【書類名】要約書

【課題】ブリッジ回路の電源端子と出力端子とを相互に切換えたときの出力電圧を比較することにより、配線等の損傷を検出し、信頼性を向上する。

【解決手段】ブリッジ回路１０の点Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄに電源－出力端子１１，１２，１３，１４を設け、これらの端子１１～１４には、第１，第２の切換位置間で切換えられる切換スイッチ１７を接続する。そして、第１の切換位置では、点Ｃ，Ｄ間の電圧を増幅回路２４により電圧信号Ｖ1に増幅し、第２の切換位置では、点Ａ，Ｂ間の電圧を電圧信号Ｖ2に増幅する。また、故障診断回路２８は、電圧信号Ｖ1，Ｖ2の差が所定の許容範囲ΔＶを超えたときに故障と診断する。これにより、センサ素子２に故障診断用の回路等を配置する必要がなくなり、これを小型化できると共に、配線パターン９、配線２２等の損傷を確実に検出することができる。

【選択図】 図１

【書類名】特許請求の範囲

【請求項１】

可変抵抗を含めて４個の抵抗体が環状に直列接続された環状直列回路と、

前記環状直列回路を構成する４個の抵抗体のうち隣接する２個の抵抗体を直列に接続した２組の直列回路の間に設けられた第１の電源－出力端子と、

前記環状直列回路を構成する４個の抵抗体のうち前記２組の直列回路とは１個の抵抗体をずらして隣接する２個の抵抗体により構成される２組の直列回路の間に設けられた第２の電源－出力端子と、

第１の切換位置に切換えたときに前記第１の電源－出力端子を電源端子として用いると共に前記第２の電源－出力端子を出力端子として用い、第２の切換位置に切換えたときに前記第１の電源－出力端子を出力端子として用いると共に前記第２の電源－出力端子を電源端子として用いる切換手段と、

前記第１の電源－出力端子を出力端子としたときの当該出力端子間の電圧と、前記第２の電源－出力端子を出力端子としたときの当該出力端子間の電圧とを比較して前記環状直列回路が正常であるか否かを診断する故障診断回路とから構成してなるブリッジ型抵抗回路装置。

【請求項２】

前記環状直列回路、第１，第２の電源－出力端子および切換手段を一体の回路ユニットとして形成し、前記故障診断回路は該回路ユニットと接続される回路基板に搭載し、該回路基板により前記切換手段を前記第１，第２の切換位置間で切換える構成としてなる請求項１に記載のブリッジ型抵抗回路装置。

【請求項３】

前記切換手段を前記第１，第２の切換位置間で周期的に切換える構成とし、前記故障診断回路により前記環状直列回路の故障診断を周期的に行う構成としてなる請求項１または２に記載のブリッジ型抵抗回路装置。

　【書類名】　明細書

【発明の属する技術分野】

　【０００１】

本発明は、例えば圧力、流量センサ等を構成するブリッジ回路として好適に用いられるブリッジ型抵抗回路装置に関する。

【従来の技術】

　【０００２】

一般に、ブリッジ型抵抗回路装置は各種のセンサに用いられており、このようなセンサとしては、例えばシリコン基板に４個のピエゾ抵抗体等からなるブリッジ回路を形成し、基板に加わる圧力をピエゾ抵抗体の撓み変形量として検出するようにした半導体型の圧力センサが知られている（例えば、特許文献１参照）。

【特許文献１】

特開２００１－２７２２９３号公報

この種の従来技術による圧力センサは、例えばセンサ素子を構成するシリコン基板に薄肉部が形成され、ブリッジ回路は、この薄肉部に配置されている。この場合、ブリッジ回路は、４個のピエゾ抵抗体が環状に直列接続された環状直列回路として形成され、これらの抵抗体の間には、電源およびグランドに接続される２個の電源端子と、ブリッジ回路から外部に電圧信号を出力する２個の出力端子とが設けられている。

　【０００３】

また、センサ素子は、例えば信号処理回路等の近傍に配置され、ブリッジ回路の電源端子と出力端子とは、ワイヤボンディング等の手段によって信号処理回路と接続されるものである。

そして、圧力センサの作動時には、シリコン基板の薄肉部が圧力によって撓み変形すると、その撓み変形量に応じて各ピエゾ抵抗体の抵抗値が変化し、ブリッジ回路の各出力端子の電圧が変化する。これにより、各出力端子の電圧が圧力の検出信号として信号処理回路に出力されるものである。

　【０００４】

ここで、例えば圧力センサに過大な圧力等が加わると、薄肉部とピエゾ抵抗体に亀裂、ひび割れ等の損傷が生じてセンサが故障することがあり、このような故障時には、センサから正確な検出信号を出力できなくなる。

このため、シリコン基板には、ブリッジ回路の近傍に２個の基準抵抗と故障診断端子とが設けられている。この場合、各基準抵抗は、圧力によって抵抗値が変化しないように、薄肉部の外側に配置され、ブリッジ回路の各電源端子間に互いに直列に接続されている。また、故障診断端子は、これらの基準抵抗間に設けられ、信号処理回路に接続されている。

