

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7251383号

(P7251383)

(45)発行日 令和5年4月4日(2023.4.4)

(24)登録日 令和5年3月27日(2023.3.27)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 C 19/5628(2012.01)

G 0 1 C 19/5628

請求項の数 13 (全26頁)

(21)出願番号	特願2019-138430(P2019-138430)	(73)特許権者	000002369
(22)出願日	令和1年7月29日(2019.7.29)		セイコーエプソン株式会社
(65)公開番号	特開2021-21636(P2021-21636A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43)公開日	令和3年2月18日(2021.2.18)	(74)代理人	100091292
審査請求日	令和4年6月22日(2022.6.22)		弁理士 増田 達哉
		(74)代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(72)発明者	西澤 竜太
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
			コーエブソン株式会社内
		(72)発明者	山口 啓一
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
			コーエブソン株式会社内
		(72)発明者	小倉 誠一郎
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 振動デバイス、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、

前記振動素子と対向し、前記振動素子側の第1面及び前記第1面と反対側の第2面を含み、前記振動素子を支持している支持基板と、
を含み、

前記振動素子は、素子基部と、駆動腕と、検出腕と、を含み、

前記支持基板は、前記素子基部が固定されている基部と、梁部を介して前記基部と接続されている支持部と、を含み、

平面視で、前記駆動腕は、前記梁部と重なり、

前記駆動腕は、駆動信号電極と、駆動定電位電極と、を含み、

前記検出腕は、検出信号電極と、検出定電位電極と、を含み、

前記梁部は、

前記第1面側に前記駆動定電位電極及び前記検出定電位電極の少なくとも何れかに電氣的に接続されている定電位配線が配置され、

前記第2面側に前記駆動信号電極及び前記検出信号電極の少なくとも何れかに電氣的に接続されている信号配線が配置されていることを特徴とする振動デバイス。

【請求項2】

請求項1において、

前記支持部は、第1支持部と、第2支持部と、を含み、

平面視で、前記基部は、前記第 1 支持部と、前記第 2 支持部と、の間に配置され、
前記梁部は、

前記基部と、前記第 1 支持部と、を接続している第 1 梁部と、
前記基部と、前記第 2 支持部と、を接続している第 2 梁部と、
を含むことを特徴とする振動デバイス。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記第 1 梁部及び前記第 2 梁部の前記第 1 面側に前記検出定電位電極に電氣的に接続されている検出定電位配線が配置されていることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 4】

請求項 3 において、

前記第 1 支持部と前記第 2 支持部の前記第 1 面側に前記検出定電位配線が配置されていることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記第 1 梁部の前記第 2 面側に前記検出信号電極に電氣的に接続されている検出信号配線が配置され、

前記第 2 梁部の前記第 2 面側に前記駆動信号電極に電氣的に接続されている駆動信号配線が配置されていることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記第 1 梁部の前記第 2 面側に前記駆動定電位電極に電氣的に接続されている駆動定電位配線が配置されていることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 7】

請求項 2 において、

前記第 1 梁部の前記第 1 面側に前記駆動定電位電極に電氣的に接続されている駆動定電位配線が配置され、

前記第 2 梁部の前記第 1 面側に前記検出定電位電極に電氣的に接続されている検出定電位配線が配置されていることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 8】

請求項 7 において、

前記第 1 支持部の前記第 1 面側に前記駆動定電位配線が配置され、

前記第 2 支持部の前記第 1 面側に前記検出定電位配線が配置されていることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 9】

請求項 8 において、

前記第 1 梁部の前記第 2 面側に前記検出信号電極に電氣的に接続されている検出信号配線が配置され、

前記第 2 梁部の前記第 2 面側に前記駆動信号電極に電氣的に接続されている駆動信号配線が配置されていることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 10】

請求項 9 において、

前記支持部は、

前記第 1 支持部の一端側と前記第 2 支持部の一端側とを接続している第 3 支持部と、

前記第 1 支持部の他端側と前記第 2 支持部の他端側とを接続している第 4 支持部と、

を含み、

平面視で、前記基部は、前記第 3 支持部と、前記第 4 支持部と、の間に配置されていることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 11】

請求項 10 において、

10

20

30

40

50

前記第 3 支持部及び前記第 4 支持部の前記第 1 面側に前記検出定電位配線が配置されていることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 1 2】

請求項 1 乃至 1.1 のいずれか一項に記載の振動デバイスと、
前記振動デバイスの出力信号に基づいて信号処理を行う信号処理回路と、
を含むことを特徴とする電子機器。

【請求項 1 3】

請求項 1 乃至 1.1 のいずれか一項に記載の振動デバイスと、
前記振動デバイスの出力信号に基づいて信号処理を行う信号処理回路と、
を含むことを特徴とする移動体。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動デバイス、電子機器および移動体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、角速度センサーとして用いられ、複数のインナーリードによって T A B 基板の上方に支持されている振動素子を有する振動デバイスが記載されている。振動素子は、駆動信号電極および駆動定電位電極を備え駆動信号電極に駆動信号を印加することにより駆動振動する駆動腕と、検出信号電極および検出定電位電極を備え慣性を受けて検出振動することにより検出信号電極から検出信号が出力される検出腕と、を有する。一方、複数のインナーリードには、駆動信号電極と電氣的に接続されている駆動信号電極用インナーリードと、駆動定電位電極と電氣的に接続されている駆動定電位電極用インナーリードと、検出信号電極と電氣的に接続されている検出信号電極用インナーリードと、検出定電位電極と電氣的に接続されている検出定電位電極用インナーリードと、が含まれている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2017 - 26336 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述の振動デバイスでは、検出信号電極用インナーリードが駆動信号電極に近接して設けられており、かつ、これらの間にシールド部材等の電界を遮る部材がない。そのため、検出信号電極用インナーリードと駆動信号電極との間に容量結合が生じ易く、駆動信号電極に印加される駆動信号が検出信号電極用インナーリードを介して検出信号にノイズとして混入し、角速度の検出精度が低下するという課題がある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

40

本適用例に係る振動デバイスは、振動素子と、
前記振動素子と対向して配置され、前記振動素子側の第 1 面および前記第 1 面と反対側の第 2 面を備え、前記振動素子を支持している支持基板と、を有し、
前記振動素子は、
駆動信号電極および駆動定電位電極を備え、前記駆動信号電極に駆動信号を印加することにより駆動振動する駆動腕と、
検出信号電極および検出定電位電極を備え、検出対象の物理量を受けて検出振動することにより前記検出信号電極から検出信号が出力される検出腕と、を有し、
前記支持基板は、
前記振動素子を支持している基部と、

50

前記基部を支持している支持部と、
前記基部と前記支持部とを接続している複数の梁部と、
前記駆動信号電極と電氣的に接続されており、少なくとも 1 つの前記梁部を通して前記基部と前記支持部とに引き回されている駆動信号配線と、
前記駆動定電位電極と電氣的に接続されており、少なくとも 1 つの前記梁部を通して前記基部と前記支持部とに引き回されている駆動定電位配線と、
前記検出信号電極と電氣的に接続されており、少なくとも 1 つの前記梁部を通して前記基部と前記支持部とに引き回されている検出信号配線と、
前記検出定電位電極と電氣的に接続されており、少なくとも 1 つの前記梁部を通して前記基部と前記支持部とに引き回されている検出定電位配線と、を有し、
複数の前記梁部に含まれる所定の梁部では、前記第 1 面に前記駆動定電位配線または前記検出定電位配線が配置され、前記第 2 面に前記検出信号配線が配置されていることを特徴とする。

10

【 0 0 0 6 】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記所定の梁部は、前記第 1 面と前記第 2 面とを接続する一対の梁部側面を有し、
前記所定の梁部において、
前記駆動定電位配線または前記検出定電位配線は、前記第 1 面、各前記梁部側面および前記第 2 面に配置されていることが好ましい。

【 0 0 0 7 】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記所定の梁部は、前記駆動腕と対向している部分を有することが好ましい。

20

【 0 0 0 8 】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記駆動腕は、前記支持基板側の第 3 面と、前記第 3 面と反対側の第 4 面と、前記第 3 面と前記第 4 面とを接続する一対の駆動腕側面と、を有し、
前記第 3 面および前記第 4 面に前記駆動信号電極が配置され、
各前記駆動腕側面に前記駆動定電位電極が配置されていることが好ましい。

【 0 0 0 9 】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記駆動腕は、前記支持基板側の第 3 面と、前記第 3 面と反対側の第 4 面と、前記第 3 面と前記第 4 面とを接続する一対の駆動腕側面と、を有し、
前記第 3 面および前記第 4 面に前記駆動定電位電極が配置され、
各前記駆動腕側面に前記駆動信号電極が配置されていることが好ましい。

30

【 0 0 1 0 】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記支持部の前記第 1 面には前記駆動定電位配線または前記検出定電位配線が配置されていることが好ましい。

【 0 0 1 1 】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記支持部は、前記基部を囲む枠状であることが好ましい。

40

【 0 0 1 2 】

本適用例に係る振動デバイスでは、互いに直交する 3 軸を A 軸、B 軸および C 軸とし、前記 C 軸方向に前記振動素子と前記支持基板とが対向しているとしたとき、
前記振動素子は、
素子基部と、
前記素子基部から前記 B 軸方向両側に延出している一対の前記検出腕と、
前記素子基部から前記 A 軸方向両側に延出している一対の連結腕と、
一方の前記連結腕の先端部から前記 B 軸方向両側に延出している一対の前記駆動腕と、
他方の前記連結腕の先端部から前記 B 軸方向両側に延出している一対の前記駆動腕と、
を有し、

50

前記素子基部が接合部材を介して前記基部に固定されることが好ましい。

【0013】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記振動素子と電氣的に接続されている回路素子を有し、

前記振動素子と前記回路素子との間に前記支持基板が位置していることが好ましい。

【0014】

本適用例に係る電子機器は、上述の振動デバイスと、

前記振動デバイスの出力信号に基づいて信号処理を行う信号処理回路と、を備えていることを特徴とする。

【0015】

本適用例に係る移動体は、上述の振動デバイスと、

前記振動デバイスの出力信号に基づいて信号処理を行う信号処理回路と、を備えていることを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1実施形態に係る振動デバイスを示す断面図である。

【図2】図1の振動デバイスを示す平面図である。

【図3】図1の振動デバイスが有する振動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】図3の振動素子の駆動を説明する模式図である。

