(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2024-107746
(P2024-107746A)
(43)公開日　令和6年8月9日(2024.8.9)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
Ｇ０１Ｌ	*1/26 (2006.01)*	Ｇ０１Ｌ	1/26	Ｂ	２Ｆ０４９
Ｇ０１Ｌ	*1/22 (2006.01)*	Ｇ０１Ｌ	1/22	Ｍ	
		Ｇ０１Ｌ	1/22	Ｆ	

審査請求　未請求　請求項の数　24　　ＯＬ　（全14頁）

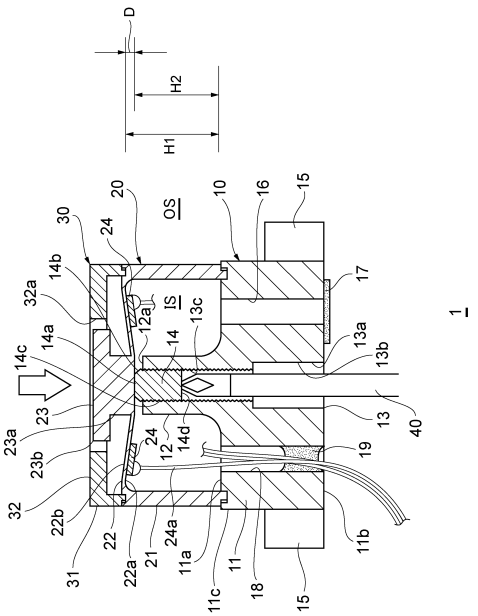
(21)出願番号　特願2023-11835(P2023-11835)
(22)出願日　令和5年1月30日(2023.1.30)

(71)出願人　000114215
ミネベアミツミ株式会社
長野県北佐久郡御代田町大字御代田４１
０６－７３
(74)代理人　100135633
弁理士　二宮 浩康
(74)代理人　100120846
弁理士　吉川 雅也
(72)発明者　岡本 拓磨
長野県北佐久郡御代田町大字御代田４１
０６－７３ ミネベアミツミ株式会社内

Ｆターム（参考）　2F049　AA01 BA13 CA07

(54)【発明の名称】　荷重検出器

(57)【要約】
【課題】その性能を向上させることができる荷重検出器を提供する。
【解決手段】荷重検出器１、１Ａは、起歪体２０と、前記起歪体２０を支持する基部１０と、前記起歪体２０を構成する起歪部２２の内面２２ａに取り付けられた少なくとも１つのひずみゲージ２４と、前記基部１０に取り付けられて、前記起歪部２２の変形時に前記起歪部２２の内面２２ａを受け止めて前記起歪部２２の変形を規制するストッパ部１４と、を備える。前記ストッパ部１４と前記起歪部２２の内面２２ａとの間の距離Ｄは調整可能である。
【選択図】図５



【特許請求の範囲】
【請求項１】
起歪体と、
前記起歪体を支持する基部と、
前記起歪体を構成する起歪部の内面に取り付けられた少なくとも１つのひずみゲージと、
前記基部に取り付けられて、前記起歪部の変形時に前記起歪部の内面を受け止めて前記起歪部の変形を規制するストッパ部と、を備え、
前記ストッパ部と前記起歪部の内面との間の距離は調整可能である、荷重検出器。
【請求項２】
前記基部は、前記起歪体及び前記基部の間に形成される内部空間と外部空間とを接続する貫通孔を備え、
前記ストッパ部は前記貫通孔内に支持される、請求項１に記載の荷重検出器。
【請求項３】
前記ストッパ部はその外周面に雄ネジを備え、
前記貫通孔はその内周面に雌ネジを備え、
前記貫通孔を介して前記ストッパ部を回すことによって前記距離が調整される、請求項２に記載の荷重検出器。
【請求項４】
前記起歪体に取り付けられ、少なくとも１つの開口部が形成されたカバーを備え、
前記カバーは前記起歪部の外面の少なくとも一部を覆う、請求項１～３のいずれか１項に記載の荷重検出器。
【請求項５】
前記起歪部の外面に配置された、荷重を受けるロードポイントを備え、
前記カバーは前記ロードポイントの周りで前記起歪部の外面を覆う、請求項４に記載の荷重検出器。
【請求項６】
前記ストッパ部は、前記起歪部の前記ロードポイントと背向する内面と対向する、請求項５に記載の荷重検出器。
【請求項７】
前記ひずみゲージは、前記ロードポイントと背向する内面を囲う位置に、少なくとも２つ取り付けられる、請求項５又は６に記載の荷重検出器。
【請求項８】
前記起歪部の外面からの前記ロードポイントの高さは、前記起歪部の外面からの前記カバーの高さよりも大きく設定される、請求項５～７のいずれか1項に記載の荷重検出器。
【請求項９】
前記ストッパ部の外部空間側の端面は、少なくとも一部が被覆材により覆われる、請求項１～８のいずれか１項に記載の荷重検出器。
【請求項１０】
前記基部は、前記起歪体と前記基部との間に形成される内部空間と外部空間との間を接続する通気孔を備え、
前記通気孔は、通気性を有するとともに防水性を有する通気材で塞がれる、請求項１～９のいずれか１項に記載の荷重検出器。
【請求項１１】
前記基部は、前記ひずみゲージの配線を外部空間に引き出すための配線孔を備え、
前記配線孔は封止材で封止される、請求項１～１０のいずれか１項に記載の荷重検出器。
【請求項１２】
前記基部は、前記荷重検出器を外部部材に取り付けるための取付部を備え、
前記取付部は、前記外部部材に固定される固定部材を挿入可能な貫通孔を有する、請求

