

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6641878号
(P6641878)

(45) 発行日 令和2年2月5日 (2020. 2. 5)

(24) 登録日 令和2年1月8日 (2020. 1. 8)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 C 19/5628 (2012. 01)

GO 1 C 19/5628

GO 1 P 15/08 (2006. 01)

GO 1 P 15/08 1 O 2 A

GO 1 P 15/125 (2006. 01)

GO 1 P 15/125 Z

請求項の数 11 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-207520 (P2015-207520)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成27年10月21日 (2015. 10. 21)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-78669 (P2017-78669A)		東京都新宿区新宿四丁目 1 番 6 号
(43) 公開日	平成29年4月27日 (2017. 4. 27)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	平成30年9月28日 (2018. 9. 28)		弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	井出 次男
			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	續山 浩二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物理量センサー、電子機器および移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ベースと、
前記ベースに配置されている回路素子と、
前記ベースおよび前記回路素子の少なくとも一方に配置され、駆動振動する第 1 物理量センサー素子と、
前記ベースおよび前記回路素子の少なくとも一方に配置されている第 2 物理量センサー素子と、
応力緩和層と、を有し、
前記応力緩和層は、第 1 の絶縁層と、
前記第 1 の絶縁層上に形成された第 1 の配線層と、
前記第 1 の配線層および前記第 1 の絶縁層上に形成された第 2 の絶縁層と、
前記第 2 の絶縁層上に形成された第 2 の配線層と、を有し、
前記第 1 物理量センサー素子および前記第 2 物理量センサー素子の少なくとも一方は、
前記応力緩和層を介して前記ベースおよび前記回路素子の少なくとも一方に配置され、導電性を有する固定部材により、前記応力緩和層と接続されていることを特徴とする物理量センサー。

【請求項 2】

前記第 1 物理量センサー素子は、前記応力緩和層を介して前記回路素子に配置されている請求項 1 に記載の物理量センサー。

【請求項 3】

前記第 2 物理量センサー素子は、前記応力緩和層を介して前記回路素子に配置されている請求項 1 または 2 に記載の物理量センサー。

【請求項 4】

前記応力緩和層は、互いに離間して配置される第 1 応力緩和層および第 2 応力緩和層を有し、

前記第 1 応力緩和層および前記第 2 応力緩和層は、それぞれ、前記第 1 の絶縁層、前記第 1 の配線層、前記第 2 の絶縁層および前記第 2 の配線層を有し、

前記第 1 物理量センサー素子は、前記第 1 応力緩和層を介して前記回路素子に配置され、

10

前記第 2 物理量センサー素子は、前記第 2 応力緩和層を介して前記回路素子に配置されている請求項 1 に記載の物理量センサー。

【請求項 5】

前記第 1 物理量センサー素子は、前記応力緩和層を介して前記回路素子に配置され、

前記第 2 物理量センサー素子は、前記ベースに配置されている請求項 1 に記載の物理量センサー。

【請求項 6】

前記応力緩和層は、互いに離間して配置される第 1 応力緩和層および第 2 応力緩和層を有し、

前記第 1 応力緩和層および前記第 2 応力緩和層は、それぞれ、前記第 1 の絶縁層、前記第 1 の配線層、前記第 2 の絶縁層および前記第 2 の配線層を有し、

20

前記第 1 物理量センサー素子は、前記第 1 応力緩和層を介して前記回路素子に配置され、

前記第 2 物理量センサー素子は、前記第 2 応力緩和層を介して前記ベースに配置されている請求項 5 に記載の物理量センサー。

【請求項 7】

前記回路素子は、前記ベースの第 1 面に配置され、

前記第 2 物理量センサー素子は、前記ベースの前記第 1 面と反対側の第 2 面に配置されている請求項 2 に記載の物理量センサー。

【請求項 8】

30

前記回路素子は、前記第 1 物理量センサー素子を駆動する駆動回路と、前記第 1 物理量センサー素子からの検出信号に基づいて検出処理を行う第 1 検出回路と、前記第 2 物理量センサー素子からの検出信号に基づいて検出処理を行う第 2 検出回路と、を有する請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の物理量センサー。

【請求項 9】

前記第 1 物理量センサー素子は、角速度を検知する角速度センサー素子であり、

前記第 2 物理量センサー素子は、加速度を検知する加速度センサー素子である請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の物理量センサー。

【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の物理量センサーを有することを特徴とする電子機器。

40

【請求項 11】

請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の物理量センサーを有することを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、物理量センサー、電子機器および移動体に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

50

従来から、物理量センサーとして、特許文献 1 に記載されているような加速度と角速度とを検知することのできる複合センサーが知られている。特許文献 1 に記載の物理量センサーは、基板と、基板に支持された角速度検出素子および加速度検出素子と、角速度検出素子と基板との間を接続する接続部と、加速度検出素子と基板との間を接続する接続部と、を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 13207 号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、このような構成では、角速度検出素子の駆動振動が基板を介して加速度検出素子に伝わり易く、加速度検出素子の検出信号にノイズが発生し易いという問題がある。

【0005】

本発明の目的は、優れた物理量検出感度を発揮することのできる物理量センサー、電子機器および移動体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

20

本発明は、上記課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0007】

本適用例にかかる物理量センサーは、ベースと、
前記ベースに配置されている回路素子と、
前記ベースおよび前記回路素子の少なくとも一方に配置され、駆動振動する第 1 物理量センサー素子と、

前記ベースおよび前記回路素子の少なくとも一方に配置されている第 2 物理量センサー素子と、

応力緩和層と、を有し、

30

前記第 1 物理量センサー素子および前記第 2 物理量センサー素子の少なくとも一方は、前記応力緩和層を介して前記ベースおよび前記回路素子の少なくとも一方に配置されていることを特徴とする。

これにより、第 1 物理量センサー素子の振動を応力緩和層で緩和（減衰）することができ、その振動が第 2 物理量センサー素子へ伝わり難くなる。そのため、優れた物理量検出感度を発揮することのできる物理量センサーとなる。

【0008】

上述の適用例において、前記第 1 物理量センサー素子は、前記応力緩和層を介して前記回路素子に配置されていることが好ましい。

これにより、第 1 物理量センサー素子と回路素子とが重なって配置されるため、物理量センサーの平面サイズを抑えることができ、物理量センサーの小型化を図ることができる。

40

【0009】

上述の適用例において、前記第 2 物理量センサー素子は、前記応力緩和層を介して前記回路素子に配置されていることが好ましい。

これにより、第 2 物理量センサー素子と回路素子とが重なって配置されるため、物理量センサーの平面サイズを抑えることができ、物理量センサーの小型化を図ることができる。

