

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5712674号
(P5712674)

(45) 発行日 平成27年5月7日 (2015.5.7)

(24) 登録日 平成27年3月20日 (2015.3.20)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 L 19/14 (2006.01)

GO 1 L 13/00 (2006.01)

GO 1 L 19/14

GO 1 L 13/00

B

請求項の数 7 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2011-43179 (P2011-43179)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成23年2月28日 (2011.2.28)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-181062 (P2012-181062A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成24年9月20日 (2012.9.20)	(74) 代理人	100091306
審査請求日	平成26年1月31日 (2014.1.31)		弁理士 村上 友一
		(74) 代理人	100152261
			弁理士 出口 隆弘
		(72) 発明者	本山 久雄
			東京都日野市日野421-8 エプソント
			ヨコム株式会社内
		審査官	岡田 卓弥

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 力検出器収容ケース、力測定器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体からの圧力を検知する力検出器を収容する力検出器収容ケースであって、
収容される前記力検出器の受圧面に対向する底部と、側壁部と、を有し、
前記受圧面と前記底部との間の圧力導入空間に液体を導入し圧力を印加する圧力導入孔
が前記底部に設けられ、
前記圧力導入空間に導入された液体中の空気を排出する排出孔が前記側壁部に設けられ

、
前記排出孔は、前記側壁部から壁中を通して前記圧力導入孔に連通していることを特徴
とする力検出器収容ケース。

【請求項 2】

液体からの圧力を検知する力検出器を収容する力検出器収容ケースであって、
収容される前記力検出器の受圧面に対向する底部と、側壁部と、を有し、
前記受圧面と前記底部との間の圧力導入空間に液体を導入し圧力を印加する圧力導入孔
が前記底部に設けられ、
前記圧力導入空間に導入された液体中の空気を排出する排出孔が前記側壁部に設けられ

、
前記底部の前記受圧面に対向する位置には凹部が形成され、
前記圧力導入孔は、前記凹部の底面に貫通し、
前記排出孔は、前記側壁部から壁中を通して前記凹部の側面に貫通していることを特徴

とする力検出器収容ケース。

【請求項 3】

前記排出孔は、

複数設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の力検出器収容ケース。

【請求項 4】

前記圧力導入孔は、

複数設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の力検出器収容ケース。

【請求項 5】

前記圧力導入孔は、網部により覆われていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の力検出器収容ケース。

10

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の力検出器収容ケースに前記力検出器を収容してなることを特徴とする力測定器。

【請求項 7】

前記力検出器は、

筒状の容器と、前記容器の側面から突出して設けられたフランジ部と、前記容器の底面に配置されたダイアフラムと、を有し、

前記力検出器収容ケースは、

前記フランジ部と前記底部との間に配置され、前記圧力導入孔がリングの内側となるように配置されているリングと、

20

前記フランジ部を前記リングとともに前記底部側に押し付ける押し込み部材と、を有することを特徴とする請求項 6 に記載の力測定器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、力検出器収容ケース、及び前記力検出器収容ケースに力検出器収容してなる力測定器に関し、特に力検出器を構成するダイアフラムを保護するとともに、液体の圧力を少ない誤差で測定する技術に関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来から、水圧計、気圧計、差圧計などとして圧電振動子を感圧素子として使用し圧力を測定可能な力検出器が知られている。圧電振動子を用いた力検出器は、圧電振動子に検出軸方向の圧力が印加すると、圧電振動子の共振周波数が変化し、当該共振周波数の変化から力検出器に印加される力（圧力）を検出する。

【0003】

特許文献 1、2 においては、被測定対象の圧力と基準となる圧力との差分を検出する圧力センサーについて開示している。

図 1 4 に特許文献 1 に記載の圧力センサーの斜視図を示す。また図 1 5 に、特許文献 1 に係る圧力センサーの断面図を示し、図 1 5 (a) は X Z 面を切り口とした断面図、図 1 5 (b) は Y Z 面を切り口とした断面図を示す。

40

【0004】

図 1 4、図 1 5 に示すように、圧力センサー 2 1 0 は、円筒形のハウジング 2 1 2 の端面に、それぞれダイアフラム 2 4 4 A、ダイアフラム 2 4 4 B が形成されている。またハウジング 2 1 2 のダイアフラム 2 4 4 A 側にはフランジとなる第 1 外周部 2 1 6 が形成されている。またダイアフラム 2 4 4 A、ダイアフラム 2 4 4 B がセンターシャフト 2 5 2 により連結されている。さらに感圧素子 2 5 8 の長手方向の一端をハウジング 2 1 2 に取り付け、他端をセンターシャフト 2 5 2 に取り付けている。そしてダイアフラム 2 4 4 A、ダイアフラム 2 4 4 B の受ける圧力の合力の方向にセンターシャフト 2 5 2 を変位させる。この変位により感圧素子 2 5 8 がその長手方向から圧縮応力または伸長応力を受ける

50

ことにより、ダイアフラム 2 4 4 A が受ける圧力とダイアフラム 2 4 4 B が受ける圧力の大小関係および大きさ（相対圧）を検出することができる。よって上記構成により、基準の圧力環境を基準として被測定対象の圧力を検知可能としている。同様の構成は特許文献 2 にも開示されている。このような相対圧を測定する圧力センサーにおいては、一方のダイアフラムの圧力環境と他方のダイアフラムの圧力環境を分離する構成が必要となる。

【 0 0 0 5 】

図 1 6 に特許文献 3 の圧力センサーの模式図を示す。特許文献 3 においては、ダイアフラム 3 0 2 を有する素子 3 0 4 の両面から円形リング 3 0 6（リング）を挟み込み、それぞれ素子 3 0 4 を収容可能な外部ケース 3 0 8、外部ケース 3 1 0 により素子 3 0 4 の法線方向から素子 3 0 4 を挟み込んでいる。そして外部ケース 3 0 8、外部ケース 3 1 0、素子 3 0 4 により円形リング 3 0 6 を締め付けてダイアフラム 3 0 2 を有する素子 3 0 4 を挟持している。これによりダイアフラム 3 0 2 の外部ケース側 3 0 8 の内部空間 3 0 8 a と外部ケース側 3 1 0 の内部空間 3 1 0 a とが互いに分離される。

10

【 0 0 0 6 】

そして外部ケース 3 0 8 には内部空間 3 0 8 a に接続する圧力導入孔 3 0 8 b が形成され、外部ケース 3 1 0 には内部空間 3 1 0 a に接続する圧力導入孔 3 1 0 b が形成されている。よって圧力導入孔 3 0 8 b、圧力導入孔 3 1 0 b を互いに異なる圧力環境に接続することにより、互いに異なる圧力環境をダイアフラム 3 0 2 の表裏で形成し、互いに異なる圧力環境同士の差圧を検知可能な圧力センサー 3 0 0 となっている。同様の技術は特許文献 4、5 においても開示されている。また特許文献 6 では、リングの代わりにガスケットを用いてフランジを挟み込み、素子の一方の面と他方の面との圧力環境を分離している。

20

【 0 0 0 7 】

図 1 7 に、特許文献 1 に係る圧力センサーを外部ケースに収容した模式図を示し、図 1 8 に外部ケースに収容した特許文献 1 の圧力センサーの使用形態を示した模式図を示す。特許文献 1 に開示された圧力センサーは、特許文献 3 乃至 6 と同様の方法で 2 つのダイアフラムの圧力環境を分離することができる。

【 0 0 0 8 】

すなわち、圧力センサー 2 1 0 を収容する外部ケース 4 0 0 は、圧力センサー 2 1 0 のダイアフラム 2 4 4 A 側を収容する凹部 4 0 4 a を有する第 1 外部ケース 4 0 2 と、圧力センサー 2 1 0 のダイアフラム 2 4 4 B 側を収容する凹部 4 0 4 a を有する第 2 外部ケース 4 0 4 と、を有している。ここで第 1 外部ケース 4 0 2 の凹部 4 0 2 a の底面には圧力導入孔 4 0 2 b が形成されており、第 2 外部ケースの凹部 4 0 4 a には開放孔 4 0 4 b が形成されている。

30

【 0 0 0 9 】

さらにハウジング 2 1 2 の直径以上で第 2 外周部 2 1 8（フランジ）の直径以下の寸法の挿通孔 4 0 6 a（後述の図 1 の挿通孔 3 0 と同じもの）を有し円筒形の形状のねじ込み金具 4 0 6 を有している。よって、ねじ込み金具 4 0 6 はハウジング 2 1 2 を挿通するとともに第 2 外周部 2 1 8 に当接する寸法を有している。さらにねじ込み金具 4 0 6 は、第 1 外部ケース 4 0 2 及び第 2 外部ケース 4 0 4 に収容されるとともに各外部ケースの内壁に形成された雌ネジ部 4 0 2 c、4 0 4 c に螺合する雄ネジ部 4 0 6 b を側壁の外側に有する。また、第 2 外周部 2 1 8 のダイアフラム 2 4 4 A 側の面には円形リング 4 0 8（リング）が配置され、第 2 外周部 2 1 8 のダイアフラム 2 4 4 B 側の面には円形リング 4 0 9（リング）が配置される。

40

【 0 0 1 0 】

そして、ねじ込み金具 4 0 6 を第 1 外部ケース 4 0 2 に螺合させることにより、円形リング 4 0 8 を第 2 外周部 2 1 8 と第 1 外部ケース 4 0 2 の凹部 4 0 2 a の底面に圧接させ、円形リング 4 0 9 を第 2 外周部 2 1 8 とねじ込み金具 4 0 6 に圧接させることにより、円形リング 4 0 8、円形リング 4 0 9 が第 2 外周部 2 1 8（フランジ）を挟持するようする。そしてねじ込み金具 4 0 6 に第 2 外部ケース 4 0 4 を螺合する。

50

【 0 0 1 1 】

このような構成により、第 1 外部ケース 4 0 2 側の圧力導入空間 4 1 2、第 2 外部ケース 4 0 4 側の内部空間 4 1 4 をそれぞれ、円形リング 4 0 8、円形リング 4 0 9 により互いに分離した状態で、圧力センサー 2 1 0 を外部ケース 4 0 0 に収納する構造となっている。

