

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-506750

(P2017-506750A)

(43) 公表日 平成29年3月9日(2017.3.9)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 1 L 13/00 (2006.01) G 0 1 L 13/00 A 2 F 0 5 5

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2016-553879 (P2016-553879)	(71) 出願人	510225465 メジャメント スペシャルティーズ, インコーポレイテッド アメリカ合衆国, ヴァージニア州, ハンプトン, ルーカス ウェイ 1000
(86) (22) 出願日	平成27年2月27日 (2015. 2. 27)	(74) 代理人	100100077 弁理士 大場 充
(85) 翻訳文提出日	平成28年10月11日 (2016. 10. 11)	(74) 代理人	100136010 弁理士 堀川 美夕紀
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/018091	(74) 代理人	100130030 弁理士 大竹 夕香子
(87) 国際公開番号	W02015/131094	(74) 代理人	100203046 弁理士 山下 聖子
(87) 国際公開日	平成27年9月3日 (2015. 9. 3)	(74) 代理人	100189360 弁理士 緒方 昭典
(31) 優先権主張番号	14/194, 030		
(32) 優先日	平成26年2月28日 (2014. 2. 28)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 差圧検知ダイ用のパッケージ

(57) 【要約】

差圧センサは、隔壁を形成する薄くされた部分を有する半導体ダイを含む、圧力検知ダイを含む。隔壁は、隔壁上に及ぼされる力に基づき変動する抵抗を呈する、ピエゾ抵抗素子を含む。第1の支持構造は半導体ダイの第1の表面に接合され、この支持構造を通して開口が画定されており、隔壁の第1の表面が開口を通して露出されるようになっている。第2の支持構造は、半導体ダイの反対側に同様に接合される。ピエゾ抵抗素子と電気的に連絡する電気構成要素が、第1の支持構造および第2の支持構造と半導体ダイとの間の接合箇所によって画定される領域の外側に配置される。オイルが充填される容積は、半導体ダイと、作用の強い媒体がダイと接触せずにダイに流体圧力を伝達する作用の強い媒体との間に画定され得る。

【選択図】 図8A

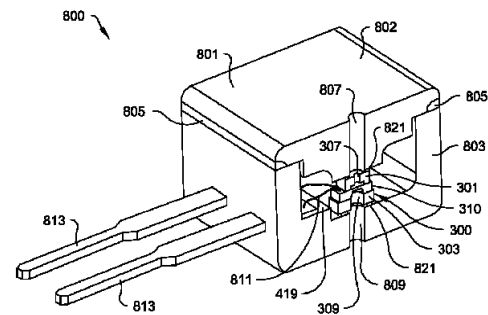


Fig. 8A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

差圧検知ダイ（３００）を受容するためのパッケージ（８００）であって、
前記差圧検知ダイ（３００）が、一体型隔壁（３１３）の対向する両面に加えられる差
圧を測定するように適合される前記一体型隔壁（３１３）を有する半導体ダイ（３１０）
を備え、

前記パッケージが、

前記差圧検知ダイ（３００）を受容するように構成される第１のハウジング部材（８０
３）と、

少なくとも１つの第２のハウジング部材（８０１）であって、前記第１のハウジング部
材（８０３）および前記少なくとも１つの第２のハウジング部材（８０１）が互いと合体
してハウジングを画定するように構成され、前記ハウジングはその中に前記差圧検知ダイ
（３００）を受容するための内部容積が画定される、第２のハウジング部材と、

前記第１のハウジング部材（８０３）の壁を通して画定される第１のポート（８１２）
であって、前記差圧検知ダイが前記第１のハウジング部材（８０３）内に収容されている
ときに、前記差圧検知ダイ（３００）の第１の側に画定される開口（３０７）と流体連通
して封止を行うように位置付けられる、第１のポートと、

前記第２のハウジング部材（８０１）の壁を通して画定される第２のポート（８１０）
であって、前記第１のハウジング部材（８０３）が前記第１のハウジング部材（８０１）
と合体するときに、前記第１の側と反対側の前記差圧検知ダイ（３００）の第２の側に画
定される第２の開口（３０９）と流体連通して封止を行うように位置付けられる、第２の
ポート（８１０）と、を備える、パッケージ。

【請求項 2】

前記第１のハウジング部材（８０１）および前記第２のハウジング部材（８０３）が、
プラスチックから構成される、
請求項 1 に記載のパッケージ。

【請求項 3】

少なくとも１つの電気接続ピン（８１３）をさらに備え、

前記電気接続ピン（８１３）は、前記パッケージ（８００）から外向きに延在しかつ前
記隔壁（３１３）の表面に形成されるピエゾ抵抗素子（３６５）と電氣的に連絡している
リードに接続するように前記ハウジングを通して導電体（８１１）に電氣的に接続されて
おり、

前記パッケージ（８００）が、前記電気接続ピン（８１３）を、前記第１のポート（８
１２）または前記第２のポート（８１０）のいずれかにおいて導入される流体との接続か
ら物理的に隔離された状態に維持するように構成される、
請求項 1 に記載のパッケージ。

【請求項 4】

前記少なくとも１つの電気接続ピン（８１３）がシングルインラインパッケージ（ＳＩ
Ｐ）として構成される、
請求項 3 に記載のパッケージ。

【請求項 5】

前記少なくとも１つの電気接続ピン（８１３）がデュアルインラインパッケージ（ＤＩ
Ｐ）として構成される、
請求項 3 に記載のパッケージ。

【請求項 6】

前記第１のポート（７０７）に画定される内部ねじ山にねじ込み式に係合されるように
構成される第１の継手と、

前記第１の継手と前記第１のハウジング部材に画定される前記第１のポート（７０７）
との間に配設される第１のＯリング（７０１）と、

前記第２のポート（７０５）に画定される内部ねじ山にねじ込み式に係合されるように

10

20

30

40

50

構成される第2の継手と、

前記第2の継手と前記第2のハウジング部材に画定される前記第2のポート（705）との間に配設される第2のリング（701）と、をさらに備える、
請求項1に記載のパッケージ。

【請求項7】

前記ハウジング部材のうちの1つと一体に形成され、かつ自体に前記パッケージを表面実装するための固定具を受容する孔（609）が画定される、少なくとも1つのフランジ状部分（607）をさらに含む、
請求項1に記載のパッケージ。

【請求項8】

前記フランジ状部分（607）が、車両のフレーム上での前記パッケージの表面実装を可能にするように構成される、請求項7に記載のパッケージ。

【請求項9】

前記第1のポート（707）が、車両のオイルフィルタの入口に接続されるように構成される、
請求項1に記載のパッケージ。

【請求項10】

前記第2のポート（705）が、前記オイルフィルタの出口に接続されるように構成される、
請求項9に記載のパッケージ。

【請求項11】

一体型隔壁（313）の対向する両面に加えられる差圧を測定するように適合される前記一体型隔壁（313）を有する半導体ダイ（310）を備える差圧検知ダイ（300）を受容するためのパッケージを作製する方法であって、

第1のハウジング部材（803）を通る第1のポート（812）を有し、前記差圧検知ダイ（300）を受容するように構成される前記第1のハウジング部材（803）を提供するステップと、

第2のハウジング部材（801）の壁を通る第2のポート（810）を有する前記第2のハウジング部材（801）を提供するステップと、

前記第1のハウジング部材を前記第2のハウジング部材と合体させて、前記差圧検知ダイ（300）を収容する内部容積を画定するステップと、を含む方法であって、

前記第1のポートが、前記差圧検知ダイ（300）の第1の側に画定される開口（307）と流体連通して封止を行うように位置付けられており、

前記第2のポートが、前記第1のハウジング部材が前記第2のハウジング部材と合体するときに、前記第1の側とは反対側の前記差圧検知ダイ（300）の第2の側に画定される開口（309）と流体連通して封止するように位置付けられる、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、センサに関する。より具体的には、本出願は、流体および気体の差圧を検出するためのセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

差圧センサは、2つの隔離された流体同士または気体同士の間の圧力の差を測定する。導電性のまたは腐食性の気体または流体を含む環境において使用されるとき、センサ自体、ならびにセンサに取り付けられた電子構成要素または電気構成要素を保護するために、これらの作用の強い媒体からセンサを隔離しなければならない。差圧センサは、作用の強い媒体から隔離するのがゲージセンサまたは絶対圧センサよりも難しいが、これは、2つの圧力源がセンサの対向する両面に適用されることに起因している。したがって、センサの両面を何らかの方法で隔離しなければならず、さもなければ、電子圧力センサデバイス

10

20

30

40

50

が損傷する可能性がある。

【0003】

差圧センサ（またはトランスデューサ）は、圧力の差を、差圧値を決定するために測定可能な電気信号に変換する。圧力検知デバイスは通常、微小機械加工式のまたは微小電気機械システム（MEMS）型の方法を使用して製造される。この技術は、差圧を電気信号に変換する非常に小さく高価でないデバイスを製作するためのエッチング技法および接合技法とともに、工業用半導体を製造するために使用される。これらのデバイスにおいて使用される材料は、腐食性の流体および気体の配管において通常使用される、ステンレス鋼、チタン、銅、および真鍮などの他のよく知られている耐食性金属ほど良好には、腐食に耐えない。この理由により、腐食に対する障壁として働くが、信号を大きく劣化させることなく圧力検知デバイスに圧力を連絡することのできる隔離方法が、必要とされている。

10

【0004】

圧力検知ダイは、シリコンなどの半導体材料から形成される。図1は、先行技術のMEMS型の圧力検知ダイ100の断面図である。ダイ100は、ダイシングなどの方法によってシリコンウエハから形成されて、シリコン構造101を作り出す。構造101は薄くされて、空洞105、および隔壁103を画定する薄くされた部分を創出する。半導体構造101を、任意の好適な手段で薄くすることができる。たとえば、構造101を、当技術分野で知られている異方性エッチングを使用して、薄くすることができる。隔壁103の表面上に、抵抗要素が形成される。抵抗要素は、隔壁103を形成する薄くされた半導体材料上に配されたひずみに比例する抵抗を呈する。

20

【0005】

図2は、圧力検知ダイ100を使用するゲージデバイスまたは絶対圧測定デバイスとして設計された、先行技術のMEMS圧力センサを例示したものである。圧力検知デバイス100は通常、支持構造207に装着され、支持構造207は次いで、非腐食性材料、たとえばステンレス鋼から形成される、基部プレート201に接合される。検知ダイ100および支持構造207を、ヘッダと称される場合もある基部プレート201に、接着剤205で接合することができる。支持構造207は、支持構造207が、圧力検知デバイス100と基部プレート201との間で異なる熱膨張などの、圧力とは関係のないひずみの発生源から、圧力検知デバイス100を隔離するように使用される。基部プレート201に、圧力検知デバイス100の隔壁の下面と流体連通する開口を画定する、開口部203が画定される。開口部203により、周囲圧力が圧力検知デバイス100の一方の側と接触して、基準圧力を提供することが可能になる。

30

基準圧力は、圧力検知デバイス100の反対側に圧力を及ぼす試験下で、流体の圧力を測定する際に使用され得る。圧力検知ダイ100は、支持構造207を介して、基部プレート201に開口部203を覆うように取り付けられる。支持構造207を、基部プレート201を構成するステンレス鋼の熱膨張係数と比較したときに、シリコン圧力検知ダイ100の熱膨張係数により近い熱膨張係数を有する、ガラスまたは類似の材料から形成することができる。この熱膨張係数の適合により、圧力に関連しておらずむしろダイ100と基部プレート201との間の同様な膨張率に関連するひずみによって引き起こされる、ダイ100に対する力の作用が防止される。拘束要素207が、当技術分野で知られている適切な接着剤205によって、基部プレート201に取り付けられる。たとえば、接合を、シリコン接着剤、エポキシ、はんだ付け、ろう付け、または他の一般に知られている技法によって行うことができる。

