

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5638604号
(P5638604)

(45) 発行日 平成26年12月10日(2014.12.10)

(24) 登録日 平成26年10月31日(2014.10.31)

(51) Int.Cl.
GO1F 1/84 (2006.01)

F I
GO1F 1/84

請求項の数 22 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2012-513024 (P2012-513024)	(73) 特許権者	500205770
(86) (22) 出願日	平成21年5月26日 (2009. 5. 26)		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2012-528325 (P2012-528325A)		アメリカ合衆国 80301 コロラド州
(43) 公表日	平成24年11月12日 (2012. 11. 12)		ボルダー ウィンチェスター サークル
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/045165		7070
(87) 国際公開番号	W02010/138111	(74) 代理人	110000556
(87) 国際公開日	平成22年12月2日 (2010. 12. 2)		特許業務法人 有古特許事務所
審査請求日	平成24年1月23日 (2012. 1. 23)	(72) 発明者	ランハム, グレゴリー トリート
			アメリカ合衆国 80501 コロラド
			ロングモント プロス ストリート 809
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バランス部材を備えたフローメーター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1 以上の湾曲フローチューブ（203）と、
前記湾曲フローチューブ（203）の軸方向の中心線（340）を含む軸方向の面上に軸方向の中心線（341）が位置するように配置されているバランス部材（250）と、
前記湾曲フローチューブ（203）と結合されている第一のドライバーコンポーネント（104a）、および、前記バランス部材（250）における、前記第一のドライバーコンポーネント（104a）に近い部分と結合されている第二のドライバーコンポーネント（104b）を有しているドライバー（104）と、
前記湾曲フローチューブ（203）と結合されている第一のピックアップコンポーネント（105a）、および、前記バランス部材（250）における、前記第一のピックアップコンポーネント（105a）に近い部分と結合されている第二のピックアップコンポーネント（105b）を有している少なくとも1つの第一のピックアップセンサー（105）と、
を備えてなる、フローメーター（200）。

【請求項 2】

前記バランス部材（250）が、前記湾曲フローチューブ（203）の内側曲げ領域内の位置に配設されてなる、請求項 1 に記載のフローメーター（200）。

【請求項 3】

前記フローチューブ（203）における、前記第一のドライバーコンポーネント（104a）とは反対側の部分と結合されるカウンタウエイト（204a）をさらに備えてなる

10

20

、請求項１に記載のフローメーター（２００）。

【請求項４】

前記カウンタウエイト（２０４ａ）と前記第一のドライバーコンポーネント（１０４ａ）とを合わせた質量中心が前記湾曲フローチューブ（２０３）の前記中心線（３４０）を含む面上に位置するようなサイズおよび位置に、前記カウンタウエイト（２０４ａ）が形成されてなる、請求項３に記載のフローメーター（２００）。

【請求項５】

前記バランス部材（２５０）における、前記第二のドライバーコンポーネント（１０４ｂ）の反対側の部分と結合されるカウンタウエイト（２０４ｂ）をさらに備えてなる、請求項１に記載のフローメーター（２００）。

10

【請求項６】

前記カウンタウエイト（２０４ｂ）と、前記第二のドライバーコンポーネント（１０４ｂ）と、ブラケット（２３０）とを合わせた質量中心が前記バランス部材（２５０）の前記中心線（３４１）を含む面上に位置するようなサイズおよび位置に、前記カウンタウエイト（２０４ｂ）が形成されてなる、請求項５に記載のフローメーター（２００）。

【請求項７】

前記フローチューブ（２０３）における、前記第一のピックオフコンポーネント（１０５ａ）の反対側の部分と結合されるカウンタウエイト（２０５ａ）をさらに備えてなる、請求項１に記載のフローメーター（２００）。

【請求項８】

20

前記カウンタウエイト（２０５ａ）と前記第一のピックオフコンポーネント（１０５ａ）とを合わせた質量中心が前記湾曲フローチューブ（２０３）の前記中心線（３４０）を含む面上に位置するようなサイズおよび位置に、前記カウンタウエイト（２０５ａ）が形成されてなる、請求項７に記載のフローメーター（２００）。

【請求項９】

前記バランス部材（２５０）における、前記第二のピックオフコンポーネント（１０５ｂ）の反対側の部分と結合されるカウンタウエイト（２０５ｂ）をさらに備えてなる、請求項１に記載のフローメーター（２００）。

【請求項１０】

前記カウンタウエイト（２０５ｂ）と、前記第二のピックオフコンポーネント（１０５ｂ）と、ブラケット（２３０）とを合わせた質量中心が前記バランス部材（２５０）の前記中心線（３４１）を含む面上に位置するようなサイズおよび位置に、前記カウンタウエイト（２０５ｂ）が形成されてなる、請求項９に記載のフローメーター（２００）。

30

【請求項１１】

フローチューブ曲げ軸線（ $W-W$ ）およびバランス部材曲げ軸線（ $W'-W'$ ）を少なくとも部分的に規定するために、前記湾曲フローチューブ（２０３）および前記バランス部材（２５０）と結合される複数のブレースバー（２２０～２２３）をさらに備えてなる、請求項１に記載のフローメーター（２００）。

【請求項１２】

１以上の湾曲フローチューブとバランス部材とを備えているフローメーターを製作する方法であって、

40

前記バランス部材の軸方向の中心線が前記湾曲フローチューブの軸方向の中心線を含む軸方向の面上に位置するように前記湾曲フローチューブの近くに前記バランス部材を位置決めするステップと、

前記湾曲フローチューブに第一のドライバーコンポーネントを結合し、前記バランス部材における、前記第一のドライバーコンポーネントに近い部分に第二のドライバーコンポーネントを結合するステップと、

前記フローチューブと第一のピックオフコンポーネントを結合し、前記バランス部材における、前記第一のピックオフコンポーネントに近い部分に第二のピックオフコンポーネントを結合するステップと

50

を有する、方法。

【請求項 1 3】

前記フローチューブにおける、前記第一のドライバーコンポーネントの反対側の部分にカウンタウエイトを結合するステップをさらに有する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記カウンタウエイトと前記第一のドライバーコンポーネントとを合わせた質量中心が前記湾曲フローチューブの前記中心線を含む面上に位置するようなサイズおよび位置に、前記カウンタウエイトを形成するステップをさらに有する、請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記バランス部材における、前記第二のドライバーコンポーネントの反対側の部分にカウンタウエイトを結合させるステップをさらに有する、請求項 1 2 に記載の方法。

