

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5446187号
(P5446187)

(45) 発行日 平成26年3月19日 (2014. 3. 19)

(24) 登録日 平成26年1月10日 (2014. 1. 10)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 P 15/10 (2006.01)

G O 1 P 15/10

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-237516 (P2008-237516)
 (22) 出願日 平成20年9月17日 (2008. 9. 17)
 (65) 公開番号 特開2010-71714 (P2010-71714A)
 (43) 公開日 平成22年4月2日 (2010. 4. 2)
 審査請求日 平成23年9月7日 (2011. 9. 7)

(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 雅誉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (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
 (72) 発明者 亀田 高弘
 東京都日野市日野421-8 エプソントヨコム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動片および振動型センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1支持部と、前記第1支持部と隙間を設けて配置された第2支持部と、

前記第1支持部と前記第2支持部との間にあって前記第1支持部ならびに前記第2支持部と隙間を設けた状態で前記第1支持部側から前記第2支持部側に向かって梁状に延設され、且つ前記第1支持部と第2支持部との並び方向に直交する幅方向に沿って並んでいる一対の振動腕と、

前記第1支持部と前記振動腕との間であって、前記振動腕と隙間を設けた状態で前記第1支持部から前記振動腕に向かって延設されている第1くびれ部と、

前記振動腕と前記第2支持部との間であって、前記振動腕と隙間を設けた状態で前記第2支持部から前記振動腕に向かって延設されている第2くびれ部と、

前記第1くびれ部と前記振動腕との間であって、前記第1くびれ部と前記振動腕とに連結した第1基部と、

前記第2くびれ部と前記振動腕との間であって、前記第2くびれ部と前記振動腕とに連結した第2基部と、を備え、

前記振動腕が前記第1基部と前記第2基部との間に加えられる応力によって共振周波数が変化するものであり、

前記延設の方向に直交する方向の長さを幅としたとき、

前記第1くびれ部が、前記第1基部の幅よりも幅が狭い幅を備え、

前記第2くびれ部が、前記第2基部の幅よりも幅が狭い幅を備え、

10

20

前記延設の方向に沿った前記第 1 くびれ部の寸法と前記第 1 基部の寸法との寸法比、および前記延設の方向に沿った前記第 2 くびれ部の寸法と前記第 2 基部の寸法との寸法比が、100%以上150%以下の範囲にあることを特徴とする振動片。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の振動片において、

前記第 1 くびれ部と前記第 1 基部との接続部分と、前記第 1 くびれ部と前記第 1 支持部との接続部分と、前記第 2 くびれ部と前記第 2 基部との接続部分、および前記第 2 くびれ部と前記第 2 支持部との接続部分とが、平面的に曲線形状であることを特徴とする振動片。

【請求項 3】

第 1 支持部と、前記第 1 支持部と隙間を設けて配置された第 2 支持部と、

前記第 1 支持部と前記第 2 支持部との間にあって前記第 1 支持部ならびに前記第 2 支持部と隙間を設けた状態で前記第 1 支持部側から前記第 2 支持部側に向かって梁状に延設され、且つ前記第 1 支持部と第 2 支持部との並び方向に直交する幅方向に沿って並んでいる一対の振動腕と、

前記第 1 支持部と前記振動腕との間であって、前記振動腕と隙間を設けた状態で前記第 1 支持部から前記振動腕に向かって延設されている第 1 くびれ部と、

前記振動腕と前記第 2 支持部との間であって、前記振動腕と隙間を設けた状態で前記第 2 支持部から前記振動腕に向かって延設されている第 2 くびれ部と、

前記第 1 くびれ部と前記振動腕との間であって、前記第 1 くびれ部と前記振動腕とに連結した第 1 基部と、

前記第 2 くびれ部と前記振動腕との間であって、前記第 2 くびれ部と前記振動腕とに連結した第 2 基部と、を備え、

前記振動腕が前記第 1 基部と前記第 2 基部との間に加えられる応力によって共振周波数が変化するものであり、

前記延設の方向に直交する方向の長さを幅としたとき、

前記第 1 くびれ部が、前記第 1 基部の幅よりも幅が狭い幅を備え、

前記第 2 くびれ部が、前記第 2 基部の幅よりも幅が狭い幅を備え、

前記延設の方向に沿った前記第 1 くびれ部の寸法と前記第 1 基部の寸法との寸法比、および前記延設の方向に沿った前記第 2 くびれ部の寸法と前記第 2 基部の寸法との寸法比が、100%以上150%以下の範囲にあることを特徴とする振動片と、

