

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6957921号
(P6957921)

(45) 発行日 令和3年11月2日 (2021.11.2)

(24) 登録日 令和3年10月11日 (2021.10.11)

(51) Int.Cl.	F I
GO 1 C 19/5783 (2012.01)	GO 1 C 19/5783
HO 1 L 41/053 (2006.01)	HO 1 L 41/053
HO 1 L 41/31 (2013.01)	HO 1 L 41/31
HO 1 L 41/113 (2006.01)	HO 1 L 41/113

請求項の数 11 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2017-58170 (P2017-58170)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成29年3月23日 (2017.3.23)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-159674 (P2018-159674A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成30年10月11日 (2018.10.11)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	令和2年1月27日 (2020.1.27)		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 電太
			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
		(72) 発明者	村上 資郎
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動デバイス、角速度センサー、電子機器および移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

駆動振動腕及び検出振動腕を含む振動体と、前記振動体に配置されている複数の端子と、
を有する振動素子と、

複数の電気接続端子を有する基体と、

複数の前記電気接続端子と複数の前記端子とを電氣的に接続している配線部を有し、前記振動素子を前記基体に対して支持する中継基板と、

を有し、

前記中継基板は、前記基体に固定される基体固定部と、前記振動素子が載置される振動素子載置部と、前記基体固定部と前記振動素子載置部とを連結する少なくとも1つの梁部と、を有し、

前記少なくとも1つの梁部は、第1方向に延び、前記基体固定部に接続されている第1部分と、前記第1方向と交差する第2方向に向かって延び、前記振動素子載置部に接続されている第2部分と、を有し、

前記第2部分の共振周波数は、前記振動体の共振周波数よりも10KHz以上大きく、
前記振動体の共振周波数は、前記駆動振動腕の共振周波数及び前記検出振動腕の共振周波数の何れかであることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 2】

前記中継基板は、絶縁性材料を含む請求項1に記載の振動デバイス。

【請求項 3】

10

20

前記基体は、前記振動素子を駆動する回路を含む電子部品である請求項 1 または 2 に記載の振動デバイス。

【請求項 4】

前記基体は、前記振動素子を駆動する回路を含む電子部品と、

前記電子部品と前記中継基板との間に設けられ、前記電子部品と前記配線部とを電氣的に接続する配線層を有する応力緩和部と、を備えている請求項 1 または 2 に記載の振動デバイス。

【請求項 5】

前記中継基板は、平面視で、前記基体固定部と前記梁部とで前記振動素子載置部を囲む第 1 枠体を構成している請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の振動デバイス。

10

【請求項 6】

前記中継基板は、平面視で、前記第 1 枠体と前記振動素子載置部との間に位置する第 2 枠体を有する請求項 5 に記載の振動デバイス。

【請求項 7】

前記中継基板は、複数の前記第 1 部分と複数の前記第 2 部分とを有し、

前記第 1 部分と前記第 2 部分とは、交互に連結している請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の振動デバイス。

【請求項 8】

前記配線部は、定電位に電氣的に接続されているシールド配線を有する請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の振動デバイス。

20

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の振動デバイスを備えている角速度センサー。

【請求項 10】

請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の振動デバイスを備えている電子機器。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の振動デバイスを備えている移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動デバイス、角速度センサー、電子機器および移動体に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

従来から、圧電振動子や MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 振動子などの振動素子を用いて、角速度や加速度などの物理量を検出する物理量検出装置が知られている。

【0003】

このような物理用検出装置の一例として、例えば、特許文献 1 には、シリコンまたは水晶からなる角速度検出素子と、セラミックで構成されたパッケージと、角速度検出素子をパッケージに対して保持する固定フレームと、を備える角速度センサーについて開示されている。また、固定フレームは、ねじりバネおよびバランサを有している。かかる特許文献 1 に記載の角速度センサーでは、ねじりバネおよびバランサによって、角速度検出素子の振動が外部に漏れることを低減している。また、特許文献 1 に記載の角速度センサーでは、固定フレームをステンレス合金や鉄ニッケルコバルト合金などの金属材料で構成することで、角速度検出素子の厚み方向に並進する運動を抑えている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 089049 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0005】**

しかし、特許文献1に記載の角速度センサーでは、角速度検出素子を支持している固定フレームの構成上、パッケージに発生する熱応力やパッケージが衝撃等を受けて生じる応力等が角速度検出素子に伝達されてしまい、その結果、振動特性が変動し、出力信号の0点電圧が変動してしまうという問題があった。

【0006】

本発明の目的は、振動特性の変動が低減された振動デバイス、かかる振動デバイスを備え、検出精度の低下が低減された角速度センサー、かかる振動デバイスを備えた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】**【0007】**

上記目的は、前述した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、以下により実現することが可能である。

【0008】

本適用例の振動デバイスは、複数の端子を有する振動素子と、複数の電気接続端子を有する基体と、複数の前記電気接続端子と複数の前記端子とを電氣的に接続している配線部を有し、前記振動素子を前記基体に対して支持する中継基板と、を有し、前記中継基板は、前記基体に固定される基体固定部と、前記振動素子が載置される振動素子載置部と、前記基体固定部と前記振動素子載置部とを連結する少なくとも1つの梁部と、を有し、前記少なくとも1つの梁部は、第1方向に延びる第1部分と、前記第1方向と交差する第2方向に向かって延びる第2部分と、を有する。

【0009】

このような振動デバイスによれば、互いに交差する第1部分および第2部分を有する中継基板を備えることで、外力（例えば熱応力や衝撃等）による基体の変形を梁部で吸収または抑制することができる。そのため、基体等が変形した場合において振動素子載置部の変形を低減でき、よって、振動素子載置部による振動素子の保持状態が大きく変動しないかまたは変動を低減できる。それゆえ、振動素子載置部に載置された振動素子の振動特性の変動を低減することができる。

【0010】

本適用例の振動デバイスでは、前記中継基板は、絶縁性材料を含むことが好ましい。これにより、基体との間および振動素子との間の熱応力の発生を低減することができる。また、配線部が備える複数の配線の間を絶縁をすることが容易にできる。

【0011】

本適用例の振動デバイスでは、前記基体は、前記振動素子を駆動する回路を含む電子部品であることが好ましい。

【0012】

このような構成であっても、外力による基体の変形に伴って電子部品が受けた力を中継基板によって吸収または抑制することができるので、載置部に載置された振動素子の振動特性の変動を低減することができる。

【0013】

本適用例の振動デバイスでは、前記基体は、前記振動素子を駆動する回路を含む電子部品と、前記電子部品と前記中継基板との間に設けられ、前記電子部品と前記配線部とを電氣的に接続する配線層を有する応力緩和部と、を備えていることが好ましい。

【0014】

これにより、応力緩和部によって電子部品が受けた外力を吸収することができ、当該外力が振動素子に伝達されることをより低減することができる。

【0015】

本適用例の振動デバイスでは、前記中継基板は、平面視で、前記基体固定部と前記梁部とで前記振動素子載置部を囲む第1枠体を構成していることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

これにより、外力によるパッケージ基体の変形により生じる応力の伝達経路を長くできるので、外力等によって基体に変形してもその変形（歪み）を第 1 枠体でより効果的に吸収または抑制できる。そのため、振動素子の変形をより効果的に低減できるので、振動素子載置部に載置された振動素子の振動特性の変動をより低減することができる。

【 0 0 1 7 】

本適用例の振動デバイスでは、前記中継基板は、平面視で、前記第 1 枠体と前記振動素子載置部との間に位置する第 2 枠体を有することが好ましい。

【 0 0 1 8 】

これにより、外力によるパッケージ基体の変形により生じる応力の伝達経路を長くできるので、外力等によって基体に変形してもその変形を第 1 枠体および第 2 枠体でより効果的に吸収または抑制できる。そのため、振動素子載置部に載置された振動素子の振動特性の変動をより効果的に低減することができる。

10

【 0 0 1 9 】

本適用例の振動デバイスでは、前記中継基板は、複数の前記第 1 部分と複数の前記第 2 部分とを有し、前記第 1 部分と前記第 2 部分とは、交互に連結していることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

これにより、外力によるパッケージ基体の変形により生じる応力の伝達経路を長くできるので、そのため、振動素子載置部に載置された振動素子の振動特性の変動をより効果的に低減することができる。

20

【 0 0 2 1 】

本適用例の振動デバイスでは、前記配線部は、定電位に電氣的に接続されているシールド配線を有することが好ましい。

【 0 0 2 2 】

これにより、振動素子と、例えば基体に形成された配線層および電子部品（ＩＣチップ）との間の静電容量を低減できる。そのため、Ｓ／Ｎ比が向上し、角速度をより高精度に検出することのできる振動デバイスを実現できる。

【 0 0 2 3 】

本適用例の角速度センサーは、本適用例の振動デバイスを備えている。

このような角速度センサーによれば、振動特性の変動が低減された振動デバイスを備えているため、優れた信頼性を発揮することができる。

30

【 0 0 2 4 】

本適用例の電子機器は、本適用例の振動デバイスを備えている。

このような電子機器によれば、振動特性の変動が低減された振動デバイスを備えているため、優れた信頼性を発揮することができる。

【 0 0 2 5 】

本適用例の移動体は、本適用例の振動デバイスを備えている。

このような移動体によれば、振動特性の変動が低減された振動デバイスを備えているため、優れた信頼性を発揮することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 6 】

【図 1】第 1 実施形態に係る振動デバイスを示す斜視図である。

【図 2】図 1 に示す振動デバイスの断面図である。

【図 3】図 1 に示す振動デバイスのＩＣチップを示す平面図である。

【図 4】振動素子を示す平面図である。

【図 5】中継基板の平面図である。

【図 6】図 5 に示す中継基板の平面図（透過図）である。

【図 7】図 5 に示す中継基板の本体部の平面図である。

【図 8】中継基板の形状ごとの載置部における応力を示すグラフである。

【図 9】第 2 実施形態に係る振動デバイスを示す断面図である。

50

- 【図 10】第 3 実施形態に係る振動デバイスを示す断面図である。
- 【図 11】応力緩和層を示す断面図である。
- 【図 12】第 4 実施形態に係る振動デバイスが有する中継基板の平面図である。
- 【図 13】図 12 に示す中継基板の平面図（透過図）である。
- 【図 14】図 13 に示す中継基板の本体部の平面図である。
- 【図 15】第 5 実施形態に係る振動デバイスが有する中継基板の平面図である。
- 【図 16】図 15 に示す中継基板の平面図（透過図）である。
- 【図 17】図 15 に示す中継基板の本体部の平面図である。
- 【図 18】図 17 に示す中継基板の本体部の変形例を示す平面図である。
- 【図 19】図 17 に示す中継基板の本体部の変形例を示す平面図である。 10
- 【図 20】第 1 参考例に係る振動デバイスが有する中継基板の本体部の斜視図である。
- 【図 21】第 2 参考例に係る振動デバイスが有する中継基板の本体部の平面図である。
- 【図 22】図 21 に示す中継基板の本体部の変形例を示す平面図である。
- 【図 23】第 6 実施形態に係る振動デバイスが有する振動素子の平面図である。
- 【図 24】第 7 実施形態に係る振動デバイスの断面図である。
- 【図 25】図 24 に示す振動素子の平面図である。
- 【図 26】図 24 に示す振動素子の平面図（透過図）である。
- 【図 27】図 24 に示す振動素子の他の例を示す図である。
- 【図 28】第 8 実施形態に係る振動デバイスが有する振動素子の平面図である。
- 【図 29】第 9 実施形態に係る振動デバイスの平面図である。 20
- 【図 30】図 29 に示す中継基板の他の例である。
- 【図 31】第 10 実施形態に係る振動デバイスを示す断面図である。
- 【図 32】振動デバイスを備えたモジュールを示す断面図である。
- 【図 33】本適用例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 34】本適用例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 35】本適用例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 36】本適用例の移動体を適用した自動車を示す斜視図である。 30

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の振動デバイス、角速度センサー、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。なお、各図は、説明する部分が認識可能な状態となるように、適宜拡大又は縮小して表示している箇所もある。

【0028】

1. 振動デバイス

まず、本適用例の振動デバイスについて説明する。

【0029】

< 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斜視図である。図 2 は、図 1 に示す振動デバイスの断面図である。図 3 は、図 1 に示す振動デバイスの IC チップを示す平面図である。なお、図 2 中の上側を「上」、図 2 中の下側を「下」と言う。また、図 1 ~ 図 3 では、説明の便宜上、互いに直交する 3 つの軸として、X 軸、Y 軸および Z 軸を図示しており、各軸を示す矢印の先端側を「+」、基端側を「-」とする。また、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」という。また、+ Z 軸方向側を「上」、- Z 軸方向側を「下」ともいう。また、本実施形態では、X 軸、Y 軸および Z 軸は、水晶の結晶軸である電気軸、機械軸および光軸にそれぞれ対応している。なお、図 1 では、リッド 22 の図示を省略している。

【0030】

10

20

30

40

50

図 1 および図 2 に示す振動デバイス 1 は、Z 軸まわりの角速度を検出する角速度センサーである。この振動デバイス 1 は、パッケージ 2 と、パッケージ 2 内に収容された振動素子 3 と、パッケージ 2 内に配置されている IC チップ 4 (電子部品) と、振動素子 3 をパッケージ 2 に対して支持する中継基板 5 と、を有する。

【0031】

パッケージ

パッケージ 2 は、振動素子 3 を収納する凹部を有する箱状のベース部材 21 と、ベース部材 21 の凹部 211 の開口を塞ぐようにベース部材 21 に接合部材 23 を介して接合された板状のリッド 22 と、を有する。パッケージ 2 内の空間は、減圧 (真空) 状態となってもよいし、窒素、ヘリウム、アルゴン等の不活性ガスが封入されていてもよい。

10

【0032】

ベース部材 21 の凹部 211 は、底部側に位置する下段面 241 と、開口側に位置する上段面 243 と、これらの面の間に位置する中段面 242 と、を有する。このベース部材 21 の構成材料としては、特に限定されず、例えば、酸化アルミニウム等の各種セラミックスや、各種ガラス材料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、例えば、ベース部材 21 の構成材料と線膨張係数が近似する部材であるのが好ましい。例えば、ベース部材 21 の構成材料がセラミックスである場合には、リッド 22 の構成材料としてはコパール等の合金であるのが好ましい。また、接合部材 23 は、シームリング、低融点ガラス、接着剤等を用いて構成されている。

【0033】

20

図 3 に示すように、上段面 243 には、中継基板 5 に電氣的に接続される複数の端子 261、262、263、264、265、266 (電気接続端子) が設けられている。また、中段面 242 には、IC チップ 4 に電氣的に接続される複数の端子 25 が設けられている。また、図 2 に示すように、ベース部材 21 の裏面には、複数の外部接続端子 27 が形成されている。複数の端子 261、262、263、264、265、266、複数の端子 25 および複数の外部接続端子 27 は、ベース部材 21 に形成された図示しない内部配線やスルーホールにより、回路配線を形成するように接続されている。これら接続端子は、導電性を有していれば特に限定されないが、例えば、Cr (クロム)、W (タングステン) 等のメタライズ層 (下地層) に、Ni (ニッケル)、Au (金)、Ag (銀)、Cu (銅) 等の各被膜を積層した金属被膜で構成されている。

30

【0034】

なお、本実施形態では、ベース部材 21 の平面視での外形および凹部 211 の平面視での形状は、それぞれ、矩形であるが、これらは、図示の形状に限定されず、任意である。また、リッド 22 は、それぞれ、平面視形状が四角形の平板状であるが、リッド 22 の形状は図示の形状に限定されず、任意である。

