

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-164278

(P2013-164278A)

(43) 公開日 平成25年8月22日(2013.8.22)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>GO1P 15/10 (2006.01)</b>	GO1P 15/10	
<b>HO1L 41/18 (2006.01)</b>	HO1L 41/18	101A
<b>HO1L 41/187 (2006.01)</b>	HO1L 41/18	101D
<b>HO1L 41/08 (2006.01)</b>	HO1L 41/18	101B
<b>HO1L 41/09 (2006.01)</b>	HO1L 41/08	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-26082 (P2012-26082)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成24年2月9日 (2012.2.9)	(74) 代理人	100095728 弁理士 上柳 雅善
		(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	渡辺 潤 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	中仙道 和之 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

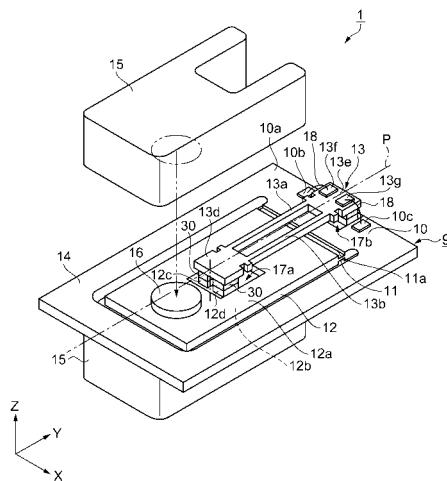
(54) 【発明の名称】物理量検出器、物理量検出デバイス、電子機器

## (57) 【要約】

【課題】正確な物理量が検出可能な物理量検出器を提供する。

【解決手段】物理量検出器1は、ベース部10と、ベース部10に継手部11を介して延在され、物理量の変化に応じて変位する可動部12と、を有するカンチレバー9と、ベース部10と可動部12とに掛け渡された物理量検出素子13と、を備える。カンチレバー9は、ベース部10の第1主面10aに凹部17bを形成することによって島状に突設される第2支持台部10e, 10fと、可動部12の第1主面12aに凹部17bを形成することによって島状に突設される第1支持台部12c, 12dと、を有する。物理量検出素子13は、振動梁部13a, 13bに接続される第1基部13dと、他方の長手方向端部に接続される第2基部13eとを有し、第1支持台部12c, 12dと第1基部13d及び第2支持台部10e, 10fと第2基部13eが、接着剤を用いて固定されている。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ベース部と、前記ベース部に継手部を介して延在され物理量の変化に応じて変位する可動部と、を有する平板状のカンチレバーと、

前記ベース部と前記可動部とに掛け渡されて固定され、前記可動部の変位に応じて物理量を検出する物理量検出素子と、  
を備え、

前記カンチレバーは、前記可動部の第1主面に設けられる凹部内に配置される第1支持台部と、前記ベース部の第1主面に設けられる凹部内に配置される第2支持台部と、を有し、