前記振動片を支持する基台と、を有し、

前記振動片は、前記第 1 支持部および前記第 2 支持部が前記基台に接続されていることを特徴とする振動型センサ。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の振動型センサにおいて、

前記第 1 くびれ部と前記第 1 基部との接続部分と、前記第 1 くびれ部と前記第 1 支持部との接続部分と、前記第 2 くびれ部と前記第 2 基部との接続部分、および前記第 2 くびれ部と前記第 2 支持部との接続部分とが、平面的に曲線形状であることを特徴とする振動型センサ。

【請求項 5】

請求項 3 または請求項 4 に記載の振動型センサにおいて、

前記第 1 支持部および前記第 2 支持部は、前記振動腕の延設方向と交差する方向に延設された延長部と、前記延長部から前記振動腕に並行するように延設されて開放端を有する固定部と、を有しており、

前記振動片は、前記固定部を含む前記第 1 支持部および前記第 2 支持部の一主面が前記基台に接続されていることを特徴とする振動型センサ。

【請求項 6】

請求項 3 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の振動型センサにおいて、

前記基台は、前記幅の方向に沿って延びる溝状のヒンジ部を有しており、前記ヒンジ部

10

20

30

40

50

を境にして前記基台の一方側を第 1 基台、他方側を第 2 基台としたとき、
前記第 1 基台に前記第 1 支持部が接続され、他方側の第 2 基台に前記第 2 支持部が接続されていることを特徴とする振動型センサ。

【請求項 7】

請求項 3 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の振動型センサにおいて、

前記基台は、第 1 基台と、前記第 1 基台と可撓性を有する接続部によって接続された第 2 基台と、前記第 2 基台と可撓性を有する接続部によって接続された第 3 基台とを有しており、

前記第 1 基台に前記第 1 支持部が接続され、前記第 2 基台に前記第 2 支持部が接続されていることを特徴とする振動型センサ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、加速度などの影響に伴う力が加わることによる圧電振動片の共振周波数の変化を検出する振動型センサに関する。

【背景技術】

【0002】

加えられた加速度などの影響に伴う力を測定する力センサとして、振動型センサが知られている。この振動型センサは、加速度などの影響に伴う力が加わることによって生じる圧電振動片の共振周波数の変化を検出することで力の大きさを検出する（例えば、非特許文献 1、特許文献 1 参照）。

20

【0003】

以下に、振動型センサの一例として加速度センサを用い構成を説明する。図 6 は、従来の加速度センサの概略を示す斜視図である。図 6 に示すように、加速度センサ 500 は、基台 101 に形成された 2 つの接続台 102、103 と、接続台 102、103 に接続された振動片 100 を有している。振動片 100 は、水晶などの圧電材料を用いて形成されており、貫通孔 104 によって分割された振動腕 105、106 と、振動腕 105、106 の両端部から延設された第 1 基部 107、第 2 基部 108 の 2 つの基部とが形成されている。

【0004】

30

ここで、加速度センサ 500 に振動片 100 の厚さ方向（P 方向）の加速度が加わる例を用い、加速度の検出動作を簡単に説明する。加速度センサ 500 に加速度が加わると、基台 101 は、第 2 基部 108 側の第 2 基台部 101a が基台 101 に形成されたヒンジ 109 を支点として回転方向に移動するので撓む。加速度センサ 500 は、この撓みによって生じる振動腕 105、106 の変形による共振周波数の変化を検出することで加えられた加速度の大きさを検出する。このときの検出感度は、式（1）で表されるとおりであり、振動腕の長さ l （エル）が長いほど良くなることがわかる。

【0005】

【数 1】

40

$$\Delta f = a_1 \frac{mal^2}{Etw^3} \dots (1)$$

a_1 ：支持などにより決定される定数、 m ：質量、 a ：加速度、 E ：弾性定数、 l ：振動腕の腕長、 t ：振動片の厚さ、 w ：振動腕の腕幅。

【0006】

また、第 1 基部 107、第 2 基部 108 には、振動腕 105、106 からの洩れ振動が伝播される。この洩れ振動があると、振動片 100 の Q 値が低くなることから共振周波数がばらつき、加速度の検出を高精度に行うことが困難になる。この振動洩れの抑制のため、図 7 に示すような加速度センサが提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。図 7 は