　【０００５】

そして、圧力センサの作動時には、故障診断端子の電圧が各基準抵抗の抵抗値と電源電圧とによって定められるため、この電圧値は、圧力と関係ない所定の電圧値（基準電圧Ｖs）に保持される。また、信号処理回路は、基準電圧Ｖsと、ブリッジ回路の各出力端子からそれぞれ入力される電圧（出力電圧Ｖa，Ｖb）とを用いて、例えば下記数１の式が成立するか否かを判定する。

【数１】

　【０００６】

そして、信号処理回路は、前記数１の式が成立するときにブリッジ回路が正常であると診断し、成立しないときに故障と診断するものである。

【発明が解決しようとする課題】

　【０００７】

ところで、上述した従来技術では、センサ素子を構成するシリコン基板に２個の基準抵抗と故障診断端子とを設け、これらを用いてブリッジ回路の故障を診断する構成としている。

このため、センサ素子には、各基準抵抗と故障診断端子の配置スペースだけでなく、これらをブリッジ回路と接続するために配線を引回すスペース等を確保しなければならず、センサ素子が大型化するという問題がある。

　【０００８】

また、従来技術では、例えばブリッジ回路、各基準抵抗等に給電を行う電源側の配線等が断線した場合に、基準電圧Ｖsと出力電圧Ｖa，Ｖbとが全て零となり、センサが故障しているにも拘らず、前記数１の式が成立してしまう。このため、センサが正常であって圧力が付加されていない状態と、電源側の断線による故障状態とを区別できないという問題もある。

　【０００９】

本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、環状直列回路の近傍に故障診断用の抵抗体、配線等を配置する必要がなくなり、環状直列回路を搭載する基板等を小型化できると共に、電源側の断線等を含めて環状直列回路等の故障を確実に診断できるようにしたブリッジ型抵抗回路装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

　【００１０】

上述した課題を解決するために請求項１の発明は、可変抵抗を含めて４個の抵抗体が環状に直列接続された環状直列回路と、前記環状直列回路を構成する４個の抵抗体のうち隣接する２個の抵抗体を直列に接続した２組の直列回路の間に設けられた第１の電源－出力端子と、前記環状直列回路を構成する４個の抵抗体のうち前記２組の直列回路とは１個の抵抗体をずらして隣接する２個の抵抗体により構成される２組の直列回路の間に設けられた第２の電源－出力端子と、第１の切換位置に切換えたときに前記第１の電源－出力端子を電源端子として用いると共に前記第２の電源－出力端子を出力端子として用い、第２の切換位置に切換えたときに前記第１の電源－出力端子を出力端子として用いると共に前記第２の電源－出力端子を電源端子として用いる切換手段と、前記第１の電源－出力端子を出力端子としたときの当該出力端子間の電圧と、前記第２の電源－出力端子を出力端子としたときの当該出力端子間の電圧とを比較して前記環状直列回路が正常であるか否かを診断する故障診断回路とからなる構成を採用している。

　【００１１】

このように構成することにより、第１の切換位置では、各第１の電源－出力端子を用いて環状直列回路に給電し、環状直列回路から各第２の電源－出力端子を介して外部の回路等に電圧信号を出力することができる。また、第２の切換位置では、各第２の電源－出力端子を用いて環状直列回路に給電し、環状直列回路から各第１の電源－出力端子を介して外部の回路等に電圧信号を出力できる。

　【００１２】

この場合、例えば環状直列回路の各抵抗体の抵抗値を等しくすることにより、環状直列回路は、電源および外部の回路等に対する各抵抗体の接続状態が第１，第２の切換位置で等価な関係となる。このため、各抵抗体が正常であるときには、切換手段を切換えたとしても、第１，第２の切換位置で環状直列回路から等しい電圧信号を出力することができる。

　【００１３】

これに対し、例えば第１，第２の電源－出力端子に接続される配線等が断線した場合には、環状直列回路の等価性がなくなるので、第１，第２の切換位置での電圧信号に差が生じる。これにより、故障診断回路は、第１，第２の切換位置で環状直列回路の電圧信号を比較することにより、環状直列回路、配線等の故障を診断することができる。

　【００１４】

また、請求項２の発明によると、環状直列回路、第１，第２の電源－出力端子および切換手段を一体の回路ユニットとして形成し、故障診断回路は該回路ユニットと接続される回路基板に搭載し、該回路基板により前記切換手段を第１，第２の切換位置間で切換える構成としている。

　【００１５】

これにより、故障診断回路は、例えばコントロールユニット等の回路基板に搭載でき、この回路基板は、環状直列回路から出力される検出信号を用いて各種の制御を行うことができる。また、回路基板は、この制御処理中に必要に応じて切換手段を切換えることにより、環状直列回路等の故障を診断することができる。

　【００１６】

従って、例えば故障診断を行うタイミングや頻度、診断の基準等をコントロールユニット等によって適切に設定でき、これらを制御内容等に応じて容易に変更することができる。これにより、回路ユニットの汎用性を高め、例えば複数種類の回路基板に対して回路ユニットを共通化することができる。