項１～１１のいずれか１項に記載の荷重検出器。
【請求項１３】
起歪体と、
前記起歪体を支持する基部と、
前記起歪体を構成する起歪部の内面に取り付けられた少なくとも１つのひずみゲージと、を備え、
前記基部は、前記起歪体及び前記基部の間に形成される内部空間と外部空間との間を接続する通気孔を備え、
前記通気孔は、通気性を有するとともに防水性を有する通気材で塞がれる、荷重検出器。
【請求項１４】
前記基部に取り付けられて、前記起歪部の変形時に前記起歪部の内面を受け止めて前記起歪部の変形を規制するストッパ部をさらに備え、
前記ストッパ部と前記起歪部の内面との間の距離は調整可能である、請求項１３に記載の荷重検出器。
【請求項１５】
前記基部は、前記起歪体及び前記基部の間に形成される内部空間と外部空間との間を接続する貫通孔を備え、
前記ストッパ部は前記貫通孔内に支持される、請求項１４に記載の荷重検出器。
【請求項１６】
前記ストッパ部はその外周面に雄ネジを備え、
前記貫通孔はその内周面に雌ネジを備え、
前記貫通孔を介して前記ストッパ部を回すことによって前記距離が調整される、請求項１５に記載の荷重検出器。
【請求項１７】
前記起歪体に取り付けられ、少なくとも１つの開口部が形成されたカバーを備え、
前記カバーは前記起歪部の外面の少なくとも一部を覆う、請求項１３～１６のいずれか１項に記載の荷重検出器。
【請求項１８】
前記起歪部の外面に配置された、荷重を受けるロードポイントを備え、
前記カバーは前記ロードポイントの周りで前記起歪部の外面を覆う、請求項１７に記載の荷重検出器。
【請求項１９】
前記ストッパ部は、前記起歪部の前記ロードポイントと背向する内面と対向する、請求項１８に記載の荷重検出器。
【請求項２０】
前記ひずみゲージは、前記ロードポイントと背向する内面を囲う位置に、少なくとも２つ取り付けられる、請求項１８又は１９に記載の荷重検出器。
【請求項２１】
前記起歪部の外面からの前記ロードポイントの高さは、前記起歪部の外面からの前記カバーの高さよりも大きく設定される、請求項１８～２０のいずれか１項に記載の荷重検出器。
【請求項２２】
前記ストッパ部の外部空間側の端面は、少なくとも一部が被覆材により覆われる、請求項１３～２１のいずれか１項に記載の荷重検出器。
【請求項２３】
前記基部は、前記ひずみゲージの配線を前記外部空間に引き出すための配線孔を備え、
前記配線孔は封止材で封止される、請求項１３～２２のいずれか１項に記載の荷重検出器。
【請求項２４】

前記基部は、前記荷重検出器を外部部材に取り付けるための取付部を備え、
前記取付部は、前記外部部材に固定される固定部材を挿入可能な貫通孔を有する、請求項１３～２３のいずれか１項に記載の荷重検出器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、荷重検出器に関する。
【背景技術】
【０００２】
例えば特許文献１には、薄肉のダイアフラムの表面にひずみゲージが形成された圧力センサが開示されている。この圧力センサでは、ダイアフラムの上面及び下面にそれぞれストッパが対向している。ダイアフラムに過荷重が作用した場合、ダイアフラムはストッパに接触する。その結果、ダイアフラムの過大な変形が阻止されるので、ダイアフラムの破損を回避することができる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開昭５９－１５５９７１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ダイアフラムを薄く形成するにつれて、より微小な荷重を検出することができるが、厚さの減少に伴ってダイアフラムが許容可能な荷重の大きさも減少する。特許文献１の圧力センサでは、この許容可能な荷重の増減に対応することができない。また、一般に、ひずみゲージに耐水性を付与するためには、例えば、ひずみゲージを樹脂材料で覆う等の処理を必要とするが、こうした処理はひずみゲージの出力に影響を与えかねない。
【０００５】
本発明は、その性能を向上させることができる荷重検出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】
【０００６】
本発明の第１態様に係る荷重検出器は、起歪体と、前記起歪体を支持する基部と、前記起歪体を構成する起歪部の内面に取り付けられた少なくとも１つのひずみゲージと、前記基部に取り付けられて、前記起歪部の変形時に前記起歪部の内面を受け止めて前記起歪部の変形を規制するストッパ部と、を備え、前記ストッパ部と前記起歪部の内面との間の距離は調整可能である。
【０００７】
本発明の第２態様に係る荷重検出器は、起歪体と、前記起歪体を支持する基部と、前記起歪体を構成する起歪部の内面に取り付けられた少なくとも１つのひずみゲージと、を備え、前記基部は、前記起歪体及び前記基部の間に形成される内部空間と外部空間との間を接続する通気孔を備え、前記通気孔は、通気性を有するとともに防水性を有するフィルムで塞がれる。
【発明の効果】
【０００８】
本発明によれば、その性能を向上させることができる荷重検出器を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【０００９】
【図１】本発明の第１実施形態に係る荷重検出器１の構造を概略的に示す斜視図である。
【図２】本発明の第１実施形態に係る荷重検出器１の構造を概略的に示す分解斜視図であ

