

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6089397号
(P6089397)

(45) 発行日 平成29年3月8日(2017.3.8)

(24) 登録日 平成29年2月17日(2017.2.17)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 P 15/08 (2006.01)

GO 1 P 15/125 (2006.01)

HO 1 L 29/84 (2006.01)

GO 1 P 15/08 1 O 2 B

GO 1 P 15/125 Z

HO 1 L 29/84 Z

請求項の数 6 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2011-273870 (P2011-273870)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成23年12月14日(2011.12.14)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-124933 (P2013-124933A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成25年6月24日(2013.6.24)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	平成26年12月12日(2014.12.12)		弁理士 増田 達哉
前置審査		(72) 発明者	山▲崎▼ 成二
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	山下 雅人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物理量センサー、物理量センサーの製造方法、および電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アルカリ金属イオンを含む材料で構成されているベース基板と、
前記ベース基板の上方に配置された可動部、前記可動部に設けられた可動電極部、および前記ベース基板上に接合され前記可動電極部に対向して配置された固定電極部を含み、半導体材料で構成されているセンサー部と、
前記ベース基板に接合され、前記ベース基板との間に前記センサー部を収納する空間を形成する蓋部材と、を備え、
前記ベース基板上には、
平面視で前記蓋部材の外側に設けられた端子と、
前記可動電極部または前記固定電極部と前記端子とを電氣的に接続する配線と、
平面視で前記蓋部材の外側に設けられ、前記配線または前記端子に電氣的に接続された電極と、が設けられ、
前記ベース基板には、前記配線および前記端子の厚さよりも深い凹部が設けられ、
前記配線および前記端子は、前記凹部内に設けられ、
前記電極は、前記凹部の外側に設けられていることを特徴とする物理量センサー。

【請求項 2】

前記凹部の断面形状は、深さが段階的または連続的に浅くなる部分を有し、
前記電極は、当該部分を跨って前記凹部の外側へ延出されている請求項 1 に記載の物理量センサー。

【請求項 3】

前記端子が配置された前記凹部は、前記配線が配置された前記凹部よりも深い請求項 2 に記載の物理量センサー。

【請求項 4】

前記ベース基板には固定部が設けられ、

前記可動部は、連結部を介して前記固定部に接続されている請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の物理量センサー。

【請求項 5】

アルカリ金属イオンを含む材料で構成されている第 1 基板上に、配線と、前記配線に電氣的に接続された電極とを形成する工程と、

前記電極を半導体材料で構成されている第 2 基板に接触させた状態で、前記第 1 基板と前記第 2 基板とを接合する工程と、

前記第 2 基板をエッチングすることにより、可動部と、前記可動部に設けられた可動電極部と、前記第 1 基板上に設けられ前記可動電極部に対向して配置された固定電極部とを含むセンサー部を形成する工程と、

前記第 1 基板に、前記第 1 基板との間に前記センサー部を収納する空間を形成する蓋部材を接合する工程と、

を含み、

前記配線および前記電極を形成する工程では、前記第 1 基板に、前記配線および前記端子の厚さよりも深い凹部を形成した後、前記凹部内に前記配線および前記端子を形成するとともに、前記電極を、前記凹部の外側に形成し、

前記第 1 基板に前記蓋部材を接合する工程の後、前記電極は、平面視で前記蓋部材の外側に設けられていることを特徴とする物理量センサーの製造方法。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の物理量センサーを備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物理量センサー、物理量センサーの製造方法、および電子機器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

物理量センサーとしては、固定配置された固定電極と、固定電極に対して間隔を隔てて対向するとともに変位可能に設けられた可動電極とを有し、固定電極と可動電極との間の静電容量に基づいて、加速度、角速度等の物理量を検出する物理量センサー素子が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

例えば、特許文献 1 に記載の物理量センサー素子は、単層の半導体基板、または SOI 基板を用い、固定電極および可動電極が、それぞれ櫛歯状をなすように並ぶ複数の電極指を有し、互いに噛み合うように配置されている。

【0003】

また、特許文献 1 に記載の物理量センサー素子では、可動電極の隣り合う 2 つの電極指間に、固定電極の 2 つの電極指が臨むように設けられているとともに、当該固定電極の 2 つの電極指が互いに電氣的に絶縁されている。これにより、固定電極の当該 2 つの電極指の一方の電極指とそれに対向する可動電極の電極指との間の静電容量と、固定電極の当該 2 つの電極指の他方の電極指とそれに対向する可動電極の電極指との間の静電容量とを別々に測定し、それらの測定結果に基づいて（いわゆる差動検出方式を用いて）、物理量を検出することができる。

【0004】

しかし、特許文献 1 に記載の物理量センサー素子では、固定電極および可動電極の各々

10

20

30

40

50

が導通しないように電極指を個別に絶縁分離する必要があり製造効率が悪い。また、上述の差動検出方式において、固定電極および可動電極の厚みが大きい（アスペクト比が高い）と感度が高くなる。しかし、特許文献1の場合、基板の厚み方向に第1のエッチングを施してから、横方向に第2のエッチングを施す必要があり、固定電極および可動電極の厚みを大きくするには基板を予め厚くする必要があり、製造効率の観点から電極の厚みを大きくすることが困難であった。また、SOI基板は一般的に高価であり、製品コストが高くなる問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

【特許文献1】特許第4238437号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、高感度化、製造効率の改善、低コスト化、高信頼性化の少なくとも1つを実現した物理量センサーおよびその製造方法、ならびに、この物理量センサーを備える電子機器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

20

本発明の物理量センサーは、アルカリ金属イオンを含む材料で構成されているベース基板と、

前記ベース基板の上方に配置された可動部、前記可動部に設けられた可動電極部、および前記ベース基板上に接合され前記可動電極部に対向して配置された固定電極部を含み、半導体材料で構成されているセンサー部と、

前記ベース基板に接合され、前記ベース基板との間に前記センサー部を収納する空間を形成する蓋部材と、を備え、

前記ベース基板上には、

平面視で前記蓋部材の外側に設けられた端子と、

前記可動電極部または前記固定電極部と前記端子とを電氣的に接続する配線と、

30

平面視で前記蓋部材の外側に設けられ、前記配線または前記端子に電氣的に接続された電極と、が設けられ、

前記ベース基板には、前記配線および前記端子の厚さよりも深い凹部が設けられ、

前記配線および前記端子は、前記凹部内に設けられ、

前記電極は、前記凹部の外側に設けられていることを特徴とする。

このように構成された物理量センサーによれば、ベース基板上に固定電極部を形成しているので、可動電極部および固定電極部の各々に対し絶縁膜を埋め込んで絶縁分離する必要がなくなり製造効率が非常に良い。また、高価なSOI基板を用いる必要が無いので、製品コストを抑えることができる。

【0008】

40

また、センサー部（可動部、可動電極部および固定電極部）をベース基板とは別体の基板から一括して形成することができるので製造効率が非常に良く、また、可動電極部および固定電極部の各々は基板の厚み方向のエッチングだけで形成することができるので、特許文献1と比較して電極部を容易に厚くすることができ、物理量センサー素子の高感度化を図ることができる。

【0009】

さらに、物理量センサーの製造時において、ベース基板となる第1基板と、センサー部（可動部、可動電極部および固定電極部）を形成するための第2基板とを陽極接合により接合する際に、配線と第2基板とを電極を介して電氣的に接続することにより、配線および第2基板の電位を等しくすることができる。そのため、これらの基板を陽極接合により

50

接合する際に、これらの基板間に電界を印加しても、配線と第2基板との間で放電が生じるのを防止することができる。その結果、配線の導通不良を防止することができる。その結果、物理量センサーの製造時の歩留まりが向上し、この点でも、物理量センサーの低コスト化を図ることができる。

【0010】

また、前記ベース基板に凹部が設けられ、前記配線および前記端子が前記凹部に設けられ、前記電極が前記凹部の外側に設けられていることにより、配線および端子がベース基板の表面から突出するのを防止することができる。そのため、配線および端子と他の部位との不本意な電氣的接続（短絡）を防止できる。また、電極を凹部の外側に設けることにより、物理量センサーの製造時において、ベース基板となる第1基板と、可動部、可動電極部および固定電極部を形成するための第2基板とを陽極接合により接合する際に、配線と第2基板とを電極を介して電氣的に接続することができる。

10

また、ベース基板がアルカリ金属イオンを含む材料で構成され、固定電極部が半導体材料で構成され、固定電極部がベース基板に対して接合されているため、例えば、第1基板と第2基板とを陽極接合により接合してからエッチング処理を施せば、一括して可動部、可動電極部および固定電極部を形成することができるので製造効率の優れた物理量センサーを実現できる。

また、ベース基板に接合され、ベース基板との間にセンサー部を収納する空間を形成する蓋部材を備えることにより、センサー部を保護することができる。

また、電極を蓋部材の外側に設けることにより、ベース基板と蓋部材との接合後であっても、必要に応じて、電極の少なくとも一部を除去することにより、配線の容量を調整することができる。その結果、この点でも、物理量センサーの高感度化を図ることができる。

20

【0011】

本発明の物理量センサーでは、前記凹部の断面形状は、深さが段階的または連続的に浅くなる部分を有し、

前記電極は、当該部分を跨って前記凹部の外側へ延出されていることが好ましい。

これにより、凹部の深さを深くしても、電極および配線の損傷または断線を防止することができる。

【0012】

本発明の物理量センサーでは、前記端子が配置された前記凹部は、前記配線が配置された前記凹部よりも深いことが好ましい。

これにより、物理量センサーの製造時において、ベース基板となる第1基板と、可動部、可動電極部および固定電極部を形成するための第2基板とを陽極接合により接合する際に、端子が第2基板に接触して端子を形成する電極材料がセンサー部側に拡散するのを確実に防止する事ができる。

30

【0013】

本発明の物理量センサーでは、前記ベース基板には固定部が設けられ、

前記可動部は、連結部を介して前記固定部に接続されていることが好ましい。

これにより、例えば連結部にバネ部材を用いれば可動部を変位可能に支持することができる。物理量センサーを実現することができる。

40

【0015】

本発明の物理量センサーの製造方法は、アルカリ金属イオンを含む材料で構成されている第1基板上に、配線と、前記配線に電氣的に接続された電極とを形成する工程と、

前記電極を半導体材料で構成されている第2基板に接触させた状態で、前記第1基板と前記第2基板とを接合する工程と、

前記第2基板をエッチングすることにより、可動部と、前記可動部に設けられた可動電極部と、前記第1基板上に設けられ前記可動電極部に対向して配置された固定電極部とを含むセンサー部を形成する工程と、

前記第1基板に、前記第1基板との間に前記センサー部を収納する空間を形成する蓋部

50

材を接合する工程と、
を含み、

前記配線および前記電極を形成する工程では、前記第 1 基板に、前記配線および前記端子の厚さよりも深い凹部を形成した後、前記凹部内に前記配線および前記端子を形成するとともに、前記電極を、前記凹部の外側に形成し、

前記第 1 基板に前記蓋部材を接合する工程の後、前記電極は、平面視で前記蓋部材の外側に設けられていることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

このような物理量センサーの製造方法によれば、第 1 基板と第 2 基板とを陽極接合により接合する際に、これらの基板間に電界を印加しても、配線と第 2 基板との間で放電が生じるのを防止することができる。その結果、配線の導通不良を防止することができる。その結果、物理量センサーの製造時の歩留まりが向上し、物理量センサーの低コスト化を図ることができる。