【 0 0 1 2 】

例えば、特許文献 1 に記載された相対圧の圧力センサー 2 1 0 は、図 1 7 に示すように地下水の水圧を検出することにより、地下水の水量を検出する場合に用いることができる。この場合、外部ケース 4 0 0 に収容された圧力センサー 2 1 0 において、圧力導入孔 4 0 2 b から地下水を導入することによりダイアフラム 2 4 4 A を地下水側に開放し、外部ケース 4 0 0 の開放孔 4 0 4 b に取り付けられたチューブ 4 1 6 を介してダイアフラム 2 4 4 B を大気圧側（中継ボックス 4 1 8）に開放して、双方の圧力の差分により地下水側の水圧を検出している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 0 - 0 1 9 8 2 6 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 0 - 0 1 9 8 2 7 号公報

【 特許文献 3 】 実公平 0 5 - 0 1 9 7 9 7 号公報

【 特許文献 4 】 実開平 0 6 - 0 4 6 3 3 9 号公報

【 特許文献 5 】 特開 2 0 0 3 - 0 8 3 8 2 9 号公報

【 特許文献 6 】 特許第 3 6 9 3 8 9 0 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 4 】

しかしながら、このような外部ケース 4 0 0 においては、ダイアフラム 2 4 4 A が水中の石等に衝突して破損することを回避するため、圧力導入孔 4 0 2 b が小さく設計されている。これにより、外部ケース 4 0 0 に収容した圧力センサー 2 1 0 を水中に導入すると、ダイアフラム 2 4 4 A と第 1 外部ケース 4 0 2 との間で形成される圧力導入空間 4 1 2 に残留する空気を排出することが困難となる。よって、この空気が水とダイアフラム 2 4 4 A との間で緩衝材の役割をすることになるので、水圧がダイアフラム 2 4 4 A に直接伝達されず、正確な水圧を測定することが困難であった。

【 0 0 1 5 】

そこで、本発明は上記問題点に着目し、圧力を測定する力検出器の液体に晒されるダイアフラムを保護しつつ、ダイアフラムの周囲に残留する空気を排出して正確な圧力測定が可能な力検出器収容ケース、及び力測定器を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 6 】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態、または適用例として実現することが可能である。

第 1 の形態に係る力検出器収容ケースは、液体からの圧力を検知する力検出器を収容する力検出器収容ケースであって、収容される前記力検出器の受圧面に対向する底部と、側壁部と、を有し、前記受圧面と前記底部との間の圧力導入空間に液体を導入し圧力を印加する圧力導入孔が前記底部に設けられ、前記圧力導入空間に導入された液体中の空気を排出する排出孔が前記側壁部に設けられ、前記排出孔は、前記側壁部から壁中を通して前記圧力導入孔に連通していることを特徴とする力検出器収容ケース。

第 2 の形態に係る力検出器収容ケースは、液体からの圧力を検知する力検出器を収容する力検出器収容ケースであって、収容される前記力検出器の受圧面に対向する底部と、側壁部と、を有し、前記受圧面と前記底部との間の圧力導入空間に液体を導入し圧力を印加する圧力導入孔が前記底部に設けられ、前記圧力導入空間に導入された液体中の空気を排

出する排出孔が前記側壁部に設けられ、前記底部の前記受圧面に対向する位置には凹部が形成され、前記圧力導入孔は、前記凹部の底面に貫通し、前記排出孔は、前記側壁部から壁中を通して前記凹部の側面に貫通していることを特徴とする。

第3の形態に係る力検出器収容ケースは、第1の形態または第2の形態に係る力検出器収容ケースにおいて、前記排出孔は、複数設けられていることを特徴とする。

第4の形態に係る力検出器収容ケースは、第1の形態乃至第3の形態のいずれか1の形態に係る力検出器収容ケースにおいて、前記圧力導入孔は、複数設けられていることを特徴とする。

第5の形態に係る力検出器収容ケースは、第1の形態乃至第3の形態のいずれか1の形態に係る力検出器収容ケースにおいて、前記圧力導入孔は、網部により覆われていることを特徴とする。

10

第1の形態に係る力測定器は、第1の形態乃至第5の形態のいずれか1の形態に係る力検出器収容ケースに前記力検出器を収容してなることを特徴とする。

第2の形態に係る力測定器は、第1の形態に係る力測定器において、前記力検出器は、筒状の容器と、前記容器の側面から突出して設けられたフランジ部と、前記容器の底面に配置されたダイアフラムと、を有し、前記力検出器収容ケースは、前記フランジ部と前記底部との間に配置され、前記圧力導入孔がリングの内側となるように配置されているリングと、前記フランジ部を前記リングとともに前記底部側に押し付ける押し込み部材と、を有することを特徴とする。

〔適用例1〕筒状の外形を有する容器と、前記容器の側面の外周に沿って形成された雄ネジ部と、前記容器の端面に配置され力を受けて前記容器の内側または外側に変位するダイアフラムと、を有し、前記ダイアフラムの変位により圧力を検出する力検出器を収容する力検出器収容ケースであって、前記ダイアフラムに対向する底部と、前記容器の側面に対向する側壁部とを有する外部ケースと、前記底部に形成された圧力導入孔と、前記側壁部の内周に沿って形成され、前記雄ネジ部と螺合し、前記ダイアフラムを境界の一部とし、前記圧力導入孔を有する圧力導入空間を形成する雌ネジ部と、を備え、前記側壁部の側面と前記圧力導入空間との間を貫通する排出孔が設けられたことを特徴とする力検出器収容ケース。

20

上記構成により、力検出器収容ケースと力検出器との間に残留する空気を効率的に排出することができ、液体の圧力を精度良く測定することができる。

30

【0017】

〔適用例2〕筒状の外形を有する容器と、前記容器の側面の外周側に突出し前記側面の外周と同心となるフランジ部と、前記容器の端面に配置され力を受けて前記容器の内側または外側に変位するダイアフラムと、を有し、前記ダイアフラムの変位により圧力を検出する力検出器を収容する力検出器収容ケースであって、前記ダイアフラムに対向する底部と、前記容器の側面に対向する側壁部とを有する外部ケースと、前記底部に形成された圧力導入孔と、リング形状を有し、前記フランジ部と前記底部との間に配置され、前記圧力導入孔がリングの内側となるように配置される円形リングと、前記フランジ部を前記円形リングとともに前記底部側に押し付け、前記外部ケース内において前記ダイアフラムを境界の一部とし、前記圧力導入孔を有する圧力導入空間を形成する押し込み部材と、を備え、前記側壁部の側面と前記圧力導入空間との間を貫通する排出孔が設けられたことを特徴とする力検出器収容ケース。

40

上記構成により、力検出器収容ケースと力検出器との間に残留する空気を効率的に排出することができ、液体の圧力を精度良く測定することができる。

【0018】

〔適用例3〕前記排出孔は、前記底部の中央を中心として中心対称となるように複数形成されたことを特徴とする適用例1または2に記載の力検出器収容ケース。

上記構成により、力検出器収容ケースと力検出器との間の圧力導入空間に残留する空気をムラなく排出することができる。

【0019】

50

〔適用例 4〕前記排出孔は、前記側壁部の側面と前記圧力導入孔の内壁との間を貫通して前記圧力導入孔と合流することにより、前記側壁部の側面と前記圧力導入空間との間を貫通することを特徴とする適用例 1 または 2 に記載の力検出器収容ケース。

上記構成により、力検出器の形状に係らず、力検出器収容ケースと力検出器との間の圧力導入空間に残留する空気を排出することができる。

【0020】

〔適用例 5〕前記排出孔は、前記側壁部の前記底部の側面となる位置から前記底部の前記圧力導入孔と異なる位置であって前記圧力導入空間に対向する位置まで掘り込まれ、前記圧力導入空間側に屈曲して掘り込まれた態様で前記圧力導入空間まで貫通していることを特徴とする適用例 1 または 2 に記載の力検出器収容ケース。

10

上記構成により、力検出器収容ケースと力検出器との間の圧力導入空間において、液体は圧力導入孔から流入する一方、圧力導入空間に残留する空気は排出孔を経由して外部に排出される。よって、液体の流入経路と、空気の排出経路が分離されるので、流入する液体と、排出される空気との間の干渉を回避して、圧力導入空間に残留する空気を効率よく排出することができる。

【0021】

〔適用例 6〕前記圧力導入孔は、前記底部の中央を中心として中心対称となるように複数形成されたことを特徴とする適用例 1 乃至 5 のいずれか 1 例に記載の力検出器収容ケース。

上記構成により、力検出器収容ケースと力検出器との間の圧力導入空間に液体を均一に導入して、圧力導入空間に残留する空気を効率的に排出することができる。

20

【0022】

〔適用例 7〕前記圧力導入孔は、メッシュ状の網部により覆われたことを特徴とする適用例 1 乃至 5 のいずれか 1 例に記載の力検出器収容ケース。

上記構成により、圧力導入孔の直径を大きく設計することができ、ダイアフラムを保護しつつ、力検出器収容ケースと力検出器との間の圧力導入空間に効率的に液体を導入することができる。

【0023】

〔適用例 8〕前記底部の前記容器の端面と対向する位置には凹部が形成され、前記排出孔は、前記側壁部の側面と前記凹部の側面との間を貫通することを特徴とする適用例 2 乃至 7 のいずれか 1 例に記載の力検出器収容ケース。

30

上記構成により、力検出器収容ケースと力検出器との間の圧力導入空間の側面から空気を排出することになるので、圧力導入空間に残留した空気を効率よく排出することができる。

【0024】

〔適用例 9〕前記凹部は、前記容器の端面の外周に倣った形状を有し前記容器の端面側を収容可能であることを特徴とする適用例 8 に記載の力検出器収容ケース。

上記構成により、圧力導入空間の容積を小さくすることができるので、圧力導入空間に残留した空気の排出を容易に行うことができる。

【0025】

40

〔適用例 10〕適用例 1 乃至 9 のいずれか 1 例に記載の力検出器収容ケースに前記力検出器を収容してなることを特徴とする力測定器。

上記構成により、力検出器収容ケースと力検出器との間の圧力導入空間に残留する空気を効率的に排出して正確な液体の圧力が測定可能な力測定器となる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図 1】第 1 実施形態の力検出器収容ケースの分解斜視図である。

