

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6641874号
(P6641874)

(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 1

GO 1 C 19/5628 (2012.01)
 GO 1 C 19/5614 (2012.01)
 HO 1 L 41/113 (2006.01)
 HO 1 L 41/04 (2006.01)

GO 1 C 19/5628
 GO 1 C 19/5614
 HO 1 L 41/113
 HO 1 L 41/04

請求項の数 14 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2015-206534 (P2015-206534)
 (22) 出願日 平成27年10月20日 (2015.10.20)
 (65) 公開番号 特開2017-78630 (P2017-78630A)
 (43) 公開日 平成29年4月27日 (2017.4.27)
 審査請求日 平成30年9月28日 (2018.9.28)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 100091292
 弁理士 増田 達哉
 (74) 代理人 100091627
 弁理士 朝比 一夫
 (72) 発明者 押尾 政宏
 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 繁山 浩二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】物理量検出装置、電子機器および移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

振動素子と、

前記振動素子に接続されている複数のリードと、を含み、

前記振動素子は、

基部と、

前記基部から一方側へ延出している駆動部と、

前記基部から他方側へ延出している検出部と、

前記駆動部に配置され、前記駆動部を駆動する駆動信号が印加される駆動信号電極と、

前記検出部に配置され、物理量に応じた検出信号を出力する検出信号電極と、を含み、

前記複数のリードは、

前記駆動信号電極に電気的に接続された駆動信号リードと、

前記検出信号電極に電気的に接続された検出信号リードと、

補強用の1対の補強リードと、を含み、

前記駆動信号リードおよび前記検出信号リードは、前記基部に対して互いに反対側に位置し、

前記1対の補強リードは、前記基部に対して互いに反対側に位置し、前記振動素子を両持ち支持していることを特徴とする物理量検出装置。

【請求項 2】

前記駆動部は、前記基部から第1軸方向の一方側へ延出し、

10

20

前記検出部は、前記基部から前記第1軸方向の他方側へ延出し、前記第1軸方向において、前記駆動信号リードは、前記検出信号リードよりも前記一方側に位置している請求項1に記載の物理量検出装置。

【請求項3】

前記検出信号電極は、第1検出信号を出力する第1検出信号電極と、前記第1検出信号と逆相の第2検出信号を出力する第2検出信号電極と、を含み、

前記検出信号リードは、前記第1検出信号電極と電気的に接続されている第1検出信号リードと、前記第2検出信号電極と電気的に接続されている第2検出信号リードと、を含んでいる請求項2に記載の物理量検出装置。

【請求項4】

前記振動素子は、前記基部に配置され、前記駆動信号電極と電気的に接続されている駆動信号端子と、前記基部に配置され、前記第1検出信号電極と電気的に接続されている第1検出信号端子と、前記基部に配置され、前記第2検出信号電極と電気的に接続されている第2検出信号端子と、を含み、

前記駆動信号リードは、前記駆動信号端子に接続され、前記基部の前記一方側に位置し、

前記第1検出信号リードは、前記第1検出信号端子に接続され、前記基部の前記他方側に位置し、

前記第2検出信号リードは、前記第2検出信号端子に接続され、前記基部の前記他方側に位置している請求項3に記載の物理量検出装置。

【請求項5】

前記振動素子の平面視にて、前記基部の重心を通り前記第1軸方向に沿う直線を仮想中心線としたとき、

前記駆動信号リードは、前記仮想中心線に沿い、前記仮想中心線と重なるように配置されている請求項4に記載の物理量検出装置。

【請求項6】

前記振動素子の平面視で、前記基部の前記仮想中心線に対して一方側に前記第1検出信号リードが接続されており、他方側に前記第2検出信号リードが接続されている請求項5に記載の物理量検出装置。

【請求項7】

前記第1検出信号リードおよび前記第2検出信号リードは、前記仮想中心線に対して対称的に配置されている請求項5または6に記載の物理量検出装置。

【請求項8】

前記振動素子は、前記駆動部に配置され、前記駆動信号に対する基準電位となる基準電位電極と、前記基部に配置され、前記基準電位電極と電気的に接続されている定電位端子と、を含み、

前記複数のリードは、前記定電位端子と接続された基準電位リードを含み、

前記基準電位リードは、前記振動素子の平面視で、前記第1検出信号リードと前記第2検出信号リードとの間に位置している請求項7に記載の物理量検出装置。

【請求項9】

前記基準電位リードは、前記振動素子の平面視で、前記仮想中心線に沿い、前記仮想中心線と重なるように配置されている請求項8に記載の物理量検出装置。

【請求項10】

前記駆動信号リードおよび前記検出信号リードは、前記基部から互いに離間する方向に延在している請求項1ないし9のいずれか1項に記載の物理量検出装置。

【請求項11】

前記物理量は、角速度である請求項1ないし10のいずれか1項に記載の物理量検出装置。

【請求項12】

前記駆動信号を生成する駆動回路と、

10

20

30

40

50

前記検出信号に基づいて前記物理量を検出する検出回路と、を含んでいる請求項 1 ないし 1 1 のいずれか 1 項に記載の物理量検出装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 ないし 1 2 のいずれか 1 項に記載の物理量検出装置を有することを特徴とする電子機器。

【請求項 1 4】

請求項 1 ないし 1 2 のいずれか 1 項に記載の物理量検出装置を有することを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、物理量検出装置、電子機器および移動体に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来から、物理量検出装置（ジャイロセンサー）として、特許文献 1 に記載の構成が知られている。特許文献 1 に記載の物理量検出装置は、パッケージと、振動ジャイロ素子と、振動ジャイロ素子をパッケージに固定する中継基板と、I C チップと、を有する。また、中継基板は、複数の中継リードを有しており、これら中継リードを介して振動ジャイロ素子と I C チップとが電気的に接続されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開 2012 - 112748 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

しかしながら、このような構成では、振動ジャイロ素子の駆動振動を伝搬する中継リードと、振動ジャイロ素子から得られる検出信号を伝搬する中継リードとの位置が近いと、これら中継リード間の容量結合により、検出信号に混入する駆動信号に起因するノイズが大きくなり、角速度の検出感度が低下するという問題がある。

30

【0 0 0 5】

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検出装置、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】

【0 0 0 6】

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。

【0 0 0 7】

本適用例にかかる物理量検出装置は、振動素子と、

40

前記振動素子に接続されている複数のリードと、を含み、

前記振動素子は、

基部と、

前記基部から一方側へ延出している駆動部と、

前記基部から他方側へ延出している検出部と、

前記駆動部に配置され、前記駆動部を駆動する駆動信号が印加される駆動信号電極と、

前記検出部に配置され、物理量に応じた検出信号を出力する検出信号電極と、を含み、

前記複数のリードは、

前記駆動信号電極に電気的に接続された駆動信号リードと、

前記検出信号電極に電気的に接続された検出信号リードと、を含み、

50

前記駆動信号リードおよび前記検出信号リードは、前記基部に対して互いに反対側に位置していることを特徴とする。

【0008】

これにより、駆動信号リードと検出信号リードとの離間距離を大きくすることができるため、検出信号に混入する駆動信号に起因するノイズを低減することができ、検出感度の高い物理量検出装置が得られる。