【0035】

IC チップ (電子部品)

図 2 に示すように、IC チップ 4 は、ベース部材 21 の下段面 241 に接着剤 11 によって固定されている。図 3 に示すように、IC チップ 4 は、複数の端子 41 を有し、この各端子 41 が導電性ワイヤー B1 によって、前述した各端子 25 と電氣的に接続されている。この IC チップ 4 は、振動素子 3 を駆動振動させるための駆動回路と、角速度 が加わったときに振動素子 3 に生じる検出振動を検出する検出回路と、を有する。

40

【0036】

振動素子

図 4 は、振動素子を示す平面図である。

図 4 に示す振動素子 3 (振動片) は、Z 軸まわりの角速度 を検出するセンサー素子である。この振動素子 3 は、振動体 30 と、振動体 30 の表面に形成された電極部 37 と、を有している。

【0037】

(振動体)

50

振動体 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 平面に広がり有し、Z 軸（光軸）方向に厚みを有する板状をなしている。すなわち、振動体 30 は、Z カット水晶板で構成されている。なお、Z 軸は、振動体 30 の厚さ方向と必ずしも一致している必要はなく、常温近傍における周波数の温度による変化を小さくする観点から、厚さ方向に対して若干傾けてもよい。具体的には、Z カット水晶板とは、Z 軸に直交した面を X 軸および Y 軸の少なくとも一方を中心に 0 度～10 度の範囲で回転させた面が、主面となるようなカット角の水晶板を含む。なお、振動体 30 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水晶以外の圧電材料を用いることもできる。また、振動体 30 は、シリコン等の圧電性を有しないものであってもよく、この場合、振動体 30 上に圧電素子を適宜設ければよい。

10

【0038】

振動体 30 は、基部 311 と、基部 311 から Y 軸方向両側へ延出する一対の検出振動腕 312、313 と、基部 311 から X 軸方向両側へ延出する一対の連結腕 314、315 と、連結腕 314 の先端部から Y 軸方向両側へ延出する一対の駆動振動腕 316、317 と、連結腕 315 の先端部から Y 軸方向両側へ延出する一対の駆動振動腕 318、319 と、を有する。また、振動体 30 は、基部 31 を支持する一対の支持部 321、322 と、支持部 321 と基部 311 とを連結する一対の梁部 323、324 と、支持部 322 と基部 311 とを連結する一対の梁部 325、326 と、を有する。

【0039】

また、図示では、検出振動腕 312、313、駆動振動腕 316、317、318、319 の先端部の幅（X 軸方向での長さ）が基部 311 よりも広がっているが、これに限定されない。例えば、検出振動腕 312、313、駆動振動腕 316、317、318、319 の先端部の幅は、一定であってもよい。また、検出振動腕 312、313、駆動振動腕 316、317、318、319 には、それぞれ、その上面および下面に開放して Y 軸方向に延在している 1 対の有底の溝が形成されていてもよい。

20

【0040】

（電極部）

電極部 37 は、振動体 30 の表面に設けられている電極パターン（図示せず）および複数の端子 381、382、383、384、385、386 を有する。

【0041】

電極パターンは、図示しないが、駆動振動腕 316、317、318、319 に設けられ駆動信号電極および駆動接地電極と、検出振動腕 312、313 に設けられている検出信号電極および検出接地電極と、を有している。

30

【0042】

支持部 321 の下面には、駆動信号電極（図示せず）に電氣的に接続されている端子 381（駆動信号端子）と、検出信号電極（図示せず）に電氣的に接続されている端子 383（検出信号端子）と、検出信号電極（図示せず）に対する基準電位を有する端子 385（検出接地端子）と、が設けられている。また、支持部 322 の下面には、駆動接地電極（図示せず）に電氣的に接続されている端子 382（駆動接地端子）と、検出信号電極（図示せず）に電氣的に接続されている端子 384（検出信号端子）と、検出信号電極（図示せず）に対する基準電位を有する端子 386（検出接地端子）と、が設けられている。

40

【0043】

このような電極部 37 の構成材料としては、導電性を有していれば特に限定されないが、例えば、Cr（クロム）、W（タングステン）などのメタライズ層（下地層）に、Ni（ニッケル）、Au（金）、Ag（銀）、Cu（銅）などの各被膜を積層した金属被膜で構成することができる。

【0044】

このような振動素子 3 では、振動素子 3 に角速度 ω が加わらない状態において端子 381（駆動信号端子）に駆動信号を入力することで駆動信号電極と駆動接地電極との間に電界が生じると、各駆動振動腕 316、317、318、319 が、図 4 中の矢印 C に示す

50

方向に屈曲振動（駆動振動）を行う。このとき、駆動振動腕 316、317 と駆動振動腕 318、319 とが図 4 にて上下対称の振動を行っているため、基部 311 および検出振動腕 312、313 は、ほとんど振動しない。

【0045】

この駆動振動を行っている状態で、Z 軸に沿った中心軸 a（重心）周りの角速度が振動素子 3 に加わると、検出振動（検出モードの振動）が励振される。具体的には、駆動振動腕 316、317、318、319 および連結腕 314、315 に図 4 中矢印 D で示す方向のコリオリの力が働き、新たな振動が励起される。これに伴い、この連結腕 314、315 の振動を打ち消すように、検出振動腕 312、313 に図 4 中矢印 E に示す方向の検出振動が励起される。そして、この検出振動により検出振動腕 312、313 に発生した電荷を、検出信号電極から検出信号として取り出し、この検出信号に基づいて角速度が求められる。

10

【0046】

中継基板

図 5 は、中継基板の平面図である。図 6 は、図 5 に示す中継基板の平面図（透過図）である。図 7 は、図 5 に示す中継基板の本体部の平面図である。

【0047】

図 5 および図 6 に示すように、中継基板 5 は、平板状の本体部 50 と、本体部 50 の表面に形成された配線部 57 と、を有している。

【0048】

20

（本体部）

図 7 に示すように、本体部 50 は、中継基板 5 の中央部に位置し、平面視形状が矩形状をなす載置部 51（振動素子載置部）と、平面視形状がほぼ矩形状をなし、平面視で載置部 51 に対して互いに反対側に位置する固定部 52a、52b（基体固定部）と、固定部 52a、52b 同士を繋ぎ、かつ、固定部 52a、52b と載置部 51 とを連結する 2 つの長尺状の梁部 53a、53b と、を有する。

【0049】

固定部 52a は、載置部 51 に対して離間していて、載置部 51 に対して図 7 中左側に位置しており、固定部 52b は、載置部 51 に対して離間していて、載置部 51 に対して図 7 中右側に位置している。

30

【0050】

梁部 53a、53b は、載置部 51 に対して互いに反対側に位置している。梁部 53a は、載置部 51 の図 7 中上側に位置しており、梁部 53b は、載置部 51 の図 7 中下側に位置している。

【0051】

この梁部 53a、53b は、それぞれ、Y 軸方向（第 1 方向）に沿って延びる第 1 部分 531 と、この第 1 部分 531 の途中から第 1 部分 531 と直交する X 軸方向（第 2 方向）に向かって延びる第 2 部分 532 と、を有する。第 1 部分 531 の一端は、固定部 52a に接続されており、第 1 部分 531 の他端は、固定部 52b に接続されている。第 2 部分 532 の一端は、第 1 部分 531 の中央部に接続され、第 2 部分 532 の他端は、載置部 51 に接続されている。なお、第 2 部分 532 の幅（Y 軸方向に沿った長さ）と長さ（Z 軸方向に沿った長さ）との関係は図示に限定されない。

40

【0052】

また、本実施形態では、梁部 53a の第 2 部分 532 の中心線および梁部 53b の第 2 部分 532 の中心線を結ぶ線分 a1 は、載置部 51 の短手方向に沿った中心線と一致している。

【0053】

このような本体部 50 は、平面視で、固定部 52a、52b と梁部 53a の第 1 部分 531 と梁部 53b の第 1 部分 531 とで載置部 51 を囲む環状形状である第 1 枠体 530 を構成している。

50

【 0 0 5 4 】

また、中継基板 5 の本体部 5 0 は、絶縁性材料（絶縁体材料）で構成されていることが好ましい。すなわち、中継基板 5 は、絶縁性材料を含む。これにより、ベース部材 2 1 との間および振動素子 3 との間の熱応力の発生を低減することができる。具体的には、本体部 5 0 の構成材料としては、特に限定されないが、例えば、水晶、シリコン、セラミックス等の絶縁性材料を用いることが好ましい。特に、本体部 5 0 の構成材料としては、振動体 3 0 との構成材料と同様の材料を用いることが好ましい。これにより、振動素子 3 と中継基板 5 との熱膨張差を低減することができ、これらの間の熱膨張差に伴う熱応力を低減することができる。本実施形態では、振動体 3 0 は、前述したように、水晶で構成されている。そのため、本体部 5 0 の構成材料としては、水晶を用いることが好ましい。

10

【 0 0 5 5 】

(配線部)

図 5 または図 6 に示すように、配線部 5 7 は、載置部 5 1 の上面に設けられた複数の端子 5 8 1、5 8 2、5 8 3、5 8 4、5 8 5、5 8 6 と、固定部 5 2 a または固定部 5 2 b の下面に設けられた端子 5 6 1、5 6 2、5 6 3、5 6 4、5 6 5、5 6 6 と、複数の配線 5 7 1、5 7 2、5 7 3、5 7 4、5 7 5 と、を有する。

【 0 0 5 6 】

図 5 に示す端子 5 8 1、5 8 2、5 8 3、5 8 4、5 8 5、5 8 6 は、それぞれ、前述した振動素子 3 に電氣的に接続するために用いられ、振動素子 3 の端子 3 8 1、3 8 2、3 8 3、3 8 4、3 8 5、3 8 6 に対応した位置に設けられている（図 4 および図 5 参照）。端子 5 8 1、5 8 3、5 8 5 は、載置部 5 1 の - Y 軸側に位置し、端子 5 8 2、5 8 4、5 8 6 は、載置部 5 1 の + Y 軸側に位置している。

20

【 0 0 5 7 】

図 6 に示す端子 5 6 1、5 6 2、5 6 3、5 6 4、5 6 5、5 6 6 は、それぞれ、前述したベース部材 2 1 が有する複数の端子 2 6 1、2 6 2、2 6 3、2 6 4、2 6 5、2 6 6 に電氣的に接続するために用いられ、ベース部材 2 1 が有する端子 2 6 1、2 6 2、2 6 3、2 6 4、2 6 5、2 6 6 に対応した位置に設けられている（図 3 および図 5 参照）。端子 5 6 1、5 6 2、5 6 4 は、固定部 5 2 b の下面に設けられており、端子 5 6 3、5 6 5、5 6 6 は、固定部 5 2 a の下面に設けられている。

【 0 0 5 8 】

配線 5 7 1 は、載置部 5 1 の上面および梁部 5 3 a の上面に設けられており、端子 5 8 1 と端子 5 6 1 とを電氣的に接続している。配線 5 7 2 は、載置部 5 1 の上面、梁部 5 3 a の上面および固定部 5 2 b の上面に設けられており、端子 5 8 2 と端子 5 6 2 とを電氣的に接続している。配線 5 7 3 は、載置部 5 1 の上面、梁部 5 3 b の上面および固定部 5 2 a の上面に設けられており、端子 5 8 3 と端子 5 6 3 とを電氣的に接続している。配線 5 7 4 は、載置部 5 1 の上面、梁部 5 3 b の上面および固定部 5 2 b の上面に設けられており、端子 5 8 5 と端子 5 6 5 とを電氣的に接続している。また、配線 5 7 5 は、載置部 5 1 の上面および下面、梁部 5 3 a、5 3 b の上面および下面、固定部 5 2 a の上面に設けられており、端子 5 8 5、5 8 6 と端子 5 6 5、5 6 6 とを電氣的に接続している。

30

【 0 0 5 9 】

また、配線 5 7 5 は載置部 5 1 の下面の全域に設けられており、この配線 5 7 5 のうち載置部 5 1 の下面に設けられている部分は、寄生容量に伴う信号干渉を電氣的にシールドするシールド配線として機能する。このシールド配線は、定電位、本実施形態ではグラウンドに電氣的に接続されている。ここで、定電位とは、グラウンド電位、または一定の電位に固定された電位のことを意味する。

40

【 0 0 6 0 】

このような配線部 5 7 の構成材料としては、導電性を有していれば特に限定されないが、例えば、Cr（クロム）、W（タングステン）などのメタライズ層（下地層）に、Ni（ニッケル）、Au（金）、Ag（銀）、Cu（銅）などの各被膜を積層した金属被膜で構成することができる。

50

【 0 0 6 1 】

以上説明したような中継基板 5 では、前述した端子 5 6 1、5 6 2、5 6 3、5 6 4、5 6 5、5 6 6 が、対応するベース部材 2 1 の端子 2 6 1、2 6 2、2 6 3、2 6 4、2 6 5、2 6 6 に例えば導電性接着剤を介して接着固定されている（図 2、図 3 および図 6 参照）。これにより、中継基板 5 は、ベース部材 2 1 に対して固定されている（図 2 参照）。また、図 2 に示すように、載置部 5 1 は、ベース部材 2 1 に接触せず、凹部 2 1 1 の上方に位置している。また、中継基板 5 では、前述した端子 5 8 1、5 8 2、5 8 3、5 8 4、5 8 5、5 8 6 が、対応する振動素子 3 の端子 3 8 1、3 8 2、3 8 3、3 8 4、3 8 5、3 8 6 に導電性接着剤を介して接着固定されている（図 2、図 4 および図 5 参照）。これにより、図 2 に示すように、載置部 5 1 上に振動素子 3 が載置されている。このように、中継基板 5 は、ベース部材 2 1 と振動素子 3 とを接続し、かつ、ベース部材 2 1 に設けられた端子 2 6 1、2 6 2、2 6 3、2 6 4、2 6 5、2 6 6 と振動素子 3 の端子 3 8 1、3 8 2、3 8 3、3 8 4、3 8 5、3 8 6 とを電氣的に接続している。

10

【 0 0 6 2 】

また、前述したように、中継基板 5 の梁部 5 3 a、5 3 b は、載置部 5 1 を固定部 5 2 a、5 2 b に対して支持している。この梁部 5 3 a、5 3 b は、載置部 5 1 上の振動素子 3 に対して角速度 ω が加わったときにそれに伴って載置部 5 1 が揺動しないよう、載置部 5 1 を固定部 5 2 a、5 2 b に対して支持している。それゆえ、例えば、梁部 5 3 a の第 2 部分 5 3 2 および梁部 5 3 b の第 2 部分 5 3 2 の共振周波数は、それぞれ、振動体 3 0 の共振周波数に対して 1 0 K H z 以上大きい周波数であることが好ましい。これにより、振動素子 3 に対して角速度 ω が加わったときに、それに伴って載置部 5 1 が揺動することを防止または低減することができる。

20

【 0 0 6 3 】

また、前述したように、配線部 5 7 は、定電位に電氣的に接続されているシールド配線を有する。具体的には、前述したように、配線部 5 7 は、載置部 5 1 の下面の全域に設けられ、グランドに電氣的に接続された配線 5 7 5 を有する。これにより、振動素子 3 の電極部 3 7 と、ベース部材 2 1 に形成された端子 2 6 1、2 6 2、2 6 3、2 6 4、2 6 5、2 6 6 を有する配線層（図示せず）または I C チップ 4 との間の静電容量を低減できる。そのため、振動デバイス 1 は、S / N 比が向上し、角速度 ω をより高精度に検出できる。また、I C チップ 4 がデジタル出力である場合、周波数帯が M H z オーダーになるため、配線部 5 7 がシールド配線を有することは特に有効である。