本発明の電子機器は、本発明の物理量センサーを備えたことを特徴とする。

これにより、上述の効果を備えた電子機器を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る物理量センサーを示す斜視図である。

【図 2】図 1 に示す物理量センサーを示す平面図である。

【図 3】図 2 中の A - A 線断面図である。

【図 4】図 3 の部分拡大図（部分拡大断面図）である。

【図 5】図 2 中の B - B 線断面図である。

【図 6】図 5 の部分拡大図（部分拡大断面図）である。

【図 7】図 2 中の C - C 線断面図である。

【図 8】図 1 に示す物理量センサーの製造方法を説明するための図である。

【図 9】図 1 に示す物理量センサーの製造方法を説明するための図である。

【図 10】図 8（c）に示す工程（配線、接点、絶縁膜を形成する工程）を説明するための図である。

【図 11】図 8（c）に示す工程（配線、接点、絶縁膜を形成する工程）を説明するための図である。

【図 12】図 8（d）に示す工程（配線、接点、絶縁膜を形成する工程）を説明するための図である。

【図 13】本発明の第 2 実施形態に係る物理量センサーを示す断面図である。

【図 14】図 13 に示す物理量センサーの電極を説明するための断面図である。

【図 15】本発明の物理量センサーの変形例を示す模式図である。

【図 16】本発明の電子機器を適用したモバイル型（またはノート型）のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。

【図 17】本発明の電子機器を適用した携帯電話機（PHS も含む）の構成を示す斜視図である。

【図 18】本発明の電子機器を適用したデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下、本発明の物理量センサー、物理量センサーの製造方法および電子機器の好適な実施形態について、添付図面を参照しつつ説明する。

< 第 1 実施形態 >

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る物理量センサーを示す斜視図、図 2 は、図 1 に示す物理量センサーを示す平面図、図 3 は、図 2 中の A - A 線断面図、図 4 は、図 3 の部分拡大図（部分拡大断面図）、図 5 は、図 2 中の B - B 線断面図、図 6 は、図 5 の部分拡大図（部分拡大断面図）、図 7 は、図 2 中の C - C 線断面図である。

【 0 0 1 9 】

なお、以下では、説明の便宜上、図 2 中の紙面手前側を「上」、紙面奥側を「下」、右側を「右」、左側を「左」と言う。また、図 1 ~ 3、5 では、互いに直交する 3 つの軸として、X 軸、Y 軸および Z 軸が図示されている。また、以下では、X 軸に平行な方向（左右方向）を「X 軸方向」、Y 軸に平行な方向を「Y 軸方向」、Z 軸に平行な方向（上下方向）を「Z 軸方向」と言う。また、図 1 ~ 3、5、8、9 では、説明の便宜上、後述する絶縁膜 6 およびそれに対応するもの（絶縁膜 1 0 6、1 0 6 A）の図示を省略している。なお、本実施形態では、物理量センサーを加速度、角速度等の物理量を測定するための物理量センサー素子として用いる場合の例について説明する。

【 0 0 2 0 】

10

（物理量センサー）

図 1 に示す物理量センサー 1 は、絶縁基板 2 と、この絶縁基板 2 に接合・支持された素子片（センサー部（基体））3 と、素子片 3 に電氣的に接続された導体パターン 4 と、素子片 3 を覆うように設けられた蓋部材 5 とを有する。

以下、物理量センサー 1 を構成する各部を順次詳細に説明する。

【 0 0 2 1 】

（絶縁基板）

絶縁基板（ベース基板）2 は、素子片 3（センサー部）を支持する機能を有する。

この絶縁基板 2 は、板状をなし、その上面（一方の面）には、図 2 および図 3 に示すように、空洞部 2 1 が設けられている。この空洞部 2 1 は、絶縁基板 2 を平面視したときに、後述する素子片 3 の可動部 3 3、可動電極部 3 6、3 7 および連結部 3 4、3 5 を包含するように形成されていて、内底を有する。このような空洞部 2 1 は、素子片 3 の可動部 3 3、可動電極部 3 6、3 7 および連結部 3 4、3 5 が絶縁基板 2 に接触するのを防止する逃げ部を構成する。これにより、素子片 3 の可動部 3 3 の変位を許容することができる。

20

【 0 0 2 2 】

なお、この逃げ部は、空洞部 2 1（凹部）に代えて、絶縁基板 2 をその厚さ方向に貫通する開口部であってもよい。また、本実施形態では、空洞部 2 1 の平面視形状は、四角形（具体的には長方形）をなしているが、これに限定されるものではない。

また、絶縁基板 2 の上面には、前述した空洞部 2 1 の外側に、その外周に沿って、凹部 2 2、2 3、2 4 が設けられている。この凹部 2 2、2 3、2 4 内には、導体パターン 4 が配置されている。そして、この凹部 2 2、2 3、2 4 は、平面視で導体パターン 4 に対応した形状をなしている。具体的には、凹部 2 2 は、後述する導体パターン 4 の配線 4 1 および端子 4 4 に対応した形状をなし、凹部 2 3 は、後述する導体パターン 4 の配線 4 2 および端子 4 5 に対応した形状をなし、凹部 2 4 は、後述する導体パターン 4 の配線 4 3 および端子 4 6 に対応した形状をなす。

30

【 0 0 2 3 】

また、凹部 2 2 の端子 4 4 が設けられた部位の深さは、凹部 2 2 の配線 4 1 が設けられた部位よりも深くなっている。同様に、凹部 2 3 の端子 4 5 が設けられた部位の深さは、凹部 2 3 の配線 4 2 が設けられた部位よりも深くなっている。また、凹部 2 4 の端子 4 6 が設けられた部位の深さは、凹部 2 4 の配線 4 3 が設けられた部位よりも深くなっている。

40

【 0 0 2 4 】

このように凹部 2 2、2 3、2 4 の一部の深さを深くすることにより、後述する物理量センサー 1 の製造時において、素子片 3（センサー部）を形成する前の基板 1 0 3 を基板 1 0 2 A に接合したとき（図 1 2 参照）、その基板 1 0 3 が端子 4 4、4 5、4 6 と接合してしまうのを防止することができる。

このような絶縁基板 2 の構成材料としては、具体的には、高抵抗なシリコン材料、ガラス材料を用いるのが好ましく、特に、素子片 3 がシリコン材料を主材料として構成されている場合、アルカリ金属イオン（可動イオン）を含むガラス材料（例えば、パイレックス

50

ガラス（登録商標）のような硼珪酸ガラス）を用いるのが好ましい。これにより、素子片 3 がシリコンを主材料として構成されている場合、絶縁基板 2 と素子片 3 とを陽極接合することができる。

【0025】

また、絶縁基板 2 の構成材料は、素子片 3 の構成材料との熱膨張係数差ができるだけ小さいのが好ましく、具体的には、絶縁基板 2 の構成材料と素子片 3 の構成材料との熱膨張係数差が $3 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ 以下であるのが好ましい。これにより、絶縁基板 2 と素子片 3 との接合時等に高温化にさらされても、絶縁基板 2 と素子片 3 との間の残留応力を低減することができる。

【0026】

（素子片）

素子片 3 は、固定部 3 1、3 2 と、可動部 3 3 と、連結部 3 4、3 5 と、可動電極部 3 6、3 7 と、固定電極部 3 8、3 9 とで構成されている。

このような素子片 3 は、例えば、加速度、角速度等の物理量の変化に応じて、可動部 3 3 および可動電極部 3 6、3 7 が、連結部 3 4、3 5 を弾性変形させながら、X 軸方向（+ X 方向または - X 方向）に変位する。このような変位に伴って、可動電極部 3 6 と固定電極部 3 8 との間の隙間、および、可動電極部 3 7 と固定電極部 3 9 との間の隙間の大きさがそれぞれ変化する。すなわち、このような変位に伴って、可動電極部 3 6 と固定電極部 3 8 との間の静電容量、および、可動電極部 3 7 と固定電極部 3 9 との間の静電容量の大きさがそれぞれ変化する。したがって、これらの静電容量に基づいて、加速度、角速度等の物理量を検出することができる。

【0027】

この固定部 3 1、3 2、可動部 3 3、連結部 3 4、3 5 および可動電極部 3 6、3 7 は、一体的に形成されている。

固定部 3 1、3 2 は、それぞれ、前述した絶縁基板 2 の上面に接合されている。具体的には、固定部 3 1 は、絶縁基板 2 の上面の空洞部 2 1 に対して - X 方向側（図中左側）の部分に接合され、また、固定部 3 2 は、絶縁基板 2 の上面の空洞部 2 1 に対して + X 方向側（図中右側）の部分に接合されている。また、固定部 3 1、3 2 は、平面視したときに、それぞれ、空洞部 2 1 の外周縁を跨ぐように設けられている。

【0028】

なお、固定部 3 1、3 2 の位置および形状等は、連結部 3 4、3 5 や導体パターン 4 等の位置および形状等に応じて決められるものであり、上述したものに限定されない。

このような 2 つの固定部 3 1、3 2 の間には、可動部 3 3 が設けられている。本実施形態では、可動部 3 3 は、X 軸方向に延びる長手形状をなしている。なお、可動部 3 3 の形状は、素子片 3 を構成する各部の形状、大きさ等に応じて決められるものであり、上述したものに限定されない。

【0029】

このような可動部 3 3 は、固定部 3 1 に対して連結部 3 4 を介して連結されるとともに、固定部 3 2 に対して連結部 3 5 を介して連結されている。より具体的には、可動部 3 3 の左側の端部が連結部 3 4 を介して固定部 3 1 に連結されるとともに、可動部 3 3 の右側の端部が連結部 3 5 を介して固定部 3 2 に連結されている。これにより、連結部 3 4、3 5 にバネ部材を用いることにより、可動部 3 3 を変位可能に支持することができ、物理量センサー 1 を物理量センサー素子等に適用することができる。

【0030】

この連結部 3 4、3 5 は、可動部 3 3 を固定部 3 1、3 2 に対して変位可能に連結している。本実施形態では、連結部 3 4、3 5 は、図 2 にて矢印 a で示すように、X 軸方向（+ X 方向または - X 方向）に可動部 3 3 を変位し得るように構成されている。

具体的に説明すると、連結部 3 4 は、2 つの梁 3 4 1、3 4 2 で構成されている。そして、梁 3 4 1、3 4 2 は、それぞれ、Y 軸方向に蛇行しながら X 軸方向に延びる形状をなしている。言い換えると、梁 3 4 1、3 4 2 は、それぞれ、Y 軸方向に複数回（本実施形

10

20

30

40

50

態では3回)折り返された形状をなしている。なお、各梁341、342の折り返し回数は、1回または2回であってもよいし、4回以上であってもよい。

【0031】

同様に、連結部35は、Y軸方向に蛇行しながらX軸方向に延びる形状をなす2つの梁351、352で構成されている。

なお、連結部34、35は、可動部33を絶縁基板2に対して変位可能に支持するものであれば、上述したものに限定されず、例えば、可動部33の両端部から+Y方向および-Y方向にそれぞれ延出する1対の梁で構成されていてもよい。