【図7】図3の振動素子の駆動を説明する模式図である。

【図8】支持基板を上面側から見た斜視図である。

【図9】支持基板を下面側から見た斜視図である。

【図10】第2実施形態の振動デバイスが有する支持基板を上側から見た斜視図である。

【図11】図10に示す支持基板を下側から見た斜視図である。

【図12】第3実施形態の振動デバイスが有する支持基板を上側から見た斜視図である。

【図13】図12に示す支持基板を下側から見た斜視図である。

【図14】第4実施形態の振動デバイスが有する支持基板を上側から見た斜視図である。

【図15】第5実施形態の振動デバイスを示す平面図である。

【図16】第6実施形態の振動デバイスを示す断面図である。

【図17】第7実施形態の振動デバイスが有する支持基板を示す断面図である。

【図18】第8実施形態のパーソナルコンピュータを示す斜視図である。

【図19】第9実施形態の携帯電話機を示す斜視図である。

【図20】第10実施形態のデジタルスチールカメラを示す斜視図である。

【図21】第11実施形態の自動車を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本適用例の振動デバイス、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。

【0018】

<第1実施形態>

図1は、第1実施形態に係る振動デバイスを示す断面図である。図2は、図1の振動デバイスを示す平面図である。図3は、図1の振動デバイスが有する振動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および図7は、図3の振動素子の駆動を説明する模式図である。図8は、支持基板を上面側から見た斜視図である。図9は、支持基板を下面側から見た斜視図である。

【0019】

なお、説明の便宜上、図1から図9には、互いに直交する3軸であるA軸、B軸およびC軸を示している。また、以下では、各軸の矢印先端側を「プラス側」とも言い、反対側

10

20

30

40

50

を「マイナス側」とも言う。また、C軸のプラス側を「上」とも言い、マイナス側を「下」とも言う。また、C軸方向からの平面視を、単に「平面視」とも言う。

【0020】

図1に示す振動デバイス1は、C軸を検出軸とする角速度 c を検出する物理量センサーである。このように、振動デバイス1を物理量センサーとすることにより、振動デバイス1を幅広い電子機器に搭載することができ、高い需要を有する利便性の高い振動デバイス1となる。このような振動デバイス1は、パッケージ2と、パッケージ2に収納されている回路素子3、支持基板4および振動素子6と、を有する。

【0021】

パッケージ2は、上面に開口する凹部211を備えるベース21と、凹部211の開口を塞いでベース21の上面に接合部材23を介して接合されているリッド22と、を有する。パッケージ2の内側には凹部211によって内部空間Sが形成され、内部空間Sに回路素子3、支持基板4および振動素子6がそれぞれ収容されている。例えば、ベース21は、アルミナ等のセラミックスで構成することができ、リッド22は、コパール等の金属材料で構成することができる。ただし、ベース21およびリッド22の構成材料としては、それぞれ、特に限定されない。

10

【0022】

内部空間Sは、気密であり、減圧状態、好ましくは、より真空に近い状態となっている。これにより、粘性抵抗が減って振動素子6の振動特性が向上する。ただし、内部空間Sの雰囲気は、特に限定されず、例えば、大気圧状態、加圧状態となってもよい。

20

【0023】

また、凹部211は、複数の凹部で構成され、ベース21の上面に開口している凹部211aと、凹部211aの底面に開口し、凹部211aよりも開口幅が小さい凹部211bと、凹部211bの底面に開口し、凹部211bよりも開口幅が小さい凹部211cと、を有する。そして、凹部211aの底面に、振動素子6を支持した状態で支持基板4が固定され、凹部211cの底面に回路素子3が固定されている。

【0024】

また、図2に示すように、内部空間Sにおいて、振動素子6、支持基板4および回路素子3は、平面視で互いに重なって配置されている。言い換えると、振動素子6、支持基板4および回路素子3は、C軸に沿って並んで配置されている。これにより、パッケージ2のA軸方向およびB軸方向への平面的な広がり抑制でき、振動デバイス1の小型化を図ることができる。また、支持基板4は、振動素子6と回路素子3との間に位置し、振動素子6を下側すなわちC軸マイナス側から支えるように支持している。

30

【0025】

また、図1および図2に示すように、凹部211aの底面には複数の内部端子241が配置され、凹部211bの底面には複数の内部端子242が配置され、ベース21の下面には複数の外部端子243が配置されている。これら内部端子241、242および外部端子243は、ベース21内に形成されている図示しない配線を介して電氣的に接続されている。また、内部端子241は、導電性の接合部材B1、B2および支持基板4を介して振動素子6と電氣的に接続され、内部端子242は、ボンディングワイヤーBWを介して回路素子3と電氣的に接続されている。

40

【0026】

振動素子6は、物理量センサー素子として、C軸を検出軸とする角速度 c を検出することのできる角速度センサー素子である。図3に示すように、振動素子6は、振動基板7と、振動基板7の表面に配置されている電極8と、を有する。振動基板7は、Zカット水晶基板から構成されている。Zカット水晶基板は、水晶の結晶軸である電気軸としてのX軸および機械軸としてのY軸で規定されるX-Y平面に広がりを持ち、光軸としてのZ軸に沿った方向に厚みを有している。

【0027】

振動素子6は、板状であり、支持基板4側の主面である第3面としての下面7aと、下

50

面 7 a とは反対側の主面である第 4 面としての上面 7 b と、を有する。また、振動基板 7 は、中央部に位置する素子基部 7 0 と、素子基部 7 0 から B 軸方向両側に延出している一対の検出腕 7 1、7 2 と、素子基部 7 0 から A 軸方向両側に延出している一対の連結腕 7 3、7 4 と、連結腕 7 3 の先端部から B 軸方向両側に延出している一対の駆動腕 7 5、7 6 と、連結腕 7 4 の先端部から B 軸方向両側に延出している一対の駆動腕 7 7、7 8 と、を有する。

【0028】

また、図 4 および図 5 に示すように、検出腕 7 1、7 2 および駆動腕 7 5 ~ 7 8 は、それぞれ、上面 7 b と、下面 7 a と、上面 7 b と下面 7 a とを接続する一対の駆動腕側面としての側面 7 c、7 d と、を有する。さらに、駆動腕 7 5 ~ 7 8 では、上面 7 b は、下側に凹没している凹部 7 e を有し、下面 7 a は、上側に凹没している凹部 7 f を有する。すなわち、検出腕 7 1、7 2 は、略矩形の横断面形状をなし、駆動腕 7 5 ~ 7 8 は、略 H 状の横断面形状をなしている。

【0029】

電極 8 は、駆動信号電極 8 1 と、駆動定電位電極 8 2 と、第 1 検出信号電極 8 3 と、検出定電位電極としての第 1 検出接地電極 8 4 と、第 2 検出信号電極 8 5 と、検出定電位電極としての第 2 検出接地電極 8 6 と、を有する。なお、駆動定電位電極 8 2 は、駆動信号電極 8 1 に対する定電位側の電極であり、低電位に接続されている。なお、駆動定電位電極 8 2 は、グランドに接続されていてもよい。第 1 検出接地電極 8 4 は、第 1 検出信号電極 8 3 のグランドであり、第 2 検出接地電極 8 6 は、第 2 検出信号電極 8 5 のグランドである。

【0030】

駆動信号電極 8 1 は、駆動腕 7 5、7 6 の両側面 7 c、7 d と、駆動腕 7 7、7 8 の上面 7 b および下面 7 a と、に配置されている。一方、駆動定電位電極 8 2 は、駆動腕 7 5、7 6 の上面 7 b および下面 7 a と、駆動腕 7 7、7 8 の両側面 7 c、7 d と、に配置されている。また、第 1 検出信号電極 8 3 は、検出腕 7 1 の上面 7 b および下面 7 a に配置され、第 1 検出接地電極 8 4 は、検出腕 7 1 の両側面 7 c、7 d に配置されている。一方、第 2 検出信号電極 8 5 は、検出腕 7 2 の上面 7 b および下面 7 a に配置され、第 2 検出接地電極 8 6 は、検出腕 7 2 の両側面 7 c、7 d に配置されている。

【0031】

また、これら電極 8 1 ~ 8 6 は、それぞれ、素子基部 7 0 の下面まで引き回されている。そのため、素子基部 7 0 の下面には、駆動信号電極 8 1 と電氣的に接続されている端子 7 0 1 と、駆動定電位電極 8 2 と電氣的に接続されている端子 7 0 2 と、第 1 検出信号電極 8 3 と電氣的に接続されている端子 7 0 3 と、第 1 検出接地電極 8 4 と電氣的に接続されている端子 7 0 4 と、第 2 検出信号電極 8 5 と電氣的に接続されている端子 7 0 5 と、第 2 検出接地電極 8 6 と電氣的に接続されている端子 7 0 6 と、が配置されている。

【0032】

このような振動素子 6 は、次のようにして角速度 $\dot{\theta}$ を検出する。まず、駆動信号電極 8 1 および駆動定電位電極 8 2 間に駆動信号を印加すると、駆動腕 7 5 ~ 7 8 が、図 6 に示すように、A 軸および B 軸に平行な平面内に沿って、かつ A 軸に沿って屈曲振動する。以下、この駆動モードを駆動振動モードと言う。そして、駆動振動モードで駆動している状態で、振動素子 6 に角速度 $\dot{\theta}$ が加わると、図 7 に示す検出振動モードが新たに励振される。検出振動モードでは、駆動腕 7 5 ~ 7 8 にコリオリの力が作用して矢印 D に示す方向の振動が励振され、この振動に呼応して、検出腕 7 1、7 2 が矢印 E に示す方向に屈曲振動による検出振動が生じる。このような検出振動モードによって検出腕 7 1 に発生した電荷を第 1 検出信号電極 8 3 および第 1 検出接地電極 8 4 の間から第 1 検出信号として取り出し、検出腕 7 2 に発生した電荷を第 2 検出信号電極 8 5 および第 2 検出接地電極 8 6 の間から第 2 検出信号として取り出し、これら第 1、第 2 検出信号に基づいて角速度 $\dot{\theta}$ を検出することができる。

【0033】

図 1 に戻って、回路素子 3 は、凹部 2 1 1 c の底面に固定されている。回路素子 3 には、振動素子 6 を駆動し、振動素子 6 に加わった角速度 ω を検出する駆動回路および検出回路が含まれている。ただし、回路素子 3 としては、特に限定されず、例えば、温度補償回路等、他の回路が含まれていてもよい。

【0034】

また、支持基板 4 は、振動素子 6 側の主面である第 1 面としての上面 4 a と、上面 4 a と反対側の主面である第 2 面としての下面 4 b と、を有する板状である。また、図 2 に示すように、支持基板 4 は、基部 4 0 と、基部 4 0 を支持し、基部 4 0 を間に挟んで A 軸方向両側に分かれて配置されている第 1 支持部 4 1 1 および第 2 支持部 4 1 2 を備える支持部 4 1 と、基部 4 0 と第 1 支持部 4 1 1 とを接続している一対の梁部 4 2、4 3 と、基部 4 0 と第 2 支持部 4 1 2 とを接続している一対の梁部 4 4、4 5 と、を有する。

