

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5589070号  
(P5589070)

(45) 発行日 平成26年9月10日(2014.9.10)

(24) 登録日 平成26年8月1日(2014.8.1)

(51) Int.Cl. F1  
G01F 1/84 (2006.01) G01F 1/84

請求項の数 15 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-514927 (P2012-514927)	(73) 特許権者	500205770
(86) (22) 出願日	平成21年6月10日 (2009.6.10)		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2012-529652 (P2012-529652A)		アメリカ合衆国 80301 コロラド州
(43) 公表日	平成24年11月22日 (2012.11.22)		ボルダー ウィンチェスター サークル
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/046852		7070
(87) 国際公開番号	W02010/144083	(74) 代理人	110000556
(87) 国際公開日	平成22年12月16日 (2010.12.16)		特許業務法人 有古特許事務所
審査請求日	平成24年2月13日 (2012.2.13)	(72) 発明者	ヴァン クレーブ, クレイグ プレイナード
			アメリカ合衆国 80540 コロラド
			ライオンズ ステージコーチ トレイル
			2921 ピー.オー. ボックス 1382

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ケースを振動式フローメーターと結合するための方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

振動式フローメーター(205)であって、  
第一の端部(211)および第二の端部(212)を有しているフロー導管(210)と、

前記フロー導管(210)の少なくとも一部分を取り囲んでいるケース(300)と、  
第一のケースコネクタ(290)とを備えており、

前記第一のケースコネクタが、前記フロー導管(210)の前記第一の端部(211)と結合されている第一の部分(295)と、前記第一の部分(295)から半径方向に延び、前記ケース(300)と結合されている1つ以上の変形可能部材(292、293、294)とを有し、

前記1つ以上の変形可能部材(292、293、294)が、該変形可能部材(292、293、294)の平面に対して平行な方向および前記フロー導管(210)の回転軸線(X)に対して平行な方向に沿った前記フロー導管(210)の運動は制限するものの、前記回転軸線(X)を中心とした前記フロー導管(210)の回転は可能とするように構成されてなる、振動式フローメーター(205)。

【請求項2】

前記フロー導管(210)の前記第二の端部(212)と結合されている第一の部分(295')と、前記第一の部分(295')から半径方向に延び、前記第二の端部(212)が導管軸線(X)を中心として回転することができるようにケース(300)と結合

10

20

されている1つ以上の変形可能部材(292'、293'、294')とを有している第二のケースコネクタ(290')をさらに備えてなる、請求項1に記載の振動式フローメーター(205)。

【請求項3】

前記導管(210)および被駆動部材(250)と結合されるベース(260)をさらに備えており、前記導管(210)および前記被駆動部材(250)の運動のバランスを取るため、前記ベース(260)が、実質的に静止状態、前記導管と実質的に同調して運動している状態、または前記被駆動部材(250)と実質的に同調して運動している状態の間で切り替わるように構成されてなる、請求項2に記載の振動式フローメーター(205)。

10

【請求項4】

前記ベース(260)を前記導管(210)の前記端部(211、212)と結合する一対のコネクター(270、271)と、前記導管(210)と結合される一対のフランジ(106)とをさらに備えており、前記第一のケースコネクタ(290)および前記第二のケースコネクタ(290')が前記フランジ(106)と前記コネクター(270、271)との間で前記導管(210)を支えるよう構成されてなる、請求項3に記載の振動式フローメーター(205)。

【請求項5】

1つ以上の前記変形可能部材(292、293、294)が、隣接する前記変形可能部材から角度だけ分離され、該角度が180度未満である、請求項1に記載の振動式フローメーター(205)。

20

【請求項6】

前記第一の部分(295)が、前記フロー導管(210)の前記端部(211)の少なくとも一部を受けるとして構成されている中央ハブを構成してなる、請求項1に記載の振動式フローメーター(205)。

【請求項7】

振動式フローメーター(210)用のケースコネクタ(290)であって、  
フロー導管の少なくとも一部と結合するように構成されている第一の部分(295)と

前記第一の部分(295)から半径方法に延び、ケース(300)と結合するように構成されている1つ以上の変形可能部材(292、293、294)とを備え、

30

前記1つ以上の変形可能部材が、フロー導管(210)の回転軸(X)に対して平行な前記変形可能部材の平面内での運動に対して抵抗し、該平面に対して垂直な方向の運動時には部分的に変形するように構成されてなる、ケースコネクタ(290)。

【請求項8】

1つ以上の前記変形可能部材(292、293、294)が、隣接する前記変形可能部材から角度だけ分離され、該角度が180度未満である、請求項7に記載のケースコネクタ(290)。

【請求項9】

前記第一の部分(295)が、前記フロー導管(210)の前記端部(211)の少なくとも一部を受けるとして構成されている中央ハブを構成してなる、請求項7に記載のケースコネクタ(290)。

40

【請求項10】

第一の端部および第二の端部を有しているフロー導管と、該フロー導管の少なくとも一部を取り囲んでいるケースとを備えている振動式フローメーターのバランスを取る方法であって、

第一のケースコネクタの第一の部分を前記フロー導管の前記第一の端部と結合するステップと、

前記第一のケースコネクタの第一の部分から延びる1つ以上の変形可能部材を、前記第一の端部が導管軸線を中心として回転することができるように前記ケースと結合するステ

50

ップと、

前記第一のケースコネクトを用いて、前記変形可能部材の平面に対して平行な方向および前記フロー導管の回転軸線に対して平行な方向に沿った前記フロー導管の運動は制限するものの、前記回転軸線を中心として前記フロー導管が回転することは可能とするステップと