【0032】

このように絶縁基板2に対してX軸方向に変位可能に支持された可動部33の幅方向での一方側(+Y方向側)には、可動電極部36が設けられ、他方側(-Y方向側)には、可動電極部37が設けられている。

10

可動電極部36は、可動部33から+Y方向に突出し、櫛歯状をなすように並ぶ複数の可動電極指361~365を備えている。この可動電極指361、362、363、364、365は、X方向側から+X方向側へ、この順に並んでいる。同様に、可動電極部37は、可動部33から-Y方向に突出し、櫛歯状をなすように並ぶ複数の可動電極指371~375を備える。この可動電極指371、372、373、374、375は、X方向側から+X方向側へ、この順に並んでいる。

【0033】

このように複数の可動電極指361~365および複数の可動電極指371~375は、それぞれ、可動部33の変位する方向(すなわちY軸方向)に並んで設けられている。これにより、後述する固定電極指382、384、386、388と可動電極部36との間の静電容量、および、固定電極指381、383、385、387と可動電極部36との静電容量を可動部33の変位に応じて効率的に変化させることができる。同様に、後述する固定電極指392、394、396、398と可動電極部36との間の静電容量、および、固定電極指391、393、395、397と可動電極部36との静電容量を可動部33の変位に応じて効率的に変化させることができる。そのため、物理量センサー1を物理量センサー素子として用いた場合に検出精度を優れたものとすることができる。

20

【0034】

このような可動電極部36は、固定電極部38に対して間隔を隔てて対向する。また、可動電極部37は、固定電極部39に対して間隔を隔てて対向する。

30

固定電極部38は、前述した可動電極部36の複数の可動電極指361~365に対して間隔を隔てて噛み合う櫛歯状をなすように並ぶ複数の固定電極指381~388を備える。このような複数の固定電極指381~388の可動部33とは反対側の端部は、それぞれ、絶縁基板2の上面の空洞部21に対して+Y方向側の部分に接合されている。そして、各固定電極指381~388は、その固定された側の端を固定端とし、自由端が-Y方向へ延びている。

【0035】

この固定電極指381~388は、X方向側から+X方向側へ、この順に並んでいる。そして、固定電極指381、382は、対をなし、前述した可動電極指361、362の間に、固定電極指383、384は、対をなし、可動電極指362、363の間に、固定電極指385、386は、対をなし、可動電極指363、364の間に、固定電極指387、388は、対をなし、可動電極指364、365の間に臨むように設けられている。

40

【0036】

ここで、固定電極指382、384、386、388は、それぞれ、第1固定電極指であり、固定電極指381、383、385、387は、それぞれ、絶縁基板2上で当該第1固定電極指に対して空隙(間隙)を介して離間した第2固定電極指である。このように、複数の固定電極指381~388は、交互に並ぶ複数の第1固定電極指および複数の第2固定電極指で構成されている。言い換えれば、可動電極指の一方の側に第1固定電極指

50

が配置され、他方の側に第2固定電極指が配置されている。

【0037】

このような第1固定電極指382、384、386、388と第2固定電極指381、383、385、387とは、絶縁基板2上で互いに分離している。言い換えると、第1固定電極指382、384、386、388、第2固定電極指381、383、385、387は、絶縁基板2上において、互いに連結されておらず、島状に孤立している。これにより、第1固定電極指382、384、386、388と第2固定電極指381、383、385、387とを電氣的に絶縁することができる。そのため、第1固定電極指382、384、386、388と可動電極部36との間の静電容量、および、第2固定電極指381、383、385、387と可動電極部36との間の静電容量を別々に測定し、それらの測定結果に基づいて、高精度に物理量を検出することができる。

10

【0038】

本実施形態では、固定電極指381～388が絶縁基板2上で互いに分離している。言い換えると、固定電極指381～388は、それぞれ、絶縁基板2上において、互いに連結されておらず、島状に孤立している。これにより、固定電極指381～388のY軸方向での長さを揃えることができる。そのため、各固定電極指381～388と絶縁基板2との各接合部の十分な接合強度を得るのに必要な面積を確保しつつ、固定電極指381～388の小型化を図ることができる。そのため、物理量センサー1の耐衝撃性を優れたものとしつつ、物理量センサー1の小型化を図ることができる。

【0039】

20

同様に、固定電極部39は、前述した可動電極部37の複数の可動電極指371～375に対して間隔を隔てて噛み合う櫛歯状をなすように並ぶ複数の固定電極指391～398を備える。このような複数の固定電極指391～398の可動部33とは反対側の端部は、それぞれ、絶縁基板2の上面の空洞部21に対して-Y方向側の部分に接合されている。そして、各固定電極指391～398は、その固定された側の端を固定端とし、自由端が+Y方向へ延びている。

【0040】

この固定電極指391、392、393、394、395、396、397、398は、X方向側から+X方向側へ、この順に並んでいる。そして、固定電極指391、392は、対をなし、前述した可動電極指371、372の間に、固定電極指393、394は、対をなし、可動電極指372、373の間に、固定電極指395、396は、対をなし、可動電極指373、374の間に、固定電極指397、398は、対をなし、可動電極指374、375の間に臨むように設けられている。

30

【0041】

ここで、固定電極指392、394、396、398は、それぞれ、第1固定電極指であり、固定電極指391、393、395、397は、それぞれ、絶縁基板2上で当該第1固定電極指に対して空隙（間隙）を介して離間した第2固定電極指である。このように、複数の固定電極指391～398は、交互に並ぶ複数の第1固定電極指および複数の第2固定電極指で構成されている。言い換えれば、可動電極指の一方の側に第1固定電極指が配置され、他方の側に第2固定電極指が配置されている。

40

【0042】

このような第1固定電極指392、394、396、398と第2固定電極指391、393、395、397とは、前述した固定電極部38と同様、絶縁基板2上で互いに分離している。これにより、第1固定電極指392、394、396、398と可動電極部37との間の静電容量、および、第2固定電極指391、393、395、397と可動電極部37との間の静電容量を別々に測定し、それらの測定結果に基づいて、高精度に物理量を検出することができる。

【0043】

本実施形態では、複数の固定電極指391～398は、前述した固定電極部38と同様、絶縁基板2上で互いに分離している。これにより、各固定電極指391～398と絶縁

50

基板 2 との各接合部の面積を十分なものとしつつ、固定電極指 3 9 1 ~ 3 9 8 の小型化を図ることができる。そのため、物理量センサー 1 の耐衝撃性を優れたものとしつつ、物理量センサー 1 の小型化を図ることができる。

【 0 0 4 4 】

このような素子片 3 (すなわち、固定部 3 1、3 2、可動部 3 3、連結部 3 4、3 5、複数の固定電極指 3 8 1 ~ 3 8 8、3 9 1 ~ 3 9 8 および複数の可動電極指 3 6 1 ~ 3 6 5、3 7 1 ~ 3 7 5) は、後述する 1 つの基板 1 0 3 をエッチングすることにより形成されたものである。

これにより、固定部 3 1、3 2、可動部 3 3、連結部 3 4、3 5、複数の固定電極指 3 8 1 ~ 3 8 8、3 9 1 ~ 3 9 8 および複数の可動電極指 3 6 1 ~ 3 6 5、3 7 1 ~ 3 7 5 の厚さを厚くすることができる。また、これらの厚さを簡単かつ高精度に揃えることができる。このようなことから、物理量センサー 1 の高感度化を図ることができるとともに、物理量センサー 1 の耐衝撃性を向上させることができる。

【 0 0 4 5 】

また、素子片 3 の構成材料としては、前述したような静電容量の変化に基づく物理量の検出が可能であれば、特に限定されないが、半導体が好ましく、具体的には、例えば、単結晶シリコン、ポリシリコン等のシリコン材料を用いるのが好ましい。

すなわち、固定部 3 1、3 2、可動部 3 3、連結部 3 4、3 5、複数の固定電極指 3 8 1 ~ 3 8 8、3 9 1 ~ 3 9 8 および複数の可動電極指 3 6 1 ~ 3 6 5、3 7 1 ~ 3 7 5 は、それぞれ、シリコンを主材料として構成されているのが好ましい。

【 0 0 4 6 】

シリコンはエッチングにより高精度に加工することができる。そのため、素子片 3 をシリコンを主材料として構成することにより、素子片 3 の寸法精度を優れたものとし、その結果、物理量センサー素子である物理量センサー 1 の高感度化を図ることができる。また、シリコンは疲労が少ないため、物理量センサー 1 の耐久性を向上させることもできる。

また、素子片 3 を構成するシリコン材料には、リン、ボロン等の不純物がドーピングされているのが好ましい。これにより、素子片 3 の導電性を優れたものとすることができる。

【 0 0 4 7 】

また、素子片 3 は、前述したように、絶縁基板 2 の上面に固定部 3 1、3 2 および固定電極部 3 8、3 9 が接合されることにより、絶縁基板 2 に支持されている。本実施形態では、後述する絶縁膜 6 を介して絶縁基板 2 と素子片 3 とが接合されている。

このような素子片 3 (具体的には、前述した固定部 3 1、3 2 および各固定電極指 3 8 1 ~ 3 8 8、3 9 1 ~ 3 9 8) と絶縁基板 2 との接合方法は、特に限定されないが、陽極接合法を用いるのが好ましい。これにより、固定部 3 1、3 2 および固定電極部 3 8、3 9 (各固定電極指 3 8 1 ~ 3 8 8、3 9 1 ~ 3 9 8) を絶縁基板 2 に強固に接合することができる。そのため、物理量センサー 1 の耐衝撃性を向上させることができる。また、固定部 3 1、3 2 および固定電極部 3 8、3 9 (各固定電極指 3 8 1 ~ 3 8 8、3 9 1 ~ 3 9 8) を絶縁基板 2 の所望の位置に高精度に接合することができる。そのため、物理量センサー素子である物理量センサー 1 の高感度化を図ることができる。この場合、前述したようにシリコンを主材料として素子片 3 を構成し、かつ、アルカリ金属イオンを含むガラス材料で絶縁基板 2 を構成する。

【 0 0 4 8 】

(導体パターン)

導体パターン 4 は、前述した絶縁基板 2 の上面 (固定電極部 3 8、3 9 側の面) 上に設けられている。

この導体パターン 4 は、配線 4 1、4 2、4 3 と、端子 4 4、4 5、4 6 と、電極 7 1、7 2、7 3 とで構成されている。

【 0 0 4 9 】

配線 4 1 は、第 1 固定電極指である各固定電極指 3 8 2、3 8 4、3 8 6、3 8 8 および各固定電極指 3 9 2、3 9 4、3 9 6、3 9 8 と端子 4 4 とを電氣的に接続する。

この配線 4 1 は、前述した絶縁基板 2 の空洞部 2 1 の外側に設けられ、空洞部 2 1 の外周に沿うように形成されている。そして、配線 4 1 の一端部は、絶縁基板 2 の上面の外周部（絶縁基板 2 上の蓋部材 5 の外側の部分）上において、端子 4 4 に接続されている。

【 0 0 5 0 】

このような配線 4 1 は、前述した素子片 3 の第 1 固定電極指である各固定電極指 3 8 2、3 8 4、3 8 6、3 8 8 および各固定電極指 3 9 2、3 9 4、3 9 6、3 9 8 に電氣的に接続されている。ここで、配線 4 1 は、各第 1 固定電極指に電氣的に接続された第 1 配線である。

