

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

測定対象となる圧力を受ける受圧部と、  
前記受圧部の一方の面を覆う保護材と、  
前記受圧部の他方の面に配設され、前記受圧部が撓むのに伴って変形するセンサ素子片と、  
を有することを特徴とする圧力センサ。

**【請求項 2】**

前記受圧部の周囲に支持部を有し、  
前記受圧部の前記一方の面と前記支持部との間に、前記受圧部の前記一方の面が低くなる段差を設けて、凹部を形成してなり、  
前記凹部内に前記保護材を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の圧力センサ。

**【請求項 3】**

前記保護材は、ゲル状になっていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の圧力センサ。

**【請求項 4】**

前記受圧部を備えたダイヤフラムを積層方向に 2 枚重ねて配設し、前記ダイヤフラム同士の間設けた空間内における一方のダイヤフラムに前記センサ素子片を配設したことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の圧力センサ。

**【請求項 5】**

前記受圧部を備えたダイヤフラムと、基板部とを重ねて配設し、  
前記ダイヤフラムと前記基板部との間に設けた空間内に前記センサ素子片を配設した、  
ことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の圧力センサ。

**【請求項 6】**

前記センサ素子片に発振回路が接続し、前記発振回路に周波数測定演算手段が接続したことを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の圧力センサ。

**【請求項 7】**

一方の面と他方の面とに加わる圧力差によって変形し、且つ、水晶によって形成された受圧部を有し、

前記受圧部の他方の面にゲル状の保護材を設けた、  
ことを特徴とする圧力センサ用ダイヤフラム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ダイヤフラム方式の圧力センサおよび圧力センサ用ダイヤフラムに関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

圧力センサには、ダイヤフラムを用いたものがある。このダイヤフラム式の圧力センサは、ダイヤフラムの受圧部の両面に加わる圧力の差によってこの受圧部が撓むので、この受圧部が撓むことを利用して圧力を測定している。そしてダイヤフラム式の圧力センサについて開示したものには特許文献 1 がある。特許文献 1 に開示された圧力センサは 2 つの水晶ダイヤフラムを備えており、これらのダイヤフラムが互いに接合して内側に双音叉振動子を配設する空間を形成している。この双音叉振動子は、ベース側のダイヤフラムに配設してある。すなわち双音叉振動子は、その両端部をベース側のダイヤフラムに接合しており、双音叉振動子を構成する振動腕の長辺方向がダイヤフラムの平面方向に沿っている。そしてダイヤフラムが圧力を受けて湾曲すると、これに伴って双音叉振動子も湾曲する。双音叉振動子には、伸張または圧縮のストレスが加わるので、発振周波数が変化する。圧力センサは、この発振周波数の変化から圧力等を測定している。

**【特許文献 1】** 特開 2004 - 132913 号公報

10

20

30

40

50

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

ところで前述した水晶ダイヤフラムの材料となる水晶結晶には、結晶構造の欠陥（線状欠陥）が存在する場合がある。そして水晶ダイヤフラムは、ウエットエッチングにより形成することができるが、水晶結晶に線状欠陥が存在していると、この線状欠陥の部分が選択的にエッチングされてしまうエッチチャネルが生じる。これにより水晶ダイヤフラムには、部分的に極端に薄い箔肉部が形成されてしまったり、水晶ダイヤフラムの上下面を貫通する孔が形成されてしまったりする。

## 【0004】

水晶ダイヤフラムに箔肉部が存在する場合、圧力センサが完成した段階では2枚の水晶ダイヤフラムを積層方向に接合して形成する内部空間の気密が保たれているために、この箔肉部を発見することが困難である。この場合、この圧力センサを使用している時に衝撃等が加わると箔肉部に孔があき、内部空間の気密性が失われてしまう。また水晶ダイヤフラムに貫通孔が存在する場合、この貫通孔は小さい孔なので、例えば圧力センサを加圧しても貫通孔から内部空間内に入出する気体の量がごく僅かであり、特性検査のみでは完全に貫通孔を発見することが困難である。

