」というのは、例えば、少なくとも、エネルギー貯蔵部を制御する、あるいは、評価回路を再起動するのに必要な機能が動作中であり、再起動後、評価回路90の動作に必要な測定データ及び/あるいは、動作パラメータが、データメモリ、例えば、揮発性のデータメモリ92に残っているような低い電力消費状態に、評価回路90が切り換えられることである。励起回路は、例えば、完全に電源を落として、止めることもできる。

30

【0067】

図6は、本発明の第1の変形例に従った、励起回路20の実施形態の回路図を一部ブロック図の形態を取って示す図である。復調段pdは、入力信号として、センサ信号あるいは、これらの合計を受信する。従って、復調段pdは、入力を速度あるいは変位センサ、単に「センサ」と呼ぶ、の1つに接続する。これは、センサ17である。復調段は、チューブの振動の振動振幅を決定する。更に、段pdは、振動するチューブの検出された振動振幅を表す出力信号を生成するように動作する。従って、本発明の好適実施形態においては、復調段pdは、該入力信号のためのピーク検出器を備える。ピーク検出器の代わりに、入力信号と同相の基準信号によるクロックで動作するロックイン増幅器を、復調段pdの入力信号の振幅を検出するのに使用できる。

40

【0068】

比較段saの第1の入力は、復調段pdの出力と接続されている。比較段saの第2の入力は、フローチューブ1、2の振動の振幅を特定する調整可能な基準信号Srとして受け取る。比較段saは、復調段pdの出力信号の基準信号Srからの偏差を決定する。この偏差は、検出された振幅と基準信号Srによって特定される所定の振幅の単純な差を用いて、絶対誤差として、あるいは、検出されたものと、所定のものの振幅の比を用いて、相対誤差として決定される。

【0069】

振幅変調段amの第1の入力は、復調段pdへの入力信号を受信し、第2の入力は、比

50

較段 s_a からの出力信号を受信する。振幅変調段 a_m は、復調段の入力信号を比較段からの出力信号で変調する。この目的のため、好適実施形態では、振幅変調段 a_m は、図 7 に示されるように、単純な乗算回路 m を備える。

【0070】

センサ信号、あるいは、2つのセンサ信号の合計、あるいは、それらに比例したそれぞれの信号、以下を参照、は、キャリア信号であり、比較段 s_a からの出力信号は、変調信号であり、これは、少なくともゆっくりと変化する。これは、フローチューブ、あるいは、フローチューブ 1, 2 の瞬間的振動振幅の、基準信号 S_r によって特定される振動振幅からの偏差を表す。

【0071】

更に、振幅変調段 a_m は、励起アセンブリ 16 に供給される駆動信号を生成するように動作する。従って、振幅段 a_m は、比較段からの出力信号で変調された入力信号を増幅する出力段 p_s を備える。

【0072】

図 7 は、本発明の第 2 の変形例に従った励起回路 20 の実施形態の回路図であり、一部ブロック図の形で示す図である。図 7 の実施形態は、図 6 のそれと比べて、図 6 の振幅変調段 a_m が、外部 AC 信号によるクロックで動くパルス幅変調器 p_m を備えるパルス幅変調段 $p_w m$ に置き換えられている点でことになっている。図 7 に示されるパルス幅変調器 p_m は、一定の正の第 1 DC 電圧 $+U_1$ で動作し、グラウンド SN に接続される。

【0073】

パルス幅変調器 p_m の第 1 の入力、これは、キャリア信号入力であるが、復調段 p_d の入力信号を受信する。従って、この第 1 の入力は、センサの 1 つに接続される。図 7 では、これは、やはりセンサ 17 である。

【0074】

パルス幅変調器 p_m の第 2 の入力、これは、変調信号入力であるが、比較段 s_a からの出力信号を受信する。パルス幅変調器 p_m の出力は、励起アセンブリ 16 の駆動信号を供給する出力段 p_s' によって調整される。この駆動信号は、復調段 p_d の入力信号の信号周波数をクロックとしている方形波信号であり、比較段 s_a からの出力信号で変調されたパルス幅を有する。

