

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7183902号
(P7183902)

(45)発行日 令和4年12月6日(2022.12.6)

(24)登録日 令和4年11月28日(2022.11.28)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 C 19/5621(2012.01) G 0 1 C 19/5621

請求項の数 10 (全19頁)

(21)出願番号	特願2019-57447(P2019-57447)	(73)特許権者	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(22)出願日	平成31年3月25日(2019.3.25)	(74)代理人	100091292 弁理士 増田 達哉
(65)公開番号	特開2020-159772(P2020-159772 A)	(74)代理人	100091627 弁理士 朝比 一夫
(43)公開日	令和2年10月1日(2020.10.1)	(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 コーエプソン株式会社内
審査請求日	令和4年1月14日(2022.1.14)	(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 コーエプソン株式会社内
		(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 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】

互いに直交する3軸をA軸、B軸およびC軸としたとき、
前記A軸および前記B軸に平行な平面に沿って、かつ前記A軸に沿って屈曲振動する振動腕を有する振動素子と、前記振動素子と前記C軸に沿って並んで配置された支持基板と、を備えている振動構造体を有し、
前記支持基板は、前記振動素子を支持している基部と、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する梁部と、を有し、
前記振動構造体の前記B軸に沿った振動の共振周波数を f_0 とし、前記振動素子の駆動周波数を f_1 としたとき、

$f_0 < f_1$ であることを特徴とする振動デバイス。

【請求項2】

前記梁部の前記A軸に沿った弾性変形のばね定数を K_a とし、前記梁部の前記B軸に沿った弾性変形のばね定数を K_b としたとき、

$K_a > K_b$ であり、

前記C軸に沿った方向からの平面視で、

前記支持部は、前記振動素子に対して前記A軸に沿った一方側に位置している第1支持部と、前記A軸に沿った他方側に位置している第2支持部と、を有する請求項1に記載の振動デバイス。

【請求項3】

前記 C 軸に沿った方向からの平面視で、

前記支持部は、前記振動素子に対して前記 B 軸に沿った一方側に位置している第 1 支持部と、前記 B 軸に沿った他方側に位置している第 2 支持部と、を有する請求項 1 に記載の振動デバイス。

【請求項 4】

前記振動素子は、

素子基部と、

前記素子基部から前記 B 軸に沿って両側に向けて延出している検出腕と、

前記素子基部から前記 A 軸に沿って延出している第 1 連結腕と、

前記素子基部から前記 A 軸に沿って前記第 1 連結腕が延出する方向とは反対側に延出している第 2 連結腕と、

10

前記第 1 連結腕の先端部から前記 B 軸に沿って両側に向けて延出している前記振動腕と、

前記第 2 連結腕の先端部から前記 B 軸に沿って両側に向けて延出し、前記 A 軸および前記 B 軸に平行な平面に沿って、かつ前記 A 軸に沿って屈曲振動する振動腕と、

を有し、

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請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の振動デバイス。

【請求項 5】

前記駆動周波数 f 1 における前記振動素子の前記 B 軸に沿った振動の変位振幅倍率が 0.8 未満である請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の振動デバイス。

20

【請求項 6】

前記振動素子は、振動基板と、前記振動基板に配置されている電極と、を有し、

前記振動基板および前記支持基板は、同じカット角の水晶基板で構成されている請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の振動デバイス。

【請求項 7】

前記 C 軸に沿った方向からの平面視で、

前記支持基板と前記振動腕とが重なっている請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の振動デバイス。

【請求項 8】

前記振動素子は、物理量を検出する物理量センサー素子である請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の振動デバイス。

30

【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電子機器。

【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移動体。

【発明の詳細な説明】

40

【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 に記載されている振動素子は、振動体と、振動体を支持し、パッケージ等に固定される第 1 支持部および第 2 支持部と、振動体と第 1 支持部とを接続している一対の梁部と、振動体と第 2 支持部とを接続している一対の梁部と、を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 3 】

【文献】特開 2 0 1 7 - 1 9 4 4 8 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、上述の振動素子では、振動体の空隙を縫うように梁部を形成しなければならないため、梁部の形状が制約を受ける。そのため、不要振動の周波数設計が制約を受け、不要振動が十分に抑制された振動素子を実現することが困難であった。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

本適用例に係る振動デバイスは、互いに直交する 3 軸を A 軸、B 軸および C 軸としたとき、

前記 A 軸および前記 B 軸に平行な平面に沿って、かつ前記 A 軸に沿って屈曲振動する振動腕を有する振動素子と、前記振動素子と前記 C 軸に沿って並んで配置された支持基板と、を備えている振動構造体を有し、

前記支持基板は、前記振動素子を支持している基部と、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する梁部と、を有し、

前記振動構造体の前記 B 軸に沿った振動の共振周波数を f_0 とし、前記振動素子の駆動周波数を f_1 としたとき、

$f_0 < f_1$ である。

【 0 0 0 6 】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記梁部の前記 A 軸に沿った弾性変形のばね定数を K_a とし、前記梁部の前記 B 軸に沿った弾性変形のばね定数を K_b としたとき、

$K_a > K_b$ であり、

前記 C 軸に沿った方向からの平面視で、

前記支持部は、前記振動素子に対して前記 A 軸に沿った一方側に位置している第 1 支持部と、前記 A 軸に沿った他方側に位置している第 2 支持部と、を有することが好ましい。

【 0 0 0 7 】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記 C 軸に沿った方向からの平面視で、

前記支持部は、前記振動素子に対して前記 B 軸に沿った一方側に位置している第 1 支持部と、前記 B 軸に沿った他方側に位置している第 2 支持部と、を有することが好ましい。

【 0 0 0 8 】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記振動素子は、

素子基部と、

前記素子基部から前記 B 軸に沿って両側に向けて延出している検出腕と、

前記素子基部から前記 A 軸に沿って延出している第 1 連結腕と、

前記素子基部から前記 A 軸に沿って前記第 1 連結腕が延出する方向とは反対側に延出している第 2 連結腕と、

前記第 1 連結腕の先端部から前記 B 軸に沿って両側に向けて延出している前記振動腕と、

前記第 2 連結腕の先端部から前記 B 軸に沿って両側に向けて延出し、前記 A 軸および前記 B 軸に平行な平面に沿って、かつ前記 A 軸に沿って屈曲振動する振動腕と、