【0010】

上述の適用例において、前記応力緩和層は、互いに離間して配置される第 1 応力緩和層

50

および第2応力緩和層を有し、

前記第1物理量センサー素子は、前記第1応力緩和層を介して前記回路素子に配置され

、

前記第2物理量センサー素子は、前記第2応力緩和層を介して前記回路素子に配置されていることが好ましい。

これにより、第1物理量センサー素子の振動が第2物理量センサー素子へさらに伝わり難くなる。

【0011】

上述の適用例において、前記第1物理量センサー素子は、前記応力緩和層を介して前記回路素子に配置され、

前記第2物理量センサー素子は、前記ベースに配置されていることが好ましい。

これにより、振動の伝搬経路を長くすることができ、第1物理量センサー素子の振動が第2物理量センサー素子へさらに伝わり難くなる。

【0012】

上述の適用例において、前記応力緩和層は、互いに離間して配置される第1応力緩和層および第2応力緩和層を有し、

前記第1物理量センサー素子は、前記第1応力緩和層を介して前記回路素子に配置され

、

前記第2物理量センサー素子は、前記第2応力緩和層を介して前記ベースに配置されていることが好ましい。

これにより、第1物理量センサー素子の振動が第2物理量センサー素子へさらに伝わり難くなる。

【0013】

上述の適用例において、前記回路素子は、前記ベースの第1面に配置され、

前記第2物理量センサー素子は、前記ベースの前記第1面と反対側の第2面に配置されていることが好ましい。

これにより、振動の伝搬経路を長くすることができ、第1物理量センサー素子の振動が第2物理量センサー素子へさらに伝わり難くなる。また、物理量センサーの面内方向の広がりを抑えることができ、物理量センサーの小型化を図ることができる。

【0014】

上述の適用例において、前記回路素子は、前記第1物理量センサー素子を駆動する駆動回路と、前記第1物理量センサー素子からの検出信号に基づいて検出処理を行う第1検出回路と、前記第2物理量センサー素子からの検出信号に基づいて検出処理を行う第2検出回路と、を有することが好ましい。

これにより、回路素子によって2つの物理量を検知することができる。

【0015】

上述の適用例において、前記第1物理量センサー素子は、角速度を検知する角速度センサー素子であり、

前記第2物理量センサー素子は、加速度を検知する加速度センサー素子であることが好ましい。

これにより、利便性の高い物理量センサーとなる。

【0016】

本適用例にかかる電子機器は、上述の物理量センサーを有することを特徴とする。

これにより、信頼性の高い電子機器が得られる。

【0017】

本適用例にかかる移動体は、上述の物理量センサーを有することを特徴とする。

これにより、信頼性の高い移動体得られる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【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断面図である。

10

20

30

40

50

【図 2】図 1 に示す物理量センサーの平面図である。

【図 3】加速度センサー素子を示す平面図である。

【図 4】図 3 中の A - A 線断面図である。

【図 5】図 3 中の B - B 線断面図である。

【図 6】角速度センサー素子を示す平面図である。

【図 7】図 6 に示す角速度センサー素子の作動を説明する平面図である。

【図 8】図 6 に示す角速度センサー素子の作動を説明する平面図である。

【図 9】第 1 応力緩和層を示す断面図である。

【図 10】第 2 応力緩和層を示す断面図である。

【図 11】本発明の第 2 実施形態に係る物理量センサーが有する加速度センサー素子の平面図である。 10

【図 12】本発明の第 3 実施形態に係る物理量センサーを示す断面図である。

【図 13】図 12 に示す物理量センサーの変形例を示す断面図である。

【図 14】本発明の第 4 実施形態に係る物理量センサーを示す断面図である。

【図 15】図 14 に示す物理量センサーの変形例を示す断面図である。

【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（スマートフォン、PHS 等も含む）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ールカメラの構成を示す斜視図である。 20

【図 19】本発明の移動体を適用した自動車の構成を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の物理量センサー、電子機器および移動体を添付図面に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0020】

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断面図である。図 2 は、図 1 に示す物理量センサーの平面図である。図 3 は、加速度センサー素子を示す平面図である。図 4 は、図 3 中の A - A 線断面図である。図 5 は、図 3 中の B - B 線断面図である。図 6 は、角速度センサー素子を示す平面図である。図 7 および図 8 は、それぞれ、図 6 に示す角速度センサー素子の作動を説明する平面図である。図 9 は、第 1 応力緩和層を示す断面図である。図 10 は、第 2 応力緩和層を示す断面図である。なお、以下では、説明の便宜上、図 1 中の上側を「上」、下側を「下」と言う。また、互いに直交する 3 つの軸を X 軸、Y 軸および Z 軸とし、X 軸に平行な方向を「X 軸方向」、Y 軸に平行な方向を「Y 軸方向」、Z 軸に平行な方向を「Z 軸方向」と言う。 30

【0021】

図 1 に示す物理量センサー 1 は、パッケージ 2 と、加速度センサー素子（第 2 物理量センサー素子）3 と、角速度センサー素子（第 1 物理量センサー素子）4 と、IC（回路素子）5 と、応力緩和層 6 と、を有する。以下、これら構成要素について順次詳細に説明する。 40

【0022】

（パッケージ）

パッケージ 2 は、図 1 に示すように、上面に開口する凹部 211 を有するキャビティ状のベース 21 と、凹部 211 の開口を塞いでベース 21 に接合された板状のリッド 22 と、を有する。このようなパッケージ 2 は、凹部 211 の開口がリッド 22 で塞がれることにより形成された内部空間 S を有し、この内部空間 S に加速度センサー素子 3、角速度センサー素子 4 および IC 5 を収容している。なお、内部空間 S は、気密封止され、減圧状態（10 Pa 以下程度。好ましくは真空）となっている。これにより、角速度センサー素子 4 を効率的に駆動することができる。 50

【 0 0 2 3 】

ベース 2 1 の構成材料としては、特に限定されないが、例えば、酸化アルミニウム等の各種セラミックス、ガラス材料、金属材料等を用いることができる。また、リッド 2 2 の構成材料としては、特に限定されないが、ベース 2 1 の構成材料と線膨張係数が近似する部材であると良い。例えば、ベース 2 1 の構成材料を前述のようなセラミックスとした場合には、コパール等の合金とするのが好ましい。また、ベース 2 1 とリッド 2 2 の接合方法は、特に限定されず、例えば、メタライズ層を介して接合してもよいし、接着材を介して接合してもよい。

【 0 0 2 4 】

また、図 2 に示すように、ベース 2 1 には、内部空間 5 に臨む複数の内部端子 2 3 が設けられている。この内部端子 2 3 は、ベース 2 1 内に形成された図示しない内部配線を介してベース 2 1 の底面に配置された外部端子 2 4 に電氣的に接続されている。なお、内部端子 2 3 や外部端子 2 4 の数としては、特に限定されず、必要に応じて適宜設定すればよい。

10

【 0 0 2 5 】

(加速度センサー素子)