【0075】

図 8 は、本発明の第 3 の変形例に従った、励起回路 20 の実施形態の回路図を一部ブロック図として示した図である。図 8 の実施形態は、図 6 のそれと比べ、図 6 の乗算器 m が、比較器 k_k と、励起アセンブリ 16 において切り替えられた励起電流を駆動するための少なくとも 1 つの供給電圧を供給する DC/DC コンバータ DC に置き換えられている点で異なる。

【0076】

供給電圧の振幅は、比較段 s_a からの出力信号に依存し、一定ではないとみなさなくてはならない。この供給電圧に依存して、励起電流は、バイポーラあるいはユニポーラ電流となる。

【0077】

従って、図 8 に示される実施形態では、 DC/DC コンバータ DC は、正の第 1 の電位 $+u$ と負の第 2 の電位 $-u$ を有する供給電圧を供給する。 DC/DC コンバータ dc の制御入力は、比較段 s_a からの出力信号を受信する。出力段 p_s'' は、比較器 k_k の出力に端で接続される。これは、 DC/DC コンバータ dc からの電位 $+u$ 、 $-u$ の供給を受け、励起アセンブリ 16 に供給する。比較器 k_k は、一定の DC 電圧 $+U_1$ で動作し、グラウンド SN に接続される。比較器 k_k の入力は、ピーク検出器 p_d への入力信号を受信する。従って、比較器 k_k はセンサの 1 つに端で接続される。図 8 においては、これは、やはりセンサ 17 である。

【0078】

図 5 ~ 8 において、センサ 17、18 からの信号の 1 つではなくて、これらの信号の合

10

20

30

40

50

計がピーク検出器 $p d$ と乗算器 m あるいは、パルス幅変調器 $p m$ あるいは比較器 $k k$ に供給されることが、点線で示されている。この場合、これらのセンサ信号は、加算器 s を通る。

【0079】

図5～8は、更に、本発明の励起回路の好適な改良を構成する、点線で表されるサブ回路を含んでいる。

ある改良においては、振幅変調段 $a m$ は、入力信号のためのプリアンプ $v v$ を有する。プリアンプ $v v$ は、ピーク検出器とロックイン増幅器の先にそれぞれ接続される。

【0080】

励起回路20の改良においては、アンプ v は、乗算器 m に与えられる前に、比較段 $s a$ からの出力信号を増幅する。このようなアンプは、正転入力がグラウンド $S N$ に接続され、反転入力がドロッピング抵抗 $w v$ を介して比較段 $s a$ の出力に、シャント抵抗 $w s$ を介してアンプ出力に接続される、オペアンプ $o p$ である。このように配線されたオペアンプ $o p$ は、図5～8の右上に示されている。

10

【0081】

励起回路20の更なる改良においては、積分アンプ $v i$ は、乗算器 m に与えられる前に、比較段 $s a$ からの出力信号を増幅し、積分する。このようなアンプは、正転入力がグラウンド $S N$ に接続され、反転入力がドロッピング抵抗 $w v'$ を介して比較段 $s a$ の出力に、シャント抵抗 $w s'$ の直列接続とキャパシタ k を介してアンプ出力に接続される、オペアンプ $o p'$ である。このように配線されたオペアンプ $o p'$ は、図5～8の右側中段に示されている。

20

【0082】

励起回路20の他の改良によれば、微分積分アンプ $v d$ は、乗算器 m に与えられる前に、比較段 $s a$ からの出力信号を増幅し、微分し、積分する。このようなアンプは、正転入力が、グラウンド $S N$ に接続され、反転入力が、ドロッピング抵抗 $v w''$ の並列接続と第1のキャパシタ $k 1$ を介して比較段 $s a$ の出力に、シャント抵抗 $w s''$ の直列接続と第2のキャパシタ $k 2$ を介してアンプ出力に接続されるオペアンプ $o p''$ である。このように配線されたオペアンプ $o p''$ は、図5～8の右下に示されている。

【0083】

図5～8の矢印は、各アンプ v 、 $v i$ 、 $v d$ が、それぞれ比較段 $s a$ の出力と振幅変調段 $a m$ の第2の入力の間あるいは、比較段 $s a$ の出力とパルス幅変調段 $p w m$ の変調信号入力の間にある、点線で示される領域 q の場所に配置されなければならないことを示す。