また、配線 4 2 は、第 2 固定電極指である各固定電極指 3 8 1、3 8 3、3 8 5、3 8 7 および各固定電極指 3 9 1、3 9 3、3 9 5、3 9 7 と端子 4 5 とを電氣的に接続する。

10

【 0 0 5 1 】

この配線 4 2 は、前述した配線 4 1 の内側、かつ、前述した絶縁基板 2 の空洞部 2 1 の外側でその外周縁に沿って設けられている。そして、配線 4 2 の一端部は、前述した端子 4 4 に対して間隔を隔てて並ぶように絶縁基板 2 の上面の外周部（絶縁基板 2 上の蓋部材 5 の外側の部分）上において、端子 4 5 に接続されている。

また、配線 4 3 は、各可動電極指 3 6 1 ~ 3 6 5 および各可動電極指 3 7 1 ~ 3 7 5 と端子 4 6 とを電氣的に接続する。

【 0 0 5 2 】

この配線 4 3 は、絶縁基板 2 上の固定部 3 1 との接合部から、絶縁基板 2 の上面の外周部（絶縁基板 2 上の蓋部材 5 の外側の部分）上に延びるように設けられている。そして、配線 4 3 の固定部 3 1 とは反対側の端部は、前述した端子 4 4、4 5 に対して間隔を隔てて並ぶように絶縁基板 2 の上面の外周部（絶縁基板 2 上の蓋部材 5 の外側の部分）上において、端子 4 6 に接続されている。

20

【 0 0 5 3 】

このような配線 4 1 ~ 4 3 の構成材料としては、それぞれ、導電性を有するものであれば、特に限定されず、各種電極材料を用いることができるが、例えば、ITO (Indium Tin Oxide)、IZO (Indium Zinc Oxide)、 In_3O_3 、 SnO_2 、Sb 含有 SnO_2 、Al 含有 ZnO 等の酸化物（透明電極材料）、Au、Pt、Ag、Cu、Al またはこれらを含む合金等が挙げられ、これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせ用いることができる。

30

【 0 0 5 4 】

中でも、配線 4 1 ~ 4 3 の構成材料としては、透明電極材料（特に ITO）を用いるのが好ましい。配線 4 1、4 2 がそれぞれ透明電極材料で構成されていると、絶縁基板 2 が透明基板である場合、絶縁基板 2 の固定電極部 3 8、3 9 側の面上に存在する異物等を絶縁基板 2 の固定電極部 3 8、3 9 とは反対の面側から容易に視認することができる。そのため、高感度な物理量センサー素子として物理量センサー 1 をより確実に提供することができる。

【 0 0 5 5 】

また、端子 4 4 ~ 4 6 の構成材料としては、それぞれ、前述した配線 4 1 ~ 4 3 と同様、導電性を有するものであれば、特に限定されず、各種電極材料を用いることができる。本実施形態では、端子 4 4 ~ 4 6 の構成材料として、後述する突起 4 7 1、4 7 2、4 8 1、4 8 2 の構成材料と同じものが用いられている。

40

このような配線 4 1、4 2（第 1 配線および第 2 配線）が絶縁基板 2 の上面に設けられていることにより、配線 4 1 を介して第 1 固定電極指 3 8 2、3 8 4、3 8 6、3 8 8 と可動電極部 3 6 との間の静電容量および第 1 固定電極指 3 9 2、3 9 4、3 9 6、3 9 8 と可動電極部 3 7 との間の静電容量を測定するとともに、配線 4 2 を介して第 2 固定電極指 3 8 1、3 8 3、3 8 5、3 8 7 と可動電極部 3 6 との間の静電容量および第 2 固定電極指 3 9 1、3 9 3、3 9 5、3 9 7 と可動電極部 3 7 との間の静電容量を測定することができる。

50

【0056】

本実施形態では、端子44および端子46を用いることにより、第1固定電極指382、384、386、388と可動電極部36との間の静電容量および第1固定電極指392、394、396、398と可動電極部37との間の静電容量を測定することができる。また、端子45および端子46を用いることにより、第2固定電極指381、383、385、387と可動電極部36との間の静電容量および第2固定電極指391、393、395、397と可動電極部37との間の静電容量を測定することができる。

【0057】

また、このような配線41、42は、絶縁基板2の上面上（すなわち固定電極部38、39側の面上）に設けられているので、固定電極部38、39に対する電氣的接続およびその位置決めが容易である。そのため、物理量センサー1の信頼性（特に、耐衝撃性および検出精度）を向上させることができる。

10

また、配線41および端子44は、前述した絶縁基板2の凹部（第1凹部）22内に設けられ、配線42および端子45は、前述した絶縁基板2の凹部（第2凹部）23内に設けられ、配線43および端子46は、前述した絶縁基板2の凹部（第3凹部）24内に設けられている。これにより、配線41～43が絶縁基板2の板面から突出するのを防止することができる。そのため、各固定電極指381～388、391～398と絶縁基板2との接合（固定）を確実なものとしつつ、固定電極指382、384、386、388、392、394、396、398と配線41との電氣的接続および固定電極指381、383、385、387、391、393、395、397と配線42との電氣的接続を行うことができる。同様に、固定部31と絶縁基板2との接合（固定）を確実なものとしつつ、固定部31と配線43との電氣的接続を行うことができる。

20

【0058】

ここで、配線41～43の厚さをそれぞれ t とし、前述した凹部22～24の配線41が設けられた部分の深さをそれぞれ d としたとき、 $t < d$ なる関係を満たす。

特に、第1配線である配線41上には、導電性を有する第1突起である複数の突起481および複数の突起482が設けられている。複数の突起481は、複数の第1固定電極指である固定電極指382、384、386、388に対応して設けられ複数の突起482は、複数の第1固定電極指である固定電極指392、394、396、398に対応して設けられている。

30

【0059】

そして、複数の突起481を介して固定電極指382、384、386、388と配線41とが電氣的に接続されるとともに、複数の突起482を介して固定電極指392、394、396、398と配線41とが電氣的に接続されている。

これにより、配線41と他の部位との不本意な電氣的接続（短絡）を防止しつつ、各固定電極指382、384、386、388、392、394、396、398と配線41との電氣的接続を行うことができる。

【0060】

同様に、第2配線である配線42上には、導電性を有する第2突起である複数の突起471および複数の突起472が設けられている。複数の突起471は、複数の第2固定電極指である固定電極指381、383、385、387に対応して設けられ、複数の突起472は、複数の第2固定電極指である固定電極指391、393、395、397に対応して設けられている。

40

【0061】

そして、複数の突起471を介して固定電極指381、383、385、387と配線42とが電氣的に接続されるとともに、複数の突起472を介して固定電極指391、393、395、397と配線42とが電氣的に接続されている。

これにより、配線42と他の部位との不本意な電氣的接続（短絡）を防止しつつ、各固定電極指381、383、385、387、391、393、395、397と配線42との電氣的接続を行うことができる。

50

【 0 0 6 2 】

このような突起 4 7 1、4 7 2、4 8 1、4 8 2 の構成材料としては、それぞれ、導電性を有するものであれば、特に限定されず、各種電極材料を用いることができるが、例えば、Au、Pt、Ag、Cu、Al 等の金属単体またはこれらを含む合金等の金属が好適に用いられる。このような金属を用いて突起 4 7 1、4 7 2、4 8 1、4 8 2 を構成することにより、配線 4 1、4 2 と固定電極部 3 8、3 9 との間の接点抵抗を小さくすることができる。

【 0 0 6 3 】

また、配線 4 1 ~ 4 3 の厚さをそれぞれ t とし、前述した凹部 2 2 ~ 2 4 の配線 4 1 が設けられた部分の深さをそれぞれ d とし、突起 4 7 1、4 7 2、4 8 1、4 8 2 の高さをそれぞれ h としたとき、 $d > t + h$ なる関係を満たす。

10

また、図 4 および図 6 に示すように、配線 4 1 ~ 4 3 上には、絶縁膜 6 が設けられている。また、前述した各突起 4 7 1、4 7 2、4 8 1、4 8 2、5 0 上には絶縁膜 6 が形成されておらず、各突起の表面が露出している。この絶縁膜 6 は、導体パターン 4 と素子片 3 との不本意な電氣的接続（短絡）を防止する機能を有する。これにより、配線 4 1、4 2 と他の部位との不本意な電氣的接続（短絡）をより確実に防止しつつ、各第 1 固定電極指 3 8 2、3 8 4、3 8 6、3 8 8、3 9 2、3 9 4、3 9 6、3 9 8 と配線 4 1 との電氣的接続および各第 2 固定電極指 3 8 1、3 8 3、3 8 5、3 8 5、3 8 7、3 9 1、3 9 3、3 9 5、3 9 7 と配線 4 2 との電氣的接続を行うことができる。また、配線 4 3 と他の部位との不本意な電氣的接続（短絡）をより確実に防止しつつ、固定部 3 1 と配線 4 3 との電氣的接続を行うことができる。

20

【 0 0 6 4 】

本実施形態では、絶縁膜 6 は、前述した突起 4 7 1、4 7 2、4 8 1、4 8 2、5 0 および端子 4 4 ~ 4 6 の形成領域を除いて、絶縁基板 2 の上面の略全域に亘って形成されている。なお、絶縁膜 6 の形成領域は、配線 4 1 ~ 4 3 を覆うことができれば、これに限定されず、例えば、絶縁基板 2 の上面の素子片 3 との接合部位や蓋部材 5 との接合部位を除くような形状をなしていてもよい。

【 0 0 6 5 】

また、配線 4 1 ~ 4 3 の厚さをそれぞれ t とし、前述した凹部 2 2 ~ 2 4 の配線 4 1 ~ 4 3 が設けられた部分の深さをそれぞれ d としたとき、 $d > t$ なる関係を満たす。これにより、例えば、図 4 に示すように、固定電極指 3 9 1 と配線 4 1 上の絶縁膜 6 との間には、隙間 2 2 1 が形成されている。図示しないが、この隙間 2 2 1 と同様の隙間が他の各固定電極指と配線 4 1、4 2 上の絶縁膜 6 との間にも形成されている。このような隙間は、後述する物理量センサー 1 の製造において、基板 1 0 2 と基板 1 0 3 との間にも同様に形成され、陽極接合時に生じるガスを排出することができる。

30

【 0 0 6 6 】

また、図 6 に示すように、蓋部材 5 と配線 4 3 上の絶縁膜 6 との間には、隙間 2 2 2 が形成されている。図示しないが、この隙間 2 2 2 と同様の隙間が蓋部材 5 と配線 4 1、4 2 上の絶縁膜 6 との間にも形成されている。これらの隙間は、蓋部材 5 内を減圧したり、不活性ガスを充填したりするのを用いることができる。なお、これらの隙間は、蓋部材 5 と絶縁基板 2 とを接着剤により接合する際に、接着剤により塞いでもよい。

40

【 0 0 6 7 】

このような絶縁膜 6 の構成材料としては、特に限定されず、絶縁性を有する各種材料を用いることができるが、絶縁基板 2 がガラス材料（特に、アルカリ金属イオンが添加されたガラス材料）で構成されている場合、二酸化珪素（ SiO_2 ）を用いるのが好ましい。これにより、前述したような不本意な電氣的接続を防止するとともに、絶縁基板 2 の上面の素子片 3 との接合部位に絶縁膜 6 が存在していても、絶縁基板 2 と素子片 3 とを陽極接合することができる。