## 【0005】

なおこのようなトラブルを未然に防止する方法としては、図5に示すように、圧力センサ1全体を凹状の容器2内に入れ、容器2内にポッティング樹脂3を充填することでエッチチャネル全体を覆ってしまえばよい。しかし、この方法では容器2が必要になるので大型になってしまう。またポッティング樹脂3を容器2内に充填するときは、容器2内に圧力センサ1を配置した後、凹状の開口部からポッティング樹脂3を注入することになる。しかし、この方法では、圧力センサ1と容器2の底面（凹状の底面）との間にポッティング樹脂3が流れ込み難く、気泡が発生してしまう。この気泡が存在していると、温度が上昇したときに気泡が膨張するので、圧力センサ1は気泡が膨張したときの応力を受けてしまい、正確な圧力を測定できなくなってしまう。また気泡が存在していると、ダイヤフラムを保護すべきポッティング樹脂3に欠陥が有る状態になるため、ダイヤフラムを適切に保護できない。すなわち内部空間4の気密性を確保できない。さらにポッティング樹脂3を熱硬化させる際には、圧力センサ1と容器2の底面との間が閉鎖状態にあるため、素早く有機溶剤を揮発することができず、未硬化になってしまったり、気泡が存在したまま硬化してしまう。

## 【0006】

本発明は、センサ素子片の気密性を確保した圧力センサおよび圧力センサ用ダイヤフラム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】

## 【0007】

本発明に係る圧力センサは、測定対象となる圧力を受ける受圧部と、受圧部の一方の面を覆う保護材と、受圧部の他方の面に配設され、受圧部が撓むのに伴って変形するセンサ素子片とを有することを特徴としている。保護材により受圧部を補強できるので、センサ素子片の気密性を確保できる。すなわち受圧部に極めて薄い部分が存在している場合でも、この部分を保護材で補強できる。また受圧部に直径の極めて小さい貫通孔が存在している場合でも、この貫通孔を保護材で封止できる。このため圧力センサに衝撃等が加わっても、保護材で補強された受圧部に孔があくことを防止できるとともに、センサ素子片を気密封止している状態を維持できる。よって圧力センサは、受圧部に欠陥が存在していても、圧力測定を続けることができる。

## 【0008】

また本発明に係る圧力センサは、受圧部の周囲に支持部を有し、受圧部の一方の面と支持部との間に、受圧部の一方の面が低くなる段差を設けて、凹部を形成してなり、凹部に保護材を設けたことを特徴としている。凹部によって受圧部から保護材が流れ出るのを

10

20

30

40

50

防止できる。また凹部の高さを調整することにより、受圧部を覆う保護材の厚さを制御できるとともに、受圧部を覆う最低限の保護材の厚さを確保できる。

【 0 0 0 9 】

そして前述した保護材は、ゲル状になっていることを特徴としている。これにより保護材は、受圧部が撓むのを阻害し難くなり、圧力センサへの悪影響を低減できる。

【 0 0 1 0 】

また本発明に係る圧力センサは、受圧部を備えたダイヤフラムを積層方向に２枚重ねて配設し、ダイヤフラム同士の間に設けた空間内における一方のダイヤフラムにセンサ素子片を配設したことを特徴としている。これにより受圧部に欠陥があったとしても、一方のダイヤフラムと他方のダイヤフラムとの間に形成された空間の気密状態を維持できる。よって圧力センサは圧力を測定できる。

10

【 0 0 1 1 】

また本発明に係る圧力センサは、受圧部を備えたダイヤフラムと、基板部とを重ねて配設し、ダイヤフラムと基板部との間に設けた空間内にセンサ素子片を配設したことを特徴としている。これにより受圧部に欠陥があったとしても、ダイヤフラムと基板部との間に形成された空間の気密状態を維持できる。よって圧力センサは、ダイヤフラムにおける一方の面に加わる圧力と、他方の面に加わる圧力との圧力差によって、圧力を測定できる。

