(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3607420号
(P3607420)
(45)発行日　平成17年1月5日(2005.1.5)　(24)登録日　平成16年10月15日(2004.10.15)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G01L 9/00　G01L 9/00 Z

請求項の数 9　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願平8-160068
(22)出願日　平成8年6月20日(1996.6.20)
(65)公開番号　特開平10-9979
(43)公開日　平成10年1月16日(1998.1.16)
審査請求日　平成11年11月10日(1999.11.10)
審判番号　不服2001-14906(P2001-14906/J1)
審判請求日　平成13年8月23日(2001.8.23)

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　100077816
弁理士　春日　譲
(72)発明者　飛田　朋之
茨城県ひたちなか市市毛８８２番地
株式会社　日立製作所　計測器事業部内
(72)発明者　鵜飼　征一
茨城県ひたちなか市市毛８８２番地
株式会社　日立製作所　計測器事業部内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ドライタイプ圧力検出装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
被測定流体の圧力を検出する圧力検出素子及び温度を検出する温度検出素子を複合化した半導体圧力センサ及びこの半導体圧力センサを固定する固定台からなる受圧部と、この受圧部に接続され、上記半導体センサからの検出信号を処理する信号処理部とを備えるドライタイプ圧力検出装置において、
上記半導体圧力センサは、一方の面の中央部分に凹部が形成されることで薄肉部と厚肉部を有し、当該凹部が形成された反対面の薄肉部上に複数の圧力検出素子が配置され、且つ厚肉部上に上記圧力検出素子に接続される複数の接続端子が配置され、
上記固定台は、中央部分に凹部が形成され、且つ当該凹部周囲に、上記接続端子の配置位置に対応して設けられ、上記半導体圧力センサに対向する面から上記信号処理部に対向する面間を貫通し、上記信号処理部に接続される複数の引き出し端子が形成され、
当該固定台の凹部が形成された面と上記半導体圧力センサの圧力検出素子が配置された面を上記接続端子と上記引き出し電極を合わせるように接合し、且つ当該接合によって上記固定台の凹部による圧力基準室を形成し、
上記半導体圧力センサの凹部形成面および上記固定台の上記被測定流体が接触する面には、上記センサ及び固定台共に酸化膜が形成され、
上記被測定流体が、上記半導体圧力センサの凹部に接触して伝達された圧力が、上記圧力検出素子により検出されることを特徴とするドライタイプ圧力検出装置。
【請求項２】

請求項１記載のドライタイプ圧力検出装置において、上記酸化膜に代わって、四フッ化エチレン膜が形成されることを特徴とするドライタイプ圧力検出装置。
【請求項３】
請求項２記載のドライタイプ圧力検出装置において、上記酸化膜に代わって、金からなる保護膜が形成されることを特徴とするドライタイプ圧力検出装置。
【請求項４】
請求項２記載のドライタイプ圧力検出装置において、上記酸化膜に代わって、白金からなる保護膜が形成されることを特徴とするドライタイプ圧力検出装置。
【請求項５】
請求項２記載のドライタイプ圧力検出装置において、上記固定台の凹部と、上記半導体圧力センサとにより形成される空間は、周囲から密閉された真空の基準圧力室を形成することを特徴とする絶対圧形のドライタイプ圧力検出装置。
【請求項６】
請求項５記載のドライタイプ圧力検出装置において、上記固定台の上記半導体圧力センサが接合される面であって、この半導体圧力センサが接合された領域以外の領域の表面には、少なくとも一つの真空測定用のセンサが配置されていることを特徴とする絶対圧形のドライタイプ圧力検出装置。
【請求項７】
請求項６記載のドライタイプ圧力検出装置において、上記真空測定用のセンサは、被測定流体の熱伝導による熱の損失が被測定流体の圧力とともに変化することを利用したセンサであることを特徴とする絶対圧形のドライタイプ圧力検出装置。
【請求項８】
請求項６記載のドライタイプ圧力検出装置において、上記真空測定用のセンサは、被測定流体の生成イオンの数を検出するセンサであり、検出した生成イオンの数に応じて被測定流体の圧力を測定することを特徴とする絶対圧形のドライタイプ圧力検出装置。
【請求項９】
請求項６記載のドライタイプ圧力検出装置において、上記半導体圧力センサの圧力検出素子が配置される面には、第１電極が配置され、上記固定台の凹部には、上記第１電極と対向する第２電極が配置され、上記信号処理部は、上記第１電極と第２電極との間の静電容量値を検出することを特徴とする絶対圧形のドライタイプ圧力検出装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、化学プラント等の液体、気体等の流体を制御するために、それら流体の圧力を測定し、プラント全体の運転制御のために用いられる絶対圧形の圧力検出装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
例えば、化学プラントの圧力や、半導体装置内の圧力を測定することはプラントや半導体装置を安全に効率良く運転するために欠かせないものであることは衆知である。この目的のために、従来から絶対圧形の圧力検出装置が、一般的に広く使用されてきた。
【０００３】
このような圧力検出装置では、特開平４－５５３２号公報、特開平３－１８５３２５号公報に示された圧力発振器や圧力センサから理解できるように、圧力を検知する受圧部と、この受圧部からの検知信号を一般化したアナログ信号やディジタル信号に変換する信号変換器とから成る。そして、受圧部は基準室を有し、この基準室内の圧力と測定圧との圧力差を検出する構成となっている。
【０００４】
図９は、従来例における絶対圧形の圧力検出装置の一般的な構造を示す概略断面図である。この絶対圧形の圧力検出装置は、化学プラントの圧力や、半導体装置内の圧力を測定し、プロセスの圧力監視や制御または半導体装置の機器の保守やプロセスの品質を維持する