を有する、方法。

【請求項 1 1】

第二のケースコネクトの第一の部分を前記フロー導管の前記第二の端部と結合するステップと、前記第二のケースコネクトの第一の部分から延びている 1 つ以上の変形可能部材を、前記第二の端部が前記導管軸線を中心として回転することができるように前記ケースと結合するステップとを有する、請求項 1 0 に記載の方法。

10

【請求項 1 2】

ベースを前記導管および被駆動部材と結合するステップをさらに有しており、前記導管および前記被駆動部材の運動のバランスを取るため、前記ベースが、実質的に静止状態、前記導管と実質的に同調して運動している状態、または前記被駆動部材と実質的に同調して運動している状態の間で切り替わる、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

一对のコネクターを用いて、前記ベースを前記第一の端部および前記第二の端部と結合するステップと、一对のフランジを、前記第一のケースコネクトおよび前記第二のケースコネクトが前記導管を前記フランジと前記コネクターとの間で支えるように、前記導管と結合するステップとを有する、請求項 1 2 に記載の方法。

20

【請求項 1 4】

1 つ以上の前記変形可能部材が、隣接する前記変形可能部材から角度 だけ分離され、該角度 が 1 8 0 度未満である、請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記第一の部分が、前記フロー導管の前記端部の少なくとも一部を受けるとともに構成されている中央ハブを有する、請求項 1 0 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、振動式フローメーターに関するものであり、とくにケースを振動式フローメーターと結合するための方法および装置に関するものである。

30

【背景技術】

【0 0 0 2】

たとえばデンシトメーターおよびコリオリフローメーターの如き振動式フローメーターは、密度、質量流量、体積流量、総合質量流量、温度、他の情報などの如き流動物質の特性を測定するために用いられている。振動式フローメーターは、1 つ以上の導管を備えている。1 つ以上の導管は、たとえば直線形状、U 字形状または異形状の如きさまざまな形状を有することが可能である。

【0 0 0 3】

1 つ以上の導管は、たとえば単純曲げモード、ねじれモード、ラジアルモードおよび結合モードを含む一組の固有振動モードを有している。流動物質の特性を求めるためには、1 つ以上の導管がこれらのモードのうちの一つのモードで少なくとも 1 つのドライバーにより共振周波数で振動させられる。1 つ以上のメーター電子機器は、正弦波駆動信号を少なくとも 1 つのドライバーへ送信するようになっている。このドライバーは、通常マグネット/コイルを組み合わせたものであって、マグネットは導管に固定され、コイルは取付構造体または他の導管に固定されている。ドライバー信号により、ドライバーがドライブモードでかつドライブ周波数で 1 つ以上の導管を振動させる。たとえば、ドライバー信号はコイルに送信される周期的な電流であってもよい。

40

【0 0 0 4】

50

少なくとも一つのピックアップが、導管の振動を検出し、振動する導管の運動を表す正弦波ピックアップ信号を生成する。通常、ピックアップはマグネット/コイルを組み合わせたものであり、通常、このマグネットは導管に固定され、コイルは取付け構造体または他の導管に固定されている。ピックアップ信号は、1つ以上の電子機器へ送信される。1つ以上の電子機器は、周知の原理に従って、流動物質の特性を求めるために、または必要ならばドライバ信号を調節するためにこれらのピックアップ信号を用いてもよい。

#### 【0005】

通常、振動式フローメーターには、本来的にバランスのとれたシステムを形成するために、互いに反対方向に向けて振動する2つの振動導管が設けられている。したがって、各導管からの振動は、振動力またはトルク力が接続している構造体に伝達されるのを防止するように互いに相殺しあう。同様に、2つの振動導管が用いられる場合、取付け構造体の振動はフローメーター内で相殺される。というのは、通常ピックアップはフローチューブ間の相対運動しか測定せず、また、外部から誘発される振動は両方のチューブを等しく振動させる傾向があるからである。しかしながら、圧力降下または詰まりなどの問題によりデュアル(2重)導管型が望ましくない用途も存在する。このような状況では、シングル(単一)導管型の方が望ましい場合もある。

#### 【0006】

しかしながら、シングル導管型システムが望ましいものであっても、シングル導管型システムには固有のインバランス(不均衡)問題というものが存在する。この問題を解決する方法では、たとえばダミーチューブまたはバランス棒を含むバランス構造体の運動を用いてシステムのバランスを取ることが必要となる。しかしながら、チューブ内の流体を含むチューブの総質量は、チューブ内の流体の密度が変わるに従って変わるために、これらの技術では、インバランス問題の解決にあたって、限られた成功しかおさめられていない。

#### 【0007】

図1には、従来のシングル導管型振動式フローメーターが示されている。図示されているように、このフローメーターはバランス棒102を取り囲んでいるケース106を備えている。バランス棒102は、シリンダ形状であり、導管101を取り囲んでいる。導管101はアクティブ部分109および非アクティブ部分110、110'を有しており、これらは、バランス棒102の接続リング103、104により規定される。非アクティブ部分110、110'は、ケース106の端部107、108を越えてフランジ(図示せず)まで延びている。導管101は、ケース端部107の開口部に接続されている入力端部111と、ケース端部108の開口部に接続されている出力端部112とを有している。

#### 【0008】

使用時、導管101とバランス棒102とはドライバDにより逆位相で振動される。物質が流れている場合、この具体例における導管101の振動は、導管101内にコリオリ応答を誘発し、これは、ピックアップセンサーLPO、RPOによって検出される。ピックアップセンサー間の位相変位は、流動物質に関する情報を表わしている。速度センサーの信号出力は、リード線122、124によってメーター電子機器回路125に加えられ、メーター電子機器回路125は、この信号を処理し、たとえば質量流量、密度、粘度などの如き流動物質に関する所望な情報を導出するようになっている。