50

、加速度センサに用いられる従来の振動片を示す平面図である。

【0007】

図7に示すように、振動片200は、1対の振動腕205、206と、第1基部207、第2基部208の2つの基部と、第1くびれ部209、第2くびれ部210と、支持部211、212と、とが一体的に形成されている。振動腕205、206は、貫通孔204によって分割された2つの梁形状であり、その延伸方向（長手方向）の両端が第1基部207および第2基部208に延設されている。第1基部207および第2基部208は、振動腕205、206の延伸方向に延設されている。第1基部207には、第1基部207の一部が平面的に幅が狭くなるように両端から溝が切り込まれた第1くびれ部209が形成されている。同様に、第2基部208には、第2基部208の一部が平面的に幅が狭くなるように両端から溝が切り込まれた第2くびれ部210が形成されている。なお、振動腕205、206の延伸方向と直交する方向を幅方向とし、この方向の寸法を幅と称しているさらに、第1基部207の一方には、支持部211形成され、第2基部208の一方には支持部212が形成されている。この第1くびれ部209および第2くびれ部210が形成されることにより、振動腕205、206の振動が、支持部211、212に洩れる振動を抑制することが可能となる。

10

【0008】

【特許文献1】特表平4-505509号公報（図1）

【特許文献2】特開昭63-284440号公報（図4）

【非特許文献1】W. C. Albert, "Force sensing using quartz crystal flexure resonators", 38th Annual Frequency Control Symposium 1984, pp233-239

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上述した振動片200を用いた加速度センサでは、第1くびれ部209および第2くびれ部210の長さLが短く形成されている。これにより、加速度センサに加わる衝撃などによる応力が第1くびれ部209および第2くびれ部210に集中し、この部分から振動片200が破損してしまうことがあり、加速度の検出が不能となるという課題を有していた。特に、図6に示す加速度センサ500において振動片100の代わりに図7に示すような振動片200を適用した場合は、第1基部207および第2基部208にはP方向への曲げの力が加わる。そしてこの曲げ力によって発生した応力は例えば第1基部207よりも剛性が低いくびれ部209（2つのくびれ部209に挟まれた首の部分）に集中しやすい。従って、くびれ部209の長さLが短い場合は、応力が狭い範囲に局地的に集中するので首には大きな折り曲げ力が発生し、更にくびれ部209が切口として機能しやすくなることもあり振動片100が破損してしまう虞がある。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するように、以下の形態または適用例として実現される。

【0011】

40

[適用例1] 本適用例の振動型センサは、表裏に主面を有する第1基部および第2基部と、前記第1基部と前記第2基部との間に梁状に延設され、所定の共振周波数にて振動する振動腕と、前記振動腕の延設方向に直交する方向の幅が前記第1基部より狭く形成され、前記第1基部から延設された第1くびれ部と、前記振動腕の延設方向に直交する方向の幅が前記第2基部より狭く形成され、前記第2基部から延設された第2くびれ部と、前記第1基部と反対方向に前記第1くびれ部から延設された第1支持部と、前記第2基部と反対方向に前記第2くびれ部から延設された第2支持部とを含み、前記第1くびれ部と前記第1基部との前記振動腕の延設方向の寸法比、および前記第2くびれ部と前記第2基部との前記振動腕の延設方向の寸法比が、50%以上200%以下である振動片と、前記振動片を支持する基台と、を有し、前記振動片は、前記第1支持部および前記第2支持部の一

50

主面と前記基台とが接続されていることを特徴とする。

【0012】

本適用例によれば、第1くびれ部と第1基部との振動腕の延設方向の寸法比、および第2くびれ部と第2基部との振動腕の延設方向の寸法比が、50%以上200%以下である。即ち、第1くびれ部および第2くびれ部の長さが大きく形成されている。これにより、第1くびれ部および第2くびれ部に衝撃などによる応力が集中することを防止することができるため、振動型センサに衝撃などが加わっても振動片の破損を生じ難くすることが可能となる。従って、耐衝撃性の優れた振動型センサを提供することが可能となる。

【0013】

[適用例2] 上記適用例に記載の振動型センサであって、前記振動腕は、表裏を貫通する貫通孔によって少なくとも2つの梁に分割されていることを特徴とする。

10

【0014】

本適用例によれば、少なくとも2つの振動腕が形成されていることから、それぞれの振動腕の共振作用などにより振動腕の振動効率が向上する。これにより、より安定した振動を得ることが可能な振動型センサを提供することが可能となる。