10

【0035】

そして、基部 4 0 に導電性の接合部材 B 2 を介して振動素子 6 の素子基部 7 0 が固定されており、第 1 支持部 4 1 1 および第 2 支持部 4 1 2 がそれぞれ接合部材 B 1 を介して凹部 2 1 1 a の底面に固定されている。つまり、振動素子 6 は、支持基板 4 を介してベース 2 1 に固定されている。このように、振動素子 6 とベース 2 1 との間に支持基板 4 を介在させることにより、支持基板 4 によってベース 2 1 から伝わる応力を吸収、緩和することができ、当該応力が振動素子 6 に伝わり難くなる。そのため、振動素子 6 の振動特性の低下や変動を効果的に抑制することができる。

【0036】

20

特に、本実施形態では、平面視で、第 1、第 2 支持部 4 1 1、4 1 2 がそれぞれ振動素子 6 の外側に位置している。具体的には、振動素子 6 の A 軸プラス側に第 1 支持部 4 1 1 が位置し、A 軸マイナス側に第 2 支持部 4 1 2 が位置している。これにより、第 1、第 2 支持部 4 1 1、4 1 2 を、振動素子 6 を間に挟んで互いに十分に離間させて配置することができるため、振動素子 6 をより安定した姿勢で支持することができる。そのため、振動素子 6 の振動特性が向上する。

【0037】

なお、接合部材 B 1、B 2 としては、導電性と接合性とを兼ね備えていれば、特に限定されず、例えば、金バンプ、銀バンプ、銅バンプ、はんだバンプ等の各種金属バンプ、ポリイミド系、エポキシ系、シリコン系、アクリル系の各種接着剤に銀フィラー等の導電性フィラーを分散させた導電性接着剤等を用いることができる。接合部材 B 1、B 2 として前者の金属バンプを用いると、接合部材 B 1、B 2 からのガスの発生を抑制でき、内部空間 S の環境変化、特に圧力の上昇を効果的に抑制することができる。一方、接合部材 B 1、B 2 として後者の導電性接着剤を用いると、接合部材 B 1、B 2 が比較的柔らかくなり、接合部材 B 1、B 2 においても前述の応力を吸収、緩和することができる。

30

【0038】

本実施形態では、接合部材 B 1 として導電性接着剤を用いており、接合部材 B 2 として金属バンプを用いている。異種の材料である支持基板 4 とベース 2 1 とを接合する接合部材 B 1 として導電性接着剤を用いることにより、これらの間の熱膨張係数の差に起因して生じる熱応力を接合部材 B 1 によって効果的に吸収、緩和することができる。一方、支持基板 4 と振動素子 6 とは、比較的狭い領域に配置されている 6 つの接合部材 B 2 で接合されているため、接合部材 B 2 として金属バンプを用いることにより、導電性接着剤のような濡れ広がりが抑制され、接合部材 B 2 同士の接触を効果的に抑制することができる。

40

【0039】

図 3 に示すように、梁部 4 2、4 3、4 4、4 5 は、それぞれ、その途中に S 字状に蛇行した部分を有し、A 軸方向、B 軸方向および C 軸方向に弾性変形し易い形状となっている。梁部 4 2 ~ 4 5 が A 軸方向、B 軸方向および C 軸方向に変形することにより、ベース 2 1 から伝わる応力を効果的に吸収、緩和することができる。ただし、梁部 4 2 ~ 4 5 の形状は、それぞれ、特に限定されず、例えば、蛇行した部分を省略してストレート状としてもよい。また、梁部 4 2 ~ 4 5 は、少なくとも 1 つが他と異なる形状となってもよい。

50

い。

【 0 0 4 0 】

また、C 軸方向からの平面視で、振動素子 6 の駆動腕 7 5 が梁部 4 2 と重なり、駆動腕 7 6 が梁部 4 3 と重なり、駆動腕 7 7 が梁部 4 4 と重なり、駆動腕 7 8 が梁部 4 5 と重なっている。そのため、衝撃等によって駆動腕 7 5 ~ 7 8 が C 軸方向に撓んだ際、駆動腕 7 5 ~ 7 8 が梁部 4 2 ~ 4 5 と接触し、それ以上の過度な撓みが抑制される。すなわち、梁部 4 2 ~ 4 5 が駆動腕 7 5 ~ 7 8 の C 軸方向への過度な変形を抑制するストッパーとして機能する。これにより、振動素子 6 の破損を抑制することができる。特に、梁部 4 2 ~ 4 5 は、支持基板 4 の中でも柔らかい部位であるため、駆動腕 7 5 ~ 7 8 を梁部 4 2 ~ 4 5 に接触させることにより、接触時の衝撃を和らげることができる。

10

【 0 0 4 1 】

また、梁部 4 2、4 3、4 4、4 5 は、それぞれ、横断面形状が略矩形であり、上面 4 a と、下面 4 b と、上面 4 a と下面 4 b とを接続する一対の梁部側面としての側面 4 c、4 d と、を有する。

【 0 0 4 2 】

このような支持基板 4 は、水晶基板で構成されている。このように、支持基板 4 を振動基板 7 と同様に水晶基板で構成することにより、支持基板 4 と振動基板 7 との熱膨張係数を等しくすることができる。そのため、支持基板 4 と振動基板 7 との間には、互いの熱膨張係数差に起因する熱応力が実質的に生じず、振動素子 6 がより応力を受け難くなる。そのため、振動素子 6 の振動特性の低下や変動をより効果的に抑制することができる。

20

【 0 0 4 3 】

特に、支持基板 4 は、振動素子 6 が有する振動基板 7 と同じカット角の水晶基板で構成されている。本実施形態では、振動基板 7 が Z カット水晶基板で構成されているため、支持基板 4 も Z カット水晶基板で構成されている。また、支持基板 4 の結晶軸の向きは、振動基板 7 の結晶軸の向きと一致している。すなわち、支持基板 4 と振動基板 7 とで X 軸が一致し、Y 軸が一致し、Z 軸が一致している。水晶は、X 軸方向、Y 軸方向および Z 軸方向のそれぞれで熱膨張係数が異なるため、支持基板 4 と振動基板 7 とを同じカット角とし、互いの結晶軸の向きを揃えることにより、支持基板 4 と振動基板 7 との間で前述の熱応力がより生じ難くなる。そのため、振動素子 6 がさらに応力を受け難くなり、その振動特性の低下や変動をさらに効果的に抑制することができる。

30

【 0 0 4 4 】

なお、支持基板 4 としては、これに限定されず、例えば、振動基板 7 と同じカット角であるが、結晶軸の方向が振動基板 7 とは異なってもよい。また、支持基板 4 は、振動基板 7 と異なるカット角の水晶基板から形成されていてもよい。また、支持基板 4 は、水晶基板から形成されていなくてもよい。この場合、支持基板 4 の構成材料は、水晶との熱膨張係数の差が、水晶とベース 2 1 の構成材料との熱膨張係数差よりも小さい材料であることが好ましい。

【 0 0 4 5 】

また、支持基板 4 には、振動素子 6 と内部端子 2 4 1 とを電氣的に接続している配線 5 が配置されている。配線 5 は、端子 7 0 1 と内部端子 2 4 1 とを電氣的に接続している駆動信号配線 5 1 と、端子 7 0 2 と内部端子 2 4 1 とを電氣的に接続している駆動定電位配線 5 2 と、端子 7 0 3 と内部端子 2 4 1 とを電氣的に接続している検出信号配線としての第 1 検出信号配線 5 3 と、端子 7 0 4、7 0 6 と内部端子 2 4 1 とを電氣的に接続している検出定電位配線としての検出接地配線 5 4 と、端子 7 0 5 と内部端子 2 4 1 とを電氣的に接続している検出信号配線としての第 2 検出信号配線 5 5 と、を有する。

40

【 0 0 4 6 】

図 8 および図 9 に示すように、駆動信号配線 5 1 は、その一端部に位置し、基部 4 0 の上面 4 a に配置されている端子 5 1 1 と、その他端部に位置し、第 2 支持部 4 1 2 の下面 4 b に配置されている端子 5 1 2 と、端子 5 1 1、5 1 2 を電氣的に接続している配線 5 1 3 と、を有する。また、配線 5 1 3 は、梁部 4 4、4 5 の下面 4 b を通って基部 4 0 と

50

第2支持部412とに引き回されて、端子511、512を電氣的に接続している。なお、梁部44の下面4bは、幅方向に略二分されている2つの領域Q41、Q42を有し、同様に、梁部45の下面4bは、幅方向に略二分されている2つの領域Q51、Q52を有する。そして、配線513は、梁部44の下面4bの領域Q41内を通過して基部40と第2支持部412とに引き回され、梁部45の下面4bの領域Q51内を通過して基部40と第2支持部412とに引き回されている。

【0047】

駆動定電位配線52は、その一端部に位置し、基部40の上面4aに配置されている端子521と、その他端部に位置し、第1支持部411の下面4bに配置されている端子522と、端子521、522を電氣的に接続している配線523と、を有する。また、配線523は、梁部42、43の下面4bを通過して基部40と第1支持部411とに引き回されて、端子521、522を電氣的に接続している。なお、梁部42の下面4bは、幅方向に略二分されている2つの領域Q21、Q22を有し、同様に、梁部43の下面4bは、幅方向に略二分されている2つの領域Q31、Q32を有する。そして、配線523は、梁部42の下面4bの領域Q21内を通過して基部40と第1支持部411とに引き回され、梁部43の下面4bの領域Q31内を通過して基部40と第1支持部411とに引き回されている。

10

【0048】

第1検出信号配線53は、その一端部に位置し、基部40の上面4aに配置されている端子531と、その他端部に位置し、第1支持部411の下面4bに配置されている端子532と、端子531、532を電氣的に接続している配線533と、を有する。また、配線533は、梁部43の下面4bを通過して基部40と第1支持部411とに引き回されて、端子531、532を電氣的に接続している。なお、前述したように、梁部43の下面4bは、幅方向に略二分されている2つの領域Q31、Q32を有する。そして、配線533は、梁部43の下面4bの領域Q32内を通過して基部40と第1支持部411とに引き回されている。つまり、梁部43の下面4bには、配線533、523が梁部43の幅方向に並んで配置されている。

20

【0049】

第2検出信号配線55は、その一端部に位置し、基部40の上面4aに配置されている端子551と、その他端部に位置し、第1支持部411の下面4bに配置されている端子552と、端子551、552を電氣的に接続している配線553と、を有する。また、配線553は、梁部42の下面4bを通過して基部40と第1支持部411とに引き回されて端子551、552を電氣的に接続している。なお、前述したように、梁部42の下面4bは、幅方向に略二分されている2つの領域Q21、Q22を有する。そして、配線553は、梁部42の下面4bの領域Q22内を通過して基部40と第1支持部411とに引き回されている。つまり、梁部42の下面4bには、配線553、523が梁部42の幅方向に並んで配置されている。