ための監視装置や制御装置として広く用いられている。
【０００５】
図９において、受圧部本体２０は、半導体圧力センサ１１又は静電容量形の圧力センサ１１を内蔵している。また、プロセス接続フランジ１０は圧力印加口１０１を有しており、この圧力印加口１０１から受圧部本体２０に圧力が伝達されるように、受圧部本体２０及び検出部本体がプロセスフランジ１０に、その内面に形成されたネジ部によって組み込まれている。
【０００６】
プロセスの圧力は、受圧部本体２０内のダイアフラム３で受け、この圧力は、ダイアフラム３と圧力センサ１１との間に封入された封入液３１を介して圧力センサ１１に伝達される。
【０００７】
圧力センサ１１の、封入液３１に接触する面側には、ピエゾ抵抗素子１１１～１１４が配置される。また、圧力センサ１１の、封入液３１に接触しない面側は、溝部１２０が形成され、この溝部１２０は固定台２とともに空間部を形成している。
【０００８】
また、ピエゾ抵抗素子１１１～１１４は、ハウジング３に形成された孔内に充填された導電材５２及び導電ピン４１を介してプリント基板４に接続されている。そして、ピエゾ抵抗素子１１１～１１４（Ｒｇ１～Ｒｇ４）は、図１０に示す等価回路図のように、ホイートストンブリッジ回路を形成する。また、圧力センサ１１には、温度補償用の抵抗体１１５（ＲＴ）が配置されている。
【０００９】
そして、上記ホイートストンブリッジ回路の出力電圧ＥＰＶ１が温度補償用抵抗体１１５により補償され、出力電圧ＥＴＶ１とされる。この出力電圧ＥＴＶ１が、圧力信号として電気信号変換器を介して上位制御機器に伝送されるようになっている。
なお、図９において、９は、ハウジングであり、２１は、溝部１２０を封止するため、固定台２に形成された孔に挿入される封止ピンである。
【００１０】
【発明が解決しようとする課題】
ところが、上述した従来の絶対圧形の圧力検出装置においては、圧力－電気信号変換器である圧力センサ１１が、測定するプロセス流体との直接の接触を回避するために、プロセスの圧力はダイアフラム３と封入液３１とを介して伝達されるため、構成要素が多く、構成が複雑となっていた。
【００１１】
さらに、従来の圧力検出装置により、高真空域（1×10^{-5}　Ｔｏｒｒ以下の真空域域）の圧力を測定すると、内部の封入液３１が沸騰してしまうため、測定が不可能であった。従来の圧力検出装置の一般的な測定領域は、沸騰温度が最良の封入オイルを使用し、かつその封入時に脱気等の処置を実施しても、温度１００°Ｃで１～１０Ｔｏｒｒ域の低真空領域である。
このため、高真空域（1×10^{-5}　Ｔｏｒｒ以下の真空域域）の圧力も測定可能であり、かつ、構成簡単な圧力検出装置の実現が望まれていた。
【００１２】
本発明の目的は、簡単な構成でありながら、高真空域（1×10^{-5}　Ｔｏｒｒ以下の真空域域）の圧力も測定可能であるドライタイプ圧力検出装置を実現することである。
【００１３】
【課題を解決するための手段】
上記目的を達成するため、本発明は、次のように構成される。
（１）被測定流体の圧力を検出する圧力検出素子及び温度を検出する温度検出素子を複合化した半導体圧力センサ及びこの半導体圧力センサを固定する固定台からなる受圧部と、この受圧部に接続され、上記半導体センサからの検出信号を処理する信号処理部とを備え

るドライタイプ圧力検出装置において、上記半導体圧力センサは、一方の面の中央部分に凹部が形成されることで薄肉部と厚肉部を有し、当該凹部が形成された反対面の薄肉部上に複数の圧力検出素子が配置され、且つ厚肉部上に上記圧力検出素子に接続される複数の接続端子が配置され、上記固定台は、中央部分に凹部が形成され、且つ当該凹部周囲に、上記接続端子の配置位置に対応して設けられ、上記半導体圧力センサに対向する面から上記信号処理部に対向する面間を貫通し、上記信号処理部に接続される複数の引き出し端子が形成され、当該固定台の凹部が形成された面と上記半導体圧力センサの圧力検出素子が配置された面を上記接続端子と上記引き出し電極を合わせるように接合し、且つ当該接合によって上記固定台の凹部による圧力基準室を形成し、上記半導体圧力センサの凹部形成面および上記固定台の上記被測定流体が接触する面には、上記センサ及び固定台共に酸化膜が形成され、上記被測定流体が、上記半導体圧力センサの凹部に接触して伝達された圧力が、上記圧力検出素子により検出される。

【００１４】

被測定流体の圧力を検出する半導体圧力センサの圧力検出素子が配置されている面の反対面が直接、被測定流体に接して圧力が伝達される構成としたので、圧力伝達要素であるダイアフラムと封入液を省略でき、組立性に優れ、検出装置全体が小形化し構成要素も少なく、機器の信頼性が向上するとともにメンテナンスが容易に行えるようになる。

また、封入液が存在しないので、その使用範囲の制限を一掃でき、測定域が拡大し、機器の省力化を達成できる。

【００１８】

（２）好ましくは、上記（１）において、上記酸化膜に代わって、四フッ化エチレン膜が形成される。

【００１９】

（３）また、好ましくは、上記（２）において、上記酸化膜に代わって、金からなる保護膜が形成される。

（４）また、好ましくは、上記（２）において、上記酸化膜に代わって、白金からなる保護膜が形成される。

（５）また、好ましくは、上記（２）において、上記固定台の凹部と、上記半導体センサとにより形成される空間は、周囲から密閉された真空の基準圧力室を形成する。

（６）また、好ましくは、上記（５）において、上記固定台の上記半導体圧力センサが接合される面であって、この半導体圧力センサが接合された領域以外の領域の表面には、少なくとも一つの真空測定用のセンサが配置されている。