を有し、

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。

【 0 0 0 9 】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記駆動周波数 f_1 における前記振動素子の前記 B 軸に沿った振動の変位振幅倍率が 0.8 未満であることが好ましい。

【 0 0 1 0 】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記振動素子は、振動基板と、前記振動基板に配置されている電極と、を有し、

前記振動基板および前記支持基板は、同じカット角の水晶基板で構成されていることが

10

20

30

40

50

好ましい。

【0011】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記C軸に沿った方向からの平面視で、前記支持基板と前記振動腕とが重なっていることが好ましい。

【0012】

本適用例に係る振動デバイスでは、前記振動素子は、物理量を検出する物理量センサー素子であることが好ましい。

【0013】

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。

10

【0014】

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】

【0015】

【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。

20

【図4】図3の振動素子の駆動を説明する模式図である。

【図5】図3の振動素子の駆動を説明する模式図である。

【図6】図1に示す振動デバイスが有する支持基板を示す平面図である。

【図7】周波数比 f_1 / f_d と、駆動周波数 f_1 における不要振動の変位振幅倍率 ($g a i n$) との関係を示すグラフである。

【図8】周波数比 $f_1 / f_d = 1$ のときの、 f_0 / f_1 と、駆動周波数 f_1 における不要振動の変位振幅倍率 ($g a i n$) との関係を示すグラフである。

【図9】第2実施形態の振動デバイスを示す平面図である。

【図10】第3実施形態の振動デバイスが有する支持基板を示す平面図である。

【図11】第4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。

30

【図12】第5実施形態の携帯電話機を示す斜視図である。

【図13】第6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14】第7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】

【0016】

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。

【0017】

< 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および図5は、図3の振動素子の駆動を説明する模式図である。図6は、図1に示す振動デバイスが有する支持基板を示す平面図である。図7は、周波数比 f_1 / f_d と、駆動周波数 f_1 における不要振動の変位振幅倍率 ($g a i n$) との関係を示すグラフである。図8は、周波数比 $f_1 / f_d = 1$ のときの、 f_0 / f_1 と、駆動周波数 f_1 における不要振動の変位振幅倍率 ($g a i n$) との関係を示すグラフである。なお、説明の便宜上、図1ないし図6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軸に沿った方向からの平面視を、単に「平面視」とも言う。

40

50

【 0 0 1 8 】

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。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、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、を有している。

【 0 0 1 9 】

パッケージ 2 は、上面に開口する凹部 2 1 1 を備えるベース 2 1 と、凹部 2 1 1 の開口を塞ぐようにベース 2 1 の上面に接合部材 2 3 を介して接合されているリッド 2 2 と、を有する。パッケージ 2 の内側には凹部 2 1 1 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 が収容されている。例えば、ベース 2 1 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 2 2 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 2 1 およびリッド 2 2 の構成材料としては、それぞれ、特に限定されない。

10

【 0 0 2 0 】

収納空間 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、振動素子 6 の振動特性が向上する。ただし、収納空間 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。

【 0 0 2 1 】

また、凹部 2 1 1 は、複数の凹部で構成され、ベース 2 1 の上面に開口している凹部 2 1 1 a と、凹部 2 1 1 a の底面に開口し、凹部 2 1 1 a よりも開口幅が小さい凹部 2 1 1 b と、凹部 2 1 1 b の底面に開口し、凹部 2 1 1 b よりも開口幅が小さい凹部 2 1 1 c と、を有する。そして、凹部 2 1 1 a 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 2 1 1 c の底面に、回路素子 3 が固定されている。

20

【 0 0 2 2 】

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 軸および B 軸に沿った方向への平面積の広がりを抑制でき、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

【 0 0 2 3 】

また、図 1 および図 2 に示すように、凹部 2 1 1 a の底面には複数の内部端子 2 4 1 が配置され、凹部 2 1 1 b の底面には複数の内部端子 2 4 2 が配置され、ベース 2 1 の下面には複数の外部端子 2 4 3 が配置されている。これら内部端子 2 4 1、2 4 2 および外部端子 2 4 3 は、ベース 2 1 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 2 4 1 は、導電性の接合部材 B 1、B 2 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 2 4 2 は、ボンディングワイヤー B W を介して回路素子 3 と電氣的に接続されている。

【 0 0 2 4 】

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。また、振動基板 7 は、Z カットの水晶基板で構成され、素子の中央部に位置する素子基部 7 0 と、素子基部 7 0 から B 軸に沿って両側に向けて延出している検出腕 7 1、7 2 と、素子基部 7 0 から A 軸に沿って延出している第 1 連結腕 7 3 と、素子基部 7 0 から A 軸に沿って第 1 連結腕 7 3 が延出している方向とは反対側に延出している第 2 連結腕 7 4 と、第 1 連結腕 7 3 の先端部から B 軸に沿って両側に向けて延出している振動腕としての駆動腕 7 5、7 6 と、第 2 連結腕 7 4 の先端部から B 軸に沿って両側に向けて延出している振動腕としての駆動腕 7 7、7 8 と、を有する。なお、Z カットの水晶基板は、水晶の結晶軸である電気軸としての X

40

50

軸および機械軸としてのY軸で規定されるX-Y平面に広がりをも有し、光軸としてのZ軸に沿った方向に厚みを有している。

【0025】

また、各検出腕71、72は、その先端部に、基端側の部分よりも幅広の幅広部711、721を有する。また、各駆動腕75、76、77、78は、その先端部に、基端側の部分よりも幅広の幅広部751、761、771、781を有する。

