

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6789766号
(P6789766)

(45) 発行日 令和2年11月25日 (2020. 11. 25)

(24) 登録日 令和2年11月6日 (2020. 11. 6)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 1 F 1/66 (2006. 01) G 0 1 F 1/66 A

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2016-218074 (P2016-218074)	(73) 特許権者	000129253
(22) 出願日	平成28年11月8日 (2016. 11. 8)		株式会社キーエンス
(65) 公開番号	特開2018-77081 (P2018-77081A)		大阪府大阪市東淀川区東中島 1 丁目 3 番 1
(43) 公開日	平成30年5月17日 (2018. 5. 17)		4 号
審査請求日	令和1年9月10日 (2019. 9. 10)	(74) 代理人	100098187
			弁理士 平井 正司
		(74) 代理人	100085707
			弁理士 神津 堯子
		(72) 発明者	槻木 伸一
			大阪府大阪市東淀川区東中島 1 丁目 3 番 1
			4 号
			株式会社キーエンス
			内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脱着可能な超音波流量計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可撓性チューブに適用され、該チューブに後付けされる超音波流量計であって、
前記チューブの外面と当接して、該チューブの膨張及び局所的な変形を規制するチューブ保持部材と、

該チューブ保持部材と着脱可能に一体化されて、超音波素子を含むセンサ部材を支持するヘッド本体とを有し、

前記ヘッド本体と前記チューブ保持部材とが一体化されて、前記センサ部材を前記チューブ保持部材の窓を通じて前記チューブの外面に、前記超音波素子からの超音波を伝達するカプラントを介して押し付けた際に、前記チューブ保持部材は前記チューブの断面が略丸型になるように前記チューブの全周に亘って連続的に又は間欠的に支持することを特徴とする超音波流量計。

【請求項 2】

前記チューブ保持部材が前記ヘッド本体の中に収容されることにより該ヘッド本体と一体化される、請求項 1 に記載の超音波流量計。

【請求項 3】

前記ヘッド本体が前記チューブ保持部材を受け入れる空所を有し、該空所の壁面の少なくとも一部が前記チューブ保持部材と係合することにより該チューブ保持部材が前記ヘッド本体の中で位置固定される、請求項 1 又は 2 に記載の超音波流量計。

【請求項 4】

10

20

可撓性チューブに適用され、該チューブに後付けされる超音波流量計であって、
前記チューブの外面と当接して、該チューブの膨張及び局所的な変形を規制するチューブ保持部材と、

該チューブ保持部材と一体化されて、超音波素子を含むセンサ部材を支持するヘッド本体とを有し、

該センサ部材が前記チューブ保持部材の窓を通じて前記チューブの外面にカプラントを介して当接され、

前記チューブ保持部材が前記ヘッド本体の中に收容されることにより該ヘッド本体と一体化されることを特徴とする超音波流量計。

【請求項 5】

可撓性チューブに適用され、該チューブに後付けされる超音波流量計であって、
前記チューブの外面と当接して、該チューブの膨張及び局所的な変形を規制するチューブ保持部材と、

該チューブ保持部材と一体化されて、超音波素子を含むセンサ部材を支持するヘッド本体とを有し、

該センサ部材が前記チューブ保持部材の窓を通じて前記チューブの外面にカプラントを介して当接され、

前記ヘッド本体が前記チューブ保持部材を受け入れる空所を有し、該空所の壁面の少なくとも一部が前記チューブ保持部材と係合することにより該チューブ保持部材が前記ヘッド本体の中で位置固定されることを特徴とする超音波流量計。

【請求項 6】

前記チューブ保持部材は切り欠きを有し、該切り欠きによって前記窓が形成されている、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の超音波流量計。

【請求項 7】

前記チューブ保持部材が第 1、第 2 のハーフ保持部材で構成され、
該第 1、第 2 のハーフ保持部材によって前記チューブの膨張及び局所的な変形を規制する支持面が形成されている、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の超音波流量計。

【請求項 8】

前記チューブ保持部材が特定の直径のチューブの専用であり、
前記ヘッド本体が、直径の異なるチューブに適用される複数のチューブ保持部材に対して共用可能である、請求項 7 に記載の超音波流量計。

【請求項 9】

前記チューブ保持部材が第 1、第 2 のハーフ保持部材で構成され、
前記ヘッド本体は、前記第 1 のハーフ保持部材にねじ止めされることで着脱可能に一体化される、請求項 1 に記載の超音波流量計。

【請求項 10】

前記ヘッド本体が、前記センサ部材を前記チューブの方向に付勢する付勢部材を有する、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の超音波流量計。

【請求項 11】

前記チューブ保持部材の前記窓が二つあり、該二つの窓で透過型配置された第 1、第 2 のセンサ部材が前記チューブの外面に前記カプラントを介して当接可能である、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の超音波流量計。

【請求項 12】

前記チューブ保持部材の前記窓が一つであり、該一つの窓で反射型配置された単一のセンサ部材が前記チューブの外面に前記カプラントを介して当接可能である、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の超音波流量計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は脱着可能な超音波流量計に関し、より詳しくは可撓性チューブの外側周面に後付けすることのできる流量計に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波流量計は、歴史的に金属製の管に対して適用され、金属製の管内を流れる流体の流量を測定するのに用いられている。特許文献1は、被測定対象の流体が流れる管の外側周面に後付けすることのできる超音波流量計を開示している。

【0003】

特許文献1に開示の流量計を説明すると、この流量計は、管に対して、第1、第2の超音波素子を同じ側に配置する反射型、いわゆるV配置式の流量計であり、管の内壁で反射して伝播する超音波が検出される。流量計は、反射型（V配置式）に限られず、透過型（Z配置式）の流量計も知られている。

10

【0004】

特許文献1に開示の流量計は、第1、第2の超音波素子を収容したケースを開示している。ケースは、ヒンジ止めされた下方ハーフと上方ハーフとで構成されている。ケースは、夫々、管を挟み込んだ下方ハーフと上方ハーフをボルト・ナットで締結することにより、ケースを管に固定する。いずれか一方のハーフは、径方向に延びる貫通穴と、当該ハーフにヒンジ止めされた帯状固定部材とを有している。帯状固定部材は超音波素子を横断して延びており、ボルトによって当該ハーフに位置固定される。

【0005】

20

ケースを管に取り付けた後、貫通穴に超音波素子を入れ、その後、帯状固定部材をボルトで締結する。これにより、貫通穴の中の超音波素子は管と当接した状態になる。なお、特許文献1は、超音波素子と管との間の音響結合媒体つまりカプラント材としてグリースであってもよいし、金属箔であってもよい、と開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開昭56-133620号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0007】

従来の後付け式の超音波流量計は、2つのケースハーフをボルト・ナットで固定することで管に固定し、そして、ケースの貫通穴に収容した超音波素子を固定する帯状固定部材をボルトで締結することで、管の周面に後付けすることができる。