前記物理量検出素子は、振動梁部の一方の長手方向端部に接続される第1基部と、他方の長手方向端部に接続される第2基部と、を有し、

前記第1支持台部は、前記第1基部の幅方向に空隙を有して分割されており、

前記第2支持台部は、前記第2基部の幅方向に空隙を有して分割されており、

前記第1支持台部と前記第1基部、及び前記第2支持台部と前記第2基部が、接着剤を用いて固定されていること、  
を特徴とする物理量検出器。

## 【請求項 2】

前記第1支持台部は、前記可動部に設けられる前記凹部に囲まれてあり、

前記第2支持台部は、前記ベース部に設けられる前記凹部に囲まれていること、  
を特徴とする請求項1に記載の物理量検出器。

## 【請求項 3】

前記カンチレバーと前記物理量検出素子とが接着固定される際、

前記第1支持台部及び前記第2支持台部から流れ出した前記接着剤が、前記可動部に設けられている前記凹部、及び前記ベース部に設けられている前記凹部の範囲内にあること、

を特徴とする請求項1または請求項2に記載の物理量検出器。

## 【請求項 4】

前記カンチレバーと前記物理量検出素子は、前記接着剤を介して厚み方向に所定の隙間を有して固定されていること、

を特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載の物理量検出器。

## 【請求項 5】

前記凹部は、前記第1支持台部の周囲から前記第2支持台部の周囲にわたって連続して形成されていること、

を特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか一項に記載の物理量検出器。

## 【請求項 6】

前記継手部は、前記可動部の第1主面と前記第1主面に対向する第2主面の両方に形成される溝部によって形成されており、

前記凹部の深さは、前記可動部の第1主面側の溝部の深さより浅いこと、  
を特徴とする請求項5に記載の物理量検出器。

## 【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物理量検出器と、  
前記物理量検出器を収容するパッケージと、  
を備えていることを特徴とする物理量検出デバイス。

## 【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物理量検出器と、  
少なくとも物理量検出回路と、  
を備えている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、物理量検出器、この物理量検出器を備える物理量検出デバイス及び電子機器に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、本体部平面の一方方向に変位可能な隔離部 (isolator) と、平面に対し垂直方向に変位可能な質量部 (proof mass) とを有し、隔離部は本体部からスロットで分離されており、質量部は本体部と厚さが薄くなつたヒンジ (たわみ部) で接続されており、加速度センサーが、スロットと撓み部とを跨いで、隔離部と質量部とで接着固定されている加速度計が知られている（例えば、特許文献1参照）。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】米国特許第4766767号明細書

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

このような特許文献1では、加速度センサーを隔離部に接着固定する際、接着剤がスロットの内部に流れ込んだり、隔離部表面に拡散することが考えられる。また、加速度センサーを質量部に接着固定する際、接着剤がヒンジ内部に流れ込むことや、質量部表面に拡散することが考えられる。このように、スロット内やヒンジに接着剤が付着すると、接着剤の影響で正確な加速度検出ができなくなる恐れがある。また、質量部表面に拡散した場合、固定位値、接合面積がばらつき、そのことが、共振周波数に影響することが考えられる。

20

## 【0005】

また、このような加速度計は、加速度センサーが、カンチレバーの変位によって振動梁部が伸縮または屈曲されることによる共振周波数の変化を検出するものである。このような加速度センサーは、接着固定部の振動梁部の中心軸付近に振動漏れが存在する。従って、この中心軸の位置で接着固定すると、振動漏れの影響によって共振周波数のばらつきが発生して、正確な加速度検出ができないことが考えられる。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明は、上述の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、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

## 【0007】

[適用例1] 本適用例に係る物理量検出器は、ベース部と、前記ベース部に継手部を介して延在され物理量の変化に応じて変位する可動部と、を有する平板状のカンチレバーと、前記ベース部と前記可動部とに掛け渡されて固定され、前記可動部の変位に応じて物理量を検出する物理量検出素子と、を備え、前記カンチレバーは、前記可動部の第1主面に設けられる凹部内に配置される第1支持台部と、前記ベース部の第1主面に設けられる凹部内に配置される第2支持台部と、を有し、前記物理量検出素子は、振動梁部の一方の長手方向端部に接続される第1基部と、他方の長手方向端部に接続される第2基部と、を有し、前記第1支持台部は、前記第1基部の幅方向に空隙を有して分割されており、前記第2支持台部は、前記第2基部の幅方向に空隙を有して分割されており、前記第1支持台部と前記第1基部、及び前記第2支持台部と前記第2基部が、接着剤を用いて固定されていること、を特徴とする。

40

## 【0008】

ここで、物理量としては、例えば、加速度、振動、距離、重力、物体の傾斜等がある。

本適用例によれば、カンチレバーと物理量検出素子とを接着固定する際、第1支持台部または第2支持台部から流れ出す接着剤を凹部で吸収するため、物理量検出素子の共振周

50

波数に影響がある位置への接着剤の付着を防止できる。

【0009】

また、物理量検出器は、物理量検出素子がカンチレバーの変位によって伸縮また屈曲されることによる共振周波数の変化によって物理量を検出するものである。このような物理量検出素子は、第1基部または第2基部において共振の中心軸に近い位置の方に大きい振動漏れが存在する。そこで、第1支持台部及び第2支持台部の両方を中心軸から離間する方向に隙間を設けることによって、振動漏れが小さい位置で接着固定することで、振動漏れの影響による共振周波数のばらつきを抑制し、物理量を正確に検出することができる。