【0026】

また、電極8は、駆動信号電極81と、駆動接地電極82と、第1検出信号電極83と、第1検出接地電極84と、第2検出信号電極85と、第2検出接地電極86と、を有する。駆動信号電極81は、駆動腕75、76の上下面と駆動腕77、78の両側面とに配置されている。一方、駆動接地電極82は、駆動腕75、76の両側面と駆動腕77、78の上下面とに配置されている。また、第1検出信号電極83は、検出腕71の上下面に配置され、第1検出接地電極84は、検出腕71の両側面に配置されている。一方、第2検出信号電極85は、検出腕72の上下面に配置され、第2検出接地電極86は、検出腕72の両側面に配置されている。

10

【0027】

また、これら電極81～86は、それぞれ、素子基部70の下面まで引き回されている。そのため、素子基部70の下面には、駆動信号電極81と電氣的に接続されている端子701と、駆動接地電極82と電氣的に接続されている端子702と、第1検出信号電極83と電氣的に接続されている端子703と、第1検出接地電極84と電氣的に接続されている端子704と、第2検出信号電極85と電氣的に接続されている端子705と、第2検出接地電極86と電氣的に接続されている端子706と、が配置されている。

20

【0028】

また、図3に示すように、振動素子6は、駆動腕75～78の幅広部751～781にも電極8が配置されている。振動デバイス1では、リッド22をベース21に接合する前に、C軸プラス側から幅広部751～781上の電極8にレーザー光を照射し、電極8の少なくとも一部を除去することにより、駆動腕75～78の質量を減少させ、振動素子6の振動バランスや駆動周波数を調整することができる。以下、この工程を「駆動周波数調整工程」とも言う。

【0029】

このような振動素子6は、次のようにして角速度 ω を検出する。まず、駆動信号電極81および駆動接地電極82間に駆動信号を印加すると、駆動腕75～78が、図4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 ω が加わると、図5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75～78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71、72が矢印Eに示す方向に屈曲振動する。このような検出振動モードによって検出腕71に発生した電荷を第1検出信号電極83および第1検出接地電極84の間から第1検出信号として取り出し、検出腕72に発生した電荷を第2検出信号電極85および第2検出接地電極86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 ω を検出することができる。

30

40

【0030】

図1に示すように、回路素子3は、凹部211cの底面に固定されている。また、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。

【0031】

図2に示すように、支持基板4は、基部40と、基部40を支持し、基部40のA軸に沿って両側に分かれて配置されている第1支持部411および第2支持部412を備える

50

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。

【 0 0 3 2 】

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。

10

【 0 0 3 3 】

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、支持基板 4 によって振動素子 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。

【 0 0 3 4 】

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。

20

【 0 0 3 5 】

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。

30

【 0 0 3 6 】

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 字状に蛇行した屈曲部 4 2 1、4 3 1、4 4 1、4 5 1 を有し、A 軸方向および B 軸方向に弾性変形し易い形状となっている。そのため、梁部 4 2 ~ 4 5 によって、ベース 2 1 から伝わる応力をより効果的に吸収、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、屈曲部 4 2 1 ~ 4 5 1 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。

40

【 0 0 3 7 】

また、平面視で、振動素子 6 の駆動腕 7 5 が梁部 4 2 と重なっており、駆動腕 7 6 が梁部 4 3 と重なっており、駆動腕 7 7 が梁部 4 4 と重なっており、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。また、本実施形態

50

では、駆動腕 75 ~ 78 の先端部すなわち幅広部 751 ~ 781 と梁部 42 ~ 45 とが重なっているため、駆動腕 75 ~ 78 の C 軸方向への過度な変形をより効果的に抑制することができる。

【0038】

ただし、これに限定されず、例えば、基部 40 や第 1、第 2 支持部 411、412 が駆動腕 75 ~ 78 と重なっていてもよいし、基部 40、第 1、第 2 支持部 411、412 および梁部 42 ~ 45 のいずれも駆動腕 75 ~ 78 と重なっていなくてもよい。

【0039】

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。

10

【0040】

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 とで互いに X 軸に沿う方向が一致し、互いに Y 軸に沿う方向が一致し、互いに Z 軸に沿う方向が一致している。水晶は、X 軸に沿う方向、Y 軸に沿う方向および Z 軸に沿う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。

20

【0041】

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 とは異なっていてもよい。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 21 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。

30

【0042】

また、支持基板 4 には、振動素子 6 と内部端子 241 とを電氣的に接続する配線 5 が配置されている。図 6 に示すように、配線 5 は、基部 40 に配置されている端子 511、521、531、541、551、561 と、第 1 支持部 411 に配置されている端子 512、532、542 と、第 2 支持部 412 に配置されている端子 522、552、562 と、を有する。また、配線 5 は、梁部 42 を通って端子 511 と端子 512 を接続する引出配線 513 と、梁部 44 を通って端子 521 と端子 522 とを接続する引出配線 523 と、梁部 43 を通って端子 531 と端子 532 とを接続する引出配線 533 と、梁部 42、43 を通って端子 541 と端子 542 とを接続する引出配線 543 と、梁部 45 を通って端子 551 と端子 552 とを接続する引出配線 553 と、梁部 44、45 を通って端子 561 と端子 562 とを接続する引出配線 563 と、を有する。

40

【0043】

そして、図示しないが、基部 40 に配置されている端子 511 ~ 561 は、接合部材 B2 を介して、振動素子 6 の素子基部 70 に配置されている端子 701 ~ 706 と電氣的に接続されており、第 1、第 2 支持部 411、412 に配置されている端子 512 ~ 562 は、接合部材 B1 を介して、内部端子 241 と電氣的に接続されている。これにより、振動素子 6 と回路素子 3 とが電氣的に接続される。

【0044】

以上、振動デバイス 1 の構成について簡単に説明した。ここで、前述した振動素子 6 で

50

は、例えば、振動基板 7 の駆動周波数調整工程によって駆動腕 7 5 ~ 7 8 の重量バランスが十分に調整されず、振動素子 6 の重心が素子の中心からずれてしまうと、駆動振動モード時に振動素子 6 が B 軸に沿って振動する不要振動（以下、単に「不要振動」と言う。）が生じる。この不要振動が生じると振動素子 6 の振動漏れが大きくなり、その分、Q 値が低下して振動素子 6 の振動特性が低下する。