30

【 0 0 6 4 】

また、前述したように、載置部 5 1 に設けられた端子 5 8 1、5 8 2、5 8 3、5 8 4、5 8 5、5 8 6 は、振動素子 3 の端子 3 8 1、3 8 2、3 8 3、3 8 4、3 8 5、3 8 6 に対応した位置に設けられている。このように、中継基板 5 の配線部 5 7 のパターンを振動素子 3 に合わせて設定、変更することで、多種多様な振動素子 3 を同一のパッケージ 2 へ接続（実装）できる。それゆえ、載置部 5 1 における設計変更等により振動素子 3 の保持位置やパターンが変更になった場合に、その変更に応じてパッケージ 2 を変更する必要がなく、よって、変更に伴う生産性の低下を防ぐことができる。

40

【 0 0 6 5 】

なお、配線 5 7 1、5 7 2、5 7 3、5 7 4、5 7 5 の経路、端子 5 8 1、5 8 2、5 8 3、5 8 4、5 8 5、5 8 6 の配置、端子 5 6 1、5 6 2、5 6 3、5 6 4、5 6 5、5 6 6 の配置は、図示の形態に限定されない。

以上、振動デバイス 1 の構成について説明した。

【 0 0 6 6 】

以上説明したように、振動デバイス 1 は、複数の端子 3 8 1、3 8 2、3 8 3、3 8 4、3 8 5、3 8 6 を有する振動素子 3 と、複数の端子 2 6 1、2 6 2、2 6 3、2 6 4、2 6 5、2 6 6（電気接続端子）を有するベース部材 2 1（基体）と、複数の端子 2 6 1、2 6 2、2 6 3、2 6 4、2 6 5、2 6 6 と複数の（対応する）端子 3 8 1、3 8 2、3 8 3、3 8 4、3 8 5、3 8 6 とを電氣的に接続している配線部 5 7 を有し、振動素子

50

3をベース部材21に対して支持する中継基板5と、を有する。また、中継基板5は、ベース部材21に固定される固定部52a、52b(基体固定部)と、振動体30が載置される載置部51(振動素子載置部)と、固定部52a、52bと載置部51とを連結する少なくとも1つ、本実施形態では2つの梁部53a、53bと、を有する。そして、2つの梁部53a、53bは、それぞれ、Y軸方向(第1方向)に延びる第1部分531と、Y軸方向と交差(本実施形態では直交)するX軸方向(第2方向)に向かって延びる第2部分532とを有する。

【0067】

このような振動デバイス1によれば、互いに交差する第1部分531および第2部分532を有する梁部53a、53bを含む中継基板5を備えているため、外力(例えば衝撃等)によってベース部材21が変形することにより生じる応力の載置部51への伝達経路を長くできる。そのため、当該応力を梁部53a、53bで吸収または抑制できる。それゆえ、当該応力に伴う載置部51の変形を低減できるので、振動素子3の保持状態が大きく変動しない。それゆえ、外力による振動素子3の振動特性の変動を低減でき、高安定で外部環境にロバストな振動デバイス1を提供することができる。したがって、角速度センサーである振動デバイス1では、駆動周波数(駆動振動腕316、317、318、319の共振周波数)と検出周波数(検出振動腕312、313の共振周波数)との差が変動しないことから駆動周波数と検出周波数の差である離調周波数が変動し難い。そのため、振動デバイス1によれば、0点電圧の変動を低減でき、低ノイズである角速度センサーを実現できる。

【0068】

また、前述したように、中継基板5は、導電性接着剤(またはバンプ)を用いてベース部材21に対して接続されている。例えば、この接続にあたり温度を加えた場合、中継基板5とベース部材21との間の線膨張係数の差に伴う熱応力が発生するが、中継基板5の梁部53a、53bによれば、当該熱応力による載置部51の変形も吸収または抑制することができる。例えば、中継基板5によれば、載置部51は数nmオーダーの変形も発生しない。そのため、衝撃等の外力だけでなく温度が加わっても載置部51の変形を低減できるので、振動素子3の保持状態が大きく変動しない。それゆえ、振動デバイス1によれば、温度特性に優れた角速度センサーを実現できる。

【0069】

また、前述したように、中継基板5は、2つ梁部53a、53bを有し、中継基板5は、平面視で、固定部52a、52bと梁部53aの第1部分531と梁部53bの第1部分531とで載置部51(振動素子載置部)を囲む第1枠体530を構成している。これにより、外力によるベース部材21の変形により生じる応力の伝達経路を長くできるので、外力等によってベース部材21が変形してもその変形(歪み)を第1枠体530でより効果的に吸収または抑制できる。そのため、載置部51の変形をより効果的に低減できるので、載置部51に載置された振動素子3の振動特性の変動をより低減することができる。

【0070】

さらに、前述したように、中継基板5は、第1枠体530と載置部51との間に開口部を有し、第1枠体530と載置部51とは、梁部53aの第2部分532と梁部53bの第2部分532とで連結されている。そして、前述したように、本実施形態では、梁部53bの第2部分532の中心線を結ぶ線分a1は、載置部51の短手方向に沿った中心線と一致している。これにより、載置部51の長手方向の変形を特に抑制できる。また、振動素子3を載置する載置部51の面積を大きくすることができる。

【0071】

なお、本実施形態では、線分a1は、載置部51の短手方向に沿った中心線と一致しているが、例えば載置部51の長手方向に沿った中心線と一致していてもよい。この場合、載置部51の短手方向の変形を特に抑制できる。

【0072】

(中継基板による応力緩和効果)

図8は、中継基板の形状ごとの載置部における応力を示すグラフである。

【0073】

図8中の横軸に示す「矩形」は、平面視が矩形状をなし、孔や溝等が形成されていない厚さが一様に均一である平板状の中継基板（以下、「中継基板X」という）のことを示しており、「5」は、本実施形態における中継基板5のことを示している。また、「5C」は、後述する第4本実施形態における中継基板5Cのことを示し、「5D」は、後述する第5本実施形態における中継基板5Dのことを示し、「5E」は、後述する第1参考例における中継基板5Eのことを示し、「5F」は、後述する第2参考例における中継基板5Fのことを示している。

10

【0074】

また、図8は、中心軸a（検出軸）周りの角速度が加わったときに、振動素子3の載置領域において発生する応力を示している。また、図8に示す応力は、中継基板X（矩形）を1として規格化した値である。

【0075】

図8に示すように、中継基板5は、中継基板Xに比べて、振動素子3の載置領域（載置部51）において発生する応力が小さく、具体的には応力が9割以上小さい。

【0076】

このように、中継基板5を備える振動デバイス1によれば、外力等によってベース部材21が変形してもその変形（歪み）を梁部53a、53bで吸収または抑制できるので、載置部51は変形せずまたは変形が低減される。そのため、載置部51上に載せた振動素子3の特性が変わることを防ぐことができる。

20

【0077】

以上、本発明の振動デバイス1を角速度センサーとして用いた場合を例に説明した。すなわち、角速度センサーは、振動デバイス1を備えている。このような角速度センサーによれば、振動特性の変動が低減された振動デバイス1を備えているため、優れた信頼性を発揮することができる。

【0078】

<第2実施形態>

次に、第2実施形態について説明する。

30

【0079】

図9は、第2実施形態に係る振動デバイスを示す断面図である。

本実施形態は、主に、ICチップ上に中継基板が設けられていること以外は、上述した実施形態と同様である。なお、以下の説明では、第2実施形態に関し、上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。

【0080】

図9に示す振動デバイス1Aでは、ICチップ4（電子部品）上に中継基板5が例えば導電性接着剤を介して載置されている。

【0081】

ICチップ4は、中継基板5の複数の端子561、562、563、564、565、566に電氣的に接続される複数の端子42が設けられている。複数の端子42は、中継基板5の複数の端子561、562、563、564、565、566に対応した位置に設けられている。

40

【0082】

このように、振動デバイス1Aでは、中継基板5が接続される「基体」は、振動素子3を駆動する回路を含むICチップ4（電子部品）である。このような構成であっても、外力等によってベース部材21やICチップ4が変形しても、その変形（歪み）を梁部53a、53bで吸収または抑制できるので、載置部51は変形せずまたは変形が低減される。そのため、載置部51に載置された振動素子3の振動特性の変動を低減することができる。また、ICチップ4と中継基板5とを例えばワイヤーボンディング等を介さず電氣的

50

に接続することが可能となる。また、ＩＣチップ４の直上に中継基板５および振動素子３が設けられている。そのため、振動デバイス１Ａの低背化を図ることができる。

【００８３】

また、第１実施形態で述べたように、中継基板５の配線部５７のうち本体部５０の裏面に設けられた配線５７５は、シールド配線として機能している（図６参照）。そのため、本実施形態のように、ＩＣチップ４上に中継基板５を介して振動素子３を配置した場合、シールド配線（配線５７５）によって、ＩＣチップ４との間の静電容量を低減することができる。そのため、振動素子３に対するＩＣチップ４からの寄生容量を介した信号干渉を特に効果的に防ぐことができる。

以上説明したような第２実施形態によっても、振動特性の変動を低減できる。

10

【００８４】

< 第３実施形態 >

次に、第３実施形態について説明する。

【００８５】

図１０は、第３実施形態に係る振動デバイスを示す断面図である。図１１は、応力緩和層を示す断面図である。

【００８６】

本実施形態は、主に、応力緩和層上に中継基板が設けられていること以外は、上述した実施形態と同様である。なお、以下の説明では、第３実施形態に関し、上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。

20

【００８７】

図１０に示す振動デバイス１Ｂでは、ＩＣチップ４（電子部品）上に設けられた応力緩和層８を備えている。そして、この応力緩和層８上に中継基板５が例えば導電性接着剤を介して載置されている。

【００８８】

図１１に示すように、応力緩和層８は、ＩＣチップ４と中継基板５の間に位置し、ＩＣチップ４の上面に設けられている。この応力緩和層８を設けることで、パッケージ２が受けた衝撃が緩和され、当該衝撃が中継基板５に伝達され難くなる。また、ＩＣチップ４と中継基板５との間の熱膨張差に起因して発生する応力が緩和され、中継基板５が撓み難くなり、振動素子３の振動特性の変動をより低減することができる。その結果、精度よく角速度を検出することができる。

30

【００８９】

ここで、ＩＣチップ４は、図１１に示すように、その最下層にパッシベーション膜４３を備えている。このパッシベーション膜４３は、図示はしないが、ＩＣチップ４の能動面上に形成された配線層上に設けられており、当該配線層を保護している。このようなＩＣチップ４の上面（具体的にはパッシベーション膜４３上）に、応力緩和層８が設けられている。

【００９０】

応力緩和層８は、積層された第１絶縁層８１と、第１絶縁層８１上に配置された第１配線層８２と、第１絶縁層８１および第１配線層８２上に配置された第２絶縁層８３と、第２絶縁層８３上に配置された第２配線層８４と、を有している。第１、第２絶縁層８１、８３は、それぞれ、弾性を有している。そのため、上述したような衝撃の緩和を図ることができる。このような第１、第２絶縁層８１、８３の構成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の樹脂材料を用いることができる。これにより、十分な弾性を有する第１、第２絶縁層８１、８３を形成することができ、上記の効果をより確実に発揮することができる。

40

【００９１】

また、第２配線層８４は、中継基板５の端子５６１、５６２、５６３、５６４、５６５

50

、５６６に対応して配置された複数の端子８４１を有している。そして、各端子８４１に、例えば導電性接着剤を介して中継基板５の対応する端子５６１、５６２、５６３、５６４、５６５、５６６が接着固定されている。また、第１配線層８２は、第２配線層８４の複数の端子８４１とＩＣチップ４の複数の端子４２とを電氣的に接続している。これにより、応力緩和層８を介して中継基板５とＩＣチップ４とは電氣的に接続されている。このように、応力緩和層８が備える第１、第２配線層８２、８４は、中継基板５とＩＣチップ４と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。これにより、例えば、中継基板５の各端子５６１、５６２、５６３、５６４、５６５、５６６の位置を考慮することなくＩＣチップ４の端子４２を自由に配置することができる。したがって、振動デバイス１Ｂの設計の自由度が向上する。

10

【００９２】

また、第２配線層８４は、端子８４１の他に、シールド配線８４２を有している。シールド配線８４２は、端子８４１の配置を阻害しない限りに第２絶縁層８３上に広がって配置されている。また、シールド配線８４２は、例えばグラウンドに電氣的に接続されている。このようなシールド配線８４２は、振動素子３の電極部３７とＩＣチップ４との静電容量を低減するシールド層として機能する。そのため、シールド配線８４２を配置することで、Ｓ／Ｎ比が向上し、角速度をより高精度に検出することのできる振動デバイス１Ｂとなる。また、ノイズに温度特性がある場合でも、このノイズ事態を低減することができるので、温度特性に優れた振動デバイス１Ｂとなる。

【００９３】

20

以上説明したように、本実施形態では、中継基板５が接続される「基体」は、ＩＣチップ４および応力緩和層８である。すなわち、「基体」は、振動素子３を駆動する回路を含むＩＣチップ４（電子部品）と、ＩＣチップ４と中継基板５との間に設けられ、ＩＣチップ４と中継基板５の配線部５７とを電氣的に接続する配線層（本実施形態では、第１配線層８２および第２配線層８４）を有する応力緩和層８（応力緩和部）と、を備えている。これにより、応力緩和層８によってＩＣチップ４が受けた外力を吸収することができ、当該外力が振動素子３に伝達されることをより低減することができる。

以上説明したような第３実施形態によっても、振動特性の変動を低減できる。

【００９４】

< 第４実施形態 >

30

次に、第４実施形態について説明する。

【００９５】

図１２は、第４実施形態に係る振動デバイスが有する中継基板の平面図である。図１３は、図１２に示す中継基板の平面図（透過図）である。図１４は、図１３に示す中継基板の本体部の平面図である。

【００９６】

本実施形態は、中継基板の構成が異なる以外は、上述した実施形態と同様である。なお、以下の説明では、第４実施形態に関し、上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。

【００９７】

40

中継基板

図１２および図１３に示すように、中継基板５Ｃは、本体部５０Ｃと配線部５７Ｃとを有している。

【００９８】

（本体部）

図１４に示すようにすなわち、本体部５０Ｃは、平面視で、環状形状の第１枠体５３０と、第１枠体５３０の内側に位置しており、載置部５１を囲む環状形状の第２枠体５４とを有する。

【００９９】

第２枠体５４（梁部）は、平面視で、第１枠体５３０と載置部５１との間に位置し、第

50

1 枠体 5 3 0 と載置部 5 1 とに対して離間している。

【 0 1 0 0 】

第 2 枠体 5 4 は、矩形の枠状をなす枠体部 5 4 1 と、枠体部 5 4 1 と載置部 5 1 とを連結する部分 5 4 2 (第 5 部分)と、を有する。枠体部 5 4 1 は、Y 軸方向に沿って延びる 2 つの部分 5 4 1 1 (第 3 部分)と、部分 5 4 1 1 の両端に接続され、X 軸方向に沿って延びる 2 つの部分 5 4 1 2 (第 4 部分)と、を有する。部分 5 4 1 1 は、梁部 5 3 a、5 3 b の第 2 部分 5 3 2 に接続され、部分 5 4 1 2 は、部分 5 4 2 (第 5 部分)に接続されている。