る。
【図３】図１の３－３線に沿った荷重検出器１の断面図である。
【図４】本発明の第１実施形態に係る荷重検出器１の構造を概略的に示す平面図である。
【図５】図３に対応し、ストッパ部１４の位置を調整する作業を説明するための荷重検出器１の断面図である。
【図６】本発明の第２実施形態に係る荷重検出器１の構造を概略的に示す平面図である。
【図７】図６の７－７線に沿った荷重検出器１Ａの断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１０】
以下、添付図面を参照して、本発明の一実施形態について説明する。図１は、本発明の第１実施形態に係る荷重検出器１の構造を概略的に示す斜視図であり、図２は、荷重検出器１の構造を概略的に示す分解斜視図であり、図３は、図１の３－３線に沿った断面図であり、図４は、荷重検出器１の構造を概略的に示す平面図である。
【００１１】
この荷重検出器１は、荷重を電気信号に変換するロードセルである。荷重検出器１は、例えば、人間の手術に使用される機器に組み込まれる。具体的には、例えば、荷重検出器１は、人間の手術時に必要とされる液体が循環する循環経路に取り付けられて、循環経路内の液体の圧力を検出するように機能する。ただし、この用途は一例であり、本発明に係る荷重検出器１は任意のその他の用途にも利用可能である。
【００１２】
図１～図４を併せて参照すると、本実施形態では、荷重検出器１は、全体として例えば円柱状に形成される。この荷重検出器１は、その軸線ｘに沿って、下側に配置された基部１０と、基部１０の上側に配置された起歪体２０と、起歪体２０の上側に配置されたカバー３０と、を備える。なお、本明細書における説明において、上側及び下側は、重力方向における上下方向に必ずしも一致しなくてもよい。
【００１３】
図２に示すように、基部１０及び起歪体２０は、例えば軸線ｘ周りに広がる円筒状に形成される。一方で、カバー３０は、例えば軸線ｘ周りに広がる環状に形成される。また、図３に示すように、起歪体２０の下端は開放されており、その結果、基部１０及び起歪体２０の間に荷重検出器１の内部空間ＩＳが規定される。一方で、基部１０及び起歪体２０の外側には荷重検出器１の外部空間ＯＳが規定される。
【００１４】
基部１０は、軸線ｘに沿って、例えば円柱状の基部本体１１と、基部本体１１の上面１１ａから上側に突出する例えば円柱状の突出部１２と、を備える。軸線ｘに直交する方向に規定される基部本体１１の径は突出部１２の径よりも大きく設定される。基部本体１１の上面１１ａは、例えば、突出部１２周りに環状に、軸線ｘに直交する仮想平面に沿って広がる。基部本体１１の下面１１ｂは、例えば、上面１１ａに平行に、軸線ｘに直交する仮想平面に沿って円形に広がる。上面１１ａ及び下面１１ｂは円筒状の外周面１１ｃで互いに接続される。
【００１５】
基部本端１１及び突出部１２には軸線ｘに沿って貫通孔１３が形成される。貫通孔１３は、基部本体１１の下面１１ｂから突出部１２の上端１２ａまで貫通する。貫通孔１３は内部空間ＩＳ及び外部空間ＯＳを互いに接続する。貫通孔１３は例えば円筒状の内周面１３ａを規定する。内周面１３ａは、基部本体１１の下面１１ｂで開口する大径部１３ｂと、突出部１２の上端１２ａで開口する小径部１３ｃと、を規定する。軸線ｘに直交する方向に規定される大径部１３ｂの径は小径部１３ｃの径よりも大きく設定される。小径部１３ｃには雌ネジが切られている。
【００１６】
貫通孔１３内にはその上端にストッパ部１４が支持されている。ストッパ部１４の少なくとも一部が貫通孔１３から内部空間ＩＳ内に突出している。貫通孔１３はストッパ部１

４で塞がれる。ストッパ部１４は例えば円柱形に形成される。ストッパ部１４の上端面１４ａは、例えば軸線ｘに直交する仮想平面に沿って広がる。上端面１４ａの角には面取り１４ｂが形成されていてもよい。ストッパ部１４の外周面１４ｃには雄ネジが切られている。雄ネジは貫通孔１３の雌ネジに噛み合う。

【００１７】

ストッパ部１４の下端面１４ｄの少なくとも一部は被覆材Ｃで覆われる。本例では、被覆材Ｃは例えば接着剤であり、ストッパ部１４は被覆材Ｃによって貫通孔１３内の所定の位置に固定されている。本例では、図３に示すように、被覆材Ｃは、ストッパ部１４の下端面１４ｄの周縁全体に沿ってストッパ部１４と貫通孔１３との間に介在する。こうして被覆材Ｃが、ストッパ部１４と貫通孔１３との間に介在するので、ストッパ部１４を貫通孔１３内に確実に固定するとともに、貫通孔１３を確実に封止することができる。貫通孔１３から内部空間ＩＳ内への水や塵埃の浸入を防止することができる。

【００１８】

ストッパ部１４の下端面１４ｄには、例えばドライバ工具の先端が噛み合う駆動部（図示せず）が形成されている。後述するように、基部本体１１の貫通孔１３には、基部本体１１の下面１１ｂ側からドライバ工具（図示せず）を挿入することができる。荷重検出器１の組み立て時、ドライバ工具によってストッパ部１４が軸線ｘ回りに回転させられることによって、ストッパ部１４は軸線ｘに沿って上下に変位することができる。

【００１９】

基部本体１１の外周面１１ｃには、例えば外周面１１ｃの下端から径方向に外側に突出する１以上、ここでは３つの取付部１５が形成される。取付部１５は、図４に示すように、軸線ｘ周りに例えば１２０度の角度間隔で等間隔に配置される。各取付部１５には、軸線ｘに平行に取付部１５を貫通する貫通孔１５ａが形成される。貫通孔１５ａは、図示しない外部部材に荷重検出器１を取り付けるための固定部材（例えばネジ、図示せず）を挿入可能である。固定部材が貫通孔１５ａを通って外部部材に例えばねじ込まれることによって荷重検出器１が外部部材に取り付けられる。

【００２０】

なお、取付部１５の変形例として、貫通孔１５ａの内周面に雌ネジが切られてもよい。この場合、外部部材に形成された貫通孔を通って固定部材（例えば、ネジ）が貫通孔１５ａにねじ込まれることによって、荷重検出器１が外部部材に取り付けられてもよい。荷重検出器１のこの取付方法は一例であり、荷重検出器１はその他の取付方法によって外部部材に取り付けられてもよい。

【００２１】

起歪体２０は、例えば軸線ｘ周りに広がる円筒状の支持部２１と、支持部２１の上端で軸線ｘに直交する仮想平面に沿って広がる例えば円形の起歪部２２と、軸線ｘに沿って起歪部２２から上側に延在するロードポイント２３と、を備える。支持部２１の下端は基部本体１１の上面１１ａに支持される。支持部２１の下端は基部本体１１に例えば接着剤や溶接等（図示せず）によって固定される。起歪部２２は、例えばその外周縁全体で支持部２１に支持される。起歪部２２は、薄板であり、外力すなわち荷重の作用によって変形することができる。