【0009】

上述の適用例において、前記駆動部は、前記基部から第1軸方向の一方側へ延出し、前記検出部は、前記基部の前記第1軸方向の他方側へ延出し、

前記第1軸方向において、前記駆動信号リードは、前記検出信号リードよりも前記一方側に位置していることが好ましい。 10

【0010】

これにより、駆動信号リードと検出信号電極との間の容量結合および駆動信号電極と検出信号リードとの間の容量結合を低減することができる。

【0011】

上述の適用例において、前記検出信号電極は、第1検出信号を出力する第1検出信号電極と、前記第1検出信号と逆相の第2検出信号を出力する第2検出信号電極と、を含み、

前記検出信号リードは、前記第1検出信号電極と電気的に接続されている第1検出信号リードと、前記第2検出信号電極と電気的に接続されている第2検出信号リードと、を含んでいることが好ましい。 20

これにより、物理量の検出感度をより高めることができる。

【0012】

上述の適用例において、前記振動素子は、前記基部に配置され、前記駆動信号電極と電気的に接続されている駆動信号端子と、前記基部に配置され、前記第1検出信号電極と電気的に接続されている第1検出信号端子と、前記基部に配置され、前記第2検出信号電極と電気的に接続されている第2検出信号端子と、を含み、

前記駆動信号リードは、前記駆動信号端子に接続され、前記基部の前記一方側に位置し、

前記第1検出信号リードは、前記第1検出信号端子に接続され、前記基部の前記他方側に位置し、 30

前記第2検出信号リードは、前記第2検出信号端子に接続され、前記基部の前記他方側に位置していることが好ましい。

これにより、駆動信号の印加や、検出信号の出力が容易となる。

【0013】

上述の適用例において、前記振動素子の平面視にて、前記基部の重心を通り前記第1軸方向に沿う直線を仮想中心線としたとき、

前記駆動信号リードは、前記仮想中心線に沿い、前記仮想中心線と重なるように配置されていることが好ましい。

【0014】

これにより、対称性が向上し、振動素子に対してリードをバランスよく配置することができる。 40

【0015】

上述の適用例において、前記振動素子の平面視で、前記基部の前記仮想中心線に対して一方側に前記第1検出信号リードが接続されており、他方側に前記第2検出信号リードが接続されていることが好ましい。

【0016】

これにより、複数のリードによって振動素子を両側から支持するため、振動素子の姿勢が安定する。

【0017】

上述の適用例において、前記第1検出信号リードおよび前記第2検出信号リードは、前 50

記仮想中心線に対して対称的に配置されていることが好ましい。

【0018】

これにより、対称性が向上し、第1検出信号に混入するノイズと第2検出信号に混入するノイズとをほぼ等しくすることができる。そのため、第1検出信号と第2検出信号とを作動増幅処理することで、ノイズを効果的にキャンセルすることができる。

【0019】

上述の適用例において、前記振動素子は、前記駆動部に配置され、前記駆動信号に対する基準電位となる基準電位電極と、前記基部に配置され、前記基準電位電極と電気的に接続されている定電位端子と、を含み、

前記複数のリードは、前記定電位端子と接続された基準電位リードを含み、

10

前記基準電位リードは、前記振動素子の平面視で、前記第1検出信号リードと前記第2検出信号リードとの間に位置していることが好ましい。

【0020】

これにより、振動素子に対してリードをバランスよく配置することができる。なお、基準電位リードは、実質的に、検出信号に混入するノイズの発生源にならないため、このような配置としても、検出信号に混入するノイズの低減を図ることができる。

【0021】

上述の適用例において、前記基準電位リードは、前記振動素子の平面視で、前記仮想中心線に沿い、前記仮想中心線と重なるように配置されていることが好ましい。

これにより、リードの対称性が向上する。

20

【0022】

上述の適用例において、前記駆動信号リードおよび前記検出信号リードは、前記基部から互いに離間する方向に延在していることが好ましい。

【0023】

これにより、検出信号に混入する駆動信号に起因するノイズをより効果的に低減することができる。

【0024】

上述の適用例において、前記複数のリードは、補強用の補強リードを含んでいることが好ましい。

これにより、振動素子の姿勢がより安定する。

30

【0025】

上述の適用例において、前記物理量は、角速度であることが好ましい。

これにより、利便性の高い物理量検出装置となる。

【0026】

上述の適用例において、前記駆動信号を生成する駆動回路と、

前記検出信号に基づいて前記物理量を検出する検出回路と、を含んでいることが好ましい。

これにより、物理量を検出することができる。

【0027】

本適用例にかかる電子機器は、上述の物理量検出装置を有することを特徴とする。

40

これにより、信頼性の高い電子機器が得られる。

【0028】

本適用例にかかる移動体は、上述の物理量検出装置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が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の第1実施形態に係る物理量検出装置の平面図（上面図）である。

【図2】図1のA-A線断面図である。

【図3】I-Cおよびその周囲を示す平面図である。

【図4】ジャイロ素子を示す平面図（上面図）である。

50

- 【図 5】ジャイロ素子を示す平面図（透過図）である。
- 【図 6】ジャイロ素子の駆動を説明する模式図である。
- 【図 7】ジャイロ素子の駆動を説明する模式図である。
- 【図 8】支持基板およびその周囲を示す平面図である。
- 【図 9】ジャイロ素子と支持基板の接続状態を示す下面図である。
- 【図 10】I C のブロック図である。
- 【図 11】本発明の第 2 実施形態に係る物理量検出装置の平面図（上面図）である。
- 【図 12】ジャイロ素子と支持基板の接続状態を示す下面図である。
- 【図 13】本発明の第 3 実施形態に係る物理量検出装置が有するジャイロ素子の平面図（上面図）である。
10
- 【図 14】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ーの構成を示す斜視図である。
- 【図 15】本発明の電子機器を適用した携帯電話機（P H S も含む）の構成を示す斜視図である。
- 【図 16】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。
- 【図 17】本発明の移動体を適用した自動車を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 3 0】

以下、本発明の物理量検出装置、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。
20

【0 0 3 1】

<第 1 実施形態>

まず、本発明の第 1 実施形態に係る物理量検出装置について説明する。

【0 0 3 2】

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る物理量検出装置の平面図（上面図）である。図 2 は、図 1 の A - A 線断面図である。図 3 は、I C およびその周囲を示す平面図である。図 4 は、ジャイロ素子を示す平面図（上面図）である。図 5 は、ジャイロ素子を示す平面図（透過図）である。図 6 および図 7 は、ジャイロ素子の駆動を説明する模式図である。図 8 は、支持基板およびその周囲を示す平面図である。図 9 は、ジャイロ素子と支持基板の接続状態を示す下面図である。図 10 は、I C のブロック図である。なお、以下の説明では、互いに直交する 3 つの軸を X 軸、Y 軸および Z 軸とする。また、X 軸に沿う方向を「X 軸方向」とも言い、Y 軸方向に沿う方向を「Y 軸方向」とも言い、Z 軸に沿う方向を「Z 軸方向」とも言う。また、以下では、Z 軸方向から見た平面図を単に「平面図」とも言う。
30