10

【請求項 1 6】

前記カウンタウエイトと、前記第二のドライバーコンポーネントと、ブラケットとを合わせた質量中心が、前記バランス部材の前記中心線を含む面上に位置するようなサイズおよび位置に、前記カウンタウエイトを形成するステップをさらに有する、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記フローチューブにおける、前記第一のピックオフコンポーネントの反対側の部分にカウンタウエイトを結合させるステップをさらに有する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 8】

20

前記カウンタウエイトと前記第一のピックオフコンポーネントとを合わせた質量中心が前記湾曲フローチューブの前記中心線を含む面上に位置するようなサイズおよび位置に、前記カウンタウエイトを形成するステップをさらに有する、請求項 1 7 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記バランス部材における、前記第二のピックオフコンポーネントの反対側の部分にカウンタウエイトを結合させるステップをさらに有する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記カウンタウエイトと、前記第二のピックオフコンポーネントと、ブラケットとを合わせた質量中心が前記バランス部材の前記中心線を含む面上に位置するようなサイズおよび位置に、前記カウンタウエイトを形成するステップをさらに有する、請求項 1 9 に記載の方法。

30

【請求項 2 1】

前記湾曲フローチューブの近くに前記バランス部材を位置決めするステップが、前記バランス部材を前記湾曲フローチューブの内側曲げ領域内に位置決めすることを含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 2 2】

フローチューブ曲げ軸線およびバランス部材曲げ軸線を少なくとも部分的に規定するために、前記湾曲フローチューブおよび前記バランス部材に複数のブレースバーを結合させるステップをさらに有する、請求項 1 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、フローメーターに関するものであり、とくにバランス部材を備えたフローメーターに関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

フローメーターの導管を流れる物質の質量流量および他の情報を測定するためにコリオリ効果質量フローメーターを用いることは一般的に知られている。典型的なコリオリフローメーターについては、すべて J. E. スミスらへ付与されている米国特許第 4, 1 0 9, 5 2 4 号公報（特許文献 1）、米国特許第 4, 4 9 1, 0 2 5 号公報（特許文献 2）

50

および米国再発行特許第 3 1, 4 5 0 号公報（特許文献 3）に開示されている。これらのフローメーターは、直線構造または曲線構造を備えた 1 つ以上の導管を有している。コリオリ式質量フローメーターの各導管構造体は、単純曲げモード、ねじれモードまたは組み合わせタイプのモードのような一組の固有振動モードを有している。好ましいモードで振動するように各導管を振動させることができる。

【0003】

物質は、フローメーターの流入口側に接続されているパイプラインからフローメーターの中へ流れ込み、一つ以上の導管を通り、フローメーターの流出口側からフローメーターを出るようになっている。物質を充填した振動システムの固有振動モードは、導管の質量および導管内を流れる物質の質量の合計により部分的に定義される。

10

【0004】

フローメーターになにも流れていないときに振動力が導管に加えられると、導管に沿ったすべての部位が、同一の位相で振動するか、または、初期において一定の位相が僅かにオフセットされて振動する。このオフセットは訂正可能である。物質がフローメーターを流れ始めると、コリオリ力により、導管に沿った各ポイントが異なる位相を有するようになる。たとえば、フローメーターの流入口端部の位相は中央のドライバーの位置の位相よりも遅延しており、流出口の位相は中央のドライバーの位置の位相よりも進んでいる。導管上のピックアップセンサーにより、当該導管の運動を表す正弦波信号が発生させられる。ピックアップセンサーから出力される信号が処理されてピックアップセンサー間の位相差が求められる。2 つ以上のピックアップセンサー間の位相差は導管を流れる物質の質量流量に比

20

【0005】

ドライバーに接続されているメーター電子機器は、ドライバーを動作させるための駆動信号を生成し、ピックアップセンサーから受信する信号から物質の質量流量およびその他の特性を求める。ドライバーは、公知となっている複数の構成のうちの 1 つの構成を有していてもよい。しかしながら、フローメーター産業分野においては、マグネットと、それに対向するドライブコイルとからなる構成が大きな成功を収めている。このドライブコイルに交流が流されて所望のフローチューブの振幅および振動数で導管を振動させるようになっている。また、上述のドライバーの構成と類似したマグネットとコイルとからなる構成のようにピックアップセンサーを形成することも当該技術分野において知られている。しか

30

【0006】

ピックアップセンサーによって測定される時間遅れの程度は非常に小さく、ナノセカンド単位であることが多い。したがって、トランスデューサの出力が非常に正確であることが必要となる。トランスデューサの精度は、フローメーターの構造の非線形性および非対称性または外部の力から生じる運動によって悪化（低下）する。たとえば、バランスのとれていない構成部品を有するコリオリ質量フローメーターは、フローメーターのドライブ周波数で、その容器、フランジおよびパイプラインを振動させうる。この振動は、マウントの剛性に依存する量だけ時間遅れ信号を乱す。マウントの剛性が、一般的に知られておらず、時間および温度とともに変わりうるので、通常、バランスの取れていない構成部品の影響は、補償されえないし、フローメーターの性能に対して大きな影響を与える恐れがある。これらのバランスの取れていない振動およびマウント（取り付け）の変化の影響は、バランスの取れたフローメーターの設計を用いることにより、および、信号処理技術を用いて望ましくない構成要素の運動を補償することにより減らすことができる。

40

【0007】

デュアル（2 重）チューブ型コリオリフローメーターの典型的な設計では、マニホールドを用いて物質の流れが二つのストリームに分割され、これら 2 つのストリームの物質が二つの別個のフローチューブの中へ移送される。通常、これら 2 つのチューブは、形状が対称であり、相互に並列になるように取り付けられている。通常、これらの 2 つのチュー

50

ブは、同一の周波数でしかし逆位相で振動する。チューブが対称となっておりかつ相互に逆位相になって振動するので、2つのチューブが一緒になるところでは、これらの振動は相殺されるのが普通である。このことはバランスの取れたフローメーターを形成する（すなわち、マニホールドではフローメーターの振動は少ししかないか又は全くない）。2つのチューブを流れる物質の密度が変化すると両方のチューブの質量も均等に変化するので、これら2つのチューブは広範囲の物質密度にわたってバランスが取れたままである。

【0008】

たとえばマニホールドにより引き起こされる圧力降下問題および／または詰まり問題によりデュアルチューブ型のメーターが望ましくない用途がいくつか存在する。これらの状況では、シングル（単一）チューブ型のメーターが望ましい場合が多い。シングルチューブ型コリオリフローメーターの問題は、流体密度が変わると、インバランス（バランスのとれていない）状態となる可能性が存在することである。フローメーターを流れる流体の密度が変わると、フローメーターの質量中心も変わる。このインバランス（不均衡）は、フローメーターの性能および信頼性に対して悪い影響を与える可能性がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】米国特許第4, 109, 524号公報。