【図 2】第 1 実施形態の力検出器収容ケースに力検出器を収容した斜視図である。

【図 3】第 1 実施形態の力検出器収容ケースの一部の断面図である。

【図 4】第 1 実施形態の力検出器収容ケースに力検出器を収容した断面図である。

50

【図 5】第 1 実施形態の力検出器收容ケースの底部に形成された圧力導入孔及び排出孔を示し、図 5 (a) は図 3、図 4 の底面図、図 5 (b) は第 1 変形例、図 5 (c) は第 2 変形例である。

【図 6】第 1 実施形態の力検出器收容ケースの底部に形成された圧力導入孔にメッシュ状の網部を設けた模式図であり、図 6 (a) は底面図、図 6 (b) は断面図である。

【図 7】第 2 実施形態の力検出器收容ケースに力検出器を收容した断面図である。

【図 8】第 3 実施形態の力検出器收容ケースに收容する力検出器の断面図であり、図 8 (a) は X Z 面を切り口とした断面図、図 8 (b) は Y Z 面を切り口とした断面図である。

【図 9】第 3 実施形態の力検出器收容ケースの一部の断面図である。

【図 10】第 3 実施形態の力検出器收容ケースに力検出器を收容した断面図である。

10

【図 11】第 4 実施形態の力検出器收容ケースに力検出器を收容した断面図である。

【図 12】第 5 実施形態の力検出器收容ケースの分解斜視図である。

【図 13】第 5 実施形態の力検出器收容ケースに力検出器を收容した断面図である。

【図 14】特許文献 1 に係る圧力センサーの斜視図 (Y Z 面を切り口とした断面図) である。

【図 15】特許文献 1 に係る圧力センサーの断面図であり、図 15 (a) は X Z 面を切り口とした断面図、図 15 (b) は Y Z 面を切り口とした断面図である。

【図 16】特許文献 3 に記載の圧力センサーの模式図である。

【図 17】特許文献 1 に係る圧力センサーを従来の圧力センサー收容ケースに收容した模式図である。

20

【図 18】従来の圧力センサー收容ケースに收容した特許文献 1 の圧力センサーの使用形態を示した模式図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 7 】

以下、本発明を図に示した実施形態を用いて詳細に説明する。但し、この実施形態に記載される構成要素、種類、組み合わせ、形状、その相対配置などは特定の記載がない限り、この発明の範囲をそのみに限定する主旨ではなく単なる説明例に過ぎない。なお、図に示される X 軸、Y 軸、Z 軸は直交座標系を形成しているものとする。

【 0 0 2 8 】

第 1 実施形態の力検出器收容ケースの適用対象となる力検出器は、図 1 4、図 1 5 に示す圧力センサー 2 1 0 である。ここでは、この圧力センサー 2 1 0 について詳細に説明したのちに、第 1 実施形態の力検出器收容ケース 1 0 について説明する。

30

【 0 0 2 9 】

圧力センサー 2 1 0 は、図 1 5 (a) に示すように線分 O を中心軸とした円筒形状を有している。圧力センサー 2 1 0 は、ハウジング 2 1 2 とダイアフラム 2 4 4 A、ダイアフラム 2 4 4 B とにより内部を気密封止する容器を形成している。そしてダイアフラム 2 4 4 A、ダイアフラム 2 4 4 B を備えた容器の收容空間に、感圧素子 2 5 8、支持シャフト 2 3 6、センターシャフト 2 5 2 等を有している。そして圧力センサー 2 1 0 は、ダイアフラム 2 4 4 A が受ける圧力とダイアフラム 2 4 4 B が受ける圧力との差分の力を感圧素子 2 5 8 が検出する相対圧センサーとなっている。なお容器内は真空封止されている。

40

【 0 0 3 0 】

ハウジング 2 1 2 は、円形の第 1 端板 2 1 4、円形の第 2 端板 2 2 4、支持シャフト 2 3 6、円筒形の側壁部 2 4 2 を有する。第 1 端板 2 1 4 は、円筒形の側壁部 2 4 2 の内壁と接する第 1 外周部 2 1 6 と、側壁部 2 4 2 の端部と当接する第 2 外周部 2 1 8 と、第 1 外周部 2 1 6 及び第 2 外周部 2 1 8 を連通する開口部 2 2 0 とが同心円状に形成されている。第 2 外周部 2 1 8 は、その両面に後述の円形リング 4 6、円形リング 4 8 が当接するフランジ部 2 2 2 となる。

【 0 0 3 1 】

ここで第 2 外周部 2 1 8 と側壁部 2 4 2 の直径は同一となっている。よって第 1 外周部 2 1 6 の直径は、第 2 外周部 2 1 8 の直径より側壁部 2 4 2 の厚みの分だけ小さくなって

50

いる。また第2外周部218の-Z軸側の端面は、後述のように被圧力測定対象の環境下に晒される。そして、開口部220の-Z軸方向の端部において、ダイアフラム244Aが開口部220を封止している。

【0032】

第2端板224は、その外形が側壁部242の内壁と接する直径を有しており、+Z軸側の面から掘り込まれ第2端板224に同心円状に形成された凹部226を有する。そして凹部226の開口部はダイアフラム244Bにより封止されている。また第2端板224の-Z軸側の面には第2端板224と同心円状にボス部228が形成され、さらにボス部228及び凹部226をZ軸方向に連通し、後述のセンターシャフト252を挿通する挿通孔230が形成されている。

10

【0033】

ボス部228は、後述の感圧素子258が接続される部分である。ボス部228は、Z軸方向から見て円形に形成されているが、後述の感圧素子258の第1の基部262と接続する部分は平面に形成しておくことが望ましい。もちろんボス部228は、Z軸方向から見て矩形等の多角形となるように形成してもよい。

【0034】

第1端板214の第1外周部216の第2端板224に対向する面には支持シャフト236を嵌め込む穴232が形成され、第2端板224の第1端板214に対向する面にも支持シャフト236を嵌め込む穴234が形成されている。よって穴232、穴234は互いに対向する位置に形成されている。そして穴232、穴234に支持シャフト236を嵌め込むことにより第1端板214と第2端板224とは支持シャフト236を介して連結される。

20

【0035】

支持シャフト236は、一定の剛性を有し、±Z方向に長手方向を有する棒状の部材であって、ハウジング212とダイアフラム244A、ダイアフラム244Bとから構成される容器の内部に配置され、支持シャフト236の一端が第1端板214の穴232に、他端が第2端板224の穴234にそれぞれ嵌め込まれることにより、第1端板214、支持シャフト236、および第2端板224との間で一定の剛性を獲得する。なお支持シャフト236は複数本用いられるが、各穴の位置の設計に従って任意に配置される。

【0036】

また第2端板224には、ハーメチック端子238（図15参照）が取り付けられている。このハーメチック端子238は、感圧素子258の電極部（不図示）に交流電圧を印加して感圧素子258を発振させるためのものである。ハーメチック端子238は、ハウジング212の外部面に取り付けられた、またはハウジング212の外であってハウジング212から離間して配置されたIC（集積回路、不図示）と、感圧素子258とをワイヤー240を介して電氣的に接続することができる。なお図14においてハーメチック端子238は1つ描かれているが、感圧素子258の電極部（不図示）の総数に応じて第2端板224に取り付けられるものとする。

30

【0037】

円筒形の側壁部242は、その内径が第1端板214の第1外周部216の直径および第2端板224の直径と等しくなるように形成されている。よって、側壁部242の端部を第2外周部218に接続するとともに、側壁部242の内壁を第1外周部216の外壁及び第2端板224の外壁に接続することによりハウジング212とダイアフラム244A、ダイアフラム244Bにより形成される容器は封止される。第1端板214、第2端板224、側壁部242はステンレス等の金属で形成することが好ましく、支持シャフト236は一定の剛性を有し熱膨張係数の小さいセラミック等を用いることが好ましい。

40

【0038】

ダイアフラム244A、244Bはハウジング212の外部に面した一方の主面が受圧面となっており、前記受圧面が被測定圧力環境（例えば液体）の圧力を受けて撓み変形する可撓部248を有している。そして可撓部248がハウジング212内部側または外部

50

側（Z軸方向）に変位するように撓み変形することにより、感圧素子258にZ軸に沿った圧縮力或いは引張り力を伝達するものである。よって、ダイヤフラム244A、244Bは、外部からの圧力によって変位する中央部246と、前記中央部246の外周にあり、前記中央部246が変位できるように外部からの圧力により撓み変形する可撓部248を有する。また前記可撓部248の外周にあり、ダイヤフラム244Aにおいては第1端板214の開口部220の-Z軸側の端部に接続する周縁部250を有している。またダイヤフラム244Bにおいては第2端板224の凹部226の開口部に接合して固定される周縁部250を有している。なお周縁部250は、理想的には圧力を受けても変位せず、中央部246は圧力を受けても変形しないものとする。

【0039】

ダイヤフラム244A、244Bの材質は、ステンレスのような金属やセラミックなどの耐腐食性に優れたものがよく、また、水晶のような単結晶体やその他の非結晶体でもよい。例えば金属で形成する場合は、金属母材をプレス加工して形成すればよく、水晶で形成する場合は可撓部が他の部分より薄くなるようにフォトリソ・エッチング加工を行えばよい。

【0040】

なお、ダイヤフラム244A、244Bは、液体やガス等により腐食しないように、外部に露出する表面を耐食性の膜にてコーティングしてもよい。例えば、金属製のダイヤフラムであれば、ニッケルの化合物をコーティングしてもよいし、ダイヤフラムが水晶のような圧電結晶体であれば珪素をコーティングすればよい。同様に圧力センサー210のハウジング212が金属等で形成されている場合は、その表面にニッケルの化合物をコーティングしてもよい。

【0041】

力伝達手段であるセンターシャフト252は、ダイヤフラム244Aとダイヤフラム244Bとを連結している。センターシャフト252は、ハウジング212内に配置されるとともに、Z軸方向に長手方向を有している。そして長手方向の一端がダイヤフラム244Aの中央部246に接続され、他端がダイヤフラム244Bの中央部246に接続している。センターシャフト252の材料は、支持シャフト236と同様に一定の剛性を有し熱膨張係数の小さいセラミック等を用いることが好ましい。