【0008】

しかし、この後付け形式の超音波流量計は、その適用対象が金属製の管であり、そもそも超音波流量計は、歴史的に、金属製の管であることを前提として開発されてきた。

【0009】

しかし、超音波流量計の発展、認知度が高くなっている今日、可撓性チューブに対する適用が考えられる。具体的に説明すると、例えばシステムの冷却のために冷媒をシステム内に送る管として合成樹脂製の可撓性チューブが用いられている。チューブ内を冷媒が問題なく流れているか否かを知りたいという要請に対して超音波流量計は最適である。しかし、金属製の管と可撓性チューブの間には違いがある。金属製の管の場合、その中に流体が流れていることに伴って管が膨張するという現象は現れないが、可撓性チューブの場合には、内圧が上昇すると膨張し、例えば流体が流れていないときのように内圧が下がると収縮するという現象が現れる。この現象は、超音波素子を含むセンサ部とチューブとの間の接触に影響を及ぼし、その結果、超音波流量計の測定精度に影響を及ぼす。

40

【0010】

本発明の目的は、超音波流量計を可撓性チューブに後付けで取り付ける、という適用例を想定したときに、可撓性チューブの上述した膨張という現象に対応できて可撓性チュー

50

ブに適用しても測定精度を維持することのできる脱着可能な超音波流量計を提供することにある。

【 0 0 1 1 】

本発明の更なる目的は、超音波流量計を可撓性チューブに後付けで取り付ける、その操作性を簡素化することのできる超音波流量計を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

上記の技術的課題は、本発明によれば、

可撓性チューブに適用され、該チューブに後付けされる超音波流量計であって、

前記チューブの外周と当接して、該チューブの膨張及び局部的な変形を規制するチューブ保持部材と、

該チューブ保持部材と着脱可能に一体化されて、超音波素子を含むセンサ部材を支持するヘッド本体とを有し、

前記ヘッド本体と前記チューブ保持部材とが一体化されて、前記センサ部材を前記チューブ保持部材の窓を通じて前記チューブの外周に、前記超音波素子からの超音波を伝達するカプラントを介して押し付けた際に、前記チューブ保持部材は前記チューブの断面が略丸型になるように前記チューブの全周に亘って連続的に又は間欠的に支持することを特徴とする超音波流量計を提供することにより達成される。

【 0 0 1 3 】

典型的には、前記チューブ保持部材は直径の異なる各チューブ毎の専用品である。これに対して前記ヘッド本体は幾つかの直径の異なるチューブ用のチューブ保持部材に対して適用可能な共用品である。

【 0 0 1 4 】

本発明の他の目的及び作用効果は、次の本発明の好ましい実施例の詳しい説明から明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】実施例の超音波流量計の全体構成を説明するための図である。

【図 2】図 1 に図示の超音波流量計の機能ブロック図である。

【図 3】センサ部材の V 配置を説明するための図である。

【図 4】センサ部材の Z 配置を説明するための図である。

【図 5】第 1 実施例の超音波流量計に含まれるセンサヘッドの分解斜視図である。

【図 6】第 1 実施例の超音波流量計に含まれるセンサヘッドの断面図である。

【図 7】第 2 実施例の超音波流量計に含まれるセンサヘッドのチューブ保持部材の斜視図である。

【図 8】第 2 実施例の超音波流量計に含まれるセンサヘッドの斜視図である。

【図 9】第 2 実施例の超音波流量計に含まれるセンサヘッドの断面図である。

【図 10】第 3 実施例の超音波流量計に含まれるセンサヘッドの正面図であり、第 1、第 2 のハーフボックスを閉じる前の状態を示す。

【図 11】第 3 実施例の超音波流量計に含まれるセンサヘッドのチューブ保持部材の斜視図である。

【図 12】第 3 実施例の超音波流量計に含まれるセンサヘッドの断面図である。

【図 13】第 3 実施例の超音波流量計に含まれるセンサヘッドの正面図であり、第 1、第 2 のハーフボックスを閉じた状態を示す。

【図 14】図 12 に図示のセンサヘッドの変形例の断面図である。

【図 15】図 13 に図示のセンサヘッドを比較的小径のチューブに適用した例を説明するための図であり、図 13 に対応する図である。

【図 16】チューブ保持部材の両端に弾性リングを配置した例を説明するための断面図である。

【図 17】チューブ保持部材の両端部に突起を配置した例を説明するための断面図である

。

【図 1 8】図 1 0 に図示のセンサヘッドの固定部材である揺動フックの作用説明図であり、(I)は解放状態の揺動フックを示し、(II)はロック直前の状態の揺動フックを示し、(III)はロック状態の揺動フックを示す。

【図 1 9】超音波素子を Z 配置するためのチューブ保持部材を構成する 2 つのハーフ保持部材と、窓を形成するための切り欠きとの関係の一例を説明するための図である。

【図 2 0】超音波素子を Z 配置するためのチューブ保持部材を構成する 2 つのハーフ保持部材と、窓を形成するための切り欠きとの関係の他の例を説明するための図である。

【図 2 1】図 1 2 に図示のセンサヘッドの変形例を説明するための図である。

【図 2 2】図 1 2 に図示のセンサヘッドの更なる変形例を説明するための図である。

【図 2 3】第 4 実施例の超音波流量計のセンサヘッドの斜視図である。

【図 2 4】図 2 3 に図示のセンサヘッドの分解斜視図である。

【図 2 5】可撓性チューブに取り付けた図 2 3 に図示のセンサヘッドの断面図であり、(I)は比較的小径のチューブに適用した例を示し、(II)は比較的大径のチューブに適用した例を示す。

【図 2 6】図 2 3 に図示のセンサヘッドに含まれるチューブ保持部材をチューブに取り付け、且つこのチューブ保持部材に対してセンサ保持部材の取り付け部材を取り付けた状態を示す斜視図である。

【図 2 7】図 2 6 に図示のチューブ保持部材の側面図である。

【図 2 8】図 2 3 に図示のセンサヘッドに含まれるチューブ保持部材をチューブに取り付け、これを上から見た図である。

【図 2 9】可撓性チューブに取り付けた図 2 3 に図示のセンサヘッドのチューブ保持部材の断面図であり、(I)は比較的小径のチューブに適用した例を示し、(II)は比較的大径のチューブに適用した例を示す。

【図 3 0】チューブ保持部材の変形例であり、チューブを矩形に変形させてこれを保持する例を説明するための斜視図である。

【図 3 1】図 3 0 のXXXI-XXXI線に沿った断面図である。

【図 3 2】図 3 0 のXXXII-XXXII線に沿った断面図である。

【発明を実施するための形態】

【実施例】

【0016】

以下に、添付の図面に基づいて本発明の好ましい実施例を説明する。なお、以下の実施例では、図 1 に示すヘッド・アンプ分離型の超音波流量計を中心に説明するが、ヘッドとアンプが一体になった、ヘッド・アンプ一体型の超音波流量計にも本発明を適用可能であることは言うまでもない。

【0017】

図 1 を参照して、実施例の超音波流量計 1 は、センサヘッド 2 とコントローラ 4 とで構成されている。センサヘッド 2 とコントローラ 4 は別体構造である。センサヘッド 2 とコントローラ 4 はケーブル 6 によって接続されている。センサヘッド 2 は可撓性チューブ 10 の周面に脱着可能に後付けされる。可撓性チューブ 10 は合成樹脂製である。なお、図 1 では、コントローラ 4 のケーブル 6 が接続される面の反対側の面には、例えば PLC などの外部機器（図示略）に繋がるケーブルが接続される。コントローラ 4 は、このケーブルを通じて、PLC などの外部機器に対し、配管を流れる流体の流量に関するオン・オフ信号を出力する。