【００２２】

ロードポイント２３と背向する起歪部２２の内面２２ａはストッパ部１４の上端面１４ａに対向している。すなわち、基部本体１１の上面１１ａから起歪部２２の内面２２ａまでの高さＨ１は、同様に上面１１ａからストッパ部１４の上端面１４ａまでの高さＨ２より大きく設定される。こうしてストッパ部１４の上端面１４ａと起歪部２２の内面２２ａとの間には所定の距離Ｄが設定される。後述するように、この距離Ｄは、軸線ｘに沿って上下にストッパ部１４を変位させることによって調整可能である。

【００２３】

ロードポイント２３は、起歪部２２の外面２２ｂに形成された小径部２３ａと、小径部２３ａの上側に配置された大径部２３ｂと、を備える。軸線ｘに直交する大径部２３ｂの

径は小径部２３ａの径よりも大きく設定される。小径部２３ａ及び大径部２３ｂは軸線ｘ周りに円筒状に形成される。小径部２３ａ及び大径部２３ｂは一体的に形成される。荷重検出器１では、ロードポイント２３に荷重が作用することによって、起歪部２２が変形する。

【００２４】

図３及び図４に示すように、起歪部２２の内面２２ａには少なくとも１つのひずみゲージ２４が取り付けられる。取り付けにあたって例えば接着剤（図示せず）が用いられる。本実施形態では、内面２２ａには軸線ｘ周りに例えば９０度の角度間隔で等間隔に４つのひずみゲージ２４が配置される。すなわち、ひずみゲージ２４は、起歪部２２の平面視において、ロードポイント２３の小径部２３ａと背向する内面２２ａを囲う位置に配置される。なお、ひずみゲージ２４の数は、４以外の数であってもよい。ひずみゲージ２４の数が１つである場合は、ロードポイント２３の小径部２３ａと背向する内面２２ａの周辺に取り付けられればよく、ひずみゲージ２４の数が２以上である場合は、内面２２ａの軸線ｘ周りに等角度間隔に取り付けられればよい。

【００２５】

ひずみゲージ２４には、例えば、薄い金属抵抗箔から形成された抵抗体が用いられる。配線２４ａによってひずみゲージ２４には電流が供給される。ロードポイント２３に荷重が作用して起歪部２２が変形すると、ひずみゲージ２４の電気抵抗が変化する。この電気抵抗の変化によって変形量すなわち荷重の大きさが測定される。

【００２６】

カバー３０は、例えば軸線ｘ周りに広がる平たい円筒状の外周部３１と、外周部３１の上端から径方向に内側に延在する例えば円盤状の環状部３２と、を備える。外周部３１は、開放されたその下端で起歪体２０の支持部２１の上端に支持される。外周部３１の下端は起歪体２０の支持部２１に例えば接着剤で固定される。環状部３２は、軸線ｘに直交する仮想平面に沿って広がる。環状部３２は、ロードポイント２３周りで起歪部２２の少なくとも一部の領域を覆う。

【００２７】

環状部３２には、軸線ｘ周りに広がる円形の貫通孔３２ａが形成される。貫通孔３２ａ内にはロードポイント２３の大径部２３ｂが配置される。こうして、カバー３０の外周部３１は、軸線ｘに直交する径方向にロードポイント２３に荷重が作用することを防止することができる。また、環状部３２は、軸線ｘに沿った方向の荷重を受け止めることができる。その結果、軸線ｘに沿った方向において、ロードポイント２３以外から起歪部２２に荷重が作用することを防止することができる。

【００２８】

貫通孔３２ａの内周面は、ロードポイント２３の大径部２３ｂの外周面に径方向に対向している。すなわち、貫通孔３２ａの内周面と大径部２３ｂの外周面との間には所定の空隙が規定される。また、起歪部２２の上面２２ａからのロードポイント２３の高さＨ３は、同様に上面２２ａからのカバー部３２の高さＨ４よりも大きく設定される。こうした構成によれば、ロードポイント２３に確実に荷重が作用することができる。

【００２９】

図３及び図４に示すように、基部１０は、基部本体１１を貫通する通気孔１６を備える。本実施形態では、通気孔１６は、例えば軸線ｘに平行に基部本体１１の上面１１ａから下面１１ｂまで貫通する。こうして通気孔１６は、荷重検出器１の内部空間ＩＳと外部空間ＯＳとを互いに接続する。通気孔１６は、例えば基部本体１１の下面１１ｂで通気材１７によって塞がれる。通気材１７は例えば基部本体１１の下面１１ｂに貼り付けられる。

【００３０】

通気材１７は、通気性を有するとともに防水性を有するフィルタから形成される。通気材１７は、例えば、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）等の樹脂材料から形成される。この樹脂材料は、例えば無数の微細孔を有している。この微細孔は、水や塵埃の通過を阻止する一方で、空気の通過を許容する。こうした構成によれば、荷重検出器１の内部

空間ＩＳは、外部空間ＯＳと同じ気圧や温度等の条件を維持することができる。

【００３１】

基部１０は、基部本体１１を貫通する配線孔１８をさらに備える。本実施形態では、配線孔１８は、通気孔１６と同様に、例えば軸線ｘに平行に基部本体１１の上面１１ａから下面１１ｂまで貫通する。こうして配線孔１８は、荷重検出器１の内部空間ＩＳと外部空間ＯＳとを互いに接続する。配線孔１８は、各ひずみゲージ２４の配線２４ａを通すための孔である。配線孔１８を通じて配線２４ａは外部空間ＯＳに引き出される。この配線２４ａによって、ひずみゲージ２４の抵抗変化が外部装置（図示せず）等に出力される。