　【００１７】

また、請求項３の発明によると、切換手段を第１，第２の切換位置間で周期的に切換える構成とし、故障診断回路により環状直列回路の故障診断を周期的に行う構成としている。

これにより、環状直列回路の作動時には、出力端子から外部の回路等に電圧信号を出力しつつ、このときの電圧信号を用いて環状直列回路等の故障を周期的に診断することができる。従って、回路の動作に影響を与えることなく、故障診断を高い頻度で行うことができる。

【発明の実施の形態】

　【００１８】

以下、本発明の実施の形態によるブリッジ型抵抗回路装置を、添付図面に従って詳細に説明する。

ここで、図１ないし図５は第１の実施の形態を示し、本実施の形態では、圧力センサに適用した場合を例に挙げて述べる。

　【００１９】

１は圧力センサを構成する回路ユニットとしてのセンサユニットで、該センサユニット１は、後述のセンサ素子２と信号処理回路１５とにより構成され、これらを一体のユニットとしてケーシング（図示せず）等に収容することにより形成されている。

２は圧力センサの本体部分を構成するセンサ素子で、該センサ素子２は、図２、図３に示す如く、後述のセンサ基板３、薄肉部４、ピエゾ抵抗体５，６等を含んで構成されている。

　【００２０】

３は例えばシリコン材料等により形成されたセンサ基板で、該センサ基板３には、その裏面側から表面側に向けて四角形状の凹溝３Ａが形成され、基板３のうち凹溝３Ａの表面側に位置する部位は、周囲の部位よりも薄肉に形成された四角形状の薄肉部４となっている。そして、薄肉部４は、その両面側に加わる圧力差に応じて撓み変形するものである。

　【００２１】

５，６はセンサ基板３の薄肉部４に２個ずつ設けられた可変抵抗としてのピエゾ抵抗体で、これら４個のピエゾ抵抗体５，６は、例えば不純物イオン等を薄肉部４に注入することにより、その撓み変形量に応じて抵抗値が変化する細長い撓み検出素子として形成され、薄肉部４の四辺にそれぞれ配置されている。

　【００２２】

この場合、薄肉部４に圧力が印加され、各ピエゾ抵抗体５，６が撓み変形するときには、例えば図２中の左，右両側に位置する２個のピエゾ抵抗体６の抵抗値が増大し、上，下両側に位置する２個のピエゾ抵抗体５の抵抗値が減少する構成となっている。また、各ピエゾ抵抗体５同士の抵抗値、各ピエゾ抵抗体６同士の抵抗値はそれぞれ等しく形成され、これら４個の抵抗値は、薄肉部４が撓み変形していないときに等しい初期値となるように設定されている。

　【００２３】

また、ピエゾ抵抗体５，６の両端側には、イオン注入等の手段により幅広で低抵抗な素子接続部７がそれぞれ設けられ、互いに隣接する素子接続部７は、センサ基板３の表面側に絶縁膜８を介して設けられた４個の配線パターン９によってそれぞれ接続されている。

１０は例えば４個のピエゾ抵抗体５，６により構成された環状直列回路としてのブリッジ（ホイートストンブリッジ）回路で、該ブリッジ回路１０は、図１、図２に示す如く、各ピエゾ抵抗体５，６を素子接続部７と配線パターン９とによって環状に直列接続することにより形成され、これらの抵抗体５，６は交互に並んで配置されている。

　【００２４】

また、これら４個のピエゾ抵抗体５，６のうち、図１中の左側で互いに隣接する２個の抵抗体５，６は直列回路１０Ａを構成し、右側で隣接する２個の抵抗体５，６は他の直列回路１０Ａを構成している。そして、２組の直列回路１０Ａはブリッジ回路１０の点Ａ，Ｂで互いに並列に接続され、これらの直列回路１０Ａの間には、後述する第１の電源－出力端子１１，１２が設けられている。

　【００２５】

また、４個のピエゾ抵抗体５，６のうち、上側で隣接する２個の抵抗体５，６と、下側で隣接する２個の抵抗体５，６とは、図４に示す如く、各直列回路１０Ａに対して１個の抵抗体をずらして隣接する２組の直列回路１０Ｂを構成している。そして、各直列回路１０Ｂはブリッジ回路１０の点Ｃ，Ｄで互いに並列に接続され、これらの直列回路１０Ｂの間には、後述する第２の電源－出力端子１３，１４が設けられている。

　【００２６】

１１，１２はブリッジ回路１０の点Ａ，Ｂに設けられた第１の電源－出力端子（以下、端子１１，１２という）で、該第１の端子１１，１２は、例えばセンサ基板３の表面側にワイヤボンディング用の電極パッド等として形成され、配線パターン９と接続されている。

１３，１４はブリッジ回路１０の点Ｃ，Ｄに設けられた第２の電源－出力端子（以下、端子１３，１４という）で、該第２の端子１３，１４は、端子１１，１２とほぼ同様に、配線パターン９と接続されている。

　【００２７】

そして、ブリッジ回路１０は、図１に示す如く、後述の切換スイッチ１７が第１の切換位置にあるときに、電源１６から端子１１，１２を介して電圧Ｖ0が給電され、端子１３，１４から後述の検出回路２６に向けて圧力に対応した電圧信号を出力する。また、切換スイッチ１７が第２の切換位置に切換えられたときには、図４に示す如く、ブリッジ回路１０は、電源１６から端子１３，１４を介して給電され、端子１１，１２から検出回路２６に電圧信号を出力するものである。