#### 【0009】

振動式フローメーターは、異なる密度、温度および粘度の物質を含む広範囲の動作条件にわたって正確な情報を提供することが必要である。このことを達成するため、フローメーターは、ある範囲の条件にわたって安定して動作することが望ましい。このような安定性を達成するために、フローメーターの振動をアクティブ導管部分およびバランスシステムに特定化(限定)することが望ましい。というのは、振動システム外の振動は、フローメーターの振動によって引き起こされるものであろうとまたはポンプの如き他のソースからのものであろうと、流動物質のフロー特性を求めるために用いられるコリオリ加速度に

10

20

30

40

50

加えて、さらなる加速度を流動物質に対して加えてしまうからである。外部振動は、アクティブ導管長（導管の有効長さ）を規定するノード（運動を受けない領域）の位置も変えてしまう。この影響は、補償することが難しく、メーターが接続されている構造体の剛性の如き不可知のパラメーターに依存する。したがって、不必要な振動は、流動物質に関して正確な出力情報を提供するフローメーターの能力を妨げることとなる。

#### 【 0 0 1 0 】

流体の密度の変化に起因するインバランス問題を解決する従来の試みとしては、カウンタバランス構造体の振動振幅に対する導管の振動振幅の比を調節することが挙げられる。構造体のバランスを取るにあたってバランスが取られているものは運動量である。運動量は質量と速度との積であり、速度は振動振幅に比例している。したがって、振動振幅比を変えると、メーターのバランスが変わることとなる。たとえば導管（内部に流体を有している）の質量およびカウンタバランス構造体の質量が最初は等しく、その後、導管の質量が2倍になった場合（たとえば、導管内の流体密度が上昇した結果）、導管の振動振幅を半分だけ小さくすると、導管/カウンタバランスシステムのバランスが戻ることになる。実際問題として、カウンタバランス構造体と導管とを含む組み合わせ振動振幅をメーター電子機器によって制御することができる。したがって、導管の振動振幅を僅かに小さくし、バランス構造体の振動振幅を、上述の実施例の場合、導管の振動振幅に対するカウンタバランスの振動振幅の比が2 : 1となるまである程度大きくするようにしてもよい。

#### 【 0 0 1 1 】

従来技術において用いられるような振幅比を調節する従来の方法は、非常に柔軟性を有する（ばね定数を有する）マウントを用いて振動構造体を隔離してしまうことである。空間で隔離される振動構造体は常にバランスが取られているという考えである。たとえば、2つの等しい質量を有する対象物を空間を介してバネにより結合され、互いに逆位相で振動される場合、これらの対象物は、等振幅で振動し、バネは、これらの対象物と対象物との間の中間点に静止ノードを有する。一方の対象物の質量を増やし、二つの対象物が再び振動されると、質量を増やした対象物の振動振幅が自動的に減少し、他方の対象物の振動振幅が自動的に増大して運動量のバランスが保持される。しかしながら、結果として、バネのノードの位置は大きな質量を有する対象物のより近くに再配置されることになる。振動式フローメーターの振動構造体も同様であり、ノードの再配置が問題となる。

#### 【 0 0 1 2 】

自己バランス式のシングルチューブ型メーターを用いる従来のフローメーター設計は、音叉に類似している。すなわち、一方の枝がフローチューブのアクティブセクションであり、他方の枝がバランス構造であり、また、ハンドルが、フローチューブの非アクティブセクションであり、アクティブ構造をケースに接合している。この形態で、音叉の一方の枝に質量を加えると、その振動振幅が減少し、他方の振動振幅が増大する。もともと2つの枝とハンドルとの交点に形成されていたノードは、質量の増大された枝の方に再配置される。結果は、ハンドルが質量の低い方の枝と振動することになる。振動するハンドルが堅牢にクランピングされている場合、振動数は上昇するが、緩くクランピングされている場合、周波数は低くなる。これはフローメーターにとっての問題である。

#### 【 0 0 1 3 】

図1に記載のフローメーターの場合、振動システムは、逆位相で振動する、バランス棒102と、アクティブ導管部分109とを備えている。バランス棒の端部102と導管101とは接続リング103、104によって結合されている。非アクティブチューブ部分110、110'は、接続リング103、104からケース端部107、108まで支え無しで延びている。これらの非アクティブチューブ部分は音叉のハンドルに相当する。非アクティブチューブ部分は、必要であり、また密度とともに振動振幅が変わることを可能とするソフトマウント（柔軟性を有するマウント（取付け部材））であるからである。しかしながら、非アクティブチューブ部分は、流体の密度が変わると、音叉のハンドルのように振動する。このことは望ましいことではない。というのは、この振動がケース103およびフランジ106の振動を引き起こす恐れがあるからである。ケース103およびフ

10

20

30

40

50

レンジ106の振動振幅が、メーターを取り付ける構造体の剛性に依存しているため、未知の大きさの誤差が流量測定値に生じる場合がある。

【0014】

従来の方法で振動振幅比を調節すると、振動構造体の軸線に位置する静止ノードが再配置されてしまうという従来のメーターのさらなる欠点を有している。これらのノード間の領域が導管の有効長(active length)を規定している。この有効長は測定感度に影響を与える。これらのノードがケースの端部に向かって外方に再配置されると、有効長は増大する。もともと非アクティブであったチューブの部分が振動の一部として曲がると、この曲げ運動によってコリオリ加速度が流体に加えられることとなる。このさらなるコリオリ加速度により、フローメーターの感度が上がってしまうまたは下がってしまうことになる。メーターを配管に取り付けることにより付与される剛性によりさらなるコリオリ加速度の量が影響されてしまうので、ノードの再配置を補償する方法は皆無である。このノードの再配置により測定精度がさらに劣悪となる。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

