

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5712755号
(P5712755)

(45) 発行日 平成27年5月7日(2015.5.7)

(24) 登録日 平成27年3月20日(2015.3.20)

(51) Int.Cl.

F 1

GO 1 P 15/10 (2006.01)

GO 1 P 15/10

GO 1 P 15/08 (2006.01)

GO 1 P 15/08

GO 1 P 15/08 1 O 1 B

GO 1 P 15/08 1 O 2 D

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2011-89833 (P2011-89833)
 (22) 出願日 平成23年4月14日 (2011.4.14)
 (65) 公開番号 特開2012-220461 (P2012-220461A)
 (43) 公開日 平成24年11月12日 (2012.11.12)
 審査請求日 平成26年2月4日 (2014.2.4)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅善
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (72) 発明者 渡辺 潤
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
 エプソン株式会社内
 (72) 発明者 中仙道 和之
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
 エプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加速度検出器、加速度検出デバイス及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ベース部と、

該ベース部に接続され、印加される力に応じて変位する可動部と、

前記ベース部と前記可動部とを結ぶ方向に沿って延びる振動梁を有する加速度検出部と、該加速度検出部の両端に接続された基部と、を備え、前記基部の一方が前記ベース部に固定され、前記基部の他方が前記可動部に固定された加速度検出素子と、

前記ベース部から前記可動部の方向に延びる支持部と、

前記可動部の主面に配置された質量部と、

を備え、

前記質量部は、平面視において、前記支持部と重なる領域と、前記加速度検出素子と重ならないように二股状で前記ベース部に向かって延びる領域と、を備え、且つ、前記主面側に突出する凸部を有し、前記凸部の先端部が前記可動部の前記主面に接合され、

前記質量部と前記支持部とが重なる領域では、前記質量部と前記支持部との間に隙間が設けられていることを特徴とする加速度検出器。

【請求項 2】

ベース部と、

該ベース部に接続され、印加される力に応じて変位する可動部と、

前記ベース部と前記可動部とを結ぶ方向に沿って延びる振動梁を有する加速度検出部と、該加速度検出部の両端に接続された基部と、を備え、前記基部の一方が前記ベース部に

10

20

固定され、前記基部の他方が前記可動部に固定された加速度検出素子と、

前記ベース部から前記可動部の方向に延びる支持部と、

前記可動部の主面に分割されて配置された質量部と、

を備え、

前記可動部は、前記主面と交差する方向に変位可能であり、

前記分割された質量部は、平面視において、加速度検出素子を挟むように配置され、且つ、前記支持部と重なる領域を備え、且つ、前記主面側に突出する凸部を有し、前記凸部の先端部が前記可動部の前記主面に接合され、

前記分割された質量部と前記支持部とが重なる領域では、前記質量部と前記支持部との間に隙間が設けられていることを特徴とする加速度検出器。

10

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の加速度検出器において、

前記ベース部および前記支持部は、平面視で、前記可動部を囲む枠状に形成されていることを特徴とする加速度検出器。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の加速度検出器において、

前記支持部は、3つ以上の固定部が設けられ、

平面視において、前記固定部同士を結んで囲まれた範囲内に、前記加速度検出器の重心が位置することを特徴とする加速度検出器。

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の加速度検出器において、

前記支持部は、2つの固定部が設けられ、

平面視において、前記固定部同士を結んだ直線上に、前記加速度検出器の重心が位置することを特徴とする加速度検出器。

20

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の加速度検出器において、

前記質量部は、シリコーン系樹脂を含む接着剤を介して前記可動部に接続されていることを特徴とする加速度検出器。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか一項に記載の加速度検出器と、

前記加速度検出器を収容するパッケージと、を備えたことを特徴とする加速度検出デバイス。

30

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか一項に記載の加速度検出器を備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、加速度検出器、この加速度検出器を備えた加速度検出デバイス及び電子機器に関する。

40

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、一端をベースに固定し、他端に重りを配置した水晶板より成る梁の両面もしくは片面に、梁と同一のカットアングルを有する双音叉振動子を固定した構造の加速度センサーであって、梁の少なくとも片面に双音叉振動子の両端部を夫々固定支持する一対の突出部を所定間隔をおいて設け、突出部間に双音叉振動子を橋架固定した構成の加速度センサー（以下、加速度検出器という）が開示されている。

また、特許文献 2 には、ベースと、ベースにヒンジ継ぎ手によって接続され、このヒンジ継ぎ手を回転軸として回動できる振り子型回動質量と、この回動質量をベースに橋渡しするセンサー手段と、を備えた振り子型加速度計（以下、加速度検出器という）が開示さ

50

れている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平2-248866号公報

【特許文献2】特開平1-302166号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献1の加速度検出器は、加わる加速度に応じて重り（以下、質量部という）10
が梁を撓ませることで、双音叉振動子（以下、加速度検出素子という）に引っ張り応力や
圧縮応力が加わることによる、加速度検出素子の共振周波数の変化によって加速度を検出
する構成となっている。

しかしながら、上記加速度検出器は、梁の他端に配置された質量部が、例えば、接着剤
などの接合材で梁の両面に広範囲に亘って接着されている構成となっている。

【0005】

これにより、上記加速度検出器は、上記梁と質量部との接合部において、梁と質量部と
接合材との熱膨張係数（熱膨張率）の違いにより熱応力が発生する。

この結果、上記加速度検出器は、上記梁に熱応力に伴う歪みが生じることにより、加速度
検出素子には、加速度に応じて生じる引っ張り応力や圧縮応力とは別に、上記歪みに起
因する応力が加わることになり、加速度検出精度や温度特性などの加速度検出特性が劣化
する虞がある。20

【0006】

また、上記特許文献2の加速度検出器は、加わる加速度に応じて回動質量（以下、可動
部という）が回動（以下、変位という）することで、センサー手段（以下、加速度検出素
子という）に引っ張り応力や圧縮応力が加わることによる、加速度検出素子の共振周波数
の変化によって加速度を検出する構成となっている。

【0007】

上記加速度検出器は、可動部の変位の規制が、加速度検出器を収容する容器（以下、パ
ッケージという）によって行われている。つまり、加速度検出器は、自身には可動部の変
位を規制する構成要素が一切ないことから、可動部や加速度検出素子がパッケージの内面
に衝突するまで変位可能な構成となっている。30

このように、上記加速度検出器は、可動部の変位の規制が外部部材であるパッケージに
依存することから、可動部（加速度検出素子）とパッケージの内面との隙間に関わる数々
の寸法公差要因（例えば、パッケージを構成する各部品の寸法ばらつきや、パッケージへ
の加速度検出器の固定位置のばらつきなど）によって、可動部とパッケージの内面との隙
間が、設定値に対して大きくばらつく虞がある。

【0008】

このことから、上記加速度検出器は、可動部とパッケージの内面との隙間が設定値より
大きい場合、加わる加速度の大きさによっては、可動部や加速度検出素子がパッケージの
内面に激しく衝突して破損する虞がある。40

また、上記加速度検出器は、可動部とパッケージの内面との隙間が設定値より更に大き
い場合、加わる加速度の大きさによっては、可動部や加速度検出素子がパッケージの内面
に衝突しなくとも、強度の限界を超える変位により破損する虞がある。

一方、上記加速度検出器は、可動部とパッケージの内面との隙間が設定値より小さい場
合、可動部の変位範囲が設定より小さくなることから、設定された加速度検出範囲を満足
できない虞がある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、上記課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形50