【特許文献2】米国特許第4, 491, 025号公報。

【特許文献3】米国再発行特許第31, 450号公報。

【特許文献4】米国特許第6, 666, 098号公報。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

したがって、広範囲の物質密度にわたってバランスを保つことができるシングル（単一）チューブ型フローメーターの必要性が当該技術分野において存在している。従来技術において複数の試みがなされたものの、広範囲の流体密度にわたって満足な結果を残したものは存在しない。たとえば、シングル（単一）チューブ型フローメーターの中には、別個のカウンターバランス棒を備えたものもある。このような解決策は、限られた流体密度範囲において受け入れ可能な結果をもたらす場合もあるが、ドライバーコンポーネントとピックアップコンポーネントとの両方がカウンターバランス棒に接続されていなければ、解決策が不完全なものとなる。他の従来技術における解決策は、固定されたマウント板に対してフローチューブが振動するようにすることである。このことは理想的な状況では十分に適切な結果をもたらすものの、絶対的に安定したマウント板の実現は困難である場合が多い。したがって、マウント板に伝達される外部からの振動がメーターの性能に対して悪い影響を与える恐れがある。

【0011】

他の従来技術における解決手段としては米国特許第6, 666, 098号（特許文献4）に記載されているものがある。この米国特許文献には、フローチューブと平行に延設されるカウンターチューブを用いることが記載されている。この設計に関する1つの潜在的な問題は、フローチューブとカウンターチューブとが実質的に同一の材料から形成されかつ実質的に同一の質量分布を有していなければならないという点にある。この従来技術アプローチにおいて、同一の質量分布は、バランスの取れたシステムを維持する上で必要不可欠のものである。さらに、フローチューブとカウンターチューブとが互いに平行に延設され、したがってほぼ同一の長さを有しているので、2つは同一の材料から形成されるべきである。フローチューブとカウンターチューブとを異なる熱膨脹率を有する異なる材料により形成した場合、温度が変化するとフローチューブに軸方向のストレスが生じ、測定に誤差が発生してしまう。このことは重要な問題ではないと思われるかもしれないが、いうまでもなく、ほとんどの状況で、チタンまたはジルコニウムの如き比較的低い熱膨脹率を有したフローチューブを提供することが望まれるものの、このような材料は高価である

ことが多い。高価な材料からフローチューブとカウンターチューブとを形成することが必要となるので、このフロフローメーターを製造するコストが著しく上昇してしまう。

【0012】

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。いうまでもなく、本発明は、シングル（単一）チューブ設計においてよく見うけられる問題を克服するものであるものの、デュアル（2重）チューブ型メーターにも同様に適用可能である。下記の記載は主としてコリオリフローメーターに関するものであるが、いうまでもなく、本発明は、振動式デンシトメーターの如きコリオリフローメーターの測定機能を欠く他の振動構造体にも同様に適用可能である。

【課題を解決するための手段】

10

【0013】

本発明のある実施形態にかかるフローメーターが提供されている。このフローメーターは、湾曲フローチューブと、バランス部材とを備えている。本発明のある実施形態によれば、バランス部材は、当該バランス部材の中心線が湾曲フローチューブの中心線を含む面上に位置するように配置されている。また、提供されているドライバーは、湾曲フローチューブと結合されている第一のドライバーコンポーネントと、バランス部材における、第一のドライバーコンポーネントに近い部分と結合されている第二のドライバーコンポーネントとを有している。本発明のある実施形態によれば、フローメーターは、湾曲フローチューブと結合されている第一のピックオフコンポーネントと、バランス部材における、第一のピックオフコンポーネントに近い部分と結合されている第二のピックオフコンポーネントとを有している少なくとも1つのピックオフセンサーをさらに備えている。

20

【0014】

本発明のある実施形態に従って、湾曲フローチューブとバランス部材とを備えるフローメーターを製作する方法が提供されている。かかる方法は、バランス部材の中心線が湾曲フローチューブの中心線を含む面上に位置するようにバランス部材を湾曲フローチューブの近くに位置決めするステップを有している。また、かかる方法は、湾曲フローチューブに第一のドライバーコンポーネントを結合し、バランス部材における、第一のドライバーコンポーネントに近い部分に第二のドライバーコンポーネントを結合するステップを有している。本発明のある実施形態によれば、かかる方法は、フローチューブに第一のピックオフコンポーネントを結合し、バランス部材における、第一のピックオフコンポーネントに近い部分に第二のピックオフコンポーネントを結合するステップをさらに有している。

30

【0015】

発明の態様

本発明の1つの態様によれば、フローメーターは、湾曲フローチューブと、湾曲フローチューブの中心線を含む面上にバランス部材の中心線が位置するように配置されているバランス部材と、湾曲フローチューブと結合されている第一のドライバーコンポーネント、およびバランス部材における、第一のドライバーコンポーネントに近い部分と結合されている第二のドライバーコンポーネントを有しているドライバーと、湾曲フローチューブと結合されている第一のピックオフコンポーネント、およびバランス部材における、第一のピックオフコンポーネントに近い部分と結合されている第二のピックオフコンポーネントを有している少なくとも1つの第一のピックオフセンサーとを備えている。

40

【0016】

好ましくは、かかるフローメーターは、該フローメーターにおける、第一のドライバーコンポーネントの反対側の部分と結合されるカウンタウエイトをさらに備えていることである。

【0017】

好ましくは、カウンタウエイトは、当該カウンタウエイトと第一のドライバーコンポーネントとを合わせた質量中心が湾曲フローチューブの中心線を含む面上に位置するようなサイズおよび位置に形成されていることである。

【0018】

50

好ましくは、かかるフローメーターは、バランス部材における、第二のドライバーコンポーネントの反対側の部分と結合されるカウンタウエイトをさらに備えていることである。

【0019】

好ましくは、カウンタウエイトは、当該カウンタウエイトと、第二のドライバーコンポーネントと、ブラケットとを合わせた質量中心がバランス部材の中心線を含む面上に位置するようなサイズおよび位置に形成されていることである。

【0020】

好ましくは、かかるフローメーターは、フローチューブにおける、第一のピックオフコンポーネントの反対側の部分と結合されるカウンタウエイトをさらに備えている。

10

【0021】

好ましくは、カウンタウエイトは、当該カウンタウエイトと第一のピックオフコンポーネントとを合わせた質量中心が湾曲フローチューブの中心線を含む面上に位置するようなサイズおよび位置に形成されていることである。

