

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-91384

(P2010-91384A)

(43) 公開日 平成22年4月22日(2010.4.22)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)	
GO 1 L	9/00	(2006.01)	GO 1 L	9/00	3 O 3 E	2 F O 5 5
GO 1 L	13/06	(2006.01)	GO 1 L	13/06	R	4 M 1 1 2
HO 1 L	29/84	(2006.01)	HO 1 L	29/84	B	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2008-260954 (P2008-260954)	(71) 出願人	000006666
(22) 出願日	平成20年10月7日 (2008. 10. 7)		株式会社山武
			東京都千代田区丸の内2丁目7番3号
		(74) 代理人	100103894
			弁理士 冢入 健
		(74) 代理人	100129953
			弁理士 岩瀬 康弘
		(74) 代理人	100142011
			弁理士 小泓 正博
		(74) 代理人	100144428
			弁理士 須藤 雄一郎
		(74) 代理人	100148758
			弁理士 堀 美香

最終頁に続く

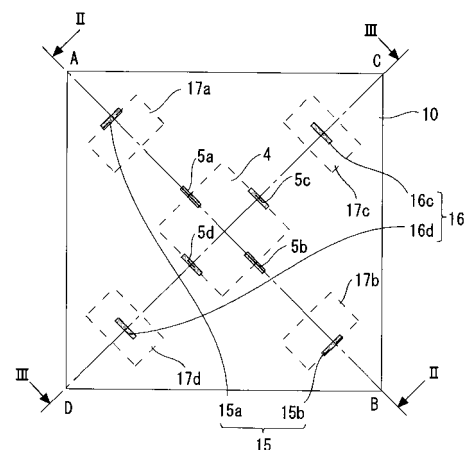
(54) 【発明の名称】 圧力センサ

(57) 【要約】

【課題】 小型で高性能な圧力センサを提供すること。

【解決手段】 本発明にかかる圧力センサは、差圧用ダイアフラム4と、差圧用ダイアフラム4の外周部に設けられた静圧用ダイアフラム17と、差圧用ダイアフラム4を挟んで配置された2つの静圧用ゲージ15a、15bを有し、静圧用ダイアフラム17の端部に形成された第1の静圧用ゲージペア15と、差圧用ダイアフラム4を挟んで配置された2つの静圧用ゲージ16c、16dを有し、静圧用ダイアフラム17の中央部に形成された第2の静圧用ゲージペア16と、を備えたものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、
前記基板の中央部に設けられた差圧用ダイアフラムと、
前記差圧用ダイアフラムに設けられた差圧用ゲージと、
前記差圧用ダイアフラムの外周部に設けられた静圧用ダイアフラムと、
前記差圧用ダイアフラムを挟んで配置された 2 つの静圧用ゲージを有し、前記静圧用ダイアフラムの端部に形成された第 1 の静圧用ゲージペアと、
前記差圧用ダイアフラムを挟んで配置された 2 つの静圧用ゲージを有し、
前記静圧用ダイアフラムの中央部に形成された第 2 の静圧用ゲージペアと、を備えた圧力センサ。 10

【請求項 2】

前記第 1 の静圧用ゲージペアを結ぶ直線と、前記第 2 の静圧用ゲージペアを結ぶ直線とが直交する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】

前記第 1 の静圧用ゲージペアを結ぶ直線と、前記第 2 の静圧用ゲージペアを結ぶ直線とが一致することを特徴とする請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 4】

前記第 1 の静圧用ゲージペアに含まれる 2 つの静圧用ゲージが、前記静圧用ダイアフラムの基板中心側の端部、又は基板端側の端部に形成されている請求項 1、又は 2 に記載の圧力センサ。 20

【請求項 5】

前記第 1 及び第 2 の静圧用ゲージペアに含まれる 4 つの静圧用ゲージに対応して、前記静圧用ダイアフラムが 4 つ設けられており、

前記差圧用ダイアフラムの中心に対する径方向に沿って、4 つの前記静圧検出ダイアフラムの短手方向が配置されている請求項 1、又は 2 に記載の圧力センサ。

【請求項 6】

前記第 1 及び第 2 の静圧用ゲージペアに含まれる 4 つの静圧用ゲージに対応して、前記静圧用ダイアフラムが 2 つ設けられており、

前記差圧用ダイアフラムの中心に対する径方向に沿って、2 つの前記静圧検出ダイアフラムの短手方向が配置されている請求項 1 又は 3 に記載の圧力センサ。 30

【請求項 7】

前記第 1 及び第 2 の静圧用ゲージペアに含まれる 4 つの静圧用ゲージが、前記静圧用ダイアフラムの短手方向と垂直な方向に沿って形成されている請求項 5、又は 6 に記載の圧力センサ。

【請求項 8】

前記静圧用ダイアフラムが、長方形であることを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の圧力センサ。

【請求項 9】

前記静圧用ダイアフラムが、前記差圧用ダイアフラムを囲むような円輪状に形成され、
前記第 1 及び第 2 の静圧用ゲージペアに含まれる 4 つの静圧用ゲージが、円輪状の前記静圧用ダイアフラムの周方向において、形成されている請求項 1 に記載の圧力センサ。 40

【請求項 10】

前記差圧用ダイアフラムが円形になっている請求項 9 に記載の圧力センサ。

【請求項 11】

円輪状の前記静圧用ダイアフラムと円形の前記差圧用ダイアフラムとが、同心円状に配置されている請求項 9 に記載の圧力センサ。

【請求項 12】

前記基板が円形であることを特徴とする請求項 9 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の圧力センサ。 50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧力センサに関し、特に詳しくは、ダイアフラムを有する圧力センサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体の圧電抵抗効果を利用した圧力センサが、小型、軽量、高感度であることから、工業計測、医療などの分野で広く利用されている。このような圧力センサでは、半導体基板上にダイアフラムが形成されている。そして、ダイアフラムに歪ゲージが形成されている。ダイアフラムに加わる圧力によって、歪ゲージが変形する。圧電抵抗効果による歪ゲージの抵抗変化を検出して、圧力を測定している。

10

【0003】

また、クロストークを低減するために、静圧検出用のゲージを最適位置に設けた圧力センサが開示されている（特許文献1）。特許文献1の圧力センサでは、センサチップと台座との接合部の外側に、静圧検出用ゲージを設けている。具体的には、センサチップの中央に、正方形の差圧用ダイアフラムを形成している。そして、差圧用ダイアフラムの周縁部又は中心部に差圧検出用ゲージを設けている。差圧用ダイアフラムの外側に静圧検出用ゲージを設けている。

20

【0004】

さらに、半導体基板上に、静圧検出用のダイアフラムを設けたものが開示されている（特許文献2）。特許文献2の圧力センサでは、円形の差圧用ダイアフラムの外周に、円輪状の静圧用ダイアフラムが形成されている。そして、静圧用ダイアフラムには、4つの静圧用ゲージが形成されている。周方向において、4つの静圧用ゲージは等間隔に配置されている。すなわち、2つの静圧用ゲージが差圧用ダイアフラムを挟んで対向するように配置されている。静圧用ダイアフラムを形成することで、静圧の感度を向上することができる。

【0005】

上記のように、歪によって抵抗が変化する圧電抵抗素子がゲージとして用いられている。すなわち、圧力によって生じた半導体基板の歪に応じて、圧電抵抗素子の抵抗が変化する。ブリッジ回路によって抵抗の変化量を検出することで、圧力を測定することができる。

30

【0006】

【特許文献1】特開2002—277337号公報

【特許文献2】特開平6-213746号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

圧電抵抗素子は、測定雰囲気温度によって影響を受けてしまう。例えば、半導体基板とガラス台座などの熱膨張係数の違いによって、熱応力が発生する。この熱応力によって、半導体基板上のゲージに歪が生じる。従って、測定雰囲気温度が異なる場合、測定誤差の原因となってしまふ。

40

【0008】

また、圧力センサにおいて、小型化を図るためには、ダイアフラムを小さくする必要がある。しかしながら、ダイアフラムを小さくすると、測定感度が低下してしまう。例えば、静圧検出用ダイアフラムのアスペクト比（縦横比）を一定にすれば、応力のピーク値は一定となる。しかしながら、アスペクト比を一定としても、ダイアフラムを小さくすると、応力のピーク幅が小さくなる。このため、感度を十分に取ることが困難になってしまう。換言すると、測定感度を高くするためにダイアフラムを大きくすると、圧力センサの小型化を図ることが困難になってしまう。

50

【 0 0 0 9 】

このように、小型で高性能な圧力センサを実現することが困難であるという問題点がある。

【 0 0 1 0 】

本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、小型で高性能な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】

【 0 0 1 1 】

本発明の第 1 の態様にかかる圧力センサは、基板と、前記基板の中央部に設けられた差圧用ダイアフラムと、前記差圧用ダイアフラムに設けられた差圧用ゲージと、前記差圧用ダイアフラムの外周部に設けられた静圧用ダイアフラムと、前記差圧用ダイアフラムを挟んで配置された 2 つの静圧用ゲージを有し、前記静圧用ダイアフラムの端部に形成された第 1 の静圧用ゲージペアと、前記差圧用ダイアフラムを挟んで配置された 2 つの静圧用ゲージを有し、前記静圧用ダイアフラムの中央部に形成された第 2 の静圧用ゲージペアと、を備えたものである。これにより、圧力センサを小型化した場合でも、測定感度の低下を抑制することができる。また、温度変化による測定誤差を抑制することができる。よって、小型で高性能な圧力センサを実現することができる。

