

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定対象となる圧力が導入される圧力導入孔（１３）を有し、該圧力導入孔（１３）の先端位置においてダイアフラム（２０）が備えられ一部品によって構成された金属製のハウジング（１０）と、

前記ハウジング（１０）のうち前記ダイアフラム（２０）の位置に固定され、前記圧力導入孔（１３）から導入される圧力によって前記ダイアフラム（２０）の変形に応じた電気信号を出力する歪ゲージ（２２）を備えた半導体チップ（２１）と、を備え、

前記半導体チップ（２１）と前記ダイアフラム（２０）との界面における界面と平行な方向へのせん断応力を τ 、該半導体チップ（２１）のチップ端からの距離を X とし、これらせん断応力 τ と距離 X の関係を両対数表示したとき、せん断応力 τ が $\tau = K X^{0.4}$ （ $K \leq 17$ ）で示される領域に入るように、前記半導体チップ（２１）のサイズおよび厚みが設定されていることを特徴とする圧力センサ。 10

【請求項 2】

測定対象となる圧力が導入される圧力導入孔（１３）を有し、該圧力導入孔（１３）の先端位置においてダイアフラム（２０）が備えられ一部品によって構成された金属製のハウジング（１０）と、

外部との信号のやりとりを行うためのターミナルピン（５０）を有する樹脂製のコネクタケース（６０）と、

前記ハウジング（１０）のうち前記ダイアフラム（２０）の位置に固定され、前記圧力導入孔（１３）から導入される圧力によって前記ダイアフラム（２０）の変形に応じた電気信号を出力する歪ゲージ（２２）を備えた半導体チップ（２１）と、を備え、 20

前記半導体チップ（２１）は、サイズが $3.0\text{ mm}\square$ 以下で厚みが $30\text{ }\mu\text{ m}$ 以下とされていることを特徴とする圧力センサ。

【請求項 3】

測定対象となる圧力が導入される圧力導入孔（１３）を有し、該圧力導入孔（１３）の先端位置においてダイアフラム（２０）が備えられ一部品によって構成された金属製のハウジング（１０）と、

前記ハウジング（１０）のうち前記ダイアフラム（２０）の位置に固定され、前記圧力導入孔（１３）から導入される圧力によって前記ダイアフラム（２０）の変形に応じた電気信号を出力する歪ゲージ（２２）を備えた半導体チップ（２１）と、を備え、 30

前記半導体チップ（２１）は、サイズが $1.5\text{ mm}\square$ 以下かつ厚みが $40\text{ }\mu\text{ m}$ 以下とされていることを特徴とする圧力センサ。

【請求項 4】

測定対象となる圧力が導入される圧力導入孔（１３）を有し、該圧力導入孔（１３）の先端位置においてダイアフラム（２０）が備えられ一部品によって構成された金属製のハウジング（１０）と、

前記ハウジング（１０）のうち前記ダイアフラム（２０）の位置に固定され、前記圧力導入孔（１３）から導入される圧力によって前記ダイアフラム（２０）の変形に応じた電気信号を出力する歪ゲージ（２２）を備えた半導体チップ（２１）と、を備え、 40

前記半導体チップ（２１）は、サイズが $1.0\text{ mm}\square$ 以下かつ厚みが $50\text{ }\mu\text{ m}$ 以下とされていることを特徴とする圧力センサ。

【請求項 5】

測定対象となる圧力が導入される圧力導入孔（１３）を有し、該圧力導入孔（１３）の先端位置においてダイアフラム（２０）が備えられ一部品によって構成された金属製のハウジング（１０）と、

前記ハウジング（１０）のうち前記ダイアフラム（２０）の位置に固定され、前記圧力導入孔（１３）から導入される圧力によって前記ダイアフラム（２０）の変形に応じた電気信号を出力する歪ゲージ（２２）を備えた半導体チップ（２１）と、を備え、

前記半導体チップ（２１）には該半導体チップ（２１）の表裏を貫通する複数個の穴（ 50

21a～21d)が形成されていることを特徴とする圧力センサ。

【請求項6】

前記複数の穴(21a～21d)は、前記半導体チップ(21)の中心に対して点対称に配置されていることを特徴とする請求項5に記載の圧力センサ。

【請求項7】

測定対象となる圧力が導入される圧力導入孔(13)を有し、該圧力導入孔(13)の先端位置においてダイアフラム(20)が備えられ一部品によって構成された金属製のハウジング(10)と、

前記ハウジング(10)のうち前記ダイアフラム(20)の位置に固定され、前記圧力導入孔(13)から導入される圧力によって前記ダイアフラム(20)の変形に応じた電気信号を出力する歪ゲージ(22)を備えた半導体チップ(21)と、を備え、