加速度センサー素子 3 は、IC 5 の上面に応力緩和層 6 (第 2 応力緩和層 6 2) を介して固定 (配置) されている。また、加速度センサー素子 3 は、IC 5 の - X 軸側に偏って配置されている。このような加速度センサー素子 3 としては、少なくとも 1 方向の加速度を検出することができれば、特に限定されないが、例えば、次のような構成とすることができる。

20

【 0 0 2 6 】

加速度センサー素子 3 は、図 3 に示すように、ベース基板 3 1 と、ベース基板 3 1 に支持された素子片 3 2 と、素子片 3 2 を覆ってベース基板 3 1 に接合されたリッド 3 3 と、を有する。

【 0 0 2 7 】

ベース基板 3 1 は、ガラスから形成されており、板状をなし、その上面には凹部 3 1 1 が設けられている。また、ベース基板 3 1 の上面には凹部 3 1 2、3 1 3、3 1 4 が設けられており、凹部 3 1 2、3 1 3、3 1 4 内には配線 3 5 1、3 5 2、3 5 3 が配置されている。また、図 4 に示すように、ベース基板 3 1 の下面には、端子 3 6 1、3 6 2、3 6 3 が配置されており、配線 3 5 1、3 5 2、3 5 3 と端子 3 6 1、3 6 2、3 6 3 とがベース基板 3 1 を貫通するビア 3 7 1、3 7 2、3 7 3 を介して電氣的に接続されている。

30

【 0 0 2 8 】

また、素子片 3 2 は、支持部 3 2 1、3 2 2 と、可動部 3 2 3 と、連結部 3 2 4、3 2 5 と、第 1 固定電極指 3 2 8 と、第 2 固定電極指 3 2 9 と、を有する。また、可動部 3 2 3 は、基部 3 2 3 a と、基部 3 2 3 a から Y 軸方向両側に突出した複数の可動電極指 3 2 3 b と、を有する。このような素子片 3 2 は、例えば、リン、ボロン等の不純物がドーブされたシリコン基板から形成されている。

【 0 0 2 9 】

支持部 3 2 1、3 2 2 は、ベース基板 3 1 の上面に接合されており、支持部 3 2 1 において、導電性バンプ B 1 を介して配線 3 5 1 と電氣的に接続されている。そして、これら支持部 3 2 1、3 2 2 の間に可動部 3 2 3 が設けられている。可動部 3 2 3 は、連結部 3 2 4、3 2 5 を介して支持部 3 2 1、3 2 2 に連結されている。そのため、可動部 3 2 3 は、連結部 3 2 4、3 2 5 が弾性変形することで、支持部 3 2 1、3 2 2 に対して矢印 a で示すように X 軸方向に変位可能となっている。

40

【 0 0 3 0 】

また、第 1 固定電極指 3 2 8 は、対応する可動電極指 3 2 3 b の X 軸方向一方側に配置され、対応する可動電極指 3 2 3 b に対して間隔を隔てて噛み合う櫛歯状をなして複数並んでいる。そして、これら複数の第 1 固定電極指 3 2 8 は、導電性バンプ B 2 を介して配

50

線 3 5 2 と電氣的に接続されている。

【 0 0 3 1 】

これに対して、第 2 固定電極指 3 2 9 は、対応する可動電極指 3 2 3 b の X 軸方向他方側に配置され、対応する可動電極指 3 2 3 b に対して間隔を隔てて噛み合う櫛歯状をなし、複数並んでいる。そして、これら複数の第 2 固定電極指 3 2 9 は、導電性パンプ B 3 を介して配線 3 5 3 に電氣的に接続されている。

【 0 0 3 2 】

リッド 3 3 は、図 5 に示すように、板状をなし、その下面に凹部 3 3 1 が設けられている。そして、リッド 3 3 の下面がベース基板 3 1 の上面に接合されている。

【 0 0 3 3 】

以上のような構成の加速度センサー素子 3 は、次のようにして加速度を検出する。X 軸方向の加速度が加わると、その加速度の大きさに基づいて、可動部 3 2 3 が連結部 3 2 4、3 2 5 を弾性変形させながら X 軸方向に変位する。この変位に伴って、可動電極指 3 2 3 b と第 1 固定電極指 3 2 8 との隙間および可動電極指 3 2 3 b と第 2 固定電極指 3 2 9 との隙間がそれぞれ変動し、可動電極指 3 2 3 b と第 1 固定電極指 3 2 8 との間の静電容量および可動電極指 3 2 3 b と第 2 固定電極指 3 2 9 との間の静電容量が変化する。このような静電容量の変化は、I C 5 から静電容量を検出するための搬送波を第 1 固定電極指 3 2 8 および第 2 固定電極指 3 2 9 に印加することで、可動部 3 2 3 に連結されている端子 3 6 1 を介して検出信号として出力される。そして、得られた検出信号に基づいて I C 5 が加速度を検出する。

【 0 0 3 4 】

(角速度センサー素子)

角速度センサー素子 4 は、I C 5 の上面に応力緩和層 6 を介して固定 (配置) されている。また、角速度センサー素子 4 は、I C 5 の + X 軸側に偏って配置され、加速度センサー素子 3 と X 軸方向に並んでいる。このような角速度センサー素子 4 としては、所定の軸まわりの角速度を検出することができれば、特に限定されないが、例えば、次のような構成とすることができる。

【 0 0 3 5 】

角速度センサー素子 4 は、図 6 に示すように、水晶基板をパターンニングしてなる振動片 4 1 と、振動片 4 1 に設けられた電極と、を有する。ただし、振動片 4 1 の材料としては、水晶に限定されず、例えば、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウムなどの圧電材料を用いることもできる。

【 0 0 3 6 】

振動片 4 1 は、基部 4 2 と、基部 4 2 から X 軸方向両側に延出した検出腕 4 3 1、4 3 2 と、基部 4 2 から Y 軸方向両側に延出した連結腕 4 4 1、4 4 2 と、連結腕 4 4 1 から X 軸方向両側に延出した駆動腕 4 5 1、4 5 2 と、連結腕 4 4 2 から X 軸方向両側に延出した駆動腕 4 5 3、4 5 4 と、を有する。また、振動片 4 1 は、基部 4 2 を間に挟むように配置された一対の支持部 4 6 1、4 6 2 と、基部 4 2 と支持部 4 6 1 とを連結する梁部 4 7 1 と、基部 4 2 と支持部 4 6 2 とを連結する梁部 4 7 2 と、を有する。そして、支持部 4 6 1、4 6 2 において応力緩和層 6 に固定されている。

【 0 0 3 7 】

また、電極は、検出信号電極 4 8 1 と、検出接地電極 4 8 2 と、駆動信号電極 4 8 3 と、駆動接地電極 4 8 4 と、を有する。検出信号電極 4 8 1 は、検出腕 4 3 1、4 3 2 の上面および下面に配置されている。また、検出接地電極 4 8 2 は、検出腕 4 3 1、4 3 2 の両側面に配置されている。また、駆動信号電極 4 8 3 は、駆動腕 4 5 1、4 5 2 の上面および駆動腕 4 5 3、4 5 4 の両側面に配置されている。また、駆動接地電極 4 8 4 は、駆動腕 4 5 3、4 5 4 の上面および駆動腕 4 5 1、4 5 2 の両側面に配置されている。