10

【 0 0 1 2 】

本発明の第 2 の態様にかかる圧力センサは、上記の圧力センサであって、前記第 1 の静圧用ゲージペアを結ぶ直線と、前記第 2 の静圧用ゲージペアを結ぶ直線とが直交するように配置するものである。これにより、圧力センサを小型化した場合でも、測定感度の低下を抑制することができる。また、温度変化による測定誤差を抑制することができる。よって、小型で高性能な圧力センサを実現することができる。

20

【 0 0 1 3 】

本発明の第 3 の態様にかかる圧力センサは、上記の圧力センサであって、前記第 1 の静圧用ゲージペアを結ぶ直線と、前記第 2 の静圧用ゲージペアを結ぶ直線とが一致するように配置するものである。これにより、圧力センサを小型化した場合でも、測定感度の低下を抑制することができる。また、温度変化による測定誤差を抑制することができる。よって、小型で高性能な圧力センサを実現することができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の第 4 の態様にかかる圧力センサは、上記の圧力センサであって、前記第 1 の静圧用ゲージペアに含まれる 2 つの静圧用ゲージが、前記静圧用ダイアフラムの基板中心側の端部、又は基板端側の端部に形成されているものである。これにより、測定感度、及び温度特性を向上することができる。

30

【 0 0 1 5 】

本発明の第 5 の態様にかかる圧力センサは、上記の第 2 の態様にかかる圧力センサであって、前記第 1 及び第 2 の静圧用ゲージペアに含まれる 4 つの静圧用ゲージに対応して、前記静圧用ダイアフラムが 4 つ設けられており、前記差圧用ダイアフラムの中心に対する径方向に沿って、4 つの前記静圧検出ダイアフラムの短手方向が配置されているものである。これにより、測定感度、及び温度特性を向上することができる。

40

【 0 0 1 6 】

本発明の第 6 の態様にかかる圧力センサは、上記の第 3 の態様にかかる圧力センサであって、前記第 1 及び第 2 の静圧用ゲージペアに含まれる 4 つの静圧用ゲージに対応して、前記静圧用ダイアフラムが 2 つ設けられており、前記差圧用ダイアフラムの中心に対する径方向に沿って、2 つの前記静圧検出ダイアフラムの短手方向が配置されているものである。これにより、測定感度、及び温度特性を向上することができる。

【 0 0 1 7 】

本発明の第 7 の態様にかかる圧力センサは、上記の圧力センサであって、前記第 1 及び第 2 の静圧用ゲージペアに含まれる 4 つの静圧用ゲージが、前記静圧用ダイアフラムの短手方向と垂直な方向に沿って形成されているものである。これにより、測定感度を向上す

50

ることができる。

【0018】

本発明の第8の態様にかかる圧力センサは、上記の第5又は6の態様にかかる圧力センサであって、前記静圧用ダイアフラムが、長方形であることを特徴とするものである。これにより、測定感度、及び温度特性を向上することができる。

【0019】

本発明の第9の態様にかかる圧力センサは、上記の圧力センサであって、前記静圧用ダイアフラムが、前記差圧用ダイアフラムを囲むような円輪状に形成され、前記第1及び第2の静圧用ゲージペアに含まれる4つの静圧用ゲージが、円輪状の前記静圧用ダイアフラムの周方向において、形成されているものである。これにより、測定感度、及び温度特性を向上することができる。

10

【0020】

本発明の第10の態様にかかる圧力センサは、上記の圧力センサであって、前記差圧用ダイアフラムが円形になっているものである。これにより、測定感度、及び温度特性を向上することができる。

【0021】

本発明の第11の態様にかかる圧力センサは、上記の圧力センサであって、円輪状の前記静圧用ダイアフラムと円形の前記差圧用ダイアフラムとが、同心円状に配置されているものである。これにより、測定感度、及び温度特性を向上することができる。

【0022】

20

本発明の第12の態様にかかる圧力センサは、上記の圧力センサであって、前記基板が円形であることを特徴とするものである。これにより、測定感度、及び温度特性を向上することができる。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、小型で高性能な圧力センサを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

発明の実施の形態1.

以下では、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。図1は、本実施の形態にかかる圧力センサに用いられているセンサチップの構成を示す上面図である。図2は、図1のII-II断面図であり、図3は、III-III断面図である。本実施の形態にかかる圧力センサは、半導体の圧電抵抗効果を利用した半導体圧力センサである。

30

【0025】

圧力センサは、半導体基板からなるセンサチップ10を有している。センサチップ10は、正方形状になっている。図1に示すように、正方形状のセンサチップ10の各頂点をA、B、C、Dとする。図1に示すように、左上の角を角A、右下の角を角B、右上の角を角C、左下の角を角Dとする。角Aと角Bとを結ぶ対角線を対角線ABとする。角Cと角Dとを結ぶ対角線を対角線CDとする。センサチップ10は、正方形であるため、対角線ABと対角線CDは直交する。

40

【0026】

図2に示すように、センサチップ10は、基台となる第1半導体層1、絶縁層2、及び第2半導体層3の3層構造になっている。例えば、センサチップ10として、第1半導体層1と、0.5 μ m程度の厚さの絶縁層2、及び第2半導体層3からなるSOI(Silicon On Insulator)基板を用いることができる。第1半導体層1及び第2半導体層3は、例えば、n型単結晶シリコン層から構成されている。絶縁層2は、例えば、SiO₂層から構成されている。第1半導体層1の上に、絶縁層2が形成されている。また、絶縁層2の上に、第2半導体層3が形成されている。従って、第1半導体層1と第2半導体層3の間に、絶縁層2が配設されている。絶縁層2は、第1半導体層1を工

50

ッティングする際に、エッチングストッパとして機能する。第2半導体層3は、差圧用ダイアフラム4を構成している。図2に示すように、差圧用ダイアフラム4はチップの中央部分に配設されている。

【0027】

センサチップ10の中央部には、差圧を検出するための差圧用ダイアフラム4が設けられている。図2に示すように、第1半導体層1が除去されることで、差圧用ダイアフラム4が形成される。すなわち、差圧用ダイアフラム4では、センサチップ10が薄くなっている。ここでは、図1に示すように、差圧用ダイアフラム4は、正形状に形成されている。また、差圧用ダイアフラム4の中心と、センサチップ10の中心は一致している。すなわち、センサチップ10の中心点は、対角線ABと対角線CDの交点上にある。そして、差圧用ダイアフラム4は、正形状のセンサチップ10に対して、45°傾いて配置されている。従って、対角線ABは、差圧用ダイアフラム4の対向する2辺の中心を垂直に通る。また、対角線CDは、差圧用ダイアフラム4の対向する他の2辺の中心を垂直に通る。

10

【0028】

差圧用ダイアフラム4の表面には、差圧用ゲージ5a~5dが設けられている。これらの4つの差圧用ゲージ5a~5dをまとめて差圧用ゲージ5と称する。差圧用ゲージ5が、差圧用ダイアフラム4の端部に設けられている。すなわち、差圧用ゲージ5は差圧用ダイアフラム4の周縁部上に形成されている。ここで、正方形の差圧用ダイアフラム4の各辺に、1つずつ差圧用ゲージ5が設けられている。差圧用ゲージ5は、差圧用ダイアフラム4の各辺の中央に設けられている。従って、差圧用ダイアフラム4の中心と角Aの間には、差圧用ゲージ5aが配置されている。差圧用ダイアフラム4の中心と角Bの間には、差圧用ゲージ5bが配置され、差圧用ダイアフラム4の中心と角Cの間には、差圧用ゲージ5cが配置され、差圧用ダイアフラム4の中心と角Dの間には、差圧用ゲージ5dが配置されている。差圧用ゲージ5aと差圧用ゲージ5bは、センサチップ10の中心を挟んで対向する。差圧用ゲージ5cと差圧用ゲージ5dは、センサチップ10の中心を挟んで対向する。

20

【0029】

差圧用ゲージ5はピエゾ抵抗効果を有する歪ゲージである。従って、センサチップ10が歪むと、各差圧用ゲージ5a~5dの抵抗が変化する。なお、センサチップの上面には、各差圧用ゲージ5a~5dと接続される配線（不図示）が形成される。例えば、各差圧用ゲージ5a~5dの両端に配線が接続されている。この配線によって、4つの差圧用ゲージ5がブリッジ回路に結線されている。差圧用ダイアフラム4によって隔てられた空間の圧力差によって、差圧用ダイアフラム4が変形する。差圧用ゲージ5は、差圧用ダイアフラム4の変形量に応じて抵抗が変化する。この抵抗変化を検出することで、圧力を測定することができる。差圧用ゲージ5は、図2、及び図3に示すように、センサチップ10の表面に形成されている。

30

【0030】

4つの差圧用ゲージ5a~5dは、互いに平行に配置されている。すなわち、4つの差圧用ゲージ5a~5dの長手方向は対角線ABに沿って設けられている。そして差圧用ゲージ5a~5dの長手方向の両端に、配線（不図示）が接続される。差圧用ゲージ5は、センサチップ10の結晶面方位（100）において、ピエゾ抵抗係数が最大となる<110>の結晶軸方向と平行に形成される。