40

【0006】

圧力検知デバイス200は上側ハウジング223を含む。上側ハウジング223は、基部プレート201への封止された取り付けを実現するように構成される。上側ハウジング223と基部プレート201との間に、閉じ込められた容積が画定される。可撓性の波形隔壁221が、閉じ込められた容積を、第1の容積219および第2の容積227へと分割する役割を果たす。上側ハウジング223の壁を通してポート225が画定され、これは第1の容積219と連通している。ポート225を、圧力に関して試験されることにな

50

る流体源に結合することができる。圧力検知ダイ１００は、ダイ１００に対して及ぼされる圧力を示す電気信号を創出し伝達する、電気構成要素をさらに含む。試験中の流体が、燃料またはオイルなどの作用の強い媒体である適用例では、そのような媒体は、ダイ１００の電気構成要素を腐食させる可能性がある。

したがって、試験中の流体からダイ１００を隔離するよう、注意を払わねばならない。可撓性の波形隔壁２２１によって、隔離が達成される。基部プレート２０１を通して、オイル充填ポート２１５が設けられる。オイル充填ポートにより、ダイ１００と隔壁２２１との間の容積２１９を、シリコンオイルなどの非腐食性の流体で充填することが可能となる。容積２１９を画定する空洞が充填されると、オイル充填ポート２１５が、たとえば球体２１７をオイル充填ポート２１５の開口部にわたって溶接することによって、封止される。容積２１９中のオイルはこうして、完全に閉じ込められ、かつダイ１００の上側表面と流体連通している。

【０００７】

圧力検知デバイス２００を、試験または測定されるべき流体と流体連通している導管または他の伝達手段に取り付けることができるように、ポート２１５にねじ山を切ることができる。測定中の流体は、ポート２２５の中に入り、内部容積２２７を充填する。内部容積２２７が充填されると、測定中の流体は可撓性隔壁２２１の上面と接触する。測定中の流体によって及ぼされる圧力が、可撓性隔壁２２１を通して、オイルの閉じ込められた容積２１９に伝達される。可撓性隔壁２２１によってオイルに加えられる力は、オイル全体にわたって、および圧力検知ダイ１００の上側表面を含めオイルを収容する表面に、伝達される。

【０００８】

圧力検知ダイ１００に対して力が及ぼされるとき、圧力検知ダイ１００の隔壁の上側表面に形成されるピエゾ抵抗素子を通る電気信号は、これらのピエゾ抵抗素子における変動に応じて変動する。この電気信号は、圧力検知ダイ１００の表面に加えられる力を表す。電気信号は、ボンドワイヤ２０９を介して、制御回路などの他のシステム回路機構に電氣的に接続可能な導電性のピン２１１に伝導されるか、または、非限定的な例として電子メモリに保存可能な、圧力データに変換される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

可撓性隔壁２２１およびオイルが充填される容積２１９により、ダイ１００、ボンドワイヤ２０９、および導電性のピン２１１が、ポート２２５を介する測定中の腐食性のまたは作用の強い媒体から隔離される。加えて、容積２１９内でオイルの漏れまたは汚染が発生しないように、オイルを収容する容積２１９を封止しなければならない。圧力検知ダイ１００から電気信号を搬送する導電性のピン２１１は、他のシステム構成要素の外部接続を可能にするために、基部プレート２０１を通過しなければならない。導電ピン２１１が、管または穴２１３内に焼き付けられたガラス材料またはセラミック材料内に閉じ込められ、このことにより、基部プレート２０１との密封封止を形成する。密封封止は、作り出すのに高い費用がかかりかつ脆弱であるが、容積２１９の完全性を保証するためには必要である。したがって、単純で高価でないフォームファクタで、測定中の作用の強い媒体からの検知構成要素および関連する回路機構の隔離をもたらす圧力センサが望まれる。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

ある実施形態では、２つの流体間の差圧を測定するための差圧検知ダイは、上側表面および下側表面を有する半導体ダイを含む。ダイは、少なくとも１つのピエゾ抵抗素子を有する一体型隔壁を含む。この少なくとも１つの抵抗素子は、隔壁の偏向および／またはひずみに応じた変動する抵抗を呈する。半導体ダイの上側表面上に、第１の支持構造が配設される。支持構造は、第１の支持構造を通して画定される開口を有する、中実体である。開口は隔壁と位置合わせして配置され、このことにより、第１の支持構造を通して隔壁を

10

20

30

40

50

露出する。半導体ダイの下側表面上に、第2の支持構造が配設される。第2の支持構造も中実体であり、これを通して画定される、第2の支持構造を通して隔壁を露出するように適合される開口を有する。

【0011】

ある実施形態では、差圧検知ダイは、上側表面および下側表面を有しかつ第1の厚さにおいて第1の領域を有する半導体ダイ、ならびに、第1の領域の内部にある第1の厚さ未満の第2の厚さを有する隔壁を含み、隔壁は少なくとも1つのピエゾ抵抗素子を有し、少なくとも1つのピエゾ抵抗素子は、前記隔壁の偏向に応じた変動する抵抗を呈する。差圧検知ダイは、半導体ダイの上側表面に接合される第1の支持構造をさらに含み、この第1の支持構造はこれを通して画定される開口を有し、この開口は隔壁と位置合わせされる。差圧検知ダイは、半導体ダイの下側表面に接合される第2の支持構造をさらに含み、この第2の支持構造はこれを通して画定されかつ隔壁と位置合わせされる開口を有する。

10

【0012】

ある実施形態では、差圧センサは、一体型検知隔壁を含む半導体ダイ、この隔壁上に画定されるピエゾ抵抗素子、半導体ダイの表面に接合される第1の支持構造であって、これを通して画定され第1の開口を通して前記検知隔壁を露出する第1の開口を有する第1の支持構造、および半導体ダイの反対側の表面に接合される第2の支持構造であって、これを通して画定され第2の開口を通して検知隔壁を露出する第2の開口を有する第2の支持構造を有する、差圧検知ダイと、前記第1の開口と流体連通する上側内部容積を画定し、かつ上側内部容積の壁を画定する上側可撓性隔壁を有する、上側ハウジングと、前記第2の開口と流体連通する下側内部容積を画定し、かつ下側内部容積の壁を画定する下側可撓性隔壁を有する、下側ハウジングと、検知隔壁に加えられる差圧を決定するための、ピエゾ抵抗素子に結合される電気回路と、を含む。

20

【0013】

ある実施形態では、内部容積を画定するハウジングを含む差圧センサが開示される。内部容積内には、差圧ダイが設置される。差圧ダイは、隔壁の表面上に形成される少なくとも1つのピエゾ抵抗素子を有する隔壁を有する、半導体圧力検知ダイを含む。第1の支持構造が、半導体圧力検知ダイの一方の表面に接合される。第1の支持構造は、開口または通路が通っている中実体であり、この開口は、前記隔壁の一方の側と位置合わせされる。第1の支持構造は、ハウジングにさらに接合される。第2の支持構造が、第1の支持構造の反対側の前記半導体圧力検知ダイの第2の表面に接合される。第2の支持構造は、開口または通路が通っている中実体である。この開口は、隔壁の第2の側と位置合わせされ、前記第2の支持構造は、ハウジングにさらに接合される。オイルまたは他の流体を収容する2つの封止された容積は、それぞれの外部隔壁から個別の流体の容積へとおよびダイの隔壁の対向する両面へと、圧力を伝達する役割を果たす。

30

コンタクトパッドおよび他の電気構成要素を、2つの封止された容積の外側の区域においてダイ上に画定し、結果としてそれぞれの流体から隔離することができる。ダイの隔壁におけるピエゾ抵抗素子は、隔壁の偏向およびひずみに応じることができ、また電気回路パッケージと連絡しており、それぞれの外部隔壁に対して及ぼされる圧力の差を示す信号を出力する。

40

【0014】

ある実施形態では、圧力センサは、一体型検知隔壁と、この検知隔壁上に画定される第1のピエゾ抵抗素子と、第1の半導体ダイの表面に接合される第1の支持構造であって、これを通して画定され第1の開口を通して前記検知隔壁を露出する第1の開口を有する第1の支持構造と、第1の半導体ダイの反対側の表面に接合される第2の支持構造であって、これを通して画定され第2の開口を通して検知隔壁を露出する第2の開口を有する第2の支持構造と、を有する第1の半導体ダイを有する、差圧検知ダイを含む。圧力センサは、一体型絶対圧検知隔壁と、この絶対圧検知隔壁上に画定される第2のピエゾ抵抗素子と、第2の半導体ダイの表面に接合される第1の絶対圧支持構造であって、絶対圧検知隔壁上の第2のピエゾ抵抗素子の周囲にシールを形成する第1の絶対圧支持構造と、絶対圧検

50

知半導体ダイの反対側の表面に接合される第2の絶対圧支持構造であって、これを通して画定され第3の開口を通して絶対圧検知隔壁を露出する第3の開口を有する第2の絶対圧支持構造と、を含む第2の半導体ダイを有する、絶対圧検知ダイをさらに含む。

圧力センサは、前記第1の開口と流体連通する上側内部容積を画定し、かつ上側内部容積の壁を画定する上側可撓性隔壁を有する、上側ハウジングと、前記第2の開口および前記第3の開口と流体連通する下側内部容積を画定し、かつ下側内部容積の壁を画定する第2の可撓性隔壁を有する、下側ハウジングと、をさらに含む。圧力センサは、差圧検知ダイの隔壁に加えられる差圧を決定するための、差圧検知ダイのピエゾ抵抗素子に結合される第1の電気回路、および、差圧検知ダイの隔壁に加えられる絶対圧を決定するための、絶対圧検知ダイのピエゾ抵抗素子に結合される第2の電気回路をさらに含む。

10

【0015】

ある実施形態では、差圧検知ダイを受容するためのパッケージが開示される。このダイは、隔壁の対向する両面に加えられる差圧を測定するように適合された一体型隔壁を有する半導体ダイを備える。パッケージは、差圧検知ダイを受容するように構成された第1のハウジング部材と、少なくとも1つの第2のハウジング部材であって、第1のハウジング部材および少なくとも1つの第2のハウジング部材が互いと合体してハウジングを画定するように構成され、このハウジングはその中に前記差圧検知ダイを受容するための内部容積が画定される、第2のハウジング部材と、前記第1のハウジング部材の壁を通して画定される第1のポートであって、前記差圧検知ダイが前記第1のハウジング部材内に収容されているときに、前記差圧検知ダイの第1の側に画定される開口と位置合わせされて位置付けられる前記第1のポートと、前記第2のハウジング部材の壁を通して画定される第2のポートであって、前記第1のハウジング部材が前記第1のハウジング部材と合体するときに、前記第1の側と反対側の前記差圧検知ダイの第2の側に画定される第2の開口と位置合わせされて位置付けられる前記第2のポートと、を含む。