【００２１】

（７）また、好ましくは、上記（６）において、上記真空測定用のセンサは、被測定流体の熱伝導による熱の損失が被測定流体の圧力とともに変化することを利用したセンサである。

【００２２】

（８）また、好ましくは、上記（６）において、上記真空測定用のセンサは、被測定流体の生成イオンの数を検出するセンサであり、検出した生成イオンの数に応じて被測定流体の圧力を測定する。

【００２３】

（９）また、好ましくは、上記（６）において、上記半導体圧力センサの圧力検出素子が配置される面には、第１電極が配置され、上記固定台の凹部には、上記第１電極と対向する第２電極が配置され、上記信号処理部は、上記第１電極と第２電極との間の静電容量値を検出する。

【００２７】

【発明の実施の形態】

以下、本発明によるの絶対圧形の圧力検出装置を添付図を用いて説明する。

図１は、本発明の第１の実施形態である絶対圧形のドライタイプ圧力検出装置の概略断面図であり、図２及び図３は、図１に示した圧力検出装置のセンサ部と固定台の構成を示す

図である。
【００２８】
図１～図３において、この絶対圧形の圧力検出装置の全体構成は、概略的には、プロセス流体の圧力を検出するセンサ部組１００Ａ、１００Ｂと、これらセンサ部組１００Ａ、１００Ｂからの信号を処理する信号処理回路が収容された信号処理部１９０によって構成されている。
【００２９】
複合機能形圧力センサチップ１１は、（１００）面のｎ形単結晶シリコンであり、このセンサチップ１１の、ほぼ中央に、円形の薄肉部１１０を有し、この薄肉部１１０の一方の面、つまり圧力流体が接触する側の面に溝部１２０が形成されている。
【００３０】
そして、薄肉部１１０の一方の面及び他方の面（圧力流体が接触する側の面と反対側の面）に、それぞれ第１のプロセス圧力と第２のプロセス圧力を印加することにより、薄肉部１１０（ダイアフラム）は圧力に感応する起歪体となり、圧力検出用の感圧ダイアフラムとして動作する。
【００３１】
圧力感応ダイアフラム１１０の他方の面には（１００）面におけるピエゾ抵抗係数が最大となる＜１１０＞軸方向に、第１の圧力センサであるＰ形抵抗素子（ゲージ抵抗素子）１１１～１１４が、それぞれ結晶軸に対して平行又は直角方向に熱拡散法あるいはインプラ法により形成される。
【００３２】
各抵抗素子１１１～１１４の配置位置は、圧力印加時に圧力感応ダイアフラム１１０上に発生する半径方向、円周方向の歪が最大になる固定部近傍である。
また、これらの抵抗素子１１１～１１４の配置方向としては、抵抗素子１１１及び抵抗素子１１３を半径方向とし、抵抗素子１１２及び抵抗素子１１４を接線方向として、同じ配置方向を向いた抵抗素子のそれぞれの一端を結線して、それぞれの抵抗素子の他端を検出端子に接続して図６に示すようなブリッジ回路を構成する。
【００３３】
また、センサチップ１１の圧力感応ダイアフラム１１０以外の厚肉部には、圧力に対し感度のない方向に、温度に感応する抵抗素子１１５を形成する。この抵抗素子１１５の抵抗値変化を出力端子から取り出すことにより、プロセス流体の温度も測定できるようになっている。
【００３４】
そして、圧力感応ダイアフラム１１０の形状とその肉厚は感応する圧力に応じて、抵抗素子１１１～１１４が配置された面と反対面側から、異方性ウェットエッチング、あるいはドライエッチングによって所望の形状と肉厚に設定され、溝部１２０が形成される。
【００３５】
この溝部１２０に、被測定流体が接触しながら、プロセスの被測定流体圧力が印加されると、圧力感応ダイアフラム１１０上の抵抗素子１１１～１１４は、ダイアフラム１１０に発生する歪を受け、ピエゾ抵抗効果により抵抗が変化するため、その変化を信号として取り出すことができる。
【００３６】
複合機能形圧力センサチップ１１は、固定台２を介してハウジング９に取り付けられる。
固定台２は、複合機能形圧力センサチップ１１との電気絶縁およびハウジング９との線膨張係数の相違による熱歪の低減を考慮して、シリコンと線膨張係数の近似したセラミックス（例えばＳｉＣ）または、パイレックスガラスを使用することが望ましい。
また、固定台２は、炭化珪素系の焼結体、又はホウ珪酸ガラスでもよい。
【００３７】
固定台２とセンサチップ１１とは、接合部材２９を介して接合される。この接合部材２９には低融点ガラス等の酸化物ソルダーや、金属ソルダーが用いられ、その組立時に融着さ

れる。この他、Ａｕ－Ｓｉ合金層又はＡｕの薄膜をスパッタリング法、あるいは蒸着法により、固定台２やセンサチップ１１にあらかじめ形成しておき、その組立時に融着して固定台２とセンサチップ１１とを接合する方法や陽極接合も採用できる。さらに、有機質あるいは無機質のバインダーを用いて、固定台２とセンサチップ１１とを接合することも可能である。

【００３８】

上記固定台２とセンサチップ１１との間に接合部材２９をはさみ、センサチップ１１の抵抗素子１１１～１１４が形成された面と固定台２の一方の面とが互いに対向するように配置して、センサチップ１１と固定台２とを接合する。