【 0 0 6 8 】

また、絶縁膜 6 の厚さ（平均厚さ）は、特に限定されないが、10 ~ 1000 nm 程度

50

であるのが好ましく、10～200nm程度であるのがより好ましい。このような厚さの範囲で絶縁膜6を形成すると、前述したような不本意な電氣的接続を防止することができる。また、絶縁基板2がアルカリ金属イオンを含むガラス材料で構成され、かつ、素子片3がシリコンを主材料として構成されている場合、絶縁基板2の上面の素子片3との接合部位に絶縁膜6が存在していても、絶縁膜6を介して絶縁基板2と素子片3とを陽極接合することができる。

以上説明したような配線41には、電極71が電氣的に接続されている。同様に、配線42には、電極72が電氣的に接続されている。また、配線43には、電極73が電氣的に接続されている。これらの電極71、72、73は、それぞれ、蓋部材5の外側に絶縁基板2上に設けられている。

10

【0069】

このような電極71、72、73を設けることにより、後に詳述するような物理量センサー1の製造時において、絶縁基板2となる第1基板と、可動部33、可動電極指361～365、371～375および固定電極指381～388、391～398を形成するための第2基板とを陽極接合により接合する際に、配線41、42、43と第2基板とを電極71、72、73を介して電氣的に接続することにより、配線41、42、43および第2基板の電位を等しくすることができる。そのため、これらの基板を陽極接合により接合する際に、これらの基板間に電界を印加しても、配線41、42、43と第2基板との間で放電が生じるのを防止することができる。その結果、配線41、42、43の導通不良を防止することができる。その結果、物理量センサー1の製造時の歩留まりが向上し、物理量センサー1の低コスト化を図ることができる。

20

【0070】

また、電極71、72、73が絶縁基板2と蓋部材5との間の空間の外側に設けられているので、絶縁基板2と蓋部材5との接合後であっても、必要に応じて、電極71、72、73の少なくとも一部を除去することにより、配線41、42、43の容量を調整することができる。その結果、物理量センサー1の高感度化を図ることができる。

【0071】

また、前述したように、配線41～43および端子44～46は、凹部22～24内に設けられているが、電極71～73は、凹部22～24の外側に設けられている。これにより、物理量センサー1の製造時において、絶縁基板2となる第1基板と、素子片3を形成するための第2基板とを陽極接合により接合する際に、配線41～43と第2基板とを電極71～73を介して電氣的に接続することができる。

30

また、図7に示すように、凹部22は、内側から外側に向けて深さが段階的に浅くなる部分223（階段状の壁面）を有する。そして、電極71は、配線41から当該部分223を跨って凹部22の外側へ延出している。これにより、凹部22の深さを深くしても、電極71および配線41の損傷または断線を防止することができる。

【0072】

同様に、凹部23は、内側から外側に向けて深さが段階的に浅くなる部分233（階段状の壁面）を有する。そして、電極72は、配線42から当該部分233を跨って凹部23の外側へ延出している。また、凹部24は、内側から外側に向けて深さが段階的に浅くなる部分243（階段状の壁面）を有する。そして、電極73は、配線43から当該部分243を跨って凹部24の外側へ延出している。

40

【0073】

また、図6に示すように、凹部24の端子46が設けられた部分の深さが凹部24の他の部分の深さよりも深い。これにより、物理量センサー1の製造時において、絶縁基板2となる第1基板と、素子片3を形成するための第2基板とを陽極接合により接合する際に、端子46が第2基板に接触して端子46の電極材料がセンサー部を形成する基板側に拡散するのを防止することができる。

また、図示しないが、同様に、凹部22の端子44が設けられた部分の深さが凹部22の他の部分の深さよりも深い。また、凹部23の端子45が設けられた部分の深さが凹部

50

23の他の部分の深さよりも深い。

【0074】

(蓋部材)

蓋部材5は、前述した素子片3を保護する機能を有する。

この蓋部材5は、前述した絶縁基板2に接合され、絶縁基板2との間に素子片3を収納する空間を形成する。

具体的に説明すると、この蓋部材5は、板状をなし、その一方の面(下面)に凹部51が設けられている。この凹部51は、素子片3の可動部33および可動電極部36、37等の変位を許容するように形成されている。

【0075】

そして、蓋部材5の下面の凹部51よりも外側の部分は、前述した絶縁基板2の上面に接合されている。本実施形態では、前述した絶縁膜6を介して絶縁基板2と蓋部材5とが接合されている。

蓋部材5と絶縁基板2との接合方法としては、特に限定されず、例えば、接着剤を用いた接合方法、陽極接合法、直接接合法等を用いることができる。

また、蓋部材5の構成材料としては、前述したような機能を発揮し得るものであれば、特に限定されないが、例えば、シリコン材料、ガラス材料等を好適に用いることができる。

【0076】

(物理量センサーの製造方法)

次に、本発明の物理量センサーの製造方法を説明する。なお、以下では、前述した物理量センサー1を製造する場合の一例を説明する。

図8および図9は、それぞれ、図1に示す物理量センサーの製造方法を説明するための図、図10および図11は、それぞれ、図8(c)に示す工程(配線、接点、絶縁膜を形成する工程)を説明するための図、図12は、図8(d)に示す工程(配線、接点、絶縁膜を形成する工程)を説明するための図である。なお、図8および図9は、それぞれ、図1中のA-A線断面に対応する断面を示している。

物理量センサー1の製造方法は、第1基板である基板102上に導体パターン4を形成する工程と、電極71~73を第2基板である基板103に接触させた状態で、基板102(102A)と基板103とを接合する工程と、基板103をエッチングすることにより素子片3を形成する工程とを含む。

【0077】

以下、各工程を順次詳細に説明する。

なお、以下では、絶縁基板2がアルカリ金属イオンを含むガラス材料で構成され、かつ、素子片3がシリコンで構成されている場合を例に説明する。

[1]

まず、図8(a)に示すように、第1基板である基板102を用意する。

この基板102は、後述する工程を経て絶縁基板2となるものである。

また、基板102は、アルカリ金属を含むガラス材料で構成されている。

【0078】

[2]

次に、図8(b)に示すように、基板102の上面をエッチングすることにより、空洞部21および凹部22、23を形成する。このとき、図8(b)では図示しないが、上記エッチングにより凹部24も同時に形成する。これにより、空洞部21と凹部22~24が形成された基板102Aを得る。

【0079】

このような空洞部21と凹部22~24の形成方法(エッチング方法)としては、特に限定されないが、例えば、プラズマエッチング、ビームエッチング、等の物理的エッチング法、リアクティブイオンエッチング、光アシストエッチング、ウェットエッチング等の化学的エッチング法等のうちの1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。

10

20

30

40

50

なお、以下の各工程におけるエッチングにおいても、同様の方法を用いることができる。

【0080】

また、上述したようなエッチングに際しては、例えば、フォトリソグラフィ法により形成されたマスクを好適に用いることができる。また、マスク形成、エッチング、マスク除去を複数繰り返し、空洞部21と凹部22～24を順に形成することができる。そして、このマスクは、エッチング後に、除去される。このマスクの除去方法としては、例えば、マスクがレジスト材料で構成される場合には、レジスト剥離液、マスクが金属材料で構成される場合には、リン酸溶液のようなメタル剥離液等を用いることができる。

なお、マスクとして、例えば、グレースケールマスクを用いることにより、空洞部21と凹部22～24（深さの異なる複数の凹部）を一括形成してもよい。

10

【0081】

[3]

次に、図8(c)に示すように、基板102Aの上面に、導体パターン4を形成する。その後、図8(c)では図示しないが、絶縁膜106Aを形成する。

ここで、絶縁膜106Aは、後述する個片化を経て絶縁膜6となるものである。

以下、図10および図11に基づき、導体パターン4および絶縁膜106Aの形成について詳述する。なお、図10では、基板102Aの固定電極指391との接合部近傍における導体パターン4および絶縁膜106Aの形成を代表的に図示している。また、図11では、導体パターン4の端子44、電極71および絶縁膜106Aの形成を代表的に図示している。

20

【0082】

導体パターン4を形成するに際しては、まず、図10(a)に示すように、凹部22内に配線41を形成するとともに、凹部23内に配線42を形成する。このとき、図10では図示しないが、配線41、42の形成と同時に、凹部24内に配線43を形成する。

また、このとき、図11(a)に示すように、電極71を配線41と一体的に形成する。また、図11では図示しないが、電極72を配線42と一体的に形成し、また、電極73を配線43と一体的に形成する。

【0083】

配線41、42、43および電極71、72、73の形成方法（成膜方法）としては、特に限定されないが、例えば、真空蒸着、スパッタリング（低温スパッタリング）、イオンプレーティング等の乾式メッキ法、電解メッキ、無電解メッキ等の湿式メッキ法、溶射法、薄膜の接合等が挙げられる。なお、以下の各工程における成膜においても、同様の方法を用いることができる。

30

【0084】

そして、図10(b)に示すように、配線42上に複数の突起472を形成（成膜）する。このとき、図10(b)では図示しないが、突起472の形成と同時に、配線42上に複数の突起471を形成する。また、突起472の形成と同時に、配線41上に複数の突起481および複数の突起482を形成する。また、突起472の形成と同時に、配線43上に突起50を形成する。

また、このとき、図11(b)に示すように、突起472の形成と同時に、配線41上に端子44を形成する。また、図11では図示しないが、突起472の形成と同時に、配線42上に端子45を形成し、また、配線43上に端子46を形成する。

40

【0085】

次に、図10(c)および図11(c)に示すように、配線41、42等を覆うように、基板102Aの上面に絶縁膜106を形成（成膜）する。

次に、図10(d)および図11(d)に示すように、絶縁膜106の各突起472、端子44および電極71に対応する部分を除去する。また、図10(d)、図11(d)では図示しないが、絶縁膜106の各突起471、突起50、端子45、46および電極72、73に対応する部分も除去する。これにより、端子44～46および電極71～73を露出させるとともに、各突起471、472、50が貫通する絶縁膜106Aが得ら

50

れる。

以上のようにして、導体パターン４および絶縁膜１０６Ａが得られる。

【００８６】

〔４〕

次に、図８（ｄ）に示すように、基板１０２Ａの上面に、第２基板である基板１０３を陽極接合法により接合する。これにより、基板１０３と各突起４７１、４７２、５０とが接続される。

このとき、図１２に示すように、電極７１が、基板１０２Ａと基板１０３との間に介在し、基板１０２Ａおよび基板１０３の双方に接触している。これにより、基板１０２Ａと基板１０３とが電極７１を介して電氣的に接続されている。また、図示しないが、電極７１と同様に、電極７２、７３も、基板１０２Ａと基板１０３との間に介在し、基板１０２Ａおよび基板１０３の双方に接触している。

10

【００８７】

このような電極７１～７３により基板１０２Ａおよび基板１０３が互いに等電位となるため、基板１０２Ａと基板１０３とを陽極接合により接合する際に、基板１０２Ａと基板１０３との間に電界を印加しても、配線４１～４３と基板１０３との間で放電が生じるのを防止することができる。その結果、配線４１～４３の導通不良を防止することができる。