【0018】

図 2 は、実施例の超音波流量計 1 の機能ブロック図である。コントローラ 4 は、制御部 12 を有し、また、記憶部 14、送信増幅部 16、受信増幅部 18 を有する。送信増幅部 16、受信増幅部 18 は送信・受信切替回路 20 に接続されている。なお、図 2 では、各部をコントローラ 4 側に配置しているが、コントローラ 4 に配置した要素の例えば一部をセンサヘッド 2 側に配置しても構わない。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

制御部 1 2 に含まれる送信信号発生部 2 2 で生成したアナログ信号は、送信増幅部 1 6 を経由して送信・受信切替回路 2 0 を通じて第 1、第 2 の超音波素子 2 4、2 6 に供給され、第 1、第 2 の超音波素子 2 4、2 6 から超音波が発生される。

【 0 0 2 0 】

第 1 超音波素子 2 4 から発生された超音波は、チューブ 1 0 (図 1) の中を通る流体に入射される。流体内を伝播する超音波は、第 2 超音波素子 2 6 によって受信され、第 2 超音波素子 2 6 は、受信した超音波に基づくアナログ信号を出力する。第 2 超音波素子 2 6 から出力されたアナログ信号は送信・受信切替回路 2 0 を通じて受信増幅部 1 8 に供給される。

10

【 0 0 2 1 】

受信増幅部 1 8 では、送信・受信切替回路 2 0 から受け取ったアナログ信号を増幅すると共に A/D 変換回路によりデジタル信号に変換される。このデジタル信号は制御部 1 2 に供給される。

【 0 0 2 2 】

他方、第 2 超音波素子 2 6 が発生した超音波は、チューブ 1 0 (図 1) の中を通る流体に入射される。流体内を伝播する超音波は、第 1 超音波素子 2 4 によって受信され、第 1 超音波素子 2 4 は、受信した超音波に基づくアナログ信号を出力する。第 1 超音波素子 2 4 から出力されたアナログ信号は送信・受信切替回路 2 0 を通じて受信増幅部 1 8 に供給される。

20

【 0 0 2 3 】

受信増幅部 1 8 では、送信・受信切替回路 2 0 から受け取ったアナログ信号を増幅すると共に A/D 変換回路によりデジタル信号に変換される。このデジタル信号は制御部 1 2 に供給される。

【 0 0 2 4 】

制御部 1 2 は、記憶部 1 4 に記憶されているプログラムを実行することにより、信号演算部 3 0、流量演算部 3 2、比較・判定部 3 4 の機能が実現される。信号演算部 3 0 では、受信増幅部 1 8 から与えられるデジタル信号に基づいて時間差 Δt を測定する。この時間差 Δt は、第 1 超音波素子 2 4 が出力した超音波が第 2 超音波素子 2 6 によって受信されるまでの時間 t_1 と、第 2 超音波素子 2 6 が出力した超音波が第 1 超音波素子 2 4 によって受信されるまでの時間 t_2 との差である。流量演算部 3 2 は、信号演算部 3 0 により測定された時間差 Δt に基づいて、チューブ 1 0 の中を流れる流体の速度を所定の式に基づいて算出すると共に、当該流体の流量を別の所定の式に基づいて算出する。

30

【 0 0 2 5 】

コントローラ 4 は、ユーザが操作するボタンなどの操作部 3 6 (図 1) や 7 セグメント LED や薄型表示器で構成される表示部 3 8 (図 1) 等を有し、また、外部機器とのインターフェースを構成するコネクタなどの出力部 4 0 (図 2) を有する。なお、図 2 においては、ヘッド・アンプ一体型の超音波流量計では、センサヘッド 2 (の機能) がコントローラ 4 内に組み込まれることになる。一方、ヘッド・アンプ分離型の超音波流量計 1 において、ヘッドとアンプの切り分けをどこで行うかは自由である。例えば、受信増幅部 1 8、送信増幅部 1 6、及び送信・受信切替回路 2 0 を、センサヘッド 2 側に組み込んでもよい。

40

【 0 0 2 6 】

上記の第 1、第 2 の超音波素子 2 4、2 6 は V 配置 (図 3) 又は Z 配置 (図 4) される。図 3、図 4 において、参照符号 4 2 は音響結合媒体つまりカプラントを示す。カプラント 4 2 は弾性カプラントであるのがよい。ここで、カプラント 4 2 は、配管に押し付けられていない状態では、くさび部材の底面から所定量だけ突出している。言い換えると、くさび部材は、それぞれ配管と当接する当接面を有し、カプラント 4 2 は、これら当接面から所定量だけ突出するように構成されている。後述する第 1 センサ部材 2 0 6 や第 2 センサ部材 2 0 8 (図 1 2) が配管に押し付けられたとき、カプラント 4 2 は、当接面から突

50

出しなくなるまで圧縮される。

【0027】

このように、本実施例では、カプラント42のつぶし量（配管の径方向における圧縮量）を規定するために、後述する第1センサ部材206や第2センサ部材208（図12）の底面に、配管と当接しない凹所を形成するとともに、その凹所にカプラント42を配置するのが好ましい。この凹所の深さと、カプラント42の厚みは、超音波の伝達効率が高くなるように最適な寸法に設計される。

【0028】

表示部38の表示や出力部40を通じた外部機器には、予め設定したしきい値（設定値）に基づく制御出力が出力される。また、積算流量毎にパルス出力される。また、例えば通信を使って流量計測値がデジタル出力される。

10

【0029】

以下、本発明を適用した超音波流量計の実施例を説明するが、上述した要素と同じ要素には同じ参照符号を付す。

【0030】

第1実施例（図5、図6）：

図5、図6は、上述したセンサヘッド2（図1）を示す。図5は、センサヘッド2の分解斜視図である。センサヘッド2はヘッド本体50とチューブ保持部材52とで構成され、ヘッド本体50及びチューブ保持部材52は共に合成樹脂製の成型品であるが、金属製であってもよい。

20

【0031】

チューブ保持部材52は第1、第2のハーフ保持部材52a、52bで構成され、第1、第2のハーフ保持部材52a、52bは、夫々、チューブ10の円形断面と相補的な半円状の支持面54を有し、また、切り欠き56を有し、この切り欠き56によって半円状の支持面54に窓58が形成されている。窓58を通じてチューブ10の一部が露出している（図5）。

【0032】

図5を参照して、ヘッド本体50はボックスを半割した形状を有し、第1ハーフボックス60と、第2ハーフボックス62とで構成されている。第2ハーフボックス62は、その互いに対抗する端壁62a、62bに矩形の開口64が形成されている。

30

【0033】

このセンサヘッド2は、第1、第2超音波素子24、26がV配置である。すなわち、第1ハーフボックス60には、その内部にセンサ部材66を有し（図6）、このセンサ部材66は、チューブ10の長手方向に離間して配置された第1、第2の超音波素子24、26を有し、また、第1、第2の超音波素子24、26に共通のくさび部材68を有する。センサ部材66は、ヘッド本体50に定置されていてもよいが、チューブ10の直径方向に変位可能且つ付勢部材70（典型的にはバネ）でチューブ10の方向に付勢されていてもよい。