【 0 0 1 2 】

また本発明に係る圧力センサは、センサ素子片に発振回路が接続し、発振回路に周波数測定演算手段が接続したことを特徴としている。これにより圧力センサは圧力値を得ることができる。

20

【 0 0 1 3 】

また本発明に係る圧力センサ用ダイヤフラムは、一方の面と他方の面とに加わる圧力差によって変形し、且つ、水晶によって形成された受圧部を有し、受圧部の他方の面にゲル状の保護材を設けたことを特徴としている。これにより保護材によって受圧部を補強できる。すなわち受圧部に極めて薄い部分が存在している場合でも、この部分を保護材で補強できる。また受圧部に直径の極めて小さい貫通孔が存在している場合でも、この貫通孔を保護材で封止できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 4 】

以下に、本発明に係る圧力センサおよび圧力センサ用ダイヤフラムの実施形態について説明する。まず第１の実施形態について説明する。図１は第１の実施形態に係る圧力センサの断面図である。圧力センサ１０は、２枚のダイヤフラム１４（１４ａ，１４ｂ）と、ダイヤフラム１４に設けた保護材１２と、２枚のダイヤフラム１４を重ねることによって形成される内部空間２８に設けたセンサ素子片３０とを有している。

30

【 0 0 1 5 】

具体的には、各ダイヤフラム１４は、測定対象となる圧力を受けて一方の面１６ａと他方の面１６ｂに加わる圧力差によって湾曲する受圧部１６と、受圧部１６の周囲に設けた支持部１８とを備えている。受圧部１６は支持部１８よりも薄くなっており、各ダイヤフラム１４の上面および下面にそれぞれ凹部２０，２２が形成してある。すなわちダイヤフラム１４は、ダイヤフラム１４同士を接合したときに外側となる面（外面）に段差となる第１凹部２０を備えるとともに、ダイヤフラム１４同士が向かい合う面（内面）に第２凹部２２を備えている。そして受圧部１６は、第１凹部２０および第２凹部２２の各底面となる部分によって形成している。したがって受圧部１６と支持部１８との間に段差を設けて、受圧部１６が支持部１８よりも薄くなるようにしてある。

40

【 0 0 1 6 】

また２つあるダイヤフラム１４のうちの一方（図１の下側に示す一方のダイヤフラム１４ａ）には、センサ素子片３０を配設できるように、第２凹部２２の底面に固着部２４を設けている。すなわち一方のダイヤフラム１４ａは、他方のダイヤフラム１４ｂ（図１の上に示すダイヤフラム１４）に対面する受圧部１６に固着部２４を備えている。この固着

50

部 2 4 は、センサ素子片 3 0 の両端を支持できるように 1 対設けてあり、且つ、センサ素子片 3 0 の中央部が受圧部 1 6 の中心に来るように設けてある。

【 0 0 1 7 】

また一方のダイヤフラム 1 4 a における第 2 凹部 2 2 に連結部 2 6 が設けてある。連結部 2 6 は、第 2 凹部 2 2 の底面から垂直方向に突き出た形状になっている。そして連結部 2 6 は、一方のダイヤフラム 1 4 a と他方のダイヤフラム 1 4 b が接合したときに、他方のダイヤフラム 1 4 b の受圧部 1 6 ( 第 2 凹部 2 2 ) に接合するようになっている。このような連結部 2 6 は、1 つ以上設けてあればよい。そして 2 つの連結部 2 6 を一方のダイヤフラム 1 4 a に設けるときは、例えば、一方のダイヤフラム 1 4 a の中心点を通る直線上に各連結部 2 6 を配設するとともに、一方のダイヤフラム 1 4 a に接合されているセン

10

【 0 0 1 8 】

そして一方のダイヤフラム 1 4 a と他方のダイヤフラム 1 4 b は、各第 2 凹部 2 2 を向かい合わせつつ、支持部 1 8 同士を接合している。これによりダイヤフラム 1 4 の内側には、センサ素子片 3 0 を収容する空間 2 8 が形成される。この空間 2 8 は、気密封止されるようになっている。