30

【0050】

検出接地配線54は、その一端部に位置し、基部40の上面4aに配置されている端子541と、その他端部に位置し、第2支持部412の下面4bに配置されている一対の端子542と、端子541、542を電氣的に接続している配線543と、を有する。配線543は、他の配線51、52、53、55と電氣的な絶縁状態を確保したうえで、支持基板4の配線51、52、53、55から露出している部分のなるべく広範囲を覆うように配置されている。以下、詳細に説明する。

40

【0051】

基部40では、配線543は、他の配線51、52、53、55と電氣的な絶縁状態を保った上で、基部40の上面4a、側面および下面4bの広範囲にわたって配置されている。また、第1、第2支持部411、412では、配線543は、他の配線51、52、53、55と電氣的な絶縁状態を保った上で、第1、第2支持部411、412の上面4aのほぼ全域にわたって配置されている。

50

【 0 0 5 2 】

また、梁部 4 2 では、配線 5 4 3 は、他の配線 5 2、5 5 と電氣的な絶縁状態を保った上で、梁部 4 2 の上面 4 a、両側面 4 c、4 d および下面 4 b の幅方向両端部にわたって配置されている。また、梁部 4 3 では、配線 5 4 3 は、他の配線 5 2、5 3 と電氣的な絶縁状態を保った上で、梁部 4 3 の上面 4 a、両側面 4 c、4 d および下面 4 b の幅方向両端部にわたって配置されている。また、梁部 4 4 では、配線 5 4 3 は、他の配線 5 1 と電氣的な絶縁状態を保った上で、梁部 4 4 の上面 4 a、両側面 4 c、4 d、下面 4 b の幅方向両端部および領域 Q 4 2 にわたって配置されている。また、梁部 4 5 では、配線 5 4 3 は、他の配線 5 1 と電氣的な絶縁状態を保った上で、梁部 4 5 の上面 4 a、両側面 4 c、4 d、下面 4 b の幅方向両端部および領域 Q 5 2 にわたって配置されている。

10

【 0 0 5 3 】

検出接地配線 5 4 をこのように配置することにより、次の効果を発揮することができる。梁部 4 3 では、第 1 検出信号電極 8 3 と電氣的に接続されている配線 5 3 3 が下面 4 b に配置されており、第 1、第 2 検出接地電極 8 4、8 6 と電氣的に接続されている配線 5 4 3 が上面 4 a に配置されている。このような配置とすることにより、振動素子 6 と配線 5 3 3 との間に配線 5 4 3 が位置する。同様に、梁部 4 2 では、第 2 検出信号電極 8 5 と電氣的に接続されている配線 5 5 3 が下面 4 b に配置されており、第 1、第 2 検出接地電極 8 4、8 6 と電氣的に接続されている配線 5 4 3 が上面 4 a に配置されている。このような配置とすることにより、振動素子 6 と配線 5 5 3 との間に配線 5 4 3 が位置する。

【 0 0 5 4 】

配線 5 4 3 は、グランドすなわち定電位に接続されているため、シールド層として機能し、これにより、振動素子 6 に配置されている駆動信号電極 8 1 と配線 5 3 3、5 5 3 とのノイズ干渉を抑制することができる。そのため、配線 5 3 3、5 5 3 を介して、駆動信号電極 8 1 に印加される駆動信号がノイズとして検出信号に混入するのを効果的に抑制することができる。そのため、S/N 比の高い高精度な検出信号を回路素子 3 に送信することができ、角速度 ω をより高精度に検出することができる。

20

【 0 0 5 5 】

特に、本実施形態では、梁部 4 2、4 3 において、その上面 4 a のみならず、両側面 4 c、4 d および下面 4 b にわたって配線 5 4 3 が配置されている。すなわち、配線 5 3 3、5 5 3 の周囲を囲むようにして配線 5 4 3 が配置されている。そのため、上述したシールド効果がより高まり、駆動信号電極 8 1 と配線 5 3 3、5 5 3 とのノイズ干渉をより効果的に抑制することができる。また、梁部 4 2、4 3 の下面 4 b には配線 5 3 3、5 5 3 の他にも駆動定電位電極 8 2 と電氣的に接続されている配線 5 2 3 が配置されている。配線 5 2 3 は、定電位に接続されているため、シールド層として機能する。そのため、配線 5 2 3 によっても、駆動信号電極 8 1 と配線 5 3 3、5 5 3 とのノイズ干渉を抑制することができる。なお、配線 5 2 3 は、グランドに接続されていてもよい。

30

【 0 0 5 6 】

また、C 軸方向からの平面視で、配線 5 3 3 が配置されている梁部 4 3 は、駆動腕 7 6 と交差しており、駆動腕 7 6 と対向している部分すなわち重なっている部分を有する。また、C 軸方向からの平面視で、配線 5 5 3 が配置されている梁部 4 2 は、駆動腕 7 5 と交差しており、駆動腕 7 5 と重なる部分を有する。そのため、梁部 4 2、4 3 に配置されている配線 5 3 3、5 5 3 と駆動腕 7 5、7 6 に配置されている駆動信号電極 8 1 とが近接し、前述したノイズ干渉が非常に生じ易い。このような位置関係の中で、梁部 4 2、4 3 の上面 4 a すなわち駆動信号電極 8 1 と配線 5 3 3、5 5 3 との間にシールド層として機能する配線 5 4 3 を配置することにより、前述したノイズ干渉抑制効果をより顕著に発揮することができる。

40

【 0 0 5 7 】

特に、C 軸方向からの平面視で梁部 4 2、4 3 と重なる駆動腕 7 5、7 6 は、両側面 7 c、7 d に駆動信号電極 8 1 が配置されており、下面 7 a および上面 7 b に駆動定電位電極 8 2 が配置されている。つまり、駆動信号電極 8 1 は、配線 5 3 3、5 5 3 に対して横

50

を向いている。そのため、梁部 4 2、4 3 を迂回して第 1、第 2 検出信号配線 5 3、5 5 との間に容量結合が形成され易い。したがって、梁部 4 2、4 3 の上面 4 a すなわち駆動信号電極 8 1 と配線 5 3 3、5 5 3 との間にシールド層として機能する配線 5 4 3 を配置することにより、駆動信号電極 8 1 と第 1、第 2 検出信号配線 5 3、5 5 とのノイズ干渉抑制効果をさらに顕著に発揮することができる。

【0058】

また、第 1、第 2 支持部 4 1 1、4 1 2 の上面 4 a にも配線 5 4 3 が配置されているため、配線 5 4 3 がより広範囲にわたって配置され、前述したノイズ干渉抑制効果をさらに顕著に発揮することができる。また、配線 5 4 3 を支持基板 4 の広範囲にわたって配置することにより、例えば、駆動信号電極 8 1 と回路素子 3 とのノイズ干渉を効果的に抑制することもできる。

10

【0059】

以上、振動デバイス 1 について説明した。このような振動デバイス 1 は、前述したように、振動素子 6 と、振動素子 6 と対向して配置され、振動素子 6 側の第 1 面としての上面 4 a および上面 4 a と反対側の第 2 面としての下面 4 b を備え、振動素子 6 を支持している支持基板 4 と、を有する。また、振動素子 6 は、駆動信号電極 8 1 および駆動定電位電極 8 2 を備え、駆動信号電極 8 1 に駆動信号を印加することにより駆動振動する駆動腕 7 5、7 6、7 7、7 8 と、検出信号電極としての第 1、第 2 検出信号電極 8 3、8 5 および検出定電位電極としての第 1、第 2 検出接地電極 8 4、8 6 を備え、検出対象の物理量である角速度 c を受けて検出振動することにより第 1、第 2 検出信号電極 8 3、8 5 から検出信号が出力される検出腕 7 1、7 2 と、を有する。

20

【0060】

また、支持基板 4 は、振動素子 6 を支持している基部 4 0 と、基部 4 0 を支持している支持部としての第 1、第 2 支持部 4 1 1、4 1 2 と、基部 4 0 と第 1、第 2 支持部 4 1 1、4 1 2 とを接続している複数の梁部 4 2、4 3、4 4、4 5 と、駆動信号電極 8 1 と電氣的に接続されており、少なくとも 1 つの梁部、本実施形態では梁部 4 4、4 5 を通って基部 4 0 と第 2 支持部 4 1 2 とに引き回されている駆動信号配線 5 1 と、駆動定電位電極 8 2 と電氣的に接続されており、少なくとも 1 つの梁部、本実施形態では梁部 4 2、4 3 を通って基部 4 0 と第 1 支持部 4 1 1 とに引き回されている駆動定電位配線 5 2 と、第 1 検出信号電極 8 3 と電氣的に接続されており、少なくとも 1 つの梁部、本実施形態では梁部 4 3 を通って基部 4 0 と第 1 支持部 4 1 1 とに引き回されている検出信号配線としての第 1 検出信号配線 5 3 と、第 2 検出信号電極 8 5 と電氣的に接続されており、少なくとも 1 つの梁部、本実施形態では梁部 4 2 を通って基部 4 0 と第 1 支持部 4 1 1 とに引き回されている検出信号配線としての第 2 検出信号配線 5 5 と、第 1、第 2 検出接地電極 8 4、8 6 と電氣的に接続されており、少なくとも 1 つの梁部、本実施形態では梁部 4 2 ~ 4 5 を通って基部 4 0 と第 1、第 2 支持部 4 1 1、4 1 2 とに引き回されている検出定電位配線としての検出接地配線 5 4 と、を有する。

30

【0061】

そして、複数の梁部 4 2 ~ 4 5 に含まれる所定の梁部 4 3 では、上面 4 a に検出接地配線 5 4 が配置され、下面 4 b に第 1 検出信号配線 5 3 が配置されており、複数の梁部 4 2 ~ 4 5 に含まれる所定の梁部 4 2 では、上面 4 a に検出接地配線 5 4 が配置され、下面 4 b に第 2 検出信号配線 5 5 が配置されている。

40

【0062】

このような構成によれば、梁部 4 3 において、振動素子 6 と第 1 検出信号配線 5 3 との間に検出接地配線 5 4 が位置する。同様に、梁部 4 2 において、振動素子 6 と第 2 検出信号配線 5 5 との間に検出接地配線 5 4 が位置する。検出接地配線 5 4 は、グランドすなわち定電位に接続されているため、シールド層として機能し、これにより、振動素子 6 に配置されている駆動信号電極 8 1 と支持基板 4 に配置されている第 1、第 2 検出信号配線 5 3、5 5 とのノイズ干渉を抑制することができる。したがって、振動デバイス 1 によれば、第 1、第 2 検出信号配線 5 3、5 5 を介して、駆動信号電極 8 1 に印加される駆動信号