20

【0016】

ある実施形態では、差圧検知ダイを受容するためのパッケージが開示される。このダイは、隔壁の対向する両面に加えられる差圧を測定するように適合された一体型隔壁を有する半導体ダイを備える。パッケージは、1つまたは複数のハウジング部材によって画定されるハウジングであって、差圧検知ダイを支持し収容するように構成される内部容積を画定する壁を有するハウジングと、前記ハウジングの壁を通して画定される第1のポートであって、前記差圧検知ダイがハウジング内に収容されているときに、前記差圧検知ダイの第1の側に画定される開口と位置合わせされて位置付けられる前記第1のポートと、前記ハウジングの壁を通して画定される第2のポートであって、前記第1のハウジング部材が前記第1のハウジング部材と嵌合するときに、前記差圧検知ダイがハウジング内に収容されているときに前記第1の側とは反対側の前記差圧検知ダイの第2の側に画定される第2の開口と位置合わせされて位置付けられる前記第2のポートと、ハウジングから外向きに延在し、かつ前記隔壁の表面に形成されるピエゾ抵抗素子と電氣的に連絡しているリードに接続するように壁を通して電氣的に連絡している、少なくとも1つの電気接続ピンと、を含む。

30

【図面の簡単な説明】

40

【0017】

【図1】先行技術の圧力センサダイの断面図である。

【図2】先行技術の、隔離式のオイル充填型のゲージ圧力センサの断面図である。

【図3A】本開示の実施形態による差圧ダイの断面図である。

【図3B】半導体と支持構造との間の接合部をより詳細に示す、本開示による差圧ダイの実施形態の部分断面図である。

【図4A】本開示の実施形態による隔離式の差圧デバイスの断面図である。

【図4B】90度回転されてオイル充填導管を示す、図4Aの差圧デバイスの断面図である。

【図5A】本開示の差圧デバイスの実施形態によるハウジングおよび差圧センサの等角図

50

である。

【図 5 B】図 5 A のハウジングおよび差圧センサの透視図である。

【図 6 A】本開示の実施形態による差圧デバイスの等角図である。

【図 6 B】図 6 A の差圧デバイスの実施形態を断面視して示す図である。

【図 6 C】図 6 A の差圧デバイスの実施形態を断面視して示す図である。

【図 7】本開示の実施形態による O リングマウントを有する差圧デバイスの断面図である。

【図 8 A】本開示の実施形態による非隔離式の差圧センサの部分断面斜視図である。

【図 8 B】本開示の実施形態による非隔離式の差圧センサおよびハウジングの立面図である。

【図 8 C】図 8 B の非隔離式の差圧センサの断面図である。

【図 9】本開示の実施形態による、2 つのダイ、第 1 の差圧検知ダイおよび絶対圧検知ダイを含む、隔離式のオイル充填型の圧力センサの透視図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

流体の圧力を測定することは、システム内の流体の動作圧力などのパラメータを決定しモニタするために有用である。車両などのいくつかのシステムにおいて、燃料、オイル、または冷却剤などの腐食性のまたは作用の強い流体の圧力をモニタすることが望ましい。圧力検知デバイスおよびこれらの関連する回路機構を、そのような作用の強い媒体から保護しなければならない。圧力センサは、半導体材料の個片から全体に形成されるダイを含む。ダイは、隔壁を画定する比較的薄い一体の部分を含む。隔壁は、圧力の印加に応じて偏向するように構成される。

隔壁上にまたは隔壁に、ピエゾ抵抗素子が画定される。ピエゾ抵抗素子は、素子上のひずみに応じて変動する電気抵抗を呈する。圧力に応じた隔壁の偏向により、ピエゾ抵抗素子にひずみが加えられる。こうして、ピエゾ抵抗素子を組み込んだ回路は、流体によってダイの隔壁に対して加えられる力に応じた電気信号を提供し得る。好適な較正構成要素および処理構成要素により、流体圧を示す出力信号が提供される。電気信号によって示される圧力測定値を、表示、制御信号、診断目的、または他の目的などの目的で、他の処理構成要素に提供することができる。

【0019】

ピエゾ抵抗素子、これらの間の接続部、コンタクトパッド、リード線などは、金属などの導電性材料から形成されるか、または、半導体表面に画定されるドーパントで成る複数の拡散された区域である。これらの構成要素において採用される材料は、作用の強い媒体による腐食に敏感である。加えて、導電性の流体は、これらの導電性トレースおよび金属接続部、たとえばワイヤボンドにおいて電気信号に影響を及ぼす場合がある。ダイを保護しつつ圧力測定を行うために、ダイの隔壁の表面から延在する閉じ込められた容積を画定する圧力センサが開発されてきた。閉じ込められた容積は、オイルなどの媒体で充填されるが、この媒体がダイにおける金属構成要素を損なうことはない。

たとえば、シリコンベースのダイでは、シリコンオイルを使用できる。閉じ込められた容積は、測定されるべき流体と接触している外側隔壁によって部分的に画定される。外側隔壁を、ステンレス鋼またはチタンなどの耐腐食性金属から形成することができ、これらは作用の強い媒体と接触しても損なわれることがない。測定中の流体の圧力は、外側隔壁上に力を及ぼす。外側隔壁は、圧力に応じて偏向し、この偏向により、閉じ込められた容積内のオイルに力が伝達される。オイルは隔壁に力を伝達する。このようにして、測定中の流体が及ぼす圧力が、測定中の流体がダイまたはダイ上の電気構成要素と接触することなく、ダイに移される。

【0020】

図 3 A は、本開示の実施形態による差圧検知ダイ 300 の横断面図を示す。差圧検知ダイ 300 は、第 1 の流体と第 2 の流体との間の差圧の圧力を測定すること、および、第 1 の流体と第 2 の流体との間の測定された差圧を表す出力信号を生成することが可能である

。半導体ダイ 310 は、実質的に均一な第 1 の厚さを有する第 1 の領域、および同じく実質的に均一な、第 1 の厚さよりも小さい第 2 の厚さを有する第 2 の領域を有する、中実体である。第 2 の領域は、半導体ダイ 310 の周囲の区域の厚さよりも実質的に小さい厚さを有する一体型隔壁 313 を画定する。隔壁 313 は、半導体ダイ 310 の一体の部分である。半導体ダイ 310 は、第 1 の全体に平坦な上側表面 310_u、および第 1 の上側表面 310_u の反対側の第 2 の下側表面 310_l を含む。第 2 の下側表面 310_l は、一体型隔壁 313 を画定する第 2 の領域において以外は、全体に平坦である。一方の端部において隔壁 313 によって閉じられ、反対側の端部において開いており、ダイ 300 の内部にある一続きの側壁によって画定される、チャンバ 311 が示されている。

【0021】

10

第 1 の支持構造 301 (「拘束要素」と呼ばれる場合もある) が、半導体ダイ 310 の上側表面 310_u 上に設けられこれに取り付けられる。第 1 の支持構造 301 は、平坦で平行な上側表面および下側表面を有する中実体とすることができる。支持構造 301 の下側表面に、凹部 308 を画定し得る。凹部 308 は、上側支持構造 301 の下側表面に、隔壁 313 によって画定される面積よりも大きい面積を有する空間を画定する、矩形形状または正方形形状の凹部である。第 1 の支持構造 301 の下側表面は、半導体ダイ 310 の上側表面 310_u と接触し、これに取り付けられる。第 1 の支持構造 301 を通して、開口 307 が画定され、第 1 の支持構造 301 の下側表面に画定される凹部 308 において終端する。

開口 307 が、第 1 の支持構造 301 の上側表面と第 1 の支持構造 301 の下側表面との間に、一続きの開いた通路を提供する。開口 307 は、示すように、円筒形の断面を有し得る。開口 307 を、隔壁 313 と位置合わせすることができる。開口 307 を、隔壁 313 の直径に対応するかまたはこれを僅かに上回る直径を有するように、構成することができる。開口 307 の内部はこうして、隔壁 313 の上側表面と連通する。第 1 の支持構造 301 と半導体ダイ 310 の上側表面との間の接合箇所は、流体によって浸透されない。

20

【0022】

第 2 の支持構造 303 (「拘束要素」と呼ばれる場合もある) が、半導体ダイ 310 の下側表面 310_l に取り付けられる。第 2 の支持構造 303 は、平坦で平行な上側表面および下側表面を有する中実体である。第 2 の支持構造 303 は、この支持構造 303 を通して画定される開口 309 を有する。開口 309 が、第 2 の支持構造 303 の上側表面と第 2 の支持構造 303 の下側表面との間に、一続きの開いた通路を提供する。開口 309 は、示されるように円筒形とすることができ、チャンバ 311 の開口端部と位置合わせすることができる。こうして、開口 309 の内部は、チャンバ 311 を介して隔壁 313 の下側表面と連通する。開口 309 は、開口 309 の内側寸法が、隔壁 313 の直径と実質的に等しいか、またはこれよりも僅かに大きいようなサイズとすることができる。第 2 の支持構造 303 は、半導体ダイ 310 の下側表面 310_l に接合されて、チャンバ 311 の開口端部の周囲に流体不浸透性の封止をもたらす。

30

【0023】

半導体ダイ 310 の上側表面 310_u 上に、コンタクトパッド 305 が画定される。コンタクトパッド 305 は金属から成るものであり、上側支持構造 301 の外部にあるダイ 310 の上側表面 310_u の一部分上に画定される。

40

【0024】

図 3B は、図 3A の差圧検知ダイ 300 に類似した、差圧ダイ 350 の部分断面を示す。図 3B には、上側支持材 351 と半導体ダイ 360 と下側支持構造 353 との間の接合部を明示する領域が、さらに詳細に示されている。半導体隔壁 363 の上側表面に、好適に拡散されたドーパントによって、構造 375 が画定される。この構造は、半導体隔壁 363 の縁部を越えて、ダイ 360 の上側表面の他の部分まで延在する。構造 375 は、ピエゾ抵抗素子 365、および、ピエゾ抵抗素子からダイの外部にある回路機構への接続を容易にするコンタクトまで電気信号を搬送するための導電線としての役割を果たす、導電

50

領域 373 を含む。圧電抵抗素子 365 および導電領域 373 を、当技術分野でよく知られている技法および材料を使用して、1 つまたは複数のドーパントを半導体材料内に様々に拡散して圧電抵抗素子および導電回路要素を画定することによって、形成することができる。

導電領域 373 は、圧電抵抗素子 365 とコンタクトパッド 355 との間の電氣的な連絡をもたらす。圧電抵抗素子 365 は、複数の圧電抵抗素子を表し得る。また、導電領域 373 は、圧電抵抗素子 365 および複数のコンタクトパッド 355 を含む回路を完成させるための、半導体材料における導電経路を表し得る。酸化物層 362 を、半導体隔壁 363 の上側表面および構造 375 を含む、ダイ 360 の上側表面を覆って配設することができる。コンタクトパッド 355 を、酸化物層 362 上に配設することができる。酸化物層 362 を通して、コンタクトパッド 355 と導電線または導電領域 373 との間に電気接続をもたらすための、金属化されたビアを設けることができる。

10

【0025】

酸化物層 362 と上側支持構造 351 との中間に、接合層 367 が示されている。接合層 367 は、例として、半導体ダイ 360 の上側表面上に配設されるポリシリコン層とすることができる。上側支持構造 351 を、接合層 367 に陽極接合することができる。下側支持構造 353 を、半導体ダイ 360 の下面上に露出されるシリコンの領域に陽極接合することができる。接合層 367 を、流体によって浸透されないような好適な材料で構成することができる。

20

【0026】

上側支持構造 351 の下方を、その下側外縁部の周囲で切除して、外側凹部 371 を画定することができる。外側凹部 371 は、差圧検知ダイ 300 の電気回路機構において使用される電気トレースなどの、電気接続部を導くための空間を提供する。