【0042】

さらにセンターシャフト252の中央部には固定部254が取り付けられている。固定部254は、Z軸方向にセンターシャフト252を挿通してセンターシャフト252と接続する貫通孔256が形成されている。よって固定部254はZ軸方向のセンターシャフト252の変位に伴ってZ軸方向に変位する。またボス部228の側面には感圧素子258の第1の基部262が接続され、固定部254の側面には感圧素子258の第2の基部264が接続される。このとき、ボス部228の感圧素子258が取り付けられる部分と、固定部254の感圧素子258が取り付けられる部分は、同一平面を形成するように配置することが望ましい。これにより感圧素子258をボス部228及び固定部254に取り付ける際に感圧素子258を変形させることはなく、これによる変形による圧力値の測定誤差を抑制することができる。

【0043】

感圧素子258は、水晶、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム等の圧電材料により形成され、振動腕260とその両端に形成された第1の基部262と第2の基部264を有する。第1の基部262はボス部228の側面に接続され、第2の基部264は固定部254の側面に接続される。よって感圧素子258はボス部228を介してハウジング212（容器）に接続され、固定部254を介して力伝達手段であるセンターシャフト252に接続される。また、感圧素子258は、その長手方向（Z軸方向）、すなわち第1の基部262と第2の基部264とが並ぶ方向を、センターシャフト252、ダイヤフラム244A、ダイヤフラム244Bの変位方向（Z軸方向）と同軸または平行になるように配置され、その変位方向が検出軸となっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

さらに感圧素子 2 5 8 の振動腕 2 6 0 には励振電極（不図示）が形成され、励振電極（不図示）と電氣的に接続する電極部（不図示）を有する。感圧素子 2 5 8 の電極部（不図示）は、ハーメチック端子 2 3 8 及びワイヤー 2 4 0 を介して IC（不図示）と電氣的に接続され、IC（不図示）から供給される交流電圧により、固有の共振周波数で振動する。そして感圧素子 2 5 8 は、その長手方向（Z 軸方向）から伸長応力または圧縮応力を受けることにより共振周波数が変動する。

【 0 0 4 5 】

本実施形態においては感圧部となる振動腕 2 6 0 として双音叉型振動子を適用することができる。双音叉型振動子は、振動腕 2 6 0 である前記 2 つの振動ビームに引張り応力（伸長応力）或いは圧縮応力が印加されると、その共振周波数が印加される応力にほぼ比例して変化するという特性がある。そして双音叉型圧電振動片は、厚みすべり振動子などに比べて、伸長・圧縮応力に対する共振周波数の変化が極めて大きく共振周波数の可変幅が大きいので、わずかな圧力差を検出するような分解能力に優れる圧力センサー（力検出器）においては好適である。双音叉型圧電振動子は、伸長応力を受けると振動腕 2 6 0 の共振周波数が高くなり、圧縮応力を受けると振動腕 2 6 0 の共振周波数は低くなる。

【 0 0 4 6 】

また本実施形態においては 2 つの柱状の振動ビームを有する感圧部のみならず、一本の振動ビーム（シングルビーム）からなる感圧部を適用することができる。感圧部（振動腕）をシングルビーム型の振動子として構成すると、長手方向（検出軸方向）から同一の応力を受けた場合、その変位が 2 倍になるため、双音叉の場合よりさらに高感度な圧力センサー（力検出器）とすることができる。

【 0 0 4 7 】

本実施形態においては、ダイアフラム 2 4 4 A に印加される圧力がダイアフラム 2 4 4 B に印加される圧力より大きくなる場合、センターシャフト 2 5 2 は、+ Z 軸方向に変位し、これにより感圧素子 2 5 8 は Z 軸方向に圧縮応力を受けるため共振周波数が低くなる。逆にダイアフラム 2 4 4 A に印加される圧力がダイアフラム 2 4 4 B に印加される圧力より小さくなる場合、センターシャフト 2 5 2 は、- Z 軸方向に変位し、これにより感圧素子 2 5 8 は Z 軸方向に引張り応力を受けるため共振周波数が高くなる。

【 0 0 4 8 】

なお、上述の圧電材料のうち、双音叉型またはシングルビーム型の圧電振動子の圧電基板用としては温度特性に優れた水晶が望ましい。また感圧素子を水晶で形成する場合は、上述のようにフォトリソ・エッチング加工により形成することが好適である。

【 0 0 4 9 】

第 1 実施形態の圧力センサー 2 1 0 の組み立ては、まず第 1 端板 2 1 4 にダイアフラム 2 4 4 A を接続し、第 2 端板 2 2 4（ハーメチック端子 2 3 8 付）にダイアフラム 2 4 4 B を接続する。そして第 1 端板 2 1 4 の穴 2 3 2 に支持シャフト 2 3 6 を嵌め込んで接続するとともに、ダイアフラム 2 4 4 A の中央部 2 4 6 にセンターシャフト 2 5 2（固定部 2 5 4 付）の一端を接続する。そしてセンターシャフト 2 5 2 を第 2 端板 2 2 4 の挿通孔 2 3 0 に通してセンターシャフト 2 5 2 の他端をダイアフラム 2 4 4 B の中央部 2 4 6 に接続する。このとき第 2 端板 2 2 4 の穴 2 3 4 にも支持シャフト 2 3 6 を嵌め込んで接続する。

【 0 0 5 0 】

次に、感圧素子 2 5 8 の第 1 の基部 2 6 2 を第 2 端板 2 2 4 のボス部 2 2 8 の側面に接続し、第 2 の基部 2 6 4 を固定部 2 5 4 の側面に接続する。そして感圧素子 2 5 8 の電極部（不図示）とハーメチック端子 2 3 8 とをワイヤー 2 4 0 により接続する。

【 0 0 5 1 】

最後に、上述の構成要素からなる構造体を円筒形の側壁部 2 4 2 に挿通して側壁部 2 4 2 を第 1 端板 2 1 4、第 2 端板 2 2 4 に接続することにより圧力センサー 2 1 0 が構築される。なお圧力センサー 2 1 0 の容器内を真空にするためには、上述の構造体と側壁部 2

10

20

30

40

50

４２の取り付けを真空チャンバー内で行なえばよい。また側壁部２４２に封止孔（不図示）を形成し、側壁部２４２を接続したあとに封止孔（不図示）から容器内部を真空吸引し、封止孔（不図示）を封止部材（不図示）により封止してもよい。

【００５２】

図１に、第１実施形態の力検出器収容ケースの分解斜視図を示す。また図２に、第１実施形態の力検出器収容ケースに力検出器を収容した斜視図を示す。そして、図３に第１実施形態の力検出器収容ケースの一部の断面図を示す。さらに、図４に、第１実施形態の力検出器収容ケースに力検出器を収容した断面図を示す。

【００５３】

圧力センサー２１０を収容する力検出器収容ケース１０は、第１外部ケース１２、第２外部ケース３４、ねじ込み金具２８により構成され、圧力センサー２１０と同様に線分〇を中心とした円筒形状を有している。また圧力センサー２１０のフランジ部２２２の＋Ｚ軸方向の面には円形リング４６（Ｏリング）が配置され、－Ｚ軸方向の面には円形リング４８（Ｏリング）が配設される（図１２参照）。このねじ込み金具２８（押し込み部材）と円形リング４６、４８が圧力センサー２１０を力検出器収容ケース１０内で固定する固定手段となる。このような固定手段を採用することにより、簡易な構成でダイアフラム２４４Ａが接する圧力環境を圧力センサー２１０の他の部分と分離して、力検出器収容ケース１０と圧力センサー２１０との間の圧力導入空間２６の圧力（力）を測定することができる。

【００５４】

第１外部ケース１２は、圧力センサー２１０のダイアフラム２４４Ａ側を収容する凹部１４を有するとともに、第１外部ケース１２の内周に沿って形成され凹部１４の開口部にねじ込み金具２８と螺合する雌ネジ部２０が形成されている。

【００５５】

また第１外部ケース１２の底部１６の中央にＺ軸方向に貫通する圧力導入孔２２が形成されている。さらに第１外部ケース１２の側壁部１８の側面であって底部１６の側面となる位置から圧力導入孔２２の側壁までを貫通する排出孔２４が形成されている。

【００５６】

第２外部ケース３４は、圧力センサー２１０のダイアフラム２４４Ｂ側を収容する凹部３６を有している。また第２外部ケース３４は、第２外部ケース３４の内周に沿って形成されねじ込み金具２８と螺合する雌ネジ部４０が形成されている。さらに第２外部ケース３４の凹部３６の中央には開放孔３８が形成されている。また、この開放孔３８は中空のチューブ４２に接続されている。

【００５７】

ねじ込み金具２８は、円形リング４６、円形リング４８とともに圧力センサー２１０の容器（フランジ部２２２）を底部１６側に押し込む押し込み部材である。ねじ込み金具２８は、側壁部２４２の直径以上でフランジ部２２２の直径以下の寸法の挿通孔３０（図１参照）を有し、側壁部２４２を挿通するとともにフランジ部２２２の＋Ｚ軸側の面に当接可能な円筒形の形状を有している。そしてねじ込み金具２８は、第１外部ケース１２及び第２外部ケース３４に収容されるとともに各外部ケースの内壁に形成された雌ネジ部２０、４０に螺合する雄ネジ部３２が側壁２８ａの外周に沿って形成されている。ここで、雄ネジ部３２を雌ネジ部２０、４０に螺合させたさせた場合、雄ネジ部３２と雌ネジ部２０、４０との間における液体や気体の漏洩はないものとする。

【００５８】

円形リング４６は側壁部２４２の外周に倣った内径を有するリング状の弾性体であり、円形リング４８は円形リング４８と同一の内径を有するリング状の弾性体である。ここで円形リング４６と円形リング４８の円形の断面の直径（厚み）は互いに一致する。

【００５９】

上記構成において、ねじ込み金具２８は、雄ネジ部３２を雌ネジ部２０に螺合させることにより、外部ケース（第１外部ケース１２）に当接する。そして前述の螺合することにより、

10

20

30

40

50

より、フランジ部 2 2 2 に配置された円形リング 4 6 に当接する。そして螺合を進行させることにより円形リング 4 6 から抗力を受けるが、ねじ込み金具 2 8 は外部ケース（第 1 外部ケース 1 2）から反作用の力を受けることにより前記フランジ部 2 2 2 を、円形リング 4 6、円形リング 4 8 とともに底部 1 6 側に押し付けることができる。よって、円形リング 4 6 はフランジ部 2 2 2 の + Z 軸側の面とねじ込み金具 2 8 の - Z 軸側の面とに圧接され。円形リング 4 8 は底部 1 6 の + Z 軸側の面とフランジ部 2 2 2 の - Z 軸側の面に圧接され、それぞれ圧縮変形する。