【 0 0 4 5 】

そこで、振動デバイス 1 では、振動素子 6 を支持している支持基板 4 で振動素子 6 の不要振動を減衰し、振動素子 6 の振動特性の低下を抑制する構成となっている。以下、このことについて詳細に説明する。なお、以下では、振動素子 6 と支持基板 4 とからなる構造体を「振動構造体 1 0」とも言う。振動構造体 1 0 は、基部 4 0 および振動素子 6 を含む質量部と、4 つの梁部 4 2 ~ 4 5 を含むばね部と、からなる振動系 1 0 0 を有する。

10

【 0 0 4 6 】

前述したように、振動デバイス 1 では、振動素子 6 を支持する支持基板 4 を振動素子 6 とは別体で構成し、しかも、支持基板 4 と振動素子 6 とを C 軸に沿って重ねて配置している。これにより、振動素子 6 に邪魔されることなく、支持基板 4 を自由に設計することができる。支持基板 4 の設計自由度が増すことにより、その設計がより好適なものとなり、より効果的に振動素子 6 の不要振動を抑制することができる。

【 0 0 4 7 】

振動構造体 1 0 すなわち振動系 1 0 0 の B 軸に沿った振動の共振周波数を f_0 とし、駆動振動モードにおける振動素子 6 単体の駆動周波数を f_1 としたとき、本実施形態の振動デバイス 1 は、 $f_0 < f_1$ の関係を満たす。振動素子 6 の不要振動は、駆動振動モードにおける駆動腕 7 5 ~ 7 8 の振動に起因して生じるため、その周波数は、駆動周波数 f_1 と実質的に等しい。したがって、 $f_0 < f_1$ とすることにより、実質的に f_1 である不要振動の周波数と共振周波数 f_0 との間に差が生じ、言い換えると、不要振動の周波数が共振周波数 f_0 からずれ、不要振動に呼応した振動系 1 0 0 の共振を抑制することができる。そのため、支持基板 4 によって振動素子 6 の不要振動を効果的に減衰させることができる。

20

【 0 0 4 8 】

ここで、共振周波数 f_0 と駆動周波数 f_1 との間に差を生じさせるためなら、 $f_0 > f_1$ であってもよい。しかしながら、 $f_0 > f_1$ とするには、振動系 1 0 0 の前記質量部を軽くするか、振動系 1 0 0 の前記ばね部のばね定数を大きくする必要がある。そして、前者の場合、例えば、振動素子 6 のサイズを小さくすることにより対応可能であるが、振動素子 6 のサイズを小さくすれば、その分、振動素子 6 の振動特性が低下する。一方、後者の場合、梁部 4 2 ~ 4 5 を硬くすることにより対応可能であるが、梁部 4 2 ~ 4 5 を硬くすれば、その分、パッケージ 2 からの応力が支持基板 4 を伝って振動素子 6 に伝わり易くなる。このように、 $f_0 > f_1$ では、他の要因によって振動素子 6 の振動特性の低下を招いてしまう。これに対して、本実施形態のように、 $f_0 < f_1$ とすれば、そのような問題が生じず、より効果的に、振動素子 6 の振動特性の低下を抑制することができる。

30

【 0 0 4 9 】

特に、本実施形態では、梁部 4 2 ~ 4 5 を B 軸よりも A 軸に沿って長く形成させており、これにより、各梁部 4 2 ~ 4 5 は、A 軸に沿った弾性変形よりも B 軸に沿って弾性変形し易くなっている。つまり、振動系 1 0 0 のばね部では、A 軸に沿った弾性変形のばね定数を K_a とし、B 軸に沿った弾性変形のばね定数を K_b としたとき、 $K_a > K_b$ である。これにより、共振周波数 f_0 を効果的に下げることができ、共振周波数 f_0 と駆動周波数 f_1 の差 $f_1 - f_0$ をより大きくすることができる。したがって、支持基板 4 による不要振動の減衰効果がより向上する。なお、ばね定数 K_a 、 K_b は、 $0.2 < K_b / K_a < 0.8$ であることが好ましく、 $0.3 < K_b / K_a < 0.7$ であることがより好ましく、 $0.4 < K_b / K_a < 0.6$ であることがさらに好ましい。これにより、梁部 4 2 ~ 4 5 の機械的強度を確保しつつ、ばね定数 K_b を十分に小さくすることができる。そのため、支持基板 4 による不要振動の減衰効果がさらに向上する。ただし、これに限定されず、 $K_a > K_b$ であってもよい。

40

50

【 0 0 5 0 】

次に、図 7 に、振動素子 6 の B 軸に沿った振動である不要振動の周波数を f_d としたときの f_1 / f_d と、駆動周波数 f_1 における振動素子 6 の B 軸に沿った振動の変位振幅倍率 ($g a i n$) との関係を示す。なお、「変位振幅」とは、振動時の寸法変位の最大幅であり、「変位振幅倍率」とは、 f_1 / f_d を 0 . 0 1 としたときの変位振幅に対する変位振幅の倍率である。このグラフ中の曲線 Q 1 は、本実施形態の振動構造体 1 0 であり、曲線 Q 2 は、後述する第 2 実施形態の振動構造体 1 0 であり、曲線 Q 3 は、従来技術で挙げた特開 2 0 1 7 - 1 9 4 4 8 5 号公報に記載されている比較例としての振動素子である。

【 0 0 5 1 】

前述したように、不要振動の周波数 f_d は、駆動周波数 f_1 と実質的に等しいため、図 7 中の $f_1 / f_d = 1$ について比較すれば、本実施形態の振動構造体 1 0 の変位振幅倍率 ($g a i n$) が最も小さく、次に、後述する第 2 実施形態の振動構造体 1 0 の変位振幅倍率 ($g a i n$) が小さく、比較例としての振動素子の変位振幅倍率 ($g a i n$) が最も大きいことが分かる。変位振幅倍率 ($g a i n$) が小さい程、振動系 1 0 0 における質量部すなわち振動素子 6 の B 軸方向への振幅が小さいことを意味するため、本実施形態の振動構造体 1 0 によれば、振動素子 6 の不要振動をより効果的に減衰させることができる。