　【００２８】

ここで、切換スイッチ１７が第１の切換位置にある場合と第２の切換位置にある場合とを比較すると、各ピエゾ抵抗体５，６は、電源１６および検出回路２６に対する接続状態が第１，第２の切換位置で等価な関係となる。このため、ブリッジ回路１０等が正常であるときには、切換スイッチ１７を切換えたとしても、ブリッジ回路１０から検出回路２６に出力される電圧信号の値は、後述するように一定の許容範囲内でほぼ等しくなる。

　【００２９】

これに対し、例えば配線パターン９のいずれかが損傷したり、後述する各配線２２のいずれかが断線したときには、第１，２の切換位置でブリッジ回路１０の等価性がなくなるため、切換スイッチ１７を切換えると、ブリッジ回路１０から検出回路２６に出力される電圧信号の値が変化するようになる。これにより、後述の故障診断回路２８は、第１，第２の切換位置における電圧信号の出力状態を比較することにより、ブリッジ回路１０の故障診断を行うものである。

　【００３０】

１５は電源１６と共にブリッジ回路１０に付設された信号処理回路で、該信号処理回路１５は、図１に示す如く、後述の切換スイッチ１７、切換制御回路２３、増幅回路２４、調整回路２５、検出回路２６、故障診断回路２８等により構成されている。

１７はセンサ素子２の端子１１～１４に接続して設けられた切換手段としての切換スイッチで、該切換スイッチ１７は、例えばトランジスタ、リレー等からなる４個のスイッチ部１８，１９，２０，２１により構成され、これらのスイッチ部１８～２１は、例えばワイヤボンディング等の手段により複数の配線２２を介して端子１１～１４と個別に接続されている。

　【００３１】

そして、スイッチ部１８～２１は、切換制御回路２３から切換信号が入力されることにより、第１の切換位置（図１参照）または第２の切換位置（図４参照）へと一斉に切換えられる。この場合、第１の切換位置では、端子１１がスイッチ部１８等を介して電源１６の陽極側に接続され、端子１２がスイッチ部１９等を介して電源１６の陰極側（グランド）に接続される。また、端子１３，１４は、スイッチ部２０，２１、増幅回路２４等を介して検出回路２６に接続される。

　【００３２】

これにより、切換スイッチ１７は、第１の切換位置で端子１１，１２をブリッジ回路１０の電源端子として用い、端子１３，１４をブリッジ回路１０の出力端子として用いるものである。

一方、第２の切換位置では、例えば端子１３がスイッチ部２０等を介して電源１６の陽極側に接続され、端子１４がスイッチ部２１等を介してグランドに接続される。また、端子１１，１２は、スイッチ部１８，１９、増幅回路２４等を介して検出回路２６に接続される構成となっている。

　【００３３】

これにより、切換スイッチ１７は、第２の切換位置で端子１１，１２をブリッジ回路１０の出力端子として用い、端子１３，１４をブリッジ回路１０の電源端子として用いるものである。

２３は切換スイッチ１７に接続された切換制御回路で、該切換制御回路２３は、切換スイッチ１７のスイッチ部１８～２１に切換信号（図５参照）を出力し、これらを第１，第２の切換位置間で切換えるものである。

　【００３４】

この場合、切換信号は、例えば測定圧力の変動周期よりも十分に短い周期をもって周期的に出力され、切換スイッチ１７は、第１，第２の切換位置に周期的に切換えられる。また、切換信号は、検出回路２６にも出力される。

２４はブリッジ回路１０の出力側に切換スイッチ１７を介して接続された増幅回路で、該増幅回路２４は、ブリッジ回路１０から端子１３，１４（または端子１１，１２）を介して入力される電圧の差を増幅し、増幅した電圧信号を後述の検出回路２６と故障診断回路２８とに出力する。

　【００３５】

ここで、増幅回路２４は、図５に示す如く、第１の切換位置で電圧信号Ｖ1を出力し、第２の切換位置で電圧信号Ｖ2を出力する。そして、全てのピエゾ抵抗体５，６が正常であるときには、前述したようにブリッジ回路１０が第１，第２の切換位置で等価性をもつため、電圧信号Ｖ1，Ｖ2の値の差が所定の許容範囲ΔＶ内に納まる構成となっている。これにより、故障診断回路２８は、電圧信号Ｖ1，Ｖ2と許容範囲ΔＶとを用いて故障診断を行うことができる。

　【００３６】

この場合、電圧信号Ｖ1，Ｖ2には、全てのピエゾ抵抗体５，６が正常な状態であっても、例えば電圧の測定精度の限界等によって測定誤差が生じることがあり、電圧信号Ｖ1，Ｖ2にそれぞれ測定誤差が生じると、両者の差を求めるときに測定誤差が加算される場合がある。また、電圧信号Ｖ1，Ｖ2の間には、各ピエゾ抵抗体５，６の抵抗値等の特性ばらつきによる誤差（抵抗体誤差とする）が生じることもある。このため、故障診断用の許容範囲ΔＶは、測定誤差をＶminとし、抵抗体誤差をαとして、例えば下記数２の式により設定されている。