【 0 0 6 0 】

そして円形リング 4 8 のフランジ部 2 2 2 及び底部 1 6 への圧接により、第 1 外部ケース 1 2、圧力センサー 2 1 0（ダイアフラム 2 4 4 A）、円形リング 4 8 を境界とし、圧力導入孔 2 2、排出孔 2 4 を有する圧力導入空間 2 6 が形成される。また円形リング 4 6 のフランジ部 2 2 2 及びねじ込み金具 2 8 への圧接により、第 2 外部ケース 3 4、ねじ込み金具 2 8、圧力センサー 2 1 0（ダイアフラム 2 4 4 B）、円形リング 4 6 を境界とし、開放孔 3 8 を有する内部空間 4 4 が形成される。したがって、この円形リング 4 6、円形リング 4 8 により、ダイアフラム 2 4 4 A、ダイアフラム 2 4 4 B の圧力環境を分離することができる。

【 0 0 6 1 】

よって例えば、基準となる圧力環境下（例えば大気圧）にチューブ 4 2（図 1 6 のチューブ 4 1 6 参照）の一端を開放することにより、第 2 外部ケース 3 4、圧力センサー 2 1 0、円形リング 4 6 により形成される内部空間 4 4、及びダイアフラム 2 4 4 B を、基準となる圧力環境下（例えば大気圧）に晒すことができる。この場合、圧力センサー 2 1 0 の外部に露出したハーメチック端子 2 3 8 にワイヤー（不図示）を接続し、開放孔 3 8、チューブ 4 2 に挿通して I C（不図示）に接続すればよい。

【 0 0 6 2 】

一方、圧力導入孔 2 2、排出孔 2 4 を被測定圧力環境下に晒すことにより、第 1 外部ケース 1 2、圧力センサー 2 1 0、円形リング 4 8 により形成される圧力導入空間 2 6、及びダイアフラム 2 4 4 A を被測定圧力環境下（例えば水压）に晒すことができる。

【 0 0 6 3 】

図 5 に、第 1 実施形態の力検出器収容ケースの底部に形成された圧力導入孔及び排出孔を示し、図 5（a）は図 3、図 4 の底面図、図 5（b）は第 1 変形例、図 5（c）は第 2 変形例を示す。また、図 6 に第 1 実施形態の力検出器収容ケースの底部に形成された圧力導入口にメッシュ状の網部を設けた模式図を示し、図 6（a）は底面図、図 6（b）は断面図である。

【 0 0 6 4 】

図 5（a）に示すように、圧力導入孔 2 2 は底部 1 6 の中心となる位置に形成されている。また排出孔 2 4 は Z 軸方向からみて圧力導入孔 2 2 を中心として十字を形成するように形成される。

【 0 0 6 5 】

また図 5（b）の第 1 変形例に示すように、圧力導入孔 2 2 を 2 箇所形成し、この圧力導入孔 2 2 を中心として 2 つの十字を形成するように排出孔 2 4 を形成することができる。

【 0 0 6 6 】

さらに、図 5（c）の第 2 変形例に示すように、圧力導入孔 2 2 を 4 箇所形成し、この圧力導入孔 2 2 を中心として 4 つの十字を形成するように排出孔 2 4 を形成することができる。

【 0 0 6 7 】

図 5 に示すように、圧力導入孔 2 2 は、底部 1 6 の中心を中心とした中心対称となる位置に形成することが好ましい。これにより、力検出器収容ケース 1 0 と圧力センサー 2 1 0（ダイアフラム 2 4 4 A）との間の圧力導入空間 2 6 に液体を均一に導入して、圧力導入空間 2 6 に残留する空気を効率的に排出して、液体の圧力を精度良く測定することがで

10

20

30

40

50

きる。同様に排出孔 2 4 も底部 1 6 の中心を中心とした中心対称となる位置に形成することが好ましい。圧力導入空間 2 6 に残留する空気（ダイアフラム 2 4 4 A の周囲に残留する空気）をムラなく効率的に排出することができる。

【0068】

また図 5 において、排出孔 2 4 は、側壁部 1 8 の側面と圧力導入孔 2 2 の内壁との間を貫通して圧力導入孔 2 2 と合流することにより、側壁部 1 8 の側面と圧力導入空間 2 6 との間を貫通する構成としている。これにより、圧力センサー 2 1 0 のダイアフラム 2 4 4 A 側の形状に係らず、力検出器収容ケース 1 0 と圧力センサー 2 1 0 との間の圧力導入空間 2 6 に残留する空気（ダイアフラム 2 4 4 A の周囲に残留する空気）を排出することができ、液体の圧力を精度良く測定することができる。

10

【0069】

そして図 6 (b) に示すように、圧力導入孔 2 2 の直径を、Z 軸方向から平面視して円形リング 4 8 の内径より小さくなる程度の大きさに形成し、圧力導入孔 2 2 にメッシュ状の網部 2 3 を設けてもよい。網部 2 3 は被圧力測定対象となる液体中の固体（例えば水中の石等）を通さずに液体や空気を挿通する程度の孔を多数有したものである。網部 2 3 の圧力導入孔 2 2 への取り付けは、圧力導入孔 2 2 の直径より大きな直径を有する網部を用意し、網部の周囲を一方に折り曲げて、圧力導入孔 2 2 のほぼ同一の直径を有する円形部分と、その周縁に形成された溶接代 2 3 a を形成し、この溶接代 2 3 a と圧力導入孔 2 2 の内壁とを溶接により接続すればよい。これにより、圧力導入孔 2 2 の直径を大きく設計することができ、ダイアフラム 2 4 4 A を保護しつつ、力検出器収容ケース 1 0 と圧力センサー 2 1 0 （ダイアフラム 2 4 4 A ）との間の圧力導入空間 2 6 に効率的に液体を導入することができる。

20

【0070】

なお、圧力導入孔 2 2 は、第 1 外部ケース 1 2 の底部 1 6 の底面と圧力導入空間 2 6 とを貫通させるため、平面視して円形リング 4 8 の内部に納まる位置に形成する。なお、この圧力導入孔 2 2 、排出孔 2 4 はドリル掘削により形成することができる。

【0071】

第 1 外部ケース 1 2 、第 2 外部ケース 3 4 、ねじ込み金具 2 8 、網部 2 3 は、ステンレス等により形成することが好ましく、さらに液体やガス等により腐食しないように、表面を耐食性の膜にてコーティングしてもよい。例えば、これらが金属製であれば、ニッケルの化合物をコーティングしてもよい。

30

【0072】

図 7 に第 2 実施形態に係る力検出器収容ケースに力検出器を収容した断面図を示す。第 2 実施形態に係る力検出器収容ケース 5 0 は、基本的には第 1 実施形態と類似するが、排出孔 5 2 は、側壁部 1 8 の底部 1 6 の側面となる位置から平面視で圧力導入空間 2 6 に対向する位置まで掘り込まれ、圧力導入空間 2 6 側に屈曲して掘り込まれた態様で圧力導入空間 2 6 まで貫通している点で相違する。すなわち、排出孔 5 2 は底部 1 6 に形成された圧力導入孔 2 2 とは別の位置に到達するように形成されている。この場合、排出孔 5 2 は、側壁部 1 8 の底部 1 6 の側面となる位置から平面視で圧力導入空間 2 6 に対向する位置まで（平面視で円形リング 4 8 の内側となる位置まで）横穴 5 4 をドリル掘削により掘り込み、底部 1 6 の凹部 1 4 （図 1 や図 3 を参照）側の面であって横穴 5 4 の端部に対向する位置から縦穴 5 6 をドリル掘削により掘り込み、横穴 5 4 と縦穴 5 6 とを接続することにより形成される。

40

【0073】

上記構成により、力検出器収容ケース 5 0 と圧力センサー 2 1 0 との間の圧力導入空間 2 6 において、液体（水）は圧力導入孔 2 2 から流入する一方、圧力導入空間 2 6 に残留する空気は排出孔 5 2 を経由して外部に排出される。よって、液体の流入経路と、空気の排出経路が分離されるので、流入する液体と、排出される空気との間の干渉を回避して、圧力導入空間 2 6 に残留する空気（ダイアフラム 2 4 4 A の周囲に残留する空気）を効率よく排出することができる。

50

【 0 0 7 4 】

図 8 に、第 3 実施形態の力検出器收容ケースに收容する力検出器の断面図を示し、図 8 (a) は X Z 面を切り口とした断面図、図 8 (b) は Y Z 面を切り口とした断面図を示す。また図 9 に、第 3 実施形態の力検出器收容ケースの一部の断面図を示す。さらに図 1 0 に、第 3 実施形態の力検出器收容ケースに力検出器を收容した断面図を示す。

【 0 0 7 5 】

第 3 実施形態の力検出器收容ケースの適用対象となる圧力センサー 2 1 1 (力検出器) は、基本的には圧力センサー 2 1 0 と共通するが、第 2 外周部 2 1 8 の周囲であって第 1 外周部 2 1 6 側となる位置に、第 2 外周部 2 1 8 と同心状にフランジ部 2 2 3 が形成されている点で相違する。このフランジ部 2 2 3 の Z 軸方向の厚みは、第 2 外周部 2 1 8 の Z 軸方向の厚みより薄いものとする。よって、第 2 外周部 2 1 8 の - Z 軸側の端面とフランジ部 2 2 3 の - Z 軸側の端面とでは Z 軸方向で段差が生じており、第 2 外周部 2 1 8 の - Z 軸側の端面がフランジ部 2 2 3 の - Z 軸側の端面から - Z 軸方向にはみ出た形となる。なおフランジ部 2 2 3 の + Z 軸側の面には円形リング 6 6 が当接し、フランジ部 2 2 3 の - Z 軸側の面には円形リング 6 8 が当接する。