態または適用例として実現することが可能である。

【0010】

[適用例1] 本適用例にかかる加速度検出器は、ベース部と、該ベース部に継ぎ手部を介して接続された板状の可動部と、前記ベース部と前記可動部とに掛け渡された加速度検出素子と、を備え、前記可動部は、両主面の少なくとも一方に質量部が配置され、前記可動部は、前記主面と交差する方向に加わる加速度に応じて、前記継ぎ手部を支点にして前記主面と交差する方向に変位可能であり、前記質量部は、前記主面側に突出する凸部を有し、前記凸部の先端部が前記可動部の前記主面に接合材を介して接合されていることを特徴とする。また、他の態様では、ベース部と、該ベース部に接続され、印加される力に応じて変位する可動部と、前記可動部に配置された加速度検出素子と、前記可動部の主面に配置された質量部、と、を備え、前記質量部は、前記主面側に突出する凸部を有し、前記凸部の先端部が前記可動部の前記主面に接合されていることを特徴とする。

【0011】

これによれば、加速度検出器は、質量部が主面側に突出する凸部を有し、凸部の先端部が可動部の主面に接合材を介して接合されている。

したがって、加速度検出器は、従来のような、質量部が接着剤などの接合材で梁（可動部に相当）の両面に広範囲に亘って接着されている構成と比較して、質量部の接合範囲を狭くできることから、熱応力に伴う可動部の歪みを抑制することができる。

この結果、加速度検出器は、上記歪みに起因する応力が低減され、加速度検出精度や温度特性などの加速度検出特性を向上させることができる。

【0012】

[適用例2] 上記適用例にかかる加速度検出器において、平面視で前記ベース部から前記可動部に沿って延びる支持部を備え、前記質量部は、平面視において一部が前記支持部と重なるように配置され、前記質量部と前記支持部とが重なる領域では、前記質量部と前記支持部との間に隙間が設けられていることが好ましい。

【0013】

これによれば、加速度検出器は、ベース部から延びる支持部を更に備え、平面視において、質量部の一部が支持部と重なるように配置され、質量部と支持部とが重なる領域の両者間に隙間が設けられている。

このことから、加速度検出器は、加速度に応じて変位する可動部の変位を、可動部の主面に配置された質量部が隙間分変位したところで支持部と接触することによって、所定の範囲内に規制することができる。

この結果、加速度検出器は、自身に可動部の変位を規制する構成要素（以下、ストッパーという）を設けたことから、外部部材であるパッケージに依存することなく、可動部の変位を自身で規制することができる。

したがって、加速度検出器は、例えば、パッケージの内面と加速度検出器との隙間を、質量部と支持部との隙間よりも十分に大きく設定することが可能となり、従来のような、パッケージの内面との衝突や強度の限界を超える変位による、可動部や加速度検出素子の破損を回避することができる。

【0014】

加えて、加速度検出器は、質量部と支持部との間の隙間のばらつきに、例えば、パッケージなどの外部部材の寸法ばらつき（寸法公差）が、ばらつき要因として加わることがない。

このことから、加速度検出器は、質量部と支持部との隙間のばらつきを、従来のパッケージの内面と加速度検出器との隙間のばらつきよりも小さくすることが可能となる。

これにより、加速度検出器は、従来のような、可動部の変位が設定より狭い範囲に規制され、設定された加速度検出範囲を満足できないという不具合を回避することができる。

【0015】

また、加速度検出器は、自身に可動部の変位を規制するストッパーを設けたことから、前述の従来構成では不可能であった、可動部の変位の規制具合を、例えば、パッケージな

10

20

30

40

50

どの外部部材に収容する前に確認することができる。

これにより、加速度検出器は、従来と比較して、良品率が格段に向上し、実使用時における破損などの不具合を低減することができる。

【0016】

[適用例3] 上記適用例2にかかる加速度検出器において、前記ベース部および前記支持部は、平面視で、前記可動部を囲む枠状に形成されていることが好ましい。

【0017】

これによれば、加速度検出器は、平面視において、支持部がベース部とによって可動部を囲む枠状に形成されていることから、例えば、支持部が可動部の両側に分割されている場合と比較して、支持部における質量部の接触時（衝突時）の強度（耐衝撃性）を向上させることができる。10

加えて、加速度検出器は、平面視において、支持部がベース部とによって可動部を囲む枠状に形成されていることから、例えば、支持部が可動部の両側に分割されている場合と比較して、形状がゆがむことなく安定した状態で、例えば、パッケージなどの外部部材に固定することができる。

これにより、加速度検出器は、例えば、パッケージなどの外部部材に固定する際の質量部と支持部との隙間のばらつきの変化を抑制することができる。

【0018】

[適用例4] 上記適用例2または適用例3にかかる加速度検出器において、前記支持部は、3つ以上の固定部が設けられ、平面視において、前記固定部同士を結んで囲まれた範囲内に、前記加速度検出器の重心が位置することが好ましい。

【0019】

これによれば、加速度検出器は、支持部が3つ以上の固定部を有し、平面視において、隣り合う固定部同士を結んで囲んだ範囲内に、加速度検出器の重心が位置する。

このことから、加速度検出器は、いずれかの方向へ傾くことなく安定した姿勢で、例えば、パッケージなどの外部部材に固定することができる。

【0020】

[適用例5] 上記適用例2または適用例3にかかる加速度検出器において、前記支持部は、2つの固定部が設けられ、平面視において、前記固定部同士を結んだ直線上に、前記加速度検出器の重心が位置することが好ましい。

【0021】

これによれば、加速度検出器は、支持部が2つの固定部を有し、平面視において、2つの固定部同士を結んだ直線上に、加速度検出器の重心が位置する。

このことから、加速度検出器は、いずれかの方向へ傾くことなく安定した姿勢で、例えば、パッケージなどの外部部材に固定することができる。

【0022】

[適用例6] 上記適用例にかかる加速度検出器において、前記質量部は、シリコーン系樹脂を含む接着剤を介して前記可動部に接続されていることが好ましい。

【0023】

これによれば、加速度検出器は、接合材がシリコーン系樹脂を含む接着剤であることから、シリコーン系樹脂の弾性により質量部と支持部との接触時（衝突時）の衝撃力を緩和及び吸収することができる。

この結果、加速度検出器は、質量部と支持部との接触時の損傷を低減することができ、耐衝撃性能を向上させることが可能となる。

【0024】

[適用例7] 上記適用例にかかる加速度検出器において、前記加速度検出素子は、振動梁と、該振動梁の両端に接続された一対の基部と、を備え、前記基部の一方が前記ベース部に固定され、前記基部の他方が前記可動部に固定されていることが好ましい。

【0025】

これによれば、加速度検出器は、加速度検出素子が少なくとも一以上の振動梁を有する

10

20

30

40

50

加速度検出部と、加速度検出部の両端に接続された一対の基部と、を備え、基部の一方がベース部に固定され、基部の他方が可動部に固定されている。

このことから、加速度検出器は、例えば、加わる加速度による可動部の変位に応じて振動梁が伸縮し、この際に生じる引っ張り応力、圧縮応力による振動梁の振動周波数の変化を加速度に変換するという構成が可能となる。

加速度検出器の可動部の変位を自身で規制する本構成は、この振動梁を備えた加速度検出素子に対する衝撃を緩和し、加速度検出素子の破損を回避するという観点において、より効果的であるといえる。