30

【0084】

図5～8の各サブ回路の機能が、適切なアナログあるいはデジタルサブ回路によって実装されることは本発明の範囲内である。すなわち、例えば、適切にプログラムされたマイクロプロセッサを備える後者の場合、後者に与えられる信号は、アナログ-デジタル変換されなくてはならず、出力信号は、デジタル-アナログ変換されなければならない。

【0085】

図9は、図6に示される振幅変調段 $a m$ に設けられる出力段 $p s$ の第1の好適実施形態の模式的回路図である。

40

オペアンプ $o v$ は、正の一定 $D C$ 電圧 $+ U$ と負の一定 $D C$ 電圧 $- U$ で動作し、以下のように配線される。反転入力は、第1の抵抗 $w 1$ を介してグラウンド $S N$ に接続され、正転入力は第2の抵抗 $w 2$ を介して乗算器 m の出力に接続される

オペアンプ $o v$ の出力は、第3の抵抗器 $w 3$ を介して変圧器 $t f$ の1次巻線の第1の端子 $p p 1$ に接続される。1次巻線の第2の端子 $p p 2$ は、グラウンド $S N$ に接続される。変圧器 $t f$ は、2つの端子 $s p 1$ 、 $s p 2$ が励起アセンブリ16に接続される、2次巻線も持っている。

【0086】

1次巻線は、 $N 1$ 回巻きであり、2次巻線は $N 2$ 回巻きである。変圧器 $t f$ は、ステップアップ変圧器であり、巻線比が $N 1 / N 2$ 、例えば、 $20 : 1$ となっている。

50

オペアンプ $o v$ の反転入力は、第 4 の抵抗 $w 4$ を介して、1 次巻線の第 1 の端子 $p p 1$ に接続される。反転出力は、第 5 の抵抗 $w 5$ を介して出力に接続される。

【 0 0 8 7 】

5 つの抵抗 $w 1$ 、 $w 2$ 、 $w 3$ 、 $w 4$ 、 $w 5$ は、それぞれ、抵抗値 $R 1$ 、 $R 2$ 、 $R 3$ 、 $R 4$ 、 $R 5$ を持つ。値 $R 1$ は、値 $R 2$ と等しく選ばなければならない。値 $R 4$ は、値 $R 5$ と等しく選ばなければならない。 u_m が乗算器 m の出力電圧とすると、励起アセンブリ 1 6 に流れる交流電流 i は、

【 0 0 8 8 】

【 数 1 】

$$i = u_m \cdot \frac{R5}{R1 \cdot R3} \cdot \frac{N1}{N2}$$

10

で与えられる。

図 1 0 は、図 7 に示されるパルス幅変調段 $p w m$ に設けられる出力段 $p s'$ の第 2 の好適実施形態の模式的回路図である。相補プッシュプル段である、出力段 $p s'$ のこの実施形態の「コア」は、P チャネルエンハンスモードインスレイテッド電界効果型トランジスタ P と N チャネルエンハンスモードインスレイテッド電界効果型トランジスタ N の制御された電流経路の直列接続である。以降、単にトランジスタと呼ぶ。

20

【 0 0 8 9 】

励起アセンブリ 1 6 は、制御された電流経路の接合点に接続される。各制御された電流経路は、各トランジスタのより正である点に接続された各カソードと共に、保護ダイオード $d n$ 、 $d p$ によって分路される。

【 0 0 9 0 】

直列接続の P トランジスタ側端は、一定の正の第 2 の DC 電圧 $+ U 2$ に接続され、その N トランジスタ側端は、対応する負の DC 電圧 $- U 2$ に接続される。トランジスタ N、P のゲートは、互いに接続され、比較器 $k k'$ の出力に接続される。比較器 $k k'$ の正転入力は、パルス幅変調器 $p m$ の出力に接続される。図 7 参照。