50

がノイズとして検出信号に混入するのを効果的に抑制することができる。そのため、S/N比の高い高精度な検出信号を取得することができ、角速度 c をより高精度に検出することができる。

【0063】

また、前述したように、所定の梁部42、43は、上面4aと下面4bとを接続する一对の梁部側面としての側面4c、4dを有する。そして、所定の梁部42、43において、検出接地配線54は、上面4a、各側面4c、4dおよび下面4bに配置されている。このような配置とすることにより、配線533、553の周囲を囲むようにして配線543を配置することができる。そのため、上述したシールド効果がより高まり、駆動信号電極81と配線533、553とのノイズ干渉をより効果的に抑制することができる。

10

【0064】

また、前述したように、所定の梁部42は、駆動腕75と対向している部分を有し、所定の梁部43は、駆動腕76と対向している部分を有する。そのため、梁部42、43に配置されている配線533、553と駆動腕75、76に配置されている駆動信号電極81とが近接し、前述したノイズ干渉が非常に生じ易い。このような位置関係の中で、梁部42、43の上面4aすなわち駆動信号電極81と配線533、553との間にシールド層として機能する検出接地配線54を配置することにより、前述したノイズ干渉抑制効果をより顕著に発揮することができる。

【0065】

また、前述したように、駆動腕75、76は、支持基板4側の第3面である下面7aと、下面7aと反対側の第4面である上面7bと、下面7aと上面7bとを接続する一对の側面7c、7dと、を有する。そして、下面7aおよび上面7bに駆動定電位電極82が配置され、各側面7c、7dに駆動信号電極81が配置されている。このような構成では、梁部42、43を迂回して第1、第2検出信号配線53、55との間に容量結合が形成され易い。したがって、梁部42、43の上面4aすなわち駆動信号電極81と配線533、553との間にシールド層として機能する配線543を配置することにより、駆動信号電極81と第1、第2検出信号配線53、55とのノイズ干渉抑制効果をさらに顕著に発揮することができる。

20

【0066】

また、前述したように、第1、第2支持部411、412の上面4aには検出接地配線54が配置されている。これにより、支持基板4上において、検出接地配線54をより広範囲にわたって配置することができる。そのため、前述したノイズ干渉抑制効果をさらに顕著に発揮することができる。

30

【0067】

また、前述したように、互いに直交する3軸をA軸、B軸およびC軸とし、C軸方向に振動素子6と支持基板4とが対向しているとしたとき、振動素子6は、素子基部70と、素子基部70からB軸方向両側に延出している一对の検出腕71、72と、素子基部70からA軸方向両側に延出している一对の連結腕73、74と、連結腕73の先端部からB軸方向両側に延出している一对の駆動腕75、76と、連結腕74の先端部からB軸方向両側に延出している一对の駆動腕77、78と、を有し、素子基部70が接合部材B2を介して基部40に固定されている。これにより、角速度 c を精度よく検出することのできる振動素子6となる。

40

【0068】

また、前述したように、振動デバイス1は、振動素子6と電氣的に接続されている回路素子3を有する。そして、振動素子6と回路素子3との間に支持基板4が位置している。このような構成によれば、支持基板4に配置されている検出接地配線54や駆動定電位配線52がシールド層として機能し、振動素子6と回路素子3とのノイズ干渉を効果的に抑制することができる。

【0069】

<第2実施形態>

50

図 10 は、第 2 実施形態の振動デバイスが有する支持基板を上側から見た斜視図である。図 11 は、図 10 に示す支持基板を下側から見た斜視図である。

【0070】

本実施形態は、振動素子 6 が異なること以外は、前述した第 1 実施形態と同様である。なお、以下の説明では、本実施形態に関し、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 10 および図 11 において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

【0071】

図 10 および図 11 に示すように、駆動信号電極 81 は、駆動腕 75、76 の上面 7b および下面 7a と、駆動腕 77、78 の両側面 7c、7d と、に配置されている。一方、駆動定電位電極 82 は、駆動腕 75、76 の両側面 7c、7d と、駆動腕 77、78 の上面 7b および下面 7a と、に配置されている。

10

【0072】

つまり、C 軸方向からの平面視で梁部 42、43 と重なる駆動腕 75、76 は、下面 7a および上面 7b に駆動信号電極 81 が配置され、両側面 7c、7d に駆動定電位電極 82 が配置されている。そのため、駆動信号電極 81 は、配線 533、553 側を向き、前述した第 1 実施形態の駆動腕 75、76 のようにその両側面 7c、7d に駆動信号電極 81 が配置されている場合と比べて、第 1、第 2 検出信号配線 53、55 との間に容量結合が形成され易い場合もある。したがって、梁部 42、43 の上面 4a すなわち駆動信号電極 81 と配線 533、553 との間にシールド層として機能する配線 543 を配置することにより、駆動信号電極 81 と第 1、第 2 検出信号配線 53、55 とのノイズ干渉抑制効果をさらに顕著に発揮することができる。

20

【0073】

以上のように、駆動腕 75、76 は、支持基板 4 側の第 3 面である下面 7a と、下面 7a と反対側の第 4 面である上面 7b と、下面 7a と上面 7b とを接続する一対の駆動腕側面である側面 7c、7d と、を有する。そして、下面 7a および上面 7b に駆動信号電極 81 が配置され、各側面 7c、7d に駆動定電位電極 82 が配置されている。そのため、下面 7a に配置されている駆動信号電極 81 が支持基板 4 側を向き、駆動信号電極 81 と第 1、第 2 検出信号配線 53、55 とのノイズ干渉が生じ易い。したがって、梁部 42、43 の上面 4a すなわち駆動信号電極 81 と第 1、第 2 検出信号配線 53、55 との間にシールド層として機能する検出接地配線 54 を配置することにより、前述したノイズ干渉抑制効果をさらに顕著に発揮することができる。

30

【0074】

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。

【0075】

< 第 3 実施形態 >

図 12 は、第 3 実施形態の振動デバイスが有する支持基板を上側から見た斜視図である。図 13 は、図 12 に示す支持基板を下側から見た斜視図である。

【0076】

40

本実施形態は、支持基板 4 の構成が異なること以外は、前述した第 1 実施形態と同様である。なお、以下の説明では、本実施形態に関し、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 12 および図 13 において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

【0077】

図 12 および図 13 に示すように、駆動信号配線 51 の配線 513 は、梁部 44、45 の下面 4b を通って基部 40 と第 2 支持部 412 とに引き回されて、端子 511、512 を電氣的に接続している。また、第 1 検出信号配線 53 の配線 533 は、梁部 43 の下面 4b を通って基部 40 と第 1 支持部 411 とに引き回されて、端子 531、532 を電氣的に接続している。また、第 2 検出信号配線 55 の配線 553 は、梁部 42 の下面 4b を

50

通って基部 4 0 と第 1 支持部 4 1 1 とに引き回されて端子 5 5 1、5 5 2 を電氣的に接続している。これら駆動信号配線 5 1、第 1 検出信号配線 5 3 および第 2 検出信号配線 5 5 の配置は、前述した第 1 実施形態と同様である。

【0078】

一方、駆動定電位配線 5 2 の配線 5 2 3 および検出接地配線 5 4 の配線 5 4 3 は、前述した第 1 実施形態と異なる配置となっており、他の配線 5 1、5 2、5 3、5 5 と電氣的な絶縁状態を確保したうえで、支持基板 4 の配線 5 1、5 2、5 3、5 5 から露出している部分のなるべく広範囲を覆うように配置されている。以下、詳細に説明する。

【0079】

基部 4 0 では、配線 5 4 3 が、他の配線 5 1、5 2、5 3、5 5 と電氣的な絶縁状態を保った上で、基部 4 0 の上面 4 a、側面および下面 4 b の広範囲にわたって配置されている。また、第 1 支持部 4 1 1 では、配線 5 2 3 が、他の配線 5 1、5 2、5 3、5 5 と電氣的な絶縁状態を保った上で、第 1 支持部 4 1 1 の上面 4 a のほぼ全域にわたって配置されている。一方、第 2 支持部 4 1 2 では、配線 5 4 3 が、他の配線 5 1、5 2、5 3、5 5 と電氣的な絶縁状態を保った上で、第 2 支持部 4 1 2 の上面 4 a のほぼ全域にわたって配置されている。

10

【0080】

また、梁部 4 2 では、配線 5 2 3 が、他の配線 5 5 と電氣的な絶縁状態を保った上で、梁部 4 2 の上面 4 a、両側面 4 c、4 d および下面 4 b の幅方向両端部にわたって配置されている。また、梁部 4 3 では、配線 5 2 3 が、他の配線 5 3 と電氣的な絶縁状態を保った上で、梁部 4 3 の上面 4 a、両側面 4 c、4 d および下面 4 b の幅方向両端部にわたって配置されている。また、梁部 4 4 では、配線 5 4 3 が、他の配線 5 1 と電氣的な絶縁状態を保った上で、梁部 4 4 の上面 4 a、両側面 4 c、4 d および下面 4 b の幅方向両端部にわたって配置されている。また、梁部 4 5 では、配線 5 4 3 が、他の配線 5 1 と電氣的な絶縁状態を保った上で、梁部 4 5 の上面 4 a、両側面 4 c、4 d および下面 4 b の幅方向両端部にわたって配置されている。

20

【0081】

このような構成によれば、駆動腕 7 5、7 6 に配置されている駆動信号電極 8 1 と、梁部 4 2、4 3 の下面 4 b に配置されている第 1、第 2 検出信号配線 5 3、5 5 との間に駆動定電位配線 5 2 を配置することができる。駆動定電位配線 5 2 は、定電位に接続されているため、シールド層として機能する。そのため、振動素子 6 に配置されている駆動信号電極 8 1 と梁部 4 2、4 3 に配置されている第 1、第 2 検出信号配線 5 3、5 5 とのノイズ干渉を抑制することができる。したがって、S/N 比の高い高精度な検出信号を回路素子 3 に送信することができ、角速度 ω をより高精度に検出することができる。なお、駆動定電位配線 5 2 は、検出接地配線 5 4 と同様に、グランドに接続されていてもよい。

30

【0082】

以上のように、複数の梁部 4 2 ~ 4 5 に含まれる所定の梁部 4 3 では、上面 4 a に駆動定電位配線 5 2 が配置され、下面 4 b に第 1 検出信号配線 5 3 が配置されており、複数の梁部 4 2 ~ 4 5 に含まれる所定の梁部 4 2 では、上面 4 a に駆動定電位配線 5 2 が配置され、下面 4 b に第 2 検出信号配線 5 5 が配置されている。