【００３２】

配線孔１８は封止材１９で封止される。封止材１９には、例えばエポキシ系の樹脂材料が用いられる。荷重検出器１の組み立て時、配線孔１８内にすべての配線２４ａが通された後、溶融した樹脂材料が配線孔１８内に流し込まれる。その後、溶融した樹脂材料が硬化することによって配線孔１８内に封止材１９が形成される。この封止材１９によれば、配線孔１８を通じた水や塵埃の内部空間ＩＳ内への浸入を防止することができる。

【００３３】

次に、荷重検出器１の使用態様について以下に説明する。荷重検出器１は上述したように、図示しない外部部材に取り付けられた状態で使用される。一例では、液体の循環経路（図示せず）に対してロードポイント２３の大径部２３ｂの上面が当接した状態で使用される。なお、荷重検出器１は、軸線ｘが鉛直方向に一致するように配置されてもよく、また、軸線ｘが鉛直方向に直交するように配置されてもよい。

【００３４】

循環経路内の液体からロードポイント２３に作用する荷重によって、ロードポイント２３は軸線ｘに沿って下側に変位する。この変位によって起歪部２２が変形すると、起歪部２２の内面２２ａに貼り付けられたひずみゲージ２４の電気抵抗が変化する。この電気抵抗の変化は配線２４ａを通じて外部装置に出力される。出力された電気抵抗の変化に基づいてロードポイント２３に作用した荷重が計測される。

【００３５】

この荷重の計測時、ロードポイント２３に、例えば過荷重となる大きな荷重が作用すると、起歪部２２は大きく変形しようとする。このとき、起歪部２２の内面２２ａはストッパ部１４の上端面１４ａに受け止められる。起歪部２２のそれ以上の変形は阻止される。こうして起歪部２２の過大な変形が阻止されるので、起歪部２２の破損を防止することができる。起歪部２２の内面２２ａとストッパ部１４の上端面１４ａとは距離Ｄだけ離間されている。したがって、この距離Ｄの設定によって、起歪部２２の最大変形量を設定することができる。

【００３６】

距離Ｄは、例えば荷重検出器１の組み立て時に調整される。具体的には、基部１０の貫通孔１３内にストッパ部１４が配置されていない状態で、ロードポイント２３に、荷重検出器１で許容可能な最大荷重に一致する荷重を作用させて、起歪部２２を変形させる。このときのひずみゲージ２４の出力が確認される。起歪部２２が変形したままの状態で、基部１０の貫通孔１３内にストッパ部１４が配置される。図５に示すように、ドライバ工具４０の先端がストッパ部１４の下端面１４ｄの駆動部に噛み合わせられて、ストッパ部１４が軸線ｘ回りに回される。ストッパ部１４は軸線ｘに沿って上側に変位していく。

【００３７】

その後、ストッパ部１４の上端面１４ａが、最大荷重が加えられた状態の起歪部２２の内面２２ａに接触するまで、ストッパ部１４は軸線ｘに沿って上側に変位させられる。ストッパ部１４の上端面１４ａが内面２２ａに接触すると、ロードポイント２３への荷重が解放される。ストッパ部１４と貫通孔１３との間には、貫通孔１３からストッパ部１４の下端面１４ｄに被覆材Ｃすなわち接着剤が塗布される。こうしてストッパ部１４は貫通孔１３内に固定される。接着剤の硬化後、ロードポイント２３に、許容可能な最大荷重より大きな荷重が作用させられる。このとき、ひずみゲージ２４の出力が、許容可能な最大荷

重に一致していることが確認されると、距離Ｄの設定は完了する。
【００３８】
なお、上述した例では、距離Ｄの調整は、基部１０の貫通孔１３内にストッパ部１４が配置されていない状態で開始されたが、ストッパ部１４は予め貫通孔１３内に配置されていてもよい。例えば、ストッパ部１４は、基部１０に起歪体２０が取り付けられる前に、基部１０の貫通孔１３内にねじ込まれてもよい。その後、基部１０に起歪体２０が固定される。このとき、ストッパ部１４の上端面１４ａと起歪部２２の内面２２ａとの間には十分な距離Ｄが確保される。その後、上述した例と同様に距離Ｄが設定される。
【００３９】
以上のような荷重検出器１では、基部１０、起歪体２０及びカバー３０は、例えば、いずれも金属材料から形成される。本実施形態では、起歪体２０では、支持部２１、起歪部２２及びロードポイント２３が同一の金属材料から一体的に形成される。ただし、支持部２１、起歪部２２及びロードポイント２３はそれぞれ別体で形成されてもよく、例えば、起歪部２２及びロードポイント２３のみが一体的に形成されてもよい。起歪体２０を形成する金属材料には、例えば、ニッケルクロムモリブデン鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金等が含まれる。
【００４０】
なお、少なくとも起歪部２２とストッパ部１４とは同一の金属材料から形成されることが特に好ましい。すなわち、ストッパ部１４も、例えば、ニッケルクロムモリブデン鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金等の金属材料から形成される。荷重検出器１の使用時に、起歪部２２の下面２２ａとストッパ部１４の上端面１４ａとの接触が繰り返されると、起歪部２２やストッパ部１４が経時的に摩耗し、距離Ｄが増大していく。しかしながら、起歪部２２及びストッパ部１４が同じ金属材料から形成されると、互いに異なる金属材料から形成される場合と比べて、摩耗をできる限り抑制することができる。したがって、起歪部２２とストッパ部１４とを同一の金属材料から形成することによって、荷重検出器１の寿命を延ばすことができる。
【００４１】
図６は、本発明の第２実施形態に係る荷重検出器１Ａの構造を概略的に示す平面図であり、図７は、図６の７－７線に沿った荷重検出器１Ａの断面図である。なお、第２実施形態に係る荷重検出器１Ａにおいて、第１実施形態に係る荷重検出器１と同様の構成には同一の参照符号を付して、ここでの重複した説明を省略する。この荷重検出器１Ａでは、荷重検出器１の構成と比較して、基部１０及びカバー３０の構成の一部が相違する。
【００４２】
図６及び図７を併せて参照すると、基部本体１１に形成された通気孔１６が、基部本体１１の上面１１ａから下面１１ｂに向かって軸線ｘに沿って延びた後、軸線ｘに直交する径方向に外側に折れ曲がり、最終的に、基部本体１１の外周面１１ｃまで延びる。外周面１１ｃで開口する通気孔１６は通気材１７によって塞がれる。例えば、基部本体１１の下面１１ｂが外部部材に当接して通気孔１６の下面１１ｂの開口が外部部材で塞がれる場合に、このようにして通気孔１６が基部本体１１の外周面１１ｃで開口してもよい。こうした構成によっても、第１実施形態に係る構成と同様の作用効果を得ることができる。
【００４３】
一方で、基部本体１１に形成された配線孔１８も同様に、基部本体１１の上面１１ａから下面１１ｂに向かって軸線ｘに沿って延びた後、軸線ｘに直交する径方向に外側に折れ曲がり、最終的に、基部本体１１の外周面１１ｃまで延びてもよい。配線孔１８は封止材１９によって封止される。例えば、基部本体１１の下面１１ｂが外部部材に当接して配線孔１８の下面１１ｂの開口が外部部材で塞がれる場合に、このようにして配線孔１８が基部本体１１の外周面１１ｃで開口してもよい。こうした構成によっても、第１実施形態に係る構成と同様の作用効果を得ることができる。
【００４４】
一方で、カバー３０は、貫通孔３２ａに加えて、貫通孔３２ａ周りに配列される１以上