【 0 0 1 9 】

なお各ダイヤフラム 1 4 は平面視して同じ形状になっていればよく、特に平面形状が限定されることがない。このため各ダイヤフラム 1 4 の平面形状は、例えば円形や矩形等になっていればよい。

20

【 0 0 2 0 】

また保護材 1 2 は、圧力センサ 1 0 の外側部分における受圧部 1 6 の表面、すなわち各ダイヤフラム 1 4 の第 1 凹部 2 0 に設けてある。この保護材 1 2 は、受圧部 1 6 を覆っている。保護材 1 2 は可撓性に優れており、受圧部 1 6 が圧力を受けたときに、受圧部 1 6 の撓み機能を低下させないものである。例えば、保護材 1 2 は、硬化した後にゲル状になっているものであればよく、より具体的な一例としてはシリコーンゲルであればよい。

【 0 0 2 1 】

またセンサ素子片 3 0 は、次のようになっている。図 2 はセンサ素子片の概略平面図である。なお図 2 では、センサ素子片に設けられる電極の記載を省略している。センサ素子片 3 0 は、図 2 に一例を示すように、双音叉振動片 3 2 となっている。すなわちセンサ素子片 3 0 は 2 本の振動腕 3 4 を有しており、これらの振動腕 3 4 の両端に基部 3 6 を備えている。そして励振電極 ( 図示せず ) が各振動腕 3 4 に設けてあるとともに、接続パターン ( 図示せず ) を介して前記励振電極に導通したマウント電極 ( 図示せず ) が基部 3 6 に設けてある。この前記励振電極、前記マウント電極および前記接続パターンは、正と負の極性を有するように 1 対設けられている。そしてセンサ素子片 3 0 に電気信号 ( 駆動信号 ) を供給すると、この駆動信号が前記マウント電極および前記接続パターンを介して前記励振電極に供給され、2 つの振動腕 3 4 が互いに近づいたり離れたりする屈曲振動を行う。

30

【 0 0 2 2 】

このようなセンサ素子片 3 0 を一方のダイヤフラム 1 4 a に配設するには、センサ素子片 3 0 の基部 3 6 と一方のダイヤフラム 1 4 a の固着部 2 4 とを接合材 ( 図示せず ) で固着すればよい。具体的には、前記接合材として導電性接着剤を用いて基部 3 6 と固着部 2 4 を接合するとともに、前記導電性接着剤を介して前記マウント電極と一方のダイヤフラム 1 4 a に設けた配線パターン ( 図示せず ) とを導通すればよい。またその他の具体例としては、前記接合材を用いて基部 3 6 と固着部 2 4 を接合するとともに、前記マウント電極と前記配線パターンとにワイヤを接合して導通すればよい。

40

【 0 0 2 3 】

そして圧力センサ 1 0 は、センサ回路を備えている。図 3 はセンサ回路のブロック図である。センサ回路 4 0 は、発振回路 4 2 と周波数測定演算手段 4 4 を備えている。発振回路 4 2 は、入力側がセンサ素子片 3 0 に接続している。この発振回路 4 2 は、センサ素子

50

片 3 0 に駆動信号を供給して発振・増幅させる回路である。また周波数測定演算手段 4 4 は、入力側が発振回路 4 2 に接続している。周波数測定演算手段 4 4 は、発振回路 4 2 から出力する信号の周波数、すなわちセンサ素子片 3 0 の発振周波数を測定し、この測定結果から圧力を求めるものである。