【 0 1 0 1 】

また、2 つの部分 5 4 2 (第 5 部分)は、載置部 5 1 に対して互いに反対側に位置しており、2 つの部分 5 4 2 の各中心線を結ぶ線分 a 2 は、載置部 5 1 の長手方向に沿った中心線と一致している。また、線分 a 1 と線分 a 2 とは、交差しており、本実施形態では直交している。

10

【 0 1 0 2 】

(配線部)

図 1 2 または図 1 3 に示すように、配線 5 7 1 C は、載置部 5 1 の上面および梁部 5 3 a の上面に設けられている。配線 5 7 2 C は、載置部 5 1 の上面、梁部 5 3 a の上面および固定部 5 2 b の上面に設けられている。配線 5 7 3 C は、載置部 5 1 の上面、梁部 5 3 b の上面および固定部 5 2 a の上面に設けられている。配線 5 7 4 C は、載置部 5 1 の上面、梁部 5 3 b の上面および固定部 5 2 b の上面に設けられている。また、配線 5 7 5 C は、載置部 5 1 の上面、梁部 5 3 a、5 3 b の上面および下面、固定部 5 2 a の上面に設けられている。また、配線 5 7 5 C は、載置部 5 1 の下面の全域に設けられている。

20

【 0 1 0 3 】

また、中継基板 5 C の第 2 枠体 5 4 は、振動素子 3 に角速度 ω が加わったときに、それに伴って載置部 5 1 が揺動しないよう、載置部 5 1 を梁部 5 3 a、5 3 b とともに固定部 5 2 a、5 2 b に対して支持している。例えば、第 2 枠体 5 4 の共振周波数は、振動体 3 0 の共振周波数に対して 1 0 K H z 以上大きい周波数であることが好ましい。これにより、振動素子 3 に対して角速度 ω が加わったときに、それに伴って載置部 5 1 が揺動することを防止または低減することができる。

【 0 1 0 4 】

30

以上説明したように、本実施形態における中継基板 5 C は、平面視で、第 1 枠体 5 3 0 と載置部 5 1 (振動素子載置部)との間に位置する第 2 枠体 5 4 と、を有する。これにより、外力によるパッケージ 2 の変形により生じる応力の伝達経路を長くできる。そのため、当該変形による応力を第 1 枠体 5 3 0 および第 2 枠体 5 4 で吸収または抑制することができる。その結果、載置部 5 1 の変形をより効果的に低減できるので、載置部 5 1 に載置された振動素子 3 の振動特性の変動をより効果的に低減することができる。

【 0 1 0 5 】

また、前述したように、中継基板 5 C は、第 1 枠体 5 3 0 と第 2 枠体 5 4 との間に開口部を有し、第 1 枠体 5 3 0 と第 2 枠体 5 4 とは、梁部 5 3 a の第 2 部分 5 3 2 と梁部 5 3 b の第 2 部分 5 3 2 とで連結されている。さらに、第 2 枠体 5 4 と載置部 5 1 との間に開口部を有し、第 2 枠体 5 4 と載置部 5 1 とは、第 2 枠体 5 4 の 2 つの部分 5 4 2 (第 5 部分)で連結されている。そして、前述したように、本実施形態では、線分 a 1 は、載置部 5 1 の短手方向に沿った中心線と一致しており、線分 a 2 は、載置部 5 1 の長手方向に沿った中心線と一致しており、線分 a 1 と線分 a 2 とは交差 (本実施形態では直交) している。これにより、中継基板 5 の長手方向の変形および短手方向の変形が載置部 5 1 に伝達され難くなる。よって、より高精度で高安定な角速度センサーを実現することができる。

40

【 0 1 0 6 】

なお、図示では、線分 a 1 が、載置部 5 1 の短手方向に沿った中心線と一致しており、線分 a 2 が、載置部 5 1 の長手方向に沿った中心線と一致しているが、その逆であってもよい。すなわち、線分 a 1 が、載置部 5 1 の長手方向に沿った中心線と一致しており、線

50

分 a 2 が、載置部 5 1 の短手方向に沿った中心線と一致していてもよい。また、例えば、平面視で、第 2 枠体 5 4 と載置部 5 1 との間にさらに枠体を設けてもよい。すなわち、中継基板 5 C は、載置部 5 1 を平面視で囲む 3 つ以上の枠体を有していてもよい。これにより、外力によるパッケージ 2 の変形による応力の伝達経路をさらに長くすることができる。

【 0 1 0 7 】

また、図 8 に示すように、中継基板 5 C によれば、中継基板 X に比べて、振動素子 3 の載置領域（載置部 5 1）において発生する応力を小さく、具体的には 9 割以上小さくできる。さらに、中継基板 5 C によれば、第 1 実施形態における中継基板 5 よりも、載置部 5 1 において発生する応力を小さくすることができる。

10

以上説明したような第 4 実施形態によっても、振動特性の変動を低減できる。

【 0 1 0 8 】

< 第 5 実施形態 >

次に、第 5 実施形態について説明する。

【 0 1 0 9 】

図 1 5 は、第 5 実施形態に係る振動デバイスが有する中継基板の平面図である。図 1 6 は、図 1 5 に示す中継基板の平面図（透過図）である。図 1 7 は、図 1 5 に示す中継基板の本体部の平面図である。

【 0 1 1 0 】

本実施形態は、中継基板の構成が異なる以外は、上述した実施形態と同様である。なお、以下の説明では、第 5 実施形態に関し、上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。

20

【 0 1 1 1 】

中継基板

図 1 5 および図 1 6 に示すように、中継基板 5 D は、本体部 5 0 D と配線部 5 7 D とを有している。

【 0 1 1 2 】

（本体部）

図 1 7 に示すように、本体部 5 0 D は、平面視で、複数の蛇行形状をなす梁部 5 5 a、5 5 b、5 5 c、5 5 d を有する。

30

【 0 1 1 3 】

梁部 5 5 a、5 5 b は、それぞれ、固定部 5 2 a と載置部 5 1 とを連結している。また、梁部 5 5 c、5 5 d は、それぞれ、固定部 5 2 b と載置部 5 1 とを連結している。

【 0 1 1 4 】

梁部 5 5 a、5 5 b、5 5 b、5 5 c、5 5 d は、それぞれ、Y 軸方向に沿って延びる 3 つの第 1 部分 5 5 1 と、X 軸方向に沿って延び、第 1 部分 5 5 1 よりも長さが長い 2 つの第 2 部分 5 5 2 とを有している。

【 0 1 1 5 】

梁部 5 5 a、5 5 b は、それぞれ、第 1 部分 5 5 1 と第 2 部分 5 5 2 とが交互に連結しており、X 軸方向において互いに接近している箇所と離間している箇所がある。また、梁部 5 5 a と梁部 5 5 b とは、その一端が固定部 5 2 a の + Y 軸方向側の両端部に接続され、その他端が載置部 5 1 の - Y 軸方向側の両端部に接続されている。

40

【 0 1 1 6 】

同様に、梁部 5 5 c、5 5 d は、それぞれ、第 1 部分 5 5 1 と第 2 部分 5 5 2 とが交互に連結しており、X 軸方向において互いに接近している箇所と離間している箇所がある。また、梁部 5 5 c と梁部 5 5 d とは、その一端が固定部 5 2 b の - Y 軸方向側の両端部に接続され、その他端が載置部 5 1 の + Y 軸方向側の両端部に接続されている。

【 0 1 1 7 】

（配線部）

図 1 5 または図 1 6 に示すように、配線 5 7 1 D は、載置部 5 1 の上面および梁部 5 5

50

cの上面および固定部52bの上面に設けられている。配線572Dは、載置部51の上面、梁部55dの上面および固定部52bの上面に設けられている。配線573Dは、載置部51の上面、梁部55aおよび固定部52aの上面に設けられている。配線574Dは、載置部51の上面、梁部55a、55bの上面および固定部52aの上面に設けられている。配線575Dは、載置部51の上面、梁部55a、55bの上面および下面、固定部52aの上面に設けられている。また、配線575Dは、載置部51の下面の全域に設けられている。

【0118】

なお、本実施形態では、端子581、583、585は、載置部51の-X軸側に位置し、端子582、584、586は、載置部51の+X軸側に位置している。

10

【0119】

また、梁部55a、55b、55c、55dの共振周波数は、それぞれ、振動体30の共振周波数に対して10KHz以上大きい周波数であることが好ましい。これにより、振動素子3に対して角速度が加わったときに、それに伴って載置部51が揺動することを防止または低減することができる。

【0120】

以上説明したように、中継基板5Dは、複数（本実施形態では3つ）の第1部分551と複数（本実施形態では2つ）の第2部分552とを有し、第1部分551と第2部分552とは、交互に連結している。これにより、外力によるパッケージ2の変形により生じる応力の伝達経路を長くできる。そのため、載置部51の変形をより効果的に低減できるので、載置部51に載置された振動素子3の振動特性の変動を低減することができる。また、中継基板5Dは、複数の梁部55a、55b、55c、55dが、それぞれ、載置部51の角部に接続されていることで、載置部51のねじれを特に低減することができる。

20

【0121】

また、中継基板5Dは、複数の梁部55a、55b、55c、55dを有しているため、駆動系の配線571D、572Dと、検出系の配線573D、574D、575Dとを引き回す経路を分離することが可能である。そのため、駆動系の配線571D、572Dから検出系の配線573D、574D、575Dへの信号の混入が低減され、より正確な検出信号をICチップ4に伝達することができる。また、配線571D、572D、573D、574D、575Dの設計の自由度も高い。これは、振動素子3のように、端子の数が比較的多い角速度センサー素子を載置部51に載置する場合に特に有効である。

30

【0122】

なお、前述した配線571D、572D、573D、574D、575Dは、梁部55a、55b、55c、55dのうちの所望の1つの梁部からまとめて引き出されていてもよい。

【0123】

また、図8に示すように、中継基板5Dによれば、中継基板Xに比べて、振動素子3の載置領域（載置部51）において発生する応力を小さく、具体的には9割以上小さくすることができる。

【0124】

40

（変形例1）

図18は、図17に示す中継基板の本体部の変形例を示す平面図である。

【0125】

図18に示すように、本体部50Daが有する梁部55aと梁部55bとは、その一端が固定部52aの+Y軸方向側の中央部に接続され、その他端が載置部51の-Y軸方向側の中央部に接続されている。同様に、梁部55cと梁部55dとは、その一端が固定部52bの-Y軸方向側の中央部に接続され、その他端が載置部51の+Y軸方向側の中央部に接続されている。このような構成の本体部50Daによっても、外力によるパッケージ2の変形により生じる応力の載置部51への伝達経路を長くすることができ、よって、振動素子3の振動特性の変動を低減することができる。

50

【0126】

(変形例2)

図19は、図17に示す中継基板の本体部の変形例を示す平面図である。

【0127】

図19に示すように、本体部50Dbは、2つの梁部56a、56bとを有する。梁部56aは、固定部52aと載置部51とを連結しており、梁部56bは、固定部52bと載置部51とを連結している。また、梁部56aは、前述した本体部50Daの梁部55aと梁部55bとが一体となった形状をなす。具体的には、梁部56a、56bは、それぞれ、Y軸方向に沿って延びる4つの第1部分5610と、X軸方向に沿って延び、第1部分5610よりも長さが長い2つの第2部分5620とを有している。このような構成の本体部50Dbによっても、外力によるパッケージ2の変形により生じる応力の載置部51への伝達経路を長くすることができ、よって、振動素子3の振動特性の変動を低減することができる。

10

以上説明したような第5実施形態によっても、振動特性の変動を低減できる。

【0128】

<第1参考例>

次に、第1参考例について説明する。

図20は、第1参考例に係る振動デバイスが有する中継基板の本体部の斜視図である。

【0129】

本参考例は、中継基板の構成が異なる以外は、上述した実施形態と同様である。なお、以下の説明では、第1参考例に関し、上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。

20

【0130】

図20に示す中継基板5Eの本体部50Eは、固定部52aと載置部51とを連結する梁部570aと、固定部52bと載置部51とを連結する梁部570bとを有する。別の言い方をすれば、本実施形態では、本体部50Eは、開口部(貫通孔)を有しておらず、平面視が矩形状である平板状をなし、+Y軸側と-Y軸側とにX軸方向に沿って形成された他の部分よりも厚さが薄い2つの薄肉部(梁部570a、570b)を有している。

【0131】

このように、中継基板5Eが薄肉部である梁部570a、570bを有することで、固定部52a、52bと載置部51との間に剛性が低い部位を存在させることができ、よって、外力の影響を載置部51に伝達させ難くすることができる。そのため、中継基板5Eによれば、図8に示すように、厚さが様に均一である中継基板Xに比べて、振動素子3の載置領域(載置部51)において発生する応力を小さくすることができる。

30

【0132】

なお、梁部570a、570bは、例えばフォトリソグラフィにおいて、梁部570a、570bのパターニングをした後、エッチング時間を短くして本体部50Eを貫通する前にエッチング液から取り出すことによって形成することができる。

【0133】

このような梁部570a、570bを前述した実施形態の中継基板5、5C、5D等に対して設けることも有効である。

40

【0134】

<第2参考例>

次に、第2参考例について説明する。

図21は、第2参考例に係る振動デバイスが有する中継基板の本体部の平面図である。

【0135】

本参考例は、中継基板の構成が異なる以外は、上述した実施形態と同様である。なお、以下の説明では、第2参考例に関し、上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。

【0136】

50

図 2 1 に示す中継基板 5 F の本体部 5 0 F は、固定部 5 2 a と載置部 5 1 との間に部分的に設けられた 3 つの梁部 5 7 1 a と、固定部 5 2 b と載置部 5 1 との間に部分的に設けられた 3 つの梁部 5 7 1 b と、を有する。これら梁部 5 7 1 a、5 7 1 b は、前述した第 1 参考例における梁部 5 7 0 a、5 7 0 b と同様に、薄肉部である。すなわち、図 2 1 に示す本体部 5 0 F は、その - Y 軸側に 3 つの薄肉部である梁部 5 7 1 a が X 軸方向に沿って並んでおり、その + Y 軸側に 3 つの薄肉部である梁部 5 7 1 b が X 軸方向に沿って並んでいる。

【 0 1 3 7 】

別の言い方をすれば、本体部 5 0 F は、固定部 5 2 a と載置部 5 1 との間に、固定部 5 2 a および載置部 5 1 の厚さと同じ厚さの 2 つの部分 5 8 1 a を有する。同様に、本体部 5 0 F は、固定部 5 2 b と載置部 5 1 との間に、固定部 5 2 b および載置部 5 1 の厚さと同じ厚さの 2 つの部分 5 8 1 b を有する。

10

【 0 1 3 8 】

このような中継基板 5 F によっても、図 8 に示すように、厚さが一様に均一である中継基板 X に比べて、振動素子 3 の載置領域（載置部 5 1）において発生する応力を小さくすることができる。

【 0 1 3 9 】

なお、本体部 5 0 F は、梁部 5 7 1 a が、薄肉部ではなく、当該箇所が貫通していてもよい。すなわち、固定部 5 2 a と載置部 5 1 とは、部分 5 8 1 a で連結されていてもよい。同様に、梁部 5 7 1 b が、薄肉部ではなく、当該箇所が貫通していてもよい。すなわち、固定部 5 2 b と載置部 5 1 とは、部分 5 8 1 b で連結されていてもよい。その場合には、部分 5 8 1 a、5 8 1 b が梁部として機能する。