【0010】

[適用例2] 上記適用例に係る物理量検出器において、前記第1支持台部は、前記可動部に設けられる前記凹部に囲まれてあり、前記第2支持台部は、前記ベース部に設けられる前記凹部に囲まれていること、が好ましい。

10

【0011】

第1支持台部及び第2支持台部は、凹部で囲まれた二つの島状に突設されている。従つて、カンチレバーと物理量検出素子との接着固定位置と、接着面積は、第1支持台部及び第2支持台部で律することが可能で、接着固定位置と接着面積のばらつきによる共振周波数への影響を低減することができるという効果がある。

【0012】

[適用例3] 上記適用例に係る物理量検出器において、前記カンチレバーと前記物理量検出素子とが接着固定される際、前記第1支持台部及び前記第2支持台部から流れ出した前記接着剤が、前記可動部に設けられている前記凹部、及び前記ベース部に設けられている前記凹部の範囲内にあること、が好ましい。

20

【0013】

このようにすれば、流れ出した接着剤を凹部内ですべて吸収できるので、接着剤が付着してはいけない振動梁部や中心軸付近への接着剤の付着を防止できる。なお、凹部の大きさは、上記条件を満たせば小さいほどよい。

【0014】

[適用例4] 上記適用例に係る物理量検出器において、前記カンチレバーと前記物理量検出素子は、前記接着剤を介して厚み方向に所定の隙間を有して固定されていること、が好ましい。

30

【0015】

このようにすることによって、カンチレバーと振動梁部とが接触することができないため、振動梁部の振動に不要な負荷を与えることがなく、この負荷によって共振周波数に影響を与えない。

【0016】

[適用例5] 上記適用例に係る物理量検出器において、前記凹部は、前記第1支持台部の周囲から前記第2支持台部の周囲にわたって連続して形成されていること、が好ましい。

30

【0017】

このような凹部は、第1支持台部の周囲から第2支持台部の周囲に至るまで連続した形状を有している。このようにすれば、振動梁部とカンチレバーとの厚み方向及び幅方向の隙間を確保できると共に、接着剤の振動梁部への付着をより確実に防止することができる。

40

【0018】

[適用例6] 上記適用例に係る物理量検出器において、前記継手部は、前記可動部の第1正面と前記第1正面と対向する第2正面の両方に形成される溝部によって形成されており、前記凹部の深さは、前記可動部の第1正面側の溝部の深さより浅いこと、が好ましい。

40

【0019】

凹部が、第1支持台部の周囲から第2支持台部の周囲に至るまで連続している場合、凹

50

部は継手部を横切ることになる。継手部は可動部のヒンジの機能を有し、可動部の変位量を律する重要な要素である。従って、凹部が継手部の溝部深さよりも深い場合は、加えられる物理量に対して変位量に影響がでる。そこで、凹部の深さを、可動部の第1主面側の溝部の深さより浅くすることにより、継手部を横切る凹部があっても、可動部の変位量に影響を与えることがない。

【0020】

[適用例7] 本適用例に係る物理量検出デバイスは、上記適用例のいずれかに記載の物理量検出器と、前記物理量検出器を収容するパッケージと、を備えていることを特徴とする。

【0021】

本適用例によれば、上述の物理量検出器を用いることによって、上記適用例のいずれかに記載の効果を奏する物理量検出デバイスを提供することができる。

また、物理量検出器をパッケージ内に収容することで、外部からの塵埃や水分を排除することができると共に、取り扱い性が向上するという効果がある。

【0022】

[適用例8] 本適用例に係る電子機器は、上記適用例のいずれかに記載の物理量検出器と、少なくとも物理量検出回路と、を備えていることを特徴とする。

【0023】

本適用例によれば、上記適用例のいずれかに記載の物理量検出器を用いることによって、上記適用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。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】実施形態1に係る物理量検出器を示す部分展開模式斜視図。