【0015】

[適用例3] 上記適用例に記載の振動型センサであって、前記第1くびれ部と前記第1基部および前記第1支持部との接続と、前記第2くびれ部と前記第2基部および前記第2支持部との接続とが、平面的に曲線形状で行われていることを特徴とする。

【0016】

20

本適用例によれば、第1くびれ部および第2くびれ部が他と平面的に曲線形状で接続されていることにより、さらに応力集中を防止することが可能となる。これによって、さらに耐衝撃性を向上させた振動型センサを提供することが可能となる。

【0017】

[適用例4] 上記適用例に記載の振動型センサであって、前記第1支持部および前記第2支持部は、前記振動腕の延設方向と交差する方向に延設された延長部と、前記延長部から前記振動腕に並行するように延設されて開放端を有する固定部とを有しており、前記振動片は、前記固定部を含む前記第1支持部および前記第2支持部の一主面が前記基台に接続されていることを特徴とする。

【0018】

30

本適用例によれば、基台と振動片との接続が振動腕からさらに離れた固定部を含む箇所にて行われるため、洩れ振動の小さい箇所接続することができる。これにより、第1くびれ部および第2くびれ部の効果と合わせてさらに洩れ振動の影響を抑えるとともに耐衝撃性を向上させた信頼性の高い振動型センサを提供することが可能となる。

【0019】

[適用例5] 上記適用例に記載の振動型センサであって、前記基台は、溝状に薄肉となるように形成されたヒンジ部を有しており、前記ヒンジ部を基準として一方側の第1基台に前記第1支持部が接続され、他方側の第2基台に前記第2支持部が接続されていることを特徴とする。

【0020】

40

本適用例によれば、溝状のヒンジ部が形成されていることにより、振動片に垂直方向に加わる力のみに撓みを生じさせることができる。これにより、水平方向の力の影響を受け難くさせることができ、必要とする検出軸以外の感度、すなわち他軸感度を小さくすることができる。よって、高精度の振動型センサを提供することが可能となる。

【0021】

[適用例6] 上記適用例に記載の振動型センサであって、前記基台は、第1基台と可撓性を有する接続部によって接続された第2基台と、前記第2基台と可撓性を有する接続部によって接続された第3基台とを有しており、前記第1基台に前記第1支持部が接続され、前記第2基台に前記第2支持部が接続されていることを特徴とする。

【0022】

50

本適用例によれば、振動腕の延伸方向の加速度を的確に検出可能な振動型センサを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態を図面を参照しながら説明する。なお、以下で参照する図は、図示の便宜上、部材あるいは縦横の縮尺については実際のものとは異なる模式図である。

【0024】

(第1実施形態)

第1実施形態として、振動型センサの一例としての加速度センサを図1に示し説明する。図1は、第1実施形態としての加速度センサの概略を示し、(a)は平面図、(b)は正断面図である。

【0025】

図1に示すように、加速度センサ10は、基台23と、基台23に支持された振動片11とを有している。

【0026】

振動片11は、圧電性材料により形成されている。圧電性材料としては、チタン酸鉛(PbTiO_3)、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)、酸化亜鉛(ZnO)、水晶等を使用することができる。本第1実施形態では、周波数温度特性が優れ、高いQ値を有する水晶を使用した場合を例示して説明する。

【0027】

振動片11(水晶振動片)は、貫通孔14で分割され、所定の共振周波数にて平面方向に屈曲振動する梁状の振動腕15, 16を有している。さらに、振動片11には、振動腕15, 16の一方の端部から順に、第1基部12、第1くびれ部8、第1支持部17が形成され、振動腕15, 16の他方の端部から順に、第2基部13、第2くびれ部9、第2支持部18が形成されている。

【0028】

第1くびれ部8および第2くびれ部9は、振動腕15, 16の延設方向(図で示すY方向で、以下「Y方向」と略す。)に直交する方向(図で示すX方向で、以下「X方向」と略す。)の幅が第1基部12および第2基部13より狭く形成されている。換言すれば、第1くびれ部8および第2くびれ部9は、第1基部12および第2基部13の、Y方向に沿った2つの辺から中央に向かって凹んだ形状である。そして、第1くびれ部8および第2くびれ部9の振動腕15, 16の延設方向の長さ(以下、「くびれ部長さ」と略す。)は、第1基部12および第2基部13の振動腕15, 16の延設方向の長さ(以下、「基部長さ」と略す。)と相関を持って決定される。詳述すれば、くびれ部長さと基部長さの寸法比は、50%以上200%以下となるように決定される。