40

【0083】

このような構成によれば、梁部 4 3 において、振動素子 6 と第 1 検出信号配線 5 3 との間に駆動定電位配線 5 2 が位置する。同様に、梁部 4 2 において、振動素子 6 と第 2 検出信号配線 5 5 との間に駆動定電位配線 5 2 が位置する。駆動定電位配線 5 2 は、定電位に接続されているため、シールド層として機能し、これにより、振動素子 6 に配置されている駆動信号電極 8 1 と支持基板 4 に配置されている第 1、第 2 検出信号配線 5 3、5 5 とのノイズ干渉を抑制することができる。したがって、振動デバイス 1 によれば、第 1、第 2 検出信号配線 5 3、5 5 を介して、駆動信号電極 8 1 に印加される駆動信号がノイズとして検出信号に混入するのを効果的に抑制することができる。そのため、S/N 比の高い高精度な検出信号を取得することができ、角速度 ω をより高精度に検出することができ

50

る。

【 0 0 8 4 】

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。

【 0 0 8 5 】

< 第 4 実施形態 >

図 1 4 は、第 4 実施形態の振動デバイスが有する支持基板を上側から見た斜視図である。

【 0 0 8 6 】

本実施形態は、支持基板 4 の構成が異なること以外は、前述した第 1 実施形態と同様である。なお、以下の説明では、本実施形態に関し、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 4 において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

【 0 0 8 7 】

図 1 4 に示すように、支持部 4 1 は、C 軸方向の平面視で、基部 4 0 を囲む枠状である。そして、枠状の支持部 4 1 の上面 4 a のほぼ全域には、駆動定電位配線 5 2 の配線 5 2 3 および検出接地配線 5 4 の配線 5 4 3 が配置されている。このような構成とすることにより、例えば、前述した第 1 実施形態と比べて、検出接地配線 5 4 の面積が大きくなり、その分、駆動信号電極 8 1 と第 1、第 2 検出信号配線 5 3、5 5 とのノイズ干渉や、駆動信号電極 8 1 と回路素子 3 とのノイズ干渉を効果的に抑制することができる。

【 0 0 8 8 】

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。

【 0 0 8 9 】

< 第 5 実施形態 >

図 1 5 は、第 5 実施形態の振動デバイスを示す平面図である。

【 0 0 9 0 】

本実施形態は、振動素子 6 の向きが異なること以外は、前述した第 1 実施形態と同様である。なお、以下の説明では、本実施形態に関し、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 5 において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

【 0 0 9 1 】

図 1 5 に示すように、本実施形態の振動デバイス 1 では、振動素子 6 が第 1 実施形態から C 軸まわりに 9 0 ° 回転して配置されている。

【 0 0 9 2 】

このような第 5 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。

【 0 0 9 3 】

< 第 6 実施形態 >

図 1 6 は、第 6 実施形態の振動デバイスを示す断面図である。

【 0 0 9 4 】

本実施形態は、振動素子 6 の配置が異なること以外は、前述した第 1 実施形態と同様である。なお、以下の説明では、本実施形態に関し、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 6 において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

【 0 0 9 5 】

図 1 6 に示すように、振動素子 6 は、支持基板 4 と回路素子 3 との間に配置されている。つまり、振動素子 6 は、支持基板 4 の下側に位置し、支持基板 4 に吊られて支持されている。このような構成によれば、支持基板 4 と回路素子 3 との間のスペースに振動素子 6 を配置することができるため、その分、振動デバイス 1 の小型化、特に薄型化を図ることができる。ただし、例えば、回路素子 3 と振動素子 6 とのノイズ干渉を支持基板 4 で抑制

10

20

30

40

50

することができない点において、前述した第 1 実施形態と比べてノイズ抑制効果が若干低減するおそれがある。

【 0 0 9 6 】

このような第 6 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。

【 0 0 9 7 】

< 第 7 実施形態 >

図 1 7 は、第 7 実施形態の振動デバイスが有する支持基板を示す断面図である。

【 0 0 9 8 】

本実施形態は、回路素子 3 の配置が異なること以外は、前述した第 6 実施形態と同様である。なお、以下の説明では、本実施形態に関し、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 7 において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

【 0 0 9 9 】

図 1 7 に示すように、本実施形態の振動デバイス 1 では、回路素子 3 が凹部 2 1 1 a の底面に導電性の接合部材 B 3 を介して固定されており、回路素子 3 の下面に支持基板 4 が接合部材 B 1 を介して固定されており、支持基板 4 の下面に接合部材 B 2 を介して振動素子 6 が固定されている。このように、振動素子 6 とベース 2 1 との間に支持基板 4 および回路素子 3 を介在させることにより、支持基板 4 および回路素子 3 によってベース 2 1 から伝わる応力を吸収、緩和することができ、当該応力が振動素子 6 に伝わり難くなる。そのため、振動素子 6 の振動特性の低下や変動を効果的に抑制することができる。また、本実施形態によれば、凹部 2 1 1 a 内に回路素子 3 を配置することができるため、前述した第 1 実施形態のように凹部 2 1 1 c 内に回路素子 3 を配置する場合と比べて、回路素子 3 を大きくすることができる。

【 0 1 0 0 】

このような第 7 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。

【 0 1 0 1 】

< 第 8 実施形態 >

図 1 8 は、第 8 実施形態のパーソナルコンピューターを示す斜視図である。

【 0 1 0 2 】

図 1 8 に示す電子機器としてのパーソナルコンピューター 1 1 0 0 は、キーボード 1 1 0 2 を備えた本体部 1 1 0 4 と、表示部 1 1 0 8 を備えた表示ユニット 1 1 0 6 と、により構成され、表示ユニット 1 1 0 6 は、本体部 1 1 0 4 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。また、パーソナルコンピューター 1 1 0 0 には、物理量センサーとしての振動デバイス 1 と、振動デバイス 1 からの出力信号に基づいて信号処理すなわち各部の制御を行う信号処理回路 1 1 1 0 と、が内蔵されている。

【 0 1 0 3 】

このように、電子機器としてのパーソナルコンピューター 1 1 0 0 は、振動デバイス 1 と、振動デバイス 1 の出力信号に基づいて信号処理を行う信号処理回路 1 1 1 0 と、を備える。そのため、前述した振動デバイス 1 の効果を享受でき、高い信頼性を発揮することができる。

【 0 1 0 4 】

< 第 9 実施形態 >

図 1 9 は、第 9 実施形態の携帯電話機を示す斜視図である。

【 0 1 0 5 】

図 1 9 に示す電子機器としての携帯電話機 1 2 0 0 は、図示しないアンテナ、複数の操作ボタン 1 2 0 2、受話口 1 2 0 4 および送話口 1 2 0 6 を備え、操作ボタン 1 2 0 2 と受話口 1 2 0 4 との間には、表示部 1 2 0 8 が配置されている。また、携帯電話機 1 2 0 0 には、物理量センサーとしての振動デバイス 1 と、振動デバイス 1 からの出力信号に基

10

20

30

40

50

づいて信号処理すなわち各部の制御を行う信号処理回路 1 2 1 0 と、が内蔵されている。

【 0 1 0 6 】

このように、電子機器としての携帯電話機 1 2 0 0 は、振動デバイス 1 と、振動デバイス 1 の出力信号に基づいて信号処理を行う信号処理回路 1 2 1 0 と、を備える。そのため、前述した振動デバイス 1 の効果を楽しむことができ、高い信頼性を発揮することができる。

【 0 1 0 7 】

< 第 1 0 実施形態 >

図 2 0 は、第 1 0 実施形態のデジタルスチールカメラを示す斜視図である。

【 0 1 0 8 】

図 2 0 に示す電子機器としてのデジタルスチールカメラ 1 3 0 0 は、ケース 1 3 0 2 を備え、このケース 1 3 0 2 の背面には表示部 1 3 1 0 が設けられている。表示部 1 3 1 0 は、CCD による撮像信号に基づいて表示を行う構成となっており、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 1 3 0 2 の正面側には、光学レンズや CCD などを含む受光ユニット 1 3 0 4 が設けられている。そして、撮影者が表示部 1 3 1 0 に表示された被写体像を確認し、シャッターボタン 1 3 0 6 を押すと、その時点における CCD の撮像信号が、メモリー 1 3 0 8 に転送・格納される。また、デジタルスチールカメラ 1 3 0 0 には、物理量センサーとしての振動デバイス 1 と、振動デバイス 1 からの出力信号に基づいて信号処理すなわち各部の制御を行う信号処理回路 1 3 1 2 と、が内蔵されている。

【 0 1 0 9 】

このように、電子機器としてのデジタルスチールカメラ 1 3 0 0 は、振動デバイス 1 と、振動デバイス 1 の出力信号に基づいて信号処理を行う信号処理回路 1 3 1 2 と、を備える。そのため、前述した振動デバイス 1 の効果を楽しむことができ、高い信頼性を発揮することができる。

【 0 1 1 0 】

なお、振動デバイス 1 を備える電子機器は、前述したパーソナルコンピューター 1 1 0 0、携帯電話機 1 2 0 0 およびデジタルスチールカメラ 1 3 0 0 の他、例えば、スマートフォン、タブレット端末、スマートウォッチを含む時計、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、HMD (ヘッドマウントディスプレイ)、スマートグラス等のウェアラブル端末、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、電子辞書、電子翻訳器、電卓、電子ゲーム機器、トレーニング機器、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、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、電子内視鏡のような医療機器、魚群探知機、各種測定機器、車両、航空機、船舶に搭載される計器類、携帯端末用の基地局、フライトシミュレーター等であってもよい。

【 0 1 1 1 】

< 第 1 1 実施形態 >

図 2 1 は、第 1 1 実施形態の自動車を示す斜視図である。

【 0 1 1 2 】

図 2 1 に示す移動体としての自動車 1 5 0 0 は、エンジンシステム、ブレーキシステム、操舵システム、姿勢制御システムおよびキーレスエントリーシステム等のシステム 1 5 0 2 を含んでいる。また、自動車 1 5 0 0 には、物理量センサーとしての振動デバイス 1 と、振動デバイス 1 からの出力信号に基づいて信号処理すなわちシステム 1 5 0 2 の制御を行う信号処理回路 1 5 1 0 と、が内蔵されている。

【 0 1 1 3 】

このように、移動体としての自動車 1 5 0 0 は、振動デバイス 1 と、振動デバイス 1 の出力信号に基づいて信号処理を行う信号処理回路 1 5 1 0 と、を備える。そのため、前述した振動デバイス 1 の効果を楽しむことができ、高い信頼性を発揮することができる。

【 0 1 1 4 】

なお、振動デバイス 1 を備える移動体は、自動車 1 5 0 0 の他、例えば、ロボット、ドローン、電動車いす、二輪車、航空機、ヘリコプター、船舶、電車、モノレール、貨物運搬用カーゴ、ロケット、宇宙船等であってもよい。

【 0 1 1 5 】

以上、本発明の振動デバイス、電子機器および移動体について、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、各実施形態を適宜組み合わせてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 6 】