【0026】

[適用例8] 本適用例にかかる加速度検出デバイスは、上記適用例のいずれか一例に記載の加速度検出器と、前記加速度検出器を収容するパッケージと、を備えたことを特徴とする。 10

【0027】

これによれば、加速度検出デバイスは、上記適用例のいずれか一例に記載の加速度検出器と、加速度検出器を収容するパッケージと、を備えたことから、上記適用例のいずれか一項に記載の効果を奏する加速度検出デバイスを提供することができる。

【0028】

[適用例9] 本適用例にかかる電子機器は、上記適用例のいずれか一例に記載の加速度検出器を備えたことを特徴とする。 20

【0029】

これによれば、電子機器は、上記適用例のいずれか一例に記載の加速度検出器を備えたことから、上記適用例のいずれか一例に記載の効果を奏する電子機器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】第1実施形態の加速度検出器の部分展開模式斜視図。

【図2】第1実施形態の加速度検出器の概略構成を示す模式平断面図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A線での断面図。

【図3】加速度検出器の動作について説明する模式断面図であり、(a)は可動部が-Z方向に変位した状態を示し、(b)は可動部が+Z方向に変位した状態を示す。 30

【図4】変形例の加速度検出器の概略構成を示す模式平断面図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のD-D線での断面図、(c)は(a)のE-E線での断面図。

【図5】第2実施形態の加速度検出デバイスの概略構成を示す模式平断面図であり、(a)はリッド(蓋体)側から俯瞰した平面図、(b)は(a)のF-F線での断面図。

【図6】第3実施形態の傾斜計を示す模式斜視図。

【図7】傾斜計の内部に収容された傾斜センサモジュールの概略構成を示す部分展開模式斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0031】

以下、本発明を具体化した実施形態について図面を参照して説明する。 40

【0032】

(第1実施形態)

最初に、加速度検出器の一例について説明する。

図1は、第1実施形態の加速度検出器の部分展開模式斜視図である。図2は、第1実施形態の加速度検出器の概略構成を示す模式平断面図である。図2(a)は、平面図、図2(b)は、図2(a)のA-A線での断面図である。なお、各配線は省略しており、各構成要素の寸法比率は実際と異なる。

【0033】

図1、図2に示すように、加速度検出器1は、平板状のベース部10と、ベース部10に継ぎ手部11を介して接続された矩形平板状の可動部12と、ベース部10と可動部1 50

2 とに掛け渡された加速度検出素子 13 とを備えている。

そして、加速度検出器 1 は、平面視において、ベース部 10 から可動部 12 の両側に沿って延び、ベース部 10 とによって可動部 12 を囲む略矩形の枠状に形成されている平板状の支持部 14、を備えている。

【0034】

可動部 12 は、平板の表裏面に相当する両主面 12a, 12b に、平面視において、一部が支持部 14 と重なる一対の質量部（重り）15 が配置されている。質量部 15 は、接合材 16 を介して主面 12a, 12b に接合されている。

ベース部 10、継ぎ手部 11、可動部 12、支持部 14 は、例えば、水晶の原石などから所定の角度で切り出された水晶基板を用いて一体で略平板状に形成されている。なお、可動部 12 と支持部 14 との間には、両者を分割するスリット状の孔が設けられている。

ベース部 10、継ぎ手部 11、可動部 12、支持部 14 の外形形状は、フォトリソグラフィー、エッティングなどの技術を用いて精度よく形成されている。

【0035】

継ぎ手部 11 は、両主面 12a, 12b 側からのハーフエッティングによって、ベース部 10 と可動部 12 とを区切るように、ベース部 10 と可動部 12 とを結ぶ方向（Y 軸方向）と直交する方向（X 軸方向）に沿って有底の溝部 11a が形成されている。

溝部 11a により、継ぎ手部 11 の Y 軸方向に沿った断面形状（図 2 (b) の形状）は、略 H 字状に形成されている。

この継ぎ手部 11 により、可動部 12 は、主面 12a (12b) と交差する方向（Z 軸方向）に加わる加速度に応じて、継ぎ手部 11 を支点（回転軸）にして主面 12a と交差する方向（Z 軸方向）に変位（回動）可能となっている。

【0036】

質量部 15 は、可動部 12 の主面 12a (12b) 側に突出する円柱状（円板状）の凸部 15a を有し、凸部 15a には、平面視において質量部 15 の重心 g が収まり、凸部 15a の先端部が、可動部 12 の主面 12a (12b) に接合材 16 を介して接合されている。

なお、凸部 15a は、熱応力の抑制の観点から、可動部 12 への接合に必要な面積を確保しつつ、平面サイズを極力小さくすることが好ましい。

質量部 15 は、加速度検出器 1 の感度向上を図るべく平面サイズを極力大きくするために、可動部 12 における継ぎ手部 11 側とは反対側の自由端側から、加速度検出素子 13 を避けて二股状で継ぎ手部 11 近傍まで延び、平面視において、略 U 字状に形成されている。

質量部 15 には、例えば、Cu、Au などの金属に代表される比較的比重の大きい材料が用いられている。

接合材 16 には、弹性に優れたシリコーン系樹脂（变成シリコーン樹脂など）を含む接着剤として、例えば、シリコーン系熱硬化型接着剤が用いられている。

【0037】

加速度検出器 1 は、質量部 15 と支持部 14 とが重なる領域 B（図 2 (a) のハッチング部分）では、図 2 (b) に示すように、質量部 15 と支持部 14 との間に隙間 C が設けられている。本実施形態では、隙間 C を凸部 15a の厚さ（突出高さ）で管理している。

【0038】

加速度検出素子 13 は、ベース部 10 と可動部 12 とを結ぶ方向（Y 軸方向）に沿って延びる少なくとも一以上（ここでは 2 本）の角柱状であって、X 軸方向に屈曲振動をする振動梁 13a, 13b を有する加速度検出部 13c と、加速度検出部 13c の両端に接続された一対の基部 13d, 13e と、を備えている。

加速度検出素子 13 は、2 本の振動梁 13a, 13b と一対の基部 13d, 13e とで二組の音叉を構成することから、双音叉素子（双音叉型振動片）とも呼ばれている。

加速度検出素子 13 は、例えば、水晶の原石などから所定の角度で切り出された水晶基板を用いて、加速度検出部 13c と基部 13d, 13e とが一体で略平板状に形成されて

10

20

30

40

50

いる。また、加速度検出素子 13 の外形形状は、フォトリソグラフィー、エッチングなどの技術を用いて精度よく形成されている。

【0039】

加速度検出素子 13 は、一方の基部 13d が可動部 12 の主面 12a 側に、例えば、低融点ガラス、共晶接合可能な Au / Sn 合金被膜などの接合部材 17 を介して固定され、他方の基部 13e がベース部 10 の主面 10a 側（可動部 12 の主面 12a と同じ側）に接合部材 17 を介して固定されている。

なお、加速度検出素子 13 と、ベース部 10 の主面 10a 及び可動部 12 の主面 12a との間には、可動部 12 の変位時に加速度検出素子 13 とベース部 10 及び可動部 12 とが互いに接触しないように、所定の隙間が設けられている。この隙間は、本実施形態では接合部材 17 の厚さで管理されている。