【数２】

　【００３７】

２５は増幅回路２４に設けられた調整回路で、該調整回路２５は、増幅回路２４による電圧信号Ｖ1，Ｖ2の出力状態（例えば増幅率、電圧値のオフセット等）を調整し、第１の切換位置でのブリッジ回路１０の特性ばらつき等を補償するものである。

　【００３８】

２６はブリッジ回路１０から増幅回路２４を介して出力される電圧を検出する検出回路で、該検出回路２６は、増幅回路２４の出力側に接続されている。そして、検出回路２６は、図５に示す如く、増幅回路２４の電圧信号Ｖ1，Ｖ2に対して、切換制御回路２３から入力される切換信号に同期した信号処理を行い、検出信号Ｖoutを出力端子２７から外部に出力するものである。

　【００３９】

この場合、配線パターン９等が正常であるときに、電圧信号Ｖ1，Ｖ2の差は許容範囲ΔＶ内に納まる小さなものであるため、検出回路２６は、第１の切換位置で、例えば増幅回路２４の電圧信号Ｖ1を検出信号Ｖoutとして出力し、第２の切換位置でも、電圧信号Ｖ1を検出信号Ｖoutとして出力、保持する。これにより、切換スイッチ１７の切換動作に伴って検出信号Ｖoutが電圧信号Ｖ1，Ｖ2間で変動するのを防止することができる。また、配線パターン９等が故障と診断されたときには、検出信号Ｖoutの出力が停止される。

　【００４０】

２８は配線パターン９、配線２２等の故障を診断する故障診断回路で、該故障診断回路２８は、電圧信号Ｖ1，Ｖ2の交流成分を取出すためのコンデンサ２９を介して増幅回路２４の出力側に接続されている。そして、故障診断回路２８は、第１の切換位置での電圧信号Ｖ1と、第２の切換位置での電圧信号Ｖ2とを比較し、これらの値の差が許容範囲ΔＶ内に納まるか否かを判定する。

　【００４１】

これにより、故障診断回路２８は、電圧信号Ｖ1，Ｖ2の差が許容範囲ΔＶ内に納まるときに、配線パターン９、配線２２等を正常と診断し、電圧信号Ｖ1，Ｖ2の差が許容範囲ΔＶを超えたときには、ブリッジ回路１０等が故障したと診断する。そして、故障診断時には、検出回路２６による検出信号Ｖoutの出力を停止すると共に、例えば警報の発生、フェールセーフ処理等の処理を行う故障対策用回路（図示せず）等を作動させるものである。

　【００４２】

本実施の形態による圧力センサは上述如き構成を有するもので、次に、図５を参照しつつ、その作動について説明する。

まず、圧力センサの作動時には、切換制御回路２３から切換信号が出力されることにより、切換スイッチ１７が第１，第２の切換位置間で周期的に切換えられる。そして、センサ基板３に圧力が加わったときには、薄肉部４がピエゾ抵抗体５，６と一緒に撓み変形し、これらの抵抗値が変化する。この結果、第１の切換位置では、ブリッジ回路１０の点Ｃ，Ｄ間に電圧が生じ、この電圧は増幅回路２４により増幅されて電圧信号Ｖ1となる。また、第２の切換位置では、ブリッジ回路１０の点Ａ，Ｂ間に生じる電圧が増幅されて電圧信号Ｖ2となる。

　【００４３】

そして、配線パターン９、配線２２等が正常であるときには、電源１６および検出回路２６に対する各ピエゾ抵抗体５，６の接続状態が第１，２の切換位置で等価な関係となる。このため、電圧信号Ｖ1，Ｖ2は、許容範囲ΔＶ内で僅かな差が生じることはあっても、互いにほぼ等しい状態で圧力に応じて変化し、検出回路２６は、例えば電圧信号Ｖ1を検出信号Ｖoutとして出力することができる。

　【００４４】

一方、各配線パターン９、配線２２のいずれかが断線した場合には、第１，２の切換位置でブリッジ回路１０の出力電圧の等価性がなくなるため、例えば第１の切換位置では、電圧信号Ｖ1が図５中の異常値Ｖeに変化するようになり、電圧信号Ｖ1，Ｖ2の差は許容範囲ΔＶよりも大きくなる。この結果、故障診断回路２８によって配線パターン９、配線２２等が故障したことを診断でき、例えば警報の発生、フェールセーフ処理等の処理を行うことができる。

　【００４５】

かくして、本実施の形態によれば、ブリッジ回路１０の点Ａ～Ｄに端子１１～１４を設け、これらの端子１１～１４は切換スイッチ１７等を介して電源１６、検出回路２６に接続する構成としたので、故障診断回路２８は、第１の切換位置でブリッジ回路１０から増幅回路２４を介して出力される電圧信号Ｖ1と、第２の切換位置で出力される電圧信号Ｖ2とを比較することができる。

　【００４６】

これにより、故障診断回路２８は、各配線パターン９のいずれかが断線した場合だけでなく、各配線２２のいずれかが断線した場合にも、これらの故障を確実に診断でき、信頼性の高い故障診断を行うことができる。