【0027】

第 2 の支持構造 353 の下側表面 369 が、外側接合表面を提供し得る。外側接合表面を、接着剤を介してパッケージ内に取り付けることができる。パッケージは、圧電抵抗素子から抵抗値を得るための、およびこれらの値を処理し、検出された差圧値を表す処理されたデータを出力するための、回路および接続部を含み得る。

【0028】

半導体ダイ 360 は、単結晶シリコンまたは他の好適な半導体材料で構成することができる。第 1 の支持構造 351 および第 2 の支持構造 353 は、半導体ダイ 360 を構成する半導体材料の熱膨張係数に類似した熱膨張係数を有する材料で成るものである。第 1 の支持構造 351 および第 2 の支持構造 353 はさらに、半導体ダイ 360 に安定した支持構造を提供し、センサハウジングを半導体材料に直接取り付けの必要なく、圧力センサのハウジングにダイ 350 を取り付けのための区域を提供する。たとえば、第 1 の支持構造 351 および第 2 の支持構造 353 を、シリコン、またはガラスもしくは PYREX (登録商標) などの他の材料から形成することができる。これらは化学的に不活性であり、半導体ダイ 360 のシリコンに結合可能である。

30

【0029】

支持構造 351、353 の熱膨張係数を、半導体ダイ 360 の熱膨張係数に近くなるように維持することにより、ダイと支持構造との間の異なる熱膨張率などの、半導体ダイ 360 に加えられる圧力に関連しない力が、低減または排除される。

40

【0030】

再び図 3A を参照すると、半導体ウエハを矩形の個片へとダイシングすることによって、半導体ダイ 310 を製造することができる。1 つの実施形態によれば、各半導体ダイ 310 は、約 2 ミリメートル (mm) の外側寸法を有する半導体キューブを基本とする。半導体キューブの一部分を除去して隔壁 313 を形成する領域を画定することによって、より薄い厚さを有する領域が画定される。この部分を、エッチングまたは当技術分野で知られている他の工程によって除去することができる。たとえば、例示の実施形態によれば、異方性エッチングを使用して、1 mm の外側寸法を有する実質的に正方形の隔壁 313 を

50

作り出すことができる。支持構造 301、303 を形成するとき、エッチング工程によって、開口 307 および 309 が形成される。これらの開口 307 および 309 は、角が丸みを帯びている正方形に似た断面形状を有する開口を作り出すことができる。

開口 307、309 は、隔壁 313 の周縁寸法と等しいかまたはこれよりも僅かに大きい内側寸法を有するように創出される。上側支持構造 301 は、その下側表面に、上側支持構造 301 の下側表面に開口部を画定する凹部を含み得る。この凹部により、半導体隔壁 313 のどの部分も上側支持構造 301 によって覆われないことが保証される。このことにより、流体が開口 307、309 を通過し、隔壁 363 の表面全体と流体連通することが可能になる。支持構造を、任意の好適な接着剤を使用して、半導体ダイ 310 に接合することができる。例として、第 1 の支持構造 301 を、半導体ダイ 310 の上側表面上のポリシリコン層 367 に陽極接合することができる。第 2 の支持構造 303 は、半導体ダイ 310 の下面上に露出された半導体材料に陽極接合することができる。ダイおよび支持構造のそれぞれの材料に応じて、陽極接合、シリコン溶融接合、ガラスフリット接合、または他の技法などの、他の接合工程を使用して、支持構造を半導体ダイ 310 に接合することができる。

【0031】

差圧検知ダイ 300 の動作について、ここで記載する。差圧検知ダイ 300 は、開口 307 に封止されて接合される第 1 の流体ポート、および開口 309 に封止されて接合される第 2 の流体ポートを提供する、差圧センサパッケージなどの構造内に組み込まれる。第 1 の流体ポートは、圧力下の第 1 の流体を受容し、第 2 の流体ポートは、圧力下の第 2 の流体を受容する。支持構造 301 の外部にあるダイ 310 の上側部分は、第 1 の流体および第 2 の流体の両方から隔離される。第 1 の流体および第 2 の流体は開口 307、309 およびチャンバ 311 を充填し、隔壁 313 の上面および下面のそれぞれに圧力を加える。

隔壁 313 は、屈曲してひずみを受け、この結果、ピエゾ抵抗素子 315 の抵抗が変化する。ピエゾ抵抗素子 365 の抵抗を、したがって第 1 の流体および第 2 の流体のそれぞれによって隔壁 313 に対して加えられる差圧を示す信号を処理することによって、差圧を決定することができる。コンタクトパッド 305 と電気的に連絡する処理デバイスは、ピエゾ抵抗素子 315 からのデータに基づいて、差圧値を決定し得る。酸化物層 362 は、第 1 の流体からの、隔壁 313 の上側表面上の金属構成要素の保護を提供する。第 2 の流体は、開口およびダイの下面におけるシリコンおよびガラスに接触する。

【0032】

特定の適用例では、測定中の流体は、本質的に腐食性であり得る。腐食性の流体は、差圧検知ダイ 300 上の電気構成要素を損傷する可能性があるか、または接合箇所を損なう可能性さえある。構成要素を保護するために、オイルなどの隔離されている流体の容積を、差圧検知ダイ 300 と測定中の流体との間に置くことができる。この実施形態では、第 1 の容積は、開口 307 と封止されて連通する第 1 の流体ポートを有して画定される。上側可撓性隔壁が、第 1 の容積の壁を形成する。上側可撓性隔壁は、ステンレス鋼、チタン、または真鍮などの金属で成るものとすることができ、これらは測定中の流体によって浸透されない。

第 1 の容積は、オイルなどの、作用の比較的強くない流体で充填される。測定中の流体の圧力により隔壁が偏向し、このことにより、圧力を、開口 307 を介して隔壁に達する第 1 の容積内のオイルに伝える。第 2 の、下側可撓性隔壁は、オイルで充填され開口 309 を充填し隔壁 313 の下面に達する第 2 の容積の壁を、同様に画定する。下側可撓性隔壁は、測定されるべき第 2 の流体と接触し、第 2 の流体の圧力を、第 2 の容積内のオイルを介して隔壁の下面に同様に伝えることができる。したがって、オイルの 2 つの封止された容積を有する隔壁 300 のこの配置構成により、腐食性の流体の差圧測定が可能となる。このようにして、差圧検知ダイ 300 は、ダイ上の敏感な電気構成要素を保護するために、測定中の流体から隔離される。

【0033】

ここで図4Aを参照すると、図3Aの差圧検知ダイ300を組み込んだパッケージを含む、オイル充填型の差圧センサ400の実施形態の横断面図が示されている。図4Bは、90度回転されてオイル充填管417および溶接された球体シールをよりよく示す、図4Aのオイル充填型の差圧センサ400を示す。差圧検知ダイ300を収納するためのパッケージは、第1の上側ハウジング401および第2の下側ハウジング411を含む。ハウジング401、411はいずれも、内部オイル充填容積を有する中実体405、415を含む。上側ハウジング401の中実体405の下側壁は、第1の支持構造301において差圧検知ダイ300に接合される。接合箇所は、第1の支持構造301と上側ハウジング401との間に、液密シール420を創出する。

第1の支持構造301は、半導体圧力ダイ310の半導体隔壁313の頂部表面へのアクセスを提供する上側ポートを形成する、開口(307、図3Aに示す)を有する。図4Aの差圧センサ400の実施形態では、上側ハウジング401は、可撓性隔壁403を含む。可撓性隔壁403は、差圧検知ダイ300に接合される上側ハウジング401の中実体の下側壁の反対側にある。可撓性隔壁403は、センサ400が配備されると、作用の強い媒体であり得る測定されるべき流体と、流体連通する。可撓性隔壁403は、作用の強い媒体との接触に起因する腐食に対して、耐性のある金属で成るものとすることができる。非限定的な例として、可撓性隔壁403は、ステンレス鋼またはチタンとすることができる。これらはいずれも、ほとんどの作用の強い媒体に対する耐腐食性を実現する。

【0034】

上側ハウジング401は、オイルなどの流体で充填し、充填し、封止するのに好適な容積を含む。流体で充填され封止されることになる容積を有する本出願において開示される実施形態の各々において、この容積の1つの壁は、可撓性隔壁である。容積の他の壁は剛性であり、容積はセンサダイ隔壁に係合する。可撓性隔壁の外面に加えられる圧力は、センサダイ隔壁に応力を加え、かつ／またはこれを偏向させる。容積の他の壁は、たとえば、比較的厚い鋼で、またはガラスもしくはシリコンで成るなどの、支持構造の相対厚さに起因して、剛性である。実施形態では、上側ハウジングまたは下側ハウジングは完全に中空であってよく、こうしてオイルで完全に充填するのに好適なものとすることができる。他の実施形態では、上側ハウジングまたは下側ハウジングは、中実体、例えばステンレス鋼合金、チタン合金、または他の金属から成る中実体とすることができる。この中実体は、中空の中央穿孔を有し、一方の端部において上側可撓性隔壁または下側可撓性隔壁に、かつ反対側の端部において支持構造に開口している。他の実施形態では、流体で充填するのに好適な容積は、他の形状および形態を有し得る。

【0035】

可撓性隔壁403は、オイルが充填される容積の壁としての役割を果たす。この実施形態では、管404は、可撓性隔壁403から支持構造301の対応する開口まで延在し得る。実施形態では、可撓性隔壁403を中実体405の上側壁の周囲のリップまたはへり上に支持して、流体で充填されることになる容積の一部である空洞を画定することができる。内部容積405は、可撓性隔壁403によって加えられる力を受けるためにオイルで完全に充填するのに好適なものとするすることができる。別法として、ハウジング内に、オイルで充填されることになるより小さい容積を画定することができる。オイルは、管404を介して、可撓性隔壁403と流体連通する容積406内に導入される。図4Bにおいて最もよく見える充填管407が、管404から中実体405の外壁まで延在する。この管407は、金属隔壁403と検知ダイ300との間の、空の空洞の任意の部分に結合することができる。

その理由は、この管407がこの空洞を流体で充填するためにしか使用されないからである。容積が充填されると、充填管に球体418で栓をすることができ、この球体418は、中実体に溶接することができる。他の実施形態では、圧着すること、縁部を1つに溶接すること、充填管内にピンを押し込むこと、またはこれら以外の方法により、充填管を閉じることができる。管404は一般に、一方の端部において開いており、可撓性隔壁403に隣接する容積に開口し、他方の端部において開いており、差圧検知ダイ300の第

1の支持構造301の開口と封止されて接触するポートを画定する、管である。容積を充填するために採用されるオイルまたは他の流体は、これが半導体圧力ダイ310と適合するように選択される。1つの実施形態では、シリコンオイルが使用される。他の実施形態では、上側ハウジング401は、周縁の壁を有することができ、また流体で完全に充填することができる。そのような実施形態では、側壁および低壁は、隔壁403の外面に適用される圧力が、半導体ダイの隔壁に伝えられ、上側ハウジングの壁を変形させる役割を果たさないように、剛性となるのに十分な厚さでなければならない。