40

【0031】

さらに、センサチップ10には、4つの静圧用ダイアフラム17a~17dが設けられている。これら4つの静圧用ダイアフラム17a~17dをまとめて静圧用ダイアフラム17と称する。図2に示すように、第1半導体層1が除去されることで、静圧用ダイアフラム17が形成される。すなわち、静圧用ダイアフラム17では、センサチップ10が薄くなっている。静圧用ダイアフラム17は、差圧用ダイアフラム4の外周部に配置されている。すなわち、差圧用ダイアフラム4の外側に、静圧用ダイアフラム17が配置されて

50

いる。4つの静圧用ダイアフラム17a~17dは、センサチップ10の中心に対して点対称に配置されている。

【0032】

従って、静圧用ダイアフラム17aと静圧用ダイアフラム17bは、差圧用ダイアフラム4を挟んで対向するように配置されている。そして、静圧用ダイアフラム17aと静圧用ダイアフラム17bは、対角線AB上に配置されている。同様に、静圧用ダイアフラム17cと静圧用ダイアフラム17dは、差圧用ダイアフラム4を挟んで対向するように配置されている。そして、静圧用ダイアフラム17cと静圧用ダイアフラム17dは、対角線CD上に配置されている。そして、センサチップ10の中心から各静圧用ダイアフラム17a~17dまでの距離が等しくなっている。

10

【0033】

差圧用ゲージ5aと角Aとの間に、静圧用ダイアフラム17aが配置される。同様に、差圧用ゲージ5bと角Bとの間に、静圧用ダイアフラム17bが配置され、差圧用ゲージ5cと角Cとの間に、静圧用ダイアフラム17cが配置され、差圧用ゲージ5dと角Dとの間に、静圧用ダイアフラム17dが配置される。静圧用ダイアフラム17a~17dは同じ大きさ、形状になっている。

【0034】

静圧用ダイアフラム17は長方形に形成されている。従って、静圧用ダイアフラム17の長辺と短辺とが直交している。すなわち、静圧用ダイアフラム17には、長手方向と短手方向が存在する。ここで、センサチップ10の中心から外側に向かって延びる方向を径方向(r方向)とする。すなわち、センサチップ10の中心点からセンサチップ10の端に向かう方向が径方向となる。センサチップ10と差圧用ダイアフラム4の中心は一致しているため、この径方向は、差圧用ダイアフラム4の中心に対する径方向となる。そして、径方向と直交する方向を周方向(θ方向)とする。周方向は、センサチップ10の中心を中心とする円の接線方向に対応する。静圧用ダイアフラム17の短辺は径方向と平行になっている。

20

【0035】

静圧用ダイアフラム17a、17bの短辺は、対角線ABと平行になっており、静圧用ダイアフラム17c、17dの短辺は、対角線CDと平行になっている。このように、対向する2つの静圧用ダイアフラム(例えば、静圧用ダイアフラム17aと静圧用ダイアフラム17b)では、短手方向が平行になっている。そして、周方向における隣の静圧用ダイアフラム17(例えば、静圧用ダイアフラム17aと静圧用ダイアフラム17c)では、短手方向が垂直になっている。また、対角線AB、及び対角線CD上では、静圧用ダイアフラム17の長手方向と周方向が平行になっている。4つの静圧用ダイアフラム17は、周方向において等間隔に配置されている。

30

【0036】

静圧用ダイアフラム17a上には、静圧用ゲージ15aが形成されている。同様に、静圧用ダイアフラム17b上には、静圧用ゲージ15bが形成され、静圧用ダイアフラム17c上には、静圧用ゲージ16cが形成され、静圧用ダイアフラム17d上には、静圧用ゲージ16dが形成されている。ここで、2つの静圧用ゲージ15a、15bを静圧用ゲージペア15とする。同様に、2つの静圧用ゲージ16c、16dを静圧用ゲージペア16とする。

40

【0037】

静圧用ゲージ15a、15b、16c、16dは、差圧用ゲージ5と同様の歪ゲージである。従って、センサチップ10が歪むと、ピエゾ抵抗効果によって、各静圧用ゲージ15a、15b、16c、16d抵抗が変化する。静圧用ゲージ15a、15b、16c、16dは、差圧用ゲージ5と同様にブリッジ回路に接続されている。これにより、静圧を測定することができる。なお、静圧用ゲージ15a、15b、16c、16dは、図2、及び図3に示すように、センサチップ10の表面に形成されている。静圧用ゲージ15a、15b、16c、16dの長手方向の両端に、配線(不図示)が接続される。そして、

50

差圧用ゲージ 5 と同様に、静圧用ゲージ 1 5 a、1 5 b、1 6 c、1 6 d は、ブリッジ回路に結線される。

【0038】

静圧用ゲージペア 1 5 に含まれる 2 つの静圧用ゲージ 1 5 a、1 5 b は、差圧用ダイアフラム 4 を挟んで対向するよう配置されている。静圧用ゲージ 1 5 a、1 5 b は、対角線 A B 上に形成されている。静圧用ゲージ 1 5 a、1 5 b は、センサチップ 1 0 の中心に対して対称に配置されている。センサチップ 1 0 の中心から静圧用ゲージ 1 5 a までの距離は、センサチップ 1 0 の中心から静圧用ゲージ 1 5 b までの距離と等しくなっている。

【0039】

静圧用ゲージペア 1 6 に含まれる 2 つの静圧用ゲージ 1 6 c、1 6 d は、差圧用ダイアフラム 4 を挟んで対向するよう配置されている。静圧用ゲージ 1 6 c、1 6 d は、対角線 C D 上に形成されている。静圧用ゲージ 1 6 c、1 6 d は、センサチップ 1 0 の中心に対して対称に配置されている。すなわち、センサチップ 1 0 の中心から静圧用ゲージ 1 6 c までの距離は、センサチップ 1 0 の中心から静圧用ゲージ 1 6 d までの距離と等しくなっている。

10

【0040】

静圧用ゲージ 1 5 a、1 5 b は、それぞれ、静圧用ダイアフラム 1 7 a、1 7 b の端部に配置されている。すなわち、静圧用ゲージ 1 5 a、1 5 b は静圧用ダイアフラム 1 7 a、1 7 b の周縁と重複している。一方、静圧用ゲージ 1 6 c、1 6 d は、それぞれ静圧用ダイアフラム 1 7 c、1 7 d の中央部に配置されている。すなわち、静圧用ゲージ 1 6 c、1 6 d は静圧用ダイアフラム 1 7 c、1 7 d の周縁と重複していない。センサチップ 1 0 の中心から静圧用ゲージ 1 5 a (又は静圧用ゲージ 1 5 b) までの距離は、センサチップ 1 0 の中心から静圧用ゲージ 1 6 c (又は静圧用ゲージ 1 6 d) までの距離と異なっている。

20

【0041】

ここでは、静圧用ゲージ 1 5 a、1 5 b は、静圧用ダイアフラム 1 7 a、1 7 b のセンサチップ端側の周縁上に形成されている。すなわち、静圧用ゲージ 1 5 a は、静圧用ダイアフラム 1 7 a の角 A 側の長辺上に配置されている。同様に、静圧用ゲージ 1 5 b は、静圧用ダイアフラム 1 7 b の角 B 側の長辺上に配置されている。センサチップ 1 0 の中心から静圧用ゲージ 1 5 a 又は静圧用ゲージ 1 5 b までの距離は、センサチップ 1 0 の中心から静圧用ゲージ 1 6 c 又は静圧用ゲージ 1 6 d までの距離よりも長くなっている。なお、静圧用ゲージ 1 5 a、静圧用ゲージ 1 5 b を、それぞれセンサチップ 1 0 の中心側の長辺上に配置してもよい。すなわち、本実施例では、静圧用ゲージペア 1 5 に含まれる 2 つの静圧用ゲージ 1 5 a、1 5 b を静圧用ダイアフラムの長辺上に形成したが、長辺上に限らず静圧用ダイアフラムのチップ中心側の端部、又はチップ端側の端部近傍で最大応力が発生する箇所に形成されていればよい。

30

【0042】

このように、第 1 静圧用ゲージペア 1 5 と第 2 静圧用ゲージペア 1 6 とで、静圧用ダイアフラム 1 7 上における静圧用ゲージの配置位置を変える。すなわち、対向する 2 つの静圧用ゲージ 1 5 a、1 5 b を静圧用ダイアフラム 1 7 a、1 7 b の端部に配置し、対向する 2 つの静圧用ゲージ 1 6 c、1 6 d を静圧用ダイアフラム 1 7 c、1 7 d の中央部に配置する。このようにすることで、センサチップ 1 0 を小型化した場合でも、測定感度の低下を防ぐことができる。さらに、測定環境の温度変化による測定誤差を抑制することができる。すなわち、圧力センサの温度特性を向上することができる。上記の構成によって、小型で高性能な圧力センサを実現することができる。

40

【0043】

まず、測定感度の低下を防ぐことができる理由について、図 4、及び図 5 を用いて説明する。図 4 は、静圧用ゲージ 1 5 a、1 5 b、1 6 c、1 6 d によって構成されるブリッジ回路とその抵抗変動を示す概念図である。図 4 に示すように、4 つの静圧用ゲージ 1 5 a、1 5 b、1 6 c、1 6 d が抵抗素子となって、例えば、ホイートストーンブリッジ回