【0029】

くびれ部長さと基部長さとを、このような寸法比で形成することで、振動腕15, 16の振動が第1支持部17、第2支持部18に洩れることを防止するとともに、第1くびれ部8および第2くびれ部9に衝撃の応力が集中することを防止して振動片11の破損を防止することが可能となる。

【0030】

図2に、くびれ部長さと基部長さとの寸法比と、くびれ部にかかる応力の大きさとの相関を表すグラフを示し説明する。図2では、横軸にくびれ長さ/基部長さ(%)を示し、縦軸にくびれ部に発生する応力(MPa)を示している。

【0031】

図2に示すように、寸法比が小さい範囲では大きな応力が発生しているが、寸法比が大きくなるにつれて急激(2次曲線的に)に応力が減少し、寸法比が50%程度以上では応力の大きさに変化を生じない。しかしながら、寸法比が大きくなるにつれて基部長さが大きくなることから極端に大きな寸法比を適用することは振動片の小型化を阻害する。そこで求められる小型の加速度センサに用いるためには、寸法比を200%以下に抑えること

10

20

30

40

50

が必要となる。

【 0 0 3 2 】

なお、振動片 1 1 をさらに小型化するためには、くびれ部長さと基部長さの寸法比を小さくすることが望ましく、50%～100%とすることがより好ましい。本例においては、第1くびれ部8のくびれ長さL1は、第1基部12の基部長さB1との寸法比で80%程度となるように形成されている。同様に、第2くびれ部9のくびれ長さL2は、第2基部13の基部長さB2との寸法比で80%程度となるように形成されている。

【 0 0 3 3 】

基台23は、本例では表裏面の双方に幅方向の一端面25から他端面26にかけて溝部が形成されたヒンジ部24が設けられている。そして、基台23は、ヒンジ部24を基準として2つの領域を有しており、一方の領域である第1基部12側の領域に設けられた第1基台27と、他方の領域である第2基部13側の領域に設けられた第2基台28とを有している。そして、第1基台27が固定台となり、第2基台28が可動台（カンチレバー部と呼ぶこともある）となる。なお、ヒンジ部24は、振動腕15, 16の延設方向の中心より第1基部12側に片寄った位置に形成されている。また、本例のヒンジ部24は、表裏面の双方に溝部が形成されているが、いずれか一方の面に溝部が形成されている構成でもよい。

【 0 0 3 4 】

振動片11は、第1支持部17の一主面（裏面）31が第1基台27に支持され、第2支持部18の一主面（裏面）31が第2基台28に支持されるとともに基台23に接着剤42, 43などを用いて固定されている。これにより、基台23に振動片11が固定される。なお、図示しない励振電極との接続をとる場合などには導電性の接着剤を用いることも可能である。

【 0 0 3 5 】

ここで、加速度センサ10における加速度の検出動作について概略を説明する。加速度センサ10の振動腕15, 16は、所定の共振周波数で図に示すX軸方向（振動片11の幅方向）に屈曲振動を行っている。この加速度センサ10に、図に示すZ方向の加速度が加わると、第1基台27が固定台として固定されているため質量の大きな第2基台28は、慣性力によりヒンジ部24を支点として加速度の方向と逆方向（-Z方向）に向かって移動する。これにより基台23は撓みを生じる。この撓みにより、第1基台27と第2基台28とに固定されている振動片11（振動腕15, 16）には、図に示すY軸方向に引っ張り応力が加わる。

【 0 0 3 6 】

振動している振動腕15, 16は、引っ張り応力が発生すると共振周波数は高くなる方向に変化し、圧縮応力が発生すると共振周波数は低くなる方向に変化するため、前述の例では、振動腕15, 16の共振周波数が高くなる。なお、前述と逆方向の加速度が加わった場合は、第2基台28も逆方向に向かって移動し（基台23も逆方向に向かって撓み）振動腕15, 16の共振周波数が低くなる。この共振周波数の変化量を、検出回路（図示せず）によって検出し、検出された共振周波数を変換回路（図示せず）で電圧に変換して加速度として検出する。このようにして、加速度センサ10に加えられた加速度を検出することが可能となる。