【 0 0 2 4 】

このような圧力センサ 1 0 は、次のようにして製造することができる。まずダイヤフラム 1 4 の材料として水晶等を用いる場合は、ダイヤフラム 1 4 をエッチングにより形成する。すなわち水晶素板の表面にマスクを被せ、このマスクの開口部分の水晶素板をエッチングすることによりダイヤフラム 1 4 を得る。これにより受圧部 1 6 の一方の面 1 6 a と支持部 1 8 との間に段差が形成されて、第 1 凹部 2 0 を得る。また受圧部 1 6 の他方の面 1 6 b と支持部 1 8 との間に段差が形成されて、第 2 凹部 2 2 を得る。そしてエッチング時間等を始めとするエッチング条件を適宜設定することにより、凹部 2 0 , 2 2 の深さ等を正確に制御できる。このためダイヤフラム 1 4 は生産性に優れ、またダイヤフラム 1 4 の個体差が生じ難いので、各圧力センサ 1 0 の特性が均一になる。なお一方のダイヤフラム 1 4 a および他方のダイヤフラム 1 4 b のいずれもエッチングにより形成できる。

【 0 0 2 5 】

次に、一方のダイヤフラム 1 4 a の固着部 2 4 にセンサ素子片 3 0 を配設する。この後、各ダイヤフラム 1 4 の第 2 凹部 2 2 を向かい合わせて、一方のダイヤフラム 1 4 a と他方のダイヤフラム 1 4 b を接合する。このとき各ダイヤフラム 1 4 も支持部 1 8 同士が接合するので、一方のダイヤフラム 1 4 a と他方のダイヤフラム 1 4 b の間に形成されている空間 2 8 内にセンサ素子片 3 0 が配置してある。

【 0 0 2 6 】

そして受圧部 1 6 における圧力センサ 1 0 の外側となる面に保護材 1 2 を設ける。これは、まず一方のダイヤフラム 1 4 a および他方のダイヤフラム 1 4 b にそれぞれ設けた第 1 凹部 2 0 のどちらか一方に保護材 1 2 ( ポッティング樹脂 ) を充填し、硬化する。これにより受圧部 1 6 の外面がゲル状の保護材 1 2 によって覆われる。この後、前記の工程により保護材 1 2 を充填した第 1 凹部 2 0 とは反対側のものに、保護材 1 2 を充填し硬化する。これにより受圧部 1 6 の外面がゲル状の保護材 1 2 によって覆われる。

【 0 0 2 7 】

なお保護材 1 2 は、第 1 凹部 2 0 の内部に注入されるので、この第 1 凹部 2 0 の高さによって保護材 1 2 の高さを調整することができる。すなわち、前述したように第 1 凹部 2 0 をエッチングで形成すれば、この第 1 凹部 2 0 の高さを正確に制御できるので、第 1 凹部 2 0 の全てが満たされるまで保護材 1 2 を注入すれば、保護材 1 2 の厚さに個体差がでることはない。よって受圧部 1 6 を保護するのに必要な保護材 1 2 の厚さを求めておき、この保護材 1 2 の厚さを実現できるように第 1 凹部 2 0 の高さを設定しておけば、その後、第 1 凹部 2 0 を全て満たすように保護材 1 2 を充填するだけで所望の保護材 1 2 の厚さを確実に得る。そして第 1 凹部 2 0 の高さを変更するだけで、第 1 凹部 2 0 に充填される保護材 1 2 の量を調整できる。また第 1 凹部 2 0 により、受圧部 1 6 から保護材 1 2 が流れ出るのを防いでいる。

【 0 0 2 8 】

この後、ダイヤフラム 1 4 の側面に設けてある封止用の孔 ( 図示せず ) を用いて、接合しているダイヤフラム 1 4 の間に形成した空間 2 8 を真空にする。そして、前記空間 2 8 を所定の真空度にした後、前記封止用の孔を封止する。これにより前記空間 2 8 が気密封止され、センサ素子片 3 0 が真空中で発振することになる。