の第１開口部３２ｂ及び／又は１以上の第２開口部３２ｃを備えてもよい。本実施形態では、貫通孔３２ａと外周部３１との間に、例えば、３つの第１開口部３２ｂが軸線ｘ周りに１２０度の角度間隔で等間隔に配列される。第１開口部３２ｂは軸線ｘに沿って環状部３２を貫通する。図６の平面視において、第１開口部３２ｂは円形に規定される。例えば、軸線ｘに直交する方向に規定される第１開口部３２ｂの径は、同様に軸線ｘに直交する方向に規定される貫通孔３２ａの径よりも小さく設定される。

【００４５】

また、本実施形態では、貫通孔３２ａと外周部３１との間に、例えば、３つの第２開口部３２ｃが軸線ｘ周りに１２０度の角度間隔で等間隔に配列される。図６の平面視において、各第２開口部３２ｃの径方向の外縁は外周部３１によって円弧状に規定される。一方で、各第２開口部３２ｃの径方向の内縁は直線状に規定される。すなわち、第２開口部３２ｃは弓形に規定される。第２開口部３２ｃは軸線ｘに沿って環状部３２を貫通する。こうして、カバー３０の環状部３２は、平面視において、全体として概ね三角形状に形成される。

【００４６】

以上のような荷重検出器１Ａによれば、第１実施形態に係る荷重検出器１と同様に、外周部３１が、軸線ｘに直交する径方向にロードポイント２３に荷重が作用することを防止する。また、環状部３２が、軸線ｘに沿った方向からの荷重を受け止めることができる。しかも、例えば開口部３２ａから起歪部２２とカバー３０との間の空間に水や塵埃が浸入した場合であっても、第１開口部３２ｂや第２開口部３２ｃから外部空間ＯＳに水や塵埃を排出することができる。水や塵埃が起歪部２２の変形に与える影響を回避することができる。特に、軸線ｘが鉛直方向に直交するように荷重検出器１Ａが配置された場合に、第１開口部３２ｂや第２開口部３２ｃから水や塵埃を効果的に排出することができる。

【００４７】

以上の荷重検出器１、１Ａにおける変形例として、ストッパ部１４は、ネジ溝の噛み合いに代えて、貫通孔１３内に圧入されてもよい。具体的には、貫通孔１３の小径部１３ｃ及びストッパ部１４の外周面１４ｃにおいてネジ溝の形成が省略される。また、ストッパ部１４の径は、締めしろの分だけ小径部１３ｃの径よりも小さく設定される。荷重検出器１、１Ａの組み立て時、ストッパ部１４は貫通孔１３内に圧入される。圧入時の力の大きさによって、軸線ｘに沿ったストッパ部１４の位置が調整される。こうした方法によっても、ストッパ部１４の位置すなわち距離Ｄの調整が可能である。

【００４８】

また、被覆材Ｃが覆うストッパ部１４の下端面１４ｄの領域は上述した例に限定されない。すなわち、被覆材Ｃは、ストッパ部１４の下端面１４ｄの外周縁の少なくとも一部を直接覆ってもよい。また、被覆材Ｃは、下端面１４ｄの外周縁のみならず、下端面１４ｄ全体を直接覆ってもよい。この場合、貫通孔１３の小径部１３ｃ内の空間内に被覆材Ｃが充填されてもよい。

【００４９】

また、被覆材Ｃは、貫通孔１３の大径部１３ｂの下面１１ｂ側の開口を塞ぐようにストッパ部１４の下端面１４ｄを覆ってもよい。この場合、被覆材Ｃは、接着剤等の流動性を有するものではなく、防水性を有する樹脂材料のフィルム等から形成される。また、ストッパ部１４の下端面１４ｄと被覆材Ｃとの間に、ストッパ部１４の軸線ｘに沿った移動を防止するためのスペーサ（図示せず）が介在していてもよい。このとき、スペーサの上端面が、ストッパ部１４の下端面１４ｄの駆動部に嵌合するような形状を有していてもよい。こうしたスペーサによれば、軸線ｘ周りのストッパ部１４の回転は被覆材Ｃ及びスペーサによって阻止されるので、軸線ｘに沿ったストッパ部１４の移動を防止することができる。