【0 0 3 3】

図 1 および図 2 に示す物理量検出装置 1 は、X 軸まわりの角速度 \times を検出することのできるジャイロセンサーであって、物理量としての角速度が印加されるジャイロ素子（振動素子）3 と、支持基板 4 と、I C（回路基板）5 と、これらを収容するパッケージ 2 と、を有する。このように物理量検出装置 1 で検出することのできる物理量を角速度として、利便性の高い物理量検出装置 1 となる。ただし、物理量検出装置 1 で検出することのできる物理量としては、角速度に限定されず、例えば、加速度、圧力等であってもよい。
40

【0 0 3 4】

（パッケージ）

パッケージ 2 は、図 1 および図 2 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 にジャイロ素子 3、支持基板 4 および I C 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（1
50

0 Pa 以下程度。好ましくは真空) となっている。これにより、ジャイロ素子 3 を効率的に駆動することができる。

【0035】

ベース 21 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 22 の構成材料としては、特に限定されないが、ベース 21 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 21 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、コバルト等の合金とするのが好ましい。また、ベース 21 とリッド 22 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。

10

【0036】

また、ベース 21 には、内部空間 S に臨む複数の内部端子 231 および複数の内部端子 232 が設けられている。図 3 に示すように、各内部端子 231 は、IC5 とボンディングワイヤー BY を介して電気的に接続されている。また、複数の内部端子 231 には、ベース 21 内に形成された図示しない内部配線を介して内部端子 232 と電気的に接続されているものと、前記内部配線を介してベース 21 の底面に配置された外部端子 233 と電気的に接続されているものがある。なお、内部端子 231、232 や外部端子 233 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。

【0037】

(ジャイロ素子)

20

ジャイロ素子 3 は、X 軸まわりの角速度 $\dot{\theta}_x$ を検出することができる。ジャイロ素子 3 は、図 4 および図 5 に示すように、水晶で構成された振動片 30 と、振動片 30 に配置された電極および端子とを有する。ただし、振動片 30 の構成材料としては、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水晶以外の圧電材料が挙げられる。

【0038】

振動片 30 は、水晶基板の結晶軸である y 軸(機械軸)および x 軸(電気軸)で規定される x-y 平面に広がりを有し、z 軸(光軸)方向に厚みを有する板状をなしている。このような振動片 30 は、基部 31 と、1 対の駆動腕(駆動部) 321、322 と、1 対の検出腕(検出部) 331、332 と、1 対の調整腕 341、342 と、を有する。

30

【0039】

駆動腕 321、322 は、それぞれ、基部 31 の -X 軸側(第 1 軸方向の一方側)の端部に接続されており、当該端部から -X 軸側に、X 軸に沿って延出している。このような駆動腕 321、322 は、ジャイロ素子 3 を振動駆動させるための振動腕である。

【0040】

また、検出腕 331、332 は、それぞれ、基部 31 の +X 軸側(第 1 軸方向の他方側)の端部に接続されており、当該端部から +X 軸側に、X 軸に沿って延出している。このような検出腕 331、332 は、角速度が加わることで発生するコリオリ力によって振動し、コリオリ力に基づいた信号を取得するための振動腕である。

【0041】

40

また、調整腕 341、342 は、それぞれ、基部 31 の +X 軸側の端部に接続されており、当該端部から +X 軸側に、X 軸に沿って延出している。また、調整腕 341、342 は、間に検出腕 331、332 が位置するように、検出腕 331、332 の外側に配置されている。このような調整腕 341、342 は、検出腕 331、332 の望まれない漏れ出力(ノイズ)を抑制するための振動腕である。

【0042】

また、電極は、駆動信号電極 351 と、駆動接地電極(基準電位電極) 352 と、第 1 検出信号電極 353 と、第 2 検出信号電極 354 と、第 1 検出接地電極 355 と、第 2 検出接地電極 356 と、第 1 調整電極 357a、357b と、第 2 調整電極 358a、358b と、を有する。また、端子は、駆動信号端子 361 と、駆動接地端子(定電位端子)

50

362と、第1検出信号端子363と、第2検出信号端子364と、第1検出接地端子365と、第2検出接地端子366と、を有する。

【0043】

駆動信号電極351は、駆動腕321の上下面と駆動腕322の両側面とに配置されており、駆動接地電極352は、駆動腕321の両側面と駆動腕322の上下面とに配置されている。また、駆動信号電極351は、図示しない配線を介して駆動信号端子361と電気的に接続され、駆動接地電極352は、図示しない配線を介して駆動接地端子362と電気的に接続されている。このような駆動信号電極351は、駆動腕321、322の駆動振動を励起させるための電極であり、駆動接地電極352は、駆動信号電極351に対してグランド（定電位）となる電極である。

10

【0044】

第1検出信号電極353は、検出腕331の上面の-Y軸側および下面の+Y軸側に配置されており、第1検出接地電極355は、検出腕331の上面の+Y軸側および下面の-Y軸側に配置されている。第1検出信号電極353は、図示しない配線を介して第1検出信号端子363と電気的に接続され、第1検出接地電極355は、図示しない配線を介して第1検出接地端子365と電気的に接続されている。このような第1検出信号電極353は、検出腕331の検出振動が励起されたときに、この検出振動によって発生する電荷を検出するための電極であり、第1検出接地電極355は、第1検出信号電極353に対してグランド（定電位）となる電極である。

【0045】

20

第2検出信号電極354は、検出腕332の上面の-Y軸側および下面の+Y軸側に配置されており、第2検出接地電極356は、検出腕332の上面の+Y軸側および下面の-Y軸側に配置されている。第2検出信号電極354は、図示しない配線を介して第2検出信号端子364と電気的に接続され、第2検出接地電極356は、図示しない配線を介して第2検出接地端子366と電気的に接続されている。このような第2検出信号電極354は、検出腕332の検出振動が励起されたときに、この検出振動によって発生する電荷を検出するための電極であり、第2検出接地電極356は、第2検出信号電極354に対してグランド（定電位）となる電極である。

【0046】

30

第1調整電極357aは、調整腕341の上下面に配置されており、第2調整電極358aは、調整腕341の両側面に配置されている。第1調整電極357aは、第1検出信号電極353と共に第1検出信号端子363と電気的に接続されており、第2調整電極358aは、第1検出接地電極355と共に第1検出接地端子365と電気的に接続されている。このような第1、第2調整電極357a、358aの質量を増減させたり、面積を増減させたりして電荷量を調整することで、検出腕331の望まない漏れ出力を抑制できる。

【0047】

40

第1調整電極357bは、調整腕342の上下面に配置されており、第2調整電極358bは、調整腕342の両側面に配置されている。第1調整電極357bは、第2検出信号電極354と共に第2検出信号端子364と電気的に接続されており、第2調整電極358bは、第2検出接地電極356と共に第2検出接地端子366と電気的に接続されている。このような第1、第2調整電極357b、358bの質量を増減させたり、面積を増減させたりして電荷量を調整することで、検出腕332の望まない漏れ出力を抑制できる。