【００８８】

この基板１０３は、後述する薄肉化、パターンニングおよび個片化を経て素子片３となるものである。

20

また、基板１０３は、シリコン基板である。

また、基板１０３の厚さは、素子片３の厚さよりも厚くなっている。これにより、基板１０３の取り扱い性を向上させることができる。なお、基板１０３の厚さが素子片３の厚さと同じであってもよい。この場合、後述する薄肉化工程〔５〕を省略すればよい。

【００８９】

〔５〕

次に、基板１０３を薄肉化して、図８（ｅ）に示すように、基板１０３Ａを得る。

この薄肉化は、基板１０３Ａの厚さが素子片３の厚さと同じになるように行われる。

また、基板１０３の薄肉化方法は、特に限定されないが、例えば、ＣＭＰ法、ドライポリッシュ法を好適に用いることができる。

30

【００９０】

〔６〕

次に、基板１０３Ａをエッチングすることにより、図９（ａ）に示すように、素子片３を得る。

〔７〕

次に、図９（ｂ）に示すように、基板１０２Ａの上面に、凹部５１を有する蓋部材１０５を接合する。これにより、基板１０２Ａと蓋部材１０５とが素子片３を収納するようにして接合された接合体１０１が得られる。

この蓋部材１０５は、後述する個片化を経て蓋部材５となるものである。

40

〔８〕

次に、接合体１０１を個片化（ダイシング）することにより、図９（ｃ）に示すように、物理量センサー１が得られる。

【００９１】

以上説明したような物理量センサー１の製造方法によれば、基板１０２Ａと基板１０３とを陽極接合により接合する際に、これらの基板間に電界を印加しても、配線４１～４３と基板１０３との間で放電が生じるのを防止することができる。その結果、配線４１～４３の導通不良を防止することができる。その結果、物理量センサー１の製造時の歩留まりが向上し、物理量センサー１の低コスト化を図ることができる。

【００９２】

50

< 第 2 実施形態 >

次に、本発明の物理量センサーの第 2 実施形態について説明する。

図 1 3 は、本発明の第 2 実施形態に係る物理量センサーを示す断面図、図 1 4 は、図 1 3 に示す物理量センサーの電極を説明するための断面図である。

本実施形態にかかる物理量センサーは、固定電極部の構成が異なる以外は、前述した第 1 実施形態にかかる物理量センサーと同様である。

なお、以下の説明では、第 2 実施形態の物理量センサーに関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図 1 3、1 4 では、前述した第 1 実施形態と同様の構成について、同一符号を付している。

【 0 0 9 3 】

本実施形態の物理量センサー 1 A は、図 1 3 に示すように、素子片 3 を支持する絶縁基板 2 A を有する。

この絶縁基板 2 A の上面には、図 1 4 に示すように、配線 4 1、4 2、4 3 および端子 4 4、4 5、4 6 に対応した平面視形状をなす凹部 2 2 A、2 3 A、2 4 A が設けられている。

【 0 0 9 4 】

そして、配線 4 1 および端子 4 4 は、凹部 2 2 A 内に設けられ、配線 4 2 および端子 4 5 は、凹部 2 3 A 内に設けられ、配線 4 3 および端子 4 6 は、凹部 2 4 A 内に設けられている。

また、図 1 4 に示すように、凹部 2 2 A は、内側から外側に向けて深さが連続的に浅くなる部分 2 2 3 A (傾斜した壁面) を有する。そして、電極 7 1 は、配線 4 1 から当該部分 2 2 3 A を跨って凹部 2 2 A の外側へ延出している。これにより、凹部 2 2 A の深さを深くしても、電極 7 1 および配線 4 1 の損傷または断線を防止することができる。

【 0 0 9 5 】

同様に、凹部 2 3 A は、内側から外側に向けて深さが連続的に浅くなる部分 2 3 3 A (傾斜した壁面) を有する。そして、電極 7 2 は、配線 4 2 から当該部分 2 3 3 A を跨って凹部 2 3 A の外側へ延出している。また、凹部 2 4 A は、内側から外側に向けて深さが連続的に浅くなる部分 2 4 3 A (傾斜した壁面) を有する。そして、電極 7 3 は、配線 4 3 から当該部分 2 4 3 A を跨って凹部 2 4 の外側へ延出している。

【 0 0 9 6 】

また、図 1 3 に示すように、凹部 2 4 A の端子 4 6 が設けられた部分の深さが凹部 2 4 A の他の部分の深さよりも深い。特に、本実施形態では、凹部 2 4 A の端子 4 6 が設けられた部分から凹部 2 4 A の他の部分に向けて深さが連続的に浅くなっている。これにより、凹部 2 4 A の端子 4 6 が設けられた部分の深さを深くしても、配線 4 1 の損傷または断線を防止することができる。

【 0 0 9 7 】

また、図示しないが、同様に、凹部 2 2 A の端子 4 4 が設けられた部分から凹部 2 2 A の他の部分に向けて深さが連続的に浅くなっている。また、凹部 2 3 A の端子 4 5 が設けられた部分から凹部 2 3 A の他の部分に向けて深さが連続的に浅くなっている。

以上説明したような第 2 実施形態に係る物理量センサー 1 A によっても、前述した第 1 実施形態に係る物理量センサー 1 と同様、高感度化、製造効率の改善、低コスト化、高信頼性化の少なくとも 1 つを実現することができる。

【 0 0 9 8 】

(変形例)

次に、図 1 5 に基づいて、本発明の物理量センサーの変形例を説明する。

図 1 5 は、本発明の物理量センサーの変形例を示す模式図である。

図 1 5 に示す物理量センサー 2 0 0 は、前述した物理量センサー 1 と、物理量センサー 1 に電氣的に接続された電子部品 2 0 1 とを有する。

電子部品 2 0 1 は、例えば集積回路素子 (I C) であり、物理量センサー 1 を駆動する機能を有する。この電子部品 2 0 1 に角速度検出回路や加速度検出回路を形成することに

10

20

30

40

50

より物理量センサー 200 をジャイロセンサーや加速度センサーとして構成することができる。

【0099】

なお、図15では、物理量センサー200が1つの物理量センサー1を有する場合を図示しているが、物理量センサー200が複数の物理量センサー1を有していてもよい。また、物理量センサー200は、物理量センサー1と、物理量センサー1とは異なる構成の物理量センサーとを有していてもよい。

このような物理量センサー200は、感度および耐衝撃性の優れた物理量センサー1を備えるので、優れた信頼性を有する。

【0100】

10

(電子機器)

次に、本発明の電子機器を説明する。

図16は、本発明の電子機器を適用したモバイル型(またはノート型)のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。

この図において、パーソナルコンピュータ1100は、キーボード1102を備えた本体部1104と、表示ユニット1106とにより構成され、表示ユニット1106は、本体部1104に対しヒンジ構造部を介して回動可能に支持されている。

このようなパーソナルコンピュータ1100には、物理量センサー1が内蔵されている。

【0101】

20

図17は、本発明の電子機器を適用した携帯電話機(PHSも含む)の構成を示す斜視図である。

この図において、携帯電話機1200は、アンテナ(図示せず)、複数の操作ボタン1202、受話口1204および送話口1206を備え、操作ボタン1202と受話口1204との間には、表示部が配置されている。

このような携帯電話機1200には、物理量センサー1が内蔵されている。

【0102】

図18は、本発明の電子機器を適用したデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図である。なお、この図には、外部機器との接続についても簡易的に示されている。

ここで、通常のカメラは、被写体の光像により銀塩写真フィルムを感光するのに対し、デジタルスチルカメラ1300は、被写体の光像をCCD(Charge Coupled Device)などの撮像素子により光電変換して撮像信号(画像信号)を生成する。

30

【0103】

デジタルスチルカメラ1300におけるケース(ボディー)1302の背面には、表示部が設けられ、CCDによる撮像信号に基づいて表示を行う構成になっており、表示部は、被写体を電子画像として表示するファインダーとして機能する。

また、ケース1302の正面側(図中裏面側)には、光学レンズ(撮像光学系)やCCDなどを含む受光ユニット1304が設けられている。

【0104】

撮影者が表示部に表示された被写体像を確認し、シャッターボタン1306を押下すると、その時点におけるCCDの撮像信号が、メモリ1308に転送・格納される。

40

また、このデジタルスチルカメラ1300においては、ケース1302の側面に、ビデオ信号出力端子1312と、データ通信用の入出力端子1314とが設けられている。そして、図示されるように、ビデオ信号出力端子1312にはテレビモニタ1430が、データ通信用の入出力端子1314にはパーソナルコンピュータ1440が、それぞれ必要に応じて接続される。さらに、所定の操作により、メモリ1308に格納された撮像信号が、テレビモニタ1430や、パーソナルコンピュータ1440に出力される構成になっている。

【0105】

このようなデジタルスチルカメラ1300には、物理量センサー1が内蔵されている

50

なお、本発明の電子機器は、図１６のパーソナルコンピュータ（モバイル型パーソナルコンピュータ）、図１７の携帯電話機、図１８のデジタルスチルカメラの他にも、例えば、インクジェット式吐出装置（例えばインクジェットプリンタ）、ラップトップ型パーソナルコンピュータ、テレビ、ビデオカメラ、ビデオテープレコーダ、カーナビゲーション装置、ページャ、電子手帳（通信機能付も含む）、電子辞書、電卓、電子ゲーム機器、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニタ、電子双眼鏡、ＰＯＳ端末、医療機器（例えば電子体温計、血圧計、血糖計、心電図計測装置、超音波診断装置、電子内視鏡）、魚群探知機、各種測定機器、計器類（例えば、車両、航空機、船舶の計器類）、フライトシュミレータ等に適用することができる。

例えば、固定電極部は、櫛歯状をなすように並ぶ複数の固定電極指の少なくとも 1 つの固定電極指がその他の固定電極指に対して絶縁基板上で分離していれば、前述した実施形態に限定されない。

また、可動部を Y 軸方向に変位させるように構成してもよいし、可動部を X 軸に平行な軸線まわりに回動させるように構成してもよい。この場合、可動電極指と固定電極指との対向面積の変化による静電容量変化に基づいて物理量を検出すればよい。

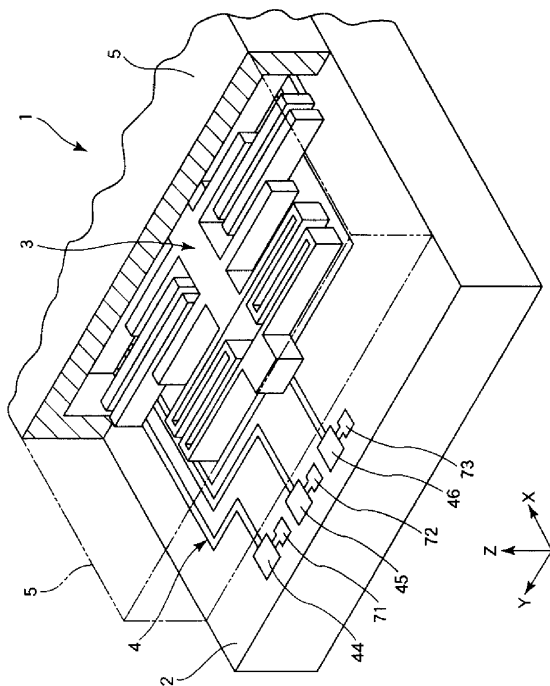
また、前述した実施形態では、固定電極部および可動電極部がそれぞれ櫛歯形状をなす場合を例に説明したが、固定電極部および可動電極部の形状は、それぞれ、これに限定されない。例えば、固定電極部および可動電極部の形状は、それぞれ、板状またはシート状をなしていてもよい。この場合、例えば、固定電極部は、可動電極部の板面に対向するように配置すればよい。