【 0 0 9 1 】

比較器 $k k'$ の反転入力は、抵抗 $r 1$ と抵抗 $r 2$ からなる電圧分圧器のタップに接続される。抵抗 $r 1$ 、 $r 2$ は、同じ値で、正の DC 電圧 $+ U 1$ とグラウンド $S N$ の間に接続される。抵抗 $r 1$ 、 $r 2$ と比較器 $k k'$ は、パルス幅変調器 $p m$ の出力信号を、DC 電圧 $+ U 1$ の半分の値に対してバランスさせる。

30

【 0 0 9 2 】

従って、励起アセンブリ 1 6 は、センサ 1 7 からの出力の、あるいは、センサ 1 7、1 8 からの出力信号の合計の正から零にクロスする各点における正の電流パルスと、センサ 1 7 からの出力の、あるいは、センサ 1 7、1 8 からの出力信号の合計の負から零にクロスする各点における負の電流パルスとを受信する。これらの電流パルスの各継続時間は、基準信号 $S r$ によって指定される、フローチューブあるいは、フローチューブ 1、2 の振動振幅になるように、自動的に自分で調整する。

40

【 0 0 9 3 】

図 1 1 は、図 8 に示される振幅変調段 $a m$ に設けられる出力段 $p s''$ の第 3 の好適実施形態の模式的回路図である。図 1 0 と同様に、相補的プッシュプル段である、出力段 $p s''$ のこの実施形態の「コア」は、P チャネルエンハンスモードインスレイテッド電界効果型トランジスタ P と N チャネルエンハンスモードインスレイテッド電界効果型トランジスタ N の制御された電流経路の直列接続である。以降、単にトランジスタと呼ぶ。

【 0 0 9 4 】

励起アセンブリ 1 6 は、制御された電流経路の接合点に接続される。各制御された電流経路は、各トランジスタのより正である点に接続された各カソードと共に、保護ダイオ-

50

ド d n '、d p ' によって分路される。

【 0 0 9 5 】

直列接続の P トランジスタ側端は、比較段 s a からの出力信号に依存する、正の D C 電圧 + u に接続され、その N トランジスタ側端は、比較段 s a からの出力信号に依存する負の D C 電圧 - u に接続される。トランジスタ N '、P ' のゲートは、互いに接続され、比較器 k k " の出力に接続される。比較器 k k " の正転入力は、比較器 k k の出力に接続される。図 8 参照。

【 0 0 9 6 】

比較器 k k " の反転入力は、抵抗 r 3 と抵抗 r 4 からなる電圧分圧器のタップに接続される。抵抗 r 3、r 4 は、同じ値で、一定の正の第 1 の D C 電圧 + U 1 とグラウンド S N の間に接続される。抵抗 r 3、r 4 と比較器 k k " は、比較器 k k の出力信号を、D C 電圧 + U 1 の半分の値に対してバランスさせる。

10

【 0 0 9 7 】

従って、励起アセンブリ 1 6 は、センサ 1 7 からの出力信号の、あるいは、センサ 1 7、1 8 からの出力信号の合計の各正の半周期の間に正の電流パルス、センサ 1 7 からの出力信号の、あるいは、センサ 1 7、1 8 からの出力信号の合計の各負の半周期の間に負の電流パルスを受信する。これらの電流パルスの各振幅は、D C 電圧 + u、- u に依存し、従って、比較段 s a からの出力信号に依存し、基準信号 S r によって決定される、フローチューブあるいはフローチューブ 1、2 の振動振幅を自動的に自分で調整するようになる。

20

【 0 0 9 8 】

D C 電圧 + U 1、+ U 2、- U 2 は、二線式プロセス制御ループによって得られる電力に基づいて、通常の方法で生成される。2 つの正の D C 電圧 + U 1、+ U 2 ではなくて、単一の正の D C 電圧のみを用いることも可能である。

【 0 0 9 9 】

本発明では、前記二線式プロセス制御ループは、好ましくは、測定信号と共に、特に、例えば、4 ~ 2 0 m A の規格範囲の電流であるところの直流でもある、D C 供給電流を伝送する。他方、測定信号は、好ましくは、二線式プロセス制御ループがフィールドバスに接続できるよう、デジタル信号である。

【 0 1 0 0 】

本発明の励起回路とフローチューブあるいはフローチューブ 1、2 は、フローチューブあるいはフローチューブ 1、2 の励起振動の機械的共振周波数と、基準信号 S r によって決定されるこれらの振動の振幅の両方に自分で電氣的に調整する自動制御システムを表す。