【0048】

次に、端子361～366の配置について説明する。なお、以下では、図5に示すように、平面視で、基部31の重心Oを通りX軸に沿った線分をX軸中心線（仮想中心線）L1とし、中心Oを通りY軸に沿った線分をY軸中心線L2とする。

【0049】

6つの端子361～366は、全て基部31の下面に設けられている。また、駆動接地

50

端子 3 6 2、第 1 検出信号端子 3 6 3 および第 2 検出信号端子 3 6 4 は、Y 軸中心線 L 2 の + X 軸側（検出腕 3 3 1、3 3 2 側）に配置され、かつ、+ Y 軸側から、第 1 検出信号端子 3 6 3、駆動接地端子 3 6 2、第 2 検出信号端子 3 6 4 の順に Y 軸方向に沿って並設されている。一方、駆動信号端子 3 6 1、第 1 検出接地端子 3 6 5 および第 2 検出接地端子 3 6 6 は、Y 軸中心線 L 2 よりも - X 軸側（駆動腕 3 2 1、3 2 2 側）に配置され、かつ、+ Y 軸側から、第 1 検出接地端子 3 6 5、駆動信号端子 3 6 1、第 2 検出接地端子 3 6 6 の順に Y 軸方向に沿って並設されている。また、駆動信号端子 3 6 1 および駆動接地端子 3 6 2 は、X 軸中心線 L 1 上に位置しており、第 1 検出信号端子 3 6 3 および第 1 検出接地端子 3 6 5 と第 2 検出信号端子 3 6 4 および第 2 検出接地端子 3 6 6 とは、X 軸中心線 L 1 に対して線対称に配置されている。このような端子配置とすることで、後述するリード 4 2 1 ~ 4 2 6 の配置を容易に実現することができると共に、リード 4 2 1 ~ 4 2 6 によりジャイロ素子 3 を安定して支持することができる。

10

【 0 0 5 0 】

このようなジャイロ素子 3 は、次のようにして角速度 \times を検出する。駆動信号電極 3 5 1 および駆動接地電極 3 5 2 間に駆動信号（駆動電圧）を印加すると、図 6 に示すように、駆動腕 3 2 1、3 2 2 が Y 軸方向に逆相で屈曲振動する。この状態では、駆動腕 3 2 1、3 2 2 の振動が互いにキャンセルされるため、検出腕 3 3 1、3 3 2 は実質的に振動しない。この状態で X 軸まわりの角速度 \times が加わると、図 7 に示すように、駆動腕 3 2 1、3 2 2 にコリオリの力が作用して Z 軸方向の屈曲振動が励振され、この屈曲振動に呼応するように、検出腕 3 3 1、3 3 2 が Z 軸方向に屈曲振動する。このような屈曲振動によって検出腕 3 3 1 に発生した電荷を第 1 検出信号電極 3 5 3 から第 1 検出信号 S 1 として取り出し、検出腕 3 3 2 に発生した電荷を第 2 検出信号電極 3 5 4 から第 2 検出信号 S 2 として取り出し、これら第 1、第 2 検出信号 S 1、S 2 に基づいて I C 5 が角速度 \times を検出する。なお、第 1、第 2 検出信号 S 1、S 2 は、互いに逆相の信号であるため、差動検出方式を用いることで、より精度よく角速度 \times を検出することができる。

20

【 0 0 5 1 】

（支持基板）

支持基板 4 は、従来から知られる T A B (T a p e A u t o m a t e d B o n d i n g) 実装用の基板である。このような支持基板 4 は、図 8 に示すように、枠状の基部 4 1 と、基部 4 1 に設けられた複数（本実施形態では 6 本）のリード 4 2 1、4 2 2、4 2 3、4 2 4、4 2 5、4 2 6 とを有する。基部 4 1 は、ベース 2 1 に固定されており、リード 4 2 1 ~ 4 2 6 の先端部にはジャイロ素子 3 が固定されている。そのため、支持基板 4 を介してジャイロ素子 3 がベース 2 1 に固定（支持）された状態となる。

30

【 0 0 5 2 】

基部 4 1 は、開口 4 1 1 を有する枠状をなしている。このような、基部 4 1 は、例えば、ポリイミド等の可撓性を有する樹脂で構成されている。

【 0 0 5 3 】

リード 4 2 1 ~ 4 2 6 は、図示しない接着材によって基部 4 1 の下面に固定されている。これらリード 4 2 1 ~ 4 2 6 は、例えば、アルミニウム等の金属材料で構成されている。

40

【 0 0 5 4 】

リード 4 2 1、4 2 2、4 2 3 は、開口 4 1 1 の中央よりも + X 軸側の部分に配置されており、その先端部が開口 4 1 1 内まで延びている。一方、リード 4 2 4、4 2 5、4 2 6 は、開口 4 1 1 の中央よりも - X 軸側の部分に配置されており、その先端部が開口 4 1 1 内まで延びている。リード 4 2 1、4 2 2、4 2 3 とリード 4 2 4、4 2 5、4 2 6 とは対称に配置されており、リード 4 2 1、4 2 2、4 2 3 の先端部とリード 4 2 4、4 2 5、4 2 6 の先端部とが開口 4 1 1 の中央で対向している。

【 0 0 5 5 】

また、平面視で、リード 4 2 2 は、X 軸に沿って直線的に延在している。このリード 4 2 2 の両側に位置するリード 4 2 1、4 2 3 は、リード 4 2 2 に対して対称に配置されて

50

おり、途中で屈曲したクランク状となっている。同様に、リード425は、X軸に沿って直線的に延在している。このリード425の両側に位置するリード424、426は、リード425に対して対称に配置されており、途中で屈曲したクランク状となっている。

【0056】

また、リード421～426は、それぞれ、途中で傾斜しており、先端部が開口411を潜って基部41よりも上方に位置している（図2参照）。これにより、基部41に邪魔されることなく、支持基板4の上方で、リード421～426の先端部にジャイロ素子3を固定することができる。

【0057】

図9に示すように、リード421～426の先端部の配置は、ジャイロ素子3の基部31に設けられた6つの端子361～366に対応しており、リード421と第1検出信号端子363、リード422と駆動接地端子362、リード423と第2検出信号端子364、リード424と第1検出接地端子365、リード425と駆動信号端子361、リード426と第2検出接地端子366が、それぞれ、導電性の固定部材61を介して接続されている。これにより、ジャイロ素子3がリード421～426に固定されると共に、ジャイロ素子3とリード421～426とが電気的に接続される。そのため、以下では、リード421を「第1検出信号リード421」ともいい、リード422を「駆動接地リード（基準電位リード）422」とも言い、リード423を「第2検出信号リード423」とも言い、リード424を「第1検出接地リード424」とも言い、リード425を「駆動信号リード425」とも言い、リード426を「第2検出接地リード426」とも言う。