【0022】

好ましくは、かかるフローメーターは、バランス部材における、第二のピックオフコンポーネントの反対側の部分と結合されるカウンタウエイトをさらに備えていることである。

【0023】

好ましくは、カウンタウエイトは、当該カウンタウエイトと、第二のピックオフコンポーネントと、ブラケットとを合わせた質量中心がバランス部材の中心線を含む面上に位置するようなサイズおよび位置に形成されていることである。

20

【0024】

好ましくは、バランス部材は、湾曲フローチューブの内側曲げ領域内の位置に配設されていることである。

【0025】

好ましくは、かかるフローメーターは、フローチューブ曲げ軸線およびバランス部材曲げ軸線を少なくとも部分的に規定するために、湾曲フローチューブおよびバランス部材と結合される複数のブレースバーをさらに備えていることである。

【0026】

本発明の他の態様によれば、湾曲フローチューブとバランス部材とを備えるフローメーターを製作する方法は、バランス部材の中心線が湾曲フローチューブの中心線を含む面上に位置するように湾曲フローチューブの近くにバランス部材を位置決めするステップと、湾曲フローチューブに第一のドライバーコンポーネントを結合し、バランス部材における、第一のドライバーコンポーネントに近い部分に第二のドライバーコンポーネントを結合するステップと、フローチューブに第一のピックオフコンポーネントを結合し、バランス部材における、第一のピックオフコンポーネントに近い部分に第二のピックオフコンポーネントを結合するステップとを有していることである。

30

【0027】

好ましくは、かかる方法は、フローチューブにおける、第一のドライバーコンポーネントの反対側の部分にカウンタウエイトを結合するステップをさらに有していることである。

40

【0028】

好ましくは、かかる方法は、カウンタウエイトと第一のドライバーコンポーネントとを合わせた質量中心が湾曲フローチューブの中心線を含む面上に位置するようなサイズおよび位置にカウンタウエイトを形成するステップをさらに有していることである。

【0029】

好ましくは、かかる方法は、バランス部材における、第二のドライバーコンポーネントの反対側の部分にカウンタウエイトを結合するステップをさらに有していることである。

【0030】

50

好ましくは、かかる方法は、カウンタウエイトと、第二のドライバーコンポーネントと、ブラケットとを合わせた質量中心がバランス部材の中心線を含む面上に位置するようなサイズおよび位置にカウンタウエイトを形成するステップをさらに有していることである。

【0031】

好ましくは、かかる方法は、フローチューブにおける、第一のピックオフコンポーネントの反対側の部分にカウンタウエイトを結合するステップをさらに有していることである。

【0032】

好ましくは、かかる方法は、カウンタウエイトと第一のピックオフコンポーネントとを合わせた質量中心が湾曲フローチューブの中心線を含む面上に位置するようなサイズおよび位置にカウンタウエイトを形成するステップさらに有していることである。

【0033】

好ましくは、かかる方法は、バランス部材における、第二のピックオフコンポーネントの反対側の部分にカウンタウエイトと結合するステップをさらに有していることである。

【0034】

好ましくは、かかる方法は、カウンタウエイトと、第二のピックオフコンポーネントと、ブラケットとを合わせた質量中心がバランス部材の中心線を含む面上に位置するようなサイズおよび位置にカウンタウエイトを形成するステップをさらに有していることである。

【0035】

好ましくは、湾曲フローチューブの近くにバランス部材を位置決めするステップは、湾曲フローチューブの内側曲げ領域内にバランス部材を位置決めすることを含んでいることである。

【0036】

好ましくは、かかる方法は、フローチューブ曲げ軸線およびバランス部材曲げ軸線を少なくとも部分的に規定するために、湾曲フローチューブおよびバランス部材に複数のブレースバーを結合するステップをさらに有していることである。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】従来の振動式センサー組立体を示す図である。

【図2】本発明の1つの実施形態にかかるシングルチューブ型フローメーターを示す図である。

【図3】本発明の1つの実施形態にかかるシングルチューブ型フローメーターを示す断面図である。

【図4】本発明の他の実施形態にかかるシングルチューブ型フローメーターを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

図1～図4および下記の記載には、本発明を最良のモードで実施および使用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に、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本発明の技術的範囲内に含まれる。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ができる。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。

【0039】

図1には、フローメーター10と1つ以上のメーター電子機器20とを有するコリオリフローメーターの形態をとっている従来の振動式センサー組立体5の一例が示されている

10

20

30

40

50

。1つ以上のメーター電子機器20は、フローメーター10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してある。

【0040】

フローメーター10は、一对のフランジ101、101'と、一对のマニホールド102、102'と、一对の導管103A、103Bとを有している。前記マニホールド102、102'は、前記導管103A、103Bの両側の端部に固定されている。本実施形態にかかる前記フランジ101、101'は前記マニホールド102、102'に固定されている。また、本実施形態にかかる前記マニホールド102、102'はスペーサ106の両側の端部に固定されている。前記スペーサ106は、前記導管103Aおよび103Bの不要な振動を避けるために、本実施形態にかかる前記マニホールド102とマニホールド102'との間の間隔を維持している。フロー導管103Aおよび103Bは、マニホールド102および102'から外側に向けてほぼ並列に延出している。流動物質を運ぶ配管システム(図示せず)の中にフローメーター10が挿入されると、流動物質がフランジ101を通してフローメーター10の中に流入し、流入口マニホールド102を通り、ここで流動物質の全量が導管103Aおよび103Bの中に流され、前記導管103Aおよび103Bを流れ、流出口マニホールド102'の中へ流れ込み、ここでフランジ101'からフローメーター10の外へと流出する。

10

【0041】

前記フローメーター10はドライバー104を備えている。このドライバー104は、当該ドライバー104が導管103A、103Bをドライブモードで振動させることができる位置で導管103A、103Bへ固定されている。さらに具体的にいえば、ドライバー104は、導管103Aに固定される第一のドライブコンポーネント(図示せず)と、導管103Bに固定される第二のドライブコンポーネント(図示せず)とを有している。ドライバー104は、マグネットが導管103Aに取り付けられかつ対向するコイルが導管103Bに取り付けられる構成のような多くの周知の構成のうちの1つの構成を有している。他の例としては、圧電素子型ドライバー、アコースティック型ドライバーなどが挙げられる。