前記半導体チップ(21)の外縁には該半導体チップ(21)の表裏を貫通する複数の溝(21e、21f)が形成されていることを特徴とする圧力センサ。

【請求項8】

前記複数の溝(21e、21f)は、前記半導体チップ(21)の中心に対して点対称に配置されていることを特徴とする請求項7に記載の圧力センサ。

【請求項9】

測定対象となる圧力が導入される圧力導入孔(13)を有し、該圧力導入孔(13)の先端位置においてダイアフラム(20)が備えられ一部品によって構成された金属製のハウジング(10)と、

前記ハウジング(10)のうち前記ダイアフラム(20)の位置に固定され、前記圧力導入孔(13)から導入される圧力によって前記ダイアフラム(20)の変形に応じた電気信号を出力する歪ゲージ(22)を備えた半導体チップ(21)と、を備え、

前記半導体チップ(21)は、外形が五角形以上の多角形で構成されていることを特徴とする圧力センサ。

【請求項10】

測定対象となる圧力が導入される圧力導入孔(13)を有し、該圧力導入孔(13)の先端位置においてダイアフラム(20)が備えられ一部品によって構成された金属製のハウジング(10)と、

前記ハウジング(10)のうち前記ダイアフラム(20)の位置に固定され、前記圧力導入孔(13)から導入される圧力によって前記ダイアフラム(20)の変形に応じた電気信号を出力する歪ゲージ(22)を備えた半導体チップ(21)と、を備え、

前記半導体チップ(21)は、凹部(21g)が形成されており、前記歪ゲージのすべてが前記凹部(21g)の内部に形成されるか、若しくは、前記歪ゲージのすべてが前記凹部(21g)の外部に形成された構成となっていることを特徴とする圧力センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属ダイアフラムにゲージ抵抗を形成した圧力センサに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、この種の圧力センサとしては、特許文献1に記載の圧力センサが提案されている。この圧力センサは、圧力導入孔を有する金属製のハウジングと外部との信号のやりとりを行うためのターミナルピンを有する樹脂製のコネクタケースとが一体に接合されるパッケージを備えている。

【0003】

パッケージには、圧力導入孔から導入される圧力に応じた電気信号を生成する検出部が備えられている。この検出部は、半導体チップに例えばP型不純物をドーピングして形成した歪ゲージを備えた構成とされ、金属製のステムの一部を薄肉にすることで構成した金属製のダイアフラムの表面にガラスペースト(低融点ガラス)を介して接合されている。

10

20

30

40

50

【0004】

このような構造の圧力センサにおいては、半導体チップとステムとの熱膨張係数の相違による応力のために半導体チップがステムから剥離してしまわないように、ステムの熱膨張係数ができるだけ半導体チップの熱膨張係数と近似するようにステムの材料が選定されており、従来では、ステムをコバール等で構成している。

【0005】

このようにステムをコバール等で構成しているが、圧力センサが取り付けられる部材の材質によっては腐食の問題などからコバール等が好ましくない場合もあり、また、コバール等が高価であるため、金属製のハウジングの部分に関してはステムと同じ材料にはせず、SUSやアルミニウムもしくは鉄等で構成している。

10

【特許文献1】特開2000-298071号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、ステムとハウジングを異なる種類の金属で構成する場合には、これらを2部品で構成することになり、部品点数の増加を招くと共に、構造が複雑になるという問題がある。また、2部品とするために、圧力センサの体格の大型化を招くし、ステムとハウジングとの結合部分から測定対象となる流体が漏れないようにシールを設けなければならない。そして、シールを設けなければならないために、そのシールの不具合等によって圧力センサが正常に作動しなくなるなどの問題も発生させることになる。

20

【0007】

本発明は上記点に鑑みて、ハウジングにダイアフラムが一体的に構成することができる圧力センサ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】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明では、半導体チップ(21)とダイアフラム(20)との界面における界面と平行な方向へのせん断応力を τ 、該半導体チップ(21)のチップ端からの距離をXとし、これらせん断応力 τ と距離Xの関係を両対数表示したとき、せん断応力 τ が $\tau = KX^{0.4}$ ($K \leq 17$) で示される領域に入るように、半導体チップ(21)のサイズおよび厚みを設定し、測定対象となる圧力が導入される圧力導入孔(13)が形成される金属製のハウジング(10)に直接ダイアフラム(20)を形成することで、ダイアフラム(20)がハウジング(10)に一部品として形成される構造としたことを第1の特徴としている。

30

【0009】

このように、半導体チップ(21)のサイズと厚みの関係から、半導体チップ(21)の熱膨張を小さく抑えることで応力の影響を抑制しつつ、半導体チップ(21)の厚みを薄くすることで応力を小さくできる。このため、半導体チップ(21)のダイアフラム(20)からの剥離を防止することが可能となる。