10

【0058】

また、リード421、422、423、424、425、426の基端部は、導電性の固定部材62を介して内部端子232に固定されている。これにより、支持基板4がベース21に固定されると共に、リード421～426と内部端子232とが電気的に接続される。なお、固定部材61、62としては、導電性を有していれば、特に限定されず、例えば、シリコーン系、エポキシ系、アクリル系、ポリイミド系、ビスマレイミド系等の接着材に、銀粒子等の導電性フィラーを分散させてなる導電性接着剤、金バンプ、銀バンプ等の金属バンプ、金ろう、銀ろう等の金属ろう材、半田等を用いることができる。

20

【0059】

このような支持基板4では、X軸方向において、駆動信号リード425は、第1検出信号リード421および第2検出信号リード423よりも-X軸側に位置している。具体的には、基部31の重心〇よりも-X軸側に駆動信号リード425が位置し、重心〇よりも+X軸側に第1、第2検出信号リード421、423が位置している。このように、駆動信号リード425および第1、第2検出信号リード421、423を基部31から互いに離間する方向（反対方向）に延在させることで、駆動信号リード425と第1、第2検出信号リード421、423とをなるべく遠ざけて配置することができ、第1、第2検出信号S1、S2に混入する駆動信号に起因したノイズを低減することができる。その結果、検出感度の高い物理量検出装置1となる。

30

【0060】

特に、駆動信号リード425は、駆動腕321、322と同じ側（基部31の-X軸側）に延在しており、第1、第2検出信号リード421、423は、検出腕331、332と同じ側（基部31の+X軸側）に延在している。そのため、駆動信号リード425から第1、第2検出信号電極353、354をなるべく遠ざけて配置することができ、駆動信号電極351から第1、第2検出信号リード421、423をなるべく遠ざけて配置することができる。これにより、駆動信号リード425と第1、第2検出信号電極353、354との静電結合および駆動信号電極と第1、第2検出信号リード421、423との静電結合を低減することができ、上述した効果がより顕著となる。

40

【0061】

また、駆動信号リード425は、X軸中心線L1に沿い、X軸中心線L1と重なるように配置されている。また、第1検出信号リード421および第2検出信号リード423は

50

、X軸中心線L1に対して対称的に配置されている。これにより、第1検出信号リード421と駆動信号リード425の相対的位置関係と、第2検出信号リード423と駆動信号リード425の相対的位置関係と、がほぼ等しくなるため(X軸中心線L1に対して対称となるため)、第1検出信号リード421と駆動信号リード425との間の結合容量と、第2検出信号リード423と駆動信号リード425との間の結合容量と、がほぼ等しくなる。そのため、第1検出信号S1に混入するノイズと第2検出信号S2に混入するノイズのバランスを取ることができ(両ノイズをほぼ等しくすることができ)、IC5によって両信号のノイズをより効果的にキャンセルすることができる。

【0062】

また、外部からX軸方向の衝撃が加わった場合でも、第1検出信号S1に混入する駆動信号に起因したノイズの大きさと、第2検出信号S2に混入する駆動信号に起因したノイズの大きさと、をほぼ(従来よりも)等しく保つことができる。そのため、第1、第2検出信号S1、S2に含まれるノイズ同士をより効果的にキャンセルすることができる。よって、角速度xの検出誤差を低減することができる。

10

【0063】

また、平面視で、駆動接地リード422は、第1検出信号リード421と第2検出信号リード423との間に位置している。この駆動接地リード422は、実質的に、第1、第2検出信号S1、S2に混入するノイズの発生源にはならないため、このような配置としても、第1、第2検出信号S1、S2に混入するノイズの増加を実質的に招かない。また、駆動接地リード422を配置し易くなる。特に、本実施形態では、駆動接地リード422は、平面視で、X軸中心線L1に沿い、X軸中心線L1と重なるように配置されている。そのため、Y軸方向に並ぶ3つのリード421、422、423がジャイロ素子3に対してバランスよく配置された状態となり、ジャイロ素子3を安定して支持することができる。

20

【0064】

また、平面視で、第1検出接地リード424と第2検出接地リード426は、駆動信号リード425の両側に位置しており、X軸中心線L1に対して対称的に配置されている。これら第1、第2検出接地リード424、426が駆動信号リード425の近傍に配置されても、駆動信号に起因する第1、第2検出信号S1、S2へのノイズの混入にはほとんど影響がない。そのため、このような配置とすることで、第1、第2検出信号S1、S2に混入するノイズを低減することができると共に、リード421～426をバランスよく配置することができ、ジャイロ素子3を安定して支持することができる。

30

【0065】

(IC)

IC5は、ベース21の凹部211の底面に、金属ペースト、接着材等の固定部材を介して固定されている。また、IC5は、支持基板4を介してジャイロ素子3と電気的に接続されている。このようなIC5は、図10に示すように、駆動信号を印加してジャイロ素子3を駆動させる駆動回路51と、ジャイロ素子3からの第1、第2検出信号に基づいて角速度xの検出処理を行う検出回路52と、を有する。

40

【0066】

駆動回路51は、I/V変換回路(電流電圧変換回路)511と、AC增幅回路512と、振幅調整回路513と、を有する。駆動回路51は、ジャイロ素子3に形成された駆動信号電極351に駆動信号を供給する回路である。以下、駆動回路51について、詳細に説明する。

【0067】

ジャイロ素子3が振動すると、圧電効果に基づく交流電流がジャイロ素子3に形成された駆動接地電極352から出力され、I/V変換回路511に入力される。I/V変換回路511は、入力された交流電流をジャイロ素子3の振動周波数と同一の周波数の交流電圧信号に変換して出力する。

【0068】

50

I / V 変換回路 511 から出力された交流電圧信号は、AC 増幅回路 512 に入力される。AC 増幅回路 512 は、入力された交流電圧信号を増幅して出力する。AC 増幅回路 512 から出力された交流電圧信号は、振幅調整回路 513 に入力される。振幅調整回路 513 は、入力された交流電圧信号の振幅を一定値に保持するように利得を制御し、利得制御後の交流電圧信号をジャイロ素子 3 の駆動信号電極 351 に出力する。この駆動信号電極 351 に入力される交流電圧信号（駆動信号）によりジャイロ素子 3 が駆動振動する。

【0069】

検出回路 52 は、チャージアンプ回路 521、522 と、差動増幅回路 523 と、AC 増幅回路 524 と、同期検波回路 525 と、平滑回路 526 と、可変増幅回路 527 と、フィルター回路 528 と、を有する。検出回路 52 は、ジャイロ素子 3 の検出腕 331 に配置された第1検出信号電極 353 に生じる第1検出信号 S1 と、検出腕 332 に配置された第2検出信号電極 354 に生じる第2検出信号 S2 と、を差動増幅させて差動増幅信号を生成し、この差動増幅信号に基づいて所定の物理量を検出する回路である。以下、検出回路 52 について、詳細に説明する。

【0070】

チャージアンプ回路 521 には、検出腕 331 に配置された第1検出信号電極 353 により検出された第1検出信号 S1 が入力され、チャージアンプ回路 522 には、検出腕 332 に配置された第2検出信号電極 354 により検出された第2検出信号 S2 が入力される。なお、これら第1、第2検出信号は、互いに逆相の信号である。そして、チャージアンプ回路 521、522 は、入力された第1、第2検出信号（交流電流）を、基準電圧 Vref を中心とする交流電圧信号に変換する。