20

【0042】

本実施形態では、ドライブモードは、第一の逆位相曲げモードであり、前記導管103A、103Bは、それぞれ、曲げ軸線W-WおよびW'-W'に対して実質的に同一の質量分布、慣性モーメントおよび弾性モジュールを有するバランスの取れたシステムを提供するように、選択され、流入口マニホールド102および流出口マニホールド102'に適切に取り付けられることが好ましい。ドライブモードが第一の逆位相曲げモードである本実施形態では、導管103Aおよび導管103Bは、それぞれの対応する曲げ軸線Wおよび曲げ軸線W'を中心として、互に反対方向に向けてドライバー104によって振動させられるようになっている。交流の形態を有しているドライブ信号が、たとえば経路110を介して一つ以上の電子機器20によって提供され、コイルを通り抜けて両方の導管103A、103Bの振動を引き起こすようになっている。

30

【0043】

上述のバランスの取れたシステムは、図示されている座標系においておおむねZ方向にフロー導管103A、103Bを振動させるようにしてある。他の方向としては、パイプラインに沿ったX方向、ならびにZ方向およびX方向に対して垂直なY方向が挙げられる。この座標系は、本明細書全体にわたって用いられ、本発明を理解するうえで助けとなると思われる。しかしながらいうまでもなく、他の座標系が用いられてもよく、どのような座標系を用いるかにより本発明の技術的範囲が限定されるべきではない。

40

【0044】

当業者にとって明らかなように、他のドライブモードが用いられてもよいが、それらもまた本発明の技術的範囲に含まれる。たとえば、ドライブモードが公知のツイストモードであってもよい。

50

【0045】

図1に示されている実施形態では、一つ以上の電子機器20は、ピックアップ105、105'からピックアップ信号を受信するようにしてある。経路26は、一つ以上の電子機器20にオペレータとの通信を可能とする入力手段および出力手段を提供している（図示せず）。一つ以上の電子機器20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ようにしてある。さらに具体的にいえば、一つ以上の電子機器20は、たとえばピックアップ105、105'から、および一つ以上の温度センサー（図示せず）から、一つ以上の信号を受け取り、この情報を用いて、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。

10

【0046】

たとえばコリオリフローメーターまたはデンスitomーターの如き振動式測定デバイスが流動物質の特性を測定する技術はよく知られている。ここで参照することにより本明細書に援用するたとえば米国特許第6,505,131号を参照されたい。したがって、記載を簡潔にするため、詳細な説明は省略する。

【0047】

図2には、本発明の実施形態にかかるフローメーター200が示されている。フローメーター200は、コリオリフローメーターであってもよいし、または、振動式デンスitomーターなどの如きコリオリのフローメーターの計測能力をすべて欠いた振動式システムであってもよい。本発明のある実施形態によれば、フローメーター200は、湾曲フローチューブ203と、バランス部材250と、流入口フランジ101と、流出口フランジ101とを備えることができる。フローメーター100は、使用時、パイプラインなどへフランジ101または101'を通じて接続されるように構成されている。

20

【0048】

本発明のある実施形態によれば、フローメーター200は一つ以上のセンサーコンポーネント104、105、106を有していてもよい。図示されている実施形態によれば、フローメーター200は、ドライバー104と、2つのピックアップセンサー105および105'とを備えている。2つのピックアップ組立体105および105'しか図示されていないが、いうまでもなく、フローメーター200は、単一のピックアップ組立体105を有するようになっていてもよいし、または、2つを超える数のピックアップ組立体を有するようになっていてもよい。さらに、実施形態によっては、ドライバー104は、ピックアップ組立体と、ドライブ組立体とを有している場合もある。本発明のある実施形態によれば、ドライバー104およびピックアップセンサー105、105'は、従来の振動式センサー組立体5に関する上記の方法と同様の方法で、リード線110、111、111'を通じてメーター電子機器20と通信することができる。

30

【0049】

本発明のある実施形態によれば、ドライバー104は第一のドライバーコンポーネント104aと、第二のドライバーコンポーネント104bとを有している。本発明のある実施形態によれば、第一のドライバーコンポーネント104aはフローチューブ203と結合されている。本発明の他の実施形態によれば、第二のドライバーコンポーネント104bは、バランス部材250における、第一のドライバーコンポーネント104aに近い部分と結合されている。ドライバーコンポーネント104a、104bは、ろう付け、ボンディング、溶接、接着剤、機械的ファスナーなどを含む公知の方法によって、フローチューブ203およびバランス部材250と結合されてもよい。図示されている実施形態では、第一のドライバーコンポーネント104aがドライバーマグネットであり、第二のドライバーコンポーネント104bがドライバーコイルである。しかしながら、いうまでもなく、これらのドライバーコンポーネントが逆になっていてもよい。すなわち、第一のドライバーコンポーネント104aがドライバーコイルであり、第二のドライバーコンポーネント104bがドライバーマグネットであってもよい。さらに、ドライバー104はマグネット／コイルを組み合わせたものにより構成されている必要はない。上述のように、た

40

50

例えば圧電素子を用いたドライバー、アコースティックドライバーなどを含むさまざまな代替用のドライバーがある。したがって、どのようなドライバーコンポーネントがフローチューブ101およびバランス部材250と結合されるかということにより本発明の技術範囲が限定されるべきではない。重要なことは、ドライバーコンポーネントのうちの一方がフローチューブ101と結合され、ドライバーコンポーネントのうちの他方がバランス部材250と結合されるということである。同様に、第一のピックアップセンサー105および第二のピックアップセンサー105'の各々は、第一のコンポーネント105a、105a'と、第二のコンポーネント105b、105b'とを有している。図示されているように、第一のピックアップコンポーネント105a、105a'はフローチューブ203と結合されており、第二のピックアップコンポーネント105b、105b'は、バラン

10

20

30

40

50

ス部材250における、第一のピックアップコンポーネント105a、105a'に近い部分と結合されている。したがって、これらのピックアップコンポーネントは、当該技術分野において公知となっているように相互に作用することができる。第一のピックアップコンポーネント105a、105a'がピックアップマグネットにより構成されているように図示され、第二のピックアップコンポーネント105b、105b'がピックアップコイルにより構成されているように図示されているが、第一のピックアップコンポーネントと第二のピックアップコンポーネントとを逆にしてもよい。したがって、どのようなコンポーネントがフローチューブ203およびバランス部材250と結合されるかということにより本発明の技術範囲が限定されるべきではない。さらに、いうまでもなく、ピックアップセンサー105および105'はマグネット／コイルの形態に限定されない。もっと正確に言えば、ピックアップセンサー105および105'は、マグネット／コイルセンサー、光学センサー、容量センサーなどを含む周知のピックアップ形態のうちのいずれによって構成されてもよい。