【0034】

チューブ10を挟み込んだ状態のチューブ保持部材52は、第2ハーフボックス62の中に嵌入され、この第2ハーフボックス62の中に定置される。第1ハーフボックス60の中に収容されているセンサ部材66は、チューブ保持部材52の窓58を通じてチューブ10の外周面に圧接される。この圧接に伴うチューブ10の局所的な変形及びチューブ10の中を流体が通過することに伴うチューブ10の膨張は、チューブ保持部材52によって規制される。すなわち、チューブ保持部材52は、チューブ10の膨張や局所的な変形を抑制する規制部材としての機能を有している。

40

【0035】

図5を参照すると直ちに理解できるように、第2ハーフボックス62はチューブ保持部材52を受け入れる凹所を有し、この凹所はチューブ保持部材52の外形と相補的な形状の内壁面及び底面を有し、チューブ保持部材52を凹所の中に入れることで、第2ハーフ

50

ボックス 62 に収容されたチューブ保持部材 52 は位置固定される。この位置固定は、凹所の内壁面及び底面の一部をチューブ保持部材 52 の外面と係合させることにより行ってもよい。第 1 ハーフボックス 60 は第 2 ハーフボックス 62 に対して 4 本のネジ 72 によって固定される (図 5)。

【0036】

第 2 実施例 (図 7 ~ 図 9) :

図 7 ~ 図 9 は第 2 実施例の超音波流量計に含まれるセンサヘッド 100 を示す。上記センサヘッド 2 (図 5、図 6) に含まれる要素と同じ要素には同じ参照符号を付して、その説明を省略する。

【0037】

センサヘッド 100 は、合成樹脂製の成型品である第 1、第 2 のハーフ保持部材 52a、52b を有し、窓 58 (図 7) を有する第 1 のハーフ保持部材 52a にヘッド本体 50 が積層されている。すなわち、センサヘッド 100 は、合成樹脂製の成型品であるヘッド本体 50、第 1 ハーフ保持部材 52a、第 2 ハーフ保持部材 52b を積層した形状を有し、これらは 4 本のネジ 72 で互いに固定されている (図 8)。

【0038】

ヘッド本体 50 は、第 1 実施例に含まれるセンサヘッド 2 と同様に V 配置であり、ヘッド本体 50 には、その内部にセンサ部材 66 を有し (図 9)、このセンサ部材 66 は、チューブ 10 の長手方向に離間して配置された第 1、第 2 の超音波素子 24、26 を有し、また、第 1、第 2 の超音波素子 24、26 に共通のくさび部材 68 を有する。センサ部材 66 は、ヘッド本体 50 に定置されていてもよいが、チューブ 10 の直径方向に変位可能且つ付勢部材 70 (典型的にはバネ) でチューブ 10 の方向に付勢されていてもよい。

【0039】

第 3 実施例 (図 10 ~ 図 22) :

図 10 ~ 図 22 は第 3 実施例の超音波流量計に含まれるセンサヘッド 200 及びその変形例を示す。上記センサヘッド 2 (図 5、図 6) に含まれる要素と同じ要素には同じ参照符号を付して、その説明を省略する。

【0040】

チューブ保持部材 52 は合成樹脂製又は金属製の成型品であり、図 11 から理解できるように、チューブ 10 を挟んで対向し且つチューブ 10 の長手方向に離間した 2 つの切り欠き 56 を有し、各切り欠き 56 には窓 58 が形成され、この窓 58 を通じてチューブ 10 の一部が露出している (図 11)。

【0041】

ヘッド本体 50 は合成樹脂製の第 1、第 2 のハーフボックス 60、62 で構成され、第 1、第 2 のハーフボックス 60、62 はヒンジ 202 で互いに連結され、また、フック 204 によって第 1、第 2 のハーフボックス 60、62 が相互に固定される (図 13)。

【0042】

センサヘッド 200 の第 1、第 2 の超音波素子 24、26 は図 12 から分かるように Z 配置である。第 1 ハーフボックス 60 には第 1 センサ部材 206 が配置されている。第 2 ハーフボックス 62 には第 2 センサ部材 208 が配置されている。第 1 センサ部材 206 は第 1 超音波素子 24 を有し、また、第 1 くさび部材 210 を有する。第 2 センサ部材 208 は第 2 超音波素子 26 を有し、また、第 2 くさび部材 212 を有する。

【0043】

第 1 センサ部材 206 及び第 2 センサ部材 208 は、第 1、第 2 のガイド面 214、216 によってチューブ 10 の直径方向に対して傾斜した方向に変位可能である。そして、第 1 センサ部材 206 は、第 1 付勢部材 218 によって、チューブ 10 と圧接する方向に付勢されている。第 2 センサ部材 208 は、第 2 付勢部材 220 によって、チューブ 10 と圧接する方向に付勢されている。すなわち、第 1 センサ部材 206、第 2 センサ部材 208 は超音波を相互に受信可能な位置関係となるように、第 1、第 2 ガイド面 214、216 によって、その変位方向が規定され、そして、第 1、第 2 の付勢部材 218、220

10

20

30

40

50

によってチューブ１０と接する方向に付勢されている。

【００４４】

図１２を参照して、各センサ部材２０６、２０８は、夫々、ストッパ機構２２４を有している。ストッパ機構２２４は、各センサ部材２０６（２０８）のくさび部材２１０（２１２）に形成された突起２２４ａと、各ハーフ保持部材５２ａ（５２ｂ）に形成された段部２２４ｂで構成され、段部２２４ｂは溝２２６の端面で構成されている。各センサ部材２０６（２０８）がバネ付勢されてチューブ１０と圧接するときに、過度にチューブ１０に各センサ部材２０６（２０８）が押し付けられるのをストッパ機構２２４によって阻止することができる。すなわち、ストッパ機構２２４によって、各センサ部材２０６（２０８）を適度にチューブ１０に押し付けた状態を形成することができる。なお、この場合、各センサ部材２０６、２０８のチューブ１０と当接する当接面は、チューブ保持部材５２と接触していなくてもよい。すなわち、ストッパ機構２２４があることで、各センサ部材２０６、２０８のチューブ１０と当接する当接面と、チューブ１０との間に、隙間ができて構わない。また、ストッパ機構２２４が存在しない場合であっても、各センサ部材２０６、２０８のチューブ１０と当接する当接面がチューブ保持部材５２に突き当たることにより、過度にチューブ１０を押圧してしまうことを防ぐことができる。

10

【００４５】

図１４は、変形例のセンサヘッド２３０を示す。この変形例のセンサヘッド２３０は、第１付勢部材２１８を有しているが、第２付勢部材２２０は省かれている。勿論、第２付勢部材２２０の代わりに第１付勢部材２１８を省いてもよい。

20

【００４６】

図１５は、小径のチューブ１０に対する適用例を説明するための図である。識別のために図１３に図示のチューブ１０に（Ｌ）を付記し、図１５に図示のチューブ１０に（Ｓ）を付記してある。Ｌは相対的に大径を意味し、Ｓは相対的に小径を意味する。すなわち、図１３は、大径のチューブ１０（Ｌ）に対する適用例を示す。図１５は、小径のチューブ１０（Ｓ）に対する適用例を示す。径の違うチューブ１０には、それぞれ専用のチューブ保持部材５２が適用される。そして、各専用のチューブ保持部材５２に対してヘッド本体５０は共通である。具体的に、図１５に図示のチューブ保持部材５２は、第１、第２のハーフ保持部材２２２ａ、２２２ｂで構成され、これらのハーフ保持部材２２２ａ、２２２ｂは、夫々、小径のチューブ１０（Ｓ）の外形と相補的な半円状の支持面５４を備えている。勿論、図１３に図示のチューブ保持部材５２を構成する第１、第２のハーフ保持部材５２ａ、５２ｂは、夫々、大径のチューブ１０（Ｌ）の外形と相補的な半円状の支持面５４を備えている。