そして、センサ基板３と信号処理回路１５との間には、端子１１～１４と接続する４本の配線２２を配置するだけでよいから、例えばセンサ基板３に故障診断用の回路、配線等を配置する必要がなくなり、センサ基板３の配線構造を簡略化できると共に、その寸法を小型化することができる。

　【００４７】

また、切換制御回路２３により切換スイッチ１７を周期的に切換えるようにしたので、圧力センサの作動時には、検出回路２６から圧力の検出信号Ｖoutを出力しつつ、電圧信号Ｖ1，Ｖ2を比較して故障を診断でき、ブリッジ回路１０等の動作に影響を与えることなく、故障診断を高い頻度で行うことができる。

　【００４８】

また、検出回路２６は、電圧信号Ｖ1，Ｖ2に対して切換スイッチ１７の切換動作と同期した信号処理を行うことにより、例えば調整回路２５によって増幅率、オフセット等を補償した第１の切換位置における電圧信号Ｖ1を検出信号Ｖoutとして出力するようにしている。

　【００４９】

これにより、ブリッジ回路１０等が正常であるときには、電圧信号Ｖ1，Ｖ2間に許容範囲ΔＶ内の誤差等が存在する状態でも、電圧信号Ｖ1だけを検出信号Ｖoutとして出力することができる。これにより、切換スイッチ１７の切換動作によって検出信号Ｖoutに不要な脈動等が生じるのを防止でき、その出力状態を安定させることができる。

　【００５０】

次に、図６は本発明による第２の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、センサユニットと別個の回路基板に検出回路を設け、この回路基板により切換手段を切換える構成としたことにある。なお、本実施の形態では、前記第１の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

　【００５１】

３１は例えば自動車等の車両に圧力センサの回路ユニットとして搭載されるセンサユニットで、該センサユニット３１は、第１の実施の形態とほぼ同様に、センサ素子２と、後述の信号処理回路３２とからなり、この信号処理回路３２は、切換スイッチ１７、増幅回路２４、調整回路２５等を含んで構成されている。

　【００５２】

しかし、センサユニット３１は、例えば車両のエンジン等を制御する後述のコントロールユニット３３に接続され、このコントロールユニット３３には、後述の切換制御回路３５、検出回路３６、故障診断回路３７等が搭載されている。そして、センサユニット３１は、エンジン制御に必要な各種の圧力（例えば燃料、作動油等の油圧や、吸入空気、排気ガスの圧力等）を検出し、コントロールユニット３３に検出信号を出力するものである。

　【００５３】

３３はセンサユニット３１の出力端子２７に接続される回路基板としてのコントロールユニットで、該コントロールユニット３３は、Ａ／Ｄ変換回路３４と、第１の実施の形態とほぼ同様に形成された切換制御回路３５、検出回路３６、故障診断回路３７等とにより構成されている。

　【００５４】

この場合、Ａ／Ｄ変換回路３４は、切換スイッチ１７の切換動作と同期したタイミングでセンサユニット３１の検出信号等をアナログ信号からデジタル信号に変換するものである。また、各回路３５，３６，３７は、例えばＣＰＵ等により実行されるソフトウェアとして構成してもよい。

　【００５５】

そして、コントロールユニット３３は、センサユニット３１から出力される検出信号（電圧信号Ｖ1，Ｖ2）等を用いて車両のエンジン制御を行うと共に、この制御処理中には、切換制御回路３５を作動させてセンサユニット３１に切換信号を出力することにより、必要に応じたタイミングで故障診断回路３７によるセンサの故障診断を行うものである。

　【００５６】

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第１の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。そして、特に本実施の形態では、コントロールユニット３３に切換制御回路３５、検出回路３６および故障診断回路３７を搭載する構成としている。

　【００５７】

これにより、コントロールユニット３３は、例えばブリッジ回路１０から出力される検出信号を用いて各種の制御を行いつつ、切換制御回路３５により必要に応じて切換スイッチ１７を切換えることができ、この切換動作時には、故障診断回路３７によって配線パターン９等の故障を診断することができる。

　【００５８】

従って、例えば故障診断を行うタイミングや頻度、故障の診断基準等をコントロールユニット３３側によって適切に設定でき、これらの診断内容をコントロールユニット３３の制御内容等に応じて容易に変更することができる。これにより、センサユニット３１の汎用性を高め、例えば複数種類のコントロールユニット３３に対してセンサユニット３１を共通化することができる。

　【００５９】

次に、図７は本発明による第３の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、第１，第２の切換位置に対応して第１，第２の調整回路を個別に設ける構成としたことにある。なお、本実施の形態では、前記第１の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

　【００６０】

４１は例えば自動車等の車両に圧力センサの回路ユニットとして搭載されるセンサユニットで、該センサユニット４１は、第１の実施の形態とほぼ同様に、センサ素子２と、後述の信号処理回路４２とにより構成されている。また、信号処理回路４２は、切換スイッチ１７、切換制御回路２３、増幅回路２４と、後述の調整回路４３，４４、補助切換スイッチ４５とを含んで搭載されている。