【0050】

第二のドライバーコンポーネント104bおよび第二のピックアップコンポーネント105b、105b'がバランス部材250と結合されている場合、センサーコンポーネント104、105、105'は、本来これらのコンポーネントに伝達される恐れのある外部振動から実質的に隔離されることになる。たとえば、ピックアップコンポーネントが静止基準プレートと結合されている従来のシステムでは、外部振動が伝達されうるので、測定結果に誤差が生じることになる。しかしながら、本発明では、センサーコンポーネントが実

30

40

50

質的に隔離されているので、誤った測定の可能性が削減されることになる。

【0051】

本発明のある実施形態によれば、センサーコンポーネント104、105、105'は、ブラケット230、231、231'を用いて、フローチューブ203および／またはバランス部材250と結合されている。ブラケット230、231、231'をフローチューブ203およびバランス部材250のうちの一方と結合させることができる。図示されている実施形態では、ブラケット230、231、231'はバランス部材250と結合されている。図2に示されている実施形態によれば、第二のセンサーコンポーネント104b、105b、105b'をバランス部材250と結合させるためのブラケット230、231、231'が設けられている。有利には、第二のセンサーコンポーネント104b、105b、105b'は、第一のセンサーコンポーネント104a、105a、105a'と相互作用するためにバランス部材250を越えて延びることができる。

40

50

【0052】

ブラケット230、231、231'に加えて、本発明にかかる実施形態によれば、フローメーター200は複数のカウンタウエイト204a、204b、205a、205b、205a'、205b'をさらに有している。これらのカウンタウエイト204a、204b、205a、205b、205a'、205b'を設けることにより、センサーコンポーネント104、105、105'の重さのバランスをとることができる。たとえば、本発明のある実施形態によれば、第一のドライバーコンポーネント104aは、フローチューブ203の第一の側面と結合されている。第一のドライバーコンポーネント104

50

aの重さのバランスをとるために、フローチューブ203における、第一のドライバーコンポーネント104aとは反対側の部分であるフローチューブ203の第二の側面にカウンタウエイト204aを結合させることができる。同様に、第二のドライバーコンポーネント104bをブラケット230の第一の側面と結合させることができる。第二のドライバーコンポーネント104bの重さのバランスをとるために、ブラケット230における、第二のドライバーコンポーネント104bの反対側の部分にカウンタウエイト204bを結合させることができる。本発明のある実施形態によれば、これらのカウンタウエイトは、センサーコンポーネントとバランスウエイトとを合わせた質量中心が、フローチューブ203およびバランス部材250の中心線を含む面の近くに存在するようなサイズおよび位置に形成される。いうまでもなく、合わせた質量中心が中心線を含むX-Y面上の位置に来るようにすることが望ましいものの、機械加工公差により、正確なバランスを実現することが非常に高価なものとなりうるので、状況によっては、中心線を含む面からある程度のずれを受け入れる場合もある。しかしながら、合わせた質量中心がフローチューブの中心線を含む面に近づくにつれて、動作中に生じる望ましくない振動が減少することはいうまでもない。この種のバランスについては、ここで参照することによって本明細書に援用される米国特許第7,287,438号に詳細に説明されている。

10

【0053】

先の場合と同様に、ブラケット230と結合されているカウンタウエイト204bは、第二のドライバーコンポーネント104bと、カウンタウエイト204bと、ブラケット230とを合わせた質量中心がバランス部材250の中心線を含む面の近くに存在するようなサイズおよび位置に形成される。カウンタウエイト204bをこのようなサイズおよび位置に形成すると、第一のドライバーコンポーネント104aに関して先に記載したような同一の効果を奏することができる。いうまでもなく、ピックアップセンサー105および105'についても同様のバランシングを行なうことができる。

20

【0054】

図2に示されているように、フローチューブ203は湾曲フローチューブであり、フローチューブ203の形状により内側曲げ領域213が形成されている。図2に示されているように、内側曲げ領域213とは、湾曲フローチューブ203のおおむね真下に位置し、かつ流入口フランジ101と流出口フランジ101'との間に位置する領域のことである。図2に示されている実施形態では、バランス部材250は、内側曲げ領域213内に「入れ子状」に配設されている。換言すれば、バランス部材250は、フローチューブ203に隣接し、かつフローチューブ203の内側曲げ領域213内の位置に配設されている。バランス部材250は、内側曲げ領域213の近くに位置しているように示されており、バランス部材250がフローチューブ203よりも短いという点を除いてフローチューブ203と同様の形状を有している。バランス部材250は、フローチューブ203の内側曲げ領域213内に位置するため、フローチューブ203よりも短くなっている。したがって、フローチューブ203は、実質的にバランス部材250を囲むように湾曲している。バランス部材の長さが小さいので、フローチューブ203に加えられる軸方向のストレスを著しく増大させることなくフローチューブ材料の熱膨脹率よりも高い熱膨脹率を有している材料からバランス部材250を形成することができる。というのは、熱膨脹率が温度変化に対する長さの変化の割合として表現されることが多いからである。したがって、1片の材料の長さが小さくなると、温度の変化に起因して生じる長さの総変化も小さくなる。したがって、フローチューブの熱膨脹率より高い熱膨脹率を有する材料からバランス部材250を形成することができ、また、ある与えられた温度変化において、フローチューブ203およびバランス部材250の長さの総変化が実質的に同一でありうる。高い熱膨脹率を有している材料は安価であることが多いので、温度変化に起因する軸方向の大きなストレスをフローチューブ203に与えることなくフローチューブ203よりも安価な材料からバランス部材250を形成することができる。フローチューブとカウンターチューブとが隣り合って並んで、実質的に同一の長さを有している従来の設計では、このような構成は可能ではなかった。したがって、本発明にかかるフローメーター200を先

30

40

50

行技術によって実現することができたものよりも安く形成することが可能となった。いうまでもなく、フローチューブ203とは異なる材料からバランス部材250を形成してもよいが、バランス部材250とフローチューブ203とを同一の材料から形成することも本発明の技術範囲に当然含まれる。

【0055】

図3には、フローメーター200を示すX軸方向に沿って切断された概略断面図が示されている。図3に示されているように、フローチューブ203の中心線340およびバランス部材250の中心線341は、共通の面、すなわち記載の座標系におけるX-Y面を共有している。換言すれば、バランス部材250の中心線341は、フローチューブ203の中心線340を含むX-Y面にまたは少なくともその近くに位置している。有利には、バランス部材250を、フローチューブ203の下に入れ子状に設ける(nested)ことができ、また、フローチューブ203の位相とは逆の位相で振動させることができる。しかしながら、いうまでもなく、実施形態によっては、フローチューブ203がバランス部材250の下に位置に設けられている場合もある(フローチューブ203がバランス部材250の下に入れ子状に設けられている場合もある)。