20

【 0 1 4 0 】

（変形例）

図 2 2 は、図 2 1 に示す中継基板の本体部の変形例を示す平面図である。

【 0 1 4 1 】

図 2 2 に示す本体部 5 0 F a は、その - Y 軸側に 2 つの薄肉部である梁部 5 7 2 a が X 軸方向に沿って並んでおり、その + Y 軸側に 2 つの薄肉部である梁部 5 7 2 b が X 軸方向に沿って並んでいる。

【 0 1 4 2 】

30

別の言い方をすれば、本体部 5 0 F a は、固定部 5 2 a と載置部 5 1 との間に、固定部 5 2 a および載置部 5 1 の厚さと同じ厚さの 1 つの部分 5 8 2 a を有する。同様に、本体部 5 0 F a は、固定部 5 2 b と載置部 5 1 との間に、固定部 5 2 b および載置部 5 1 の厚さと同じ厚さの 1 つの部分 5 8 2 b を有する。

【 0 1 4 3 】

このような本体部 5 0 F a を備える中継基板 5 F a によっても、厚さが一様に均一である中継基板 X に比べて、振動素子 3 の載置領域（載置部 5 1）において発生する応力を小さくすることができる。

以上のように、部分的に薄肉部を設けてもよい。

【 0 1 4 4 】

40

< 第 6 実施形態 >

次に、第 6 実施形態について説明する。

図 2 3 は、第 6 実施形態に係る振動デバイスが有する振動素子の平面図である。

【 0 1 4 5 】

本実施形態は、中継基板の構成が異なる以外は、上述した実施形態と同様である。なお、以下の説明では、第 6 実施形態に関し、上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。

【 0 1 4 6 】

振動素子

図 2 3 に示す振動素子 6（振動片）は、Y 軸まわりの角速度 を検出するセンサー素子

50

である。この振動素子 6 は、振動体 6 0 と、振動体 6 0 の表面に形成された電極部 6 7 と、を有している。

【0147】

(振動体)

図 23 に示す振動素子 6 が有する振動体 6 0 は、第 1 実施形態における振動体 3 0 と同様に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 平面に広がりをも有し、Z 軸 (光軸) 方向に厚みを有する板状をなしている。

【0148】

振動体 6 0 は、基部 6 1 と、1 対の駆動振動腕 6 2 1、6 2 2 と、1 対の検出振動腕 6 3 1、6 3 2 と、1 対の調整振動腕 6 4 1、6 4 2 と、支持部 6 5 と、4 つの連結部 6 6 1、6 6 2、6 6 3、6 6 4 とを有し、これらが一体的に形成されている。

10

【0149】

駆動振動腕 6 2 1、6 2 2 は、X 軸方向に沿って並んで配置され、それぞれ、基部 6 1 から - Y 軸方向に延出している。検出振動腕 6 3 1、6 3 2 は、X 軸方向に沿って並んで配置され、それぞれ、基部 6 1 から + Y 軸方向に延出している。調整振動腕 6 4 1、6 4 2 は、前述した 1 対の検出振動腕 6 3 1、6 3 2 を挟むようにして X 軸方向に沿って並んで配置され、それぞれ、基部 6 1 から + Y 軸方向に延出している。支持部 6 5 は、基部 6 1 に対して - Y 軸方向側に配置されていて X 軸方向に沿って延びている長尺状をなす部分 6 5 1、部分 6 5 1 の両端部から + Y 軸方向に沿って延びている 2 つの部分 6 5 2、6 5 3 と、を有している。連結部 6 6 1、6 6 2、6 6 3、6 6 4 は、それぞれ、基部 6 1 と支持部 6 5 とを連結しており、途中に屈曲または湾曲した複数の部分を有する。

20

【0150】

なお、図示では、駆動振動腕 6 2 1、6 2 2、検出振動腕 6 3 1、6 3 2 および調整振動腕 6 4 1、6 4 2 の先端部の幅 (X 軸方向での長さ) が広がっているが、これに限定されない。例えば、駆動振動腕 6 2 1、6 2 2、検出振動腕 6 3 1、6 3 2 および調整振動腕 6 4 1、6 4 2 の各幅は、一定であってもよい。また、駆動振動腕 6 2 1、6 2 2、検出振動腕 6 3 1、6 3 2 および調整振動腕 6 4 1、6 4 2 には、その上面および下面に開放して Y 軸方向に延在している 1 対の有底の溝が形成されていてもよい。

【0151】

(電極部)

30

電極部 6 7 は、振動体 6 0 の表面に設けられている電極パターン (図示せず) と、複数の端子 6 8 1、6 8 2、6 8 3、6 8 4、6 8 5、6 8 6 と、を有する。

【0152】

電極パターンは、図示しないが、駆動振動腕 6 2 1、6 2 2 に設けられている駆動信号電極および駆動接地電極と、検出振動腕 6 3 1、6 3 2 に設けられている検出信号電極および検出接地電極と、調整振動腕 6 4 1、6 4 2 に設けられている検出信号電極の出力を調整するための調整用電極と、を有している。

【0153】

端子 6 8 1 (駆動接地端子) は、支持部 6 5 の部分 6 5 1 の下面に設けられている。端子 6 8 2 (駆動接地端子) は、支持部 6 5 の部分 6 5 1 の下面に設けられている。端子 6 8 3 (検出信号端子) は、支持部 6 5 の部分 6 5 2 の下面に設けられており、端子 6 8 4 (検出信号端子) は、支持部 6 5 の部分 6 5 3 の下面に設けられており、端子 6 8 5 (検出接地端子) は、支持部 6 5 の部分 6 5 2 の下面に設けられており、端子 6 8 6 (検出接地端子) は、支持部 6 5 の部分 6 5 3 の下面に設けられている。

40

【0154】

以上のような電極部 6 7 の構成材料としては、導電性を有していれば特に限定されず、具体的には、例えば第 1 実施形態における振動素子 3 の電極部 3 7 で述べた材料を用いることができる。

【0155】

このような振動素子 6 では、振動素子 6 に角速度 が加わらない状態において、駆動信

50

号電極に駆動信号を入力することで駆動信号電極と駆動接地電極との間に電界が生じると、駆動振動腕 6 2 1、6 2 2 は、図 2 3 中矢印 F で示すように X 軸方向に互いに反対方向となるように屈曲振動（駆動振動）を行う。

【0156】

この駆動振動を行っている状態で、Y 軸方向に沿った中心軸 a 3 まわりの角速度 が振動素子 6 に加わると、駆動振動腕 6 2 1、6 2 2 にコリオリの力が働き、駆動振動腕 6 2 1、6 2 2 が Z 軸方向に互いに反対方向となるように屈曲振動する。これに伴い、検出振動腕 6 3 1、6 3 2 は、図 2 3 中矢印 G で示すように Z 軸方向に互いに反対方向となるように屈曲振動（検出振動）する。この検出振動により、検出振動腕 6 3 1、6 3 2 に発生した電荷を、検出信号電極から検出信号として取り出し、この検出信号に基づいて角速度 が求められる。

10

【0157】

ここで、調整振動腕 6 4 1、6 4 2 は、検出振動の有無に関係なく、駆動振動腕 6 2 1、6 2 2 の駆動振動に伴って、X 軸方向に互いに反対方向となるように屈曲振動する。そして、この調整振動腕 6 4 1、6 4 2 の屈曲振動に応じて検出信号電極および検出接地電極と調整電極との間に生じた電荷は、検出信号に重畳される。これにより、例えば角速度 が加わっていないときの検出信号がゼロとなるように、検出信号を調整することができる。

【0158】

このような振動素子 6 を用いた場合であっても、振動素子 6 が本適用例の中継基板（例えば中継基板 5）を備えていることで振動素子 3 に対してパッケージ 2 の変形が伝達され難いため、振動特性の変動を低減できる。また、振動素子 6 を用いる場合、図示はしないが、例えば中継基板 5 の端子の配置を、振動素子 6 の端子 6 8 1、6 8 2、6 8 3、6 8 4、6 8 5、6 8 6 に対応した位置に設ければよい。このように、例えば中継基板 5 の配線部のパターンを振動素子 6 に合わせて設定、変更するだけで、振動素子 6 をパッケージ 2 へ接続（実装）できる。よって、パターンの変更に伴う生産性の低下を防ぐことができる。

20

以上説明したような第 6 実施形態によっても、振動特性の変動を低減できる。

【0159】

< 第 7 実施形態 >

30

次に、第 7 実施形態について説明する。

【0160】

図 2 4 は、第 7 実施形態に係る振動デバイスの断面図である。図 2 5 は、図 2 4 に示す振動素子の平面図である。図 2 6 は、図 2 4 に示す振動素子の平面図（透過図）である。

【0161】

本実施形態では、本適用例の振動デバイスを発振器として用いている。なお、以下の説明では、第 7 実施形態に関し、上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。

【0162】

図 2 4 に示す振動デバイス 1 G は、発振器であり、パッケージ 2 と、中継基板 5 と、振動素子 7 0 0 および IC チップ 4 G（電子部品）と、を有する。

40

【0163】

IC チップ（電子部品）

図 2 4 に示す IC チップ 4 G は、振動素子 7 0 0 の駆動を制御するための発振回路を有しており、IC チップ 4 G によって振動素子 7 0 0 を駆動すると、所定の周波数の信号を取り出すことができる。

【0164】

振動素子

図 2 5 および図 2 6 に示す振動素子 7 0 0 は、平面視形状が長方形（矩形）の板状をなす振動体 7 1 0（圧電基板）と、振動体 7 1 0 の表面に形成された電極部 7 2 0 と、を有

50

している。

【0165】

(振動体)

振動体710は、主として厚み滑り振動をする水晶素板である。本実施形態では、振動体710は、ATカット水晶基板である。ATカットとは、水晶の結晶軸であるX軸とZ軸とを含む平面(Y面)をX軸回りにZ軸から反時計方向に約35度15分程度回転させて得られる主面(X軸とZ'軸とを含む主面)を有するように切り出すことを言う。また、振動体710は、その長手方向が水晶の結晶軸であるX軸と一致している。

【0166】

電極部720は、一对の電極パターン部721、722を有する。電極パターン部721は、振動体710の上面に形成された電極7211(励振電極)と、振動体710の下面に形成された端子7212と、電極7211と端子7212とを電氣的に接続する配線7213と、を有している。電極パターン部722は、振動体710の下面に形成された電極7221(励振電極)と、振動体710の上面に形成された端子7222と、電極7221と端子7222とを電氣的に接続する配線7223と、を有している。また、電極7211、7221は、振動体710を介して互いにほぼ同じ形状で、振動体710の厚さ方向から見て重なっている。

【0167】

このような振動素子700では、電極7211および電極7221との間に交番電圧を印加すると、振動体710がY軸方向に所定の周波数で振動する。

【0168】

このような振動デバイス1Gにおいても、振動デバイス1Gが本適用例の中継基板(例えば中継基板5)を備えていることで、振動素子700に対してパッケージ2の変形が伝達され難く、振動素子700の保持状態が変わらないため、振動特性の変動を低減できる。そのため、発振周波数が変動しないためC/Nのよい高精度な発振周波数を提供できる。

【0169】

また、振動素子700を用いる場合、図示はしないが、例えば中継基板5が備える端子の配置を、振動素子700の端子7212、7222に対応した位置に設ければよい。このように、例えば中継基板5の配線部57のパターンを振動素子700に合わせて設定、変更するだけで、振動素子700をパッケージ2へ接続(実装)できる。

【0170】

(振動素子の他の例)

図27は、図24に示す振動素子の他の例を示す図である。

【0171】

図27に示すように、振動素子70は、振動体730と、振動体730に配置された電極部740と、を有している。このような振動素子70は、発振器である振動デバイス1Gが、振動素子70の温度を制御する温度制御素子(図示せず)を備えた恒温槽付水晶発振器(Oven Controlled Crystal Oscillator: OCXO)である場合に適している。

【0172】

振動体730は、SCカット水晶基板をエッチング、機械加工等によって略円形の平面視形状にしたものである。SCカット水晶基板を円形に加工した振動体730を用いることで、スプリアス振動による周波数ジャンプや抵抗上昇が特に少なく、温度特性も特に安定している振動素子70が得られる。なお、振動体730の平面視形状としては、円形に限定されず、楕円形、長円形等の非線形形状であってもよいし、三角形、矩形等の線形形状であってもよい。

【0173】

電極部740は、一对の電極パターン部741、742を有する。電極パターン部741は、振動体730の上面に形成された電極7411(励振電極)と、振動体730の上面に形成された端子7412と、電極7411と端子7412とを電氣的に接続する配線

10

20

30

40

50

7413と、を有している。電極パターン部742は、振動体730の下面に形成された電極7421（励振電極）と、振動体730の下面に形成された端子7422と、電極7421と端子7422とを電氣的に接続する配線7423と、を有している。また、電極7411、7421は、振動体730を介して互いにほぼ同じ形状で、振動体730の厚さ方向から見て重なっている。

【0174】

このような振動素子70を備える振動デバイス1Gにおいても、振動デバイス1Gが本適用例の中継基板（例えば中継基板5）を備えていることで、振動素子70に対してパッケージ2の変形が伝達され難く、振動素子70の保持状態が変わらないため、振動特性の変動を低減できる。そのため、発振周波数が変動しないためC/Nのよい高精度な発振周波数を提供できる。

10

【0175】

また、振動素子70を用いる場合、図示はしないが、例えば中継基板5が備える端子の配置を、振動素子70の端子7412、7422に対応した位置に設ければよい。このように、例えば中継基板5の配線部のパターンを振動素子70に合わせて設定、変更するだけで、振動素子70をパッケージ2へ接続（実装）できる。

【0176】

なお、振動デバイス1Gは、例えば温度補償水晶発振器（temperature compensated crystal oscillator：TCXO）に適用することも可能である。また、振動デバイス1Gが備える振動素子は、前述したATカット水晶基板を用いた振動素子700やSCカット水晶基板を用いた振動素子70に限定されず、例えば、BTカット水晶振動板を用いた振動素子等であってもよい。

20

以上説明したような第7実施形態によっても、振動特性の変動を低減できる。

【0177】

< 第8実施形態 >

次に、第8実施形態について説明する。

図28は、第8実施形態に係る振動デバイスが有する振動素子の平面図である。

【0178】

本実施形態は、中継基板の構成が異なる以外は、上述した実施形態と同様である。なお、以下の説明では、第8実施形態に関し、上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。

30

【0179】

図28に示す振動素子7（振動片）は、振動体750と、振動体750の表面に形成された電極部760と、を有している。

【0180】

（振動体）

振動体750は、Zカット水晶板で構成されている。この振動体750は、基部751と、基部751から延出する一対の振動腕752、753と、を有している。

【0181】

基部751は、振動腕752、753が延出している第1基部7511と、第1基部7511に対して振動腕752、753とは反対側に設けられた第2基部7513と、第1基部7511と第2基部7513とを連結する連結部7512と、を含んでいる。連結部7512は、第1基部7511と第2基部7513との間に位置していて、第1基部7511よりも幅（X軸方向の長さ）が小さい。これにより、基部751のY軸方向に沿った長さを小さくしつつ、振動漏れを小さくすることができる。また、振動腕752、753は、X軸方向に並び、かつ、互いに平行となるように、それぞれ、基部751から-Y軸方向に延出している。