【 0 0 3 7 】

本実施形態の加速度センサによれば、くびれ部長さと基部長さの寸法比が50%以上200%以下の範囲、より好ましくは50%以上100%以下で形成された振動片11を用いている。これにより、振動腕15, 16の振動が第1支持部17、第2支持部18に洩れることを防止するとともに、第1くびれ部8および第2くびれ部9に衝撃の応力が集中することを防止して振動片11の破損を防止することが可能となる。従って、特性の安定性が高く、且つ耐衝撃性の優れた加速度センサ10を提供することが可能となる。

【 0 0 3 8 】

（第2実施形態）

10

20

30

40

50

第2実施形態として、振動型センサの一例としての加速度センサを図3に示し説明する。図3は、第2実施形態としての加速度センサの概略を示し、(a)は平面図、(b)は正断面図である。なお、第2実施形態は、前述した第1実施形態の振動片の構成が異なったものであり、基台については第1実施形態と同じであるため同符号をつけて説明を省略する。

【0039】

図3に示すように、加速度センサ10は、基台23と、基台23に支持された振動片11とを有している。

【0040】

振動片11は、前述の第1実施形態と同様な圧電性材料により形成されている。圧電性材料の説明は省略するが、本第2実施形態においても、周波数温度特性が優れ、高いQ値を有する水晶を使用している。

【0041】

振動片11(水晶振動片)は、所定の共振周波数にて平面方向に屈曲振動する梁状の振動腕15, 16を有している。さらに、振動片11には、振動腕15, 16の一方の端部から順に、第1基部12、第1くびれ部8、第1支持部17が形成され、他方の端部から順に、第2基部13、第2くびれ部9、第2支持部18が形成されている。加えて、第1支持部17から図に示すX方向の両側に延設された延長部47と、延長部47から振動腕15, 16に並行するように延設されて開放端19a, 20aを有する固定部19, 20とが形成されている。また、第2支持部18から図中X方向の両側に延設された延長部48と当該延長部48から振動腕15, 16に並行するように延設されて開放端21a, 22aを有する固定部21, 22とが形成されている。

【0042】

第1くびれ部8および第2くびれ部9は、前述した第1実施形態と同様な態様であるので説明を省略する。

【0043】

くびれ部長さと基部長さとを、このような構成とすることで、第1実施形態と同様に振動腕15, 16の振動が第1支持部17、第2支持部18に洩れることを防止するとともに、第1くびれ部8および第2くびれ部9に衝撃の応力が集中することを防止して振動片11の破損を防止することが可能となる。

【0044】

振動片11は、固定部19, 20の一主面(裏面)31が接続領域32, 34で第1基台27に支持され、固定部21, 22の一主面(裏面)31が接続領域33, 35で第2基台28に支持され、接着剤42, 43などを用いて固定されている。これにより、基台23に振動片11が固定される。なお、図示しない励振電極との接続をとる場合などには導電性の接着剤を用いることも可能である。

【0045】

ここで、図3(a)において斜線で示す接続領域32, 33, 34, 35について説明する。接続領域32, 34には、延長部47と固定部19, 20とが交差する領域が含まれている。また、接続領域33, 35には、延長部48と固定部21, 22とが交差する領域が含まれている。

【0046】

そして、接続領域32, 33, 34, 35のそれぞれは、一端が固定部19, 20, 21, 22の長手方向の中央部にあり、他端が振動腕15, 16の延設方向に形成されているそれぞれの延長部47, 48の端部29, 30まで達している。なお、端部29, 30は、振動片11の長手方向における両方の端部でもある。

【0047】

前述のような接続領域32, 33, 34, 35によって振動片11が基台23に固定されることにより、接続箇所が振動腕15, 16から離れるため洩れ振動の影響を、第1くびれ部8および第2くびれ部9の効果と併せ、さらに受けにくくすることができる。

10

20

30

40

50

また、接続領域 32, 33, 34, 35 に、延長部 47 と固定部 19, 20 とが交差する領域と延長部 48 と固定部 21, 22 とが交差する領域と延長部 47, 48 の端部 29, 30 が含まれていることにより、固定の確実性がさらに向上する。さらに、延長部 47、48 においても第 1 くびれ部 8、第 2 くびれ部 9 と同様に衝撃等による応力を緩和する効果があることから、さらに耐衝撃性を向上させた加速度センサ 10 を提供することが可能となる。

【0048】

(第 3 実施形態)

第 3 実施形態として、振動型センサの一例としての加速度センサを図 4 に示し説明する。図 4 は、第 3 実施形態としての加速度センサの概略を示す平面図である。なお、第 3 実施形態に用いている振動片は、前述した第 1 実施形態と同じであるため同符号をつけて説明を省略する。