【００３９】

また、その接合時には、後述するように、センサチップ１１の接続パッド端子ａ～ｊと固定台２に設けた導電体３３及び導電ピン４１とも接合されるので、電気的な接続が達成できる。

【００４０】

一方、固定台２のセンサチップ１１との接合面側には、プロセスの被測定流体圧力を基準圧力と比較するための比較測定室となる溝２２が形成されている。センサチップ１１と台２とは、真空雰囲気にて接合部材２９を介して接合され、接合完了時には貫通孔３５は封止されるので、この溝２２により真空の基準圧室を形成することができる。

【００４１】

また、溝２２の形状を、センサチップ１１との接合面と反対側の面側に貫通孔３５により貫通し、センサチップ１１と台２との接合完了時には大気開放されるように構成すれば、大気圧の基準室を形成することができる。

【００４２】

また、ダイアフラム１１０の固定台２に対向する側の面には、第１電極１１６が形成され、固定台２の第１電極１１６に対する面には、第２電極１１７が形成されている。そして、第２電極１１７は、固定台２に形成された孔に充填され導電体３４及び導電ピン４１に接続されている。

【００４３】

また、センサチップ１１の、被測定流体に接触する側の表面には、被測定流体に合わせて、酸化膜や四フッ化エチレン、又は耐食性の高い金（Ａｕ）や白金（Ｐｔ）又はテフロン等の薄膜１２１がスパッタ法、あるいは蒸着法により形成されている。

【００４４】

この薄膜１２１は、センサチップ１１と固定台２との接合後でも容易に形成することができる。これにより、薄膜１２１は、センサチップ１１のみならず、固定台２の表面にも形成することができる。

【００４５】

したがって、プロセスの被測定流体圧力は、センサチップ１１の溝部１２０に伝達され、基準圧力は、センサチップ１１の抵抗素子１１１～１１４が配置された面側に伝達されるているので、その差分の圧力が、ダイアフラム１１０面上に作用し、この差圧を電気信号に変換できる。

【００４６】

このとき、センサチップ１１の抵抗素子１１１～１１４の配置面側は、被測定流体に接することはないので、従来から使用していた金属のダイアフラムと圧力伝達のために封止される封入液は全く不要となる。なお、９及び９１はハウジング、１０はフランジ、１０１は圧力印加口である。

【００４７】

複合機能形圧力センサチップ１１からの圧力、温度の各信号は、センサチップ１１の接続パッド端子ａ～ｊと、固定台２に設けた微細穴に導電体３３を注入して固定された導電ピン４１とを介して外部にそれぞれ取り出される。一般には、この導電ピン４１は、固定台２を製作する時点で形成される。

【００４８】
ところで、本発明の第１の実施形態においては、複合機能形圧力センサチップ１１の圧力感応ダイアフラム１１０の厚みを薄くするにしたがって、その測定圧力は低い圧力域まで測定することができる。
【００４９】
しかし、圧力感応ダイアフラム１１０を必要以上に薄くすると、圧力－電圧の関係における非直線性が大となり、補正が困難となる。これは、ダイアフラム１１０を、その厚みの限界値に設定し、ダイアフラム１１０の径を大きくすることで対策できるが、これでは低コスト化、コンパクト化を達成できない。
【００５０】
このため、本発明の第１の実施形態では、その測定域をより低い圧力域まで延ばすために、別の圧力センサを配置させることで解決している。
この別のセンサとしては、熱伝導率の変化を測定することによって、その圧力を検出するタイプのセンサと、電離を利用して圧力を測定するタイプのセンサを、固定台２の上に設ける構成があるが、この第１の実施形態においては、熱伝導率の変化を利用したセンサを採用した構成としている。
【００５１】
熱伝導率の変化を利用したセンサとしては、圧力変化によって起こる抵抗の温度変化をその抵抗変化で検出できるようにしている。抵抗素子としては抵抗温度係数の大きなサーミスタを用いている。
【００５２】
サーミスタは金属の酸化物系の半導体であり、金属と比較すると約１０～２０倍も大きな負の抵抗係数をもっている。
【００５３】
図１及び図３に示すように、サーミスタ１１８は、固定台２のセンサチップ１１と接合する側の面に、厚膜技術又は蒸着技術によって形成される。このサーミスタ１１８は、素子の放熱表面積をできるだけ大きくし、かつリード線１１８１の熱の損失を小さくするために、タングステンまたは白金のパッド１１９に接続される。
【００５４】
さらに、これらの要素１１８、１１８１、１１９で構成される抵抗体ＲＴＨ（図６に示す）は熱の安定化を図るために、カバー１２０Ａで覆われる。このカバー１２０Ａは、接合部材２９と同様な接合部材１２により固定台２に接合される（図３、図４（図３のＡ－Ａ線に沿った断面図）、図５（図３のＢ－Ｂ線に沿った断面図）参照）。
【００５５】
また、図４及び図５に示すように、パッド１１９は、固定台２に形成された孔３２に充填された導電体３３に接触して固定され、導電ピン４１にも接続される。
【００５６】
上記抵抗素子１１１～１１４（Ｒｇ１～Ｒｇ４）、１１８（ＲＴＨ）の抵抗変化は、図６に示すようなブリッジ回路でその不平衡電圧（ＥＰＶ１、ＥＰＶ２）を取り出すことにより検出できる。サーミスタ１１８と共にブリッジ回路を構成する他の抵抗体１１１１、１１１２、１１１３（Ｒ０）は信号処理部１９０の基板４２に配置されている（図１）。
【００５７】
サーミスタ１１８の出力と圧力との関係は、その製造時において、その出力と温度との関係を情報として予め収集し、メモリ７３９（図７に示す）に収めておけば、この情報に基づいて容易に補償できるので、正確な圧力を検出することができる。
【００５８】
上述した構成においては、その測定域は10^{-5}～10^{-2}Ｔｏｒｒの圧力を測定することが可能であり、その測定域は広範囲となっている。また、サーミスタ１１８、抵抗体１１１１～の１１１３の寿命を確保するために、これらサーミスタ１１８、抵抗体１１１１～１１１３は、必要時のみ動作させる構成としている。