【 0 0 2 9 】

次に、圧力センサ 1 0 の作用について説明する。まず圧力を測定する環境に圧力センサ 1 0 を配置する。そして圧力センサ 1 0 を駆動する。すなわち発振回路 4 2 からセンサ素子片 3 0 に駆動信号を供給して、これらの間で信号を増幅・発振させる。そして発振回路 4 2 は、センサ素子片 3 0 が屈曲振動するときの周波数と同じ周波数となっている電気信号 ( 検出信号 ) を周波数測定演算手段 4 4 へ出力する。周波数測定演算手段 4 4 は、検出

信号の周波数を測定する。

【 0 0 3 0 】

そして圧力センサ 10 の外部、すなわちダイヤフラム 14 の受圧部 16 に加わる圧力  $P_1$  が、圧力センサ 10 の内部、すなわちセンサ素子片 30 が収容されている空間 28 の圧力  $P_2$  と同じ場合は、受圧部 16 に変化が生じてない。このとき周波数測定演算手段 44 では、検出信号の周波数  $f_0$  を測定する。周波数測定演算手段 44 は、予め記憶してある基準周波数と周波数  $f_0$  を比較して、両周波数間に新たに差が生じないので、予め登録してある周波数  $f_0$  に応じた圧力値を出力する。具体的な一例としては、基準周波数として  $P_1 = P_2$  のときの検出信号の周波数  $f_0$  を周波数測定演算手段 44 に予め登録しておき、基準周波数  $f_0$  と検出された周波数  $f_0$  との差分を求め、この差分が零であるから、予め 1 対 1 に登録してある基準周波数  $f_0$  ときの圧力値を出力する。

10

【 0 0 3 1 】

また圧力センサ 10 外部の圧力  $P_1$  が圧力センサ 10 内部の圧力  $P_2$  よりも大きくなった場合、保護材 12 を介して受圧部 16 に加わる圧力  $P_1$  によって、圧力センサ 10 の内部に向かって受圧部 16 が湾曲（変形）する。なお保護材 12 は可撓性を有しているので、受圧部 16 が湾曲するのを阻害することがない。そして受圧部 16 が撓むのに伴って、センサ素子片 30 も変形する。すなわち受圧部 16 が湾曲すると、受圧部 16 に両端を固定してあるセンサ素子片 30 の振動腕 34 も他方のダイヤフラム 14 b へ向けて湾曲する。このとき振動腕 34 の中央部が基部 36 に比べて圧力センサ 10 の内側へ湾曲する。このように振動腕 34 が湾曲すると、振動腕 34 に引張の力が加わるので、センサ素子片 30 の発振周波数が高くなる。すなわち周波数測定演算手段 44 で測定される検出信号の周波数  $f_1$  が、前述した  $P_1 = P_2$  のときの周波数  $f_0$  に比べて高くなる。周波数測定演算手段 44 は、基準周波数  $f_0$  と周波数  $f_1$  との差を求め、予め登録してあるこの差分の圧力値を出力する。具体的な一例としては、基準周波数  $f_0$  と検出信号の周波数との差分と、圧力値との関係を周波数測定演算手段 44 に予め求めて登録しておき、この後、周波数測定演算手段 44 は、測定した検出信号の周波数  $f_1$  と基準周波数  $f_0$  との周波数差を求め、予め登録してある前記関係を利用して、この周波数差のときの圧力値を求めて出力すればよい。