10

【0049】

図 4 に示すように、加速度センサ 10 は、基台 23 と、基台 23 に支持された振動片 11 とを有している。

【0050】

基台 23 は、第 1 基台 27a と第 2 基台 28a と第 3 基台 27b と可撓性を有する接続部としての板ばね 40, 41 とを有している。そして、第 1 基台 27a と第 2 基台 28a とは、矩形状に折り曲げられて伸縮可能な板ばね 40 を介して接続され、第 2 基台 28a と第 3 基台 27b とは、矩形状に折り曲げられて伸縮可能な板ばね 41 を介して接続されている。なお、本例では、それぞれの基台の接続を伸縮可能な板ばね 40, 41 を構成例として説明したが、例えばコイルばね、樹脂などの可撓性を有するもので行うことができる。

20

【0051】

振動片 11 は、第 1 支持部 17 の図示しない一主面（裏面）が第 1 基台 27a に支持され、第 2 支持部 18 の図示しない一主面（裏面）が第 2 基台 28a に支持されるとともに接着剤などを用いて固定されている。これにより、基台 23 に振動片 11 が固定される。

【0052】

このような構成の加速度センサ 10 の第 1 基台 27a と第 3 基台 27b とをベース材（図示せず）に固定することにより、第 2 基台 28a は、板ばね 40, 41 の伸縮で振動腕 15, 16 の延伸方向に自在に移動することができる。これにより、振動腕 15, 16 の延伸方向の加速度を的確に検出可能な加速度センサを提供することが可能となる。

30

【0053】

なお、前述の実施形態で説明した第 1 くびれ部 8、第 2 くびれ部 9 は、図 5 の第 1 くびれ部の拡大平面図に示すように、第 1 基部 12 の外周線 12a および第 1 支持部 17 の外周線 17a との交差部 8a が平面的に曲線形状をなして接続されていることが好ましい。なお、本例では円弧状を示して説明したが、交差角が形成されなければよく、曲線の形状は問わない。また、図では、第 1 くびれ部 8 を説明したが、第 2 くびれ部 9 においても同様な構成が望ましい。

【0054】

このように、交差部 8a が平面的に曲線形状をなして接続されていることにより、交差角の部分に集中する応力を防止することができるため、さらに応力集中を防止することが可能となる。これによって、さらに耐衝撃性を向上させた加速度センサ 10 を提供することが可能となる。

40

【0055】

また、前述では、第 1 くびれ部 8 および第 2 くびれ部 9 は、第 1 支持部 17 および第 2 支持部 18 に接続する部分に設けられた例で説明したがこれに限らない。例えば、両側を第 1 基部 12 および第 2 基部 13 に挟まれた部分、すなわち、第 1 基部 12 および第 2 基部 13 の中間位置に設けられていてもよい。

【0056】

50

また、前述では、振動型センサとしての加速度センサを一例として説明したが、例えば、力（ちから）センサ、圧力センサなどに適用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】第1実施形態としての加速度センサの概略を示し、（a）は平面図、（b）は正断面図。