【0010】

そして、このように半導体チップ(21)のサイズおよび厚みの関係のみによって半導体チップ(21)のダイアフラム(20)からの剥離を防止できるため、半導体チップ(21)を固定するダイアフラム(20)を半導体チップ(21)の熱膨張係数に近似した熱膨張係数となる材料で構成する必要が無くなり、材料の自由度を向上させることが可能となる。このため、ダイアフラム(20)をハウジング(10)と同じ材質の金属で構成することができ、ハウジング(10)にダイアフラム(20)を一体的に形成した構造とすることが可能となる。これにより、ダイアフラム(20)をハウジング(10)と別部材で構成することにより発生する不具合を無くすることが可能となる。

40

【0011】

例えば、半導体チップ(21)をサイズが3.0mm□以下で厚みが30 μ m以下、サイズが1.5mm□以下かつ厚みが40 μ m以下、もしくは、サイズが1.0mm□以下

50

かつ厚みが50 μm以下のいずれかで構成することができる。

【0012】

また、本発明では、半導体チップ(21)には該半導体チップ(21)の表裏を貫通する複数の穴(21a~21d)を形成することを第2の特徴としている。

【0013】

このように、半導体チップ(21)に複数の穴(21a~21d)を備えることによって、熱膨張もしくは熱収縮に起因する応力を緩和することができる。このため、上記第1の特徴と同様に、ハウジング(10)にダイアフラム(20)を一体的に形成した構造とすることが可能となり、上記と同様の効果を得ることができる。

【0014】

なお、この場合、複数の穴(21a~21d)を半導体チップ(21)の中心に対して点対称に配置されるようにすると応力分布が均一となるため、好ましい。

【0015】

また、本発明では、半導体チップ(21)の外縁に該半導体チップ(21)の表裏を貫通する複数の溝(21e、21f)を形成することを第3の特徴としている。

【0016】

このように、半導体チップ(21)に複数の溝(21e、21f)を備えることによって、熱膨張もしくは熱収縮に起因する応力を緩和することができる。このため、上記第1の特徴と同様に、ハウジング(10)にダイアフラム(20)を一体的に形成した構造とすることが可能となり、上記と同様の効果を得ることができる。

【0017】

なお、この場合にも、複数の溝(21e、21f)を半導体チップ(21)の中心に対して点対称に配置されるようにすると応力分布が均一となるため、好ましい。

【0018】

また、本発明では、半導体チップ(21)の外形を五角形以上の多角形で構成することを第4の特徴としている。

【0019】

このように、半導体チップ(21)の外形を五角形以上の多角形で構成することによっても、熱膨張もしくは熱収縮に起因する応力を緩和することができる。このため、上記第1の特徴と同様に、ハウジング(10)にダイアフラム(20)を一体的に形成した構造とすることが可能となり、上記と同様の効果を得ることができる。

【0020】

さらに、本発明では、半導体チップ(21)に凹部(21g)を形成し、歪ゲージ(22)のすべてが凹部(21g)の内部に形成されるか、若しくは、歪ゲージ(22)のすべてが凹部(21g)の外部に形成された構成とすることを第5の特徴としている。

【0021】

このように、半導体チップ(21)に凹部(21g)を設けて薄肉化すれば、熱膨張もしくは熱収縮に起因する応力を緩和することができる。そして、歪ゲージ(22)のすべてが凹部(21g)の内部に形成されるか、若しくは、歪ゲージ(22)のすべてが凹部(21g)の外部に形成されるようにすることで、ダイアフラム(20)を変形したときに歪ゲージ(22)に加わる力が不均一になることを防止できる。これにより、上記第1の特徴と同様に、ハウジング(10)にダイアフラム(20)を一体的に形成した構造とすることが可能となり、上記と同様の効果を得ることができる。

【0022】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付してある。

10

20

30

40

50

【0024】

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態について説明する。図1は、本実施形態の圧力センサ全体の概略断面構成を示す図である。また、図2(a)は、図1の部分拡大図、図2(b)は、図2(a)の上面図である。

【0025】

図1に示すように、金属製のハウジング10とターミナルピン50を有する樹脂製のコネクタケース60とが一体に接合されてなるパッケージ1が構成されている。

【0026】

ハウジング10は、金属製の中空状の円柱部材であり、その一端側の外周面には、被測定体にネジ結合可能なネジ部11が形成されている。このハウジング10の一端側からハウジング10の中心軸に沿って延設されるように、外部からの圧力を開口部12を介して圧力センサ100内へ導入するための圧力導入孔13が形成されている。 10

【0027】

また、ハウジング10の圧力導入孔13の先端位置において、ハウジング10が薄肉化されており、この薄肉化された部分によって圧力により変形可能なダイアフラム20が構成されている。そして、被測定体の圧力が開口部12から圧力導入孔13を通じてダイアフラム20に伝えられるようになっている。