40

【0182】

また、図示では、振動腕752、753の先端部の幅（X軸方向での長さ）が基端部よりも広がっているが、これに限定されない。また、振動腕752、753には、その上

50

面および下面に開放してY軸方向に延在している1対の有底の溝が形成されているが、この溝は形成されていなくてもよい。

【0183】

(電極部)

電極部760は、振動体750の表面に設けられている電極パターン(図示せず)と、複数の端子761、762とを有する。

【0184】

電極パターンは、図示しないが、振動腕752、753に設けられている第1駆動用電極および第2駆動用電極を有している。また、端子761、762は、第2基部7513の下面に設けられている。

10

【0185】

このような振動素子7では、第1駆動用電極と第2駆動用電極との間に交番電圧を印加すると、振動腕752、753が互いに接近と離間を繰り返すように面内方向(XY平面方向)に所定の周波数で振動する。

以上説明したような第8実施形態によっても、振動特性の変動を低減できる。

【0186】

<第9実施形態>

次に、第9実施形態について説明する。

図29は、第9実施形態に係る振動デバイスの平面図である。

【0187】

本実施形態は、主に、複数の振動素子を有すること以外は、上述した実施形態と同様である。なお、以下の説明では、第9実施形態に関し、上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。

20

【0188】

図29に示す振動デバイス1Hは、3軸角速度センサーであり、X軸まわりの角速度xと、Y軸まわりの角速度yと、Z軸まわりの角速度zと、をそれぞれ独立して検出することができる。

【0189】

この振動デバイス1Hは、3つの振動素子3a、6a、6bと、これらが一括して載置されている中継基板5Hと、を有している。なお、本実施形態では、中継基板5HはICチップ4上に載置されている。

30

【0190】

振動素子3aは、前述した第1実施形態における振動素子3と同様の構成であり、角速度zを検出する。一方、振動素子6a、6bは、それぞれ、前述した第6実施形態における振動素子6と同様の構成である。ただし、振動素子6a、6bは、X軸およびY軸のそれぞれの軸まわりの角速度を検出するように互いに配置が異なり、振動素子6aは、角速度yを検出し、振動素子6bは、角速度xを検出する。

【0191】

このような3つの振動素子3a、6a、6bは、1つの中継基板5H(本適用例の振動素子)の載置部51に一括して載置されている。したがって、中継基板5Hは、図示はしないが、3つの振動素子3a、6a、6bが有する複数の端子に対応する複数の端子を備えている。

40

【0192】

このような振動デバイス1Hのように、1つの中継基板5Hに3つの振動素子3a、6a、6bを一括して配置することで、振動デバイス1Hの小型化を図ることができる。

【0193】

(変形例)

図30は、図29に示す中継基板の他の例である。

【0194】

図30に示すように、振動デバイス1Haでは、振動素子3a、6a、6bごとに中継

50

基板 5 H a、5 H b、5 H c が設けられている。すなわち、振動素子 3 a は、中継基板 5 H a に載置され、振動素子 6 a は、中継基板 5 H b に載置され、振動素子 6 b は、中継基板 5 H c に載置されている。この場合、各中継基板 5 H a、5 H b、5 H c において、載置部 5 1 から I C チップ 4 へと引き出す配線（図示せず）が振動素子 3 a、6 a、6 b ごとに分割されるため、前述した図 2 9 に示す振動デバイス 1 H のように、1 つの中継基板 5 H で複数の振動素子 3 a、6 a、6 b の配線（図示せず）を引き出す場合と比較して各中継基板 5 H a、5 H b、5 H c の配線部（図示せず）の設計の自由度が増す。

以上説明したような第 9 実施形態によっても、振動特性の変動を低減できる。

【0195】

< 第 10 実施形態 >

次に、第 10 実施形態について説明する。

図 3 1 は、第 10 実施形態に係る振動デバイスを示す断面図である。

【0196】

本実施形態は、2 つの中継基板を備えること以外は、上述した実施形態と同様である。なお、以下の説明では、第 10 実施形態に関し、上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。

【0197】

図 3 1 に示すように、振動デバイス 1 I は、振動素子 3 の上方に設けられた基板 1 7（中継基板）を有する。基板 1 7 は、リッド 2 2 と振動素子 3 との間に位置しており、リッド 2 2 および振動素子 3 に対して離間している。また、基板 1 7 は、平面視で、矩形状をなし、振動素子 3 を包含するように振動素子 3 に対して重なっている。この基板 1 7 は、本実施形態では、中継基板 5 の固定部 5 2 a、5 2 b に、例えば接着剤等で形成された接続部材 1 7 0 を介して接続されている。

【0198】

基板 1 7 の構成材料としては、特に限定されないが、例えば、水晶、シリコン、セラミックス等の絶縁性材料を用いることが好ましい。特に、基板 1 7 の構成材料としては、振動体 3 0 および中継基板 5 の本体部 5 0 の構成材料と同様の材料を用いることが好ましい。これにより、基板 1 7 と振動素子 3 と中継基板 5 との熱膨張差を低減することができ、これらの間の熱膨張差に伴う熱応力を低減することができる。本実施形態では、振動体 3 0 および本体部 5 0 は、前述したように、水晶で構成されている。そのため、基板 1 7 の構成材料としては、水晶を用いることが好ましい。

【0199】

このような基板 1 7 を備えることで、例えば外力がパッケージ 2 に加わることによってリッド 2 2 が変形して、振動素子 3 とリッド 2 2 との間の寄生容量が変化し、それにより振動素子 3 の特性に影響を及ぼすおそれを低減することができる。なお、このような基板 1 7 によれば、振動素子 3 周りの寄生容量（電気力線の分布）は変わらない。

【0200】

また、基板 1 7 は、中継基板 5 と同様の構成であることが好ましい。すなわち、基板 1 7 は、載置部 5 1 に相当する部分 1 7 1 と、固定部 5 2 a、5 2 b に相当する 2 つの部分 1 7 2 a、1 7 2 b と、梁部 5 3 a、5 3 b に相当する部分 1 7 3 a、1 7 3 b を有することが好ましい。これにより、中継基板 5 の載置部 5 1 と基板 1 7 の部分 1 7 1 との変位を小さくできるため、振動素子 3 の振動特性の変化をより低減することができる。よって、振動デバイス 1 I によれば、より外力に対してロバストな角速度センサーを実現することができる。

【0201】

なお、本実施形態では、基板 1 7 は、中継基板 5 とは異なり電極部を備えていないが、電極部が、基板 1 7 の表面に形成されていてもよい。これにより、中継基板 5 の電極部 3 7 と基板 1 7 の電極部（図示せず）との間に発生した電界によって振動素子 3 を励振させてもよい。

【0202】

10

20

30

40

50

また、基板 17 は、孔や溝等を有していない平板状の部材であってもよい。また、図示では、基板 17 は、中継基板 5 の固定部 52a、52b に対して接続されているが、基板 17 は、中継基板 5 の載置部 51 に対して接続されていてもよい。この場合、基板 17 が孔や溝等を有していない平板状の部材であっても、中継基板 5 の載置部 51 と基板 17 との変位を小さくできるため、振動素子 3 の振動特性の変化をより効果的に低減することができる。

以上説明したような第 10 実施形態によっても、振動特性の変動を低減できる。

【0203】

2. 振動デバイスを備えるモジュール

次に、本適用例の振動デバイスを備えたモジュールについて説明する。

10

【0204】

図 32 は、振動デバイスを備えたモジュールを示す断面図である。

図 32 に示すように、モジュール 10 は、本適用例の振動デバイス（例えば振動デバイス 1）と、それを実装してる実装基板 15 とを、有する。この振動デバイス 1 は、その下面（裏面）に設けられた外部接続端子 27 にて例えば導電性接着剤を介して実装基板 15 に設けられた端子 157 に接続されることで、実装基板 15 に実装されている。なお、実装基板 15 としては、特に限定されず、例えば、回路が形成されたプリント配線基板を用いることができる。

【0205】

また、本実施形態では、実装基板 15 は、中継基板 5 と同様の構成である。すなわち、実装基板 15 は、載置部 51 に相当する部分 151 と、固定部 52a、52b に相当する 2 つの部分 152a、152b と、梁部 53a、53b に相当する部分 153a、153b を有する。そして、振動デバイス 1 は、実装基板 15 の部分 151 に載置されている。これにより、外力（熱応力を含む）による実装基板 15 の部分 151 の変位を小さくできる。そのため、振動デバイス 1 への外力の影響をより効果的に低減でき、よって、ロバストな角速度センサーを備えたモジュール 10 を実現することができる。

20

【0206】

3. 電子機器

次に、本適用例の振動デバイスを備える電子機器について説明する。

【0207】

図 33 は、本適用例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。

30

【0208】

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 1008 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 1100 には、本適用例の振動デバイス（例えば振動デバイス 1）が内蔵されている。

【0209】

図 34 は、本適用例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。

40

【0210】

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、本適用例の振動デバイス（例えば振動デバイス 1）が内蔵されている。

【0211】

図 35 は、本適用例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。

【0212】

50

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 2000 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 2000 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 2000 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、本適用例の振動デバイス（例えば振動デバイス 1）が内蔵されている。

【0213】

このような電子機器は、本適用例の振動デバイス（例えば振動デバイス 1）を備えている。そのため、前述した本適用例の振動デバイスの効果を奏することができ、優れた特性を発揮することができる。

【0214】

なお、本適用例の電子機器は、図 33 のパーソナルコンピューター、図 34 の携帯電話機、図 35 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（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、移動体端末基地局用機器、計器類（例えば、車両、航空機、船舶の計器類）、フライトシミュレーター、ネットワークサーバー等に適用することができる。

【0215】

4. 移動体

次に、本適用例の振動デバイスを備える移動体について説明する。

【0216】

図 36 は、本適用例の移動体を適用した自動車を示す斜視図である。

この図において、自動車 1500 は、車体 1501 と、4 つの車輪 1503 とを有しており、車体 1501 に設けられた図示しない動力源（エンジン）によって車輪 1503 を回転させるように構成されている。

【0217】

このような自動車 1500 には、本適用例の振動デバイス（例えば振動デバイス 1）が内蔵されている。本適用例の振動デバイス（例えば振動デバイス 1）によれば、車体 1501 の姿勢や移動方向を検出することができる。本適用例の振動デバイス（例えば振動デバイス 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。

【0218】

なお、本適用例の振動デバイス（例えば振動デバイス 1）を備える移動体は、自動車に限定されず、例えば、オートバイ、鉄道等の他の車両、航空機、船舶、宇宙船、二足歩行ロボットやラジコンヘリコプター等にも適用可能である。

【0219】

このような移動体の一例である自動車 1500 は、本適用例の振動デバイス（例えば振動デバイス 1）を有している。そのため、前述した本適用例の振動デバイスの効果を奏することができ、優れた特性を発揮することができる。

【0220】

以上、本発明の振動デバイス、角速度センサー、電子機器および移動体を図示の実施形

10

20

30

40

50

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。

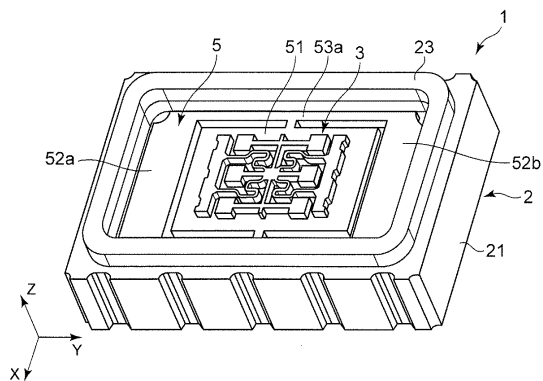
【符号の説明】

【 0 2 2 1 】

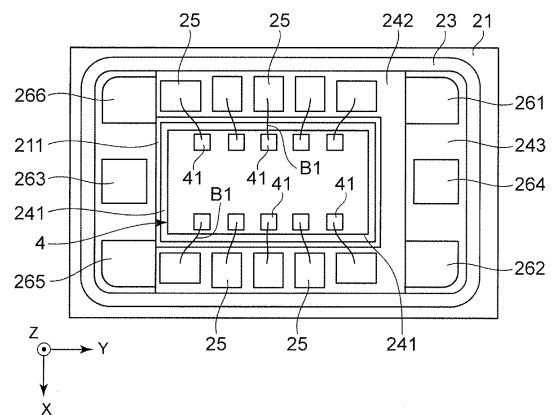
1 ... 振動デバイス、 1 A ... 振動デバイス、 1 B ... 振動デバイス、 1 G ... 振動デバイス、
 1 H ... 振動デバイス、 1 H a ... 振動デバイス、 1 I ... 振動デバイス、 2 ... パッケージ、 3
 ... 振動素子、 3 a ... 振動素子、 4 ... ICチップ、 4 G ... ICチップ、 5 ... 中継基板、 5 C
 ... 中継基板、 5 D ... 中継基板、 5 E ... 中継基板、 5 F ... 中継基板、 5 F a ... 中継基板、 5
 H ... 中継基板、 5 H a ... 中継基板、 5 H b ... 中継基板、 5 H c ... 中継基板、 6 ... 振動素子 10
 、 6 a ... 振動素子、 6 b ... 振動素子、 7 ... 振動素子、 8 ... 応力緩和層、 1 0 ... モジュール
 、 1 1 ... 接着剤、 1 5 ... 実装基板、 1 7 ... 基板、 2 1 ... ベース部材、 2 2 ... リッド、 2 3
 ... 接合部材、 2 5 ... 端子、 2 7 ... 外部接続端子、 3 0 ... 振動体、 3 7 ... 電極部、 4 1 ... 端
 子、 4 2 ... 端子、 4 3 ... パッシベーション膜、 5 0 ... 本体部、 5 0 C ... 本体部、 5 0 D ...
 本体部、 5 0 D a ... 本体部、 5 0 D b ... 本体部、 5 0 E ... 本体部、 5 0 F ... 本体部、 5 0
 F a ... 本体部、 5 1 ... 載置部、 5 2 a ... 固定部、 5 2 b ... 固定部、 5 3 a ... 梁部、 5 3 b
 ... 梁部、 5 4 ... 第 2 枠体、 5 5 a ... 梁部、 5 5 b ... 梁部、 5 5 c ... 梁部、 5 5 d ... 梁部、
 5 6 a ... 梁部、 5 6 b ... 梁部、 5 7 ... 配線部、 5 7 C ... 配線部、 5 7 D ... 配線部、 6 0 ...
 振動体、 6 1 ... 基部、 6 5 ... 支持部、 6 7 ... 電極部、 7 0 ... 振動素子、 8 1 ... 第 1 絶縁層
 、 8 2 ... 第 1 配線層、 8 3 ... 第 2 絶縁層、 8 4 ... 第 2 配線層、 1 5 1 ... 部分、 1 5 2 a ... 20
 部分、 1 5 2 b ... 部分、 1 5 3 a ... 部分、 1 5 3 b ... 部分、 1 5 7 ... 端子、 1 7 0 ... 接続
 部材、 1 7 1 ... 部分、 1 7 2 a ... 部分、 1 7 2 b ... 部分、 1 7 3 a ... 部分、 1 7 3 b ... 部
 分、 2 1 1 ... 凹部、 2 4 1 ... 下段面、 2 4 2 ... 中段面、 2 4 3 ... 上段面、 2 6 1 ... 端子、
 2 6 2 ... 端子、 2 6 3 ... 端子、 2 6 4 ... 端子、 2 6 5 ... 端子、 2 6 6 ... 端子、 3 1 1 ... 基
 部、 3 1 2 ... 検出振動腕、 3 1 3 ... 検出振動腕、 3 1 4 ... 連結腕、 3 1 5 ... 連結腕、 3 1
 6 ... 駆動振動腕、 3 1 7 ... 駆動振動腕、 3 1 8 ... 駆動振動腕、 3 1 9 ... 駆動振動腕、 3 2
 1 ... 支持部、 3 2 2 ... 支持部、 3 2 3 ... 梁部、 3 2 4 ... 梁部、 3 2 5 ... 梁部、 3 2 6 ... 梁
 部、 3 8 1 ... 端子、 3 8 2 ... 端子、 3 8 3 ... 端子、 3 8 4 ... 端子、 3 8 5 ... 端子、 3 8 6
 ... 端子、 5 3 0 ... 第 1 枠体、 5 3 1 ... 第 1 部分、 5 3 2 ... 第 2 部分、 5 4 1 ... 枠体部、 5
 4 2 ... 部分、 5 5 1 ... 第 1 部分、 5 5 2 ... 第 2 部分、 5 6 1 ... 端子、 5 6 2 ... 端子、 5 6 30
 3 ... 端子、 5 6 4 ... 端子、 5 6 5 ... 端子、 5 6 6 ... 端子、 5 7 0 a ... 梁部、 5 7 0 b ... 梁
 部、 5 7 1 ... 配線、 5 7 1 C ... 配線、 5 7 1 D ... 配線、 5 7 1 a ... 梁部、 5 7 1 b ... 梁部、
 5 7 2 ... 配線、 5 7 2 C ... 配線、 5 7 2 D ... 配線、 5 7 2 a ... 梁部、 5 7 2 b ... 梁部、
 5 7 3 ... 配線、 5 7 3 C ... 配線、 5 7 3 D ... 配線、 5 7 4 ... 配線、 5 7 4 C ... 配線、 5 7
 4 D ... 配線、 5 7 5 ... 配線、 5 7 5 C ... 配線、 5 7 5 D ... 配線、 5 8 1 ... 端子、 5 8 1 a
 ... 部分、 5 8 2 a ... 部分、 5 8 1 b ... 部分、 5 8 2 b ... 部分、 5 8 2 ... 端子、 5 8 3 ... 端
 子、 5 8 4 ... 端子、 5 8 5 ... 端子、 5 8 6 ... 端子、 6 2 1 ... 駆動振動腕、 6 2 2 ... 駆動振
 動腕、 6 3 1 ... 検出振動腕、 6 3 2 ... 検出振動腕、 6 4 1 ... 調整振動腕、 6 4 2 ... 調整振
 動腕、 6 5 1 ... 部分、 6 5 2 ... 部分、 6 5 3 ... 部分、 6 6 1 ... 連結部、 6 6 2 ... 連結部、
 6 6 3 ... 連結部、 6 6 4 ... 連結部、 6 8 1 ... 端子、 6 8 2 ... 端子、 6 8 3 ... 端子、 6 8 4 40
 ... 端子、 6 8 5 ... 端子、 6 8 6 ... 端子、 7 0 0 ... 振動素子、 7 1 0 ... 振動体、 7 2 0 ... 電
 極部、 7 2 1 ... 電極パターン部、 7 2 2 ... 電極パターン部、 7 3 0 ... 振動体、 7 4 0 ... 電
 極部、 7 4 1 ... 電極パターン部、 7 4 2 ... 電極パターン部、 7 5 0 ... 振動体、 7 5 1 ... 基
 部、 7 5 2 ... 振動腕、 7 5 3 ... 振動腕、 7 6 0 ... 電極部、 7 6 1 ... 端子、 7 6 2 ... 端子、
 8 4 1 ... 端子、 8 4 2 ... シールド配線、 1 0 0 8 ... 表示部、 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 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 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 5 0
 0 ... 自動車、 1 5 0 1 ... 車体、 1 5 0 2 ... 車体姿勢制御装置、 1 5 0 3 ... 車輪、 2 0 0 0 50