【００５９】
すなわち、必要な時に、電圧源Ｅとサーミスタ１１８等からなるブリッジ回路との間に配置されたスイッチＳＷ（図６に示す）を閉として、このブリッジ回路を動作させる構成となっている。これにより、抵抗体の温度上昇時間を最小化している。
【００６０】
このスイッチＳＷは信号処理部に配置され、センサチップ１１に形成された第１電極１１６と第２電極１１７との間の静電容量が規定値に達した時に、マイコン７３０からの指令により動作する。この規定値はセンサチップ１１の測定圧力感度に対応して、第１電極１１６と第２電極１１７との間の距離を決定することにより設定している。
【００６１】
ところで、圧力感応ダイアフラム１１０上の抵抗素子１１１～１１４はダイアフラム１１０の表面と溝部１２０の圧力差により発生する歪を受け、ピエゾ抵抗効果により抵抗が変化するため、その信号を取り出すことができる。
【００６２】
しかし、これらの抵抗素子１１１～１１４は、圧力感応ダイアフラム１１０の両面にかかる圧力が等しいときでさえ、または温度が変化してもそれに感応して出力が変化する。
【００６３】
温度変化時のゼロ点変化は、主に抵抗素子１１１～１１４の各抵抗値のバラツキと、抵抗素子１１１～１１４の抵抗値が温度の関数となっているためである。したがって、温度センサ１１５の出力信号と圧力センサ１１１～１１４の出力信号との関係を明確に関係づけることができ、この関係を予め記憶させておけば、補償も容易である。
【００６４】
つまり、圧力センサのゼロ点変化と温度との関係を情報として、予め収集しメモリ７３９（図７）に格納しておけば、この情報に基づいて補償できる。
【００６５】
さて、半導体複合圧力センサ１１からの出力信号は、フレキシブルプリント基板４とコネクタ４１とを介して、信号処理部１９０の回路基板４２の回路に伝達される。最終的な信号情報が接続されたケーブル２００から、例えば４～２０ｍＡのアナログ定電流信号として、または４～２０ｍＡのアナログ定電流信号に矩形波のディジタル信号が重畳した信号として、またはディジタルの定電流信号に変換され出力される。
【００６６】
次に、信号処理部１９０について詳細に説明する。センサ部組１００Ａ、１００Ｂからの信号は、コネクタ４１を介して、基板４２上の信号処理回路に供給され、信号処理される。さらに、これらの基板４２上の信号処理回路を駆動するための電源回路は、ＳＵＳ又はアルミダイキャストで作られた円筒形状の信号処理部ケース９２内に納められ、配線接続口３００に挿入された２線式伝送路を介して上記電源回路と外部電源とが接続されている。
信号処理部ケース９２は、ハウジング９１に機械的に連結されており、コンパクトで、省材料化でき、剛性が高くなるように構成することができる。
【００６７】
図７は、本発明の第１の実施形態におけるドライタイプ圧力検出装置の信号処理回路の概略構成図である。図７において、圧力センサ１１１～１１４、温度センサ１１５、サーミスタ（真空センサ）１１８からの出力信号は、マルチプレクサ（ＭＰＸ）７３１により、選択的に取り込まれる。
【００６８】
マルチプレクサ７３１に取り込まれたセンサの信号は、プログマブルゲインアンプ（ＰＧＡ）７３３で増幅され、Ａ／Ｄ変換器７３４でディジタル信号に変換される。そして、Ａ／Ｄ変換器７３４でディジタル信号に変換された信号は、マイクロプロセッサ（ＭＰＵ）７３０に供給される。
【００６９】

メモリ７３９（ＥＥＰＲＯＭ）には、圧力センサ１１１～１１４と温度センサ１１５の各特性データが予め記憶されており、これらの特性データを用いてマイクロプロセッサ７３０が、圧力センサ１１１～１１４及び温度センサ１１５の出力信号を補正演算することにより、高精度の圧力信号値と、温度信号値とを演算する。

【００７０】

このマイクロプロセッサ７３０の演算結果は、Ｄ／Ａ変換器７３７とＶ／Ｉ変換器７３８とを介して、通常のアナログ信号に変換され、ＤＣ４～２０ｍＡの直流電流信号として上位の制御装置であるコンピュータや信号変換器に送信できる構成となっている。また、内部の表示器７３６或いは外部の表示器７３７にその情報を表示する。

【００７１】

また、この図７に示す例では、複合機能圧力センサ１１により求めたプロセス状態に関する情報を、ＤＣ４～２０ｍＡの直流電流にディジタル信号として重畳して外部の上位制御装置等に送信することも可能である。

【００７２】

さらに、図示していないが、信号処理回路から直流電流によるディジタル信号を用いて、プロセス情報を外部の上位制御装置等に送信することも可能である。

【００７３】

また、直流電流信号にディジタル信号を重畳する通信方法、又はディジタル信号で外部に設けられた監視制御装置と通信を行う通信方法では、Ｖ／Ｉ変換器７３８内に収められたディジタルＩ／Ｏ回路により、例えばオペレータズコンソール、またはハンドヘルドターミナルにプロセス状態に関する情報を表示する。