【 0 0 3 8 】

また、支持部 4 6 1 には、複数の端子 4 9 1 が配置されており、少なくとも 1 つの端子 4 9 1 が検出信号電極 4 8 1 と電氣的に接続され、少なくとも 1 つの端子 4 9 1 が検出接

10

20

30

40

50

地電極 482 と電氣的に接続されている。一方、支持部 462 には、複数の端子 492 が配置されており、少なくとも 1 つの端子 492 が駆動信号電極 483 と電氣的に接続され、少なくとも 1 つの端子 492 が駆動接地電極 484 と電氣的に接続されている。すなわち、支持部 461 に設けられた端子 491 は、検出用の信号を取り出すための端子であり、支持部 462 に設けられた端子 492 は、駆動用の信号を取り出すための端子となっている。

【0039】

以上のような構成の角速度センサー素子 4 は、次のようにして角速度を検出する。角速度センサー素子 4 に角速度が加わらない状態において、駆動信号電極 483 および駆動接地電極 484 の間に駆動信号を印加すると、図 7 に示すように、駆動腕 451 ~ 454 が矢印 A に示す方向に屈曲振動する。このときは、駆動腕 451 ~ 454 が対称的に振動するため、検出腕 431、432 は、ほとんど振動しない。そして、この状態で、Z 軸まわりの角速度 z が加わると、図 8 に示すように、駆動腕 451 ~ 454 にコリオリの力が作用して矢印 B に示す方向の振動が励振され、この振動に呼応するように、検出腕 431、432 が矢印 C に示す方向に屈曲振動する。このような振動によって検出腕 431、432 に発生した電荷を検出信号電極 481 および検出接地電極 482 の間から検出信号として取り出し、この信号に基づいて IC5 が角速度 z を検出する。

【0040】

(IC)

IC5 は、図 1 および図 2 に示すように、ベース 21 の凹部 211 の底面に、例えば、銀ペースト、接着材等の固定部材を介して固定されている。また、IC5 は、応力緩和層 6 を介して加速度センサー素子 3 と電氣的に接続されていると共に、応力緩和層 6 を介して角速度センサー素子 4 と電氣的に接続されている。また、IC5 は、ボンディングワイヤー BY を介して内部端子 23 と電氣的に接続されている。

【0041】

IC5 は、角速度センサー素子 4 に接続された第 1 回路 51 と、加速度センサー素子 3 に接続された第 2 回路 52 と、を有する。また、第 1 回路 51 は、角速度センサー素子 4 を駆動する（角速度センサー素子 4 に駆動信号を印加する）駆動回路 511 と、角速度センサー素子 4 からの検出信号に基づいて角速度の検出処理を行う検出回路（第 1 検出回路）512 と、を有する。一方、第 2 回路 52 は、加速度センサー素子 3 に搬送波を印加する駆動回路 521 と、加速度センサー素子 3 からの検出信号に基づいて加速度の検出処理を行う検出回路（第 2 検出回路）522 と、を有する。これにより、IC5 によって、物理量センサー 1 に加わった加速度および角速度を検出することができる。なお、IC5 は、この他にも、必要に応じて、例えば、アナログ信号をデジタル信号に変換する A/D 変換回路、外部装置との通信を行うインターフェース等を有している。なお、IC5 の通信方式としては、特に限定されず、例えば、SPI（登録商標）（Serial Peripheral Interface）や、I²C（登録商標）（Inter-Integrated Circuit）を用いることができる。IC5 は、通信方式を選択するセレクト機能を有し、通信方式を SPI および I²C の中から選択できるようになっていてもよい。

【0042】

ここで、図 2 に示すように、複数のボンディングワイヤー BY の中には、デジタル信号（インターフェース用の電源、検出した角速度や加速度をデジタル信号に変換した出力信号）が伝搬されるボンディングワイヤー BY1 と、アナログ信号が伝搬されるボンディングワイヤー BY2 と、が含まれている。そのため、本実施形態では、ボンディングワイヤー BY1 とボンディングワイヤー BY2 とをなるべく離間して配置している。具体的には、IC5 の中心に対して -Y 軸側にボンディングワイヤー BY1 を配置し、+Y 軸側にボンディングワイヤー BY2 を配置している。すなわち、ボンディングワイヤー BY1、BY2 が IC5 の中心を介して互いに反対側に配置されている。このような配置とすることで、デジタル信号がアナログ信号に混入し難くなり、ノイズを低減することができる。

【0043】

また、ボンディングワイヤーＢＹ１は、ＩＣ５のＸ軸方向の中央部に集約して配置されている。そして、加速度センサー素子３は、端子３６１、３６２、３６３がなるべくボンディングワイヤーＢＹ１から遠位に位置するように、端子３６１、３６２、３６３が並んでいる辺（外縁）３０を－Ｘ軸側に向けて配置されている。これにより、ボンディングワイヤーＢＹ１を伝搬するデジタル信号が加速度センサー素子３の検出信号（アナログ信号）に混入し難くなり、ノイズを低減することができる。よって、加速度の検出感度の低下を低減することができる。同様に、角速度センサー素子４は、検出信号用の端子４９１がなるべくボンディングワイヤーＢＹ１から遠位に位置するように、端子４９１が配置されている支持部４６１を＋Ｘ軸側（ＩＣ５の中心に対して遠位側）に向け、駆動信号用の端子４９２が配置されている支持部４６２を－Ｘ軸側（ＩＣ５の中心に対して近位側）に向

10

【００４４】

応力緩和層

応力緩和層６は、図１および図２に示すように、ＩＣ５の上面に設けられている。また、応力緩和層６は、ＩＣ５と角速度センサー素子４との間に設けられた第１応力緩和層６１と、ＩＣ５と加速度センサー素子３との間に設けられた第２応力緩和層６２と、を有し、これら第１、第２応力緩和層６１、６２が互いに離間して配置されている。第１応力緩和層６１は、ＩＣ５の上面に配置されており、導電性の固定部材８を介して角速度センサー素子４と接続されている。同様に、第２応力緩和層６２は、ＩＣ５の上面に配置されており、導電性の固定部材８を介して加速度センサー素子３と接続されている。固定部材８

20

としては、導電性を有していれば、特に限定されず、例えば、金属ろう材、金パンプ、銀パンプ等の金属パンプ、導電性接着剤等を用いることができる。また、固定部材８は、樹脂製のコアと、コアを覆う導電膜と、で構成してもよい。このような構成によれば、固定部材を比較的柔らかくすることができる。