具体的には、例えば、ベース部 10 及び可動部 12 と加速度検出素子 13 との間に、所定の隙間に相当する厚さに形成されたスペーサーを挟んだ状態で、ベース部 10 及び可動部 12 と加速度検出素子 13 とを接合部材 17 によって固定することで、隙間を所定の範囲内に管理することができる。

【0040】

加速度検出素子 13 は、振動梁 13a, 13b の図示しない励振電極（駆動電極）から基部 13e に引き出された引き出し電極 13f, 13g が、例えば、Au、Al などの金属ワイヤー 18 によって、ベース部 10 の主面 10a に設けられた接続端子 10b, 10c と接続されている。

詳述すると、引き出し電極 13f は、接続端子 10b と接続され、引き出し電極 13g は、接続端子 10c と接続されている。

ベース部 10 の接続端子 10b, 10c は、図示しない配線によって支持部 14 の外部接続端子 14e, 14f と接続されている。詳述すると、接続端子 10b は、外部接続端子 14e と接続され、接続端子 10c は、外部接続端子 14f と接続されている。

なお、励振電極、引き出し電極 13f, 13g、接続端子 10b, 10c、外部接続端子 14e, 14f は、例えば、Cr を下地層とし、その上に Au が積層された構成となっている。

【0041】

支持部 14 は、パッケージ、基板などの外部部材に固定される部分である複数（ここでは 4箇所）の固定部 14a, 14b, 14c, 14d を有し、平面視において、隣り合う固定部同士を結んで囲んだ範囲内（例えば、図 2(a) の 2 点鎖線で囲んだ範囲内のように、隣り合う固定部同士を結ぶ互いに交差し合わない線にて囲まれた範囲内）に、加速度検出器 1 の重心 G が位置するように固定部 14a ~ 14d が配置されている。

なお、固定部が 2 箇所の場合には、固定部同士を結んだ直線上に重心 G が位置するように 2 箇所の固定部が配置されればよい。

また固定部 14b, 14c は、ベース部 10 に形成されていてもよい。

【0042】

ここで、加速度検出器 1 の動作について説明する。

図 3 は、加速度検出器の動作について説明する模式断面図である。図 3(a) は、可動部が紙面下方（-Z 方向）に変位した状態を示し、図 3(b) は、可動部が紙面上方（+Z 方向）に変位した状態を示す。

【0043】

図 3(a) に示すように、加速度検出器 1 は、Z 軸方向に加わる加速度 + に応じた慣性力によって、可動部 12 が、継ぎ手部 11 を支点にして -Z 方向に変位した場合、加速度検出素子 13 には、Y 軸方向に基部 13d と基部 13e とが互いに離れる方向の引っ張り力が加わり、加速度検出部 13c の振動梁 13a, 13b に引っ張り応力が生じる。

これにより、加速度検出器 1 は、例えば、巻き上げられた弦楽器の弦のように、加速度検出部 13c の振動梁 13a, 13b の振動周波数（以下、共振周波数ともいう）が高くなる方に変化する。

10

20

30

40

50

【0044】

一方、図3(b)に示すように、加速度検出器1は、Z軸方向に加わる加速度-に応じた慣性力によって、可動部12が、継ぎ手部11を支点にして+Z方向に変位した場合、加速度検出素子13には、Y軸方向に基部13dと基部13eとが互いに近づく方向の圧縮力が加わり、加速度検出部13cの振動梁13a, 13bに圧縮応力が生じる。

これにより、加速度検出器1は、例えば、巻き戻された弦楽器の弦のように、加速度検出部13cの振動梁13a, 13bの共振周波数が低くなる方に変化する。

【0045】

加速度検出器1は、この共振周波数の変化を検出している。Z軸方向に加わる加速度(+、-)は、この検出された共振周波数の変化の割合に応じて、ルックアップテーブルなどによって定められた数値に変換することで導出される。

10

【0046】

ここで、図3(a)に示すように、加速度検出器1は、Z軸方向に加わる加速度-が所定の大きさより大きい場合、可動部12の主面12aに固定された質量部15の、平面視において支持部14と重なる部分が支持部14に接触する。

これにより、加速度検出器1は、加速度+に応じて-Z方向に変位する可動部12の変位を、所定の範囲(隙間Cに相当、図2(b)参照)内に規制する。

【0047】

一方、図3(b)に示すように、加速度検出器1は、Z軸方向に加わる加速度+が所定の大きさより大きい場合、可動部12の主面12bに固定された質量部15の、平面視において支持部14と重なる部分が支持部14に接触する。

20

これにより、加速度検出器1は、加速度-に応じて+Z方向に変位する可動部12の変位を、所定の範囲(隙間Cに相当、図2(b)参照)内に規制する。

【0048】

上述したように、第1実施形態の加速度検出器1は、質量部15が可動部12の主面12a(12b)側に突出する凸部15aを有し、凸部15aには、平面視において質量部15の重心gが收まり、凸部15aの先端部が可動部12の主面12a(12b)に接合材16を介して接合されている。

したがって、加速度検出器1は、従来のような、質量部(重り)が接着剤などの接合材で梁の両面に広範囲に亘って接着されている構成と比較して、質量部15の姿勢のバランスを取りつつ、質量部15の接合範囲を狭くできることから、周囲の温度変化に起因する熱応力に伴う可動部12の歪みを抑制することができる。

30

この結果、加速度検出器1は、上記歪みに起因する応力が低減され、加速度検出精度や温度特性などの加速度検出特性を向上させることができる。

【0049】

また、加速度検出器1は、可動部12の両主面12a, 12bに、平面視において、一部が支持部14と重なる質量部15が配置され、可動部12がZ軸方向に加わる加速度(+、-)に応じて継ぎ手部11を支点にしてZ軸方向に変位可能であり、質量部15と支持部14とが重なる領域Bにおける質量部15と支持部14との間に隙間Cが設けられている。

40

このことから、加速度検出器1は、加速度に応じてZ軸方向に変位する可動部12の変位を、可動部12の両主面12a, 12bに固定された質量部15が隙間C分変位して支持部14と接触することによって、所定の範囲内に規制することができる。

【0050】

この結果、加速度検出器1は、自身に可動部12の変位を規制するストッパーを設けたことから、例えば、外部部材であるパッケージに依存することなく可動部12の変位を自身で規制することが可能となる。

したがって、加速度検出器1は、例えば、外部部材であるパッケージの内面と加速度検出器1との隙間を、質量部15と支持部14との隙間Cよりも十分に大きく設定することが可能となり、従来のような、パッケージの内面との衝突や強度の限界を超える変位によ

50

る、可動部 1 2 や加速度検出素子 1 3 の破損を回避することができる。

【 0 0 5 1 】

加えて、加速度検出器 1 は、質量部 1 5 と支持部 1 4 との間の隙間 C のばらつきに、例えば、パッケージなどの外部部材の寸法ばらつき（寸法公差）が、ばらつき要因として加わることがない。

このことから、加速度検出器 1 は、質量部 1 5 と支持部 1 4 との隙間 C のばらつきを、従来のパッケージ内面と加速度検出器との隙間のばらつきよりも小さくすることが可能となる。

これにより、加速度検出器 1 は、従来のような、可動部 1 2 の変位が設定より狭い範囲に規制され、設定された加速度検出範囲を満足できないという不具合を回避することができる。 10

【 0 0 5 2 】

また、加速度検出器 1 は、自身に可動部 1 2 の変位を規制するストッパーを設けたことから、前述の従来構成では不可能であった、可動部 1 2 の変位の規制具合を、例えば、パッケージなどの外部部材に収容する前に確認することができる。