しかしながら、ノードの再配置の形態うちメーターの感度を変えないような形態が1つある。フローチューブの非アクティブ部分がそれらの軸線を中心とする回転に限定されている場合、ノードは流体のコリオリ加速度を変えずに、軸線を上下に動かすことができる。というのは、いわゆる非アクティブなチューブの部分が流体にコリオリ加速度をもたらすためには曲がる必要があるからである。チューブが曲がらないということは、ノードが再配置されるにもかかわらず感度は変わらないということの意味する。しかしながら、今日まで、この原理がコリオリのフローメーターに利用されてこなかった。したがって、フローチューブがその軸線を中心として回転することが自由であるように当該フローチューブをそのケースと結合し、チューブの有効長を本質的に変えないことができるシステムが当該技術分野において必要とされている。本発明により、この問題および他の問題が克服され、技術進歩が達成される。

20

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明のある実施形態にかかる振動式フローメーターが提供されている。この振動式フローメーターはフロー導管を備えている。フロー導管は第一の端部および第二の端部を有している。振動式フローメーターは、フロー導管の少なくとも一部を取り囲むケースをさらに備えている。振動式フローメーターは第一のケースコネクタを備えている。第一のケースコネクタは、フロー導管の第一の端部と結合する第一の部分を有している。第一のケースコネクタは、第一の部分から半径方向に伸び、第一の端部が導管軸線を中心として回転ようにケースと結合されている1つ以上の変形可能部材をさらに有している。

30

【0017】

本発明のある実施形態にかかる振動式フローメーター用のケースコネクタが提供されている。かかるケースコネクタは、フロー導管の少なくとも一部と結合するように構成されている第一の部分を備えている。かかるケースコネクタは、1つ以上の変形可能部材をさらに備えている。これらの変形可能部材は、第一の部分から半径方向に伸び、ケースと結合するように構成されている。

40

【0018】

本発明のある実施形態にかかる振動式フローメーターのバランスを取るための方法が提供されている。このフローメーターは、第一の端部および第二の端部を有しているフロー導管と、このフロー導管の少なくとも一部を取り囲んでいるケースとを備えている。かかる方法は、第一のケースコネクタの第一の部分をフロー導管の第一の端部と結合するステップを有している。また、かかる方法は、第一の端部が導管軸線を中心として回転することができるように第一のケースコネクタの第一の部分から伸びる1つ以上の変形可能部材をケースと結合するステップをさらに有している。

50

## 【 0 0 1 9 】

## 態様

本発明の1つの態様によれば、振動式フローメーターは、第一の端部および第二の端部を有しているフロー導管と、当該フロー導管の少なくとも一部分を取り囲んでいるケースと、第一のケースコネクタとを備えており、第一のケースコネクタは、フロー導管の第一の端部に結合されている第一の部分と、当該第一の部分から半径方向に延び、第一の端部が導管軸線を中心として回転することができるようにケースと結合されている1つ以上の変形可能部材とを有している。

## 【 0 0 2 0 】

好ましくは、フロー導管の第二の端部と結合されている第一の部分と、当該第一の部分から半径方向に延び、第二の端部が導管軸線を中心として回転することができるようにケースと結合されている1つ以上の変形可能部材とを有している第二のケースコネクタをさらに備えている。

10

## 【 0 0 2 1 】

好ましくは、振動式フローメーターは、導管および被駆動部材と結合されるベースをさらに備えており、導管および被駆動部材の運動のバランスを取るために、ベースが、実質的に静止状態、導管と実質的に同調して運動している状態、または被駆動部材と実質的に同調して運動している状態の間で切り替わるように構成されている。

## 【 0 0 2 2 】

好ましくは、振動式フローメーターは、ベースを導管の端部と結合する一対のコネクタと、導管と結合されている一対のフランジとをさらに備えており、第一のケースコネクタおよび第二のケースコネクタがフランジとコネクタとの間で導管を支えるよう構成されている。

20

## 【 0 0 2 3 】

好ましくは、1つ以上の変形可能部材は、当該変形可能部材の平面に対して平行な方向およびフロー導管の回転軸線に対して平行な方向のフロー導管の運動を制限するものの、回転軸線を中心とするフロー導管の回転は可能とするように構成されている。

## 【 0 0 2 4 】

好ましくは、1つ以上の変形可能部材は、互いに角度 だけ分離され 当該角度 が 180度未満である。

30

## 【 0 0 2 5 】

好ましくは、第一の部分は、フロー導管の端部の少なくとも一部を受けるとして構成されている中央ハブを構成している。

## 【 0 0 2 6 】

本発明の他の態様によれば、振動式フローメーター用のケースコネクタは、フロー導管の少なくとも一部と結合するように構成されている第一の部分と、当該第一の部分から半径方向に延び、ケースと結合するように構成されている1つ以上の変形可能部材とを備えている。

## 【 0 0 2 7 】

好ましくは、1つ以上の変形可能部材は、互いに角度 だけ分離され 当該角度 が 180度未満である。

40

## 【 0 0 2 8 】

好ましくは、1つ以上の変形可能部材のうちの一つの変形可能部材は、当該変形可能部材の平面内での運動に対して抵抗し、当該平面に対して垂直な方向の運動時には部分的に変形するように構成されている。