50

路を構成する。図 5 は、 3.5 MPa を印加した時の、センサチップ 10 の中心からの応力分布を示す図である。なお、図 5 は、対角線 CD 上における応力のシミュレーション結果を示している。シミュレーションによる解析には、有限要素法 (Finite Element Method: FEM) を用いている。図 5 において、横軸はセンサチップ 10 の中心からの距離を示し、縦軸は応力を示している。図 5 において、左側の矢印が、静圧用ダイアフラム 17 の中央の位置に対応し、右側の矢印が静圧用ダイアフラム 17 の外側のエッジに対応している。

【0044】

静圧用ダイアフラム 17 の中央部と端部では、圧力印加時に発生する応力の向きが反対になる。例えば、 3.5 MPa を印加したときは、図 5 に示すように、静圧用ダイアフラム 17 の中央部 (左側矢印) で応力が負になり、端部 (右側矢印) で応力が正になる。すなわち、静圧用ダイアフラム 17 の中央部で、応力が負のピークとなり、端部で、正のピークとなる。

【0045】

ここで、図 4 に示すように、規定となる圧力における静圧用ゲージ 15 a、15 b、16 c、16 d の抵抗値を R とする。圧力印加で生じた歪みに起因する静圧用ゲージ 15 a、15 b の抵抗変動の絶対値を ΔR_1 とし、静圧用ゲージ 16 c、16 d の抵抗変動の絶対値を ΔR_2 とする。すると、静圧用ダイアフラム 17 の端部に配置された静圧用ゲージ 15 a、15 b では、抵抗値が $R - \Delta R_1$ となる。一方、静圧用ダイアフラム 17 の中央部に配置された静圧用ゲージ 16 c、16 d では、抵抗値が $R + \Delta R_2$ となる。なお、 ΔR_1 、及び ΔR_2 はそれぞれ正の値になっている。すなわち、圧力を印加すると、第 1 静圧用ゲージペア 15 に含まれる 2 つの静圧用ゲージ 15 a、15 b では抵抗値が下がり、第 2 静圧用ゲージペア 16 に含まれる 2 つの静圧用ゲージ 16 c、16 d では、抵抗値が上がる。

【0046】

このように、規定の圧力から変化するとブリッジ回路の抵抗バランスがくずれる。対向配置された 2 つの静圧用ゲージの抵抗変動が同じ方向になっている。さらに、第 1 静圧用ゲージペア 15、及び第 2 静圧用ゲージペア 16 で、抵抗変動値の符号が反対になる。すなわち、第 1 静圧用ゲージペア 15、及び第 2 静圧用ゲージペア 16 の一方で抵抗変動が正になり、他方で抵抗変動が負になる。これにより、ブリッジ出力が大きくなり、静圧に対する測定感度を向上することができる。

【0047】

さらに、静圧用ゲージ 15 a、15 b、16 c、16 d が静圧用ダイアフラム 17 の長辺に沿って形成されている。図 4 に示すように、静圧用ダイアフラム 17 のエッジ、及び中央で、発生応力がピークとなる。そして、このエッジ又は中央において、静圧用ダイアフラム 17 の長手方向に沿った静圧用ゲージ 15 a、15 b、16 c、16 d が形成されている。ブリッジ回路で検出される抵抗値変化は、この長手方向に沿って積分された値となる。従って、発生応力を効率よく抵抗値変化に変換することができる。よって、測定感度を高くすることができる。

【0048】

次に、測定環境の温度変化による測定誤差を抑制することができる理由について、図 6 図 7 を用いて説明する。図 6 は、図 4 と同様に、静圧用ゲージ 15 a、15 b、16 c、16 d によって構成されるブリッジ回路とその抵抗変動を示す概念図である。図 7 は、 -40 を印加した時の、センサチップ 10 の中心からの応力分布を示す図である。なお、図 7 は、対角線 CD 上における応力のシミュレーション結果を示している。シミュレーションによる解析には、FEM (Finite Element Method) を用いている。図 7 において、横軸は、センサチップ 10 の中心からの距離を示し、縦軸は応力を示している。図 7 において、左側の矢印が、静圧用ダイアフラム 17 の中央の位置に対応し、右側の矢印が静圧用ダイアフラム 17 の外側のエッジに対応している。

【0049】

温度変化時に発生する応力に起因する抵抗値変化が同じ方向になる。すなわち、図 7 に示すように、静圧用ダイアフラム 17 のエッジと中央で、応力が同じ方向に発生する。例えば、温度変化によって、静圧用ダイアフラム 17 のエッジに圧縮応力が発生した場合、静圧用ダイアフラム 17 の中央にも圧縮応力が発生する。温度変化によって静圧用ダイアフラム 17 のエッジに引っ張り応力が発生した場合、静圧用ダイアフラム 17 の中央にも引っ張り応力が発生する。従って、静圧用ゲージ 15 a、15 b の抵抗値は $R + \Delta R_1$ となり、静圧用ゲージ 16 c、16 d の抵抗値は $R + \Delta R_2$ となる。なお、 ΔR_1 と ΔR_2 は正の数である。従って、温度が変化した場合でも、ブリッジ出力が小さくなる。すなわち、温度変化による出力の変動が抑制される。よって、温度変化による測定誤差を抑制することができる。これにより、温度特性を向上することができる。

10

【0050】

第 1 静圧用ゲージペア 15、第 2 静圧用ゲージペア 16、及び静圧用ダイアフラム 17 を上記のように配置することによって、小型で、高性能な圧力センサを実現することができる。また、上記の説明では、静圧用ダイアフラム 17 を長方形として説明したが、静圧用ダイアフラム 17 の形状は長方形に限られるものではない。例えば、静圧用ダイアフラムを楕円形などにしてもよい。さらに、上記の説明では、静圧用ダイアフラム 17 を第 1 静圧用ゲージペア 15 と第 2 静圧用ゲージペア 16 に対応する箇所にのみ設けたが、周方向に連続するように円輪状や多角形状などで形成してもよい。例えば、図 8 (a) に示すように、静圧用ダイアフラム 17 を四角形の額縁状にする。すなわち、差圧用ダイアフラム 14 を囲む溝を形成して静圧用ダイアフラム 17 とすることができる。換言すれば、静圧用ダイアフラム 17 は、長手方向と短手方向を有している形状であればよい。そして、長手方向と直交する短手方向を径方向に沿って配置すればよい。静圧用ゲージ 15 a、15 b、16 c、16 d の長手方向を静圧用ダイアフラムの長手方向に沿って配置する。すなわち、静圧用ゲージ 15 a、15 b、16 c、16 d の長手方向が周方向に沿って配置される。上記の説明では、基板及び差圧用ダイアフラム 4 を正方形としたが、これに限られるものではなく、円形などにしてもよい。

20

また、上記の説明では、静圧用ゲージ 15 a と静圧用ゲージ 15 b を結ぶ直線と、静圧用ゲージ 16 c と静圧用ゲージ 16 d を結ぶ直線とが直交するように静圧用ゲージを形成したが、これに限定されるものではない。直交しない構成であっても、直交する構成と比較して特性は劣るものの適応可能である。

30

例えば、図 8 (b) に示すように、静圧用ゲージ 15 a と静圧用ゲージ 15 b とを結ぶ直線と、静圧用ゲージ 15 a と静圧用ゲージ 15 b とを結ぶ直線とを一致させるようにしてもよい。図 8 (b) では、差圧用ダイアフラム 4 を円形とし、静圧用ダイアフラム 17 を円輪状としている。そして、静圧用ダイアフラム 17 が差圧用ダイアフラム 4 の周りを囲んでいる。静圧用ゲージ 16 c、15 a が角 C の近傍に配置され、静圧用ゲージ 16 d、15 b が角 D の近傍に配置されている。したがって、静圧用ゲージ 15 a と静圧用ゲージ 15 b の間に、静圧用ゲージ 16 c、16 d が配置されている。ここで、2 つの静圧用ゲージを結ぶ直線とは、2 つの静圧用ゲージの中心を結ぶ直線を示している。なお、差圧用ゲージの配置については、図 1 に示す構成と同様であるため、図 8 では、図示を省略している。

40

【0051】

次に、圧力センサの製造方法について、図 9、及び図 10 を用いて説明する。図 9 は、圧力センサの製造方法を示す図であり、センサチップ 10 を上から見た構成を示している。図 10 は、圧力センサの製造方法を示す工程断面図であり、図 9 の X - X 断面の構成を示している。

【0052】

まず、第 1 半導体層 1 と、 $0.5 \mu\text{m}$ 程度の厚さの絶縁層 2、及び第 2 半導体層 3 からなる SOI (Silicon On Insulator) ウエハを用意する。この SOI ウエハを作製するには、Si 基板中に酸素を注入して SiO_2 層を形成する SIMOX (Separation by Implanted Oxygen) 技術を用いてもよいし、2 枚の Si 基板を貼り合わ

50

せるSDB (Silicon Direct Bonding) 技術を用いてもよいし、その他の方法を用いてもよい。なお、第2半導体層3を、平坦化及び薄膜化してもよい。例えば、CCP (Computer Controlled Polishing) と呼ばれる研磨法等により、所定の厚さまで、第2半導体層3を研磨する。