1 ... 振動デバイス、2 ... パッケージ、2 1 ... ベース、2 1 1、2 1 1 a、2 1 1 b、2 1 1 c ... 凹部、2 2 ... リッド、2 3 ... 接合部材、2 4 1、2 4 2 ... 内部端子、2 4 3 ... 外部端子、3 ... 回路素子、4 ... 支持基板、4 a ... 上面、4 b ... 下面、4 c、4 d ... 側面、4 0 ... 基部、4 1 ... 支持部、4 1 1 ... 第 1 支持部、4 1 2 ... 第 2 支持部、4 2、4 3、4 4、4 5 ... 梁部、5 ... 配線、5 1 ... 駆動信号配線、5 1 1、5 1 2 ... 端子、5 1 3 ... 配線、5 2 ... 駆動定電位配線、5 2 1、5 2 2 ... 端子、5 2 3 ... 配線、5 3 ... 第 1 検出信号配線、5 3 1、5 3 2 ... 端子、5 3 3 ... 配線、5 4 ... 検出接地配線、5 4 1、5 4 2 ... 端子、5 4 3 ... 配線、5 5 ... 第 2 検出信号配線、5 5 1、5 5 2 ... 端子、5 5 3 ... 配線、6 ... 振動素子、7 ... 振動基板、7 a ... 下面、7 b ... 上面、7 c、7 d ... 側面、7 e、7 f ... 凹部、7 0 ... 素子基部、7 0 1 ~ 7 0 6 ... 端子、7 1、7 2 ... 検出腕、7 3、7 4 ... 連結腕、7 5、7 6、7 7、7 8 ... 駆動腕、8 ... 電極、8 1 ... 駆動信号電極、8 2 ... 駆動定電位電極、8 3 ... 第 1 検出信号電極、8 4 ... 第 1 検出接地電極、8 5 ... 第 2 検出信号電極、8 6 ... 第 2 検出接地電極、1 1 0 0 ... パーソナルコンピューター、1 1 0 2 ... キーボード、1 1 0 4 ... 本体部、1 1 0 6 ... 表示ユニット、1 1 0 8 ... 表示部、1 1 1 0 ... 信号処理回路、1 2 0 0 ... 携帯電話機、1 2 0 2 ... 操作ボタン、1 2 0 4 ... 受話口、1 2 0 6 ... 送話口、1 2 0 8 ... 表示部、1 2 1 0 ... 信号処理回路、1 3 0 0 ... デジタルスチールカメラ、1 3 0 2 ... ケース、1 3 0 4 ... 受光ユニット、1 3 0 6 ... シャッターボタン、1 3 0 8 ... メモリー、1 3 1 0 ... 表示部、1 3 1 2 ... 信号処理回路、1 5 0 0 ... 自動車、1 5 0 2 ... システム、1 5 1 0 ... 信号処理回路、B 1、B 2、B 3 ... 接合部材、B W ... ボンディングワイヤー、D、E ... 矢印、Q 2 1、Q 2 2、Q 3 1、Q 3 2、Q 4 1、Q 4 2、Q 5 1、Q 5 2 ... 領域、S ... 内部空間、c ... 角速度

10

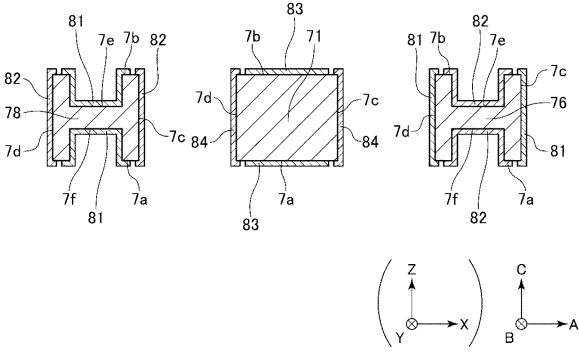
20

30

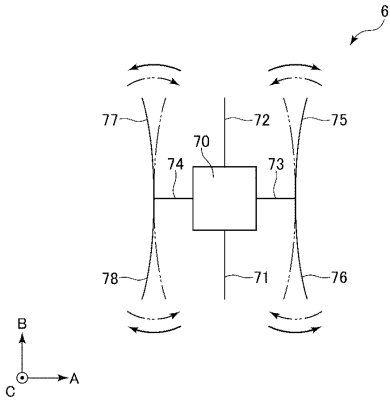
40

50

【図 5】

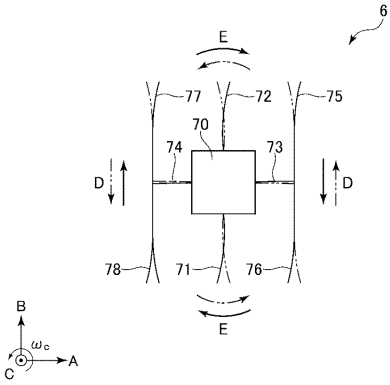


【図 6】

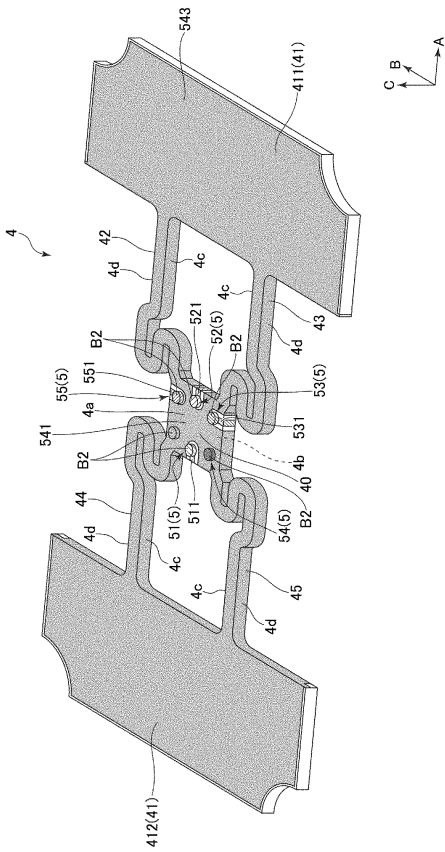


10

【図 7】



【図 8】



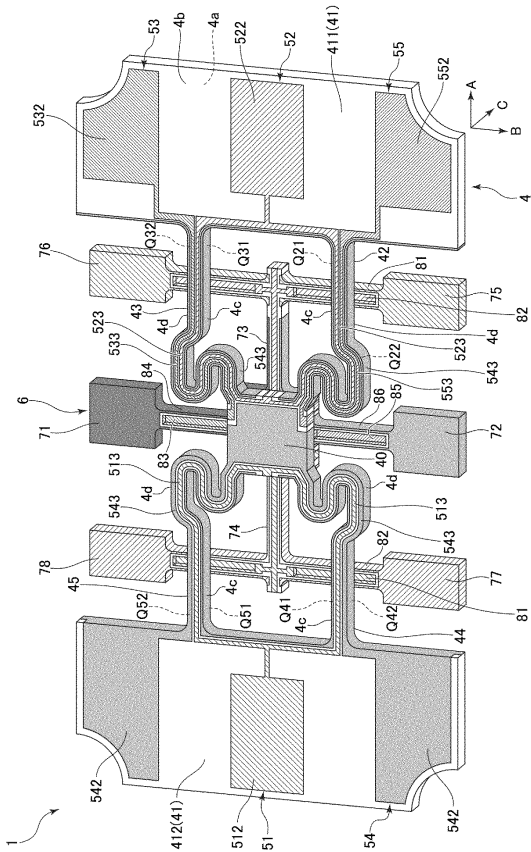
20

30

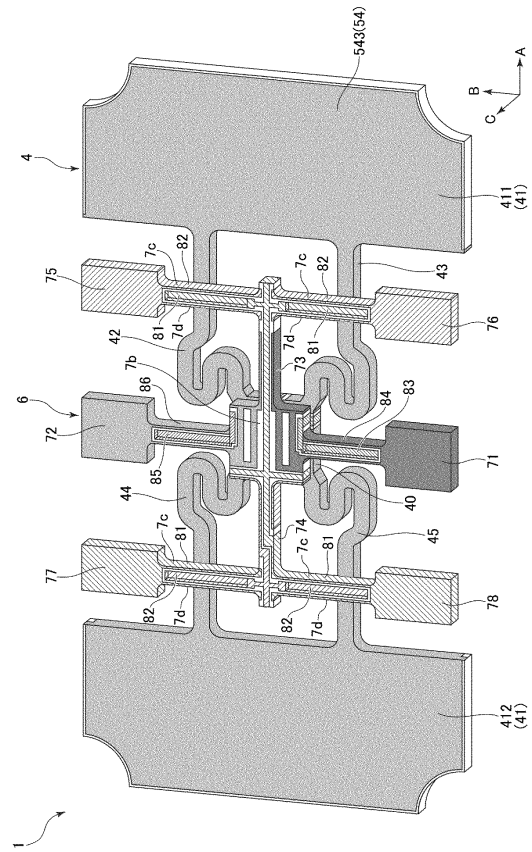
40

50

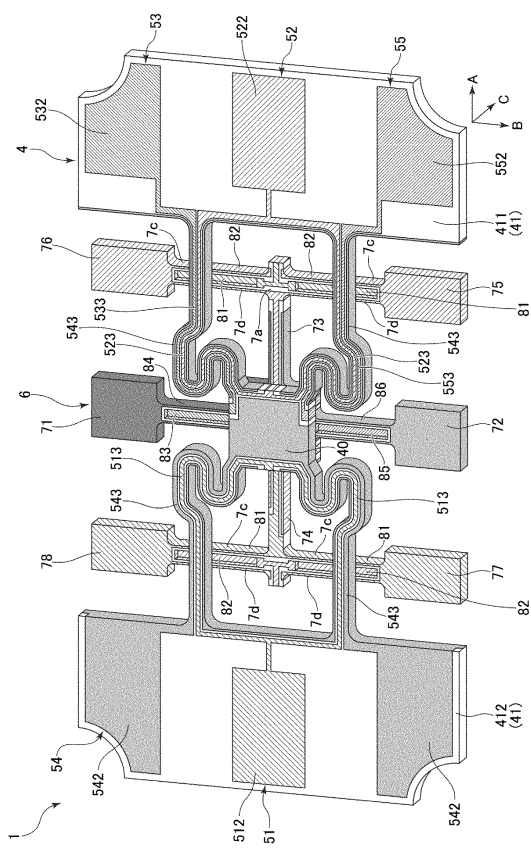
【図 9】



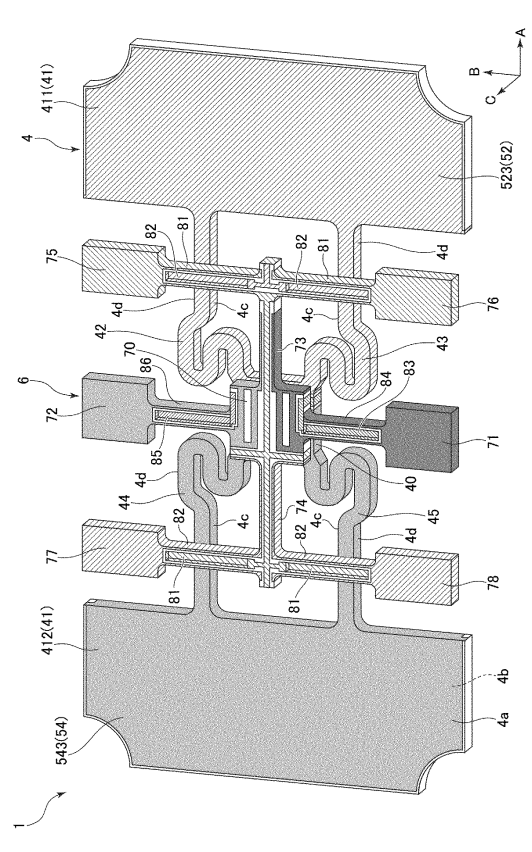
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