【 0 1 0 9 】

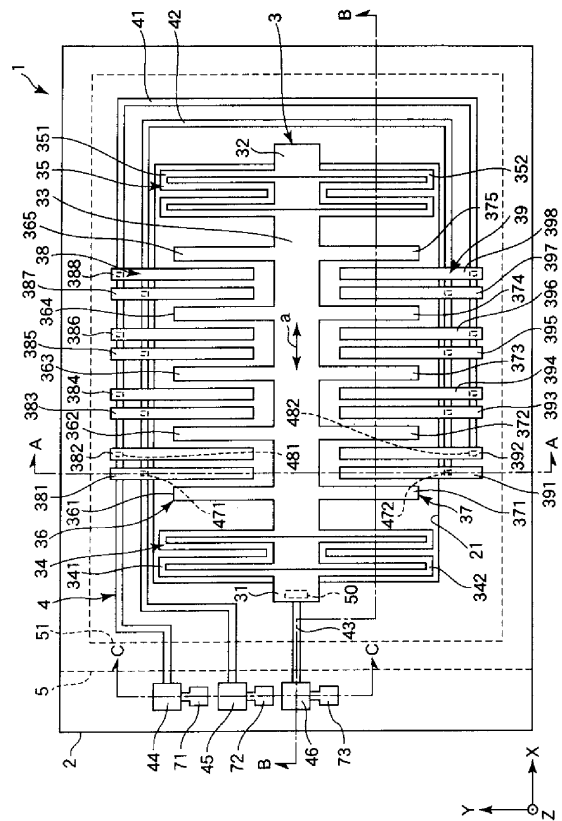
1	物理量センサー	1 A	物理量センサー	2	絶縁基板	2 A	絶縁基板					
3	素子片	4	導体パターン	5	蓋部材	6	絶縁膜	2 1	空洞部	2		
2	凹部	2 2 A	凹部	2 3	凹部	2 3 A	凹部	2 4	凹部	2 4 A		
	凹部	3 1	固定部	3 2	固定部	3 3	可動部	3 4	連結部	3 5		
	連結部	3 6	可動電極部	3 7	可動電極部	3 8	固定電極部	3 9	固定			
	電極部	4 1	配線	4 2	配線	4 3	配線	4 4	端子	4 5	端子	4
6	端子	5 0	突起	5 1	凹部	7 1	電極	7 2	電極	7 3	電極	
	1 0 1	接合体	1 0 2	基板	1 0 2 A	基板	1 0 3	基板	1 0 3 A			
	基板	1 0 5	蓋部材	1 0 6	絶縁膜	1 0 6 A	絶縁膜	2 0 0	物理量			
	センサー	2 0 1	電子部品	2 2 1	隙間	2 2 2	隙間	2 2 3	部分	2		
	2 3 A	部分	2 3 3	部分	2 3 3 A	部分	2 4 3	部分	2 4 3 A	部		

分 341、342 梁 351、352 梁 361~365 可動電極指 3
 71~375 可動電極指 381~388 固定電極指 391~398 固定
 電極指 471 突起 472 突起 481 突起 482 突起 1100
 パーソナルコンピューター 1102 キーボード 1104 本体部 110
 6 表示ユニット 1200 携帯電話機 1202 操作ボタン 1204
 受話口 1206 送話口 1300 デジタルスチルカメラ 1302 ケー
 ス 1304 受光ユニット 1306 シャッターボタン 1308 メモリ 1
 312 ビデオ信号出力端子 1314 入出力端子 1430 テレビモニタ
 1440 パーソナルコンピューター