...表示部、5 4 1 1 ...部分、5 4 1 2 ...部分、5 6 1 0 ...第1部分、5 6 2 0 ...第2部分、7 2 1 1 ...電極、7 2 1 2 ...端子、7 2 1 3 ...配線、7 2 2 1 ...電極、7 2 2 2 ...端子、7 2 2 3 ...配線、7 4 1 1 ...電極、7 4 1 2 ...端子、7 4 1 3 ...配線、7 4 2 1 ...電極、7 4 2 2 ...端子、7 4 2 3 ...配線、7 5 1 1 ...第1基部、7 5 1 2 ...連結部、7 5 1 3 ...第2基部、B 1 ...導電性ワイヤー、C ...矢印、D ...矢印、E ...矢印、F ...矢印、a ...中心軸、a 1 ...線分、a 2 ...線分、a 3 ...中心軸、...角速度

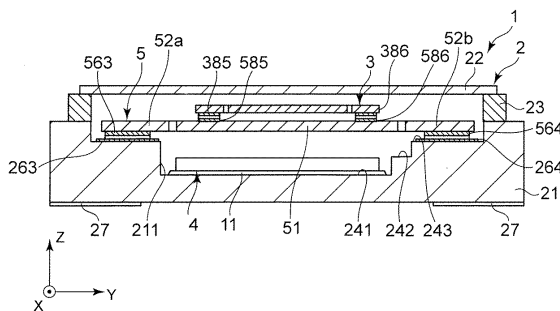
【図1】



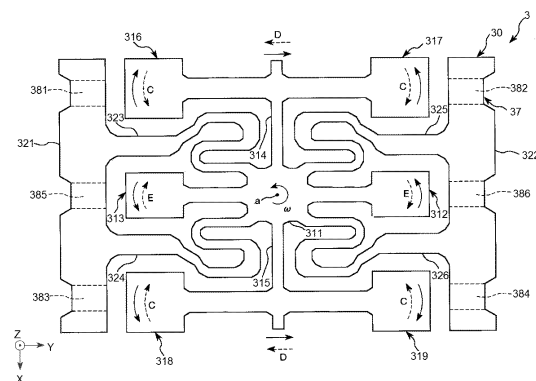
【図3】



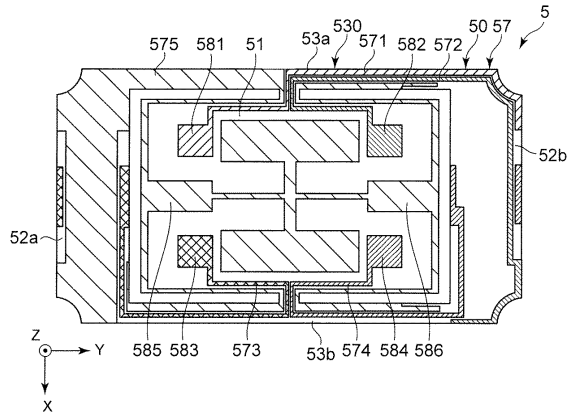
【図2】



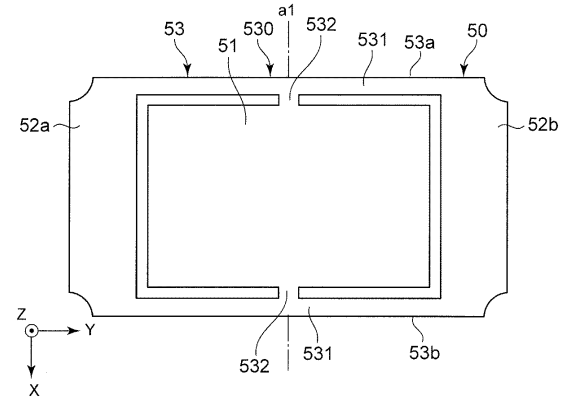
【図4】



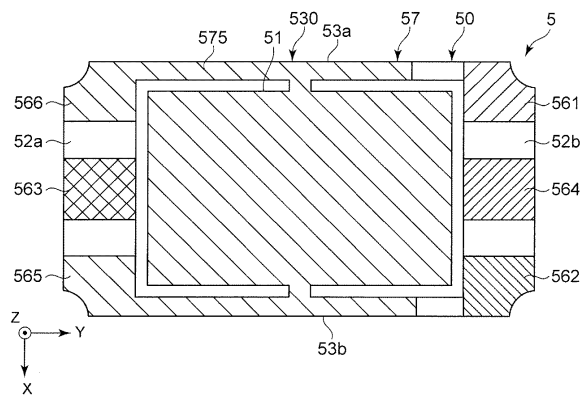
【図 5】



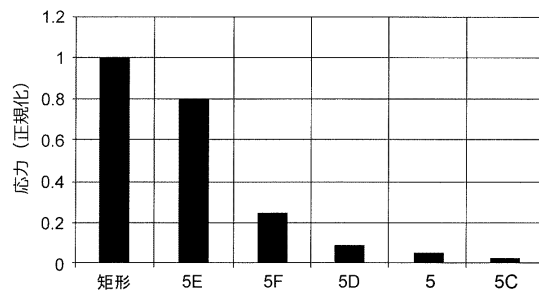
【図 7】



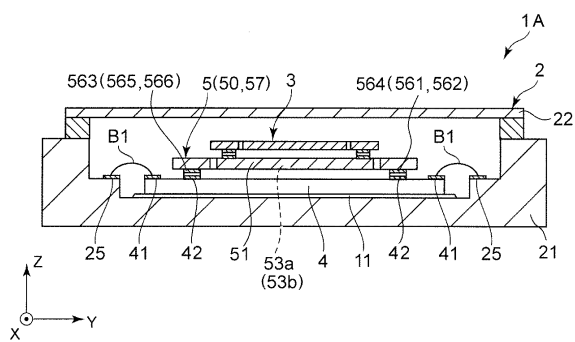
【図 6】



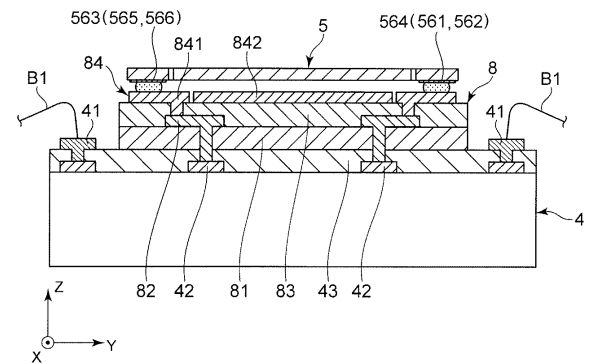
【図 8】



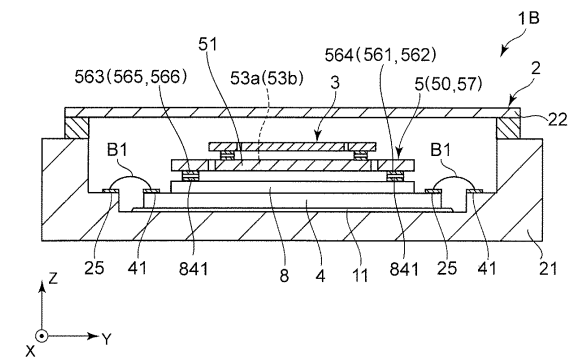
【図 9】



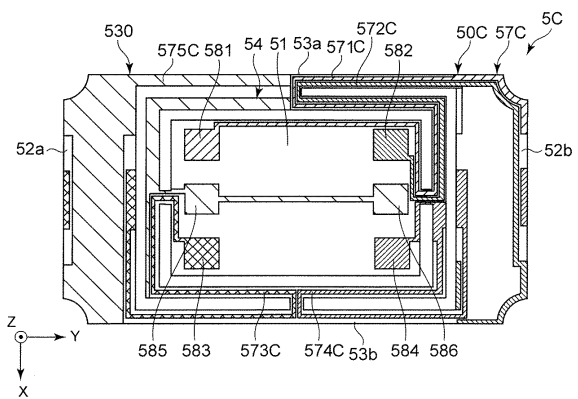
【図 11】



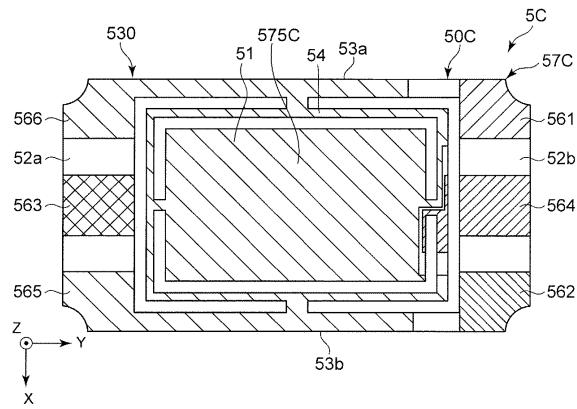
【図 10】



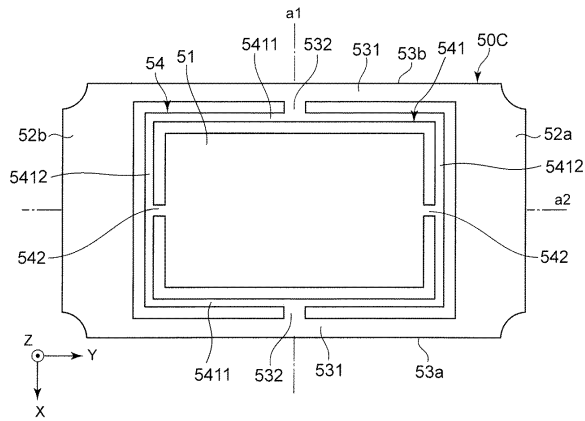
【図 12】



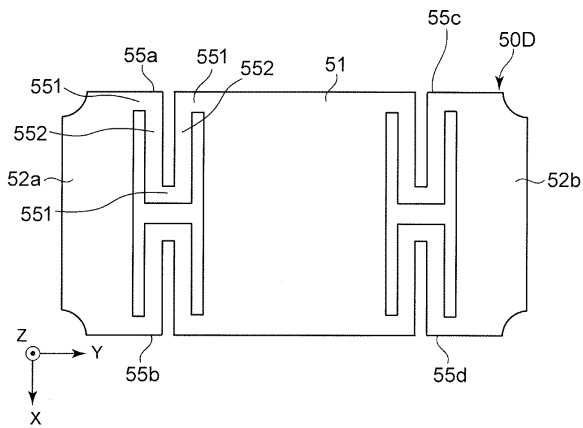
【図 13】



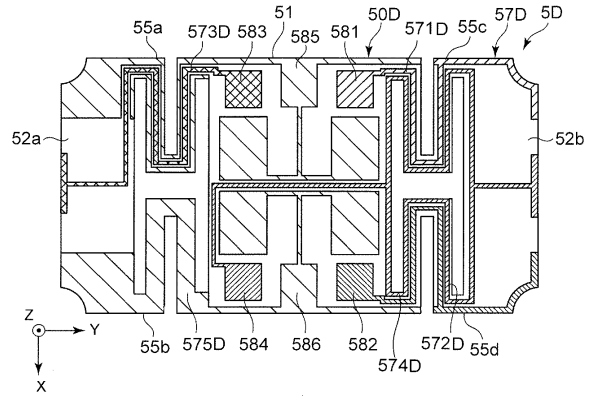
【図 14】



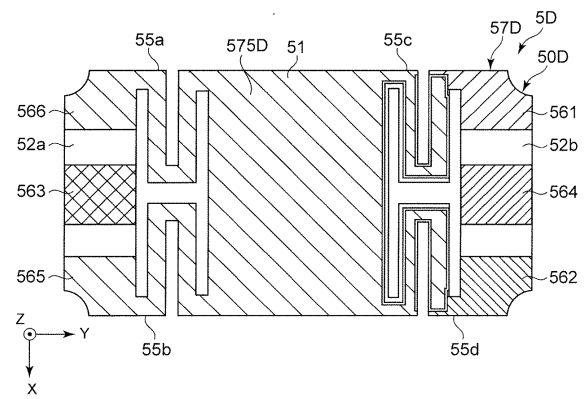
【図 17】



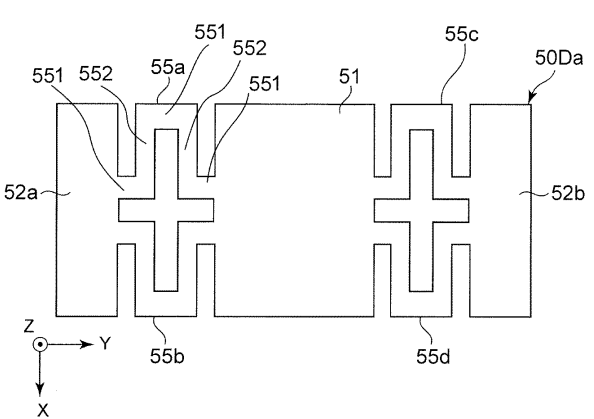
【図 15】



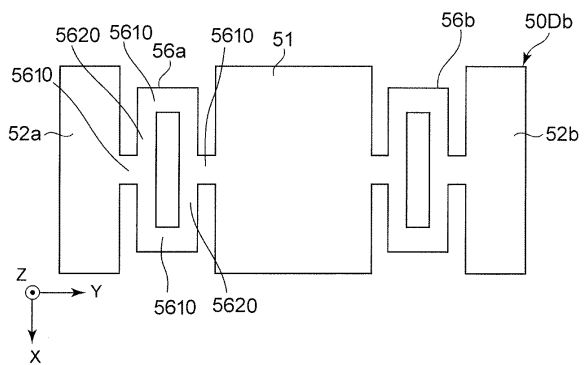
【図 16】



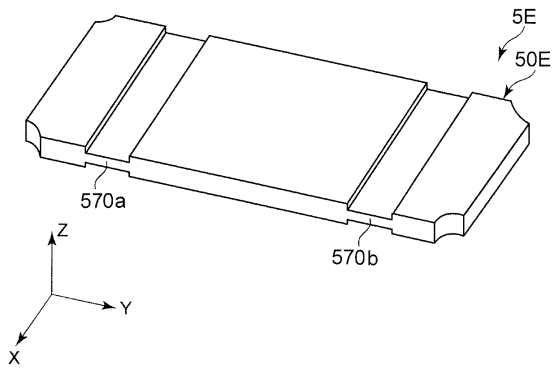
【図 18】



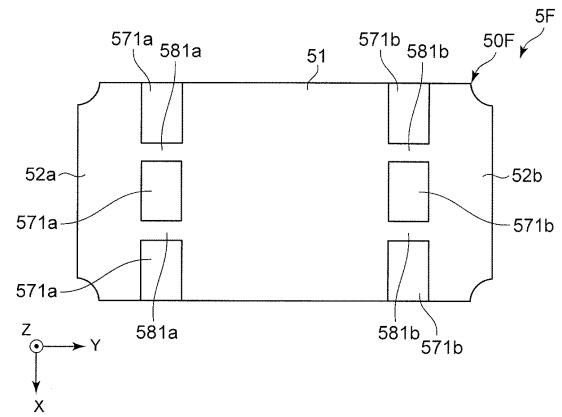