【0071】

差動増幅回路 523 は、チャージアンプ回路 521 の出力信号と、チャージアンプ回路 522 の出力信号と、を差動増幅して差動増幅信号を生成する。差動増幅回路 523 の出力信号（差動増幅信号）は、さらに AC 増幅回路 524 で増幅される。

【0072】

同期検波回路 525 は、駆動回路 51 の AC 増幅回路 512 が出力する交流電圧信号を基に、AC 増幅回路 524 の出力信号を同期検波することにより角速度成分を抽出する。同期検波回路 525 で抽出された角速度成分の信号は、平滑回路 526 で直流電圧信号に平滑化され、可変増幅回路 527 に入力される。可変増幅回路 527 は、平滑回路 526 の出力信号（直流電圧信号）を、設定された増幅率（または減衰率）で増幅（または減衰）して角速度感度を変化させる。可変増幅回路 527 で増幅（または減衰）された信号は、フィルター回路 528 に入力される。

【0073】

フィルター回路 528 は、可変増幅回路 527 の出力信号から高周波のノイズ成分を除去し（正確には所定レベル以下に減衰させ）、角速度の方向および大きさに応じた極性および電圧レベルの検出信号を生成する。そして、この検出信号は外部端子 233 から外部へ出力される。

【0074】

<第2実施形態>

図 11 は、本発明の第2実施形態に係る物理量検出装置の平面図（上面図）である。図 12 は、ジャイロ素子と支持基板の接続状態を示す下面図である。

【0075】

以下、第2実施形態の物理量検出装置について前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0076】

第2実施形態の物理量検出装置は、主に、ジャイロ素子の端子の数と、支持基板のリードの数と、が異なること以外は、前述した第1実施形態の物理量検出装置と同様である。なお、図 11 および図 12 では、前述した実施形態と同様の構成には同一符号を付してあ

10

20

30

40

50

る。

【0077】

本実施形態では、図12に示すように、ジャイロ素子3の基部31の下面に設けられている端子に、さらにダミー端子367、368が含まれている。なお、ダミー端子367、378は、振動片30に配置された電極のいずれにも接続されておらず、主に、リードとの接続のために用いられる端子である。

【0078】

また、図11および図12に示すように、支持基板4が有するリードに、さらにダミー端子367、368と接続されたダミー端子リード427、428が含まれている。ダミー端子リード427、428は、ジャイロ素子3をより安定して支持するための補強用の補強リードとして用いられる。そのため、IC5との電気的な接続の有無は問わないが、例えば、グランドに接続されていることが好ましい。

【0079】

平面視で、ダミー端子リード427、428は、X軸中心線L1に対して互いに反対側に位置しており、これらダミー端子リード427、428でジャイロ素子3をY軸方向から両持ち支持している。そのため、リード421～428によって、ジャイロ素子3を四方から安定して支持することができる。特に、ダミー端子リード427、428によって、ジャイロ素子3のX軸まわりの回転をより効果的に低減することができる。また、本実施形態では、平面視で、ダミー端子リード427、428がY軸中心線L2に沿い、Y軸中心線L2と重なるように配置されているため、ダミー端子リード427、428がバランスよく配置され、上述の効果がより顕著となる。

【0080】

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。

【0081】

<第3実施形態>

図13は、本発明の第3実施形態に係る物理量検出装置が有するジャイロ素子の平面図(上面図)である。

【0082】

以下、第3実施形態の物理量検出装置について前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0083】

第3実施形態の物理量検出装置は、主に、ジャイロ素子とリードとの向きが異なること以外は、前述した第1実施形態の物理量検出装置と同様である。なお、図13では、前述した実施形態と同様の構成には同一符号を付してある。

【0084】

本実施形態では、図13に示すように、平面視で、ジャイロ素子3の向きが前述した第1実施形態から約90°回転している。すなわち、ジャイロ素子3は、駆動腕321、322が基部31から-Y軸方向に向けて延出し、検出腕331、332および調整腕341、342が基部31から+Y軸方向に向けて延出している。そのため、このようなジャイロ素子3によれば、Y軸まわりの角速度を検出することができる。ただし、基部31に配置されている端子361～366の配置(支持基板4との相対的な位置関係)は、前述した第1実施形態と変化していない。

【0085】

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。

【0086】

[電子機器]

次に、本発明の物理量検出装置を備える電子機器について説明する。

【0087】

10

20

30

40

50

図14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ーの構成を示す斜視図である。

【0088】

この図において、パーソナルコンピューター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ー1100には、物理量検出装置1が内蔵されている。

【0089】

図15は、本発明の電子機器を適用した携帯電話機（P H Sも含む）の構成を示す斜視図である。

【0090】

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1208が配置されている。このような携帯電話機1200には、物理量検出装置1が内蔵されている。

【0091】

図16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。

【0092】

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。そして、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を押すと、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、例えば、手振れ補正に用いられる物理量検出装置1が内蔵されている。

【0093】

このような電子機器は、物理量検出装置1を備えているので、優れた信頼性を有している。

【0094】

なお、本発明の電子機器は、図14のパーソナルコンピューター、図15の携帯電話機、図16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）、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ー、テレビ、HMD（ヘッドマウントディスプレイ）等のウェアラブル端末、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、ペーパーレス、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、ワープロ、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）、ライトシミュレーター等に適用することができる。

【0095】

〔移動体〕

次に、本発明の物理量検出装置を備える移動体について説明する。

【0096】

図17は、本発明の移動体を適用した自動車を示す斜視図である。

図17に示すように、自動車1500には物理量検出装置1が内蔵されており、例えば、物理量検出装置1によって車体1501の姿勢を検出することができる。物理量検出装置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

10

20

30

40

50

、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（ドローンを含む）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、物理量検出装置 1 が組み込まれる。