30

【００４７】

すなわち、チューブ保持部材５２は、径の異なる各チューブ１０毎の専用品である。他方、ヘッド本体５０は共用である。このことは、第１実施例に含まれるセンサヘッド２（図１）、第２実施例に含まれるセンサヘッド１００についても同じである。

【００４８】

図１６、図１７は、チューブ保持部材５２の変形例を示す。図１６は、チューブ保持部材５２の両端に弾性リング２４０を配置した例を示す。図１７は、チューブ保持部材５２の両端部に突起２４２を配置した例を示す。弾性リング２４０、突起２４２はチューブ１０の滑りを防止する機能を有している。弾性リング２４０は、チューブ１０が比較的硬質であるときに、該チューブ１０の滑りを効果的に防止することができる。

40

【００４９】

図１８は、図１３等を参照して説明したフック２０４の作用を説明するための図である。固定部材であるフック２０４は、上下方向に延びる細長い形状を有し、その中間部分に支持軸２０４ａが設けられている。支持軸２０４ａは第２ハーフボックス６２に固定されている。揺動フック２０４の下端部には、第２ハーフボックス６２との間に圧縮バネ２４４が介装されている。他方、揺動フック２０４の上端部には爪２０４ｂが形成されている。爪２０４ｂは、第１ハーフボックス６０を閉めたときに、第１ハーフボックス６０の段部

50

60aと係合することができる。すなわち、第1ハーフボックス60を閉めると、第2ハーフボックス62のフック204が第1ハーフボックス60の段部60aに係止され、これにより第1、第2のハーフボックス60、62は互いに固定される。

【0050】

図19、図20は、Z配置のためのチューブ保持部材52に関し、その窓58を形成するための互いに対抗する2つの切り欠き56を形成する2つの方法を説明するための図である。切り欠き56を各ハーフ保持部材52a、52bの各々に形成してもよいし(図19)、各切り欠き56を2つのハーフ保持部材52a、52bで形成してもよい(図20)。

【0051】

図21はZ配置に関し、図12と対応した図である。図12に図示のセンサヘッド200は、各センサ部材206、208の変位方向を規定する第1、第2ガイド面214、216がチューブ10の直径方向に対して傾斜した面で構成されている。これに対して、図21に図示のセンサヘッド250は、第1、第2ガイド面214、216がチューブ10の直径方向に延びる面で構成されている。

【0052】

図22は、センサ本体の付勢方向に関する変形例270を示す。図22は、ヘッド本体50の半分しか図示していないが、図外の半分も実質的に同じ構造であると理解されたい。図22を参照して第2センサ部材208はチューブ10の軸線方向に付勢するバネ272を備えている。すなわち、第2センサ部材208の一端面を付勢するバネ272を備えている。第2センサ部材208の他端面には、チューブ10の軸線方向に延びる段部278を有し、この段部278を受け止める受け面266がハーフ保持部材52(52b)に形成されている。第2センサ部材208はネジ棒276によってチューブ10と圧接する方向に押し付けられる。そして、第2センサ部材208は、その段部278がハーフ保持部材52(52b)の受け面266によって受け止められるため、ネジ棒276の締め込みによって第2センサ部材208が過度にチューブ10に押し付けられるのを阻止することができる。図中、符号274はスライド可能なプレートを示し、このプレート274にネジ棒276が螺着されている。なお、このプレート274を図22の水平方向にスライド可能とすることで、第2センサ部材208の内部に塵や埃が侵入することを防ぐ防塵効果を奏する。

【0053】

第4実施例(図23～図29)：

図23～図29は、第4実施例の超音波流量計に含まれるセンサヘッド300を示す。図23は、センサヘッド300をチューブ10に取り付けた状態を示し、図24は、センサヘッド300の分解斜視図である。

【0054】

センサヘッド300は、一部を除き金属製の成型品である複数の部品から構成されている。センサヘッド300はチューブ保持部材302とセンサ保持部材304とを有している。チューブ保持部材302は、ベース部材302aと形状保持部材302bと間隔規制部材302cで構成されている。センサ保持部材304は、本体部304aと取り付け部材304bとで構成されている。

【0055】

図24、図27～図29を参照して、チューブ保持部材302について説明すると、ベース部材302aは、センサ保持部材304を固定する機能と、形状保持部材302bと協働してチューブ10を固定する機能を有する。説明の都合上、チューブ10を固定する機能を先に説明すると、ベース部材302aはその両端に、チューブ10を受け入れるベース側開口ハーフ306(図24)を有している。

【0056】

形状保持部材302bは、その両端に、チューブ10を受け入れるクランプ側開口ハーフ308(図24)を有している。形状保持部材302bは、また、その長手方向中間部分に一つのリップ310を有している。間隔規制部材302cはガイド穴312を有し、

このガイド穴 3 1 2 にリップ 3 1 0 が挿入される (図 2 5)。一対のリップ 3 1 0 は、ガイド穴 3 1 2 に案内されて、ベース部材 3 0 2 a 側に進むに従って互いの間隔が広がるように、形状保持部材 3 0 2 b の本体から傾斜して延びている。また、一対の間隔規制部材 3 0 2 c のガイド穴 3 1 2 は、形状保持部材 3 0 2 b から遠ざかるほど、互いの間隔が広がるように傾斜して延びている。この間隔規制部材 3 0 2 c は例えば合成樹脂製の成型品である。

【 0 0 5 7 】

チューブ 1 0 にセンサヘッド 3 0 0 を取り付けの際に、先ず、チューブ保持部材 3 0 2 をチューブ 1 0 に固定する。この固定は 4 本のボルト 3 1 4 を使って、チューブ 1 0 を挟んで位置決めしたベース部材 3 0 2 a と形状保持部材 3 0 2 b とを締結することにより行われる (図 2 4)。すなわち、ボルト 3 1 4 はベース部材 3 0 2 a と形状保持部材 3 0 2 b とを締結する締結部材を構成する。チューブ保持部材 3 0 2 は、径の異なるチューブに対して共用される。

【 0 0 5 8 】

図 2 9 の (I) は、比較的小径のチューブ 1 0 (S) に適用した例を示す。図 2 9 の (II) は、比較的大径のチューブ 1 0 (L) に適用した例を示す。チューブ 1 0 は、その互いに対抗する面が一対の間隔規制部材 3 0 2 c によって支持される。また、チューブ 1 0 の他の面が形状保持部材 3 0 2 b によって支持される。また、ベース部材 3 0 2 a は、上記形状保持部材 3 0 2 b と対向して一対の窓形成片 3 1 6 を有し、この一対の窓形成片 3 1 6 の各々がチューブ 1 0 の長手方向に延びている。一対の窓形成片 3 1 6 は互いに間隔を隔てて配置され、そして、この一対の窓形成片 3 1 6 によって窓 3 1 8 が形成されている。この一対の窓形成片 3 1 6 及び間隔規制部材 3 0 2 c 及びそのガイド穴 3 1 2、形状保持部材 3 0 2 b によってチューブ 1 0 は、その周面が 4 つの面で支持されチューブ 1 0 の膨張及び局所的な変形が規制されている。