【0028】

ハウジング10の一端側の表面のうちダイアフラム20の位置において、図2(a)、(b)に示すように、ダイアフラム20の変形に応じた電気信号を出力する検出部としての半導体チップ21が備えられている。そして、半導体チップ21が低融点ガラス23を介してハウジング10の一端側の表面に接合されている。 20

【0029】

半導体チップ21は、例えばシリコン基板を用いて形成されており、シリコン基板の表面にP型不純物をドーピングして形成したホイートストンブリッジ状の歪ゲージ22が備えられている。この歪ゲージ22が圧力導入孔13からダイアフラム20に導入された圧力によってダイアフラム20が変形したときに、この変形に応じた抵抗値の変化を電気信号に変換して出力するため、半導体チップ21は、検出部として機能する。

【0030】

具体的には、ハウジング10の開口部12から圧力導入孔13を通じて導入された圧力によりダイアフラム20が変形すると、これに応じてダイアフラム20上においてホイートストンブリッジ状に設置された歪ゲージ22が変形する。このとき、この変形によるピエゾ抵抗効果により、歪ゲージ22の抵抗値が変化する。 30

【0031】

したがって、歪ゲージ22に対して電圧を加え、歪ゲージ22から抵抗値の変化に応じた電気信号を出力させることで、歪ゲージ22に加えられた応力、すなわちハウジング10の開口部12から圧力導入孔13を通じてダイアフラム20に加えられた圧力を検出することができる。

【0032】

また、この半導体チップ21のサイズ(縦×横のサイズ)および厚さは、以下のように設定されている。図3に、半導体チップ21のサイズおよび厚みに対する半導体チップ21のダイアフラム20からの剥離の発生の有無のパラメータKの大きさについて調べた結果を示し、この図を参照して説明する。なお、この図において、パラメータKが約17以上になると、半導体チップ21のダイアフラム20からの剥離が発生することを表している。なお、パラメータKは、半導体チップ21のダイアフラム20からの剥離の発生の有無を表したものであり、以下のようにして求めている。 40

【0033】

まず、歪ゲージ22が形成された半導体チップ21および低融点ガラス23とダイアフラム20との界面における界面と平行な方向へのせん断応力 τ をFEM解析によって求め 50

る。そして、せん断応力 τ と半導体チップ 21 のチップ端からの距離の関係を両対数表示すると、その結果を結ぶ線が $\tau = K X \lambda$ に近似できる。この近似式における K が上述したパラメータ K であり、 λ は近似式の傾き、 X は半導体チップ 21 のチップ端からの距離 (mm) である。なお、 λ は破壊のメカニズムが同じであれば、類似の値となり、解析結果によれば総じて 0.4 となった。

【0034】

このように、剥離の割合が $\tau = K X^{0.4}$ によって示され、実験によると、 $K = 17$ を超えると、半導体チップ 21 がダイアフラム 20 から剥離するため、 $K = 17$ 以下の領域となるように、半導体チップ 21 のサイズおよび厚みを設定する必要がある。

【0035】

具体的には、図 3 に示すように、半導体チップ 21 のサイズが小さくなるほど、半導体チップ 21 のダイアフラム 20 からの剥離の割合が小さくなり、また、半導体チップ 21 の厚さが薄くなるほど、半導体チップ 21 のダイアフラム 20 からの剥離の割合が小さくなっている。これは、半導体チップ 21 のサイズが小さくなるほど、半導体チップ 21 の熱膨張を小さく抑えられるため、応力の影響を抑制できるためと、半導体チップ 21 の厚みが薄くなるほど、応力を小さくすることができるためである。

【0036】

したがって、本実施形態では、この実験結果に基づきパラメータ $K = 17$ 以下になる範囲、つまりサイズが $3.0 \text{ mm} \square$ かつ厚みが $30 \mu\text{m}$ 以下、サイズが $1.5 \text{ mm} \square$ かつ厚みが $40 \mu\text{m}$ 以下、もしくは、サイズが $1.0 \text{ mm} \square$ かつ厚みが $50 \mu\text{m}$ 以下のいずれかとなるように、半導体チップ 21 のサイズおよび厚さを設定している。このため、半導体チップ 21 のダイアフラム 20 からの剥離が発生することを防止できる構造となっている。

【0037】

また、ハウジング 10 の一端側の表面には、基板 30 も配置されている。基板 30 は、半導体チップ 21 (歪ゲージ 22) から出力された電気信号を受け取り、この電気信号に応じた出力信号を作成するものであり、具体的には、信号変換機能などを有する IC チップ 31 や、半導体チップ 21 の出力する電気信号の処理を行うと共にそれに応じた出力信号を発生させる信号処理回路、配線パターンなどを備えたものである。

【0038】

半導体チップ 21 と基板 30 とは、ボンディングワイヤ 32 で結線されて電氣的に接続されている。それによって、半導体チップ 21 の信号が、基板 30 に配置された回路および IC チップ 31 に入力されるようになっている。