【図2】実施形態1に係る物理量検出器の構成を示し、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A切断面を示す断面図、(c)は物理量検出素子とカンチレバーとの接合部を示す部分断面図。

【図3】実施形態1に係る物理量検出器の動作を模式的に示す断面図であり、(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。

【図4】変形例に係る物理量検出器の一部を示し、(a)は部分平面図、(b)は(a)のA-A切断面を示す断面図。

【図5】実施形態2に係る物理量検出器を示し、(a)は平面図、(b)は、(a)のD-D切断面を示す断面図、(c)は(a)のE-E切断面を示す断面図。

【図6】物理量検出デバイスの概略構成を示し、(a)は平面図、(b)は(a)のF-F切断面を示す断面図。

【図7】電子機器の1例としての傾斜計を例示する模式斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

なお、以下の説明で参照する図は、各部材を認識可能な大きさとするため、各部材ないし部分の縦横の縮尺は実際のものとは異なる模式図である。

(物理量検出器)

まず、物理量検出器について具体的な実施形態をあげ説明する。

(実施形態1)

【0026】

図1は、実施形態1に係る物理量検出器を示す部分展開模式斜視図である。図2は、実施形態1に係る物理量検出器の構成を示し、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A切断面を示す断面図、(c)は物理量検出素子とカンチレバーとの接合部を示す部分断面図である。なお、配線は省略している。

【0027】

図1、図2に示すように、物理量検出器1は、ベース部10と、ベース部10に継手部11を介して延在され、物理量の変化に応じて変位する可動部12と、ベース部10に連続し可動部12の周囲に沿って延在される支持部14と、を有するカンチレバー9と、継手部11を跨いでベース部10と可動部12とに掛け渡されるようにして固定され、可動部12の変位に応じた物理量を検出する物理量検出素子13と、を備えている。可動部12の第1主面12aには、物理量検出素子13と重ならない位置に配置される質量部15を備え、第1主面12aに対向する第2主面12bにも、第1主面12a側に配置された質量部15との対称位置に質量部15が配置されている。さらに、質量部15と第1主面12a、第2主面12bそれぞれは所定の厚みを有して接着剤16によって接着固定されている。

10

## 【0028】

カンチレバー9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。ベース部10、継手部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、エッチングなどの技術を用いて精度よく形成されている。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。

## 【0029】

図2(b)に示すように、継手部11は、第1主面12a、第2主面12bの両方からのハーフエッチングによって、X方向に沿う溝部11aによってベース部10と可動部12とを区切るように形成されている。継手部11の断面形状は略H字形状を有している。

20

この継手部11により、可動部12は、第1主面12aと交差する方向(Z方向)に加わる物理量(例えば、加速度)に応じて、継手部11を支点(回転軸)にして第1主面12aと交差する方向(Z方向)に変位する。よって、継手部11はヒンジの機能を有する。

## 【0030】

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。本実施形態では、質量部15はカンチレバー9の平面サイズ内において、質量を極力大きくするために、可動部12の継手部11側とは反対側の自由端側から、物理量検出素子13と重ならない範囲で継手部11の近くまで延び、平面視において、略U字形状を有している。

30

## 【0031】

図2(a)の斜線で示す質量部15と支持部14とが重なる領域B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を接着剤16の厚さで管理している。

## 【0032】

物理量検出素子13は、図1及び図2(a)に示すように、ベース部10と可動部12とを結ぶ方向(Y方向)に延在され、X方向に屈曲振動をする振動梁部13a, 13bと、振動梁部13a, 13bの両端部を接続する第1基部13dと第2基部13eと、を備えている。物理量検出素子13は、2本の振動梁部13a, 13bと、第1基部13dと第2基部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。

40

物理量検出素子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、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。