## 【 0 0 2 9 】

好ましくは、第一の部分は、フロー導管の端部の少なくとも一部を受けるとして構成されている中央ハブを構成している。

## 【 0 0 3 0 】

本発明の他の態様によれば、第一の端部および第二の端部を有するフロー導管と、当該

50

フロー導管の少なくとも一部を取り囲んでいるケースとを備えている振動式フローメーターのバランスを取るための方法は、第一のケースコネクットの第一の部分から延びる1つ以上の端部と結合するステップと、第一のケースコネクットの第一の部分から延びる1つ以上の端部が導管軸線を中心として回転することができるようにケースと結合するステップとを有している。

【0031】

好ましくは、かかる方法は、第二のケースコネクットの第一の部分から延びる1つ以上の端部と結合するステップと、第二のケースコネクットの第一の部分から延びている1つ以上の端部が導管軸線を中心として回転することができるようにケースと結合するステップとを有している。

10

【0032】

好ましくは、かかる方法は、ベースを導管および被駆動部材と結合するステップをさらに有しており、導管および被駆動部材の運動のバランスを取るために、ベースが、実質的に静止状態、導管と実質的に同調して運動している状態、または被駆動部材と実質的に同調して運動している状態との間で切り替わる。

【0033】

好ましくは、かかる方法は、一对のコネクターを用いて、ベースを第一の端部および第二の端部と結合するステップと、一对のフランジを、第一のケースコネクットおよび第二のケースコネクットが導管をフランジとコネクターとの間で支えるように導管と結合するステップとを有している。

20

【0034】

好ましくは、かかる方法は、第一のケースコネクットを用いて、変形可能部材の平面に対して平行な方向およびフロー導管の回転軸線に対して平行な方向に沿ったフロー導管の運動を制限するものの、回転軸線を中心としたフロー導管の回転を可能とするステップをさらに有している。

【0035】

好ましくは、1つ以上の変形可能部材は、互いに角度 だけ分離されており 当該角度が180度未満である。

【0036】

好ましくは、第一の部分は、フロー導管の端部の少なくとも一部を受けるとして構成されている中央ハブを構成している。

30

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】従来のシングルフローチューブ型フローメーターを示す図である。

【図2】本発明のある実施形態にかかるフローメーターを示す部分断面図である。

【図3】本発明のある実施形態にかかるケースコネクットを示す拡大図である。

【図4】本発明の他の実施形態にかかるケースコネクットが示されている。

【発明を実施するための形態】

【0038】

図2～図4および下記の記載には、本発明を最良のモードで作成および利用する方法を当業者に教示するための具体的な実施形態が示されている。本発明の原理を教示するため、従来技術の一部が単純化または省略されている。当業者にとって明らかなように、これらの実施形態の変形例もまた本発明の技術範囲内に含まれる。また、当業者にとって明らかなように、下記の記載の構成要素をさまざまな方法で組み合わせて本発明の複数の変形例を形成することもできる。したがって、本発明は、下記に記載の特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲およびその均等物によってのみ限定されるものである。

40

【0039】

図2は、本発明のある実施形態にかかるフローメーター205を示す部分断面図である。図示されている振動式フローメーター205は、センサー組立体206とバランス構造

50

体 208 とを備えたコリオリフローメーターの形態を有している。1つ以上の電子機器 207 が、リード線 110、111、111' を介して、センサー組立体 206 へ接続され、たとえば密度、質量流量、体積流量、総合質量流量、温度および他の情報の如き流動物質の特性を測定するようになっている。メーター電子機器 207 は、リード線 26 を介して、ユーザーまたは他のプロセッサに情報を送信することができる。

#### 【0040】

センサー組立体 206 は、流路を形成して流動物質を受け取るための導管 210 を有している。図示されているように、導管 210 は、湾曲していてもよいし、または、直線形状もしくは異形状の如き他の形状を有していてもよい。センサー組立体 206 が流動物質を運んでいる配管システムの中に挿入されると、この物質は、流入口フランジ（図示せず）からセンサー組立体 206 の中に流入し、次いで、導管 210 を流れ、この導管において、流動物質の特性が測定される。その後、流動物質は、導管 210 から流出し、流出口フランジ（図示せず）を通り抜ける。当業者にとって明らかなように、さまざまな適切な手段を介して、図 1 に示されているフランジ 106 の如きフランジに導管 210 を接続することができる。本実施形態では、導管 210 には、おおむねコネクター 270、271 から延出し、外側末端部でフランジに接続する端部 211、212 が設けられている。

#### 【0041】

本実施形態にかかるセンサー組立体 206 は少なくとも 1 つのドライバー 220 を備えている。ドライバー 220 は、バランス構造体 208 の被駆動部材 250 に接続されている第一の部分と、導管 210 に接続されている第二の部分とを有している。第一の部分および第二の部分は、それぞれ、たとえばドライブコイルおよびドライブ駆動マグネットに相当しうる。本実施形態では、ドライバー 220 は被駆動部材 250 および導管 210 を逆位相で振動させることが好ましい。図 3 に示されているように、被駆動部材 250 および導管 210 は、コネクター 270、271 により部分的に規定される曲げ軸線を中心として振動されることが好ましい。本発明の実施形態によれば、曲げ軸線 X は、流入口 - 流出口導管軸線に相当する。被駆動部材 250 は、基盤 260 から曲がるので、固定した曲げ軸線を有していない。ドライバー 220 は、限定するわけではないがたとえば圧電素子構成または電磁気コイル / マグネット構成を含む複数の周知の構成うちの 1 つの構成を有しうる。