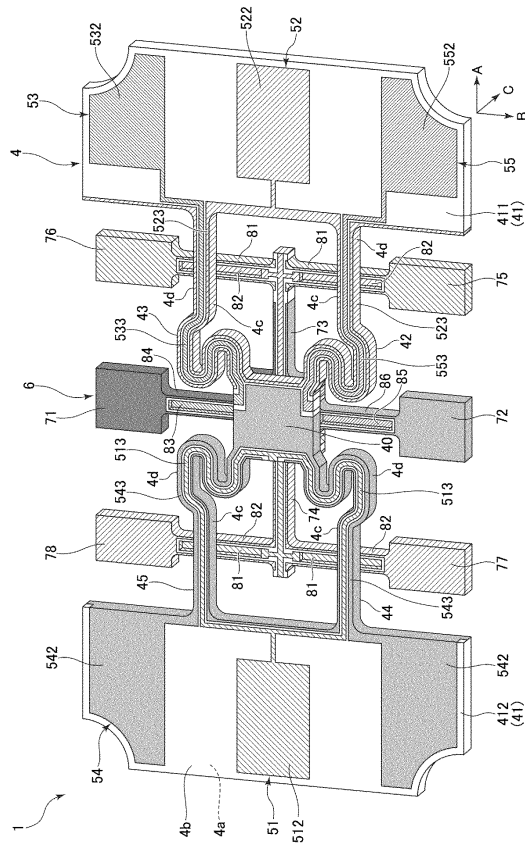
20

30

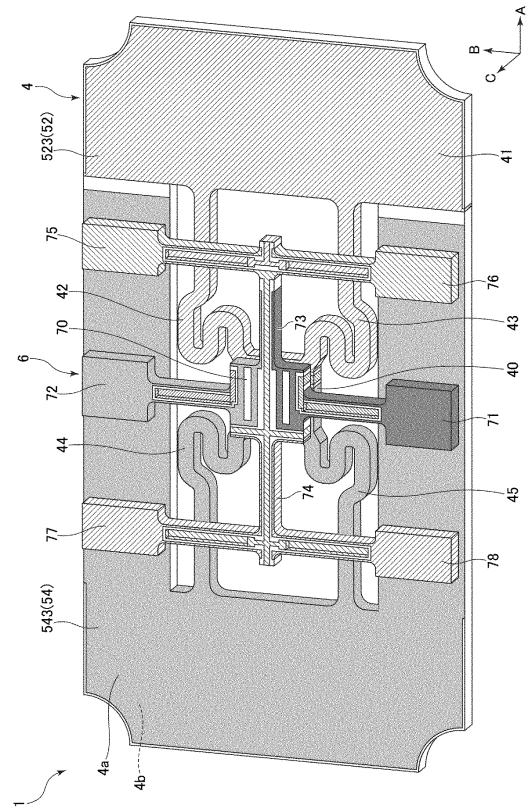
40

50

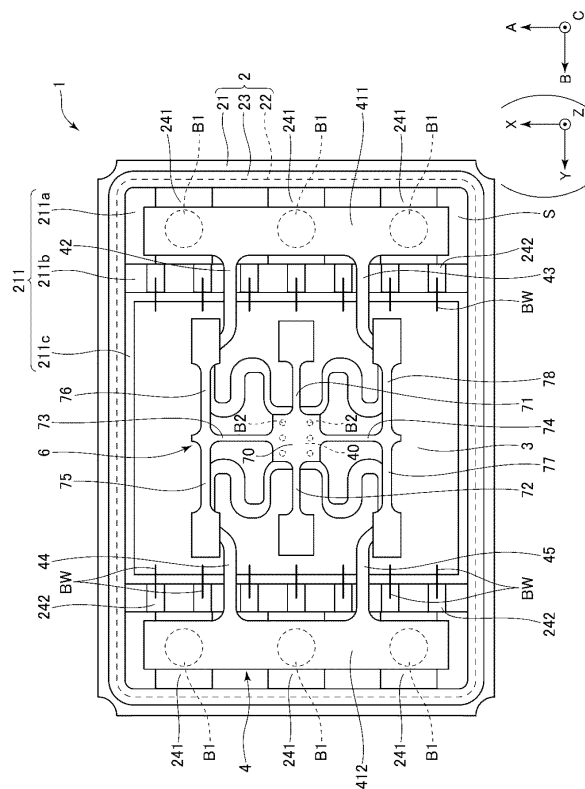
【 図 1 3 】



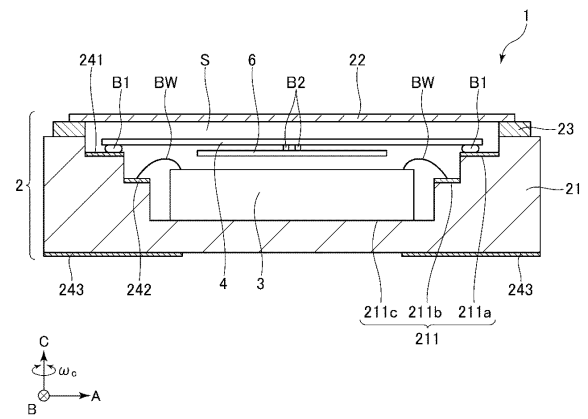
【 図 1 4 】



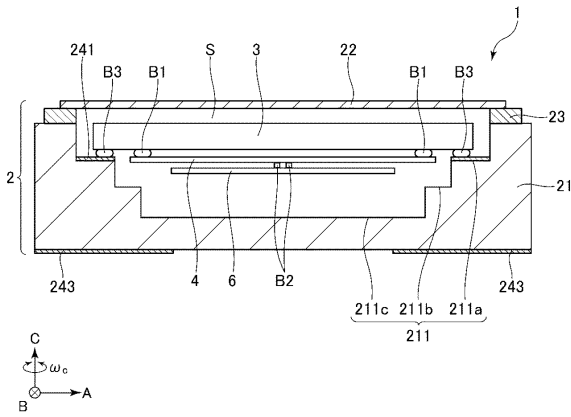
【 図 1 5 】



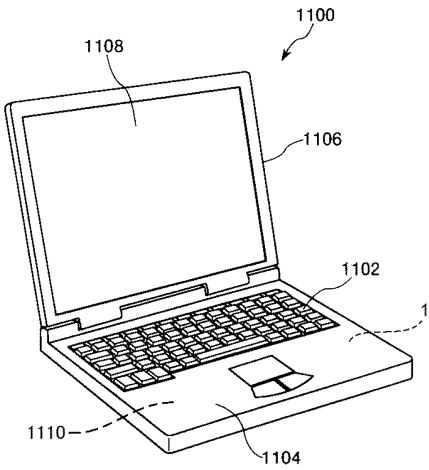
【 図 1 6 】



【図 17】

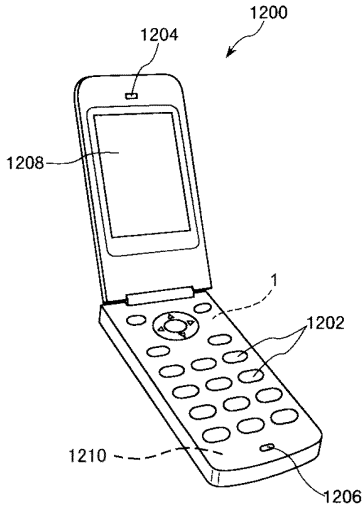


【図 18】

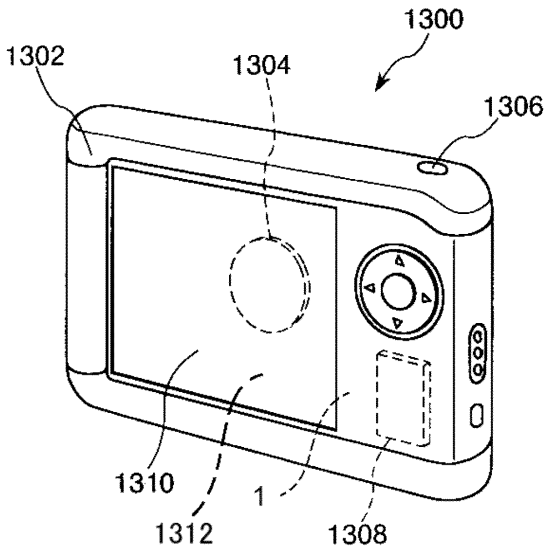


10

【図 19】



【図 20】



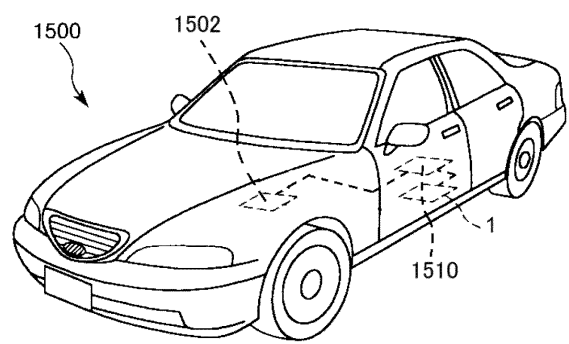
20

30

40

50

【図 21】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

コーエブソン株式会社内

審査官 櫻井 仁

- (56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 0 1 5 5 8 4 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 0 8 5 1 8 2 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 2 1 1 2 5 5 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 3 6 2 5 5 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 C 1 9 / 0 0 - 1 9 / 7 2
H 1 0 N 3 0 / 3 0
H 1 0 N 3 0 / 8 8
G 0 1 P 1 5 / 0 8
H 0 1 L 2 9 / 8 4