【００４５】

これら第１、第２応力緩和層６１、６２を設けることで、角速度センサー素子４の駆動による振動（駆動腕４５１～４５４の屈曲振動）が加速度センサー素子３に伝わり難くなる。そのため、加速度センサー素子３の可動部３２３が角速度センサー素子４の駆動により生じる振動（加速度以外の力）によって変位してしまうことを低減でき、加速度センサー素子３の検出信号に前記振動に起因するノイズが混入し難くなる。したがって、優れた

30

加速度検出感度を備える物理量センサー１となる。特に、本実施形態では、第１応力緩和層６１と第２応力緩和層６２が互いに離間しているため、角速度センサー素子４の振動が応力緩和層６を介して加速度センサー素子３に伝わることを防止でき、上述した効果がより顕著となる。

【００４６】

また、応力緩和層６を設けることで、パッケージ２が受けた衝撃が緩和され、前記衝撃が角速度センサー素子４や加速度センサー素子３に伝達され難くなる。そのため、物理量センサー１の機械的強度が向上する。また、ＩＣ５と角速度センサー素子４および加速度センサー素子３との間の熱膨張差に起因して発生する応力が緩和され、角速度センサー素子４や加速度センサー素子３が変形し難くなる。そのため、より精度よく角速度および加

40

速度を検出することができる。

【００４７】

第１応力緩和層６１は、図９に示すように、ＩＣ５の上面（パッシベーション膜５９上）に積層された絶縁層６１１と、絶縁層６１１上に形成され、ＩＣ５の端子５８１と電氣的に接続された配線層６１２と、配線層６１２および絶縁層６１１上に形成された絶縁層６１３と、絶縁層６１３上に形成され、配線層６１２と電氣的に接続された配線層６１４と、を有する。

【００４８】

そして、配線層６１４で形成された端子６１４'に、固定部材８を介して角速度センサー素子４が固定されている。これにより、固定部材８および配線層６１２、６１４を介し

50

て、IC5と角速度センサー素子4が電氣的に接続される。配線層612、614は、IC5と角速度センサー素子4を電氣的に接続するための配線（再配置配線）として機能するため、IC5の角速度センサー素子4と接続するための端子581を、角速度センサー素子4の構成（特に端子491、492の位置）を考慮することなく自由に配置することができる。

【0049】

また、配線層612にはグランド（固定電位）に接続されたグランド配線612'が大きく拡がって配置されている。これにより、グランド配線612'がシールド層の機能を発揮し、例えば、IC5内のデジタル信号が角速度センサー素子4からの検出信号（アナログ信号）に混入し難くなり、ノイズを低減することができる。なお、グランド配線612'は、金属材料等の比較的硬い材料で形成されているため、なるべく、角速度センサー素子4から離間させた方が、第1応力緩和層61で角速度センサー素子4から発生する振動を減衰させ易くなる。そのため、本実施形態では、第1応力緩和層61が有する配線層612、614のうち、最もIC5側（角速度センサー素子4から遠位）に位置する配線層612でグランド配線612'を形成している。このようなグランド配線612'は、例えば、パッシベーション膜59と絶縁層611との間に配置してもよい。

【0050】

第2応力緩和層62は、図10に示すように、IC5の上面（パッシベーション膜59上）に積層された絶縁層621と、絶縁層621上に形成され、IC5と電氣的に接続された配線層622と、配線層622および絶縁層621上に形成された絶縁層623と、絶縁層623上に形成され、配線層622と電氣的に接続された配線層624と、を有する。

【0051】

そして、配線層624で形成された端子624'に、固定部材8を介して加速度センサー素子3が固定されている。これにより、固定部材8および配線層622、624を介して、IC5と加速度センサー素子3が電氣的に接続される。配線層622、624は、IC5と加速度センサー素子3を電氣的に接続するための配線として機能するため、IC5の加速度センサー素子3と接続するための端子582を、加速度センサー素子3の構成（特に端子361～363の位置）を考慮することなく自由に配置することができる。なお、本実施形態では、加速度センサー素子3の下面にダミー端子364（単に固定を目的とする端子）が設けられており、このダミー端子364も固定部材8を介して端子624'に固定されている。これにより、加速度センサー素子3を安定して第2応力緩和層62に固定することができる。

【0052】

また、配線層624にはグランドに接続されたグランド配線624"が大きく拡がって配置されている。これにより、グランド配線624"がシールド層の機能を発揮し、例えば、IC5内のデジタル信号が加速度センサー素子3からの検出信号（アナログ信号）に混入し難くなり、ノイズを低減することができる。なお、グランド配線624"は、金属材料等の比較的硬い材料で形成されているため、なるべく、角速度センサー素子4から離間させた方が、第2応力緩和層62で角速度センサー素子4から発生する振動を減衰させ易くなる。そのため、本実施形態では、第2応力緩和層62が有する配線層622、624のうち、最も加速度センサー素子3側（角速度センサー素子4から遠位）に位置する配線層624でグランド配線624"を形成している。

【0053】

絶縁層611、613、621、623は、それぞれ、弾性を有する樹脂材料で構成されている。そのため、絶縁層611、613、621、623によって角速度センサー素子4の駆動により生じる振動を効果的に減衰させることができる。このような樹脂材料としては、特に限定されないが、例えば、ポリイミド、シリコーン変性ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、シリコーン変性エポキシ樹脂、アクリル樹脂、フェノール樹脂、シリコーン樹脂、変性ポリイミド樹脂、ベンゾシクロブテン、ポリベンゾオキサゾール等を用いるこ

10

20

30

40

50

とができる。また、配線層 6 1 2、6 1 4、6 2 2、6 2 4 としては、特に限定されないが、例えば、A l、C u、W、T i、T i N 等の金属膜を用いることができる。

【0054】

以上、本実施形態の物理量センサー 1 について説明した。前述したように、本実施形態では、応力緩和層 6 が第 1、第 2 応力緩和層 6 1、6 2 を有しているが、応力緩和層 6 は、第 1、第 2 応力緩和層 6 1、6 2 の少なくとも一方を有していればよい。すなわち、第 1、第 2 応力緩和層 6 1、6 2 のいずれか一方を省略してもよい。また、本実施形態では、第 1、第 2 応力緩和層 6 1、6 2 が互いに離間して配置されているが、第 1、第 2 応力緩和層 6 1、6 2 は、繋がっていてもよい。この場合には、第 1 応力緩和層 6 1 から第 2 応力緩和層 6 2 へ振動を伝わり難くするために、第 1 応力緩和層 6 1 と第 2 応力緩和層 6 2 との間に、切り欠きや貫通孔等の振動非伝達部を形成しておくことが好ましい。

10

【0055】

< 第 2 実施形態 >

次に、本発明の第 2 実施形態に係る物理量センサーについて説明する。

【0056】

図 1 1 は、本発明の第 2 実施形態に係る物理量センサーが有する加速度センサー素子の平面図である。

【0057】

本実施形態にかかる物理量センサーは、加速度センサー素子の構成と、加速度センサー素子と応力緩和層との導通の方法が異なる以外は、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。