　【００６１】

４３は信号処理回路４２に搭載された第１の調整回路で、該第１の調整回路４３は、切換スイッチ１７が第１の切換位置となったときに、補助切換スイッチ４５によって増幅回路２４に接続される。そして、調整回路４３は、第１の切換位置で増幅回路２４から後述の検出回路４７に出力される電圧信号Ｖ1の出力状態を調整し、例えば信号処理回路４２、各ピエゾ抵抗体５，６の特性ばらつき等による信号値の誤差を補償するものである。

　【００６２】

４４は信号処理回路４２に搭載された第２の調整回路で、該第２の調整回路４４は、補助切換スイッチ４５によって第２の切換位置で増幅回路２４に接続される。そして、調整回路４４は、調整回路４３とほぼ同様に、第２の切換位置で増幅回路２４から出力される電圧信号Ｖ2の出力状態を調整し、その誤差を調整回路４３と個別に補償するものである。

　【００６３】

４５は増幅回路２４と調整回路４３，４４との間に配置された補助切換スイッチで、該補助切換スイッチ４５は、切換制御回路２３により切換スイッチ１７と同期して切換えられ、第１の切換位置で調整回路４３を増幅回路２４に接続し、第２の切換位置で調整回路４４を増幅回路２４に接続する。

　【００６４】

４６はセンサユニット４１の出力端子２７に接続される回路基板としてのコントロールユニットで、該コントロールユニット４６は、第２の実施の形態とほぼ同様に、検出回路４７、故障診断回路４８、コンデンサ４９等を含んで構成され、例えば車両のエンジン制御、センサの故障診断等を行うものである。

　【００６５】

ここで、故障診断回路４８は、電圧信号Ｖ1，Ｖ2の差が所定の許容範囲ΔＶ′内に納まるか否かに応じて故障診断を行う。この場合、ピエゾ抵抗体５，６の特性ばらつき等による電圧信号Ｖ1，Ｖ2の誤差（第１の実施の形態で用いた前記数２の式の抵抗体誤差α）は、調整回路４３，４４によって予め補償されているため、許容範囲ΔＶ′は、測定誤差Ｖminを用いて下記数３の式により設定することができる。

【数３】

　【００６６】

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第１の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。そして、特に本実施の形態では、信号処理回路４２に、調整回路４３，４４と、補助切換スイッチ４５とを搭載する構成としている。

　【００６７】

これにより、調整回路４３，４４は、電圧信号Ｖ1，Ｖ2の出力状態を個別に調整できるから、これらに含まれる抵抗体誤差αを容易に補償でき、ブリッジ回路等が正常であるときには、電圧信号Ｖ1，Ｖ2の出力状態を高い精度で一致させることができる。従って、例えば許容範囲ΔＶ′を抵抗体誤差α分だけ小さく設定でき、故障診断をより正確に行うことができる。

　【００６８】

次に、図８は本発明による第４の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、第１，第２の切換位置に対応して第１，第２の増幅回路および調整回路を個別に設ける構成としたことにある。なお、本実施の形態では、前記第１の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

　【００６９】

５１は例えば自動車等の車両に圧力センサとして搭載されるセンサユニットで、該センサユニット５１は、第１の実施の形態とほぼ同様に、センサ素子２と、後述の信号処理回路５２とにより構成されている。また、信号処理回路５２は、切換スイッチ１７、切換制御回路２３と、後述の増幅回路５３，５４、調整回路５５，５６、補助切換スイッチ５７とを含んで搭載されている。

　【００７０】

５３は信号処理回路４２に搭載された第１の増幅回路で、該第１の増幅回路５３は、切換スイッチ１７が第１の切換位置となったときに、スイッチ部２０，２１を介してセンサ素子２の端子１３，１４にそれぞれ接続され、ブリッジ回路１０の点Ｃ，Ｄ間の電圧を増幅すると共に、増幅した電圧を電圧信号Ｖ1として後述の検出回路５９に出力するものである。

　【００７１】

５４は第２の増幅回路で、該第２の増幅回路５４は、切換スイッチ１７が第２の切換位置となったときに、スイッチ部１８，１９を介してセンサ素子２の端子１１，１２にそれぞれ接続され、ブリッジ回路１０の点Ａ，Ｂ間の電圧を増幅すると共に、増幅した電圧を電圧信号Ｖ2として検出回路５９に出力する。

　【００７２】

５５は増幅回路５３に設けられた第１の調整回路で、該第１の調整回路５５は、電圧信号Ｖ1の出力状態を調整し、例えば信号処理回路５２、各ピエゾ抵抗体５，６の特性ばらつき等による信号値の誤差を補償するものである。

５６は増幅回路５４に設けられた第２の調整回路で、該第２の調整回路５６は、電圧信号Ｖ2の出力状態を調整し、その誤差を調整回路５５と個別に補償する。

　【００７３】

５７は増幅回路５３，５４と出力端子２７との間に配置された補助切換スイッチで、該補助切換スイッチ５７は、切換制御回路２３により切換スイッチ１７と同期して切換えられ、第１の切換位置で増幅回路５３の出力側を出力端子２７に接続し、第２の切換位置で増幅回路５４の出力側を出力端子２７に接続する。