【図2】くびれ長さと基部長さとの寸法比とくびれ部にかかる応力の大きさとの相関を表すグラフ。

【図3】第2実施形態としての加速度センサの概略を示し、（a）は平面図、（b）は正断面図。

【図4】第3実施形態としての加速度センサの概略を示す平面図。

【図5】第1くびれ部の拡大平面図。

【図6】従来の加速度センサの概略を示す斜視図。

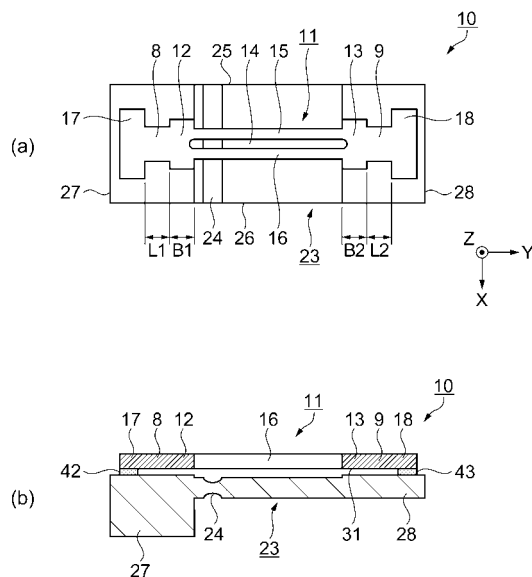
【図7】従来の加速度センサの振動片を示す平面図。

【符号の説明】

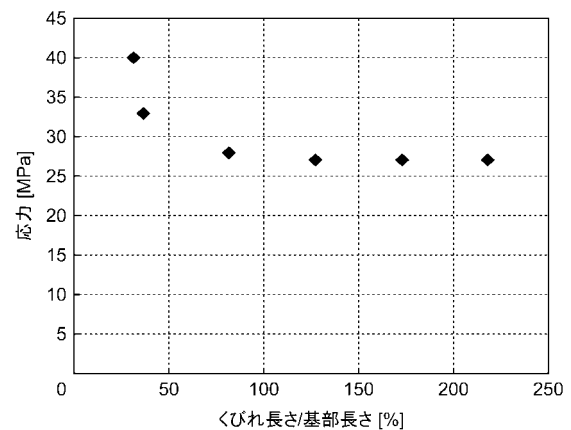
【0058】

10...振動型センサとしての加速度センサ、11...振動片、12...第1基部、13...第2基部、14...貫通孔、15, 16...振動腕、17...第1支持部、18...第2支持部、23...基台、24...ヒンジ部、27...第1基台、28...第2基台、31...一主面（裏面）、42, 43...接着剤。

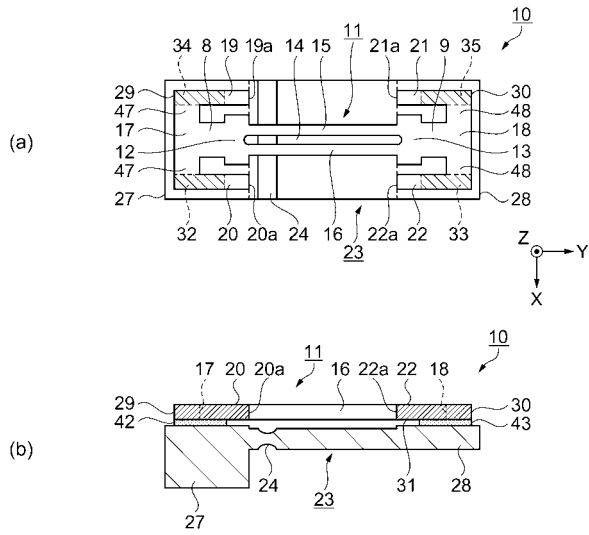
【図1】



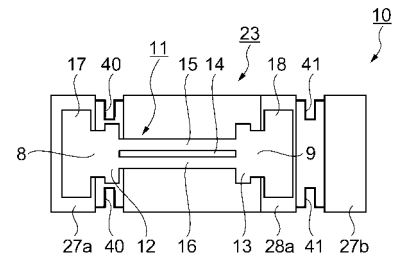
【図2】



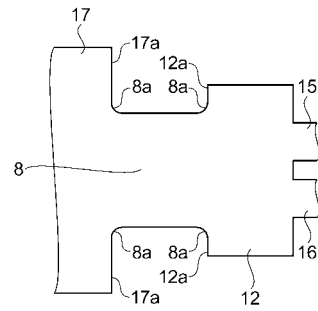
【図 3】



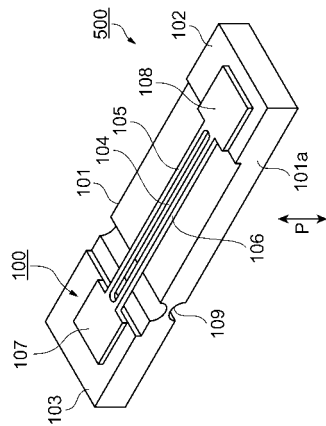
【図 4】



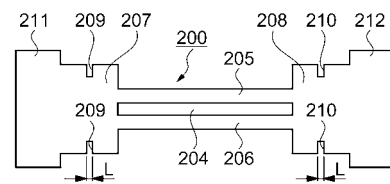
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

審査官 續山 浩二

- (56)参考文献 特開2004-251702(JP,A)
特開平11-271066(JP,A)
特開2008-209388(JP,A)
特開2004-297198(JP,A)
特開2008-039662(JP,A)
特開2008-197031(JP,A)
特開昭58-105612(JP,A)
特開昭63-284440(JP,A)
特公昭64-004370(JP,B1)
特開2002-261575(JP,A)
特開2004-260718(JP,A)
特開2005-184767(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01P 15/10
H03H 9/15