【0097】

以上、本発明の物理量検出装置、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。

10

【符号の説明】

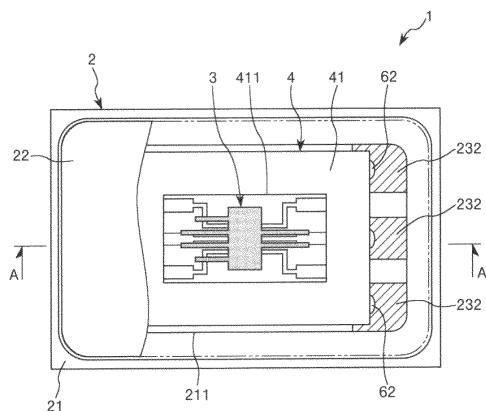
【0098】

1 … 物理量検出装置、2 … パッケージ、21 … ベース、211 … 凹部、22 … リッド、
231、232 … 内部端子、233 … 外部端子、3 … ジャイロ素子、30 … 振動片、31 … 基部、321、322 … 駆動腕、331、332 … 検出腕、341、342 … 調整腕、
351 … 駆動信号電極、352 … 駆動接地電極、353 … 第1検出信号電極、354 … 第2検出信号電極、355 … 第1検出接地電極、356 … 第2検出接地電極、357a、357b … 第1調整電極、358a、358b … 第2調整電極、361 … 駆動信号端子、362 … 駆動接地端子、363 … 第1検出信号端子、364 … 第2検出信号端子、365 … 第1検出接地端子、366 … 第2検出接地端子、367、368 … ダミー端子、4 … 支持基板、41 … 基部、411 … 開口、421 … 第1検出信号リード、422 … 駆動接地リード、423 … 第2検出信号リード、424 … 第1検出接地リード、425 … 駆動信号リード、426 … 第2検出接地リード、427、428 … ダミー端子リード、5 … IC、51 … 駆動回路、511 … I / V 変換回路、512 … AC 増幅回路、513 … 振幅調整回路、
52 … 検出回路、521 … チャージアンプ回路、522 … チャージアンプ回路、523 … 差動増幅回路、524 … AC 増幅回路、525 … 同期検波回路、526 … 平滑回路、527 … 可変増幅回路、528 … フィルター回路、61、62 … 固定部材、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、1202 … 操作ボタン、1204 … 受話口、1206 … 送話口、1208 … 表示部、1300 … デジタルスチールカメラ、1302 … ケース、1304 … 受光ユニット、1306 … シャッターボタン、1308 … メモリー、1310 … 表示部、1500 … 自動車、1501 … 車体、1502 … 車体姿勢制御装置、1503 … 車輪、BY … ボンディングワイヤー、L1 … X 軸中心線、L2 … Y 軸中心線、O … 重心、S … 内部空間、X … 角速度