【0039】

また、バネ部材としてのバネターミナル 40 は、基板 30 内の上記回路とターミナルピン 50 とを電氣的に接続するものであり、一枚の金属板の両側が折り曲げられることでバネ状とされている。このバネターミナル 40 は、導電接着剤などを介して基板 30 に直接接着されるとともに、バネターミナル 40 のバネとされる部分がターミナルピン 50 の下端部に当接されており、基板 30 とターミナルピン 50 との間における電氣的な接続が行えるようにしている。

【0040】

ここで、ターミナルピン 50 とコネクタケース 60 とは、インサート成形などにより一体に固定されている。そして、ターミナルピン 50 の上端部が図示しない外部コネクタなどに接続されることで、圧力センサ 100 の外部にある相手側回路等へ配線部材を介して電氣的に接続されるようになっている。

【0041】

コネクタケース 60 は、圧力センサ 100 で検出された圧力値の信号を外部に出力するためのコネクタ、いわゆるケースプラグを為すものである。このコネクタケース 60 は、樹脂により成形されている。

【0042】

10

20

30

40

50

そして、図 1 に示されるように、この圧力センサにおいては、ハウジング 10 の他端側（図 5 中の上端側）の端部が、コネクタケース 60 の段差部に対してかしめ固定されている。それにより、コネクタケース 60 とハウジング 10 とは一体化して接合され上記パッケージ 1 を構成しており、該パッケージ 1 内部の半導体チップ 21、基板 30、電氣的接続部等が湿気・機械的外力より保護されるようになっている。

【0043】

なお、コネクタケース 60 の外周部とハウジング 10 の内周部との間には O リング 80 が配置され、これらの間のシールが確保されている。

【0044】

以上のように本実施形態の圧力センサ 100 が構成されている。このように構成された圧力センサ 100 によれば、半導体チップ 21 のサイズおよび厚みを上記のような関係、すなわち、サイズが 3.0 mm □ かつ厚みが 30 μm 以下、サイズが 1.5 mm □ かつ厚みが 40 μm 以下、もしくは、サイズが 1.0 mm □ かつ厚みが 50 μm 以下のいずれかとなるようにしている。

【0045】

このように、半導体チップ 21 のサイズと厚みの関係から、半導体チップ 21 の熱膨張を小さく抑えることで応力の影響を抑制しつつ、半導体チップ 21 の厚みを薄くすることで応力を小さくできる。このため、半導体チップ 21 のダイアフラム 20 からの剥離を防止することが可能となる。

【0046】

そして、このように半導体チップ 21 のサイズおよび厚みの関係のみによって半導体チップ 21 のダイアフラム 20 からの剥離を防止できるため、半導体チップ 21 を固定するダイアフラム 20 を半導体チップ 21 の熱膨張係数に近似した熱膨張係数となる材料で構成する必要が無くなり、材料の自由度を向上させることが可能となる。このため、上述したように、ダイアフラム 20 をハウジング 10 と同じ材質、例えば SUS やアルミニウムもしくは鉄系の金属で構成することができ、ハウジング 10 にダイアフラム 20 を一体的に形成した構造とすることが可能となる。これにより、ダイアフラム 20 をハウジング 10 と別部材で構成することにより発生する不具合、すなわち部品点数の増加や、構造が複雑になるという問題、さらには、ハウジング 10 とダイアフラム 20 を構成する部品（システム）の結合部分から測定対象となる流体が漏れないようにシールを設けなければならないか、そのシールの不具合等によって圧力センサが正常に作動しなくなるなどの問題を無くすることが可能となる。

【0047】

（第 2 実施形態）

本発明の第 2 実施形態について説明する。本実施形態の圧力センサ 100 は、第 1 実施形態に対して半導体チップ 21 の構造を変更したものであり、その他に関しては第 1 実施形態と同様であるため、第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【0048】

図 4 (a) は、本実施形態の圧力センサ 100 における半導体チップ 21 の近傍の上面図、図 4 (b) は、図 4 (a) の A-A 断面である。図 4 (a)、(b) に示すように、本実施形態では、半導体チップ 21 の形状が第 1 実施形態と異なる。

【0049】

具体的には、半導体チップ 21 に複数の穴 21a ~ 21d が形成してあり、この穴 21a ~ 21d によって熱膨張や熱収縮を抑制し、半導体チップ 21 とダイアフラム 20 の熱膨張係数の相違による応力が低減できるようにしている。これらの穴 21a ~ 21d の配置場所は半導体チップ 21 中のどこであっても構わないが、半導体チップ 21 の中心に対して点对称となる位置に配置されるようにすると、半導体チップ 21 における応力分布が均一となるため、好ましい。