20

【 0 0 3 2 】

また圧力センサ 10 の外部の圧力  $P_1$  が圧力センサ 10 の内部の圧力  $P_2$  よりも小さくなった場合、保護材 12 を介して受圧部 16 に加わる圧力  $P_1$  によって、圧力センサ 10 の外部に向かって受圧部 16 が湾曲（変形）する。なお保護材 12 は可撓性を有しているので、受圧部 16 が湾曲するのを阻害することがない。そして受圧部 16 が撓むのに伴って、センサ素子片 30 も変形する。すなわち受圧部 16 が湾曲すると、受圧部 16 に両端を固定してあるセンサ素子片 30 の振動腕 34 も他方のダイヤフラム 14 b に対して反対の方向へ向けて湾曲する。このとき振動腕 34 の中央部が基部 36 に比べて圧力センサ 10 の外側へ湾曲する。このように振動腕 34 が湾曲すると、振動腕 34 に圧縮の力が加わるので、センサ素子片 30 の発振周波数が低くなる。すなわち周波数測定演算手段 44 で測定される検出信号の周波数  $f_2$  が、前述した  $P_1 = P_2$  のときの周波数  $f_0$  に比べて低くなる。周波数測定演算手段 44 は、基準周波数  $f_0$  と周波数  $f_2$  との差を求め、予め登録してあるこの差分の圧力値を出力する。具体的な一例としては、前述した  $P_1 > P_2$  のときの具体的一例と同様に、基準周波数  $f_0$  と検出信号の周波数との差分と、圧力値との関係を周波数測定演算手段 44 に予め求めて登録しておき、この後、周波数測定演算手段 44 は、測定した検出信号の周波数  $f_2$  と基準周波数  $f_0$  との周波数差を求め、予め登録してある前記関係を利用して、この周波数差のときの圧力値を求めて出力すればよい。

30

40

【 0 0 3 3 】

このような圧力センサ 10 によれば、受圧部 16 における圧力センサ 10 の外側に面した部分に保護材 12 を設けたので、線状欠陥に起因する箔肉部が受圧部 16 にあったとしても保護材 12 で補強できる。これにより圧力センサ 10 を使用している時に衝撃等が加わっても、受圧部 16 に孔があくのを防止でき、圧力の測定を続けることができる。また

50

ダイヤフラム 14 をエッチングにより形成するときに、小さな貫通孔が受圧部 16 に生じたとしても、保護材 12 により貫通孔を封止できる。これによりセンサ素子片 30 が配置されている空間 28 の気密（真空）を保つことができるので、圧力の測定を続けることができる。よって圧力センサ 10 は、信頼性を高くできる。

【0034】

またダイヤフラム 14 の受圧部 16 を支持部 18 よりも薄くして凹状にしているのを、保護材 12 を充填するときに保護材 12 が受圧部 16 から流れ出てしまうのを防止できる。また凹部 20, 22 の高さは、ダイヤフラム 14 を形成するときに正確に制御できるので、第 1 凹部 20 に充填する保護材 12 の量を適切にできる。したがって受圧部 16 の保護に必要な最低限の保護材 12 の量を確保できる。また保護材 12 は、圧力測定に必要な受圧部 16 の撓み動作を阻害することがなく、確実に圧力を測定できる。そして個体間の圧力センサ 10 の特性を均一にできる。

【0035】

また保護材 12 を必要としている受圧部 16 のみに設けているので、図 5 に示すように圧力センサ全体を容器に収容して、その周囲をポッティング樹脂で覆う必要がない。よって本実施形態に係る圧力センサ 10 は、これを収容する容器を必要としないから、平面方向および高さ方向が大きくなることを防止できる。

【0036】

また一方のダイヤフラム 14 a および他方のダイヤフラム 14 b にそれぞれ設けた保護材 12 を外部から検査できるので、保護材 12 を第 1 凹部 20 に充填するときに気泡等が発生しても、この気泡等を容易に見出せる。このため不良となった圧力センサ 10 を取り除くことができるので、出荷される圧力センサ 10 は圧力を正確に測定できる。この場合、検査時の視認性を高めるために保護材 12 は透明なものであることが望ましい。

【0037】

次に、第 2 の実施形態について説明する。なお第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態で説明した構成と同様の部分に同番号を付すとともに、その説明を省略する。図 4 は第 2 の実施形態に係る圧力センサの断面図である。第 2 の実施形態の圧力センサ 50 は、第 1 の実施形態で説明した他方のダイヤフラム 14 b を基板部 52 に置き換えた形態である。すなわち圧力センサ 50、1 枚のダイヤフラム 14 と基板部 52 とを積層方向に重ねることによって形成される空間 28 内に、センサ素子片 30 を設けた構成である。