【００５０】

また、例えば、ストッパ部１４の下端面１４ｄの角に面取り（図示せず）が形成されていてもよい。本明細書では、面取りによって形成される円錐台状の周面は下端面１４ｄの

一部として規定される。この場合、被覆材Ｃは、下端面１４ｄの、面取りによって形成される円錐台状の周面と貫通孔１３の内周面１３ａとの間の少なくとも一部に介在してもよい。すなわち、被覆材Ｃは、面取りによって形成される円錐台状の周面全体にわたって下端面１４ｄを覆ってもよい。上述した場合に加えて、被覆材Ｃは、貫通孔１３の内周面１３ａとストッパ部１４の外周面１４ｃと間にさらに充填されてもよい。この構成によれば、ストッパ部１４は貫通孔１３内により確実に固定される。

【００５１】

さらに、起歪体２０ではロードポイント２３の形成が省略されてもよい。すなわち、起歪体２０の起歪部２２の上面２２ｂにはなにも配置されない。したがって、起歪部２２には、カバー３０の貫通孔３２ａを通じて起歪部２２に接触する被検体から直接荷重が作用する。こうした場合であっても、カバー３０の環状部３２は、軸線ｘに沿った方向の荷重を受け止めるように機能することができる。その結果、軸線ｘに沿った方向において、貫通孔３２ａ内の領域以外から起歪部２２に荷重が作用することを防止することができる。

【００５２】

また、基部１０では、突出部１２の形成が省略されてもよい。この場合、軸線ｘに沿ったストッパ部１４の長さを大きくすることによって、ストッパ部１４の上端面１４ａが起歪部２２の内面２２ａに対向してもよい。また、貫通孔１３では、軸線ｘに沿って大径部１３ｂ及び小径部１３ｃの配置が入れ替えられてもよい。すなわち、ストッパ部１４は、軸線ｘに沿って上側に配置された大径部１３ｂ内に固定されてもよい。さらに、貫通孔１３は、径が一定であってもよい。

【００５３】

以上、上記実施形態を通じて本発明を説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に様々な変更又は改良を加えることができることが当業者には明らかである。そのような変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【００５４】

以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。上記実施形態が備える各構成要素並びにその配置、材料、条件、形状及びサイズ等は、例示したものに限定されるわけではなく、適宜変更することができる。また、技術的に矛盾しない範囲において、異なる実施形態で示した構成要素同士を部分的に置換し又は組み合わせることができる。

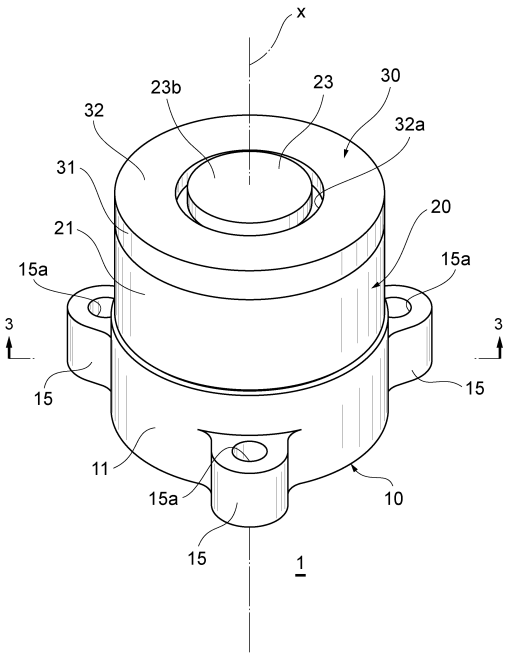
【符号の説明】

【００５５】

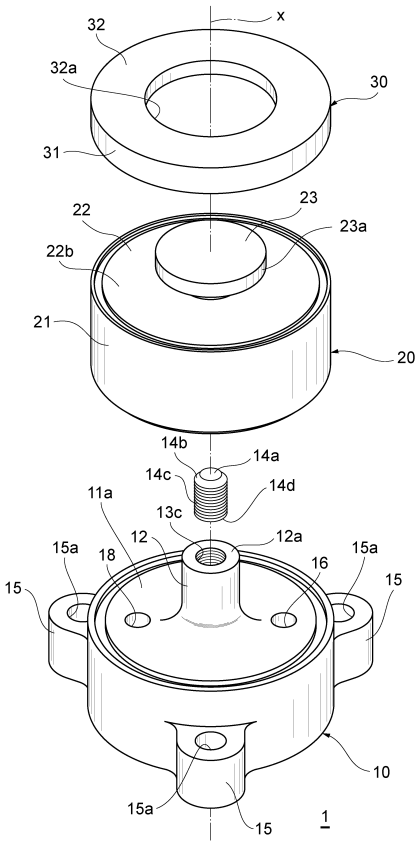
１、１Ａ　荷重検出器、１０　基部、１１　基部本体、１１ａ　上面、１１ｂ　下面、１２　突出部、１２ａ　上端、１３　貫通孔、１３ａ　内周面、１３ｂ　大径部、１３ｃ　小径部、１４　ストッパ部、１４ａ　上端面、１４ｂ　面取り、１４ｃ　外周面、１４ｄ　下端面、１５　取付部、１５ａ　貫通孔、１６　通気孔、１７　通気材、１８　配線孔、１９　封止材、２０　起歪体、２１　支持部、２２　起歪部、２２ａ　内面、２２ｂ　外面、２３　ロードポイント、２３ａ　小径部、２３ｂ　大径部、２４　ひずみゲージ、２４ａ　配線、３０　カバー、３１　外周部、３２　環状部、３２ａ　貫通孔、３２ｂ　第１開口部、３２ｃ　第２開口部、Ｃ　被覆材、Ｄ　距離、Ｈ１　高さ、Ｈ２　高さ、Ｈ３　高さ、Ｈ４　高さ、ＩＳ　内部空間、ＯＳ　外部空間、ｘ　軸線