【 0 0 5 2 】

また、図 8 に、 $f_1 / f_d = 1$ のときの、振動系 1 0 0 の B 軸に沿った振動の共振周波数 f_0 と駆動周波数 f_1 の比である f_0 / f_1 と、駆動周波数 f_1 における振動素子 6 の B 軸に沿った振動の変位振幅倍率 ($g a i n$) との関係を示す。この図から分かるように、 f_0 / f_1 が小さくなる程、すなわち、共振周波数 f_0 と駆動周波数 f_1 の差： $f_1 - f_0$ が大きくなる程、変位振幅倍率 ($g a i n$) が小さくなる。そして、本実施形態では、変位振幅倍率 ($g a i n$) が 0 . 8 未満である。比較例として挙げた振動素子の変位振幅倍率 ($g a i n$) が 0 . 8 であるため、少なくとも 0 . 8 未満であれば、比較例に対して優れた不要振動減衰効果を発揮することができる。なお、変位振幅倍率 ($g a i n$) は、0 . 6 未満であることが好ましく、0 . 4 未満であることがより好ましく、0 . 2 未満であることがさらに好ましい。これにより、不要振動減衰効果をより顕著に発揮することができる。

【 0 0 5 3 】

なお、図 8 から、変位振幅倍率を 0 . 8 未満とするには、 f_0 / f_1 を 0 . 7 未満とすればよく、変位振幅倍率を 0 . 6 未満とするには、 f_0 / f_1 を 0 . 6 5 未満とすればよく、変位振幅倍率を 0 . 4 未満とするには、 f_0 / f_1 を 0 . 5 5 未満とすればよく、変位振幅倍率を 0 . 2 未満とするには、 f_0 / f_1 を 0 . 4 未満とすればよいことが分かる。つまり、 f_0 / f_1 は、0 . 7 未満であることが好ましく、0 . 6 5 未満であることがより好ましく、0 . 5 5 未満であることがさらに好ましく、0 . 4 未満であることがますます好ましい。

【 0 0 5 4 】

以上、振動デバイス 1 について説明した。振動デバイス 1 は、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 軸としたとき、A 軸および B 軸に平行な平面に沿って、かつ A 軸に沿って屈曲振動する振動腕としての駆動腕 7 5、7 6、7 7、7 8 を有する振動素子 6 と、振動素子 6 と C 軸に沿って並んで配置された支持基板 4 と、を備えている振動構造体 1 0 を有する。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 4 1 と、基部 4 0 と支持部 4 1 とを接続する梁部 4 2、4 3、4 4、4 5 と、を有する。そして、振動構造体 1 0 の B 軸に沿った振動の共振周波数を f_0 とし、振動素子 6 の駆動周波数を f_1 としたとき、 $f_0 < f_1$ である。このように、 $f_0 < f_1$ とすることにより、実質的に f_1 である不要振動の周波数と共振周波数 f_0 とに差が生じ、不要振動による振動系 1 0 0 の共振を抑制することができる。そのため、支持基板 4 によって振動素子 6 の不要振動を効果的に減衰させることができる。

【 0 0 5 5 】

また、前述したように、梁部 4 2、4 3、4 4、4 5 の A 軸に沿った弾性変形のばね定

10

20

30

40

50

数を K_a とし、梁部 4 2、4 3、4 4、4 5 の B 軸に沿った弾性変形のばね定数を K_b としたとき、 $K_a > K_b$ である。また、C 軸に沿った方向からの平面視で、支持部 4 1 は、振動素子 6 に対して A 軸に沿った一方側、本実施形態ではプラス側に位置している第 1 支持部 4 1 1 と、A 軸に沿った他方側、本実施形態ではマイナス側に位置している第 2 支持部 4 1 2 と、を有する。このように、第 1、第 2 支持部 4 1 1、4 1 2 を振動素子 6 の両側に配置することにより、振動素子 6 を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 の振動特性が安定する。また、第 1、第 2 支持部 4 1 1、4 1 2 を A 軸に沿って並べて配置することにより、基部 4 0 と第 1、第 2 支持部 4 1 1、4 1 2 とを接続する梁部 4 2、4 3、4 4、4 5 を B 軸よりも A 軸に沿って長く形成させ易くなり、 $K_a > K_b$ の関係を満たし易くなる。そのため、支持基板 4 の設計自由度が向上する。

10

【0056】

また、前述したように、振動素子 6 は、素子基部 7 0 と、素子基部 7 0 から B 軸に沿って両側に向けて延出している検出腕 7 1、7 2 と、素子基部 7 0 から A 軸に沿って延出している第 1 連結腕 7 3 と、素子基部 7 0 から A 軸に沿って第 1 連結腕 7 3 が延出する方向とは反対側に延出している第 2 連結腕 7 4 と、第 1 連結腕 7 3 の先端部から B 軸に沿って両側に向けて延出している振動腕としての駆動腕 7 5、7 6 と、第 2 連結腕 7 4 の先端部から B 軸に沿って両側に向けて延出している振動腕としての駆動腕 7 7、7 8 と、を有しており、素子基部 7 0 が接合部材 B 2 を介して基部 4 0 に固定されている。これにより、物理量を検出する物理量センサー素子としての振動素子 6 の不要振動をより効果的に減衰させることができ、高精度の振動デバイス 1 を実現することができる。

20

【0057】

また、前述したように、駆動周波数 f_1 における振動素子 6 の B 軸に沿った振動の変位振幅倍率 (gain) が 0.8 未満である。これにより、支持基板 4 によって、振動素子 6 の不要振動をより効果的に減衰させることができる。

【0058】

また、前述したように、振動素子 6 は、振動基板 7 と、振動基板 7 に配置されている電極 8 と、を有する。そして、振動基板 7 および支持基板 4 は、同じカット角の水晶基板で構成されている。これにより、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。