20

【0058】

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 1 では前述した実施形態と同様の構成について、同一符号を付している。

【0059】

本実施形態の加速度センサー素子 3 は、図 1 1 に示すように、端子 3 6 1、3 6 2、3 6 3 が凹部 3 1 2、3 1 3、3 1 4 内に設けられている。そして、このような加速度センサー素子 3 は、接着剤等を介して第 2 応力緩和層 6 2 に固定されており、ボンディングワイヤー B Y 3 を介して、第 2 応力緩和層 6 2 (端子 6 2 4') と電氣的に接続されている。

30

【0060】

このような第 2 実施形態によっても、前述した第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0061】

< 第 3 実施形態 >

次に、本発明の第 3 実施形態に係る物理量センサーについて説明する。

【0062】

図 1 2 は、本発明の第 3 実施形態に係る物理量センサーを示す断面図である。図 1 3 は、図 1 2 に示す物理量センサーの変形例を示す断面図である。

40

【0063】

本実施形態にかかる物理量センサーは、加速度センサー素子の配置が異なること以外は、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。

【0064】

なお、以下の説明では、第 3 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 2 および図 1 3 では前述した実施形態と同様の構成について、同一符号を付している。

【0065】

本実施形態の物理量センサー 1 では、図 1 2 に示すように、加速度センサー素子 3 がベース 2 1 の凹部 2 1 1 の底面に第 2 応力緩和層 6 2 を介して配置 (固定) されている。な

50

お、第2応力緩和層62とIC5との電気的な接続は、例えば、図示しないボンディングワイヤーやベース21に形成された配線等によって行うことができる。

【0066】

このような配置とすることで、角速度センサー素子4の駆動により発生する振動の加速度センサー素子3までの伝搬距離を長くすることができ、加速度センサー素子3に振動がより伝わり難くなる。また、角速度センサー素子4よりも厚みのある加速度センサー素子3をベース21に配置することで、物理量センサー1の低背化を図ることもできる。

【0067】

このような第3実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

10

【0068】

なお、本実施形態では、加速度センサー素子3とベース21の間に第2応力緩和層62が配置されているが、第2応力緩和層62を省略してもよい。すなわち、図13に示すように、加速度センサー素子3がベース21に固定されていてもよい。また、反対に、第1応力緩和層61を省略してもよい。すなわち、角速度センサー素子4が固定部材8を介してIC5に固定されていてもよい。これらの構成によっても、本実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0069】

<第4実施形態>

次に、本発明の第4実施形態に係る物理量センサーについて説明する。

20

【0070】

図14は、本発明の第4実施形態に係る物理量センサーを示す断面図である。図15は、図14に示す物理量センサーの変形例を示す断面図である。

【0071】

本実施形態にかかる物理量センサーは、パッケージの形状と加速度センサー素子の配置が異なること以外は、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。

【0072】

なお、以下の説明では、第4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14および図15では前述した実施形態と同様の構成について、同一符号を付している。

30

【0073】

本実施形態の物理量センサー1では、図14に示すように、ベース21が上面に開口する凹部211と、下面に開口する凹部212と、を有する。このうち、凹部211の開口は、リッド22により塞がれており、内部空間Sが形成されている。内部空間Sは、気密封止され、減圧状態(10Pa以下程度。好ましくは真空)となっている。そして、凹部211の底面にはIC5が配置され、IC5の上面には第1応力緩和層61を介して角速度センサー素子4が配置されている。一方、凹部212の底面には、第2応力緩和層62を介して加速度センサー素子3が収容されている。また、凹部212内には加速度センサー素子3をモールドするモールド材9が充填されている。

【0074】

40

このような配置とすることで、角速度センサー素子4の駆動により発生する振動の加速度センサー素子3までの伝搬距離を長くすることができ、加速度センサー素子3に振動がより伝わり難くなる。また、加速度センサー素子3、角速度センサー素子4およびIC5を高さ方向に重ねて位置することができるため、物理量センサーの面内方向の広がりを抑えることができ、物理量センサー1の小型化を図ることができる。

【0075】

このような第4実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0076】

なお、本実施形態では、加速度センサー素子3とベース21の間に第2応力緩和層62

50

が配置されているが、第2応力緩和層62を省略してもよい。すなわち、図15に示すように、加速度センサー素子3がベース21に固定されていてもよい。また、反対に、第1応力緩和層61を省略してもよい。すなわち、角速度センサー素子4が固定部材8を介してIC5に固定されていてもよい。これらの構成によっても、本実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0077】

〔電子機器〕

次いで、物理量センサー1を備える電子機器について、図16～図18に基づいて説明する。

【0078】

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。

【0079】

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、表示部1108を備えた表示ユニット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転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、角速度および加速度を検出する物理量センサー1が内蔵されている。

【0080】

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

【0081】

この図において、携帯電話機1200は、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1208が配置されている。このような携帯電話機1200には、角速度および加速度を検出する物理量センサー1が内蔵されている。

【0082】

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

【0083】

デジタルスチールカメラ1300におけるケース（ボディー）1302の背面には、表示部1310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1310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。撮影者が表示部1310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、メモリー1308に転送・格納される。このようなデジタルスチールカメラ1300には、角速度および加速度を検出する物理量センサー1が内蔵されている。

【0084】

以上のような電子機器は、物理量センサー1を備えているため、高い信頼性を発揮することができる。

【0085】

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のデジタルスチールカメラの他にも、例えば、スマートフォン、タブレット端末、時計（スマートウォッチを含む）、HMD（ヘッドマウントディスプレイ）等のウェアラブル端末、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ー）、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ー、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ー、電子双眼鏡、POS端末、医療機器（

10

20

30

40

50

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ー等に適用することができる。

【0086】

[移動体]

次いで、物理量センサー1を備える移動体について、図19に基づいて説明する。

【0087】

図19は、本発明の移動体を適用した自動車の構成を示す斜視図である。

自動車1500には、角速度および加速度を検出する物理量センサー1が内蔵されており、物理量センサー1によって車体1501の姿勢を検出することができる。物理量センサー1の検出信号は、車体姿勢制御装置1502に供給され、車体姿勢制御装置1502は、その信号に基づいて車体1501の姿勢を検出し、検出結果に応じてサスペンションの硬軟を制御したり、個々の車輪1503のブレーキを制御したりすることができる。その他、このような姿勢制御は、二足歩行ロボットやラジコンヘリコプターで利用することができる。以上のように、各種移動体の姿勢制御の実現にあたって、物理量センサー1が組み込まれる。

【0088】

以上、本発明の物理量センサー、電子機器および移動体を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、本発明に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。また、本発明は、前記各実施形態のうちの、任意の2以上の構成(特徴)を組み合わせたものであってもよい。