30

【 0 1 0 1 】

従って、これまで使用してきた励起回路は、電氣的に共振周波数と振動振幅を制御する振幅制御段とフェーズロックループ (P L L) を備えていたが、必須ではない。従来の励起回路は、多くの部品点数のみではなく、二線式メータで得られるよりも多くの電力を必要とする。

【 0 1 0 2 】

本発明の励起回路 2 0 は、部品点数がほんのわずかなので、その全電力散逸はほとんど無視でき、利用できる低電力でも、励起のためにほぼ完全に利用できる。

40

本発明は、図面や前述の説明において詳細に示され、記載されたが、そのような図示や記載は、性質上例示であって、限定的であるとは考えられるべきではなく、ただ例示的な実施形態が示され、記載され、ここに記載された本発明の思想と範囲の中の全ての取替えや変更は保護されるべきであることを理解されたい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 3 】

【 図 1 】 粘度値を示す粘度計の概観図である。

【 図 2 】 図 1 の粘度計に適している振動型トランスデューサの実施形態の部分的に断面を

50

示す第 1 の概観図である。

【図 3】図 2 のトランスデューサの第 2 の概観図である。

【図 4】図 2 のトランスデューサ用の電気機械的励起アセンブリの実施形態を示す図である。

【図 5】図 1 ~ 図 4 の粘度計に適しているメータ電子系の好適実施形態を模式的に示すブロックダイアグラムである。

【図 6】第 1 の好適励起回路の実施形態の部分的にブロックダイアグラムとなっている回路図である。

【図 7】第 2 の好適励起回路の実施形態の部分的にブロックダイアグラムとなっている回路図である。

【図 8】第 3 の好適励起回路の実施形態の部分的にブロックダイアグラムとなっている回路図である。

【図 9】図 6 の励起回路の好適出力段の実施形態の回路図である。

【図 10】図 7 の励起回路の好適出力段の実施形態の回路図である。

【図 11】図 8 の励起回路の好適出力段の実施形態の回路図である。

【図 1】

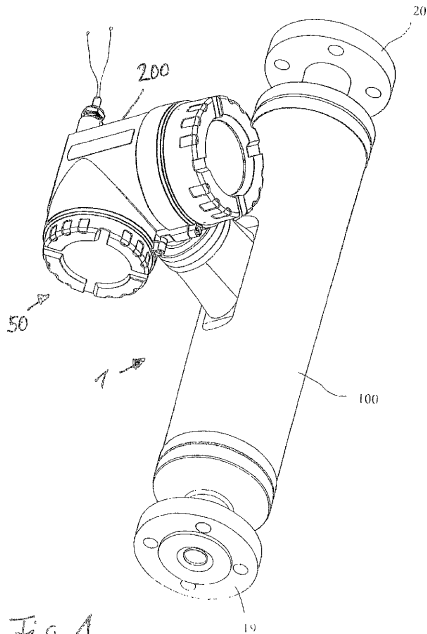


Fig. 1

【図 2】

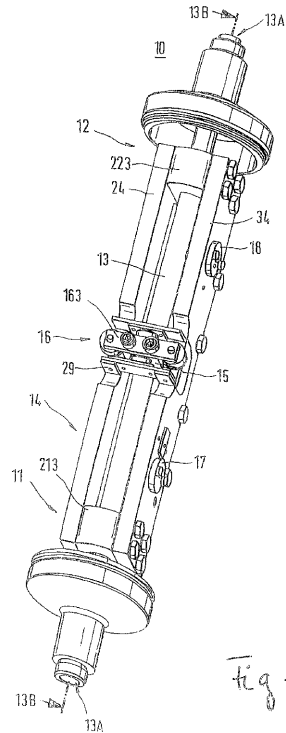
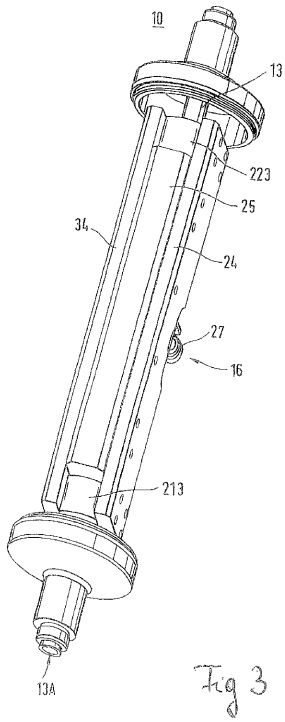
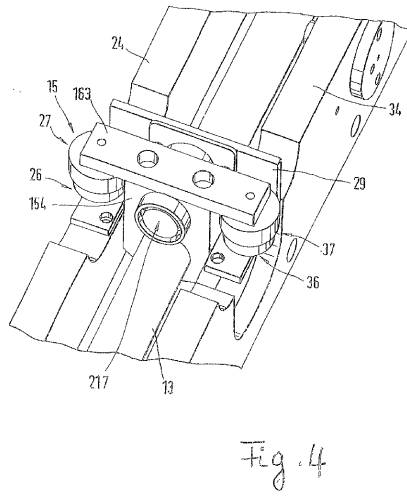


Fig. 2

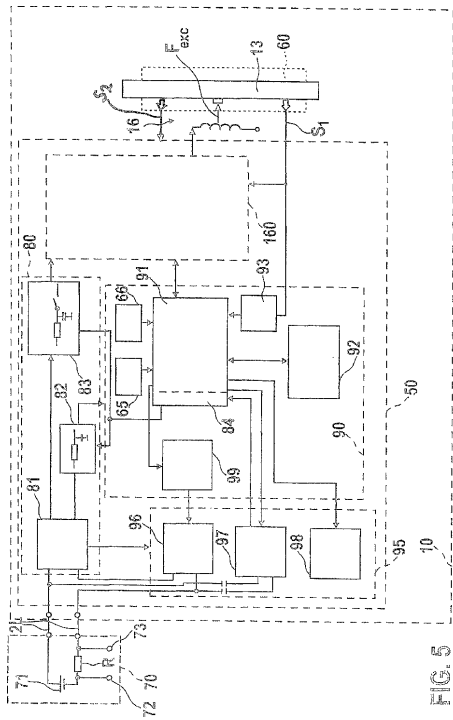
【 図 3 】



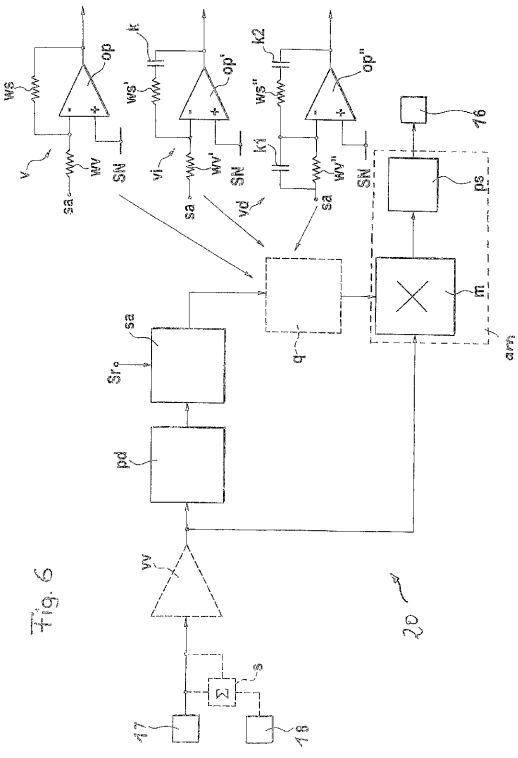
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