30

【0059】

また、前述したように、C 軸に沿った方向からの平面視で、支持基板 4 と駆動腕 7 5、7 6、7 7、7 8 とが重なっている。そのため、支持基板 4 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し、振動素子 6 の破損を効果的に抑制することができる。

【0060】

また、前述したように、振動素子 6 は、物理量を検出する物理量センサー素子である。特に、本実施形態では、振動素子 6 は、角速度 c を検出する角速度センサー素子である。これにより、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、利便性の高い振動デバイス 1 となる。

40

【0061】

なお、以上のような第 1 実施形態では、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たが、振動素子 6 は、支持基板 4 と回路素子 3 との間に位置し、支持基板 4 が、振動素子 6 を上側すなわち C 軸プラス側から支えるように支持してもよい。また、第 1 実施形態では、支持基板 4 は、接合部材 B 1 を介してベース 2 1 の凹部 2 1 1 a の底面に固定されていたが、支持基板 4 は、接合部材を介して回路素子 3 に固定されていてもよい。

【0062】

< 第 2 実施形態 >

50

図 9 は、第 2 実施形態の振動デバイスを示す平面図である。

【 0 0 6 3 】

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 9 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 6 4 】

図 9 示すように、本実施形態の支持基板 4 では、振動素子 6 以外の各部分、すなわち、パッケージ 2、支持基板 4 および回路素子 3 が前述した第 1 実施形態から C 軸まわりに 90°回転して配置されている。すなわち、支持基板 4 は、基部 40 と、基部 40 を支持し、基部 40 の B 軸に沿って両側に分かれて配置されている第 1 支持部 411 および第 2 支持部 412 を備える支持部 41 と、基部 40 と第 1 支持部 411 とを接続している一対の梁部 42、43 と、基部 40 と第 2 支持部 412 とを接続している一対の梁部 44、45 と、を有する。そして、基部 40 に導電性の接合部材 B2 を介して振動素子 6 の素子基部 70 が固定されており、第 1 支持部 411 および第 2 支持部 412 がそれぞれ接合部材 B1 を介して凹部 211a の底面に固定されている。このような構成によっても、前述した図 7 中の曲線 Q2 に示すように、支持基板 4 によって振動素子 6 の不要振動を効果的に減衰させることができる。なお、支持基板 4 は、結晶軸の向きについては C 軸まわりに回転しておらず、前述した第 1 実施形態のままである。

【 0 0 6 5 】

このような、本実施形態の振動デバイス 1 によれば、支持基板 4 によって振動素子 6 の不要振動を効果的に減衰させることができるとともに、第 1、第 2 支持部 411、412 を振動素子 6 の両側に配置することにより、振動素子 6 を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 の振動特性が安定する。

【 0 0 6 6 】

< 第 3 実施形態 >

図 10 は、第 3 実施形態の振動デバイスが有する支持基板を示す平面図である。

【 0 0 6 7 】

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 10 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 6 8 】

図 10 に示すように、本実施形態の支持基板 4 は、ジンバル形状となっている。すなわち、支持基板 4 は、中央部に位置し、接合部材 B2 を介して振動素子 6 が固定されている基部 46 と、基部 46 を囲み、基部 46 を支持すると共に接合部材 B1 を介して凹部 211a の底面に固定されている支持部 47 と、基部 46 と支持部 47 との間に位置し、これらを接続する梁部 48 と、を有する。

【 0 0 6 9 】

また、梁部 48 は、基部 46 と支持部 47 との間に位置し、基部 46 を囲む枠状の枠部 481 と、基部 46 と枠部 481 とを接続する第 1 梁部 482 と、支持部 47 と枠部 481 とを接続する第 2 梁部 483 と、を有する。第 1 梁部 482 は、B 軸に沿った方向の中央において基部 46 と枠部 481 とを接続しており、その中心軸 J2 が A 軸に沿っている。一方、第 2 梁部 483 は、A 軸に沿った方向の中央において支持部 47 と枠部 481 とを接続しており、その中心軸 J1 が B 軸に沿っている。つまり、中心軸 J1、J2 は、直交しており、その交点は、支持基板 4 の中心 O4 とほぼ一致している。ただし、中心軸 J1、J2 は、0°超 90°未満の角度で交わっていてもよいし、これらの交点を中心 O4 からずれていてもよい。

【 0 0 7 0 】

また、支持部 47 は、矩形の枠状をなし、平面視で、振動素子 6 に対して A 軸プラス側

10

20

30

40

50

に位置する第 1 支持部 4 7 1 と、A 軸マイナス側に位置する第 2 支持部 4 7 2 と、を有する。そして、第 1 支持部 4 7 1 および第 2 支持部 4 7 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。

【 0 0 7 1 】

このような構成によっても、前述した第 1 実施形態と同様の作用効果を発揮することができる。なお、本実施形態では、支持部 4 7 が棒状をなしているが、これに限定されず、例えば、周方向の一部が欠損して、C 字状となっていてよい。棒部 4 8 1 についても同様である。

【 0 0 7 2 】

< 第 4 実施形態 >

図 1 1 は、第 4 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 0 7 3 】

図 1 1 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動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 0 7 4 】

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 0 7 5 】

< 第 5 実施形態 >

図 1 2 は、第 5 実施形態の携帯電話機を示す斜視図である。

【 0 0 7 6 】

図 1 2 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 0 7 7 】

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 0 7 8 】

< 第 6 実施形態 >

図 1 3 は、第 6 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 0 7 9 】

図 1 3 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。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

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 0 8 1 】

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 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）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、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、船舶のような計器類、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 0 8 2 】

< 第 7 実施形態 >

図 1 4 は、第 7 実施形態の自動車を示す斜視図である。

【 0 0 8 3 】

図 1 4 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るナビシステム 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 0 8 4 】

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 の出力信号としての発振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 0 8 5 】

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、二輪車、航空機、船舶、電車、ロケット、宇宙船等であってもよい。