【0056】

バランス部材250が中空のチューブであるように図示されているが、いうまでもなく、バランス部材250が実質的に中実の構造物であってもよい。さらに、バランス部材250は、たとえば正方形、I形状、異形状などのいかなる形状を有していてもよい。したがって、バランス部材250は図示されるような円形チューブに限定されるものではない。いうまでもなく、実施形態によっては、バランス部材250が流体で充填されていてもよい。この流体は、たとえばフローメーター200を流れると予想される流体の密度に近い密度を有している流体であってもよい。それに代えて、この流体は、フローメーター200を流れると予想される流体であってもよい。バランス部材250を流体で充填させることにより、バランス部材250の固有周波数の調節を補助することができるようになる。しかしながら、運転中、フローメーター200を流れる流体がバランス部材250を流れないことはいうまでもない。もっと正確に言えば、フローメーター組立体中に、バランス部材250を充填させることができる。

【0057】

また、図3には、ドライバー104のさまざまな質量中心がさらに示されている。図示されているように、フローチューブ203と結合されているのは、質量中心 CM_m を有する第一のドライバーコンポーネント104aと、質量中心 CM_{b1} を有するカウンタウエイト204aとである。本発明のある実施形態によれば、カウンタウエイト204aは、第一のドライバーコンポーネント104aとカウンタウエイト204aとを合わせた質量中心 CCM_1 が、フローチューブ203の中心線340にもなるX-Y面上に位置するようなサイズおよび位置に形成することができる。本発明のある実施形態によれば、バランス部材250と結合されているのは、質量中心 CM_B を有するブラケット230である。バランス部材250にさらに結合されているのは、質量中心 CM_C を有する第二のドライバーコンポーネント104bと、質量中心 CM_{b2} を有するカウンタウエイト204bとである。カウンタウエイト204bは、ブラケット230と、第二のドライバーコンポーネント104bと、カウンタウエイト204bとを合わせた質量中心 CCM_2 が、バランス部材250の中心線341を含むX-Y面上に位置するようなサイズおよびブラケット230上の位置に形成することができる。いうまでもなく、合わせた質量中心をX-Y面上に正確に位置するようにすることは望ましいものの、なんらかの製造上の公差などに起因してこれが困難なことである場合もある。しかしながら、合わせた質量中心をX-Y面に隣接させてまたは可能な限りその近くに配置するようにすることが望ましい。同様に、ピックアップセンサー105および105'もカウンタウエイト205a、205b、205a'、205b'を用いてバランスを取ることができることはいうまでもないことであり、詳細な説明は明細書の簡潔さを保つために省略する。

【0058】

図4には、本発明の他の実施形態にかかるフローメーター200が示されている。図4に示されている実施形態は、先に記述された実施形態と類似しているものの、図4に示されている実施形態はカウンタウエイト204a、204b、205a、205b、205a'、205b'を有していない。したがって、図4に示されているフローメーター200は、フローチューブ203およびバランス部材250と結合されているドライバー104およびピックアップセンサー105、105'により引き起こされるインバランスを補償するためにさらなる較正を必要とする場合もある。図4に示されている実施形態によれば、第二のドライバーコンポーネント104bおよび第二のピックアップコンポーネント105b、105b'を先の場合と同様にブラケット230、231、231'を用いてバランス部材250と結合させるようにすることができる。しかしながら、実施形態によっては、ブラケット230、231、231'が取り除かれて、第二のコンポーネント104b、105b、105b'がバランス部材250と直接結合させる場合もあるということはいうまでもない。いうまでもなく、ドライバー104およびピックアップセンサー105、105'をフローチューブ203およびバランス部材250と結合する具体的な方法には、接着剤、ろう付け、ボンディング、メカニカルカプラーなどを用いることが含まれてもよい。したがって、どのような方法が用いられるかということによって本発明の技術的範囲が限定されるべきではない。

【0059】

動作時、メーター電子機器20により、ドライブ信号がリード線110を通じてドライブコイル104Bへと送信されうる。このドライブ信号に従って、フローチューブ203が曲げ軸線W-Wを中心として振動し、バランス部材250が曲げ軸線W'-W'を中心として振動する。本発明のある実施形態によれば、バランス部材250は、フローチューブ203と同一モードであるものの逆位相で振動する。本発明のある実施形態によれば、これらの曲げ軸線W-W、W'-W'は、フローチューブ203およびバランス部材250の動作領域を制限する複数のブレースバー220~223を用いて部分的に規定される。振動しているフローチューブ203、250は、ピックアップセンサー105、105'に電圧を誘発し、この電圧は、リード線111、111'を通じてメーター電子機器20へと送信される。メーター電子機器20は、ピックアップセンサー105、105'によって送信された信号に基づいて、質量流量情報および物質密度の如き他の情報をもたらす。RTD（図示せず）の如き温度測定デバイスは温度測定値をさらに提供することができる。メーター電子機器20はこの情報をリード線26を通じて下流側のプロセスへと送信することができる。

【0060】

本発明のある実施形態によれば、フローチューブ203にプロセス流体を流す前に、バランス部材250にプロセス流体を充填することができる。このことは、バランス部材250の固有周波数を調節するのに有用となりうる。実施形態によっては、バランス部材250にプロセス流体を充填することを必要とせず、バランス部材250の固有周波数の調節が、たとえば1つ以上のさらなるおもりをバランス部材250と結合させることの如き他の周知の方法によって行われるようにしてある場合もある。

【0061】

バランス部材250の中心線341がフローチューブ203の中心線340を含む面上に位置するため、従来技術により実現されうるよりもはるかに安い価格でフローメーター200を製作することができる。というのは、フローチューブ203の熱膨脹率よりも高い熱膨脹率を有する安価な材料からバランス部材250を製作することができるからである。それに加えて、バランス部材250がフローチューブ203の内側曲げ領域213内に入れ子状に配設されるため、フローメーター200は、フローメーターのサイズ、とくにフローメーターの幅が問題となるような状況において導入することができる。というのは、バランス部材250がフローチューブ203以外に必要とするスペースの量が大きくないからである。ほとんどの実施形態では、バランス部材250は、フローチューブ203の内側曲げ領域213内で入れ子状に配設されるので、フローメーター200の幅を増

やしてしまうことはない。これは、カウンターチューブがフローチューブと並んで配設されるために、フローメーターによって必要とされる幅が2倍となるカウンターチューブを組み込んだ従来のフローメーターとは対照的である。