【0036】

下側ハウジング411は、第2の支持構造303において、差圧検知ダイ300に接合される。第2の支持構造303は、第2の支持構造303と下側ハウジング411との間に、液密シール421を創出するように接合される。下側ハウジング411は、上側ハウジング401に接触し、これに溶接、ろう付け、または接着剤により取り付けられ、このとき上側ハウジングと下側ハウジングとの中間に容積を画定する、中実体415を含む。この容積は、ダイ300を収容し、ダイ300のピエゾ抵抗素子と連絡する電子回路419のための空間を提供する。この中間の容積は、上側ハウジングおよび下側ハウジングにおける流体を充填可能な容積から、封止的に分離される。支持構造303は、中実体415の上側表面と接触し、これに接合される。中実体415は、隔壁313の底部表面へのアクセスを提供するように第2の支持構造303の開口と位置合わせされる、連絡経路または管416を有する。

内部容積415を、可撓性隔壁403によって加えられる力を受けるように、オイルで完全に充填することができる。別法として、より小さい容積408を画定することができる。オイルは、管416を介して、可撓性隔壁413と流体連通する容積408内に導入される。第2の支持構造303の開口はしたがって、管の一方の端部と封止されて連通する。管416の反対側の端部は、実施形態では、下側隔壁413によって閉じられるか、または、隔壁413と接触する容積と連通する。オイル充填管417は、管416または隔壁413とダイ300との間の任意の容積と、および下側ハウジングの外部と、連通する。オイル充填管407は、図4Bに示す球体418によってなどで、閉じられてもよい。隔壁413は、ダイ300の反対側の下側ハウジング411の下側壁およびシールを形成する。可撓性隔壁413は、隔壁403と同様に、作用の強い媒体と接触することができる、また、作用の強い媒体との接触による腐食に対して耐性のある金属から成る。下側ハウジングのオイルが充填される容積内に置かれるオイルは、これがシリコン圧力ダイ100と適合するように選択される。ある実施形態では、シリコンオイルを使用することができる。

【0037】

差圧センサ400の動作について、ここで記載する。差圧センサ400は、圧力が測定されるべき2つの流体を受容するパッケージ内に設置される。パッケージ内の第1のポートを通して、上側可撓性隔壁403に第1の流体が導入される。可撓性隔壁403は、第1の流体と流体連通し、第1の流体の圧力による力は、可撓性隔壁403の上側表面上に及ぼされる。可撓性隔壁403の上側表面上に及ぼされる力は、隔壁を屈曲させ、隔壁に、上側ハウジング内のオイルに対して圧力を及ぼさせる。閉じ込められたオイルに対して及ぼされる圧力は、このオイルを通して隔壁313の上面に伝達される。差圧センサ400を収容するパッケージ内に、第1の流体に類似した様式で導入される、下側ハウジング内のオイルに対して力を及ぼす可撓性隔壁413と流体連通する第2の流体を受容する、第2のポートが設けられる。次いでこのオイルは、半導体圧力ダイ310の半導体隔壁313の下面と流体連通する。

第1の流体の圧力は、(図4に示す配向において)下向きの圧力を及ぼし、一方、第2の流体の圧力は、シリコン隔壁313の下面上に、対向する上向きの圧力をもたらす。隔壁に加えられる圧力の差により、隔壁313の偏向および／またはひずみが生じる。これらは、差圧検知ダイ300のピエゾ抵抗素子および関連する回路機構の抵抗の変化を検出することによって、測定することができる。電気信号は、回路機構419にさらに電氣的

に接続される導電性コンタクトパッド305を通る、差圧検知ダイ300からの出力として提供される。回路機構419は、センサの較正を行い、センサが一般に使用するデジタルまたはアナログ電気出力を提供するための、特定用途向け集積回路（ASIC）または他の回路機構を含み得る。導電性コンタクトパッドは、上側支持構造301の外部にあるので、ダイの隔壁に力を伝達するために使用される流体によって接触されない。ワイヤ、ピン、またはコネクタなどの好適なコンタクトが回路機構419に接続されて、データ信号の出力を提供するとともに、差圧センサ400において、入力電力接続コンタクトを設けることができる。

【0038】

オイル充填型の圧力センサを使用するときは、閉じ込められたオイルにおける温度の変動がオイルの濃度を増減させないように、注意を払わねばならない。そのような濃度の変化は、圧力検知ダイに対して、測定中の圧力とは関係のない力を及ぼし得る。図4Aの差圧センサ400において、上側ハウジングおよび下側ハウジング内のオイルが充填される容積の比較した容積は、実質的に等しい。したがって、一方の容積の濃度の、温度変化により誘起されたどのような変動も、反対側の容積による反対方向の等しい変動によって相殺されることになる。結果として、温度変化を補償するための半導体圧力ダイ310の較正を、低減するかまたは不要にすることができる。

【0039】

図5Aおよび図5Bは、図4の差圧センサ400を収納するように構成可能なパッケージ500を示す。パッケージ500は、差圧センサ400を受容するための内部容積を画定する主ハウジング505を含む。パッケージ500は、第1の流体および第2の流体をそれぞれ受容する、第1の流体ポート501および第2の流体ポート503を含む。流体ポート501、503は、測定されるべき第1の流体および第2の流体を搬送するためのホースまたは管材を受容するための、フランジまたは隆起した縁部を含み得る。図5Aおよび図5Bに示す実施形態によれば、流体ポート501、503は、ホースまたは管材の継手を受容するように、ねじ山を切られる。

【0040】

パッケージ500は、差圧センサ300の回路機構と電氣的に連絡する回路機構を含む、電気回路領域519を含む。適用例を調整するために、ハウジング内には通常、圧力センサ400と隣り合って、他のチップおよび回路機構が設置される。この回路機構は、センサを較正する、およびさらに、センサに関して一般に使用されるアナログまたはデジタル出力を提供するために、使用される。電気回路領域519は、自動車形式のコネクタワイヤ513などの導電端子と電氣的に連絡して、プラグまたはワイヤリングハーネスを介したシステム回路機構の電気接続を可能にし得る。回路領域519は、ハウジング420内に配置される。回路領域519は、主ハウジング505内で、試験中の流体から隔離される。上側ハウジングおよび下側ハウジングを、試験中の流体ならびに半導体隔壁に力を伝達するために使用されるオイルまたは他の流体から回路領域がこうして物理的に隔離されることをもたらすように、構成することができる。

【0041】

図6Aおよび図6Bは、差圧センサ300を収納するためのパッケージを示す。このパッケージは、非腐食性の流体または腐食性の穏やかな流体に耐えることのできる、プラスチックまたは他の材料から形成することができる。パッケージは、ねじまたはボルトなどの固定具を介した、表面へのパッケージ600の取り付けを可能にする孔609を含む、フランジ状部分607を含み得る。たとえば、パッケージ500を、トラックまたは他の車両のフレームに取り付けられるように適合することができる。ハウジング602を、パッケージ600の内部容積へのアクセスを可能にする蓋（図示せず）を備えて構成することができる。内部容積は、パッケージ600を表面に取り付けるための、追加の固定孔509を含み得る。そのような孔は、パッケージ600が装着される表面上の装着孔とねじ孔を位置合わせするための、主ハウジング602から延在する壁を含み得る。

【0042】

パッケージ 600 は、差圧センサ 400 の回路機構と電氣的に連絡する回路機構を含む、電気回路領域（図示せず）を含み得る。電気回路領域は、プラグまたはワイヤリングハーネスを介したシステム回路機構の電気接続を可能にするための、導電端子またはピン 513 と、電氣的に連絡することができる。パッケージ 600 を、車両、たとえばトラック上に装着して、その車両と関連するエンジン構成要素の差圧を検知することができる。例として、車両は、ねじ山付きスタッドを介してエンジン上に螺着する、交換可能なオイルフィルタを有し得る。オイルは、ポンプ送給されてねじ山付きスタッドを通り、交換可能なフィルタ内のフィルタエレメントを通り、フィルタ処理されたオイルとしてエンジンに戻る。フィルタ用エレメントが新しいかまたは比較的きれいなときは、フィルタを通るオイルの流れの制限は最小限である。

10

土および沈殿物がオイルからフィルタ処理される際、これらはフィルタ用エレメントを詰まらせ、フィルタを通るオイルの流れを制限する。流れの制限が少ないときは、交換可能なオイルフィルタの入口と出口とで比較したオイル圧力の差は小さい。流れが制限されるようになるにつれ、有限の容積内でのオイルの蓄積に起因して、オイルフィルタの入口において圧力が高まることになり、一方、オイルフィルタの出口におけるオイル圧力は、低減されたオイルの流れに起因して降下することになる。この結果、流れがさらに制限されるようになるにつれ、入口と出口との間の差圧が高まる。

【0043】

パッケージ 600 を、車両のエンジン、またはシャーシなどの他の好適な場所上に装着することができる。オイルフィルタの入口とパッケージ 600 の第 1 の流体ポート 601 との間に、およびオイルフィルタの出口とパッケージ 600 の第 2 の流体ポート 603 との間に、ホースを置くことができる。電気接続ピン 613 において、オイルフィルタの両面におけるオイル差圧を表す電気信号が提供される。交換可能なオイルフィルタの状況を判定するための診断または制御回路機構によって、電気信号が使用され得る。たとえば、オイルフィルタの両面におけるオイル差圧が所定のレベルに達するかまたはこれを上回る時、フィルタを交換する必要があることを示す警報を操縦者に提供するように、車両内の制御システムを適合させることができる。時間にわたり、オイルフィルタの両面におけるオイル差圧を示す電気信号を使用して、オイルフィルタの動作状態を判定することができる。

20

電気信号から導出されるデータを、たとえばコンピュータメモリに保存し、将来の分析のために使用することができる。たとえば、エンジン不具合の場合には、オイルフィルタの動作状態をエンジンの寿命にわたって履歴的に見たものを分析して、オイルフィルタがエンジン不具合に寄与する要因であったかを判定することができる。オイルフィルタの動作状態の履歴記録を使用して、エンジンオイルおよび／またはオイルフィルタの交換が、製造者推奨の整備および保守スケジュールに従って行われたかを判定することもできる。

30

【0044】

図 6C は、図 4 の差圧センサを組み込んだ差圧センサパッケージ 600 の横断面図である。センサパッケージ 600 は、測定されるべき圧力を有する第 1 の流体および第 2 の流体を受容するための第 1 の流体ポート 601 および第 2 の流体ポート 603 を画定する、ハウジング 602 を含む。実施形態では、ハウジング 602 は、第 1 のハウジング部材および第 2 のハウジング部材として画定され、これらのハウジング部材は、互いと合体するように構成される。第 1 のハウジング部材および第 2 のハウジング部材を、シール 605 において結合することができる。実施形態では、ハウジング 602 は単体であってよく、または、互いと合体するように構成される 3 つ以上のハウジング部材を含んでもよい。ハウジング 602 のハウジング部材が互いと合体するとき、ハウジング内に内部容積が画定される。内部容積は、差圧センサを受容し支持するようなサイズおよび構成とされる。ハウジング 602 の内部空間内に、図 4A の差圧検知デバイスなどの差圧センサが挿入される。2 つの部材はシール 605 において接続および封止されて、差圧センサをハウジング 602 内に液密な様式で閉じ込める。