【図面】

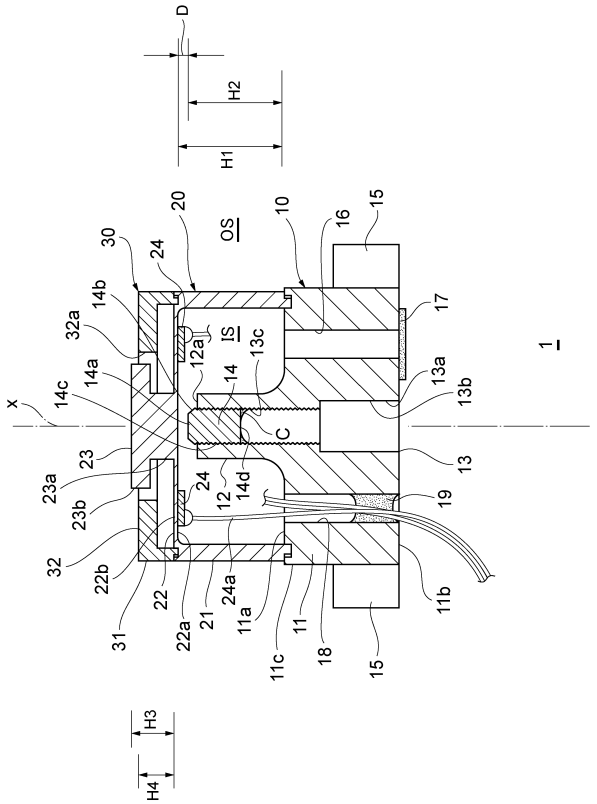
【図１】


x
23b
23
30
32
32a
31
20
21
15a
15a
3
3
15
15
11
15a
10
15
1

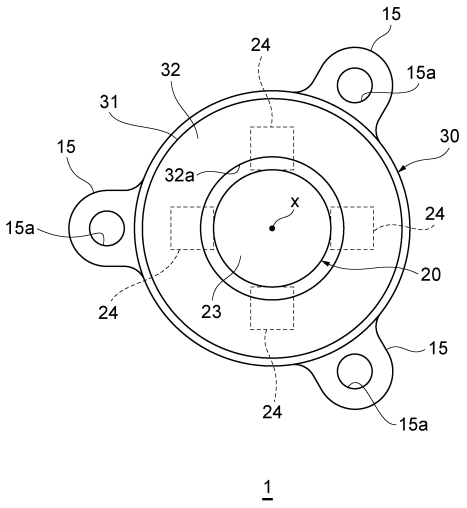
【図２】


32
x
32a
30
31
22
23
23a
22b
21
20
14b
14a
14c
14d
11a
13c
12
12a
15a
18
16
15a
15
15
10
15a
15
1

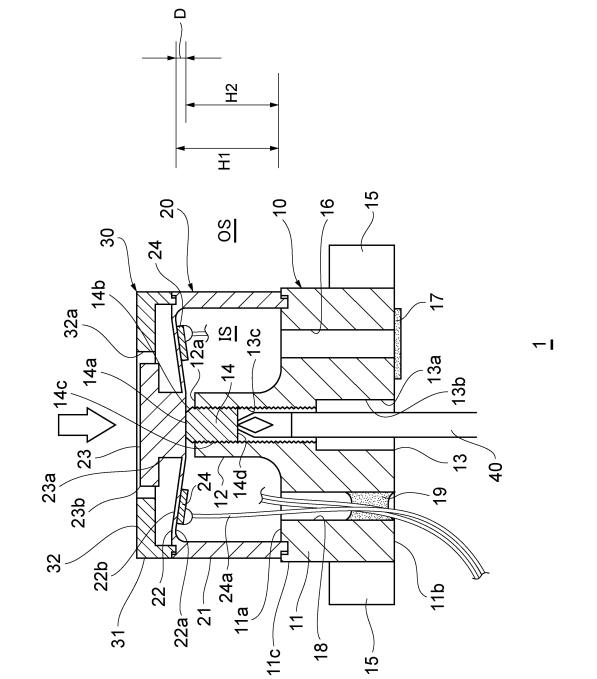
【図３】



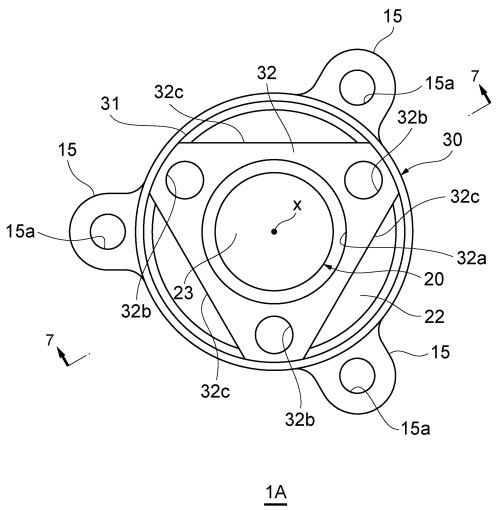
【図４】



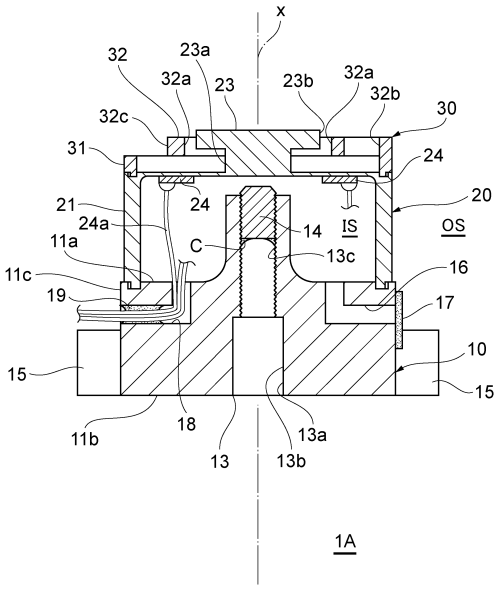
【図５】



【図６】



【図７】


x
32
23a
32a
23
23b
32a
32b
30
32c
31
24
20
21
24
24a
14
IS
OS
11a
C
13c
16
11c
19
17
10
15
15
18
11b
13a
13
13b
1A