【 0 0 7 6 】

一方、第 3 実施形態の力検出器收容ケース 6 0 は、基本的には、第 1 実施形態と類似するが、図 9、図 1 0 に示すように、底部 1 6 のダイアフラム 2 4 4 A 側の面であって Z 軸方向から平面視で円形リング 6 8 の内側となる位置には凹部 6 2 が形成され、排出孔 6 4 は、側壁部 1 8 の側面と凹部 6 2 の側面との間を貫通する点で相違する。これにより、力検出器收容ケース 6 0 と圧力センサー 2 1 1 との間の圧力導入空間 2 6 の側面から空気を排出することになるので、圧力導入空間 2 6 に残留した空気を効率よく排出することができる。

【 0 0 7 7 】

さらに本実施形態では、凹部 3 6 は、圧力センサー 2 1 1 の容器のダイアフラム 2 4 4 A 側、即ち第 2 外周部 2 1 8 を收容可能である点で相違する。このため、凹部 3 6 はその内径が第 2 外周部 2 1 8 の直径より大きくなるように形成されている。すると、図 1 0 に示すように、第 2 外周部 2 1 8 の - Z 軸側の端面が底部 1 6 の + Z 軸側の面より - Z 軸側に位置し、第 2 外周部 2 1 8 の - Z 軸側が凹部 3 6 に入り込んだ形となる。これにより、圧力導入空間 2 6 の容積を小さくすることができるので、圧力導入空間 2 6 に残留した空気 (ダイアフラム 2 4 4 A の周囲に残留する空気) の排出を容易に行うことができる。

【 0 0 7 8 】

なお、円形リング 6 6、円形リング 6 8 の断面の直径は互いに一致するものを用いているが、本実施形態では第 2 外周部 2 1 8 と側壁部 2 4 2 の直径を互いに一致させているため、円形リング 6 6、円形リング 6 8 の内径も互いに一致する。

【 0 0 7 9 】

第 3 実施形態においては、圧力センサー 2 1 1 を力検出器收容ケース 6 0 に收容する旨説明したが、第 1 実施形態等で説明した圧力センサー 2 1 0 も本実施形態の力検出器收容ケース 6 0 に收容することができる。この場合、第 2 外周部 2 1 8 が凹部 3 6 に入り込むことはないが、凹部 3 6 の側面が排出孔 6 4 になっているので、圧力センサー 2 1 0 を力検出器收容ケース 6 0 に收容しても圧力導入空間 2 6 に残留した空気を効率的に排出することができる。また図 5、図 6 に示す圧力導入孔 2 2 を本実施形態においても適用が可能である。また排出孔 6 4 は、圧力導入孔 2 2 と直接接続することはないが、図 5 に示すように平面視で底部 1 6 の中心を中心として中心対称 (放射状) となるように側壁部 1 8 の側面と凹部 3 6 の側面との間で複数形成することができる。

【 0 0 8 0 】

図 1 1 に、第 4 実施形態の力検出器收容ケースに力検出器を收容した断面図である。第 4 実施形態の力検出器收容ケースの適用対象となる圧力センサー 2 1 1 a (力検出器) は、基本的には圧力センサー 2 1 0 と類似するが、第 2 外周部 2 1 8 の周囲には、雄ネジ部 2 1 8 a が形成されている。これに対応して第 4 実施形態の力検出器收容ケース 7 0 にお

いて、第１外部ケース７２の側壁部７６の内壁の底部７４側には、雄ネジ部２１８aに螺合する雌ネジ部７８が形成されている。また第１外部ケース７２の開口部の外側には雄ネジ部８０が形成され、第２外部ケース８２の開口部の内側には雌ネジ部８４が形成されている。よって第４実施形態において、圧力センサー２１１aの容器の側面に形成された雄ネジ部２１８aと、第１外部ケース７２の側壁部７６の内側に形成され、前記雄ネジ部２１８aと螺合する雌ネジ部７８が、圧力センサー２１１aを力検出器収容ケース７０に固定する固定手段となる。

【００８１】

そして、第２外周部２１８と底部７４とは互いに当接させることができ、この場合、ダイアフラム２４４A、底部７４を境界とし、圧力導入孔２２を有する圧力導入空間８６が形成される。なお、雄ネジ部２１８aと雌ネジ部７８との気密、雄ネジ部８０と雌ネジ部８４との気密は十分に保たれ、ダイアフラム２４４Aを境界の一部とする圧力導入空間８６とダイアフラム２４４Bを境界の一部とする内部空間８８とは空間的に分離されている。

【００８２】

このような構成とすることにより、簡易な構成でダイアフラム２４４Aが接する圧力環境を圧力センサー２１１aの他の部分と分離して、力検出器収容ケース７０と圧力センサー２１１aとの間の圧力導入空間８６の圧力を測定することができる。さらに圧力導入空間８６の容積を小さくすることができるので、圧力導入空間８６に残留した空気（ダイアフラム２４４Aの周囲に残留した空気）の排出を容易に行うことができる。

【００８３】

また、本実施形態の固定手段（円形リング４６、円形リング４８、ねじ込み金具２８、または、雄ネジ部２１８a、雌ネジ部７８）は、第１実施形態、第２実施形態で述べた圧力導入孔２２、排出孔２４とともに適用することができる。ただし、圧力導入孔２２は、平面視でダイアフラム２４４Aの周縁より内側となる位置に形成し、図７に示される横穴５４の端部及び縦穴５６が平面視でダイアフラム２４４Aの周縁より内側となる位置となるように排出孔２４を形成する必要がある。

【００８４】

図１２に、第５実施形態の力検出器収容ケースの分解斜視図を示し、図１３に、第５実施形態の力検出器収容ケースに力検出器を収容した断面図を示す。第５実施形態の力検出器収容ケース９０は、第１外部ケース９２、第２外部ケース９６、押し込み金具１０２、円形リング４６（図１３）、円形リング４８（図１３）を有し、第３実施形態の圧力センサー２１１（第１実施形態の圧力センサー２１０等でも良い）を力検出器として収容するものである。

【００８５】

第１外部ケース９２、第２外部ケース９６は、力検出器収容ケース９０の外形を形成するものであり、それぞれ第３実施形態の第１外部ケース１２、第２外部ケース３４に類似した構成を有する。すなわち、第１外部ケース９２は、第３実施形態の第１外部ケース１２と同様に、凹部１４（図１２）、底部１６、側壁部１８、圧力導入孔２２、凹部６２、排出孔６４（図１３）を有する。また第２外部ケース９６は、第３実施形態の第２外部ケース３４と同様に、凹部３６（図１２）、開放孔３８を有し、開放孔３８にチューブ４２（図１３）が接続される。一方、第１外部ケース９２は、第１外部ケース１２とは異なり、凹部１４の開口部となる位置に第２外部ケース９６と螺合する雌ネジ部９４を有する。また第２外部ケース９６は、第２外部ケース３４とは異なり、凹部３６の開口部となる位置に第１外部ケース９２と螺合する雄ネジ部９８を有する。

【００８６】

押し込み金具１０２は、円筒形の形状を有している。またその側面１０４の外周の直径は第１外部ケース９２の凹部１４、第２外部ケース９６の凹部３６の内径より小さくなるように設計されている。押し込み金具１０２をＺ軸方向から同心状に貫通する挿通孔１０６（図１２）は、圧力センサー２１１の側壁部２４２の外周より大きく、かつフランジ部

２２３の外周の直径より小さな内径を有している。よって圧力センサー２１１は、圧力センサー２１１のダイヤフラム２４４Ａ側から挿通孔１０６に挿通可能となるとともに、フランジ部２２３の＋Ｚ軸側の面と押し込み金具１０２の－Ｚ軸側の端面１０８とが当接可能となる。ところで、図１３に示すように、圧力センサー２１１の側壁部２４２は円形リング４６に挿通され、円形リング４６の－Ｚ軸側はフランジ部２２３の＋Ｚ軸側の面に当接している。よって、押し込み金具１０２の－Ｚ軸側の端面１０８は、円形リング４６の＋Ｚ軸側と当接し、円形リング４６はフランジ部２２３の＋Ｚ軸側の面と押し込み金具１０２の－Ｚ軸側の端面１０８により挟まれる。また、円形リング４８は圧力センサー２１１のダイヤフラム２４４Ａ側から挿通され、フランジ部２２３の－Ｚ軸側の面と底部１６の＋Ｚ軸側の面により挟まれる。

10

【００８７】

図１３に示すように、押し込み金具１０２のＺ軸方向の長さＡは、圧力センサー２１１、円形リング４６、円形リング４８を収容した状態で第１外部ケース９２及び第２外部ケース９６を互いに螺合させたのちの第２外部ケース９６の上端部１００の－Ｚ軸側の面と円形リング４６の＋Ｚ軸側の上端との距離Ｂよりも長く、かつ、第２外部ケース９６の上端部１００の－Ｚ軸側の面と底部１６の＋Ｚ軸側の面との距離Ｃからフランジ部２２３のＺ軸方向の厚みＤを差し引いた距離（Ｃ－Ｄ）より短くなるように設計される。また押し込み金具１０２の＋Ｚ軸側の端面１１０は、第２外部ケース９６の上端部１００の－Ｚ軸側の面と当接する。

【００８８】

20

上記構成において、図１３に示すように、圧力センサー２１１、円形リング４６、円形リング４８、押し込み金具１０２を収容した状態で第１外部ケース９２と第２外部ケース９６との螺合を進行させる。すると、押し込み金具１０２の＋Ｚ軸側の端面１１０と第２外部ケース９６の上端部１００の－Ｚ軸側の面とが当接することにより、押し込み金具１０２は円形リング４６側に進行する。そして押し込み金具１０２が円形リング４６に当接することにより、押し込み金具１０２は円形リング４６側（円形リング４６、フランジ部２２３、円形リング部４８、底部１６）から抗力を受け、この抗力を上端部１００に伝達する。しかし、押し込み金具１０２は、この抗力に起因する反作用の力を上端部１００から受ける。よって押し込み金具１０２は、円形リング４６、円形リング４８とともにフランジ部２２３を底部１６側に押し込むことになる。そして、円形リング４８は底部１６とフランジ部２２３とに挟まれるとともにＺ軸方向に圧縮変形し、円形リング４６も押し込み金具１０２とフランジ部２２３とに挟まれるとともにＺ軸方向に圧縮変形する。これによりダイヤフラム２４４Ａ、円形リング４８、底部１６を境界とし、圧力導入孔２２を有する圧力導入空間２６が形成され、第２外部ケース３４側の内部空間４４と圧力環境が分離される。