これにより、加速度検出器 1 は、従来と比較して、良品率が格段に向上し、実使用時ににおける破損などの不具合を低減することができる。

【 0 0 5 3 】

また、加速度検出器 1 は、平面視において、支持部 1 4 がベース部 1 0 とによって可動部 1 2 を囲む略矩形の枠状に形成されていることから、例えば、後述する変形例のような、支持部 1 4 が可動部 1 2 の両側に分割されている場合と比較して、支持部 1 4 における質量部 1 5 の接触時（衝突時）の強度（耐衝撃性）を向上させることができる。 20

【 0 0 5 4 】

加えて、加速度検出器 1 は、平面視において、支持部 1 4 がベース部 1 0 とによって可動部 1 2 を囲む略矩形の枠状に形成されていることから、例えば、支持部 1 4 が可動部 1 2 の両側に分割されている場合と比較して、支持部 1 4 を形状がゆがむことなく安定した状態で、例えば、パッケージなどの外部部材に固定することができる。

これにより、加速度検出器 1 は、例えば、パッケージなどの外部部材への固定時における質量部 1 5 と支持部 1 4 との隙間 C の変化を抑制することができる。換言すれば、加速度検出器 1 は、可動部 1 2 の変位を規制する規制範囲の変化を抑制することができる。 30

【 0 0 5 5 】

また、加速度検出器 1 は、支持部 1 4 が 4箇所に固定部 1 4 a ~ 1 4 d を有し、平面視において、隣り合う固定部同士を結んで囲んだ範囲内に、加速度検出器 1 の重心 G が位置するように固定部 1 4 a ~ 1 4 d が配置されている。

このことから、加速度検出器 1 は、いずれかの方向へ傾くことなく安定した姿勢で、例えば、パッケージなどの外部部材に固定可能である。

なお、加速度検出器 1 は、固定部が 2箇所の場合には、固定部同士を結んだ直線上に重心 G が位置するように 2箇所の固定部が配置されていれば、同様の効果を奏することができる。

【 0 0 5 6 】

また、加速度検出器 1 は、接合材 1 6 がシリコーン系樹脂を含む接着剤としてのシリコーン系熱硬化型接着剤であることから、シリコーン系樹脂の弾性により質量部 1 5 と支持部 1 4 との接触時（衝突時）の衝撃力を緩和及び吸収することができる。 40

この結果、加速度検出器 1 は、質量部 1 5 と支持部 1 4 との接触時の損傷を低減することができ、耐衝撃性能を向上させることが可能となる。

【 0 0 5 7 】

また、加速度検出器 1 は、加速度検出素子 1 3 が、Y 軸方向に沿って延びる 2 本の振動梁 1 3 a , 1 3 b を有する加速度検出部 1 3 c と、加速度検出部 1 3 c の両端に接続された一対の基部 1 3 d , 1 3 e と、を備え、一方の基部 1 3 d が可動部 1 2 に固定され、他方の基部 1 3 e がベース部 1 0 に固定されている。 50

これによって、加速度検出器 1 は、Z 軸方向に加わる加速度による可動部 1 2 の Z 軸方向の変位に応じて振動梁 1 3 a , 1 3 b が Y 軸方向に伸縮し、この際に生じる引っ張り応力、圧縮応力による共振周波数の変化を加速度に変換するという検出感度の高い構成が可能となっている。

加速度検出器 1 の可動部 1 2 の Z 軸方向の変位を自身で規制する本構成は、この振動梁 1 3 a , 1 3 b を備えた加速度検出素子 1 3 に対する衝撃を緩和し、加速度検出素子 1 3 の破損を回避するという観点において、より効果的であるといえる。

【 0 0 5 8 】

なお、加速度検出器 1 は、Z 軸方向に加わる加速度が一方向のみ (+ のみ、または - のみ) の場合には、支持部 1 4 に接触しない方の質量部 1 5 は、平面視において支持部 1 4 と重ならない形状としてもよく、質量部 1 5 そのものを除去してもよい。

また、加速度検出器 1 は、加速度検出素子 1 3 を可動部 1 2 の主面 1 2 a 側に代えて、主面 1 2 b 側に備えてもよく、主面 1 2 a 側及び主面 1 2 b 側の両方に備えてもよい。

また、加速度検出器 1 は、加速度検出素子 1 3 の引き出し電極 1 3 f , 1 3 g が、ベース部 1 0 の接続端子 1 0 b , 1 0 c と、金属ワイヤー 1 8 に代えて導電性接着剤で接続されていてもよい。

なお、これらの付帯事項は、以下の変形例にも適用可能である。

【 0 0 5 9 】

(変形例)

次に、第 1 実施形態の変形例について説明する。

図 4 は、第 1 実施形態の変形例の加速度検出器の概略構成を示す模式平断面図である。図 4 (a) は、平面図、図 4 (b) は、図 4 (a) の D - D 線での断面図、図 4 (c) は、図 4 (a) の E - E 線での断面図である。なお、各配線は省略しており、各構成要素の寸法比率は実際と異なる。

また、上記第 1 実施形態との共通部分には、同一符号を付して詳細な説明を省略し、上記第 1 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【 0 0 6 0 】

図 4 に示すように、加速度検出器 2 は、支持部 1 1 4 における可動部 1 1 2 の自由端側 (- Y 側) の、第 1 実施形態では X 軸方向に延びて繋がっていた部分が、Y 軸方向から X 軸方向に屈曲した根元部分を残して切り取られ、支持部 1 1 4 が可動部 1 1 2 の + X 側と - X 側との 2 つに分割されている。

また、加速度検出器 2 は、支持部 1 1 4 の切り取られたスペースに可動部 1 1 2 の自由端側が延在している。

【 0 0 6 1 】

加速度検出器 2 は、可動部 1 1 2 の上記延在した部分に加速度検出素子 1 1 3 が配置可能のように、質量部 1 1 5 が + X 側と - X 側との 2 つに分割されている。そして、可動部 1 1 2 の主面 1 1 2 a 側では、2 つに分割された質量部 1 1 5 が、加速度検出素子 1 1 3 を + X 側と - X 側とから挟むように配置されている。

なお、質量部 1 1 5 は、可動部 1 1 2 の主面 1 1 2 b 側でも 2 つに分割され、平面視において、主面 1 1 2 a 側と重なるように配置されている。

質量部 1 1 5 は、可動部 1 1 2 の主面 1 1 2 a (1 1 2 b) 側に突出する円柱状 (円板状) の凸部 1 1 5 a を有し、凸部 1 1 5 a には、平面視において質量部 1 1 5 の重心 g が収まり、凸部 1 1 5 a の先端部が、可動部 1 1 2 の主面 1 1 2 a (1 1 2 b) に接合材 1 6 を介して接合されている。

【 0 0 6 2 】

質量部 1 1 5 の一部は、平面視において、支持部 1 1 4 における可動部 1 1 2 の自由端側の Y 軸方向から X 軸方向に屈曲した部分 (先端部分) と重なっている (図 4 (a) のハッチング部分、領域 B) 。

質量部 1 1 5 と支持部 1 1 4 とが重なる領域 B では、図 4 (c) に示すように、質量部 1 1 5 と支持部 1 1 4 との間に隙間 C が設けられている。