【図 19】



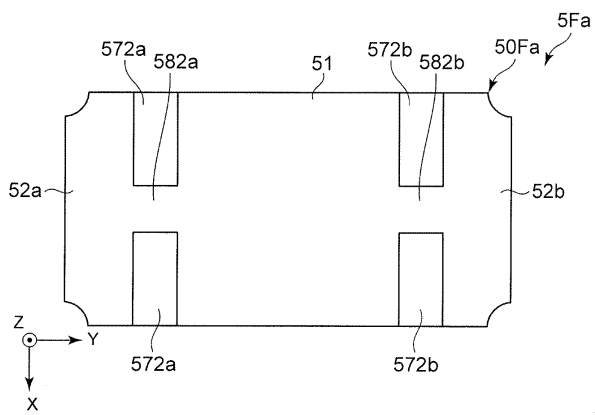
【図 20】



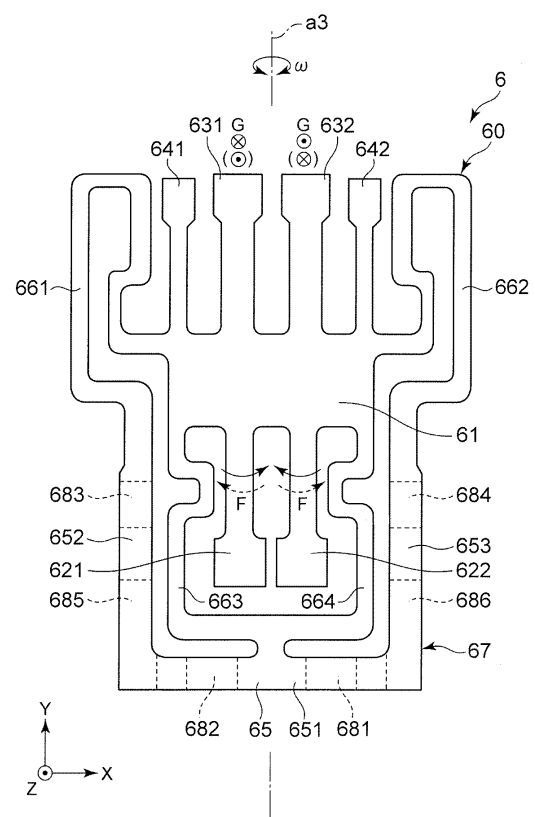
【図 21】



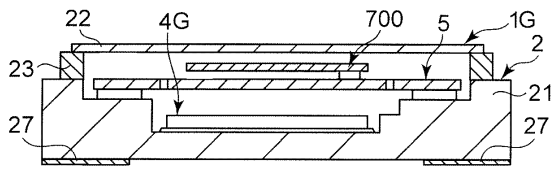
【図 22】



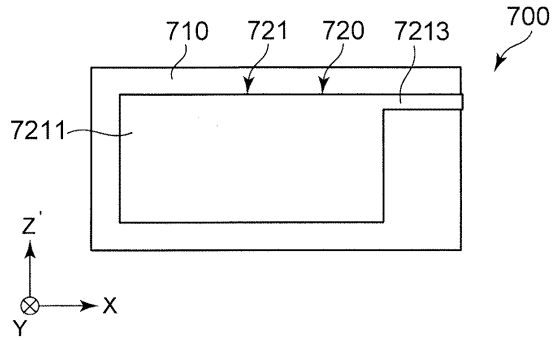
【図 23】



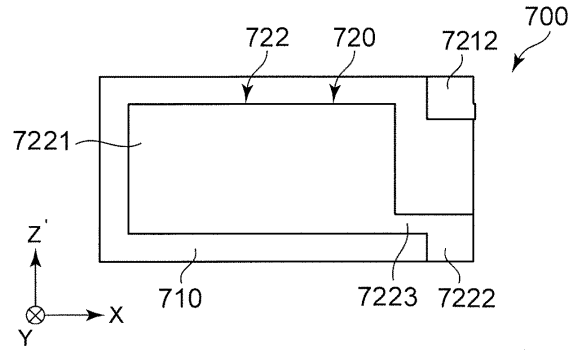
【図 2 4】



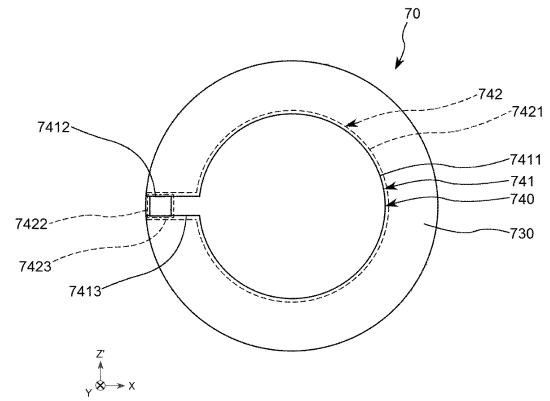
【図 2 5】



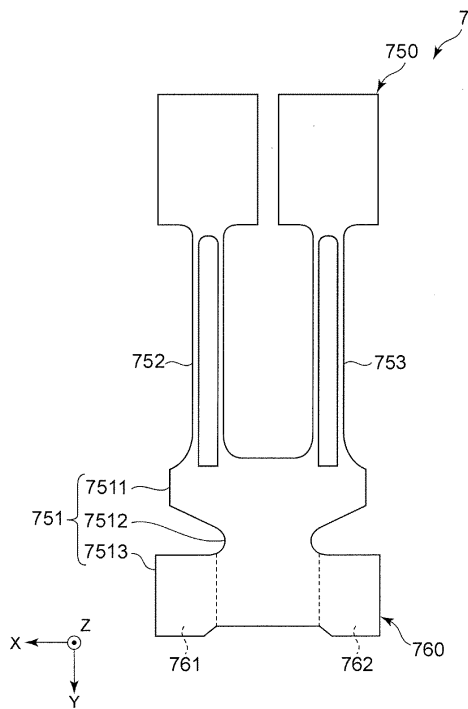
【図 2 6】



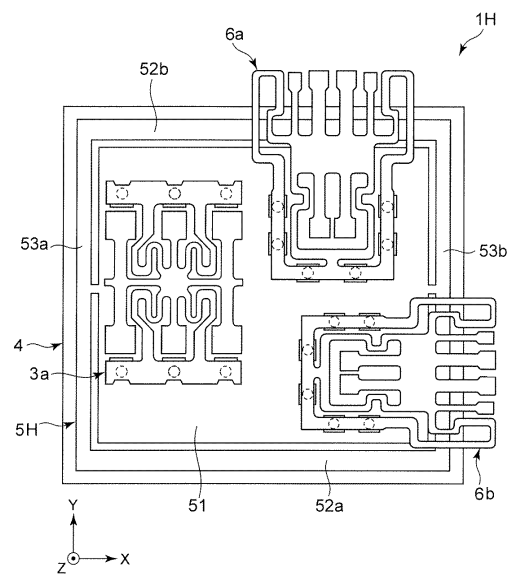
【図 2 7】



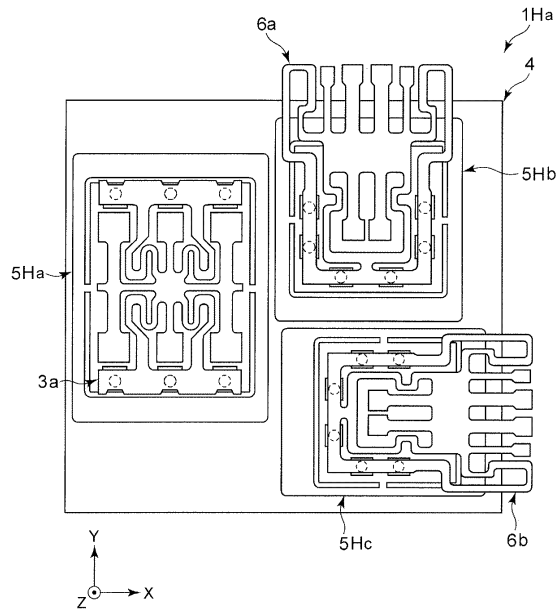
【図 2 8】



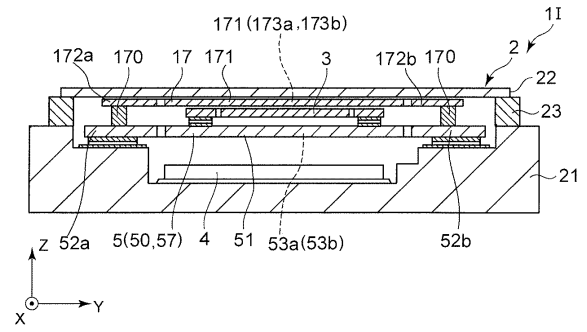
【図 2 9】



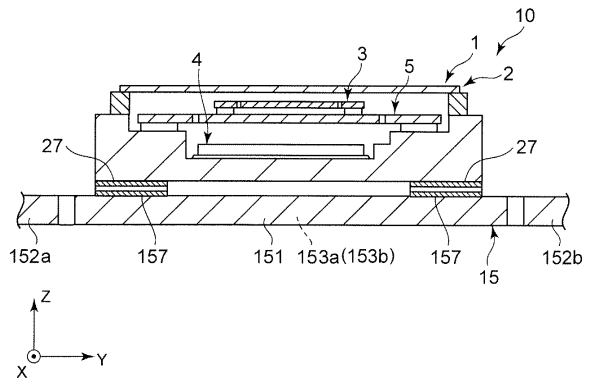
【図 30】



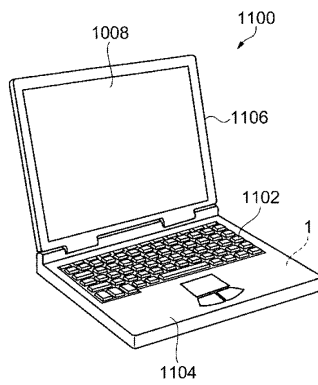
【図 31】



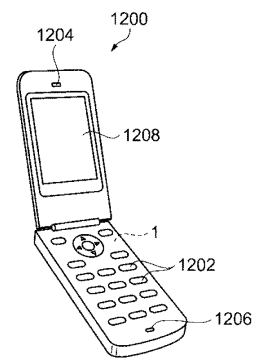
【図 32】



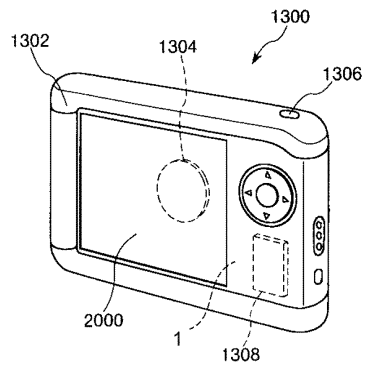
【図 33】



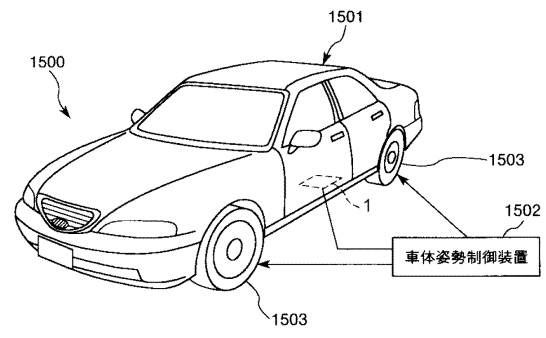
【図 34】



【図 35】



【図 36】



フロントページの続き

- (72)発明者 山口 啓一
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 中川 啓史
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 崎 和子

- (56)参考文献 特開2011-137654(JP, A)
国際公開第2007/125612(WO, A1)
特開2010-223774(JP, A)
特開2007-316090(JP, A)
特開2011-117858(JP, A)
特開2013-002938(JP, A)
特開2013-104806(JP, A)
米国特許出願公開第2010/0072862(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 19/00 - 19/72
H01L 27/20、41/00 - 41/47
H03H 3/007 - 3/06
9/00 - 9/135
9/15 - 9/24
9/30 - 9/40
9/46 - 9/62
90/66、9/70、9/74