【0053】

第2半導体層3の上面に、不純物拡散あるいはイオン打ち込み法によってp型Siからなる差圧用ゲージ5a~5d、静圧用ゲージ15a、15b、16c、16dを形成する。これにより、図9(a)、及び図10(a)に示す構成となる。各ゲージは、図1等で示したように、各ダイアフラムとなる箇所の所定の位置に形成されている。なお、差圧用ゲージ5a~5d、静圧用ゲージ15a、15bと、静圧用ゲージ16c、16dを、下記に示すダイアフラムの形成工程の後に形成してもよい。もちろん、差圧用ゲージ5を静圧用ゲージ15a、15b、16c、16dと違う特性にしてもよい。

10

【0054】

このようにして形成されたSOIウエハの下面にレジスト9を形成する。レジスト9のパターンは、公知のフォトリソグラフィ工程によって、第1半導体層1上に形成される。すなわち、感光性樹脂膜を塗布し、露光、現像することで、レジスト9のパターンが形成される。レジスト9は、感圧領域(ダイアフラムが形成される領域)に相当する部分に開口部を有している。すなわち、ダイアフラムを形成する部分では、第1半導体層1が露出している。これにより、図10(b)に示す構成となる。

【0055】

そして、レジスト9をマスクとして、第1半導体層1をエッチングする。これにより、図9(b)、及び図10(c)に示す構成となる。例えば、公知のICPエッチングなどのドライエッチングを用いて、第1半導体層1をエッチングすることができる。もちろん、KOHやTMAH等の溶液を用いたウェットエッチングにより、第1半導体層1をエッチングしてもよい。第1半導体層1をエッチングすると、差圧用ダイアフラム4、及び静圧用ダイアフラム17が形成される。ここで、絶縁層2がエッチングストッパとして機能している。従って、レジスト9の開口部からは、絶縁層2が露出している。

20

【0056】

そして、レジスト9を除去すると、図10(d)に示す構成となる。この後、第1静圧用ゲージペア15、第2静圧用ゲージペア16、差圧用ゲージ5と電気的接続を得るための配線(不図示)を蒸着する。これにより、センサチップ10が完成する。なお、配線を形成する工程は、図10(d)よりも前に行われてもよい。例えば、図10(a)の前に、配線を作成してもよく、図10(a)~図10(c)の間に、配線を作成してもよい。また、上記のように、第1静圧用ゲージペア15、第2静圧用ゲージペア16、差圧用ゲージ5の形成を図10(d)の後に行ってもよく、図10(a)~図10(d)の間に行ってもよい。すなわち、配線の形成工程と、歪ゲージの形成工程の順番は特に限定されるものではない。

30

【0057】

このセンサチップ10を台座に接合する。これにより、台座は、パイレックス(登録商標)ガラスやセラミックで形成されている。例えば、陽極接合によって台座がセンサチップ10の第1半導体層1に接合される。台座の中心には、差圧用ダイアフラム4に到達する貫通孔が形成されている。貫通孔が差圧用ダイアフラム4に連通している。また、静圧用ダイアフラム17が形成される箇所が非接合部となるように、台座の中央部には凸部が形成され、外周部には凹部が形成されている。従って、台座の凸部と凹部の境界は、差圧用ダイアフラム4と静圧用ダイアフラム17の間に配置される。こうして圧力センサの作製が終了する。このように作成された圧力センサは、小型で高性能のものとなる。

40

【0058】

なお、上記の説明では、静圧用ダイアフラム17と差圧用ダイアフラム4の形成を同時に行ったが、これらを別々に行ってもよい。すなわち、異なるエッチング工程で、差圧用ダイアフラム4と、静圧用ダイアフラム17とを形成してもよい。この製造工程について

50

、図 11、図 12 を用いて説明する。

【0059】

図 11 は、圧力センサの他の製造方法を示す図であり、センサチップ 10 を上から見た構成を示している。図 12 は、圧力センサの他の製造方法を示す工程断面図であり、図 11 の X I I - X I I 断面の構成を示している。なお、図 9、及び図 10 を用いて説明した内容と同様の内容については、説明を省略する。

【0060】

図 11 (a)、及び図 12 (a) に示すようにセンサチップとなるウエハを用意する。このウエハは、図 9 (a) のものと同様のものである。そして、レジスト 9 のパターンを第 1 半導体層 1 上に形成する。これにより図 12 (b) に示す構成となる。ここで、レジスト 9 は、差圧用ダイアフラム 4 が形成される部分が露出するように、開口部を有している。すなわち、静圧用ダイアフラム 17 が形成される箇所は、レジスト 9 で覆われている。

10

【0061】

そして、レジスト 9 をマスクとして、第 1 半導体層 1 をエッチングする。これにより、図 12 (c) に示す構成となる。ここでは、上記のように、絶縁層 2 がエッチングストップとなっている。そして、レジスト 9 を除去すると、図 12 (d)、及び図 11 (b) に示す構成となる。ここでは、差圧用ダイアフラム 4 が形成される。なお、この段階では、静圧用ダイアフラム 17 となる箇所は、レジスト 9 で覆われている。従って、静圧用ダイアフラム 17 は形成されていない。そして、レジスト 9 を除去すると、図 11 (b)、及び図 12 (d) に示す構成となる。

20

【0062】

次に、レジスト 19 のパターンを第 1 半導体層 1 上に形成する。これにより、図 12 (e) に示す構成となる。このレジスト 19 は、静圧用ダイアフラム 17 となる箇所に開口部を有している。すなわち、静圧用ダイアフラム 17 が形成されている領域では、第 1 半導体層 1 が露出している。一方、差圧用ダイアフラム 4 が形成された領域では、絶縁層 2 がレジスト 19 で覆われている。このレジスト 19 をマスクとして、第 1 半導体層 1 をエッチングする。これにより、静圧用ダイアフラム 17 が形成されて、図 12 (f) に示す構成となる。ここでは、絶縁層 2 がエッチングストップとして用いられている。

【0063】

そして、レジスト 19 を除去すると、図 11 (c)、及び図 12 (g) に示す構成となる。これにより、センサチップ 10 が完成する。

30

【0064】

このように、静圧用ダイアフラム 17 と差圧用ダイアフラム 4 とを別々のエッチング工程で形成してもよい。これにより、静圧用ダイアフラム 17 の厚さと差圧用ダイアフラム 4 の厚さを変えることができる。すなわち、静圧用ダイアフラム 17 の厚さと差圧用ダイアフラム 4 の厚さの制御を容易に行うことができる。例えば、差圧用ダイアフラム 4 と静圧用ダイアフラム 17 の厚さをそれぞれ最適化することができる。よって、それぞれのダイアフラムの厚さが最適化された圧力センサを用意に製造することができる。すなわち、差圧用ダイアフラム 4 と静圧用ダイアフラム 17 とで、厚さが異なる圧力センサを製造することができる。この場合、少なくとも一方のエッチング工程では、絶縁層 2 が露出する前でエッチングを終了する。

40

発明の実施の形態 2 .

本実施の形態にかかる圧力センサの構成について、図 13 を用いて説明する。図 13 は、本実施の形態にかかる圧力センサに用いられるセンサチップ 10 の上面図である。本実施の形態では、図 13 (a) に示すように、静圧用ゲージが 2 点配置となっている。すなわち、センサチップ 10 の角 C と角 D の近傍に、それぞれ 2 つの静圧用ゲージが配置されている。なお、これら以外の構成については、実施の形態 1 と同様であるため説明を省略する。

【0065】

50

図 1 3 (a) に示すように、 1 つの静圧用ダイアフラム 1 7 c に静圧用ゲージ 1 5 a 、 1 6 c が形成されている。また、静圧用ダイアフラム 1 7 d に 2 つの静圧用ゲージ 1 5 b 、 及び静圧用ゲージ 1 6 d が配置されている。そして、静圧用ゲージ 1 5 a が静圧用ダイアフラム 1 7 c の端部に配置され、静圧用ゲージ 1 6 c が静圧用ダイアフラム 1 7 d の中央部に配置されている。静圧用ゲージ 1 5 b が静圧用ダイアフラム 1 7 d の端部に配置され、静圧用ゲージ 1 6 d が静圧用ダイアフラム 1 7 d の中央部に配置されている。なお、図 1 3 (a) に示す構成では、静圧用ダイアフラム 1 7 a 、 1 7 b が不要となる。このような構成であっても、実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 6 6 】

また、図 1 3 (b) に示すように、静圧用ダイアフラム 1 7 を円輪状にすることも可能である。なお、図 1 3 (b) では、図 8 (b) の差圧用ダイアフラム 4 が正形状となった構成を有している。その他の構成については、実施の形態 1 と同様であるため、説明を省略する。

【 0 0 6 7 】

本実施の形態においても、径方向において、静圧用ダイアフラム 1 5 a 、 1 5 b は、静圧用ダイアフラム 1 7 の端部に配置され、静圧用ダイアフラム 1 6 c 、 1 6 d は、静圧用ダイアフラム 1 7 の中央部に配置される。したがって、静圧用ダイアフラム 1 5 a からセンサチップ 1 0 の中心までの距離は、静圧用ダイアフラム 1 5 b からセンサチップ 1 0 の中心までの距離と等しくなっている。静圧用ダイアフラム 1 6 d からセンサチップ 1 0 の中心までの距離は、静圧用ダイアフラム 1 6 c からセンサチップ 1 0 の中心までの距離と等しくなっている。そして、静圧用ダイアフラム 1 5 a からセンサチップの中心までの距離が、静圧用ダイアフラム 1 6 c からセンサチップの中心までの距離よりも長くなっている。このような構成であっても、実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。なお、実施の形態では、静圧用ゲージ 1 5 a と静圧用ゲージ 1 5 b を結ぶ直線と、静圧用ゲージ 1 6 c と静圧用ゲージ 1 6 d を結ぶ直線が一致する。

【 0 0 6 8 】

発明の実施の形態 3 .