#### 【0042】

図 2 に示されているように、センサー組立体 206 は、少なくとも 1 つのピックアップを有しており、本実施形態では、センサー組立体 206 には一対のピックアップ 230、231 が設けられていることが示されている。本実施形態の 1 つの態様によれば、ピックアップ 230、231 は導管 210 の運動を測定するものである。本実施形態では、ピックアップ 230、231 は、それぞれ対応するピックアップアーム 280、281 に位置する第一の部分と、導管 210 に位置する第二の部分とを有している。ピックアップは、限定するわけではないがたとえば圧電素子構成、容量素子構成または電磁気コイル / マグネット構成を含む複数の周知の構成のうちの 1 つの構成であってもよい。したがって、ドライバー 220 のように、ピックアップの第一の部分がピックアップコイルであり、ピックアップの第二の部分がピックアップマグネットであってもよい。当業者にとって明らかなように、導管 210 の運動は、導管 103A、103B を流れる物質のたとえば質量流量または密度を含む流動物質のなんらかの特性に関連している。

#### 【0043】

また、当業者にとって明らかなように、1つ以上の電子機器 207 は、ピックアップ 230、231 からピックアップ信号を受信し、ドライバー 220 へドライブ信号を送信するようになしてある。1つ以上の電子機器 207 は、たとえば密度、質量流量、体積流量、総合質量流量、温度および他の情報の如き流動物質の特性を測定することができる。また、1つ以上の電子機器 207 は、たとえば 1つ以上の温度センサー（図示せず）および 1つ以上の圧力センサー（図示せず）から 1つ以上の他の信号を受信し、この情報を用いて流動物質の特性を測定するようになしてあってもよい。当業者にとって明らかなように、セ

10

20

30

40

50

ンサーの数およびタイプは測定される個々の特性に応じて異なるものである。

【0044】

図2に示されているように、センサー組立体206はケース300をさらに備えていてもよい。ケース300を設けてフロー導管210の少なくとも1部を取り囲み、保護することができる。また、センサー組立体206は、ケースコネクタ290、290'をさらに備えていてもよい。ケースコネクタ290、290'を設けてケース300をフロー導管205と結合させることができる。図示されているケースコネクタ290、290'は、導管210と合されている第一の部分295、295'と、ケース300と結合されている第二の部分296、296'とを有している。図示されているように、ケースコネクタ290、290'は、フランジとコネクタ270、271との間で導管210を支持する唯一の構造体であることが好ましい。ケースコネクタ290、290'がフローメータ205との関連で示されているが、ケースコネクタ290、290'は、図2に示されているバランス構造体208を欠いた従来のフローメータに導入されてもよい。たとえば、ケースコネクタ290、290'が図1に示されている従来のフローメータ100に導入されてもよい。

10

【0045】

本実施形態の1つの態様によれば、ケースコネクタ290、290'は、軸方向の運動および横軸方向の運動に対しては剛性を示すがねじれ運動に対しては柔軟性を示す振動システムを支えるように構成されていることが好ましい。したがって、本発明のある実施形態によれば、ケースコネクタ290、290'は実質的にフロー導管の有効長さを保持することができる。このことは、たとえば導管210の端部211、212の軸線に対して半径方向に延びる変形可能部材292、292'、293、293'、294、294'をケースコネクタ290、290'に設けることにより達成されてもよい。図示されている実施形態では3つの変形可能部材292、292'、293、293'、294、294'が設けられているものの、いうまでもなくいかなる数の変形可能部材が用いられてもよい。どのような数の変形可能部材が用いられるかにより本発明の技術範囲が限定されるべきではない。変形可能部材292、292'、293、293'、294、294'はいかなる方法で導管210と結合されてもよい。たとえば、図示されている実施形態のように、中央ハブ295、295'を構成しうる第一の部分295、295'が導管210と結合されるようになっていてもよい。本発明のある実施形態によれば、中央ハブ295、295'はフロー導管210の少なくとも一部を受けるとして構成されていてもよい。さらに具体的にいえば、中央ハブ295、295'はフロー導管210の端部211、212を受けるとして構成されていてもよい。

20

30

【0046】

並進運動には剛性を示しがねじれ運動には柔軟性を示すケースコネクタ290、290'のカップリング(結合)は少なくとも2つの機能を提供することになる。まず、端部211、212をねじれ運動に制限することによって、ケースコネクタ290、290'はノードを軸端部(end portion axes)に拘束する。ノードは軸端部上で移動することが可能であるが、ケースコネクタにより、チューブ端部の運動は軸線を中心とした回転に制限される。したがって、ケースコネクタにより、ノードの移動に関連する測定誤差が抑制される。次に、端部211、212の自由回転を可能とすることにより、振動構造体がねじれに対しては非常に柔軟に支えられることとなる。ねじれに対して柔軟な取り付けとすることにより、導管210とバランス構造体208との振幅比が流体密度に応じて変わることが可能となり、また、本発明にかかる自己バランス機能を実現することができるようになる。これらの2つの特徴を組み合わせると、流体密度の変動にもかかわらず、フロー導管の有効長さが保持されるように作用する。以下で、ケースコネクタ290、290'の作用についてより詳細に説明する。

40

【0047】

図3は、本発明のある実施形態による、フローチューブ210と結合されているケースコネクタ290およびケース300を示す拡大図である。下記の説明はケースコネクタ2

50

90に制限されているが、いうまでもなくケースコネクタ290'も同一の原理に従って作用するので、ケースコネクタ290'の作用についてのさらなる説明は省略する。図面を分かり易くするために、フローメータ205の構成要素のうちの一部が図3から取り除かれている。たとえば、コネクタ270およびバランス構造体208が図3には示されていない。また、使用時には、導管210の端部211がケース300およびケースコネクタ290から図示されているよりもさらに延出していてもよいことはいうまでもない。図面が簡略化されているが、使用時には、図2には示されているが図3および図4には示されていない構成要素が通常含まれていることはいうまでもない。さらに、図3および図4には、ケースコネクタ290と結合されている導管210およびケース300の一部だけしか示されていない。いうまでもなく、図2に示されているように、使用時には、ケ