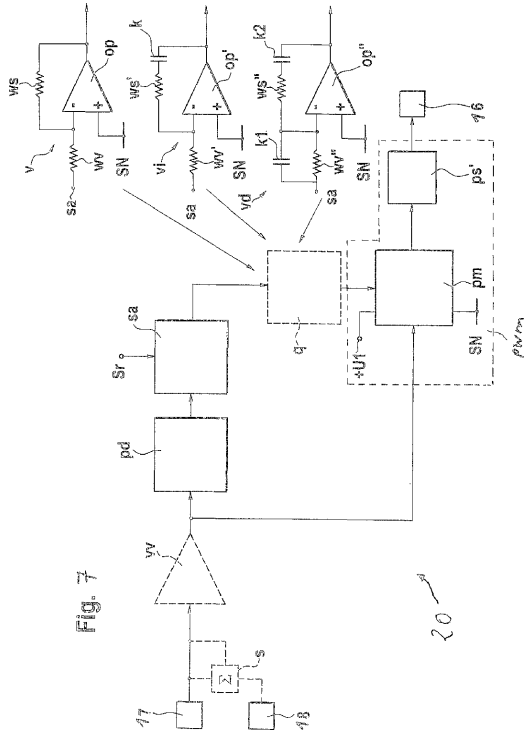


Fig. 7

【 図 8 】

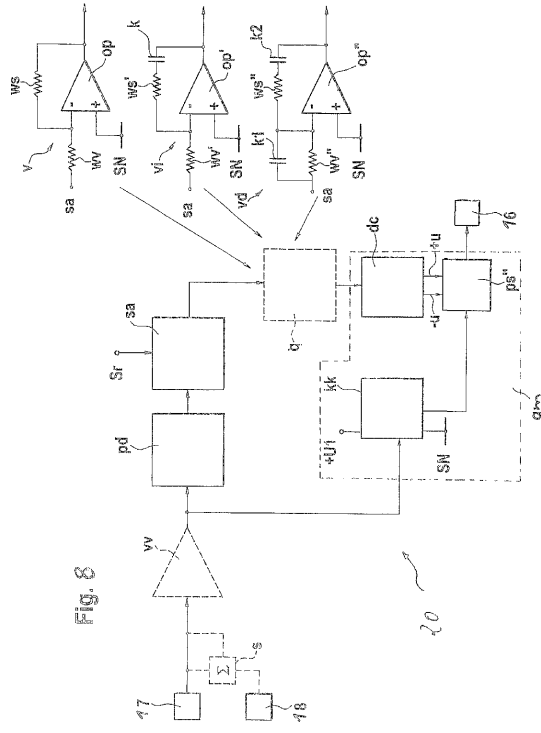
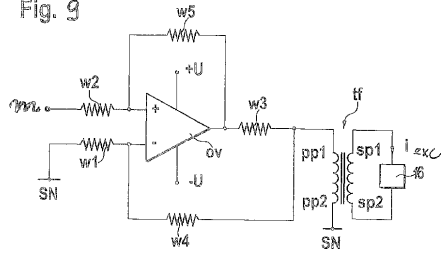


Fig. 8

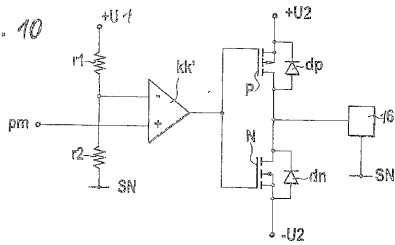
【 図 9 】

Fig. 9



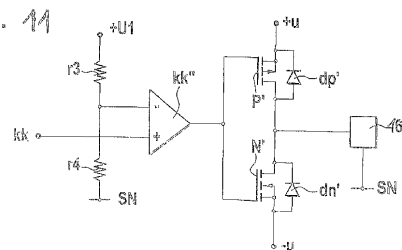
【 図 10 】

Fig. 10



【 図 11 】

Fig. 11



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 01125775.5

(32)優先日 平成13年10月29日(2001.10.29)

(33)優先権主張国 欧州特許庁(EP)

(72)発明者 マット, クリティアン

スイス連邦共和国, アエシュ CH - 4147, セイント - ヤコブ - シュトラーセ 64

(72)発明者 リーデーア, アルフレート

ドイツ連邦共和国, 84034 ラントシュット, ブーヘンシュトラーセ 9

審査官 高見重雄

(56)参考文献 米国特許第04420753(US, A)

米国特許第05907292(US, A)

欧州特許出願公開第01154254(EP, A1)

米国特許第04524610(US, A)

特開昭53-105110(JP, A)

特開2001-153695(JP, A)

国際公開第01/029519(WO, A1)

特開2000-018995(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 11/16