【0050】

このような構造としても、半導体チップ 21 の形状のみによって半導体チップ 21 のダ

ダイヤフラム 20 からの剥離を防止できるため、半導体チップ 21 を固定するダイヤフラム 20 を半導体チップ 21 の熱膨張係数に近似した熱膨張係数となる材料で構成する必要が無くなり、材料の自由度を向上させることが可能となる。したがって、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0051】

(第 3 実施形態)

本発明の第 3 実施形態について説明する。本実施形態の圧力センサ 100 も、第 1 実施形態に対して半導体チップ 21 の構造を変更したものであり、その他に関しては第 1 実施形態と同様であるため、第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【0052】

図 5 は、本実施形態の圧力センサ 100 における半導体チップ 21 の近傍の上面図である。この図に示すように、本実施形態も第 2 実施形態と同様に、半導体チップ 21 の形状が第 1 実施形態と異なる。

【0053】

具体的には、半導体チップ 21 の外縁に複数の溝 21 e、21 f が形成してあり、この溝 21 e、21 f によって熱膨張や熱収縮を抑制し、半導体チップ 21 とダイヤフラム 20 の熱膨張係数の相違による応力が低減できるようにしている。これらの溝 21 e、21 f の配置場所は半導体チップ 21 中のどこであっても構わないが、半導体チップ 21 の中心に対して点対称となる位置に配置されるようにすると、半導体チップ 21 における応力分布が均一となるため、好ましい。

【0054】

このような構造としても、半導体チップ 21 の形状のみによって半導体チップ 21 のダイヤフラム 20 からの剥離を防止できるため、半導体チップ 21 を固定するダイヤフラム 20 を半導体チップ 21 の熱膨張係数に近似した熱膨張係数となる材料で構成する必要が無くなり、材料の自由度を向上させることが可能となる。したがって、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0055】

(第 4 実施形態)

本発明の第 4 実施形態について説明する。本実施形態の圧力センサ 100 も、第 1 実施形態に対して半導体チップ 21 の構造を変更したものであり、その他に関しては第 1 実施形態と同様であるため、第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【0056】

図 6 は、本実施形態の圧力センサ 100 における半導体チップ 21 の近傍の上面図である。この図に示すように、本実施形態も第 2 実施形態と同様に、半導体チップ 21 の形状が第 1 実施形態と異なる。

【0057】

具体的には、四角形状であった半導体チップ 21 の 4 隅を面取りし、八角形状としてある。つまり、半導体チップ 21 の外形を円形に近づけている。このような構造とした場合、半導体チップ 21 の外形形状が熱膨張もしくは熱収縮により発生する応力を緩和することが可能となる。

【0058】

このように、半導体チップ 21 の形状のみによって半導体チップ 21 のダイヤフラム 20 からの剥離を防止できるため、半導体チップ 21 を固定するダイヤフラム 20 を半導体チップ 21 の熱膨張係数に近似した熱膨張係数となる材料で構成する必要が無くなり、材料の自由度を向上させることが可能となる。したがって、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0059】

なお、ここでは半導体チップ 21 の外形を八角形状としたが、四角形以上の多角形（好ましくは正多角形）であれば、半導体チップ 21 を四角形状とした場合と比べて、応力を緩和する効果を得ることができる。

10

20

30

40

50

【0060】

(第5実施形態)

本発明の第5実施形態について説明する。本実施形態の圧力センサ100も、第1実施形態に対して半導体チップ21の構造を変更したものであり、その他に関しては第1実施形態と同様であるため、第1実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【0061】

図7は、本実施形態の圧力センサ100における半導体チップ21の近傍の断面図である。この図に示すように、本実施形態も第2実施形態と同様に、半導体チップ21の形状が第1実施形態と異なる。

【0062】

具体的には、四角形状であった半導体チップ21の中央部に凹部21gを設けることで薄肉化している。凹部21gは例えば上面形状が正方形等の正多角形や円形などで構成され、半導体チップ21の中心に対して点対称となる形状とされている。そして、この凹部21g内にすべての歪ゲージ22が形成されるようにしている。このような構造とした場合、薄肉化された凹部21gによって半導体チップ21の熱膨張もしくは熱収縮により発生する応力を緩和することが可能となる。また、ダイアフラム20が変形したときに歪ゲージ22に加わる力が不均一になることが防止できる。

【0063】

このように、半導体チップ21の形状のみによって半導体チップ21のダイアフラム20からの剥離を防止できるため、半導体チップ21を固定するダイアフラム20を半導体チップ21の熱膨張係数に近似した熱膨張係数となる材料で構成する必要がなくなり、材料の自由度を向上させることが可能となる。したがって、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0064】

なお、本実施形態では、半導体チップ21の中央部に凹部21gを設けるようにしたが、半導体チップ21の外縁部分を薄肉化し、凹部21gの内側の形状（凹部21gによって囲まれる形状）が正方形等の正多角形もしくは円形などであっても良い。また、凹部21内にすべての歪ゲージ22が形成されるようにしたが、逆に、すべての歪ゲージ22が凹部21gに形成されないようにしても良い。