10

#### 【0048】

本発明のある実施形態によれば、ケースコネクタ290の第一の部分295は、フロー導管210の少なくとも一部を受けるように構成されている。さらに具体的にいえば、第一の部分295は、フロー導管210の端部211の少なくとも一部を受けるように構成

20

#### 【0049】

図3に示されている実施形態では、各変形可能部材292、293、294は隣の変形可能部材292、293、294から角度 だけ分離されている。いうまでもなく、角度 は、図2に示されているように約90度であってもよいし、図3および図4に示されているように90度以外の角度であってもよい。どのような角度 が選択されるかは、個々のケースコネクタ290に設けられる変形可能部材の数にも依存しうる。したがって、いうまでもなく、変形可能部材292、293、294をどのような角度 で分離するかにより、本発明の技術範囲が制限されるべきではない。しかしながら、いうまでもなく、角度 が約180度であり、かつケースコネクタ290が1または二つの変形可能部材しか有していない場合、並進運動を制限する変形可能部材の能力が著しく低下されてしまう恐れがある。その理由は、2つの変形可能部材だけが両側に設けられているような場合には、回転のみが、両方の変形可能部材を含む平面に対して垂直でありうる運動の種類では

30

40

50

290が約90度回転し、変形可能部材293が取り除かれているような場合、平行な変形可能部材292、294は、チューブ端部211、212が水平面内で湾曲できるようになることを可能とする。ピックアップセンサー230、231がこの方向の運動を測定するので、チューブ端部211、212の水平方向の並進運動は、さらなるコリオリ力の生成によりメーター精度に影響を与える恐れがある。しかしながら、第三の変形可能部材293が設けられると、この水平方向の運動を実質的に排除することができる。それとは対照的に、変形可能部材292、294が180度未満の角度で分離されている図3および図4に示されている構成の場合には、第三の変形可能部材293を取り除いても、ケースコネクタ290がその機能を保持することが可能である。

#### 【0050】

本発明のある実施形態によれば、中央ハブ295がフロー導管210と結合され、変形可能部材292、293、294が中央ハブ295から延び、ケース300と結合されている場合、フロー導管210を、ケース300に対して適切な位置にしっかりと保持することができる。というのは、単一の変形可能部材は、導管210の端部211が当該変形可能部材の平面と平行に移動することを実質的に防止することができるからである。その理由は、このような運動が変形可能部材に伸ばされることまたは圧縮されることを必要とするからである。説明のため、たとえば図3において実質的に鉛直方向に設けられ、かつ端部211まで延びている平面340を有している変形可能部材293について考える。変形可能部材293は、端部211が図3に示されているような鉛直方向に動くのを実質的に防止することができる。というのは、下方向きの運動は変形可能部材293が圧縮されることを必要とし、上方向きの運動は変形可能部材293が伸ばされることを必要とするからである。通常、フロー導管210の端部211、212に加えられる力は変形可能部材の強度に打ち勝って変形可能部材を伸ばすまたは圧縮するほど大きくはない。いうまでもなく、上述の個々の方向が図3に示されている方向に対応しているので、「上方」「下方」の向きは適用可能性は設置された時点のフローメーターの個々の向きによって異なることになる。

#### 【0051】

それに加えて、変形可能部材292、292'、293、293'、294、294'は、端部211、212が当該端部211、212の軸方向に沿って動くことを実質的に防止することができる。この方向の運動は、変形可能部材292、292'、293、293'、294、294'とケース300との間、または導管210と中央ハブ295、295'との間、または中央ハブ295、295'と変形可能部材292、292'、293、293'、294、294'との間の結合に打ち勝つ必要があると考えられる。実施形態によっては、変形可能部材292、292'、293、293'、294、294'が摩擦によって保持されている場合もあるが、他の実施形態では、ケースコネクタ290、290'が、ろう付け、ボンディング、溶接、接着剤、メカニカルコネクタなどの如きさらなる方法を用いて結合されている場合もある。したがって、これらの実施形態では、導管210が端部211、212の軸方向に運動するために、すなわち、軸線Xに対して平行にかつ変形可能部材292、292'、293、293'、294、294'の平面に対して平行に運動するために、ケースコネクタ290、290'を端部211、212およびケース300と結合する力に打ち勝つことができる力が必要となる。フローメーター205が受ける振動力はこれらの結合に打ち勝つほど十分に大きな力ではないことが多い。

#### 【0052】

1つ以上の変形可能部材が第一の変形可能部材からある角度で設けられている場合も、同様に、追加された変形可能部材は、導管210が追加された変形可能部材の平面に対して平行に運動することを実質的に防止することができる。したがって、導管210は、変形可能部材292、292'、293、293'、294、294'の平面に対して平行に運動することから実質的に防止されている。さらに、変形可能部材292、292'、293、293'、294、294'は、導管210が当該導管210の軸方向に運動す

10

20

30

40

50

ることを実質的に防止することができる。しかしながら、導管 210 は、変形可能部材に対して垂直方向に自由に運動すること、すなわち導管の軸線 X を中心として回転することが自由にできるようになっている。このことは、変形可能部材 292、292'、293、293'、294、294' の弾力性により可能となっている。このことが図 4 にはさらに示されている。