【 0 0 5 9 】

センサ保持部材 3 0 4 は、前述したように、本体部 3 0 4 a と取り付け部材 3 0 4 b とで構成されている (図 2 4)。取り付け部材 3 0 4 b は、4 つの張出部 3 2 0 を有し、この張出部 3 2 0 を使って取り付け部材 3 0 4 b はベース部材 3 0 2 a に固定することができる。この操作を簡略化するには、一つの操作で固定できるのがよい。このワンタッチの操作性は、例えば張出部 3 2 0 に爪を設け、この爪に係止する溝をベース部材 3 0 2 a に設けるのがよい。

【 0 0 6 0 】

取り付け部材 3 0 4 b は本体部 3 0 4 a がチューブ保持部材 3 0 2 を受け入れる座を構成し、本体部 3 0 4 a は例えば 2 本のボルト 3 2 2 を使ってチューブ保持部材 3 0 2 (ベース部材 3 0 2 a) に固定される。

【 0 0 6 1 】

本体部 3 0 4 a には、前述した第 1、第 2 の超音波素子 2 4、2 6 を含むセンサ部材 3 2 4 (図 2 9 には図示されていない) が窓 3 1 8 を通じてチューブ 1 0 に当接可能に取り付けられている。第 1、第 2 の超音波素子 2 4、2 6 の配置は V 配置であり、センサ部材 3 2 4 の構成は、実質的に図 6、図 9 を参照して説明したセンサ部材 6 6 と同じである。センサ部材 3 2 4 は、参照符号 3 2 6 で示す表示灯や表示部、操作部などを含んでもよい。このように、図 2 9 に示す超音波流量計によれば、まず、一対の間隔規制部材 3 0 2 c によって、図 2 9 の水平方向へ膨張するような変形を規制する。そして、この状態で鉛直方向に超音波センサを押し付けることによって、チューブ 1 0 が鉛直方向に潰れにくくなる。そのため、超音波センサをチューブ 1 0 に十分に押し当てることができ、超音波センサとチューブ 1 0 の間に隙間が空かないようにすることができる。その結果、流量検出精度を高めることができる。なお、第 4 実施例に示す超音波流量計は、金属配管にも対応可能なものである。すなわち、硬質な配管の流量を計測したい場合には、一対の間隔規制部材 3 0 2 c を取り外すだけで対応できる。要するに、一対の間隔規制部材 3 0 2 c の着脱によって、硬質配管にも対応できるし、軟質配管にも対応できるという、ハイブリッド

な超音波流量計を提供することができる。

【0062】

図30～図32は、変形例のチューブ保持部材400を示す。チューブ保持部材400は、そのハーフ保持部材402a、402bによって形成されるチューブ収容部は矩形断面を有している。そして、切り欠き404によって窓406が形成されている。すなわち、ハーフ保持部材402a、402bはその内面がチューブ10の外面と相補的な形状を有していない。しかし、ハーフ保持部材402a、402bはチューブ10を所定の形状に変形させるにしても、チューブ10の膨張や窓406を通じてセンサ部材が圧接することに伴う局所的な変形を規制する機能を有している。

【0063】

すなわち、チューブ保持部材52、302、400は、図29から最も良く理解できるように、チューブ10の全周に亘って延びる面によってチューブ10の膨張や局所的な変形を規制する必要はない。図29に図示のチューブ保持部材302は、チューブ10の周周りにおいて間欠的にチューブ10の外面を支持する構成が採用されている。チューブ10の内圧が上昇することに伴うチューブ10の膨張、センサ部材が当接することに伴うチューブ10の局所的な変形を規制できるのであれば、チューブ保持部材52、302、400が形作るチューブ10に対する支持面の形状は任意である。なお、流量計側する際のチューブ10の断面は、図31や図32に示すように略矩形でもよいし、略丸形でもよい。図31や図32に示すように略矩形にすることで、超音波センサを押し当てたときにチューブ10が(図31、図32の縦方向に)変形し難くなる。一方、図31や図32のよう

【0064】

なお、本発明の技術思想について、別の側面から説明すると、配管内を流れる流体への超音波の送信および配管内を流れる流体からの超音波の受信のうち少なくとも一方を行う第1の超音波素子と、配管内を流れる流体への超音波の送信および配管内を流れる流体からの超音波の受信のうち他方を行う第2の超音波素子と、第1の超音波素子および第2の超音波素子のうち少なくとも一方の出力信号に基づいて配管内の流体の流量を算出する算出部と、算出部により算出された流量と予め定められた流量閾値とに基づいて、配管を流れる流体の流量に関するオン/オフ信号を出力する出力部とを有する超音波流量センサであって、第1の超音波素子および第2の超音波素子のうち少なくとも一方を内蔵するセンサ部と、配管外形に対応した内壁面により配管を包囲し、センサ部を受け入れるための開口が形成された配管保持部と、配管保持部が取り付けられる第1筐体と、配管保持部に形成された開口内でセンサ部を配管中心に向けて押圧し、配管に密着固定する固定部とを備え、配管保持部は、固定部によりセンサ部が配管に密着固定されるときに、少なくともセンサ部の移動方向とは異なる方向への配管の変形を規制する。これにより、口径の異なるチューブに対しても、そのチューブに適した配管保持部を用意するだけで、簡単に後付け

【符号の説明】

【0065】

- 1 実施例の超音波流量計
- 2 センサヘッド
- 4 コントローラ
- 10 可撓性チューブ
- 24 第1超音波素子
- 26 第2超音波素子
- 42 カプラント(音響結合媒体)

10

20

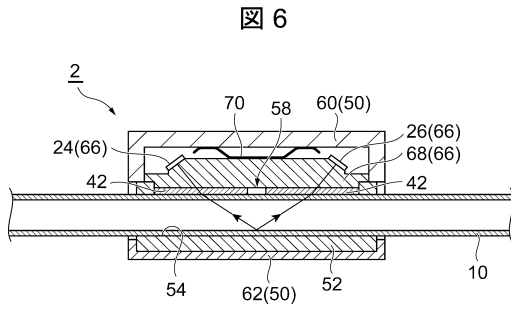
30

40

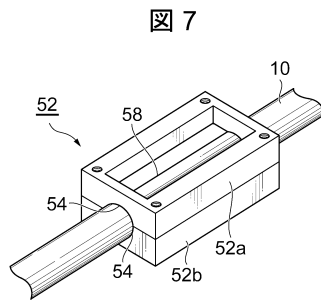
50

5 0	ヘッド本体	
5 2	チューブ保持部材	
5 2 a、5 2 b	ハーフ保持部材	
5 4	ハーフ保持部材の半円状の支持面	
5 8	窓	
6 0	第 1 ハーフボックス	
6 2	第 2 ハーフボックス	
6 6	センサ部材	
6 8	共通のくさび部材	
7 0	付勢部材	10
7 2	ハーフ同士を固定するためのネジ	
2 0 6	第 1 センサ部材	
2 0 8	第 2 センサ部材	
2 1 0	第 1 くさび部材	
2 1 2	第 2 くさび部材	
2 1 4	第 1 ガイド面	
2 1 6	第 2 ガイド面	
2 1 8	第 1 付勢部材	
2 2 0	第 2 付勢部材	
3 0 2	チューブ保持部材	20
3 0 2 a	ベース部材	
3 0 2 b	形状保持部材	
3 0 2 c	間隔規制部材	
3 0 4	センサ保持部材	
3 0 4 a	本体部	
3 0 4 b	取り付け部材	
3 1 8	窓	
3 2 4	センサ部材	