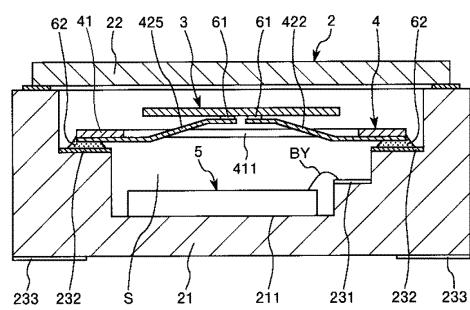
20

30

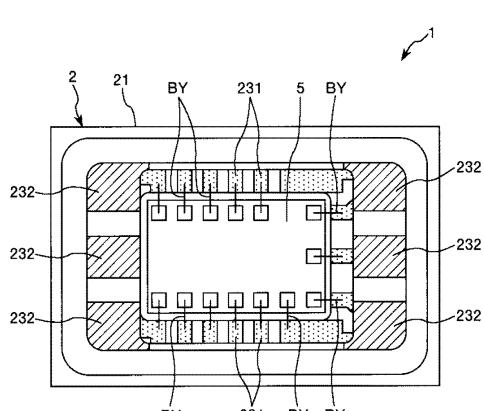
【図1】



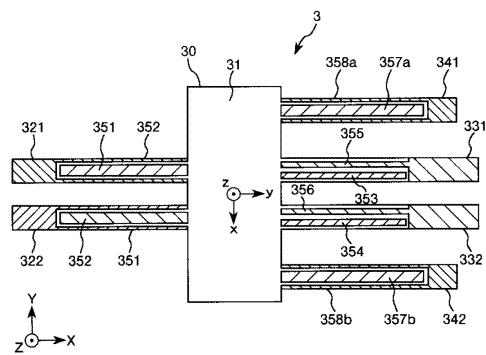
【図2】



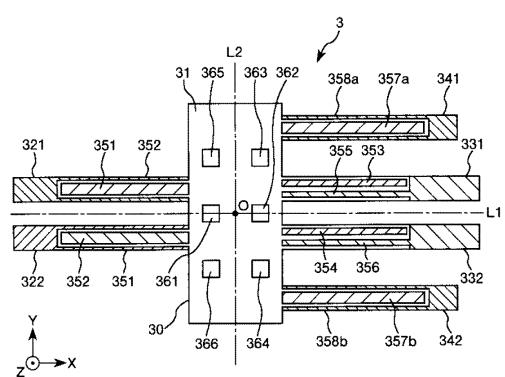
【図3】



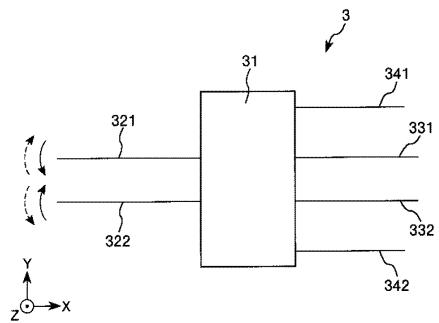
【図4】



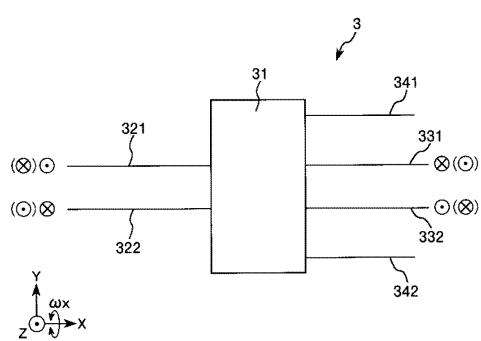
【図5】



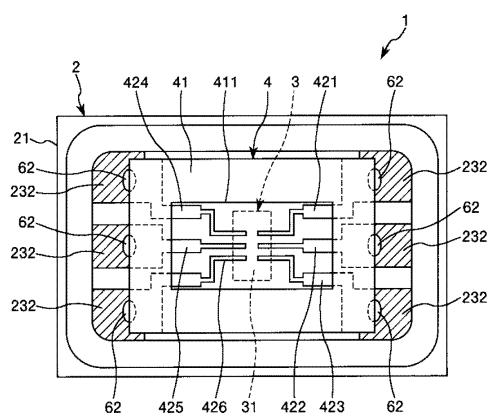
【図6】



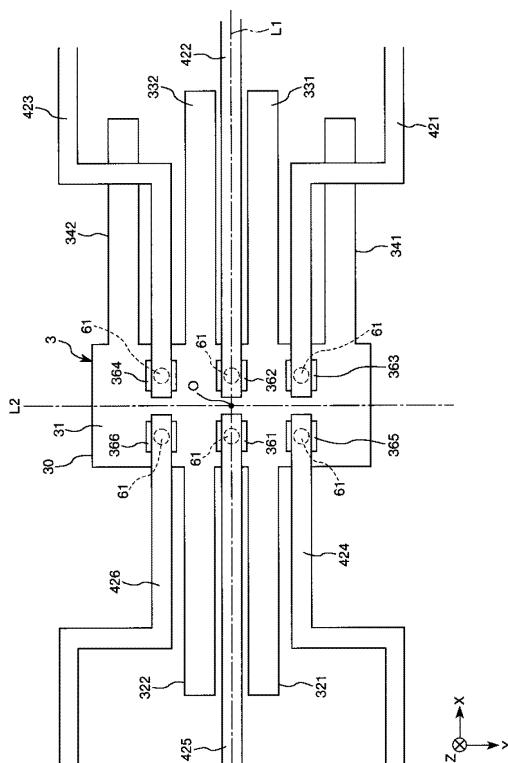
【図7】



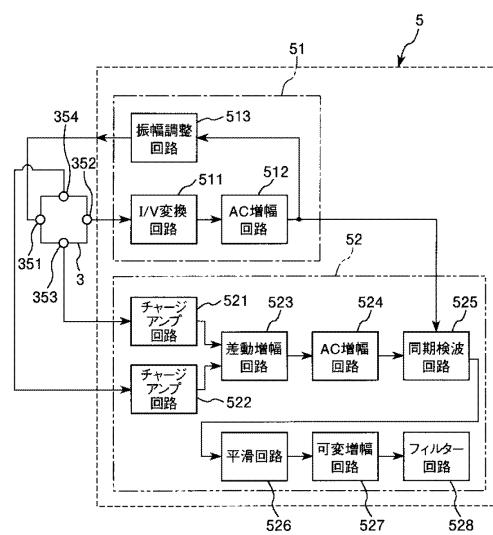
【図8】



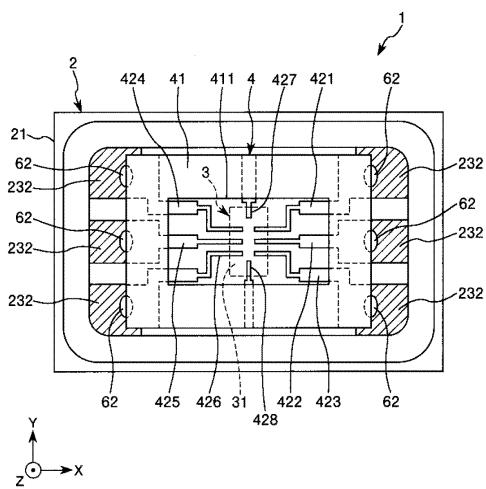
【図9】



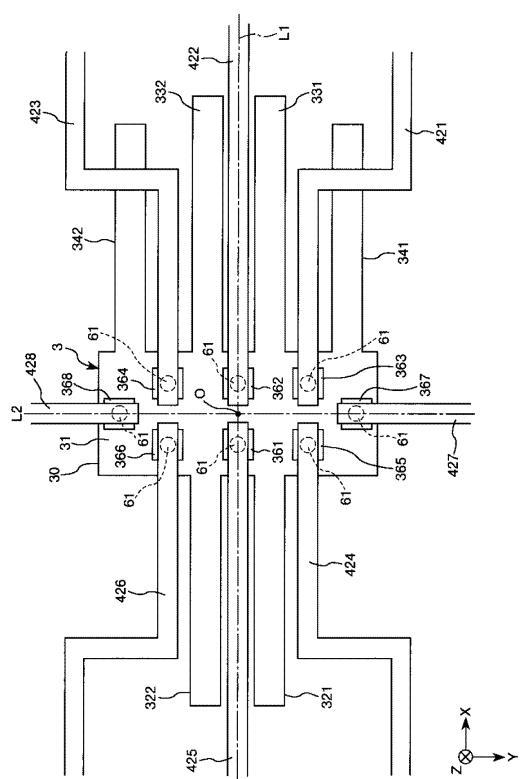
【図10】



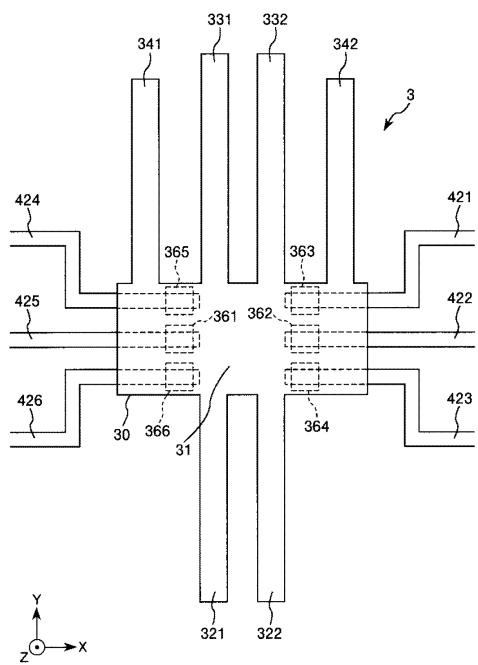
【図11】



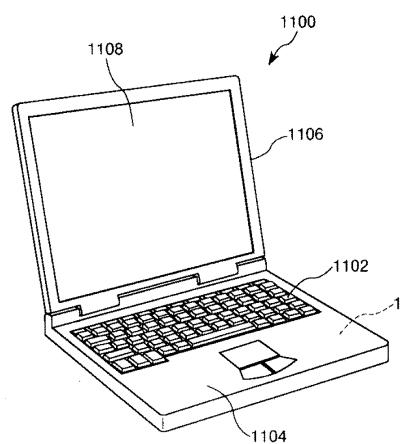
【 図 1 2 】



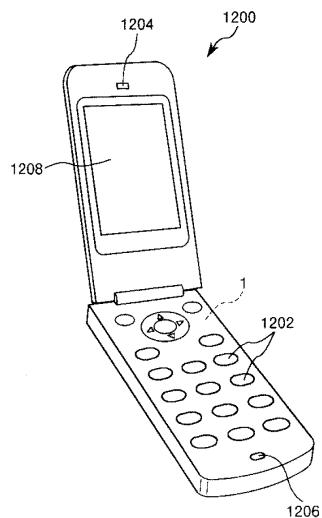
【図13】



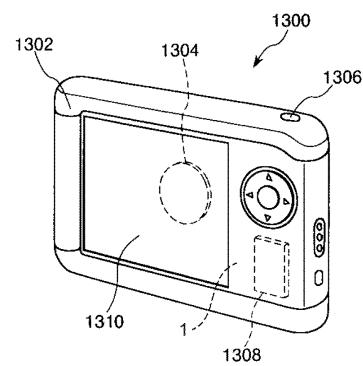
【図14】



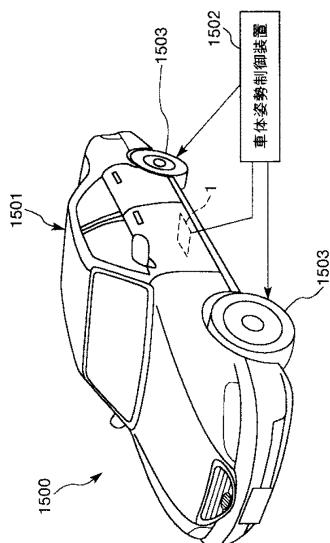
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2015-102403(JP, A)
特開2015-087286(JP, A)
特開2005-292079(JP, A)
米国特許出願公開第2010/0162813(US, A1)
特開2012-112748(JP, A)
特開2007-24741(JP, A)
特開2010-190706(JP, A)
特開2001-185578(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 C 19 / 5628
G 01 C 19 / 5614
H 01 L 41 / 04
H 01 L 41 / 113