10

20

30

40

50

なお、加速度検出器 2 の動作については、第 1 実施形態に準じるので説明を省略する。

【0063】

上記構成により、加速度検出器 2 は、加速度検出素子 113 の基部 13e を第 1 実施形態と同じ位置に、基部 13d を可動部 112 の自由端側の端部に移動させて配置することができる。

このことから、加速度検出器 2 は、第 1 実施形態と比較して、Y 軸方向のサイズを大きくすることなく、加速度検出素子 113 の加速度検出部 113c の振動梁 113a, 113b を第 1 実施形態よりも長くすることが可能となる。

【0064】

上述したように、変形例の加速度検出器 2 は、第 1 実施形態と比較して、Y 軸方向のサイズを大きくすることなく、加速度検出素子 113 の振動梁 113a, 113b を第 1 実施形態よりも長くすることが可能なことから、加速度による可動部 112 の僅かな変位でも振動梁 113a, 113b が伸縮しやすくなり、共振周波数の変化が発生しやすくなる。

この結果、加速度検出器 2 は、第 1 実施形態と比較して、Y 軸方向のサイズを大きくすることなく、加速度の検出感度を向上させることができる。

【0065】

(第 2 実施形態)

次に、上記第 1 実施形態及び変形例で述べた加速度検出器を備えた加速度検出デバイスについて説明する。

図 5 は、第 2 実施形態の加速度検出デバイスの概略構成を示す模式平面図である。図 5 (a) は、リッド (蓋体) 側から俯瞰した平面図であり、図 5 (b) は、図 5 (a) の F-F 線での断面図である。なお、平面図では、リッドを省略してある。また、各配線は省略してある。

なお、上記第 1 実施形態との共通部分には、同一符号を付して詳細な説明を省略し、上記第 1 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0066】

図 5 に示すように、加速度検出デバイス 3 は、上記第 1 実施形態で述べた加速度検出器 1 と、加速度検出器 1 を収容するパッケージ 20 と、を備えている。

パッケージ 20 は、平面形状が略矩形で凹部を有したパッケージベース 21 と、パッケージベース 21 の凹部を覆う平面形状が略矩形で平板状のリッド 22 と、を有し、略直方体形状に形成されている。

パッケージベース 21 には、セラミックグリーンシートを成形して積層し焼成した酸化アルミニウム質焼結体、水晶、ガラス、シリコンなどが用いられている。

リッド 22 には、パッケージベース 21 と同材料、または、コバルト、42 アロイ、ステンレス鋼などの金属が用いられている。

【0067】

パッケージベース 21 には、内底面 (凹部の内側の底面) 23 の外周部分から凹部の内壁に沿って突出した 2箇所の段差部 23a に、内部端子 24, 25 が設けられている。

内部端子 24, 25 は、加速度検出器 1 の支持部 14 に設けられた外部接続端子 14e, 14f と対向する位置 (平面視において重なる位置) に設けられている。なお、外部接続端子 14e は、ベース部 10 の接続端子 10b と接続され、外部接続端子 14f は、ベース部 10 の接続端子 10c と接続されている。

なお、外部接続端子 14e, 14f は、支持部 14 の固定部 14b, 14c と平面視において重なる位置に設けられているのが好ましい。

【0068】

パッケージベース 21 の外底面 (内底面 23 の反対側の面、外側の底面) 26 には、電子機器などの外部部材に実装される際に用いられる一対の外部端子 27, 28 が形成されている。

外部端子 27, 28 は、図示しない内部配線によって内部端子 24, 25 と接続されて

10

20

30

40

50

いる。例えば、外部端子 27 は、内部端子 24 と接続され、外部端子 28 は、内部端子 25 と接続されている。

内部端子 24, 25 及び外部端子 27, 28 は、W などのメタライズ層に Ni, Au などの各被膜をメッキなどの方法により積層した金属膜からなる。

【0069】

パッケージベース 21 には、凹部の底部にパッケージ 20 の内部を封止する封止部 29 が設けられている。

封止部 29 は、パッケージベース 21 に形成された、外底面 26 側の孔径が内底面 23 側の孔径より大きい段付きの貫通孔 29a に、Au / Ge 合金、ハンダなどからなる封止材 29b を投入し、加熱溶融後、固化させることでパッケージ 20 の内部を気密に封止する構成となっている。

【0070】

加速度検出デバイス 3 は、加速度検出器 1 の支持部 14 の固定部 14a, 14b, 14c, 14d が、接着剤 30 を介して、パッケージベース 21 の段差部 23a に固定されている。

ここで、固定部 14b, 14c が外部接続端子 14e, 14f と内部端子 24, 25 とを接続する部分であることから、接着剤 30 には、例えば、金属フィラーなどの導電性物質が混合された導電性接着剤（例えば、シリコーン系導電性接着剤）が用いられている。なお、固定部 14a, 14d の固定には、金属フィラーなどの導電性物質を含まない接着剤（例えば、シリコーン系接着剤）を用いてもよい。

【0071】

加速度検出デバイス 3 は、加速度検出器 1 がパッケージベース 21 の内部端子 24, 25 と接続された状態で、パッケージベース 21 の凹部がリッド 22 により覆われ、パッケージベース 21 とリッド 22 とがシームリング、低融点ガラス、接着剤などの接合部材 22a で接合される。

加速度検出デバイス 3 は、リッド 22 の接合後、パッケージ 20 の内部が減圧された状態（真空度の高い状態）で、封止部 29 の貫通孔 29a に封止材 29b が投入され、加熱溶融後、固化されることにより、パッケージ 20 の内部が気密に封止される。

なお、パッケージ 20 の内部は、窒素、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガスが充填されていてもよい。

なお、パッケージは、パッケージベース及びリッドの両方に凹部を有していてもよい。

【0072】

加速度検出デバイス 3 は、外部端子 27, 28、内部端子 24, 25、外部接続端子 14e, 14f、接続端子 10b, 10c などを経由して加速度検出器 1 の励振電極に印加される駆動信号によって、加速度検出器 1 の振動梁 13a, 13b が所定の周波数で発振（共振）する。

そして、加速度検出デバイス 3 は、加わる加速度に応じて変化する加速度検出器 1 の共振周波数を出力信号として出力する。

【0073】

上述したように、第 2 実施形態の加速度検出デバイス 3 は、加速度検出器 1 を備えたことから、上記第 1 実施形態に記載された効果を奏する加速度検出デバイス（例えば、熱応力が低減され、加速度検出精度や温度特性などの加速度検出特性を向上させることができる加速度検出デバイス）を提供することができる。

なお、加速度検出デバイス 3 は、加速度検出器 1 に代えて加速度検出器 2 を備えた場合においても、上記と同様の効果及び加速度検出器 2 の特有の効果を奏する加速度検出デバイスを提供することができる。

【0074】

（第 3 実施形態）

次に、上記実施形態及び変形例で述べた加速度検出器を備えた電子機器としての傾斜計について説明する。

10

20

30

40

50

図6は、第3実施形態の傾斜計を示す模式斜視図である。図7は、傾斜計の内部に収容された傾斜センサモジュールの概略構成を示す部分展開模式斜視図である。

図6、図7に示すように、傾斜計4は、上記第1実施形態で述べた加速度検出器1を、傾斜センサモジュール5の傾斜センサーとして備えている。

図7に示すように、傾斜センサモジュール5は、ベース基板201と、断熱基板202と、基台203と、加速度検出器1を備えた加速度検出デバイス3と、発振器204と、キャップ205と、を備え、傾斜計4の内部に収容されている。