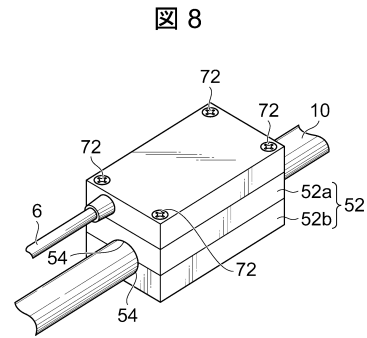
【図 6】



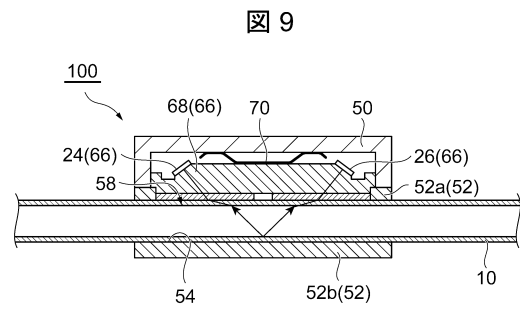
【図 7】



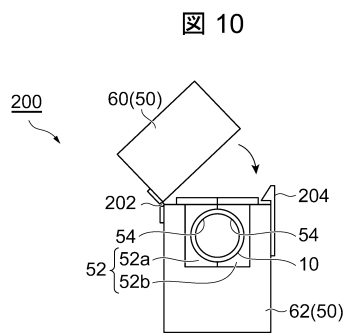
【図 8】



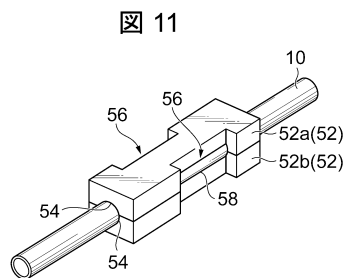
【図 9】



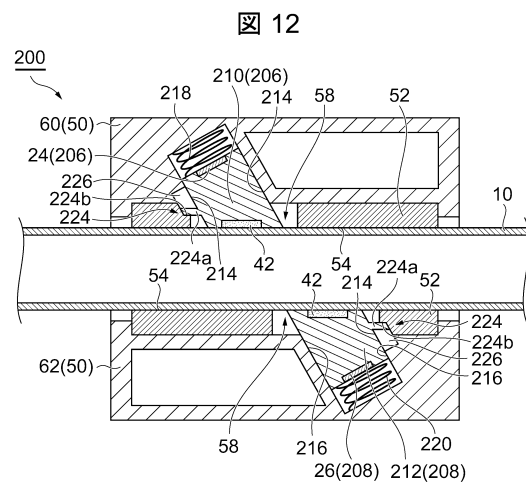
【図 10】



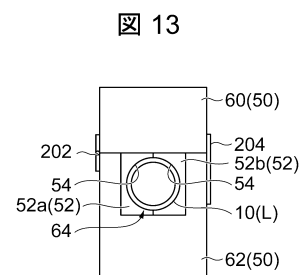
【図 11】



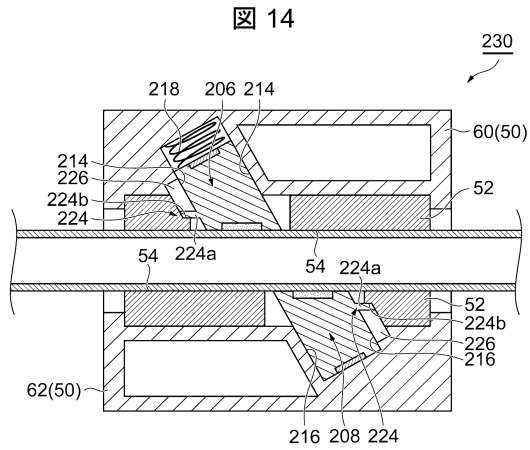
【図 12】



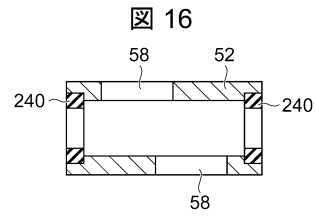
【図 13】



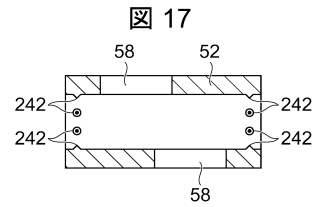
【図 14】



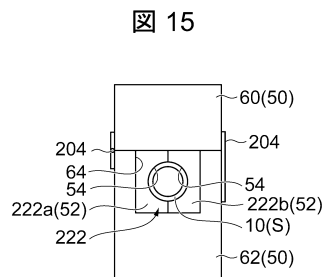
【図 16】



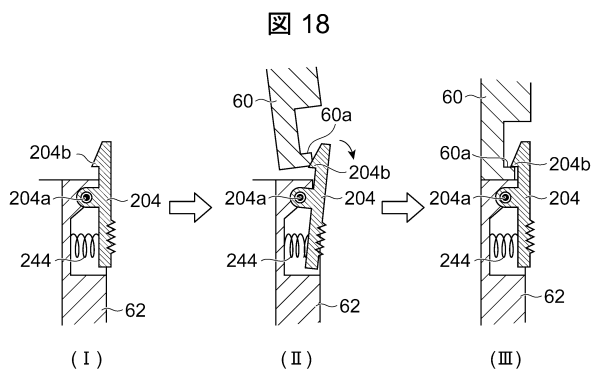
【図 17】



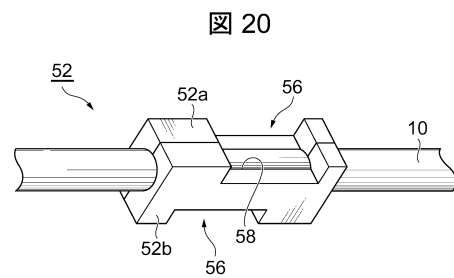
【図 15】



【図 18】



【図 20】



【図 21】

【図 19】

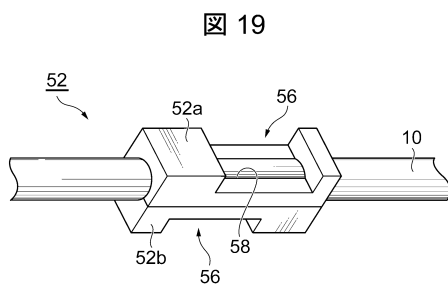
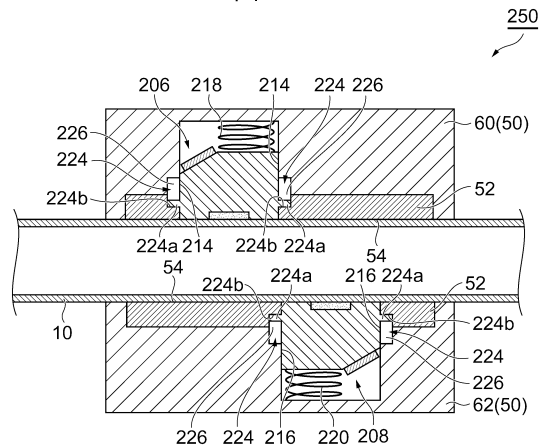
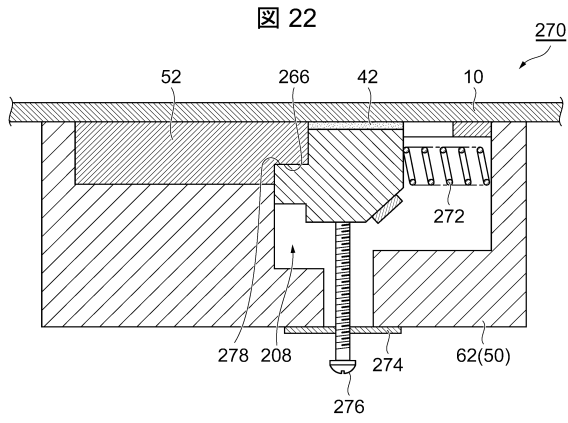