【００７４】

そして、これらハンドヘルドターミナル等から測定レンジなどのパラメータの設定、変更、出力調整、入出力モニタ、自己診断などの指定を行うように構成することができる。

【００７５】

また、第１電極１１６と第２電極１１７とが接触したか否かを、マイクロプロセッサ７３０で判断し、接触した場合には、表示器７３６又は７３７に表示し、警報するように構成することもできる。

【００７６】

つまり、被測定流体の圧力が規定値以上となったときには、第１電極１１６と第２電極１１７とが接触するための距離を予め、実験等により算出し、算出した距離で第１電極１１６と第２電極１１７とを配置する。このように構成すれば、被測定流体が異常圧力を発生した場合に、それを警報することが可能となる。

【００７７】

以上のように、本発明の第１の実施形態によれば、半導体圧力センサ１１の表面に耐食性の高いＡｕ、Ｐｔ又はテフロンからなる薄膜１２１を形成し、薄膜１２１が形成された半導体圧力センサ１１のダイアフラム１１０に、直接、被測定流体を接触させ、この被測定流体の圧力を印加するように構成したので、従来、必要であった、封入液や、この封入液を被測定流体から隔離するためのダイアフラムが不要となる。

したがって、簡単な構成でありながら、高真空域（1×10^{-5}　Ｔｏｒｒ以下の真空域域）の圧力も測定可能であるドライタイプ圧力検出装置を実現することができる。

【００７８】

また、第１の実施形態において、ダイアフラム１１０上の圧力センサとは、別個に、熱伝導率の変化を測定することによって、その圧力を検出するタイプのセンサ１１８を配置させるているので、より低い圧力領域まで測定可能となっている。

【００７９】

また、第１の実施形態においては、センサチップ１１を被測定流体に接触させる構成となっているので、上述した熱伝導率の変化を測定するセンサ１１８に代えて、電離を利用して圧力を測定するタイプのセンサ、つまり、被測定流体の生成イオンと圧力との関係を利用するセンサを、固定台２の上に設けることもできる。この場合には、センサ１１８と同

様に、より低い圧力領域まで測定可能であるとともに、測定精度をさらに、向上することが可能である。

【００８０】

また、サーミスタ１１８、抵抗体１１１１～１１１３は、必要時のみ動作させる構成としている。すなわち、必要な時に、電圧源Ｅとサーミスタ１１８等からなるブリッジ回路との間に配置されたスイッチＳＷを閉として、このブリッジ回路を動作させる構成となっている。

【００８１】

これにより、サーミスタ１１８、抵抗体１１１１～の１１１３を長寿命化できるとともに、抵抗体の温度上昇時間を最小化することができる。

【００８２】

また、溝２２は、プロセス流体の圧力が何らかの要因で仕様以上の圧力になった場合でも、圧力感応ダイアフラム１１０の過度の変形を阻止する機械的なストッパーとして機能する。この溝２２の深さはセンサの測定圧力の仕様に応じて決定され、一般にはフルスケールの約１．５～２倍のダイアフラムの変形量で設定してある。

このため、万一、ダイアフラム１１０に過大な圧力が印加されてもダイアフラム１１０は破損することがないので、圧力センサの信頼性を向上することができる。

【００８３】

なお、上述した第１の実施形態においては、圧力感応素子を有するセンサのダイアフラム１１０を、ほぼ均一の厚みの形状のものを示したが、本発明ではこの形状に限定されるものではなく、非直線性を向上させる種々の形状を採用しても、同様の効果が得られるとともに、さらに測定精度が向上したドライタイプ圧力センサを実現できる。

【００８４】

図８は、本発明の第２の実施形態である絶対圧形の圧力検出装置の概略断面図であり、ダイアフラム１１０はその中央部に剛体部１３０が形成された例である。この剛体部１３０は、その厚みが、センサチップ１１におけるダイアフラム１１０の外周側の部分（支持部分）と、ほぼ同等の厚みとなっている。他の構成は、第１の実施形態と同様となっているので、説明は省略する。

【００８５】

この第２の実施形態においても、第１の実施形態と同様な効果を得ることができる他、ダイアフラム１１０に配置された抵抗素子からの出力特性の非直線性を向上させることができ、さらに測定精度が向上したドライタイプ圧力センサを実現することができる。

【００８６】

なお、上述した第１及び第２の実施形態においては、圧力センサ１１１～１１４とは別個の圧力センサとして、熱伝導率形センサ又は電離式センサのどちらか一方を、配置することとしたが、熱伝導率形センサ及び電離式センサの２つのセンサを、配置することも可能であり、さらに測定域を拡大することができるとともに、精度を向上したドライタイプ圧力センサを実現することができる。

【００８７】

【発明の効果】

本発明は、以上説明したように構成されているため、次のような効果がある。被測定流体の圧力を検出する半導体圧力センサの圧力検出素子が配置されている面の反対面が直接、被測定流体に接して圧力が伝達される構成としたので、圧力伝達要素であるダイアフラムと封入液を省略でき、組立性に優れ、検出装置全体が小形化し構成要素も少なく、機器の信頼性が向上するとともにメンテナンスが容易に行えるようになる。