【0075】

矩形平板状のベース基板201には、例えば、FR-4(ガラス布入りエポキシ樹脂基板)が用いられ、搭載された回路素子201aによって、加速度検出デバイス3や発振器204に関わる周辺回路が構成されている。また、ベース基板201には、外部(傾斜計本体)との入出力のための端子201bや、傾斜計本体への取り付け孔201cが形成されている。

矩形平板状の断熱基板202は、PBT(ポリブチレンテレフタレート)、LCP(液晶ポリマー)などの低熱伝導率で耐熱性、電気特性、寸法安定性などに優れた樹脂が用いられ、厚み方向に貫通して固定されている細いピン状(棒状)の複数の接続ピン202aによって、ベース基板201に隙間を有して接続されている。

基台203は、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金などの金属を用いて、削り出しましたは板金加工により略直方体形状に形成され、断熱基板202に、例えば、接着剤などで固定されている。なお、基台203には、上記の樹脂や酸化アルミニウム質焼結体(セラミック類)などを用いてもよい。

【0076】

加速度検出デバイス3及び発振器204は、基台203の側面(断熱基板202に対して直立する面)に、例えば、導電性接着剤などによって固定されている。2つの加速度検出デバイス3は、基台203における隣り合う直角に接続された側面にそれぞれ固定されている。これにより、傾斜センサモジュール5は、互いに直交する2軸に対する傾斜を検出することができる。

発振器204は、基台203における一方の加速度検出デバイス3が固定された側面と対向する側面(換言すれば、他方の加速度検出デバイス3が固定された側面と隣り合う側面)に固定されている。

加速度検出デバイス3及び発振器204は、リード線206によって断熱基板202の接続ピン202aに接続され、接続ピン202aを経由してベース基板201に接続されている。

【0077】

なお、一方の加速度検出デバイス3の外側には、周辺の温度を検知するサーミスター3a(温度センサー)が備えられている。サーミスター3aは、周辺の温度を検知して、加速度検出デバイス3及び発振器204の周波数特性の温度補償(温度補正)をする際の、温度検知手段として設けられている。

サーミスター3aは、上記加速度検出デバイス3及び発振器204と同様に、リード線206によって断熱基板202の接続ピン202aに接続され、接続ピン202aを経由してベース基板201に接続されている。

発振器204は、加速度検出時における加速度検出デバイス3(加速度検出器1)の共振周波数と比較する比較回路の基準周波数(基準共振周波数)発振源として備えられている。

【0078】

ベース基板201側に開口部を備えた箱状のキャップ205には、断熱基板202と同様に低熱伝導率の樹脂(PBT、ABS、PCなど)が用いられ、ベース基板201上の断熱基板202、基台203、加速度検出デバイス3、サーミスター3a、発振器204、回路素子201aなどを覆うようにベース基板201に固定されている。

【0079】

10

20

30

40

50

これらの構成により、傾斜センサー モジュール 5 は、周囲の温度変化の加速度検出デバイス 3 への到達を遅延させることができる。詳述すると、ベース基板 201 からの接触による熱伝導は、細いピン状の接続ピン 202a や低熱伝導率の樹脂が用いられた断熱基板 202 により遅延され、加速度検出デバイス 3 の周辺の大気の対流や、外部部材の放射熱（輻射熱）による熱伝導は、低熱伝導率の樹脂が用いられたキャップ 205 による外気及び放射熱源からの遮断によって遅延される。

このように、傾斜センサー モジュール 5 は、周囲の温度変化の加速度検出デバイス 3 への到達を遅延させることで、加速度検出デバイス 3 の温度変化をなだらかにすることが可能となることから、加速度検出デバイス 3（加速度検出器 1）の、例えば、加速度検出精度などの加速度検出特性を良好な状態に維持することができる。

10

【0080】

図 6 に戻って、傾斜計 4 は、例えば、山の斜面、道路の法面、盛土の擁壁面などの被計測場所に設置される。傾斜計 4 は、外部からケーブル 40 を介して電源が供給され、または電源を内蔵し、図示しない駆動回路によって傾斜センサー モジュール 5（加速度検出器 1）に駆動信号が送られている。

そして、傾斜計 4 は、図示しない検出回路によって、傾斜センサー モジュール 5（加速度検出器 1）に加わる重力加速度に応じて変化する共振周波数から、傾斜計 4 の姿勢の変化（傾斜計 4 に対する重力加速度が加わる方向の変化）を検出し、それを角度に換算して、例えば、無線またはケーブル 40 などで基地局にデータ転送する。これにより、傾斜計 4 は、日常の管理や異常の早期発見に貢献することができる。

20

なお、傾斜計 4 は、加速度検出器 1 に代えて加速度検出器 2 を傾斜センサーとして備えてもよい。また、質量部 15, 115 に凸部 15a, 115a が一体化された構成の方が、質量部 15, 115 と可動部 12, 112 との搭載位置ズレによって搭載質量部の重心と凸部との位置関係が個体間でばらつくことはないが、このような心配が無い場合であれば、傾斜センサー モジュール 5 に用いられる加速度検出器 1, 2 は、質量部 15, 115 に凸部 15a, 115a がなくてもよい。

【0081】

上述した加速度検出器 1, 2 は、上記傾斜計に限らず、地震計、ナビゲーション装置、姿勢制御装置、ゲームコントローラー、携帯電話などの加速度センサー、傾斜センサーなどとして好適に用いることができ、いずれの場合にも上記実施形態及び変形例で説明した効果を奏する電子機器を提供することができる。

30

【0082】

なお、上記各実施形態及び変形例において、ベース部、継ぎ手部、可動部、支持部の材料は、水晶に限定するものではなく、ガラス、またはシリコンなどの半導体材料であってもよい。

また、加速度検出素子の基材は、水晶に限定するものではなく、タンタル酸リチウム（LiTaO₃）、四ホウ酸リチウム（Li₂B₄O₇）、ニオブ酸リチウム（LiNbO₃）、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）、酸化亜鉛（ZnO）、窒化アルミニウム（AlN）などの圧電材料、または酸化亜鉛（ZnO）、窒化アルミニウム（AlN）などの圧電材料を被膜として備えたシリコンなどの半導体材料であってもよい。

40

【符号の説明】

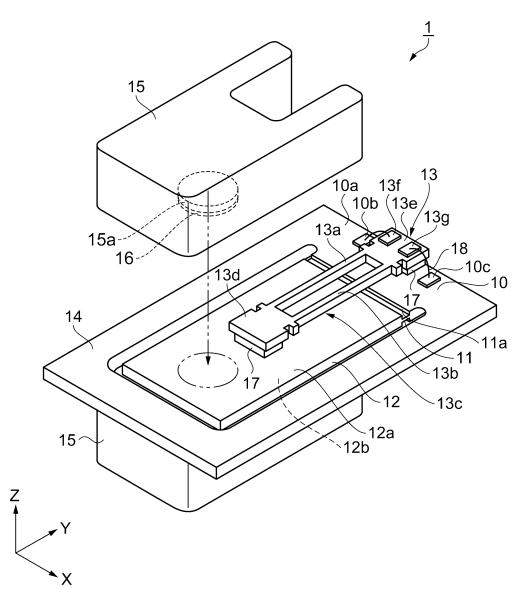
【0083】

1, 2 … 加速度検出器、3 … 加速度検出デバイス、4 … 電子機器としての傾斜計、5 … 傾斜センサー モジュール、10 … ベース部、10a … 主面、10b, 10c … 接続端子、11 … 継ぎ手部、11a … 溝部、12 … 可動部、12a, 12b … 主面、13 … 加速度検出素子、13a, 13b … 振動梁、13c … 加速度検出部、13d, 13e … 基部、13f, 13g … 引き出し電極、14 … 支持部、14a, 14b, 14c, 14d … 固定部、14e, 14f … 外部接続端子、15 … 質量部、15a … 凸部、16 … 接合材、17 … 接合部材、18 … 金属ワイヤー、20 … パッケージ、21 … パッケージベース、22 … リッド、22a … 接合部材、23 … 内底面、23a … 段差部、24, 25 … 内部端子、26 …