【 0 0 8 6 】

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 0 8 7 】

1 ... 振動デバイス、1 0 ... 振動構造体、1 0 0 ... 振動系、2 ... パッケージ、2 1 ... ベース、2 1 1 ... 凹部、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 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 ... 梁部、4 2 1 ... 屈曲部、4 3 ... 梁部、4 3 1 ... 屈曲部、4 4 ... 梁部、4 4 1 ... 屈曲部、4 5 ... 梁部、4 5 1 ... 屈曲部、4 6 ... 基部、4 7 ... 支持部、4 7 1 ... 第 1 支持部、4 7 2 ... 第 2 支持部、4 8 ... 梁部、4 8 1 ... 枠部、4 8 2 ... 第 1 梁部、4 8 3 ... 第 2 梁部、5 ... 配線、5 1 1、5 1 2 ... 端子、5 1 3 ... 引出配線、5 2 1、5 2 2 ... 端子、5 2 3 ... 引出配線、5 3 1、5 3 2 ... 端子、5 3 3 ... 引出配線、5 4 1、5 4 2 ... 端子、5 4 3 ... 引出配線、5 5 1、5 5 2 ... 端子、5 5 3 ... 引出配線、5 6 1、5 6 2 ... 端子、5 6 3 ... 引出配線、6 ... 振動

10

20

30

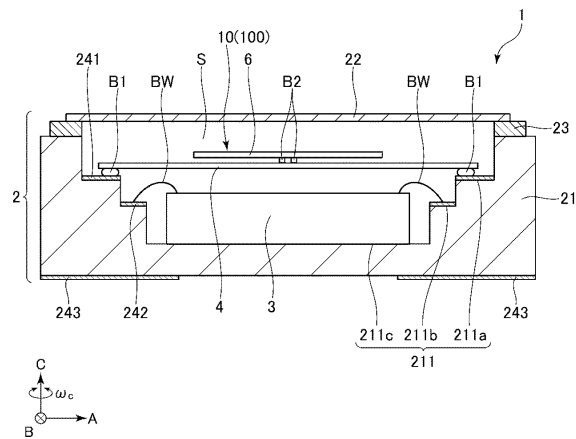
40

50

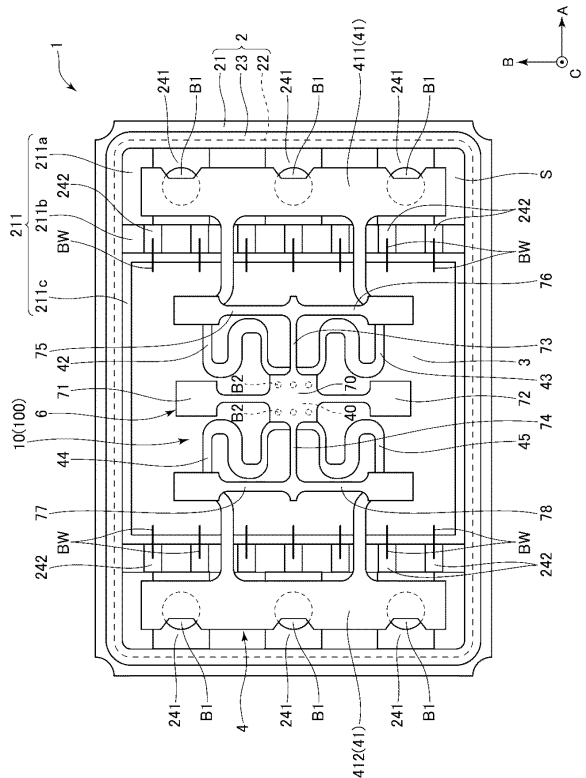
素子、7...振動基板、70...素子基部、701~706...端子、71...検出腕、711...幅広部、72...検出腕、721...幅広部、73...第1連結腕、74...第2連結腕、75...駆動腕、751...幅広部、76...駆動腕、761...幅広部、77...駆動腕、771...幅広部、78...駆動腕、781...幅広部、8...電極、81...駆動信号電極、82...駆動接地電極、83...第1検出信号電極、84...第1検出接地電極、85...第2検出信号電極、86...第2検出接地電極、1100...パーソナルコンピューター、1102...キーボード、1104...本体部、1106...表示ユニット、1108...表示部、1110...信号処理回路、1200...携帯電話機、1202...操作ボタン、1204...受話口、1206...送話口、1208...表示部、1210...信号処理回路、1300...デジタルスチールカメラ、1302...ケース、1304...受光ユニット、1306...シャッターボタン、1308...メモリー、1310...表示部、1312...信号処理回路、1500...自動車、1502...システム、1510...信号処理回路、B1、B2...接合部材、BW...ボンディングワイヤー、D、E...矢印、J1、J2...中心軸、O4...中心、Q1~Q3...曲線、S...内部空間、f0...共振周波数、f1...駆動周波数、fd...周波数、c...角速度