30

【００８９】

なお、いずれの実施形態に係る力検出器収容ケースに力検出器を収容することにより、力検出器収容ケースと力検出器との間の圧力導入空間に残留する空気を効率的に排出して正確な液体の圧力が測定可能な圧力測定器を構築することができる。

【符号の説明】

40

【００９０】

１０……力検出器収容ケース、１２……第１外部ケース、１４……凹部、１６……底部、１８……側壁部、２０……雌ネジ部、２２……圧力導入孔、２３……網部、２４……排出孔、２６……圧力導入空間、２８……ねじ込み金具、２８ａ……側壁、３０……挿通孔、３２……雄ネジ部、３４……第２外部ケース、３６……凹部、３８……開放孔、４０……雌ネジ部、４２……チューブ、４４……内部空間、４６……円形リング、４８……円形リング、５０……力検出器収容ケース、５２……排出孔、５４……横穴、５６……縦穴、６０……力検出器収容ケース、６２……凹部、６４……排出孔、６６……円形リング、６８……円形リング、７０……力検出器収容ケース、７２……第１外部ケース、７４……底部、７６……

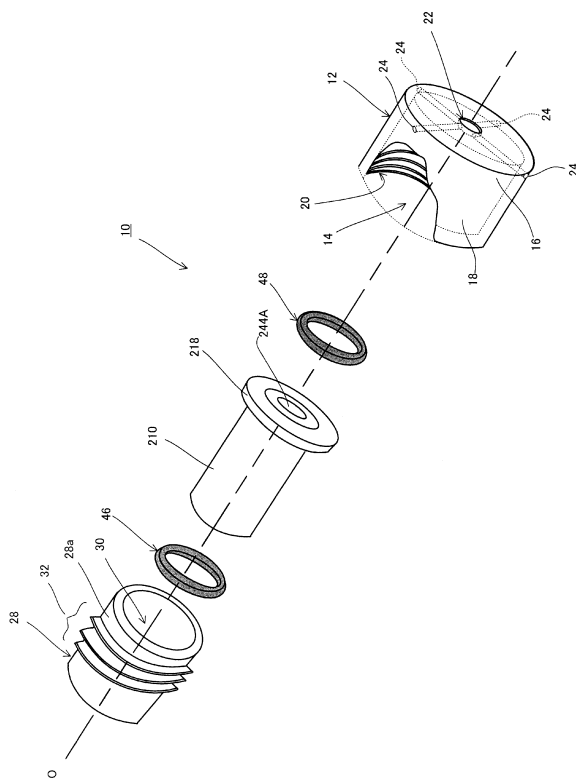
50

側壁部、78.....雌ネジ部、80.....雄ネジ部、82.....第2外部ケース、84...
雌ネジ部、86.....圧力導入空間、88.....内部空間、90.....力検出器收容
 ケース、92.....第1外部ケース、94.....雌ネジ部、96.....第2外部ケース、
 98.....雄ネジ部、100.....上端部、102.....押し込み金具、104.....側
 面、106.....挿通孔、108.....端面、110.....端面、210.....圧力セン
 サー、211.....圧力センサー、211a.....圧力センサー、212.....ハウジン
 グ、214.....第1端板、216.....第1外周部、218.....第2外周部、218
 a.....雄ネジ部、220.....開口部、222.....フランジ部、223.....フラン
 ジ部、224.....第2端板、226.....凹部、228.....ボス部、230.....挿
 通孔、232.....穴、234.....穴、236.....支持シャフト、238.....ハー
 メチック端子、240.....ワイヤー、242.....側壁部、244A、244B.....
 ダイアフラム、246.....中央部、248.....可撓部、250.....周縁部、252
センターシャフト、254.....固定部、256.....貫通孔、258.....感圧
 素子、260.....振動腕、262.....第1の基部、264.....第2の基部、300
圧力センサー、302.....ダイアフラム、304.....素子、306.....円形
 リング、308.....外部ケース、308a.....内部空間、308b.....圧力導入孔
 、310.....外部ケース、310a.....内部空間、310b.....圧力導入孔、40
 0.....外部ケース、402.....第1外部ケース、402a.....凹部、402b.....
 ...圧力導入孔、402c.....雌ネジ部、404.....第2外部ケース、404a.....
 凹部、404b.....開放孔、404c.....雌ネジ部、406.....ねじ込み金具、4
 06a.....挿通孔、406b.....雄ネジ部、408.....円形リング、410.....
 フランジ部、412.....圧力導入空間、414.....内部空間、416.....チューブ
 、418.....中継ボックス。