【0065】

(他の実施形態)

上記第1実施形態では、半導体チップ21のサイズが3.0mm□かつ厚みが30μm以下、サイズが1.5mm□かつ厚みが40μm以下、もしくは、サイズが1.0mm□かつ厚みが50μm以下となるようにしているが、これらは単なる一例を示したものであり、サイズと厚みとの関係に関して、上述した各厚みに対して上述したサイズ以下としても良い。すなわち、半導体チップ21の厚みが30μm以下の場合にはサイズが3.0mm□以下、厚みが40μm以下の場合にはサイズが1.5mm□以下、もしくは、厚みが50μm以下の場合にはサイズが1.0mm□以下とすることができる。

【0066】

また、上記実施形態では、半導体チップ21と基板30に備えられた信号処理回路などを別々に構成したが、半導体チップ21に信号処理回路などを作りこんだ構成としても良い。この場合、例えば、図8に示す半導体チップ21の上面図に示したように、歪ゲージ22を半導体チップ21の四辺のそれぞれに配置し、それ以外の領域に信号処理回路などの回路部24が配置されるような形態とすることができる。

【0067】

なお、上記各実施形態では、半導体チップ21のサイズや厚み、もしくは形状に基づいて熱膨張もしくは熱収縮に起因する応力を緩和するようにしているが、ここで示した各実施形態の構造はそれぞれ単独で採用しても良いが、組み合わせて採用すれば、より上記効果を得ることができるため、有効である。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【0068】

【図1】本発明の第1実施形態に係る圧力センサ100の概略断面構成を示す図である。

【図2】(a)は、図1の部分拡大図、(b)は、(a)の上面図である。

【図3】半導体チップ21のサイズおよび厚みに対する半導体チップ21のダイアフラム20からの剥離の発生の有無のパラメータKの大きさについて調べた結果を示した図である。

【図4】(a)は、本発明の第2実施形態に係る圧力センサ100における半導体チップ21の近傍の上面図、(b)は、(a)のA-A断面である。

【図5】本発明の第3実施形態に係る圧力センサ100に備えられた半導体チップ21の近傍の断面図である。

10

【図6】本発明の第4実施形態に係る圧力センサ100に備えられた半導体チップ21の近傍の断面図である。

【図7】本発明の第5実施形態に係る圧力センサ100に備えられた半導体チップ21の近傍の断面図である。

【図8】他の実施形態に係る圧力センサ100に備えられた半導体チップ21の上面図である。

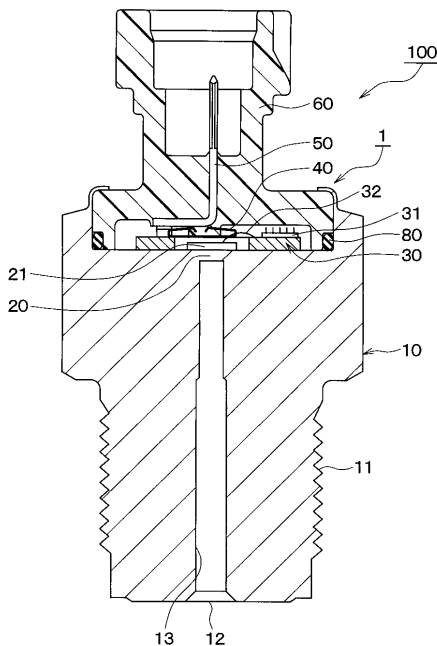
【符号の説明】

【0069】

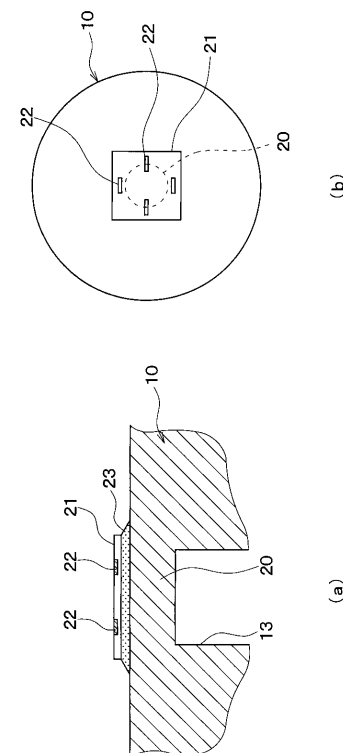
1…パッケージ、10…ハウジング、13…圧力導入孔、20…ダイアフラム、21…半導体チップ、21a～21d…穴、21e…溝、21g…凹部、23…低融点ガラス、30…基板、100…圧力センサ。