【0038】

具体的に説明すると、基板部 52 には、ダイヤフラム 14 と向かい合う面に第 3 凹部 54 が設けてあり、ダイヤフラム 14 と接合したときにセンサ素子片 30 を収容する空間 28 を形成するようになっている。この基板部 52 の材料には、水晶を始めとする様々なものを用いることができる。またダイヤフラム 14 は、第 1 の実施形態で説明した一方のダイヤフラム 14 a と同様なものを用いることができる。すなわち第 2 の実施形態で用いるダイヤフラム 14 は、支持部 18、受圧部 16、凹部 20, 22 および固着部 24 を備えていれば良い。これらの各部は、第 1 の実施形態で説明したものと同一構成になっている。またダイヤフラム 14 の第 1 凹部 20 に保護材 12 を設けている。

【0039】

そしてセンサ素子片 30 は、その両端部に設けた基部 36 とダイヤフラム 14 の固着部 24 とを接合させることにより、ダイヤフラム 14 に配設してある。またセンサ素子片 30 が収容されているダイヤフラム 14 と基板部 52 との間の空間 28 は気密封止してある。そして空間 28 が絶対真空になっていれば、圧力センサ 10 は絶対圧の測定を行える。

このような圧力センサ 50 であっても、第 1 の実施形態で説明した圧力センサ 50 と同様の作用・効果を得ることができる。

【0040】

なお前述した第 1, 2 の実施形態では、受圧部 16 に第 1 凹部 20 を設けてそこに保護材 12 を設ける構成としたが、第 1 凹部 20 を設けない構成としてもよい。すなわちダイヤフラム 14 を構成する支持部 18 と受圧部 16 の外面（一方の面 16 a）が同一平面内

10

20

30

40

50



にあってもよい。この場合でも、受圧部 16 における圧力センサ 10 の外側となる面に保護材 12 を設けておけばよい。

【 0 0 4 1 】

また第 1, 2 の実施形態は、センサ素子片 30 として双音叉振動片 32 を用いた形態である。しかし本発明のセンサ素子片 30 は、双音叉振動片 32 ばかりでなく、弾性表面波共振片等であってもよい。さらにセンサ素子片 30 は、シリコンを微細加工して作製した振動素子 (MEMS) や、金属体に圧電材料を設けた振動素子であってもよい。なおセンサ素子片 30 として圧電体を用いたもの、特に水晶を用いたものであれば、周波数温度特性等の様々な特性が他の材料を用いたものに比べて良好になっているので、高精度の測定を行える。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 2 】

【図 1】第 1 の実施形態に係る圧力センサの断面図である。

【図 2】センサ素子片の概略平面図である。

【図 3】センサ回路のブロック図である。

【図 4】第 2 の実施形態に係る圧力センサの断面図である。

【図 5】圧力センサを容器内に配置してポッティング樹脂で覆った構成の断面図である。

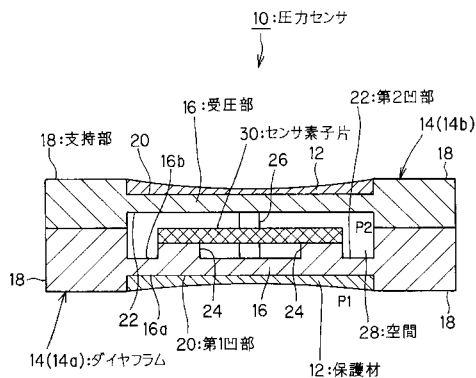
【符号の説明】

【 0 0 4 3 】

10, 50 ..... 圧力センサ、12 ..... 保護材、14 ..... ダイアフラム、14a ..... 一方のダイアフラム、16 ..... 受圧部、18 ..... 支持部、20 ..... 第 1 凹部、28 ..... 空間、30 ..... センサ素子片、42 ..... 発振回路、44 ..... 周波数測定演算手段、52 ..... 基板部。

20

【図 1】



【図 2】