　【００７４】

５８はセンサユニット５１の出力端子２７に接続される回路基板としてのコントロールユニットで、該コントロールユニット５８は、第３の実施の形態とほぼ同様に、検出回路５９、故障診断回路６０、コンデンサ６１等を含んで構成され、例えば車両のエンジン制御、センサの故障診断等を行うものである。

　【００７５】

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第１，第３の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。そして、特に本実施の形態では、第１，第２の切換位置において、増幅回路５３，５４と、調整回路５５，５６を個別に設ける構成としている。

　【００７６】

これにより、配線パターン９等の故障だけでなく、増幅回路５３，５４のいずれかが故障した場合にも、電圧信号Ｖ1，Ｖ2に大きな差を生じさせることができる。従って、増幅回路５３，５４も故障診断の診断対象に含めることができ、信頼性をより高めることができる。

　【００７７】

なお、前記第３，第４の実施の形態では、コントロールユニット４６，５８に故障診断回路４８，６０を搭載する構成とした。しかし、これらの実施の形態でも、第１の実施の形態と同様に、故障診断回路を必要に応じてセンサユニット側に搭載する構成としてもよい。

　【００７８】

また、第２ないし第４の実施の形態では、エンジン制御用のコントロールユニット３３，４６，５８を例に挙げて述べた。しかし、本発明はこれに限らず、例えば車両の変速装置、ブレーキ装置、操舵装置等を制御するコントロールユニットに適用してもよく、車載用以外の回路基板（システム）にも適用できるものである。

　【００７９】

また、実施の形態では、圧力センサに適用した場合を例に挙げて述べた。しかし、本発明はこれに限らず、例えば荷重、振動、加速度等を含めた各種の外力をブリッジ回路により検出する外力センサに適用してもよい。また、本発明は、例えばブリッジ型に接続した感温抵抗体等に気体の流れを接触させることにより、気体の流量を感温抵抗体の温度（抵抗値）の変化として検出する構成とした流量センサ等にも適用できるものである。

　【００８０】

さらに、上記実施の形態から把握し得る請求項以外の技術思想について、以下にその構成及び作用効果を記載する。

（イ）請求項１，２または３に記載のブリッジ型抵抗回路装置において、第１の切換位置で出力端子間の電圧を調整する第１の調整回路を設け、第２の切換位置で出力端子間の電圧を調整する第２の調整回路を設ける構成としたことを特徴とするブリッジ型抵抗回路装置。

　【００８１】

この場合、第１，第２の切換位置における環状直列回路の出力電圧には、各抵抗体の特性（抵抗値）のばらつき等により誤差が生じることがある。そして、第１，第２の調整回路は、これらの切換位置で電圧を個別に調整できるから、各抵抗体の特性ばらつき等による電圧の誤差を補償することができる。

　【００８２】

これにより、環状直列回路等が正常であるときには、第１，第２の切換位置における出力端子間の電圧を高い精度で一致させることができ、これらの電圧に差が生じたときには、故障診断をより正確に行うことができる。

（ロ）請求項１，２または３に記載のブリッジ型抵抗回路装置において、第１の切換位置で出力端子間の電圧を増幅する第１の増幅回路を設け、第２の切換位置で出力端子間の電圧を増幅する第２の増幅回路を設ける構成としたことを特徴とするブリッジ型抵抗回路装置。

　【００８３】

上記構成によると、環状直列回路等の故障だけでなく、第１，第２の増幅回路のいずれかが損傷した場合にも、第１，第２の切換位置で環状直列回路による出力電圧に大きな差を生じさせることができる。これにより、増幅回路も故障診断回路による診断対象に含めることができ、信頼性をより高めることができる。

【図面の簡単な説明】

　【００８４】

【図１】本発明の第１の実施の形態による圧力センサを示す全体構成図である。

【図２】図１中のセンサ素子を示す平面図である。

【図３】図２中の矢示III－III方向からみたセンサ素子の断面図である。

【図４】切換スイッチを第２の切換位置に切換えた状態を示す全体構成図である。

【図５】切換信号の出力状態、増幅回路の出力電圧、故障の診断状態およびセンサの検出信号を示す特性線図である。

【図６】本発明の第２の実施の形態による圧力センサを示す全体構成図である。

【図７】本発明の第３の実施の形態による圧力センサを示す全体構成図である。

【図８】本発明の第４の実施の形態による圧力センサを示す全体構成図である。

【符号の説明】

　【００８５】

１，３１，４１，５１ センサユニット（回路ユニット）

２ センサ素子

３ センサ基板

５，６ ピエゾ抵抗体（抵抗体）

９ 配線パターン

１０ ブリッジ回路（環状直列回路）

１０Ａ，１０Ｂ 直列回路

１１，１２ 第１の電源－出力端子

１３，１４ 第２の電源－出力端子

１５，３２，４２，５２ 信号処理回路

１６ 電源

１７ 切換スイッチ（切換手段）

２４，５３，５４ 増幅回路

２５，４３，４４，５５，５６ 調整回路

２６，３６，４７，５９ 検出回路

２８，３７，４８，６０ 故障診断回路

３３，４６，５８ コントロールユニット（回路基板）