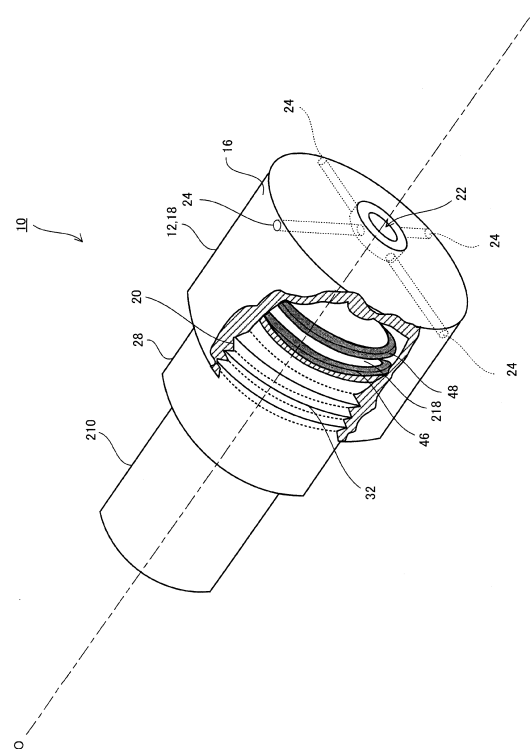
10

20

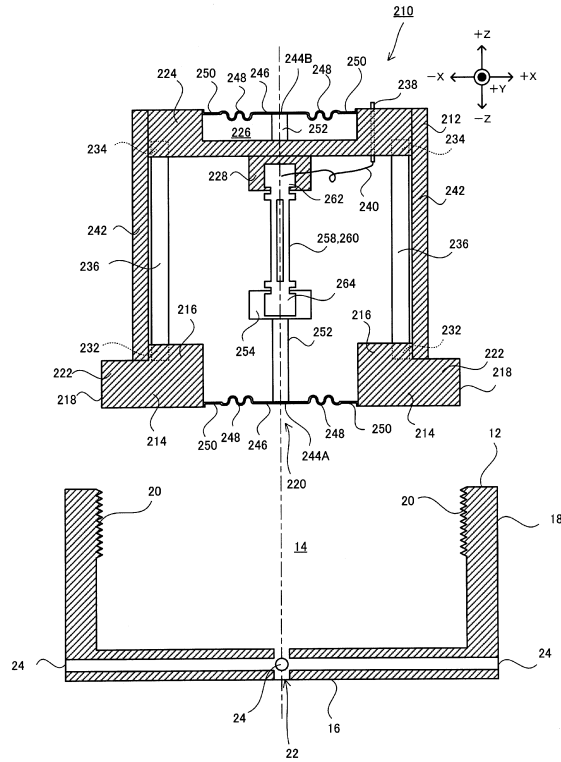
【図1】



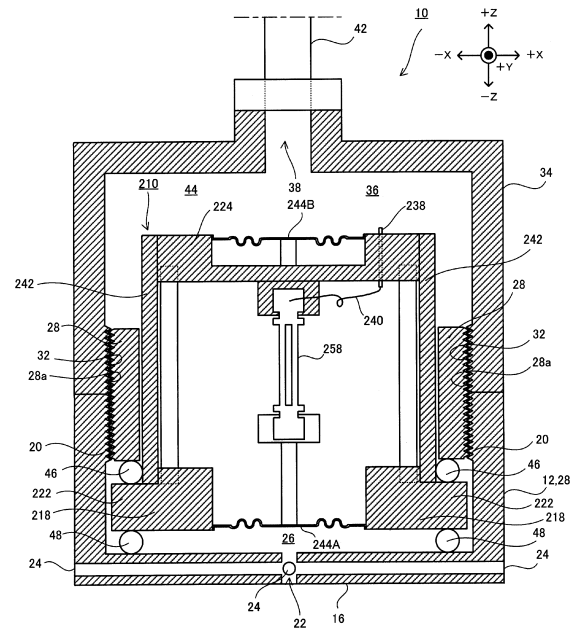
【図2】



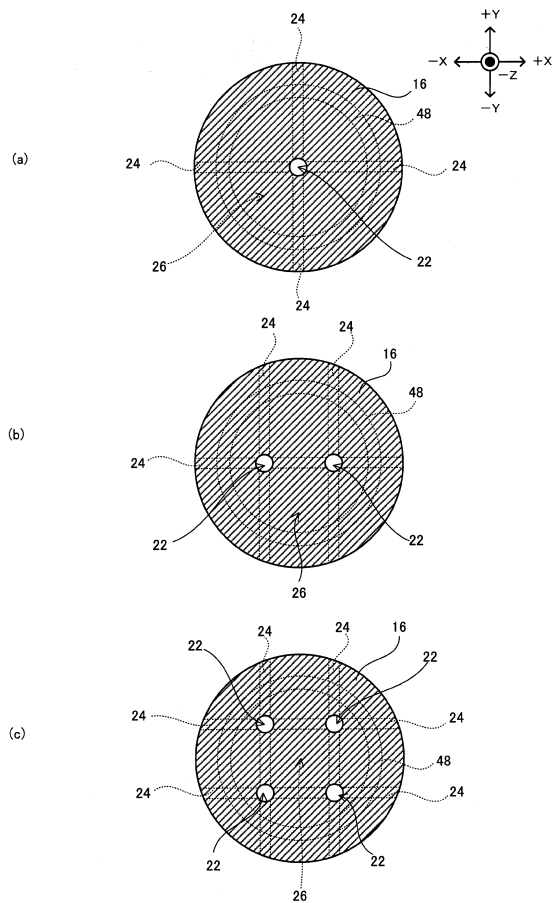
【図 3】



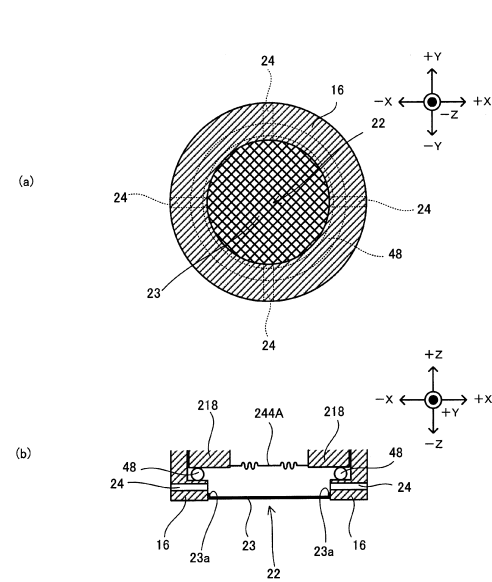
【図 4】



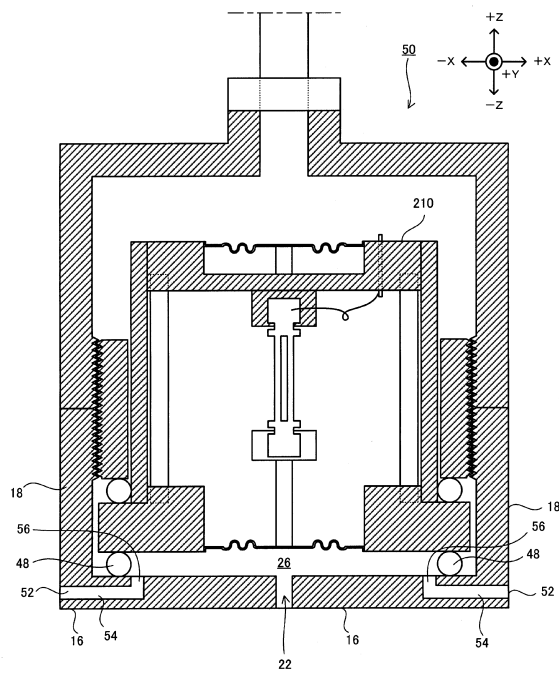
【図 5】



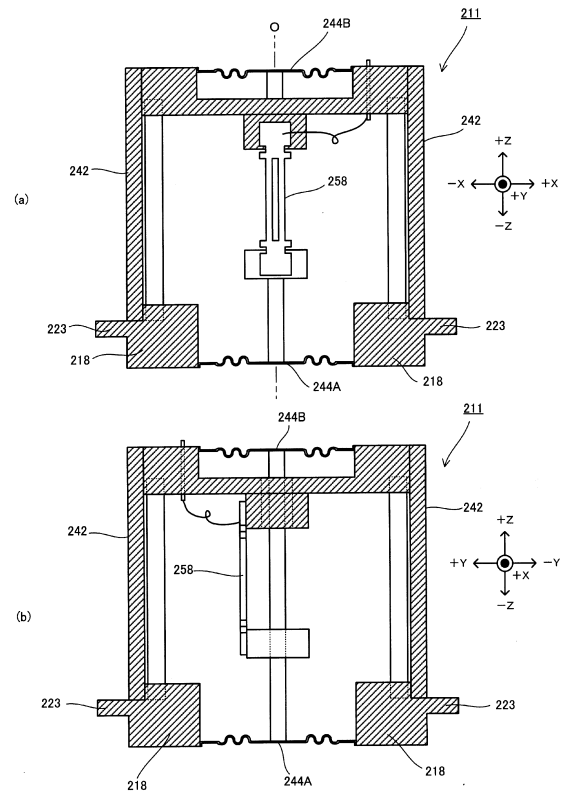
【図 6】



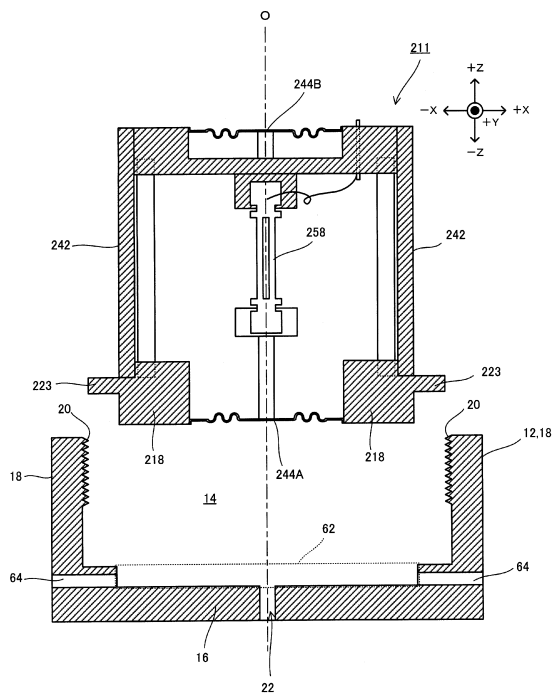
【図 7】



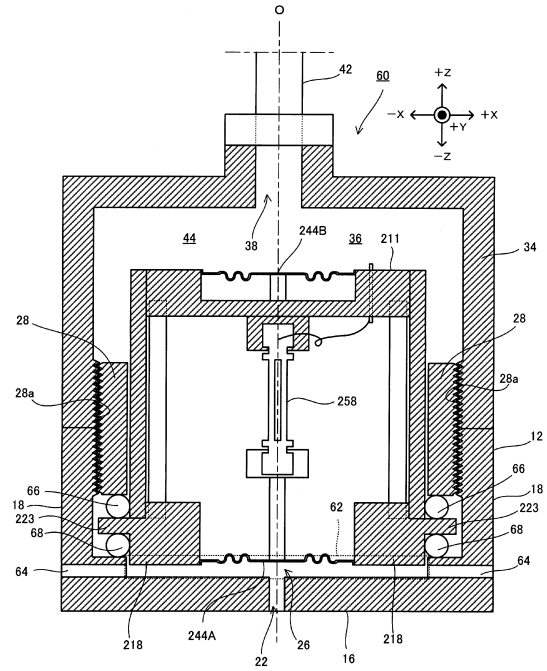
【図 8】



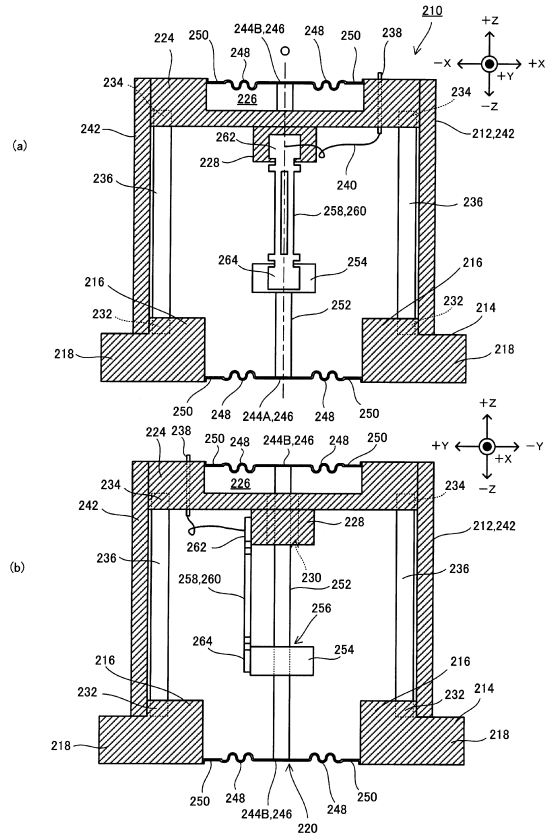
【図 9】



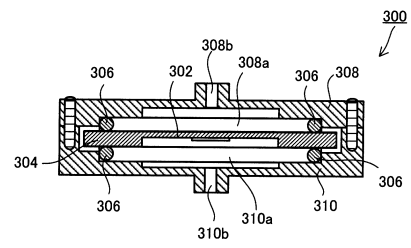
【図 10】



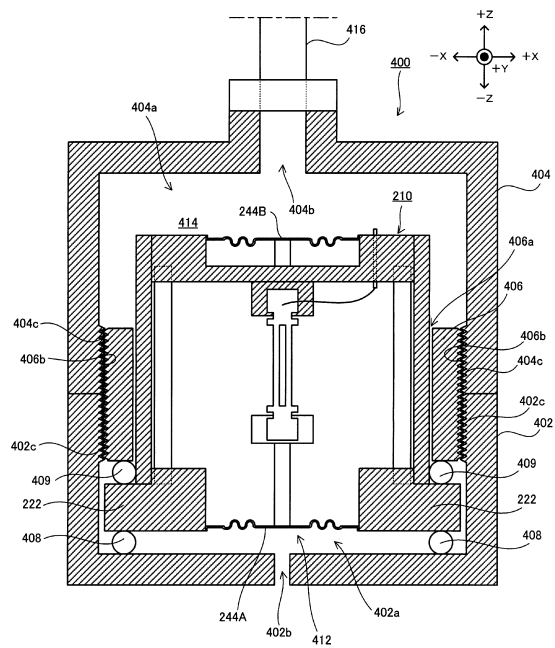
【図 15】



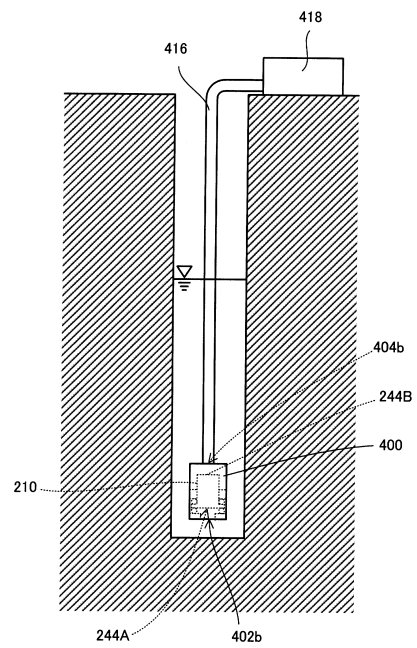
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 1 5 3 4 6 9 (J P , A)
特表 2 0 0 5 - 5 1 4 5 8 4 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 0 8 5 4 8 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 4 8 7 9 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 L 7 / 0 0 - 2 3 / 3 2
G 0 1 L 2 7 / 0 0 - 2 7 / 0 2