40

【0045】

50

図4 Aおよび図4 Bに関連して上記したように、差圧ダイ300と流体ポート601、603との間に、上側ハウジングおよび下側ハウジングが挿置される。

【0046】

第1の流体は、流体ポート601の中に入り、可撓性隔壁403を屈曲させる。次いでこの可撓性隔壁403は、オイルまたは他の隔離された流体を介して、（図4 Cの配向に示すように）差圧検知ダイの下面に力を伝達する。同様に、第2の流体は、流体ポート603の中に入り、可撓性隔壁413を屈曲させる。次いでこの可撓性隔壁413は、オイルまたは他の隔離された流体を介して、（図4 Cの配向に示すように）差圧検知ダイ300の頂面に力を伝達する。第1の流体および第2の流体は各々、半導体隔壁の対向する両面に間接的に圧力を加える。第1の流体および第2の流体のそれぞれの圧力が異なる場合、2つの流体間の結果的な差圧により、半導体隔壁が応力を受けかつ／または変形する。半導体隔壁の表面上に配設されたピエゾ抵抗素子の電気抵抗は、そのような応力および／または変形に応じて変化する。ボンドワイヤを介して搬送される電流をピエゾ抵抗素子を通して電気回路に供給することによって、電気抵抗が測定される。電気信号は回路機構において処理され、図5 Aに示される電気コンタクトピンもしくはワイヤ513、またはコネクタなどの他の接続方法を介して、外部回路によって利用可能となる。

10

【0047】

パッケージを、車両のフレームまたはシャーシにパッケージを取り付けるための装着孔609を有するように構成することができる。そのような実施形態では、第1の流体ポート601および第2の流体ポート603を、車両を動作させるために使用される流体に接続される流体ホースまたは導管に取り付けることができる。たとえば、車両のオイル循環系における2つの箇所の間の差圧を測定するために、流体ポート601、603を通してエンジンオイルを導入することができる。

20

【0048】

図6 Cは、図4の差圧センサを組み込んだ差圧センサパッケージ600の横断面図である。センサパッケージ600は、測定されるべき圧力を有する第1の流体および第2の流体を受容するための第1の流体ポート601および第2の流体ポート603を画定する、ハウジング602を含む。ハウジング602は、シール605において結合される2つの部材として画定される。ハウジング602の内部空間内に、図4 Aの差圧検知デバイスなどの差圧センサが挿入される。2つの部材はシール605において接続および封止されて、差圧センサをハウジング602内に液密な様式で閉じ込める。

30

【0049】

第1の流体ポート601と流体連通するように、第1の流体が置かれる。第1の流体は第1の流体ポートを充填し、可撓性隔壁403と流体連通する第1の圧力チャンバ604の中に入る。可撓性隔壁403は、第1の流体の反対側の可撓性隔壁403の側のオイルが充填される容積と、流体的に接触する。第2の流体ポート603は、流体ポート601と同様に構成され、第2の流体が第2の圧力チャンバ606の中に入ることを可能にする。第2の圧力チャンバ606は、可撓性隔壁413と流体連通する。可撓性隔壁413はオイルが充填される容積と流体連通し、次いでこの容積は、差圧検知ダイ300の隔壁と連通する。圧力チャンバ604内の第1の流体と第2の圧力チャンバ606内の第2の流体との間の差圧は、差圧検知ダイ300のシリコン隔壁に対して加えられる正味の力として具現化する。

40

力は、ピエゾ抵抗素子の1つまたは複数の抵抗値に変換され、これらは次いで、回路419に連絡され処理され得る。回路419の出力は、検出された差圧を示すデータを含む。回路419へのコネクタは、差圧センサパッケージ600の外部でアクセス可能である。第1の流体および第2の流体と差圧検知ダイ300との間の流体連通を確立するために、圧力チャンバ604、606を、これらのそれぞれの流体ポート601、603に対して垂直となるように適合することができる。

【0050】

図7は、Oリング接続継手を有する、隔離式のオイル充填型の圧力センサ700の横断

50

面図である。圧力センサ 700 は、試験中の流体に直接暴露しないように圧力検知ダイを隔離しながら、差圧測定を行う。圧力検知ダイは、圧力検知ダイから試験中の第 1 の流体を隔離する管 713 内のオイルの第 1 の容積、および圧力検知ダイから試験中の第 2 の流体を隔離する管 723 内のオイルの第 2 の容積によって、試験流体から隔離される。

【0051】

圧力検知ダイは、一体型隔壁（313、図 3A および図 3B に示すようなもの）を含む、半導体圧力ダイ 310 を含む。隔壁は、圧力によって半導体圧力ダイ 310 内の隔壁上に加えられる力に基づく変動する電気抵抗を呈する、半導体に画定されるピエゾ抵抗素子を有する。半導体圧力ダイの上側表面および下側表面は、第 1 の支持構造 301 および第 2 の支持構造 303 によって支持される。支持構造 301、303 は、これらを通して画定される開口を有し、これらの開口は、管 713、723 およびオイルが充填される容積 717、727 内のオイルが、隔壁の上側表面および下側表面とそれぞれ流体連通するように、隔壁と位置合わせされる。

10

【0052】

管および他の容積を、オイルが中を通して導入されるポート 715、725 を有する、オイル充填導管を通して充填することができる。ポート 715、725 を、ポート開口部を覆って金属球体を溶接することによって封止することができるか、または、ポートは例として、圧着されてまたは折り畳まれてポートを封止する、細長い部位を有し得る。

【0053】

可撓性隔壁 403、413 は、オイルが充填される容積の壁を構成する表面を画定する。実施形態では、ハウジングをオイルで充填すること、ならびにこのハウジングに、支持構造 301、303 が取り付けられる剛性の側壁および剛性の基部壁を設けることが可能である。剛性の壁を、たとえば鋼製プレートによって提供することができる。可撓性隔壁 403、413 は、試験中の流体に暴露されたときの腐食に対して耐性のある材料で作製される。この流体は、腐食性の流体、たとえば酸または燃料であり得る。例として、可撓性隔壁 403、413 を、ほとんどの流体の存在下で耐腐食性を実現するステンレス鋼またはチタンで構築することができる。可撓性隔壁 403、413 の外面は、圧力を測定中である第 1 の流体および第 2 の流体を受容したポート 705、707 の壁を画定する。

20

ポートは、耐腐食性材料から形成される側壁 709、711 を有する。ポート 705、707 の外壁上に、測定中の流体を搬送するための管路に接続するためのねじ山付き継手の取り付けを可能にする、外部ねじ山 703 が画定される。第 1 のポート 705 および第 2 のポート 707 の側壁 709、711 は、リング 701 を受容するための溝路をさらに画定する。リング 701 は、ポート 705、707 とポート 705、707 上にねじ切りされる受容継手との間に、液密シールを形成する。

30

【0054】

ポート 705 の中に第 1 の流体が入り、可撓性隔壁 403 に対する圧力に起因する力を及ぼす。可撓性隔壁 403 は屈曲し、これに対して加えられる力を、オイルが充填される容積 717 内などの、中のオイルに伝達する。第 1 の支持構造 301 の開口および半導体圧力検知ダイ 310 の隔壁の上側表面によって画定される領域内を含め、オイルが充填される容積 717 内のオイル全体にわたって、圧力が伝達される。ポート 707 の中に第 2 の流体が入り、可撓性隔壁 413 に対する圧力に起因する力を及ぼす。可撓性隔壁 413 は屈曲し、これに対して加えられる力を、オイルが充填される容積 727 内のオイルに伝達する。第 2 の支持構造 303 の開口および半導体圧力検知ダイ 310 の隔壁の下側表面によって画定される領域内を含め、オイルが充填される容積 727 内のオイル全体にわたって、圧力が伝達される。

40

【0055】

プリント回路基板（PCB）419 は、ボンドワイヤ 721 によって、半導体圧力検知ダイ 310 に電氣的に接続される。PCB 回路機構 419 はさらに、測定された差圧値を表す電気信号を差圧センサ 700 の外側の外部システムに提供する、電気コンタクトピン 714 と、電氣的に接続される。

50

【0056】

差圧センサ700を作り出すように、ポート側壁709、711、可撓性隔壁403、413、およびオイルが充填される容積717、727が、溶接部719によって接続され得る場所である接点。

【0057】

差圧センサダイ300から試験中の流体を隔離する、オイル充填型の差圧センサを収納するために、図5A、図5B、図6A、図6B、図6C、および図7に示すパッケージの実施形態が使用されるが、これは単なる例として示されている。当業者によって、他の構成が使用および企図され得る。たとえば、パッケージのハウジング602を、非腐食性または半腐食性のいくつかの流体からの腐食に対して耐性のあるプラスチックから形成することができる。この実施形態では、パッケージは、オイルが充填される容積を有さず差圧検知ダイ300のみを備える差圧センサを収納することができる。この実施形態では、試験中の流体は、流体ポート501、503を通して直接アクセス可能である、図3Aを示している第1の支持構造の開口307および第2の支持構造の開口309を通して、差圧ダイ300の中に入ることができる。この構成の例示の実施形態について、以下で図8を参照して詳細に記載する。

【0058】

図8Aは、本開示の実施形態による、差圧検知ダイ300が中に装着されて示されている、差圧検知ダイ用のパッケージ800の等角部分断面図である。パッケージ800は、半腐食性または非腐食性の流体の差圧を測定するための、差圧検知ダイを受容するように構成される。パッケージ800はハウジング802を含む。この例示的な実施形態では、ハウジング802は2つの部材を有する。この例示的な実施形態では、下側ハウジング部材803は、基部、およびこの基部の周囲の直立した周縁壁を含む。上側ハウジング部材801は、下側部材803上に、および特に下側部材803の周縁壁の頂部のへり上に置かれるとき、蓋またはシールとして働く。上側部材801と下側部材803との間に、ガスケットまたは接着剤シール805が配設される。シール805は、外側の混入物からハウジングの内部を封止する。ハウジングの対向する両面を通して、2つのポート807、809が画定される。

例示した実施形態では、これらのポートは、上側部材801および下側部材803の基部を通してそれぞれ画定されるが、ハウジングの他の部分を通して画定してもよい。ポート809は、その内側開口部が、差圧検知ダイ300の開口309などの差圧検知ダイの開口との位置合わせ、およびこの開口との流体不浸透性の封止にとって好適となるように、位置付けられる。同様に、ポート807は、その内側開口部が、差圧検知ダイ300の開口307などの差圧検知ダイの他の開口との位置合わせ、およびこの開口との流体不浸透性の封止にとって好適となるように、位置付けられる。こうして、ポート807、809を介して、差圧検知ダイ300の隔壁の対向する両面への流体連通が確立される。差圧センサパッケージ800は非腐食性または半腐食性の流体の差圧を測定するように設計されるので、半導体圧力ダイ310および支持構造301、303は、試験中の流体から隔離されない。しかしながら、ポート807、809と開口307、309との間のそれぞれのシールの結果として、ハウジング802の内部容積は、試験中の流体から隔離される。ハウジング802は、内部容積を外部環境からさらに隔離する。

【0059】

パッケージ800は、ハウジング802の外壁から延在する電気接続ピン813をさらに含む。電気接続ピン813は、ハウジング802の壁を通して、ハウジング802の内部のコンタクトに電氣的に連絡する。複数の実施形態では、コンタクトは、ASICと、および場合によっては回路機構419を有するPCBと、電氣的に連絡することができる。PCB回路機構419およびパッケージ800のASICを、半導体圧力ダイの圧電素子と通信するように、および差圧データを出力するように、構成することができる。半導体圧力ダイ310は、半導体圧力ダイ310がボンディングワイヤ811に接続される場所である電気接点を含む。ボンディングワイヤ819は、半導体圧力ダイ310を、PC

B回路機構419に電氣的に接続する。PCB回路機構419は、半導体圧力ダイ310から受信される電気信号に基づいて差圧値を決定するためのマイクロプロセッサと連絡する、マイクロプロセッサおよびメモリを含み得る。電気接続ピン813は、ハウジングの壁を通して延在し、PCB回路機構419に電氣的に接続される。