【００８８】

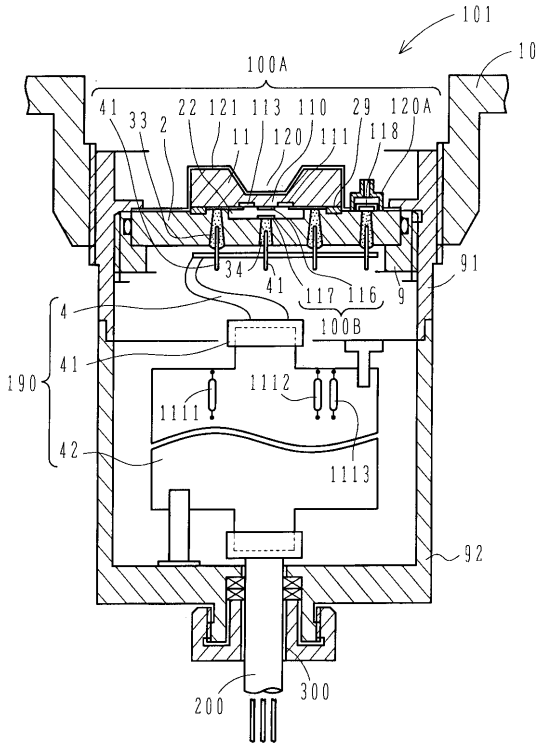
また、封入液が存在しないので、その使用範囲の制限を一掃でき、測定域が拡大し、機器の省力化を達成できる。

また、検出装置自体を非常にコンパクトにでき経済的な優位性と共に、さらに、システムのリプレイスが容易であり、保守、点検時にも非常に使い易い構成になっている。

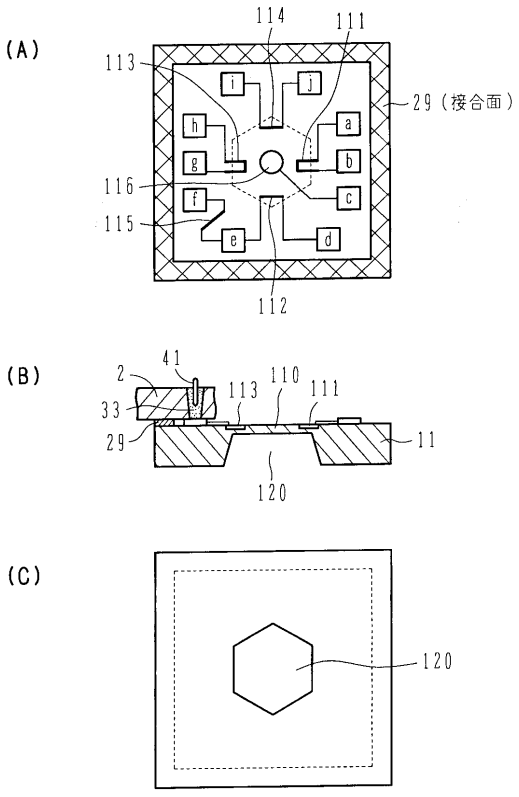
【００８９】
さらに、本発明の圧力検出装置によれば、機器自体の信頼性を向上するができきるので、設備のメンテナンス期間またはプラントの定期点検期間を延長することができる。
【００９０】
このように本発明の圧力検出装置は耐環境性に優れ、さらに、保守、点検時にも非常に使い易くなっており、さらに、プラントの施行費の低減をも可能としている。さらに、機器自身は安定で信頼性が高い構成にすることが可能なので、プラントの運転効率を向上させることができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の第１の実施形態である絶対圧形のドライタイプ圧力検出装置の概略断面図である。
【図２】図１に示したセンサ部の概略構成図である。
【図３】図１の示した固定台の概略構成図である。
【図４】図３のＡ－Ａ線に沿った断面図である。
【図５】図３のＢ－Ｂ線に沿った断面図である。
【図６】図１の例におけるセンサの等価回路図である。
【図７】図１の例における信号処理部の概略構成図である。
【図８】本発明の第２の実施形態である絶対圧形のドライタイプ圧力検出装置の概略断面図である。
【図９】従来における圧力センサの一例の概略構成断面図である。
【図１０】図９の例におけるセンサの等価回路図である。
【符号の説明】
２　固定台
４　フレキシブルプリント基板
９　ハウジング
１０　プロセスフランジ
１１　圧力センサ
１２、２９　接合材
２２　固定台の溝（基準室）
３２、３５　微細穴
３３、３４　導電体材
４１　導電ピン
４２　回路基板
９１　ハウジング
９２　信号処理部ケース
１００Ａ、１００Ｂ　センサ部組
１０１　圧力印加口
１１０　ダイアフラム
１１１～１１４　圧力感応素子
１１５　温度センサ
１１６　第１電極
１１７　第２電極
１１８　サーミスタ
１１９　電極
１２０　センサの凹部
１２０Ａ　カバー
１２１　保護膜
１３０　剛体部
１９０　信号処理部
２００　ケーブル

７３１　マルチプレクサ
７３３　ＰＧＡ
７３０　ＭＰＵ
７３７　Ｄ／Ａ変換器
７３８　Ｖ／Ｉ変換器
７３６、７３７　表示器
７３９　メモリ
１１１１～１１１３　抵抗体
１１８１　リード線