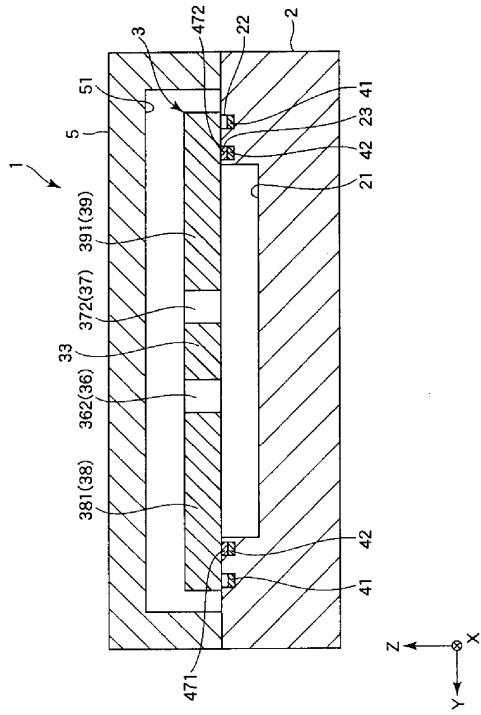
【図1】



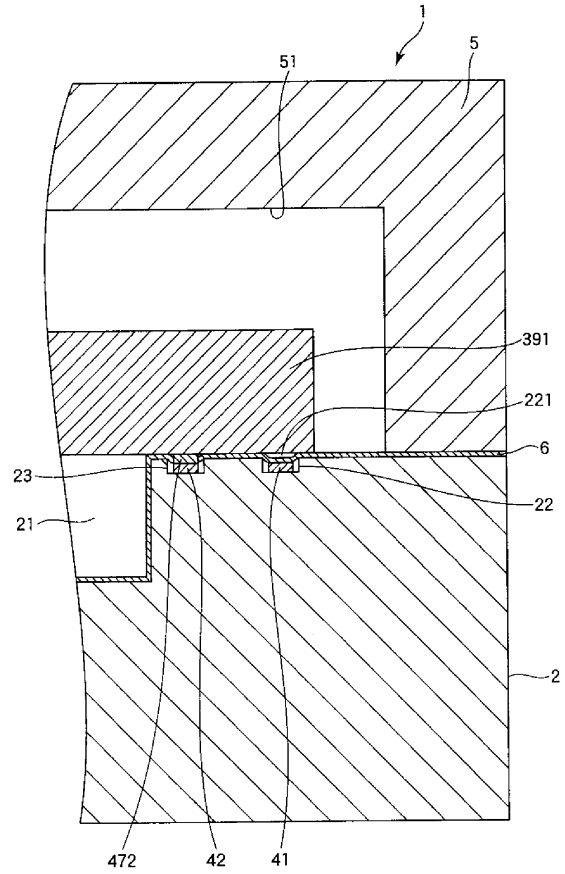
【図2】



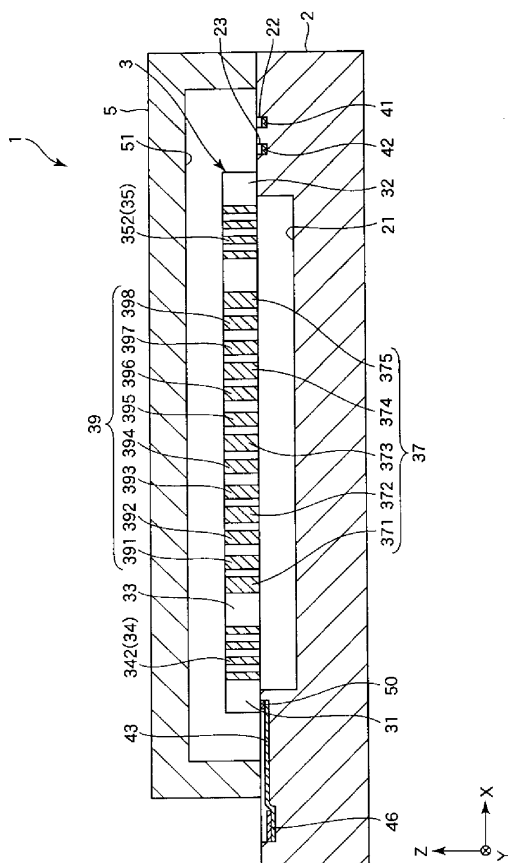
【 図 3 】



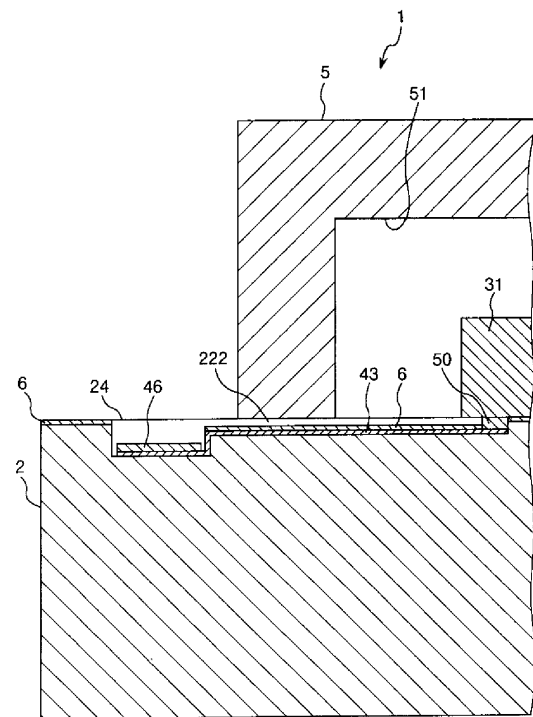
【 図 4 】



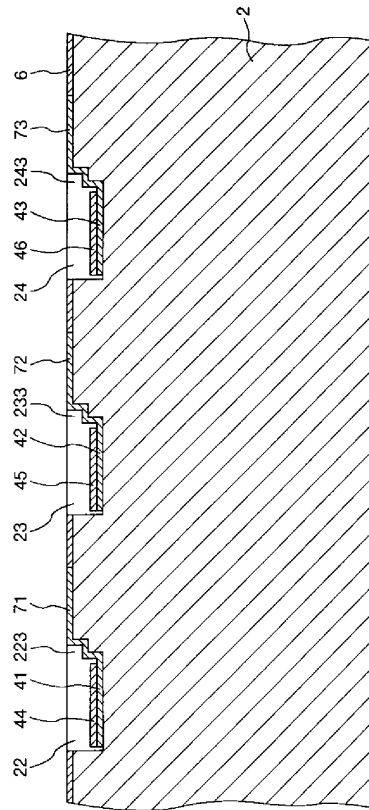
【 図 5 】



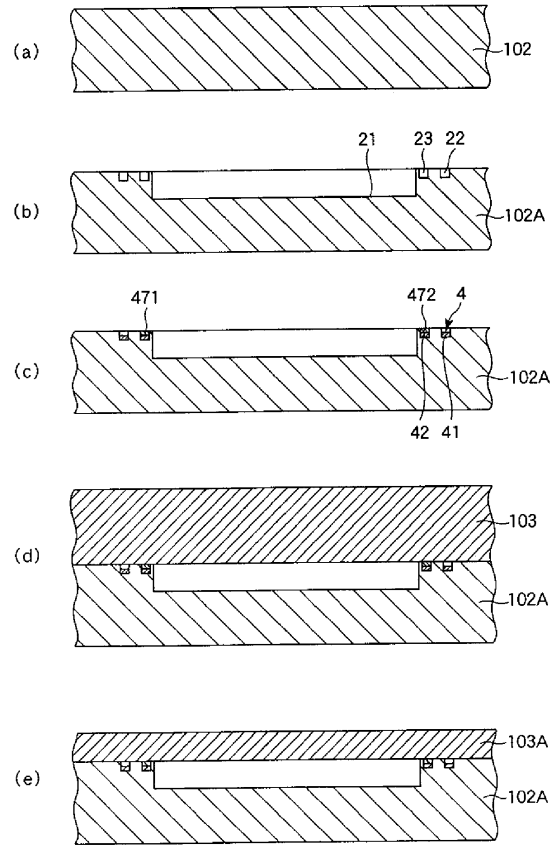
【 図 6 】



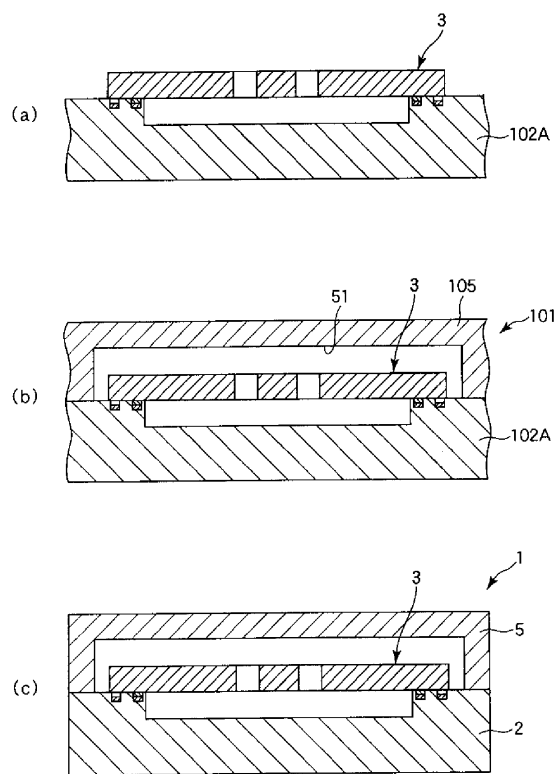
【図 7】



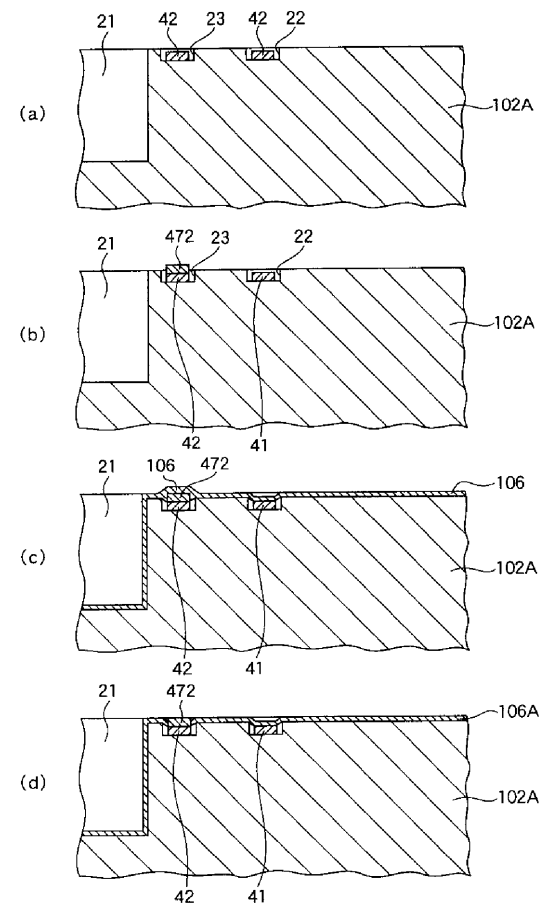
【図 8】



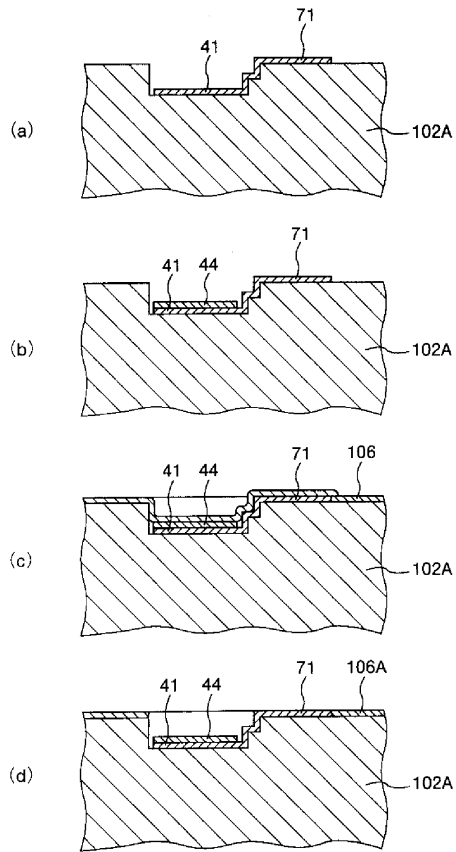
【図 9】



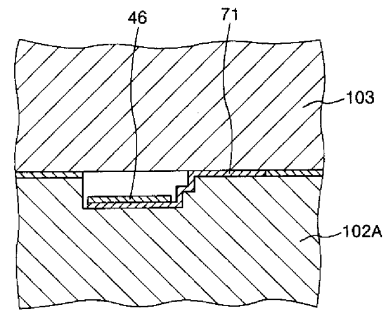
【図 10】



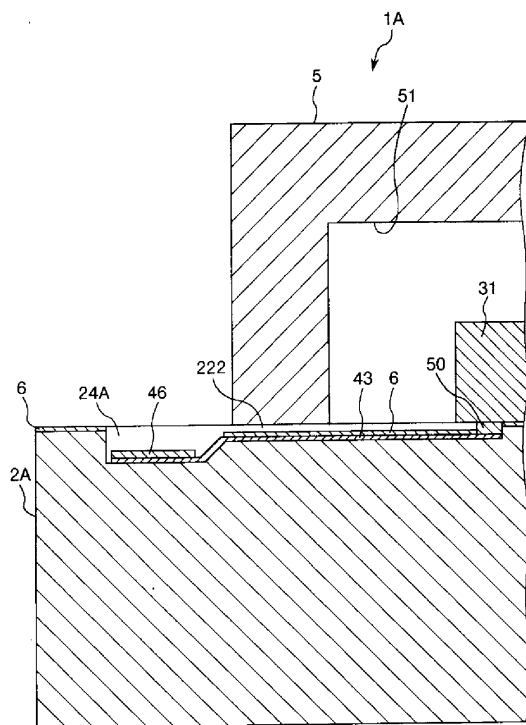
【図 1 1】



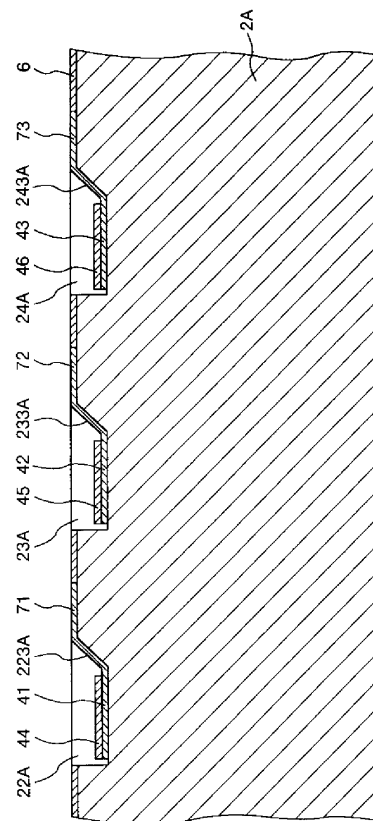
【図 1 2】



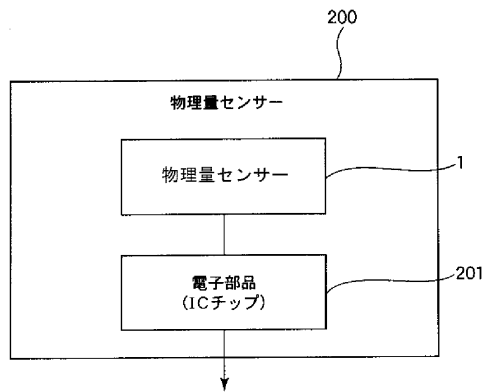
【図 1 3】



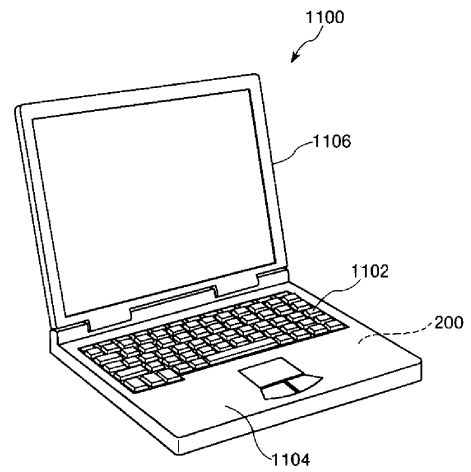
【図 1 4】



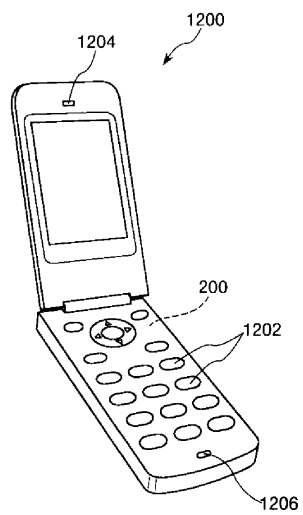
【図 15】



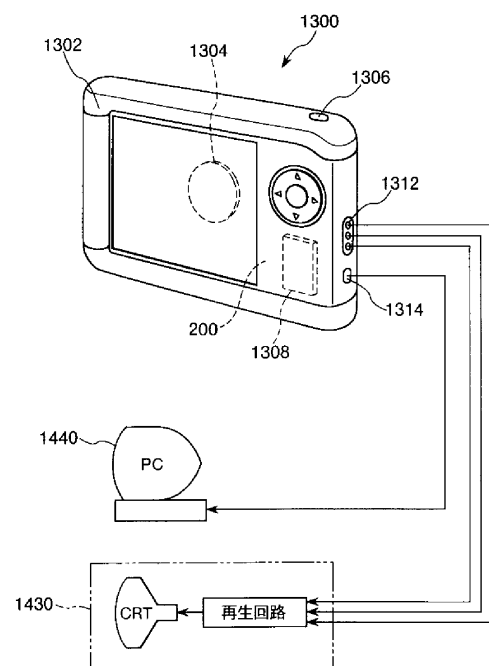
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 1 4 5 2 6 4 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 7 9 4 4 4 (J P , A)
特開平 0 7 - 2 4 5 4 1 6 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 9 8 4 0 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 P 1 5 / 0 0 - 1 5 / 1 8
H 0 1 L 2 9 / 8 4
B 8 1 C 1 / 0 0