これらは、第1の流体と第2の流体との間で測定された差圧に関連する電気信号を、外部システムに搬送する。図8Aに示すように、電気接続ピン813を、コンタクトピンの単一の列を有する単一のシングルインラインパッケージ(SIP)として、配置構成することができる。この構成は例としてのみ提供されており、他の構成が使用可能である。たとえば、デュアルインラインパッケージ(DIP)を使用することができるか、または、差圧センサパッケージ800を、配線ハウジングに接続されたアダプタを受容するためのポートを有する、表面実装型ハウジングとして構成することができる。外部システムは、差圧測定値を使用して異常な状況を判定し警告信号を送ることができる、制御装置または表示器システムに関連し得る。または、外部システムは、例として、弁から上流の箇所と下流の箇所との間で測定される差圧に基づいて弁を動作させる、弁制御装置とすることができる。

差圧センサパッケージ800の実施形態を使用する例示の適用例では、第1の流体は、車両のエンジン内の、その車両のオイルフィルタの中に入る前のオイルである。第2の流体は、オイルがオイルフィルタを通過した後の、車両のエンジンオイルである。フィルタの中に入る前とフィルタを離れた後の、エンジンオイルの差圧は、オイルフィルタの状況を示すことができる。オイルフィルタ内の流れが制限されていると判定される場合、保守が必要であることまたはオイルフィルタを交換すべきであることを示す警告を、車両操縦者に提供することができる。

【0060】

好適な継手(図示せず)を介したポート807を通して、第1の流体が導入される。第1の流体は、第1の支持構造または拘束要素301の断面長さを通過する開口307と位置合わせされる、ポート807の中に入る。第1の流体は、第1の支持構造301を通過して流れ、半導体圧力ダイ310の隔壁の上側表面と流体的に接触する。

【0061】

第2の流体は、好適な継手(図示せず)を介してポート809に導入される。第2の流体は、第2の支持材または拘束要素303の断面長さを通過する開口309と位置合わせされる、ポート809を通過する。流体は、第2の支持構造303を通過して流れ、半導体圧力ダイ310に画定された隔壁の下面と、流体的な連通を通して接触する。第1の流体および第2の流体が、これらのそれぞれの圧力を隔壁の対向する両表面に対して加える際、半導体隔壁の表面上のピエゾ抵抗素子は、ピエゾ抵抗素子に加えられている差圧の量と相關する電気抵抗を生じさせる。ピエゾ抵抗素子を通して流れる電流は、圧力差によって生み出される抵抗に比例し、第1の流体および第2の流体の圧力間の差圧値を導出するために使用可能な電流測定値を生成する。

【0062】

図8Aは、ハウジングの上側部材801に第1のポート807が配設され、一方、ハウジングの下側部材803の下面に第2のポート809が配設される、差圧センサを示す。この構成は、単に例として提供されている。他の構成を使用可能である。たとえば、第1のポート807を、ハウジングの下側部材803の側壁に画定することができる。第2のポート809を、下側部材803の、第1のポート807の反対側の壁に画定することができる。または別法として、第2のポート809を、第1のポート807を含む側壁に隣接する側壁に画定することができる。

【0063】

差圧センサパッケージ800の実施形態によれば、ハウジング部材801、803は、プラスチックから製作される。プラスチックを、ポート807、809を画定する開口を形成するように成形することができる。ポート807、809を介する試験中の流体からの耐腐食性を実現するために、プラスチックが選択される。このようにして、試験中の流

10

20

30

40

50

体を、ポート 807、809 に直接導入することができる。流体はポート 807、809 の中に入り、第 1 の支持構造 301 および第 2 の支持構造 303 の開口部によって画定される容積を充填する。流体はこうして、半導体圧力検知ダイ 310 に画定される隔壁 313 の上面および下面と流体連通する。差圧検知ダイ 300（図 3A に示す）を、差圧検知ダイ 300 の開口 307、309 とポート 807、809 が位置合わせされるように、ハウジング部材 801、803 によって画定されるパッケージ内に設置することができる。

このプラスチックのパッケージを、ハウジング部材 801、803 とダイの支持構造 301、303 との間に液密シール 821 を提供する適切な接着剤によって、差圧検知ダイに取り付けることができる。別法として、内部の壁またはリブによってなどで画定される、差圧検知ダイ 300 の外形に対応する外形を有する内部容積を有するプラスチックのパッケージを、成形することができる。たとえば、パッケージの下側ハウジング部材 803 に、内部容積を画定することができる。ダイは、ダイにおける開口 307、309 がパッケージにおけるポート 807、809 と位置合わせされた状態で、内部容積内に置かれる。上側ハウジング部材 801 が下側ハウジング部材 803 に合体されて、液密なパッケージを画定する。

【0064】

図 8B および図 8C は、成形されたパッケージ 800 内のオイル充填型でない差圧センサ実施形態の実施形態の、立面図および断面図をそれぞれ示す。第 1 の流体ポート 810 および第 2 の流体ポート 812 はパッケージの中に入り、差圧検知ダイ 300 の対向する両端部と流体的に接触する。ハウジングは、ガasket または接着材シール 805 によって封止可能な上側部材 801 および下側部材 803 を有する。流体ポート 810、812 は返しを設けられ、このことにより、返し 806、808 によってまたはホースもしくは管材を流体ポート 810、812 に固着するためのリングクランプの追加によって、ホースが流体ポートを覆って嵌合することおよびホースを所定位置に保持し封止することが可能になる。電気信号は、第 1 の流体ポート 810 と第 2 の流体ポート 812 との間の流体の差圧を表す信号を含み、電気コンタクト 813 を介して伝達または搬送され得る。

【0065】

図 9 は、差圧センサおよび絶対圧センサを用いて構成される、隔離式のオイル充填型の圧力センサの、断面立面図である。センサハウジングは、図 4A および図 4B に示すような差圧センサのオイルが充填される実施形態に類似している。図 9 の圧力センサ 900 では、しかしながら、追加の絶対圧検知ダイ 350 が追加されている。絶対圧検知ダイ 350 は、差圧検知ダイ 300 に類似した半導体圧力検知ダイを用いて構成される。しかしながら、絶対圧検知ダイ 350 の上側拘束要素 901 は、流体が上側拘束要素 901 の中に入り半導体ダイと流体的に接触することを可能にする開口を有さない。代わりに、上側拘束要素 901 は、真空として維持される内部容積を有し得る、封止されたガラス製拘束要素である。

このようにして、センサ 900 の可撓性の金属隔壁 913 と流体的に接触する流体は、その圧力が、オイルが充填される容積を通して、絶対圧検知ダイ 350 の下面に伝達されることになる。したがって、検知される圧力は、真空などの基準圧力と比較した場合の、下側隔壁 913 から及ぼされる圧力のみの因子である。図 9 における圧力センサ 900 はしたがって、差圧センサもしくは絶対圧センサのいずれか、または両方として、使用可能である。信号が生み出される元となった圧力検知ダイ 300、350 を識別することによって、差圧信号を絶対圧信号から区別することができる。

【0066】

上述の発明は上記の実施形態を参照して記載されているが、本発明の精神から逸脱することなく、様々な修正および変更を行うことができる。したがって、そのような修正および変更は全て、付属の特許請求の範囲の範囲内にあるものと見なされる。したがって、本明細書および本図面は、制限的な意味においてではなく例示的な意味において検討されるべきである。本明細書の一部を形成する添付の図面は、限定ではなく例示として、本主題が実施され得る具体的な実施形態を示す。例示される実施形態は、当業者が本明細書に開

10

20

30

40

50

示される教示を実施できるように、十分に詳細に記載される。他の実施形態を利用すること、および例示される実施形態から他の実施形態を導出することができ、この場合、本開示の範囲から逸脱することなく、構造的および論理的な置換および変更を行うことができる。したがって、本明細書の発明を実施するための形態は、限定的な意味において解釈されるべきでなく、様々な実施形態の範囲は、付属の特許請求の範囲、ならびにかかる特許請求の範囲の均等物と認められるものの全範囲によってのみ、規定される。

【0067】

本明細書では、進歩性を備えた本主題のそのような実施形態を、個々におよび／またはまとめて「発明」という用語で呼ぶ場合があるが、これは単に便利のためであり、2つ以上の発明または進歩性を備えた概念が事実上開示されている場合に、本出願の範囲をどのような単一の発明または進歩性を備えた概念に限定することも意図していない。したがって、本明細書において具体的な実施形態が例示され記載されたが、示される具体的な実施形態を、同じ目的を達成するように意図された任意の配置構成で代用可能であることを諒解されたい。本開示は、様々な実施形態の変形形態のありとあらゆる適合形態を包含することを意図する。上記の実施形態の組み合わせ、および本明細書において具体的に記載されない他の実施形態が、上記の記載を検討することで、当業者には明らかとなろう。

10

【図 1】

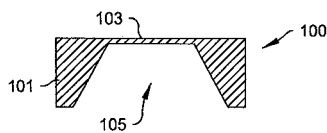


Fig. 1
(先行技術)

【図 2】

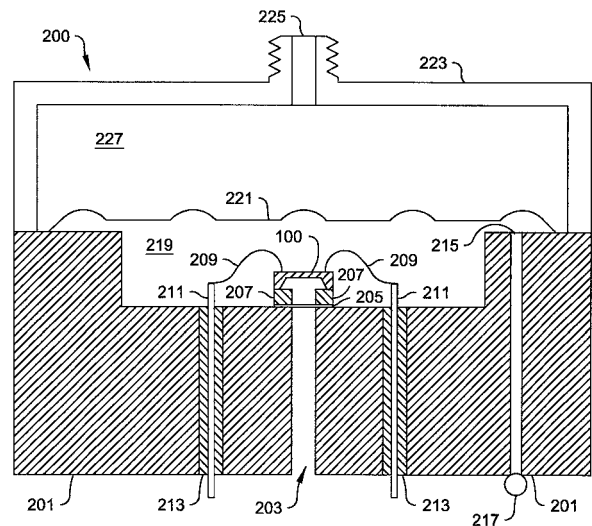
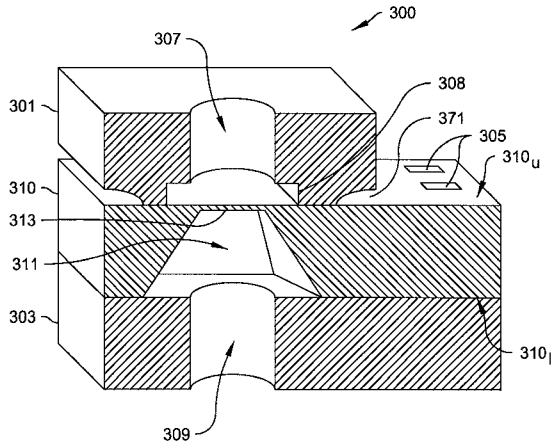
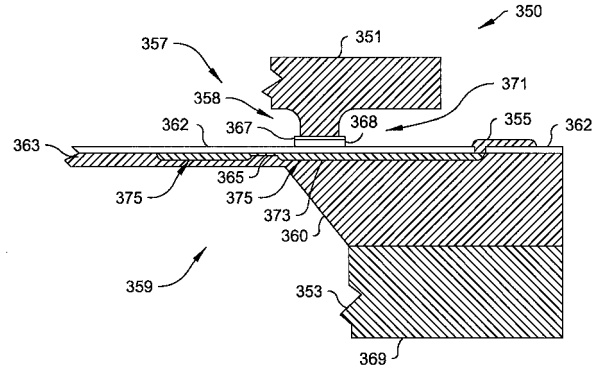