【0062】

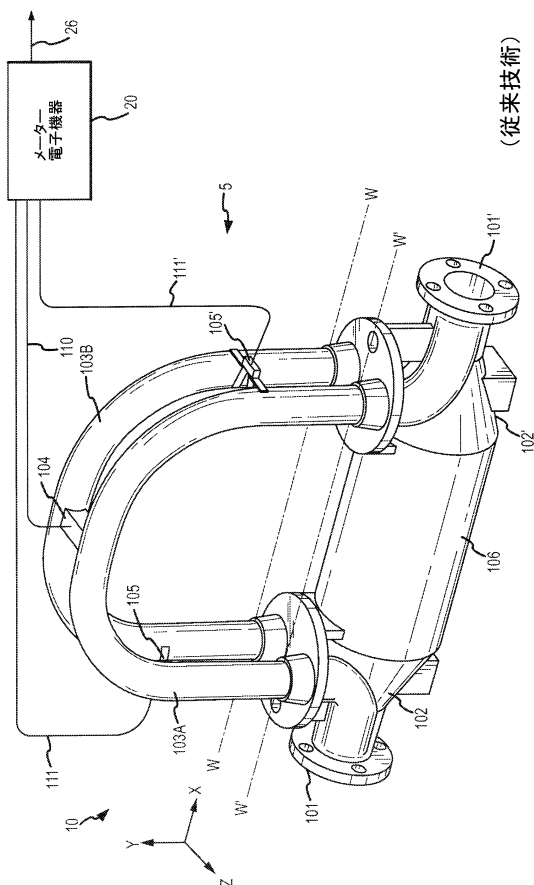
上述の実施形態の詳細な記載は、本発明の技術的範囲内に含まれるものとして本発明者が考えているすべての実施形態を完全に網羅するものではない。もっと正確に言えば、当業者にとって明らかなように、上述の実施形態のうちの一部の構成要素をさまざまな方法で組み合わせてまたは取り除いてさらなる実施形態を作成してもよいし、また、このようなさらなる実施形態も本発明の技術範囲および教示範囲に含まれる。また、当業者にとって明らかなように、本発明の技術範囲および教示範囲に含まれるさらなる実施形態を作成するために、上述の実施形態を全体的にまたは部分的に組み合わせてもよい。

【0063】

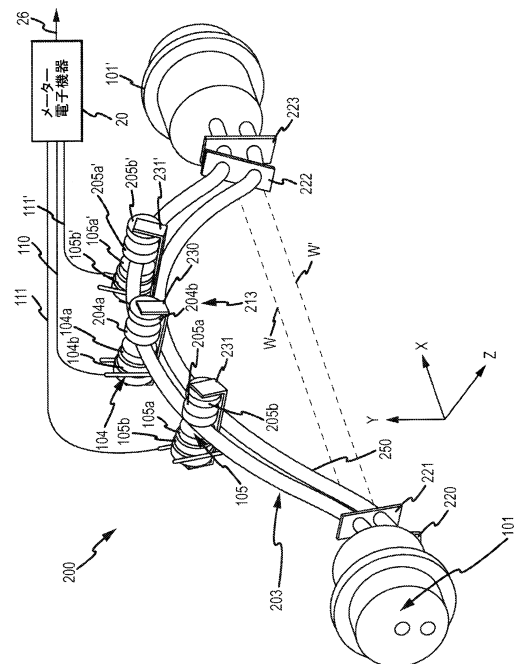
以上のように、本発明のいくつかの実施形態または実施例が例示の目的で記載されているが、当業者にとって明らかなように、本発明の技術範囲内において、さまざまな変更がさらに可能である。本明細書に記載の教示を上述のかつそれに対応する図に記載の実施形態のみでなく他の実施形態にも適用することができる。したがって、本発明の技術的範囲は添付の請求項によって決められる。

10

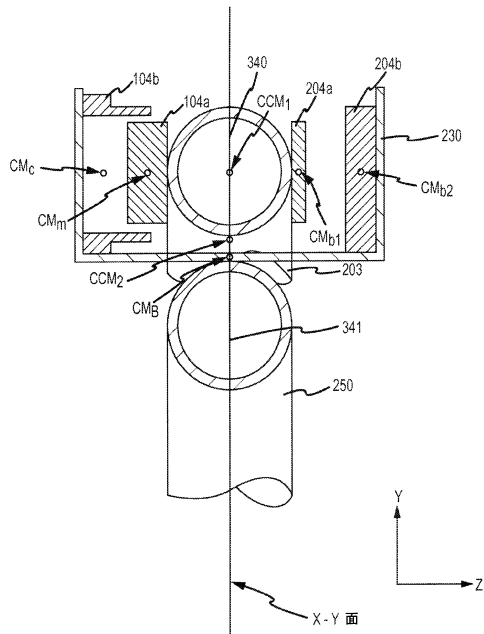
【図1】



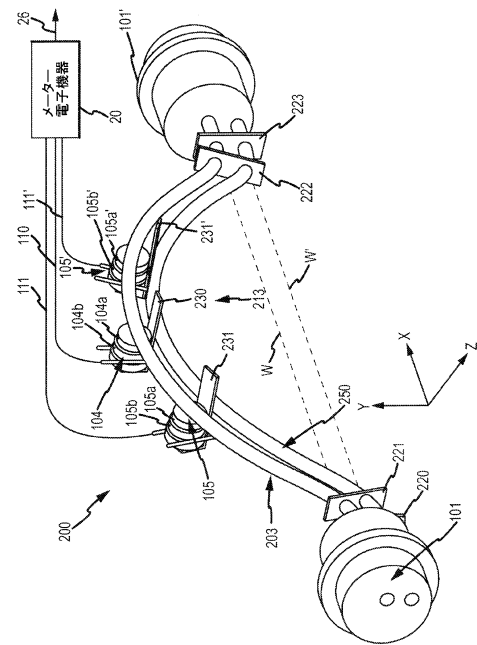
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 ヴェルバツハ, クリストファー エー.
アメリカ合衆国 80503 コロラド ロングモント ファルコン ドライブ 2627
- (72)発明者 パタン, アンドリュー ティモシー
アメリカ合衆国 80302 コロラド ボールダー グリーン メドウ レーン 123

審査官 藤原 伸二

- (56)参考文献 特開2004-132856 (JP, A)
特開平08-193864 (JP, A)
特表2007-531892 (JP, A)
特開平11-230805 (JP, A)
特表2004-522160 (JP, A)
特開2000-065618 (JP, A)
特表2008-504556 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 1/56-1/90
G01N 9/00
G01N 11/02