本実施の形態にかかる圧力センサの構成について、図 1 4 を用いて説明する。図 1 4 は、圧力センサに用いられるセンサチップ 1 0 の上面図である。なお、本実施の形態にかかる圧力センサは、実施の形態 1 で示した圧力センサのセンサチップ形状、及びダイアフラム形状が異なっている。具体的には、センサチップ 1 0 、 及び差圧用ダイアフラム 4 を円形とし、静圧用ダイアフラム 1 7 を円輪状としている。なお、これら以外の基本的構成は実施の形態 1 で示したセンサチップ 1 0 と同じであるため、説明を省略する。すなわち、特に説明がない箇所については、実施の形態 1 と同様になっている。また、製造工程についても、実施の形態 1 と同様であるため、説明を省略する。

【 0 0 6 9 】

本実施の形態では、センサチップ 1 0 が円形になっている。円形のセンサチップ 1 0 の中心を通る直線を線 E F 、 及び線 G H とする。この線 E F 、 及び線 G H は、互いに直交している。線 E F 、 及び線 G H は、実施の形態 1 で示した対角線 A B , 及び対角線 C D に対応する。そして、このセンサチップ 1 0 の中央部に差圧用ダイアフラム 4 が形成されている。

【 0 0 7 0 】

差圧用ダイアフラム 4 は、円形になっている。差圧用ダイアフラム 4 は、センサチップ 1 0 と同心円になっている。従って、差圧用ダイアフラム 4 の中心は、線 E F と線 G H の交点と一致している。実施の形態 1 と同様に、差圧用ダイアフラム 4 の周縁に、差圧用ゲージ 5 が形成される。

【 0 0 7 1 】

さらに、差圧用ダイアフラム 4 の外周部には、静圧用ダイアフラム 1 7 が設けられている。本実施の形態では、円輪状の静圧用ダイアフラム 1 7 が 1 つだけ設けられている。すなわち、実施の形態 1 で示した 4 つの静圧用ダイアフラム 1 7 の代わりに、リング状の静

10

20

30

40

50

圧用ダイアフラム 17 が 1 つだけ設けられている。センサチップ 10 に、円輪状の溝を設けることで、静圧用ダイアフラム 17 が形成される。静圧用ダイアフラム 17 は、差圧用ダイアフラム 4 を囲むように配置されている。円輪状の静圧用ダイアフラム 17 は、センサチップ 10、及び差圧用ダイアフラム 4 と同心円状になっている。すなわち、静圧用ダイアフラム 17 の外縁、及び内縁が円形となっており、その円の中心が線 E F と線 G H の交点と一致している。

【 0 0 7 2 】

そして、静圧用ダイアフラム 17 には、第 1 静圧用ゲージペア 15、及び第 2 静圧用ゲージペア 16 が設けられている。第 1 静圧用ゲージペア 15 は、線 E F 上に配置され、静圧用ゲージペア 16 は線 G H 上に配置されている。第 1 静圧用ゲージペア 15 に含まれる 2 つの静圧用ゲージを静圧用ゲージ 15 e、15 f とし、第 2 静圧用ゲージペア 16 に含まれる 2 つの静圧用ゲージを静圧用ゲージ 16 g、16 h とする。静圧用ゲージ 15 e と静圧用ゲージ 15 f とは差圧用ダイアフラム 4 を挟んで対向配置されている。静圧用ゲージ 16 g と静圧用ゲージ 16 h とは差圧用ダイアフラム 4 を挟んで対向配置されている。

10

【 0 0 7 3 】

静圧用ゲージ 15 e、15 f は、静圧用ダイアフラム 17 の端部に形成されている。ここでは、静圧用ゲージ 15 e、15 f は、静圧用ダイアフラム 17 の外縁上に形成されている。静圧用ゲージ 16 g、16 h は、静圧用ダイアフラム 17 の中央部に形成されている。そして、静圧用ゲージ 15 e、15 f、16 g、16 h は、円輪の幅方向と垂直な方向に沿って形成されている。すなわち、静圧用ゲージ 15 e、15 f、16 g、16 h の長手方向が周方向と一致している。従って、静圧用ゲージ 15 e、15 f は静圧用ゲージ 16 g、16 h の間隔と異なっている。

20

【 0 0 7 4 】

対向配置された静圧用ゲージ 15 e、15 f が静圧用ダイアフラム 17 のエッジ上に形成され、対向配置された静圧用ゲージ 16 g、16 h が静圧用ダイアフラム 17 の中心上に形成されている。そして、静圧用ゲージ 15 e、15 f、16 g、16 h の長辺が、静圧用ダイアフラム 17 の径方向と垂直になっている。

【 0 0 7 5 】

このような構成とすることで、実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。すなわち、実施の形態 1 で説明したように、圧力印加時に、対向配置された 2 つの静圧用ゲージの抵抗変動が同じ方向になっている。さらに、第 1 静圧用ゲージペア 15、及び第 2 静圧用ゲージペア 16 で、抵抗変動値の符号が反対になる。すなわち、第 1 静圧用ゲージペア 15、及び第 2 静圧用ゲージペア 16 の一方で抵抗変動が正になり、他方で抵抗変動が負になる。これにより、ブリッジ出力が大きくなり、静圧に対する測定感度を向上することができる。

30

なお、本実施例では第 1 静圧用ゲージペア 15 を線 E F 上に、第 2 静圧用ゲージペア 16 を線 G H 上に配置したが、周方向に均等に配置する必要はなく、第 1 静圧用ゲージペア 15 と第 2 静圧用ゲージペア 16 とをそれぞれ円輪状の静圧用ダイアフラムのエッジ上又は中心上に形成すれば同様の効果を得ることができる。

【 0 0 7 6 】

40

また、温度変化時に発生する応力に起因する抵抗値変化が同じ方向になる。すなわち、静圧用ダイアフラム 17 のエッジと中央とで、応力が同じ方向に発生する。抵抗値が正方向に変化する。従って、温度が変化した場合でも、ブリッジ出力が小さくなる。よって、温度変化による測定誤差を抑制することができる。これにより、温度特性を向上することができる。

【 0 0 7 7 】

第 1 静圧用ゲージペア 15、第 2 静圧用ゲージペア 16、及び静圧用ダイアフラム 17 を上記のように配置することによって、小型で、高性能な圧力センサを実現することができる。

【 0 0 7 8 】

50

なお、図 14 では、差圧用ダイアフラム 4、静圧用ダイアフラム 17 の外縁、及び静圧用ダイアフラム 17 の内縁を、円形状としたが、多角形状にしてもよい。この場合、円形に近い正多角形とすることが好ましい。正多角形の角の数を偶数とし、さらに 2^n とすることが好ましい。なお、 n は 3 以上の自然数である。具体的には、正 8 角形以上の正多角形とすることが好ましい。さらに、正 16 角形以上の正多角形とすることがより好ましい。例えば、正 16 角形、正 32 角形、正 64 角形などと角の数を増やしてもよい。多角形の全ての角で、センサチップ 10 の中心からの距離が等しくなっている。もちろん、差圧用ダイアフラム 4 と静圧用ダイアフラム 17 の一方を多角形状として、他方を円形状としてもよい。

【0079】

例えば、図 15 に示すように、差圧用ダイアフラム 4 を正 8 角形状として、静圧用ダイアフラム 17 を円形状としてもよい。すなわち、静圧用ダイアフラム 17 の内縁、及び外縁を円形とする。反対に、差圧用ダイアフラム 4 を円形状として、静圧用ダイアフラム 17 を正多角形状としてもよい。

【0080】

さらには、図 16 に示すように、差圧用ダイアフラム 4、及び静圧用ダイアフラム 17 の両方を正多角形状としてもよい。図 16 では、差圧用ダイアフラム 4、及び静圧用ダイアフラム 17 の両方を正 16 角形状にしている。従って、静圧用ダイアフラム 17 の内縁、及び外縁が正 16 角形になっている。この場合、差圧用ダイアフラム 4 に対して静圧用ダイアフラム 17 を 45° 傾ける。このように、ダイアフラムを多角形状にしても、ほぼ同様の効果を得ることができる。また、センサチップ 10 を、差圧用ダイアフラム 4 や静圧用ダイアフラム 17 と同様に、正多角形状としてもよい。なお、それぞれの実施形態を適宜組み合わせてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図 1】本発明の実施の形態 1 にかかる圧力センサの構成を示す上面図である。