Fig. 2
(先行技術)

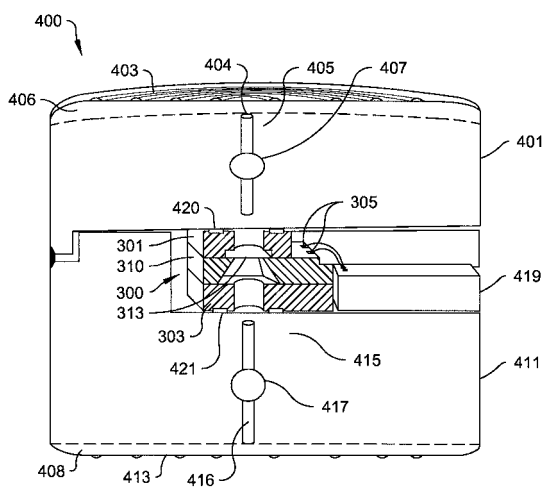
【図 3 A】

*Fig. 3A*

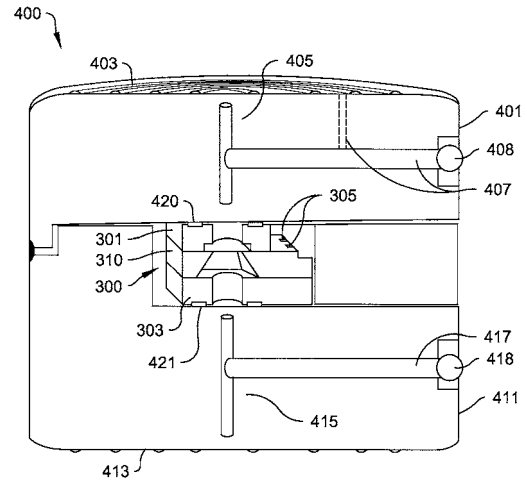
【図 3 B】

*Fig. 3B*

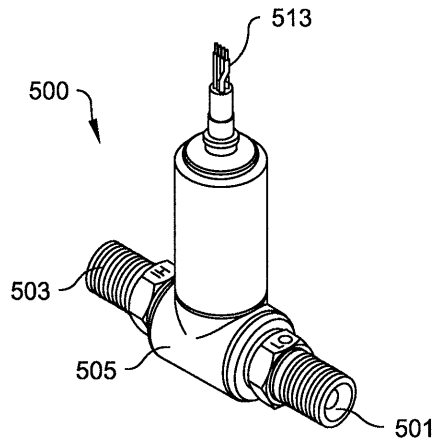
【図 4 A】

*Fig. 4A*

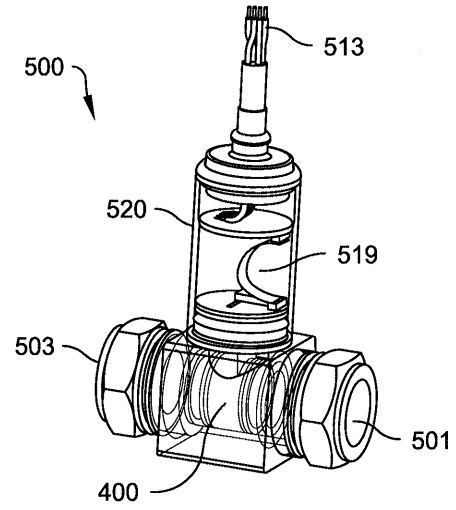
【図 4 B】

*Fig. 4B*

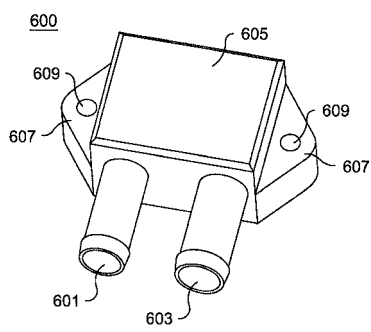
【図 5 A】

**Fig. 5A**

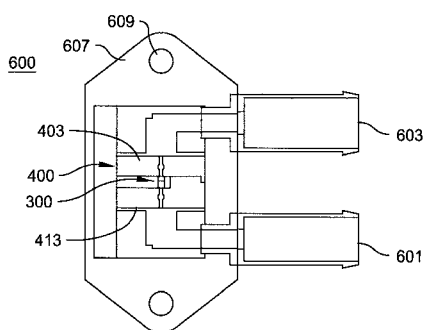
【図 5 B】

**Fig. 5B**

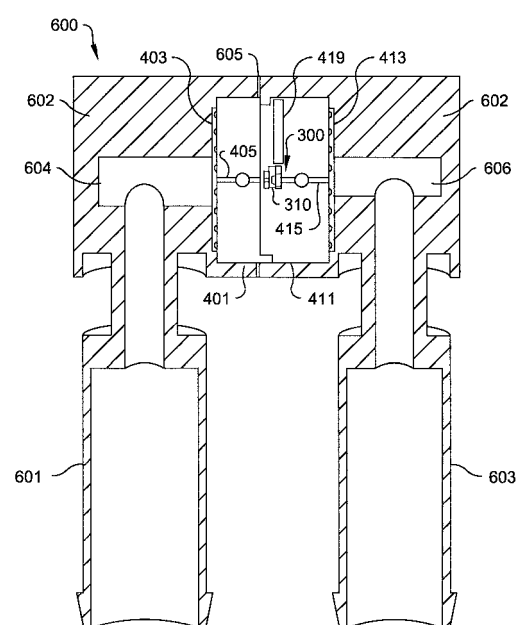
【図 6 A】

**Fig. 6A**

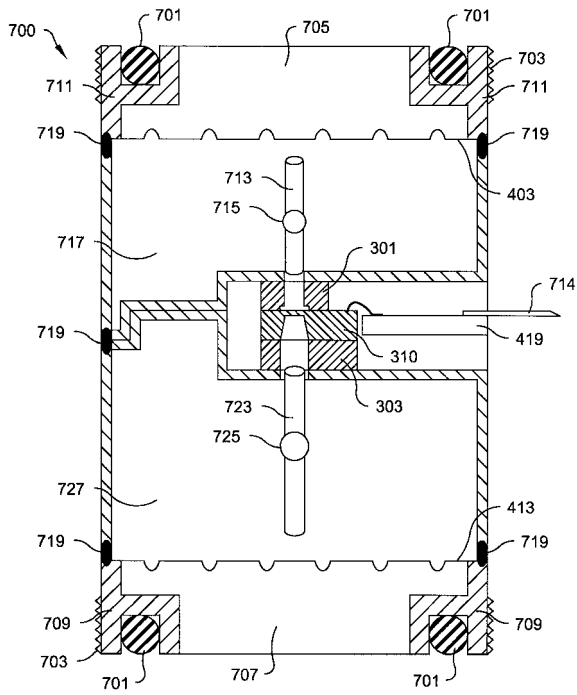
【図 6 B】

**Fig. 6B**

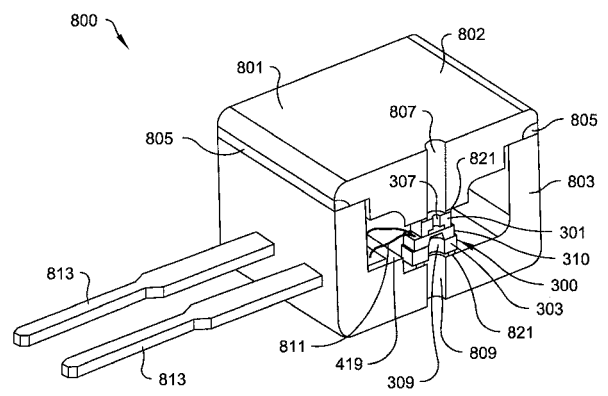
【図 6 C】

**Fig. 6C**

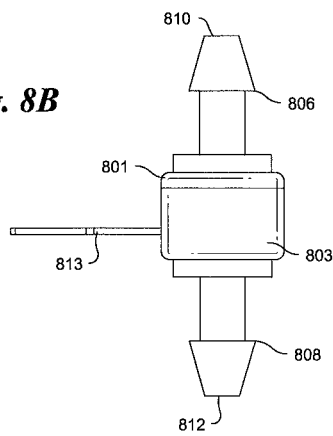
【図 7】

**Fig. 7**

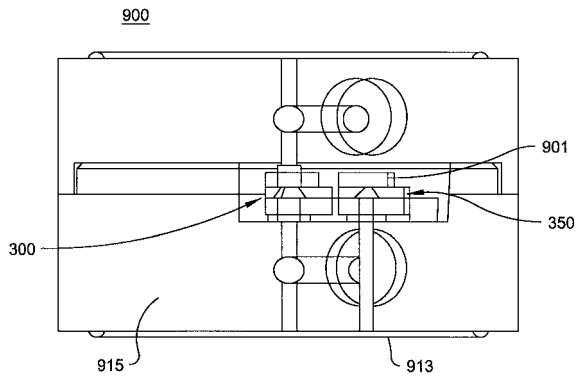
【図 8 A】

**Fig. 8A**

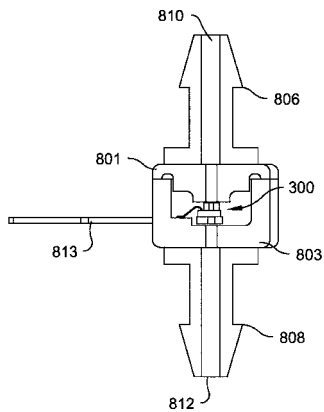
【図 8 B】

Fig. 8B

【図 9】

**Fig. 9**

【図 8 C】

Fig. 8C

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US15/18091

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(8) - G01L 9/00 (2015.01)

CPC - G01L 19/0038, 19/0084

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC(8) Classification(s): G01L 9/00 (2015.01)

CPC Classification(s): G01L 19/0038, 19/0084

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

PatSeer (US, EP, WO, JP, DE, GB, CN, FR, KR, ES, AU, IN, CA, INPADOC Data): sensor, differential, difference, change, pressure, defect, measure, diaphragm, piezo, semiconductor, bond, glue, adhere, adhesiva, die, circuit, isolate, housing, casing, thread, gasket, seal, O ring

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/0122583 A1 (ROZGO P. et al.) May 20, 2010; figures 1-4; paragraphs [0021], [0023]	1-5, 9-11
Y		6-8
Y	US 6,311,561 B1 (BANG C. A. et al.) November 6, 2001; figure 5B; column 6, lines 60-67	6-8
A	US 2006/0278005 A1 (BRODEN D. A. et al.) December 14, 2006; entire document	1-11
A	US 5,537,860 A (HAERTL H.) July 23, 1996; entire document	1-11
A	US 4,878,385 A (LLOYD S. G.) November 7, 1989; entire document	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 April 2015 (30.04.2015)

Date of mailing of the international search report

03 JUN 2015

Name and mailing address of the ISA/

Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents
P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450

Facsimile No. 571-273-8300

Authorized officer

Shane Thomas

PCT Helpdesk: 571-272-4300

PCT OSP: 571-272-7774

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 ワーグナー, デイヴィッド イー.

アメリカ合衆国 95032 カリフォルニア州 ロスガトス イゾラー・ウエイ 15788

(72)発明者 ヴァレンティーニ, ジョン ジェイ.

アメリカ合衆国 94566 カリフォルニア州 プレザントン ウォールナット・ドライブ 4145

Fターム(参考) 2F055 AA31 BB05 CC02 DD04 EE14 FF49 GG25