【0089】

また、上述した実施形態では、加速度センサー素子がX軸方向の加速度を検出する構成であるが、加速度センサー素子の検出軸としては、特に限定されず、Y軸方向であってもよいし、Z軸方向であってもよい。また、X軸、Y軸、Z軸の少なくとも2軸方向の加速度を検出できる構成であってもよい。同様に、上述した実施形態では、角速度センサー素子がZ軸まわりの角速度を検出する構成であるが、角速度センサー素子の検出軸としては、特に限定されず、X軸まわりであってもよいし、Y軸まわりであってもよい。また、X軸、Y軸、Z軸の少なくとも2軸まわりの角速度を検出できる構成であってもよい。

【符号の説明】

【0090】

1...物理量センサー、2...パッケージ、21...ベース、211、212...凹部、22...リッド、23...内部端子、24...外部端子、3...加速度センサー素子、30...辺、31...ベース基板、311...凹部、312、313、314...凹部、32...素子片、321、322...支持部、323...可動部、323a...基部、323b...可動電極指、324、325...連結部、328...第1固定電極指、329...第2固定電極指、33...リッド、331...凹部、351...配線、352...配線、353...配線、361、362、363...端子、364...ダミー端子、371、372、373...ビア、4...角速度センサー素子、41...振動片、42...基部、431、432...検出腕、441、442...連結腕、451、452、453、454...駆動腕、461、462...支持部、471、472...梁部、481...検出信号電極、482...検出接地電極、483...駆動信号電極、484...駆動接地電極、491...端子、492...端子、5...IC、51...第1回路、511...駆動回路、512...検出回路、52...第2回路、521...駆動回路、522...検出回路、581...端子、582...端子、59...パッシベーション膜、6...応力緩和層、61...第1応力緩和層、611...絶縁層、612...配線層、612'...グラウンド配線、613...絶縁層、614...配線層、614'...端子、62...第2応力緩和層、621...絶縁層、622...配線層、623...絶縁層、624...配線層、624'...端子、624''...グラウンド配線、8...固定部材、9...モールド材、1100...パーソナルコンピューター、1102...キーボード、1104...本体部、1106...表示ユニット、1108...表示部、1200...携帯電話機、12