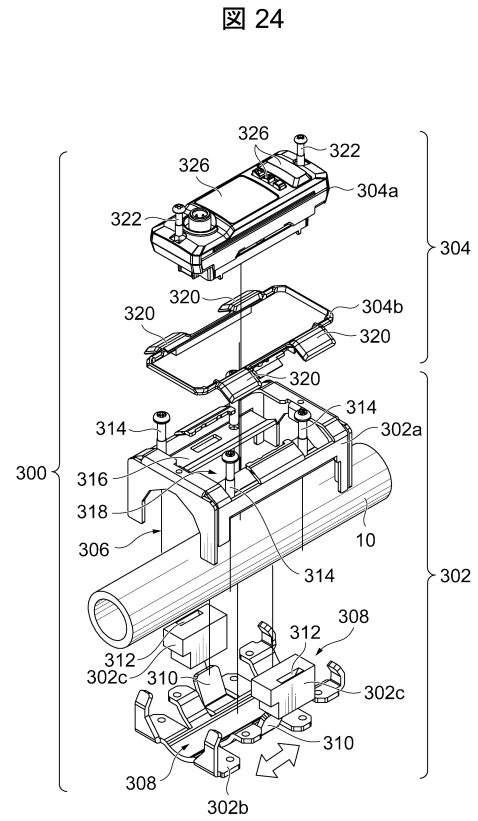
図 21



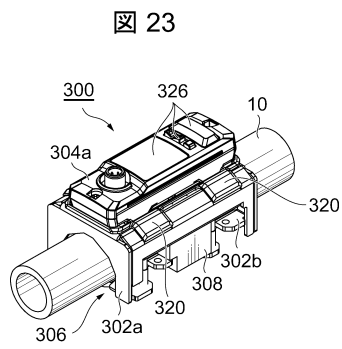
【図 2 2】



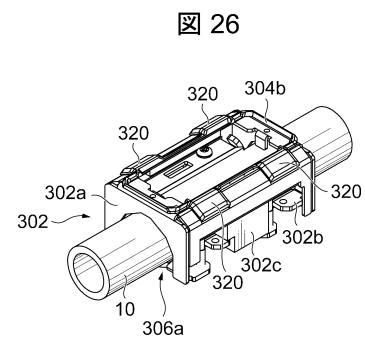
【図 2 4】



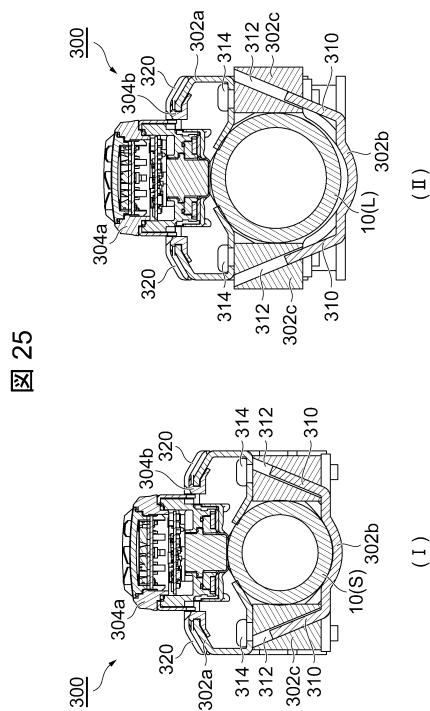
【図 2 3】



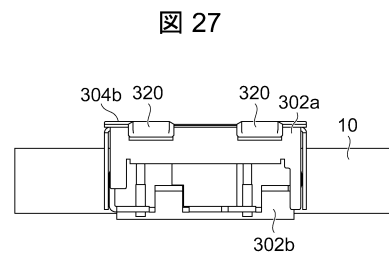
【図 2 6】



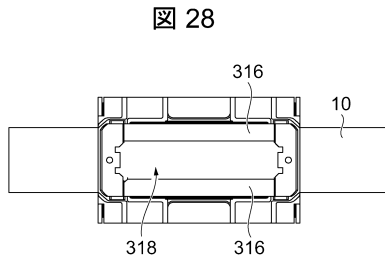
【図 2 5】



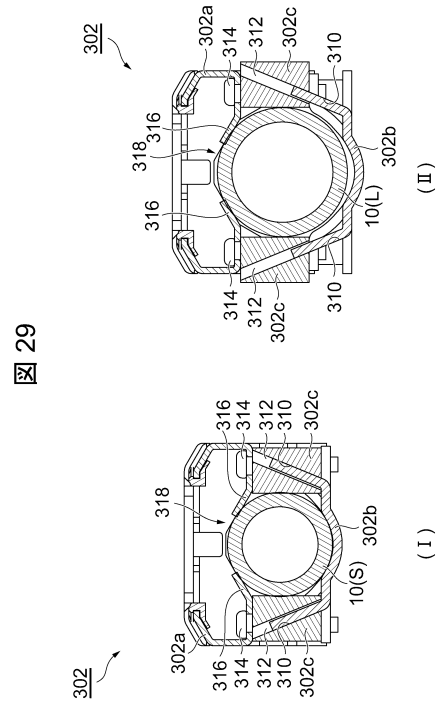
【図 2 7】



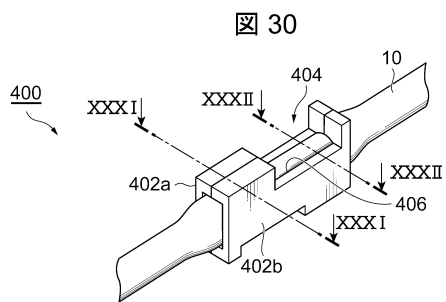
【図 28】



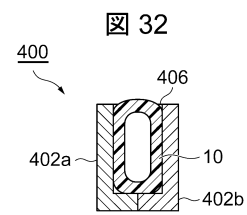
【図 29】



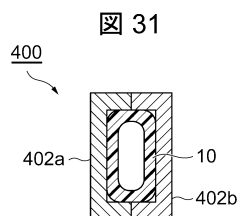
【図 30】



【図 32】



【図 31】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 大嗣郎

大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番14号

株式会社キーエンス内

審査官 公文代 康祐

(56)参考文献 特開2000-189419(JP, A)

特開2012-154894(JP, A)

特開2003-329500(JP, A)

実開昭61-006725(JP, U)

米国特許出願公開第2004/0123666(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 1/66