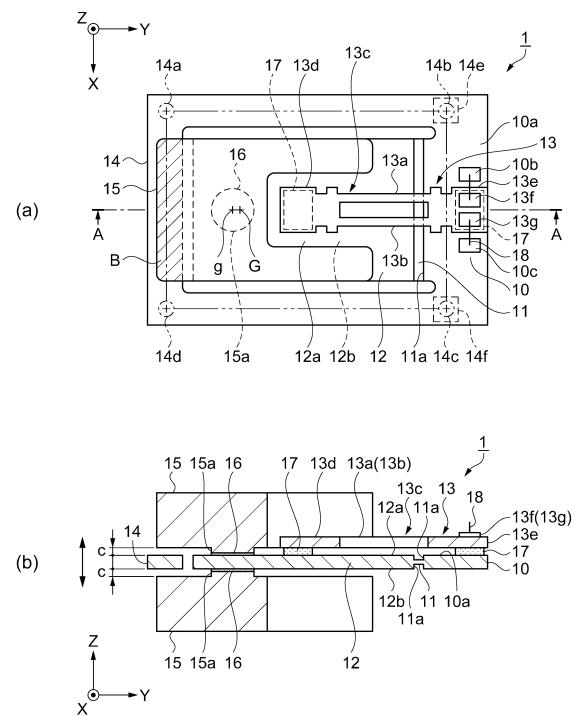
50

外底面、27, 28…外部端子、29…封止部、29a…貫通孔、29b…封止材、30…接着剤、40…ケーブル、112…可動部、112a, 112b…主面、113…加速度検出素子、113a, 113b…振動梁、113c…加速度検出部、114…支持部、115…質量部、115a…凸部、201…ベース基板、201a…回路素子、201b…端子、201c…取り付け孔、202…断熱基板、202a…接続ピン、203…基台、204…発振器、205…キャップ、206…リード線、B…質量部と支持部とが重なる領域、g…質量部の重心、G…加速度検出器の重心。

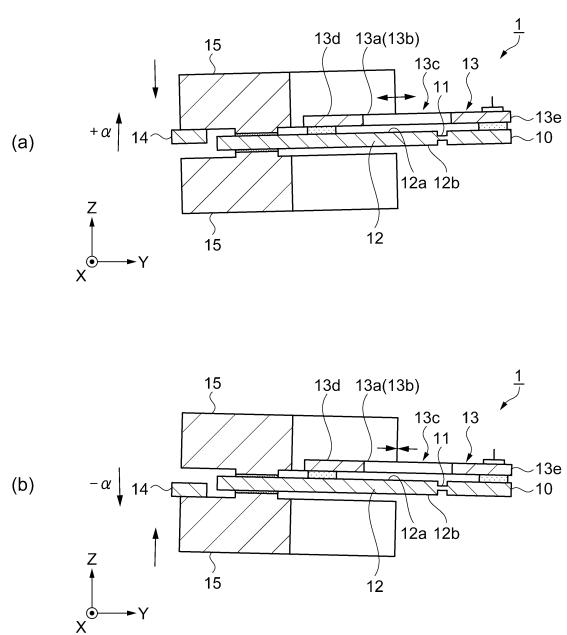
【図1】



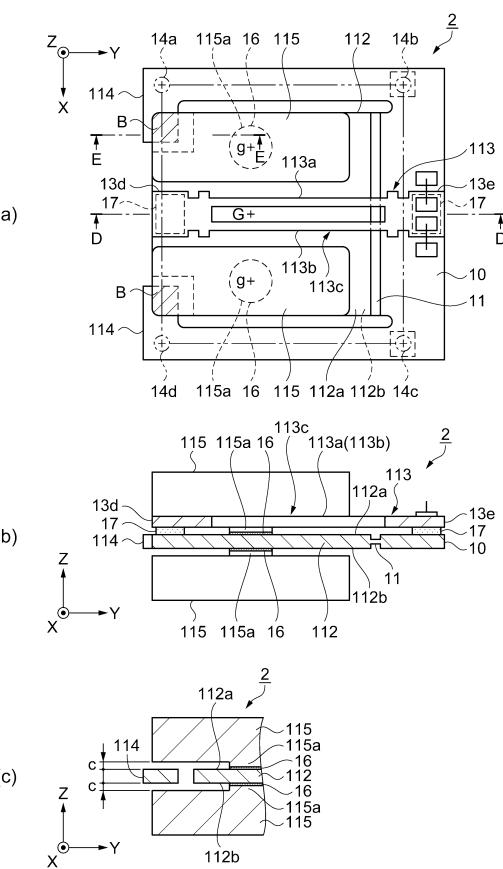
【図2】



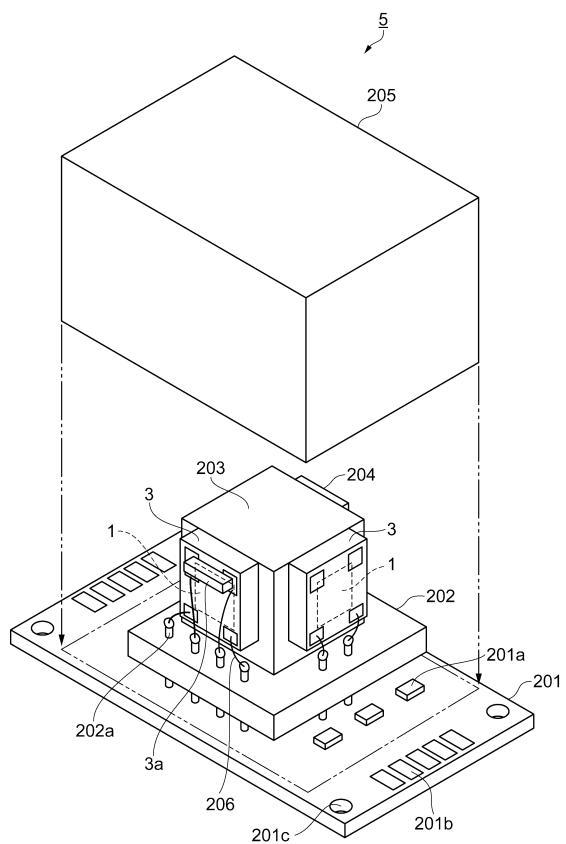
【図3】



【図4】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 亀田 高弘
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 岡田 卓弥

(56)参考文献 特開平6-232421(JP,A)
特開平6-26943(JP,A)
米国特許第6145380(US,A)
特開平5-283713(JP,A)
特開平1-302166(JP,A)
特開平8-15308(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01P15/00 - 15/18