20

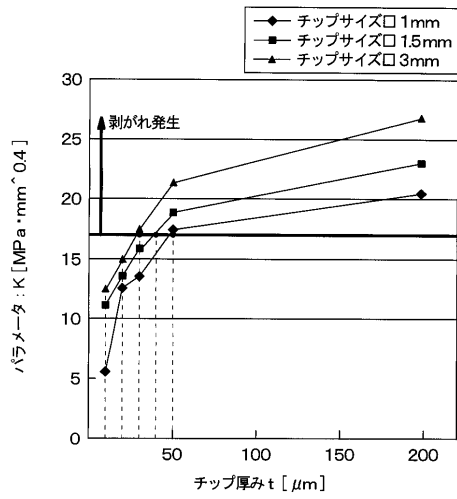
【図1】



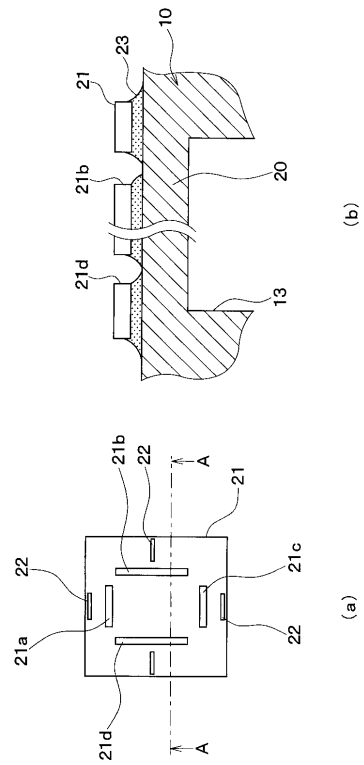
【図2】



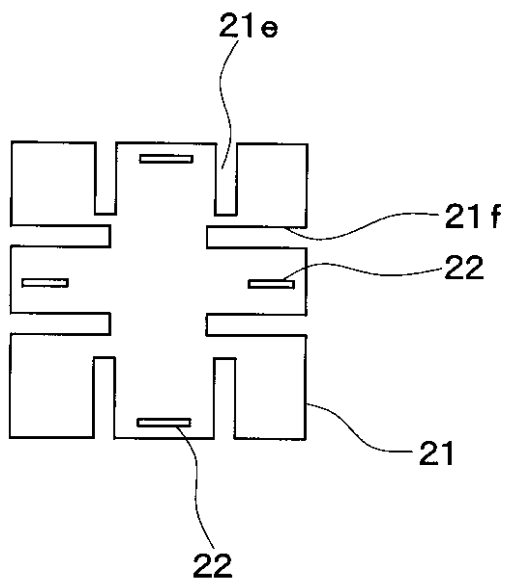
【図 3】



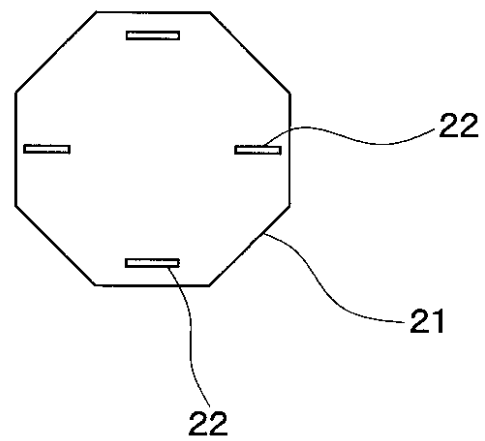
【図 4】



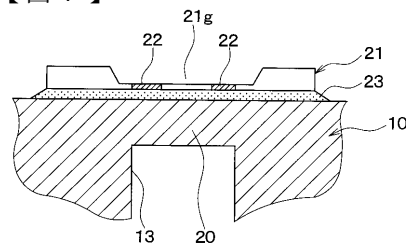
【図 5】



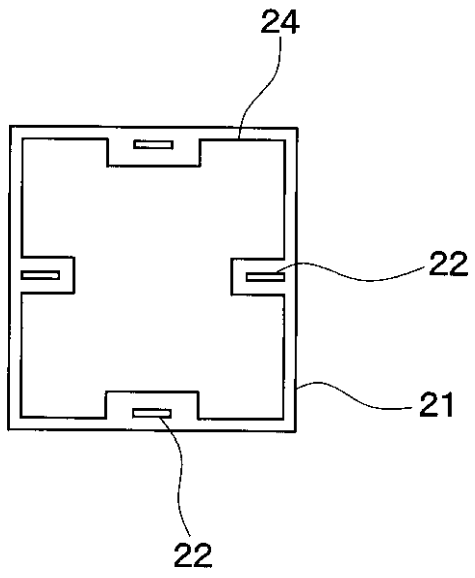
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 治

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

Fターム(参考) 2F055 AA40 BB20 CC02 DD01 DD05 EE14 EE15 FF01 FF15 FF23

GG15 GG16

4M112 AA01 BA01 CA01 CA03 CA08 CA13 DA18 FA20 GA01