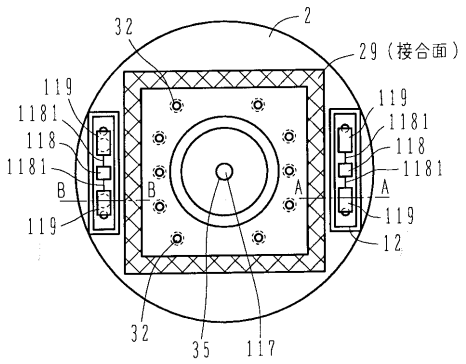
【図１】



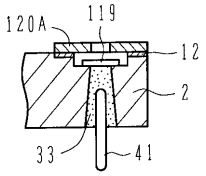
【図２】



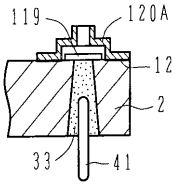
【図３】



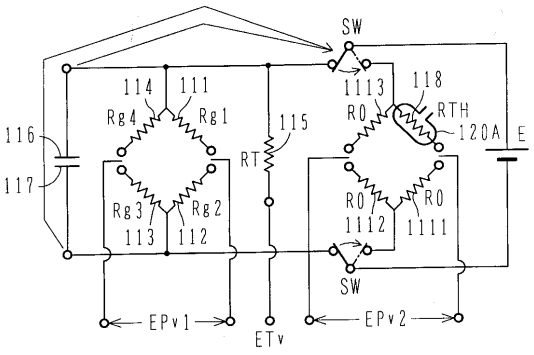
【図４】



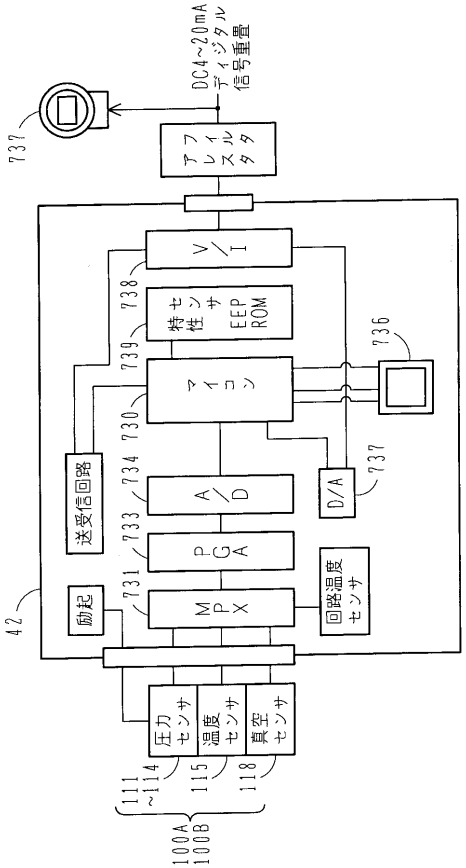
【図５】



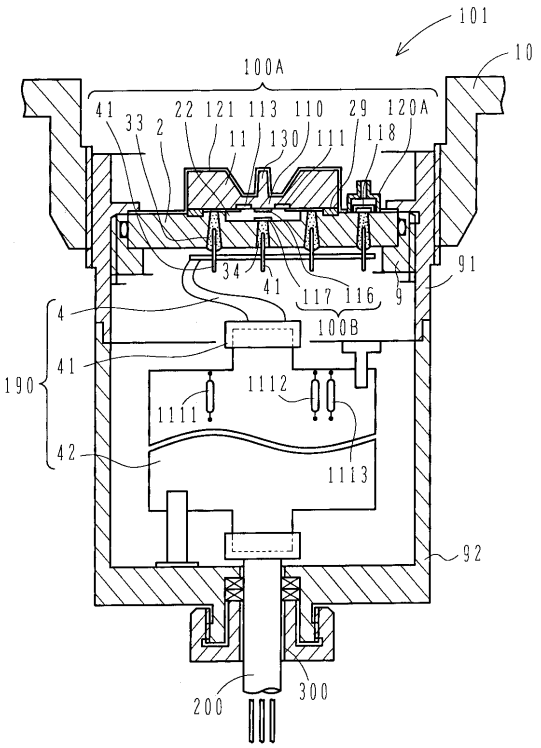
【図６】



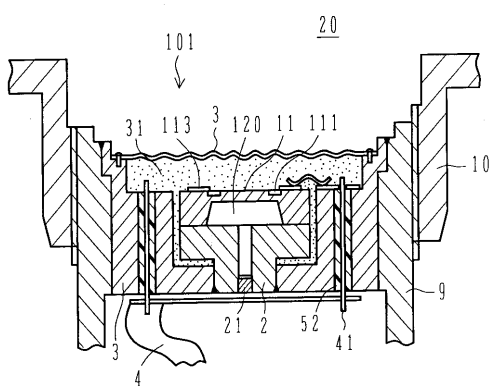
【図７】



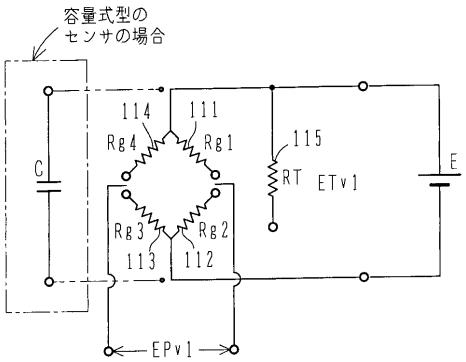
【図８】



【図９】


20
101
31
113
3
120
11
111
10
9
21
2
52
41
3
4

【図１０】


容量式型の
センサの場合
C
114
Rg4
111
Rg1
115
RT
ETv1
E
Rg3
113
Rg2
112
EPv1

フロントページの続き

合議体
審判長　江藤　保子
審判官　三輪　学
審判官　福田　裕司

(56)参考文献　特開平５－３６９９３（ＪＰ，Ａ）
特開平６－２０１５００（ＪＰ，Ａ）
特開平１－２７２７４（ＪＰ，Ａ）
特開平４－３８４３３（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－７２３６（ＪＰ，Ａ）
特開平６－２１３７４２（ＪＰ，Ａ）
実開昭６１－１１９７３６（ＪＰ，Ｕ）
特開平６－１３７９８２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G01L 9/00 - 9/04