【図 2】図 1 の II-II 断面図である。

【図 3】図 1 の III-III 断面図である。

【図 4】静圧用ゲージによって構成されるブリッジ回路と、その抵抗変動を示す概念図である。

【図 5】圧力印加時における、センサチップの中心からの応力分布図である。

【図 6】静圧用ゲージによって構成されるブリッジ回路と、その抵抗変動を示す概念図である。

【図 7】温度印加時における、センサチップの中心からの応力分布図である。

【図 8】本発明の実施の形態 1 にかかる圧力センサの別の構成例を示す上面図である。

【図 9】圧力センサの製造工程を示す図である。

【図 10】圧力センサの製造工程を示す工程断面図である。

【図 11】圧力センサの他の製造工程を示す図である。

【図 12】圧力センサの他の製造工程を示す工程断面図である。

【図 13】本発明の実施の形態 2 にかかる圧力センサの構成を示す上面図である。

【図 14】本発明の実施の形態 3 にかかる圧力センサの構成を示す上面図である。

【図 15】本発明の実施の形態 3 にかかる圧力センサの他の構成を示す上面図である。

【図 16】本発明の実施の形態 3 にかかる圧力センサの他の構成を示す上面図である。

【符号の説明】

【0082】

- 1 第 1 半導体層
- 2 絶縁層
- 3 第 2 半導体層
- 4 差圧用ダイアフラム
- 5 差圧用ゲージ

10

20

30

40

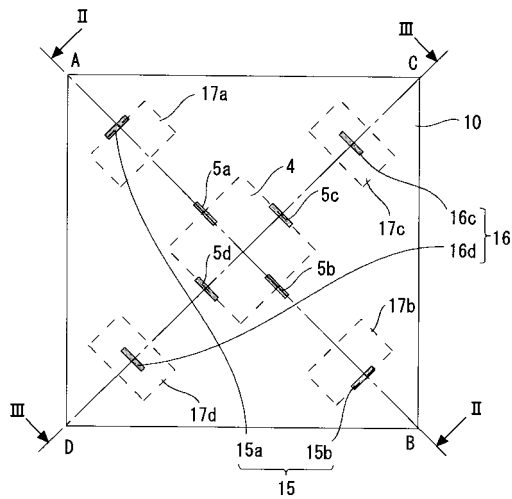
50

- 5 a 差圧用ゲージ
- 5 b 差圧用ゲージ
- 5 c 差圧用ゲージ
- 5 d 差圧用ゲージ
- 9 レジスト
- 10 センサチップ
- 15 第1静圧用ゲージペア
- 15 a 静圧用ゲージ
- 15 b 静圧用ゲージ
- 15 e 静圧用ゲージ
- 15 f 静圧用ゲージ
- 16 第2静圧用ゲージペア
- 16 c 静圧用ゲージ
- 16 d 静圧用ゲージ
- 16 g 静圧用ゲージ
- 16 h 静圧用ゲージ
- 17 静圧用ダイアフラム
- 17 a 静圧用ダイアフラム
- 17 b 静圧用ダイアフラム
- 17 c 静圧用ダイアフラム
- 17 d 静圧用ダイアフラム
- 19 レジスト