10

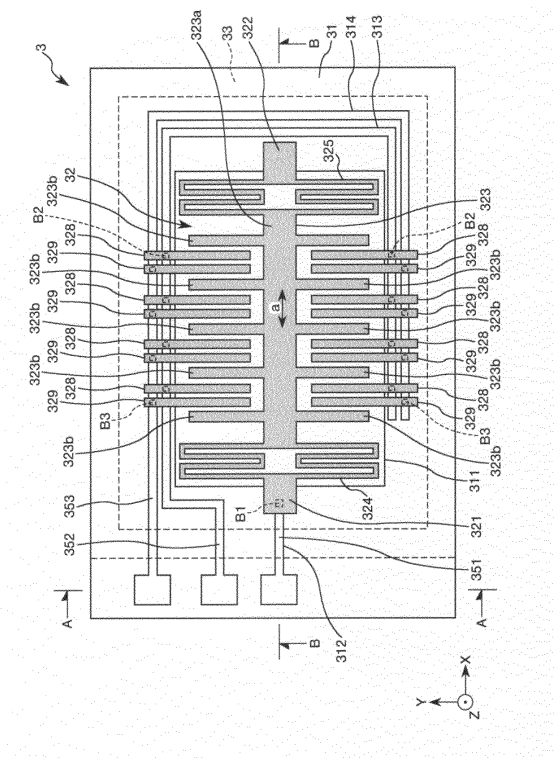
20

30

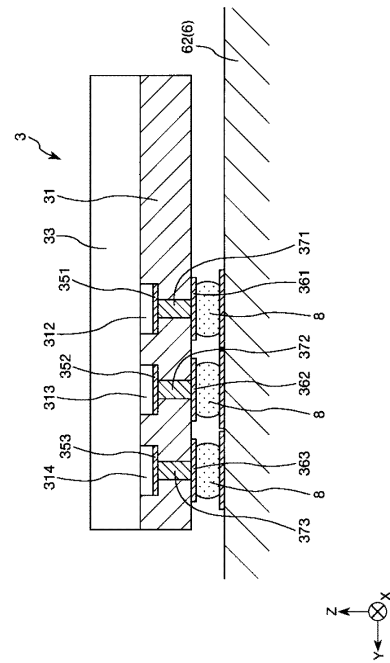
40

50

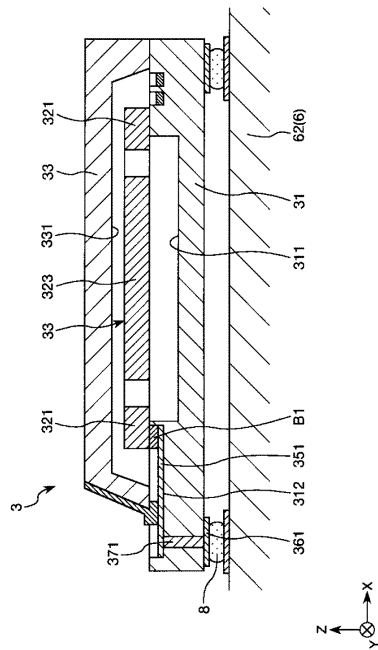
【図 3】



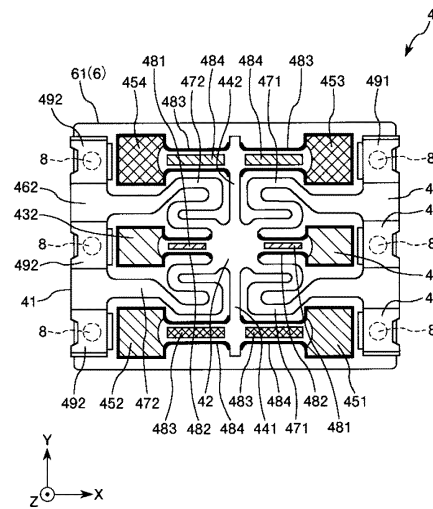
【図 4】



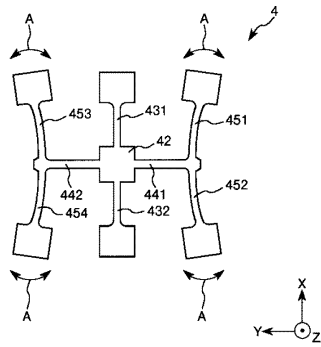
【図 5】



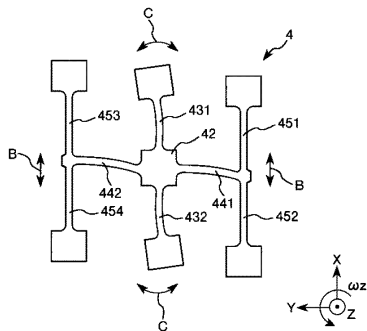
【図 6】



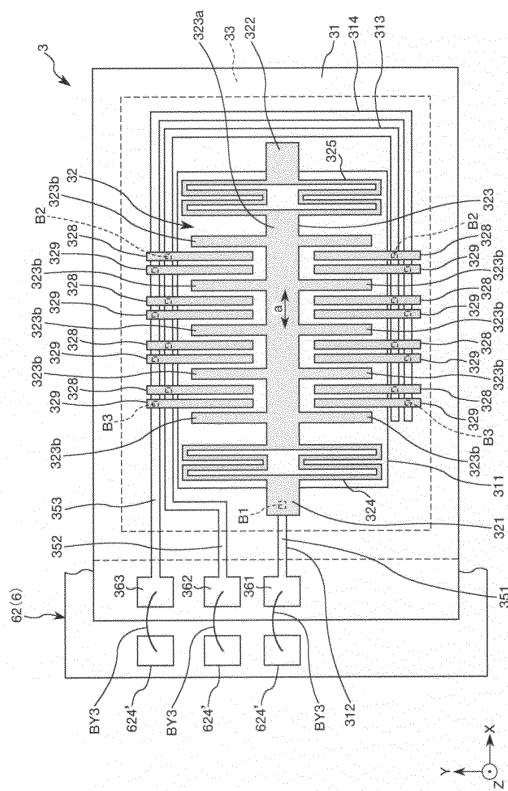
【圖 7】



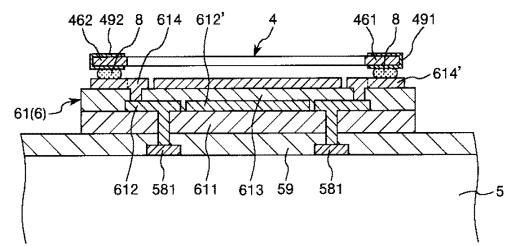
【 図 8 】



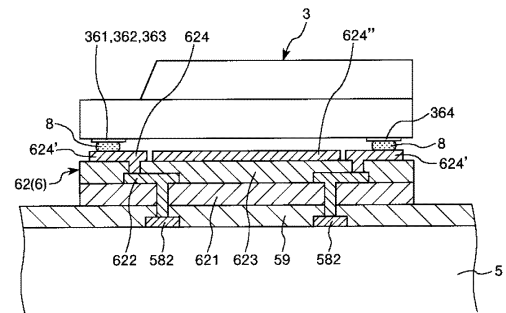
【 図 1 1 】



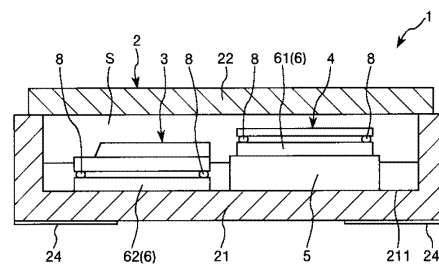
【 図 9 】



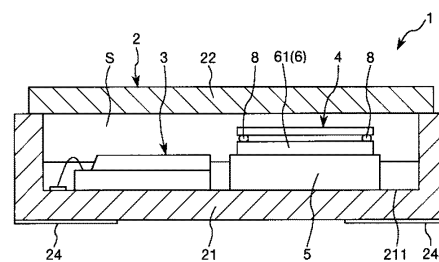
【 図 1 0 】



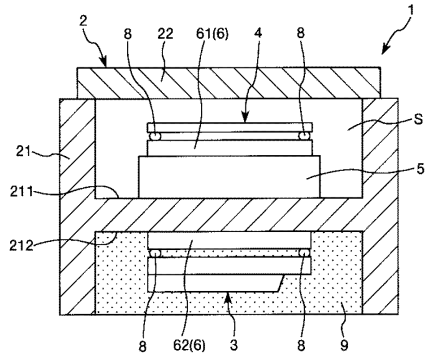
【圖 12】



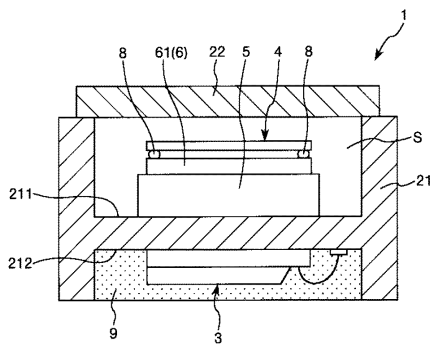
【 図 1 3 】



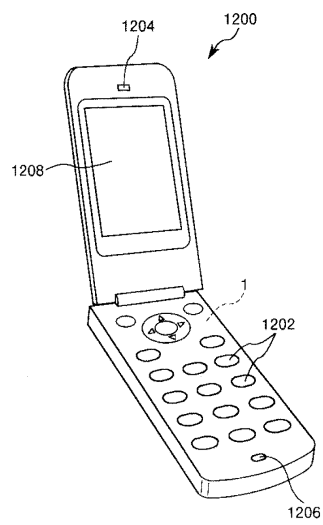
【図 14】



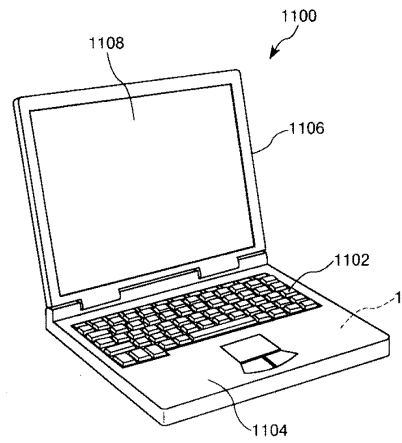
【図 15】



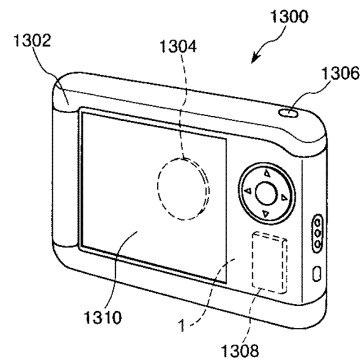
【図 17】



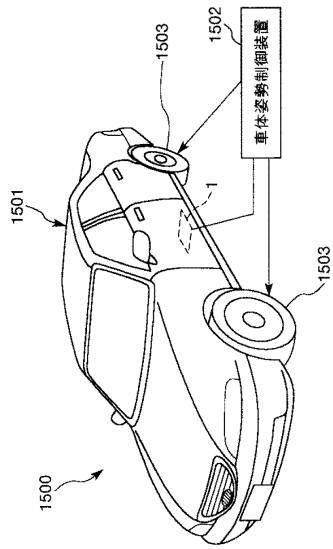
【図 16】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-283424(JP,A)
再公表特許第2012/049825(JP,A1)
特開2015-034755(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0150552(US,A1)
特開2006-78248(JP,A)
特開2014-222233(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C	19/5628
G01P	15/08
G01P	15/125