#### 【0053】

図 4 は、本発明のある実施形態にかかるケースコネクタ 290 を示す拡大図である。図示されている実施形態では、フロー導管 210 の端部 211 は反時計方向に向かって回転している。分かり易いように、回転量は著しく誇張されている。中央ハブが端部 211 に結合されているので、中央ハブもまた回転している。たとえばこの回転は流体密度の変化に起因するものである。変形可能部材 292、293、294 が中央ハブ 295 とケース 300 とに結合されているので、変形可能部材 292、293、294 は、中央ハブ 295 の回転により部分的に変形されている。本発明のある実施形態によれば、変形可能部材 292、293、294 はたとえば薄い金属シートから形成されていてもよい。このことは、変形可能部材の平面に沿った十分な強さを提供するとともに、フロー導管 210 の端部 211 を回転可能とするための十分な柔軟性を提供することを可能とする。いうまでもなく、変形可能部材 292、293、294 をなんらかのポリマーの如き他の材料から形成してもよい。当業者にとって他の適切な材料が明らかであるので、どのような具体例が提供されるかということにより本発明の技術範囲が制限されるべきではない。いうまでもなく、端部 211、212、および第一の部分である中央ハブ 295、295' が元の位置に戻ったときに元の形状に戻るように、変形可能部材 292、292'、293、293'、294、294' を弾力性を有するように形成することができる。この弾性変形により、変形可能部材 292、292'、293、293'、294、294' は、中央ハブ 295、295'、ひいてはフロー導管 210 をいずれの方向にでも回転可能とすることができる。

#### 【0054】

変形可能部材 292、293、294 の変形は複数の利点を有している。1つの利点は、フロー導管 210 の端部 211 がたとえば流体密度の変化に起因して回転しようということである。本発明のある実施形態によれば、フローメータ 205 は、フロー導管 210 とバランス構造体 208 とのジャンクションにノードが位置し、流体密度が約  $1 \text{ g/cm}^3$  であるように構成されてもよい。もともとバランスが取られたものよりも高い密度の流体がフロー導管 210 を流れる場合、導管の振動振幅が減少し、バランス構造体 208 の振動振幅が増大することになる。これらの振動振幅の変化により、フローメータ 205 は、流体密度の変化にもかかわらずバランスを保たれたままでいることが可能となる。このような状況では、端部 211、212 はバランス構造体 208 とともに回転し、ノードは端部 211、212 の軸線に沿って移動することとなる。従来のフローメータでは、端部が湾曲することが可能なので、ノードの再配置により測定誤差が引き起こされていた。しかしながら、本発明では、ノードの再配置により測定誤差が引き起こされることはない。というのは、端部 211、212 の運動が正真正銘の回転運動に制限されているからである。本発明のある実施形態によれば、このノードの運動がフロー導管の有効長さに影響を与えることはない。というのは、導管 210 のその軸線を中心とした正真正銘の回転がコリオリ力を生じることではないからである。それに対して、流体密度が低くなれば、フロー導管の振動振幅が増大し、バランス構造体の振動振幅が減少して、メータバランスがもう一度回復されることになる。この状況では、端部 211、212 はバランス構造体 208 ではなくフロー導管 210 とともに回転することになる。

#### 【0055】

したがって、いうまでもなく、ケースコネクタ 290、290' が、フロー導管 210 の端部 211、212 の運動を軸線 X を中心とする回転に制限することができる。この運動の制限は、ケースコネクタ 290、290' により提供される回転に対して柔軟性を示す取り付け条件によって提供されている。フロー導管 210 およびバランス構造体 208

10

20

30

40

50

が自己バランスにより振幅比を調節するためには、それらは、高い柔軟性を有する取り付け（ソフトマウント）により浮遊した状態に置かれる必要がある。従来のソフトマウントは運動を、本発明のように回転運動に制限していなかった。したがって、ノードの再配置によりメーターの性能が影響を受けた。本発明によれば、フロー導管 210 のアクティブな部分およびバランス構造体 208 は、流体密度が約  $1 \text{ g/cm}^3$  の状態で、振動する構造体を実質的にすべての並進方向にバランスが取られているように設計されている。流体密度が変わったとき、並進力は小さく、運動は変形可能部材 292、292'、293、293'、294、294' を通じてケース 300 の質量によって容易に抑制される。密度を変えることにより生じるその他の重要な運動は端部 211、212 の回転である。端部 211、212 もフランジ（図示せず）に結合されている。したがって、端部 211、212 は、フロー導管 210 のアクティブ部分からフランジ面まで延びる長いねじれバネを構成している。このバネの長さは、振動する構造体を実質的に自己バランスを取るための十分な柔軟性を有している取付け構造体を実現している。また、その長さは、比較的小さなトルクを振動する導管 210 からフランジへ伝達することを可能としている。

10

**【0056】**

上述の実施形態の詳細な記載は、本発明の技術範囲内に含まれるものとして本発明者が考えているすべての実施形態を完全に網羅するものではない。もっと正確に言えば、当業者にとって明らかなように、上述の実施形態のうちの一部の構成要素をさまざまに組み合わせるまたは除去してさらなる実施形態を作成してもよいし、また、このようなさらなる実施形態も本発明の技術範囲内および教示範囲内に含まれる。また、当業者にとって明らかなように、本発明の技術範囲および教示範囲に含まれるさらなる実施形態を作成するために、上述の実施形態を全体的にまたは部分的に組み合わせてもよい。

20

**【0057】**

以上のように、本発明の特定の実施形態または具体例が例示の目的で記載されているが、当業者にとって明らかなように、本発明の技術範囲内において、さまざまな変形が可能である。本明細書に記載の教示を上述のかつそれに対応する図に記載の実施形態のみでなく他の振動式フローメーターにも適用することができる。したがって、本発明の技術範囲は下記の請求項によって決められる。



---

フロントページの続き

審査官 山下 雅人

(56)参考文献 特表2002-502960(JP,A)  
国際公開第2007/130024(WO,A1)  
特開2000-162013(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01F 1/84  
G01N 9/00