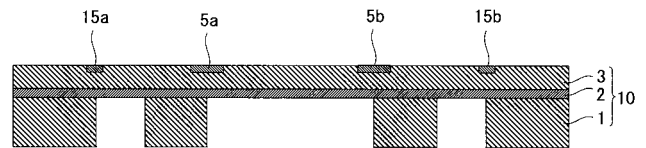
10

20

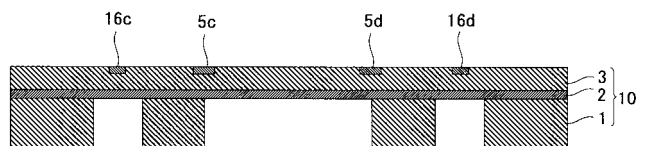
【図1】



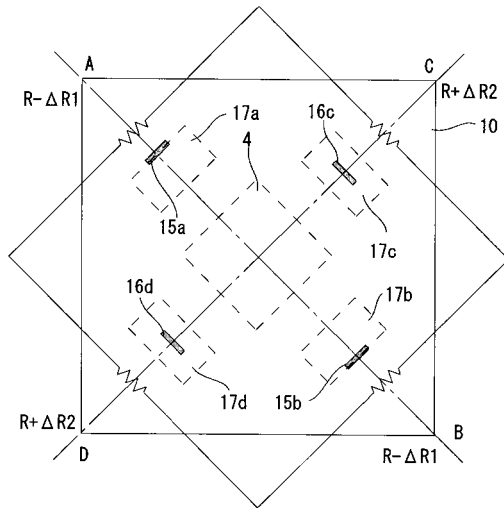
【図2】



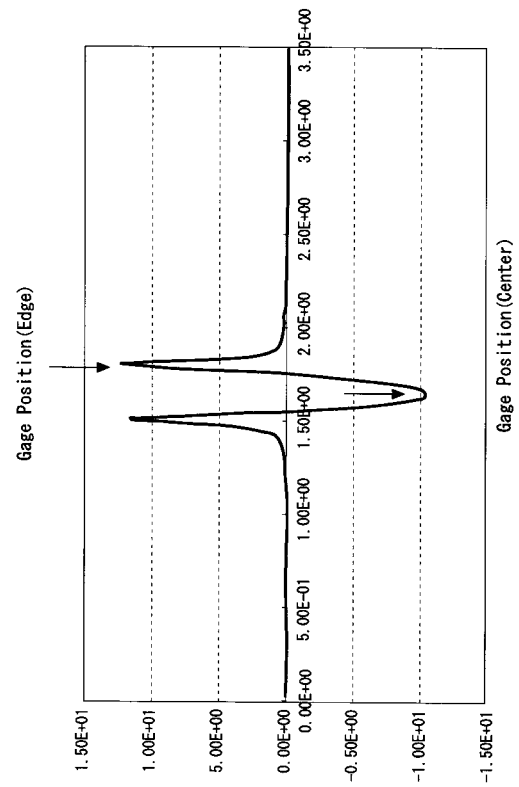
【図3】



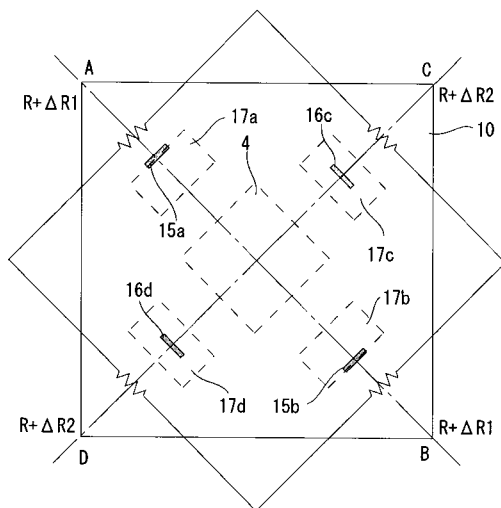
【 図 4 】



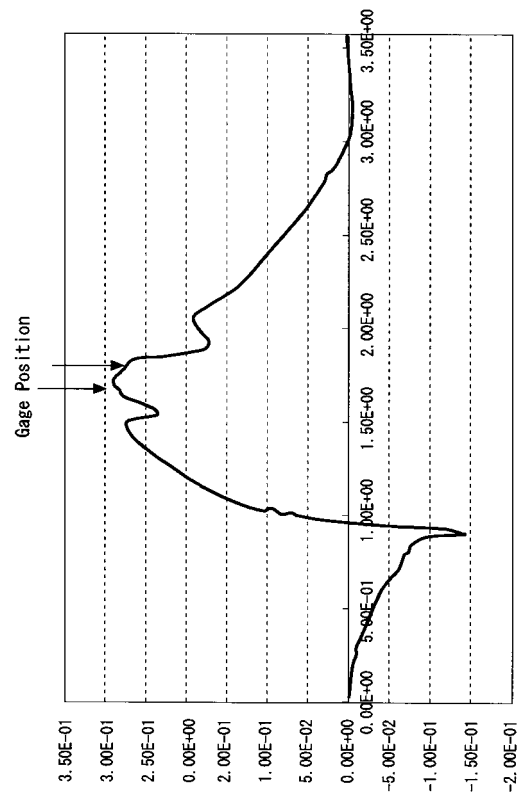
【 図 5 】



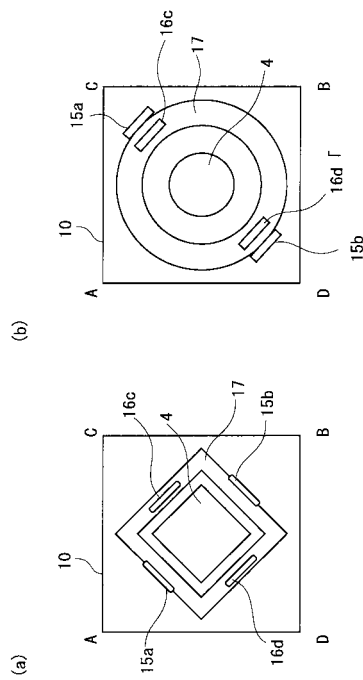
【 図 6 】



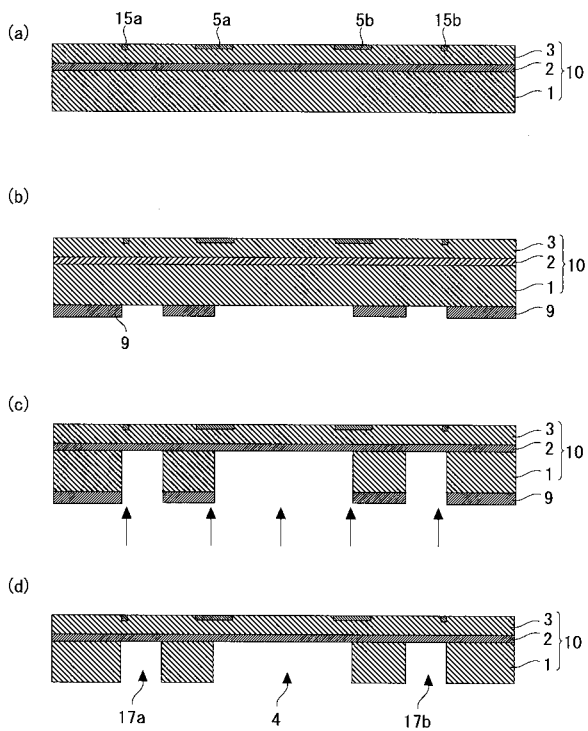
【 図 7 】



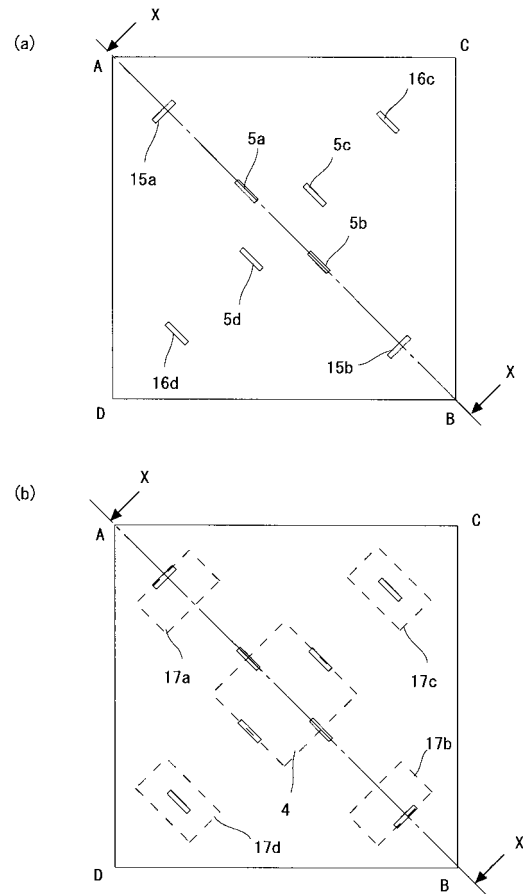
【 図 8 】



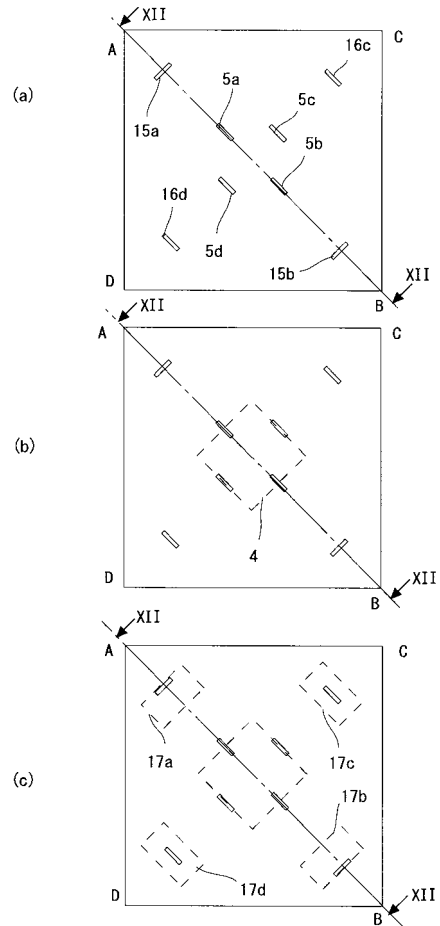
【 図 10 】



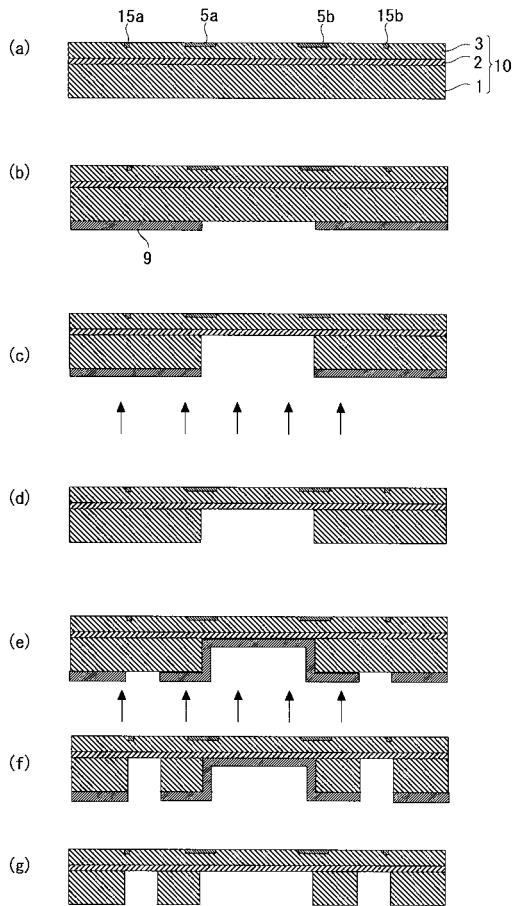
【 図 9 】



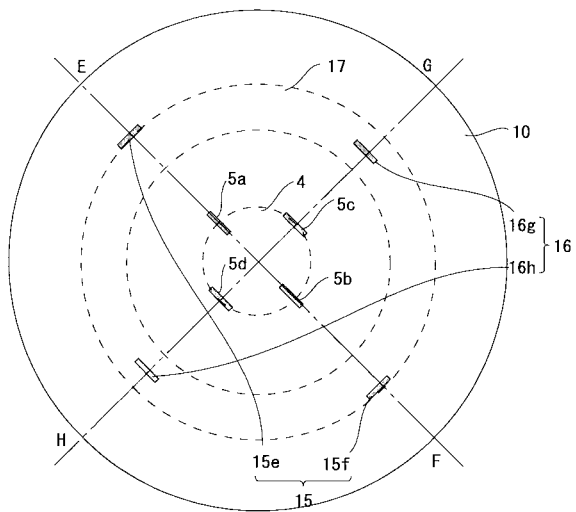
【 図 11 】



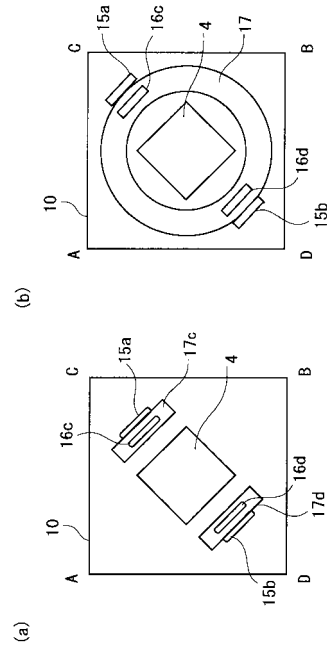
【図 1 2】



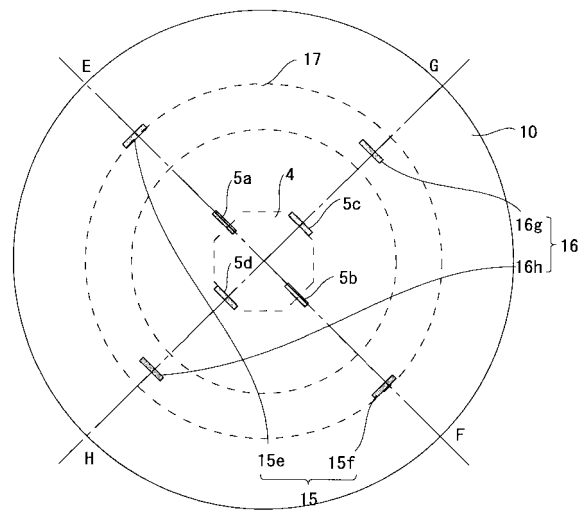
【図 1 4】



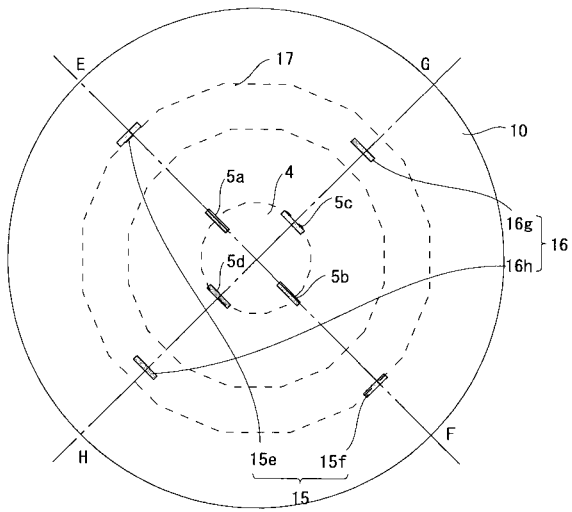
【図 1 3】



【図 1 5】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 米田 雅之

東京都千代田区丸の内 2 丁目 7 番 3 号 株式会社山武内

(72)発明者 徳田 智久

東京都千代田区丸の内 2 丁目 7 番 3 号 株式会社山武内

F ターム(参考) 2F055 AA40 BB05 CC02 DD05 EE13 FF02 FF11 GG15 GG16 GG32
GG35
4M112 AA01 BA01 CA01 CA03 CA04 CA09 DA04 DA10 DA18 EA02
EA06 EA13 EA18 FA01 FA20