【図面】

【図1】



【図2】



10

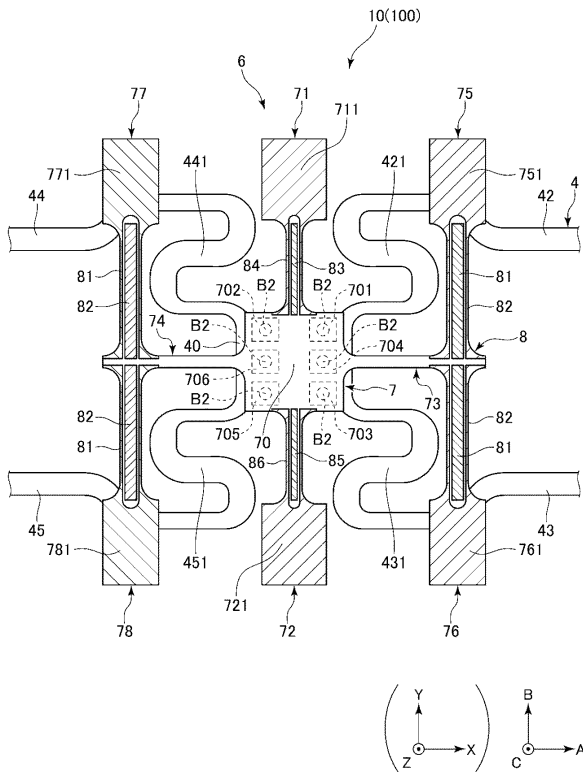
20

30

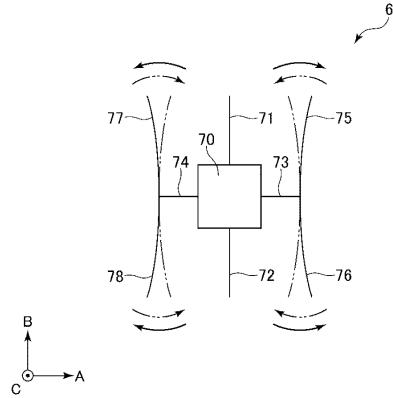
40

50

【図3】



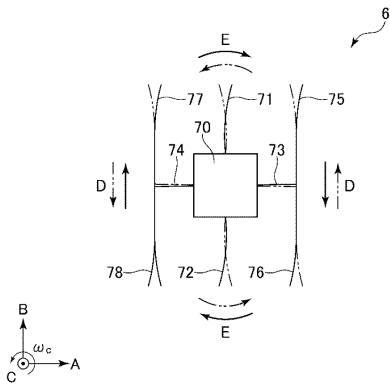
【図4】



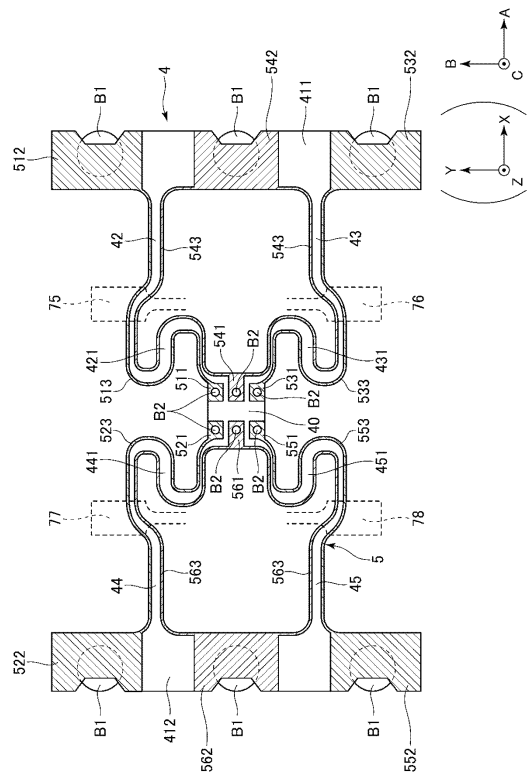
10

20

【図5】



【図6】

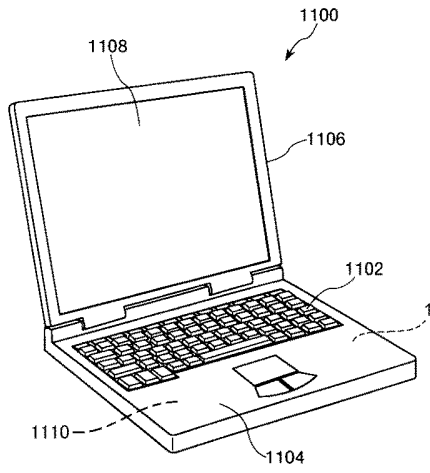


30

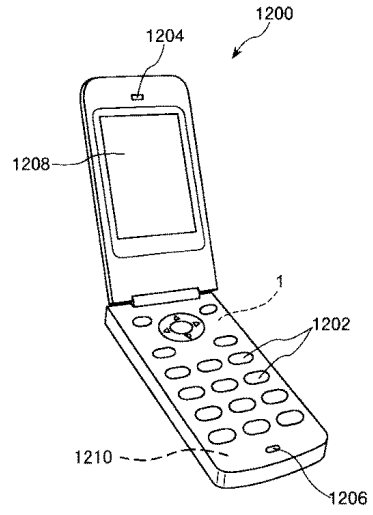
40

50

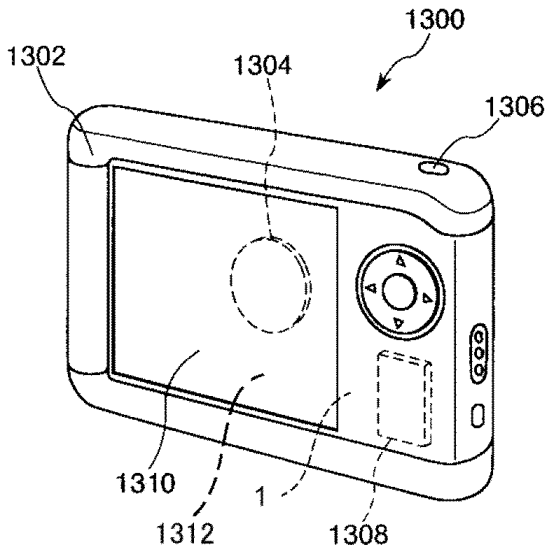
【図 1 1】



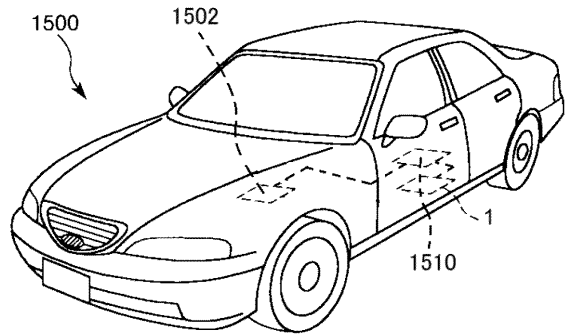
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



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2014-089049(JP,A)
特開2017-151010(JP,A)
特開2016-133330(JP,A)
特開2016-085183(JP,A)
特開2009-162778(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01C 19/00 - 19/72