## 【0033】

なお、物理量検出素子13の材質は、水晶に限定されるものではなく、タンタル酸リチウム(LiTaO<sub>3</sub>)、四ホウ酸リチウム(Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>)、ニオブ酸リチウム(LiNbO<sub>3</sub>)、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)などの圧電体を皮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。ただし、物理量検

50

出素子 13 は、カンチレバー 9 (可動部 12) との線膨張係数の差を小さくすることを考慮すればカンチレバー 9 と同質にすることが望ましい。

【0034】

図 1、図 2 (a) に示すように、物理量検出素子 13 は、振動梁部 13a, 13b の図示しない励振電極 (駆動電極) から第 2 基部 13e に形成された引き出し電極 13f, 13g が、Au、Al などの金属ワイヤー 18 によって、ベース部 10 の第 1 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。

【0035】

図 2 (a) に示すように、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。

【0036】

さらに、図 2 (a) に示すように、支持部 14 は、パッケージ、基板などの外部部材に固定するための固定部 14a, 14b, 14c, 14d を有し、固定部 14a ~ 14d が平面視において、隣り合う固定部同士を結んで囲んだ範囲内 (2 点鎖線で囲んだ範囲内) に、物理量検出器 1 の重心位置 G0 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位置 G0 がくるように 2 箇所の固定部を配置すればよい。

【0037】

次に、カンチレバー 9 と物理量検出素子 13 との接合構造について説明する。図 2 (a), (b) に示すように、可動部 12 の第 1 主面 12a には凹部 17a が形成されており、ベース部 10 の第 1 主面 10a には凹部 17b が形成されている。なお、本実施形態では、可動部 12 の第 1 主面 12a とベース部 10 の第 1 主面 10a は、同じ平面内にある。可動部 12 の第 1 主面 12a に凹部 17a を形成することによって、第 1 支持台部 12c, 12d が島状に突設される。一方、ベース部 10 の第 1 主面 10a に凹部 17b を形成することによって、第 2 支持台部 10e, 10f が島状に突設される。本実施形態では、第 1 支持台部 12c, 12d と第 2 支持台部 12e, 12f との各々の図示上面は、同じ高さの平面を有する。

【0038】

第 1 支持台部 12c, 12d は、物理量検出素子 13 の平面視で重心位置 G1 を通り、振動梁部 13a, 13b の延在方向に沿う中心軸 P に対し直交する方向に所定の大きさの空隙を有して分割されている。第 1 支持台部 12c, 12d は、中心軸 P を挟んで等距離に配置されると共に、位置、形状とも同じである。

一方、第 2 支持台部 10e, 10f は、中心軸 P に対し直交する方向に所定の大きさの空隙を有して分割されている。第 2 支持台部 10e, 10f は、中心軸 P を挟んで等距離に配置されると共に、位置、形状とも同じである。

【0039】

図 2 (c) は、カンチレバー 9 と物理量検出素子 13 との接合部 (図 2 (a) の H-H 切断面) を示す部分断面図である。図 2 (c) に示すように、第 1 支持台部 12c 及び第 2 支持台部 10e と、第 1 支持台部 12d 及び第 2 支持台部 10f との間には、空隙 S が設けられている。空隙 S は、第 1 基部 13d と第 2 基部 13e において、振動梁部 13a, 13b の振動に伴う振動漏れを、物理量検出に影響がない大きさになる範囲で設定することが好ましい。

【0040】

10

20

30

40

50

物理量検出素子 13 は、第 1 基部 13d と第 1 支持台部 12c, 12d とを接着剤 30 によって接着固定し、第 2 基部 13e と第 2 支持台部 10e, 10f とを接着剤 30 で接着固定している。本実施形態では、接着剤 30 は、シリコーン樹脂系の熱硬化型接着剤が用いられる。ここで、物理量検出素子 13 と可動部 12 とは、接着された状態で隙間 T が設けられている。隙間 T は、物理量検出素子 13 と可動部 12 との間にスペーサーを介在させて接着固定し、接着固定後スペーサーを除去することで一定の寸法を確保できる。

#### 【0041】

なお、凹部 17a 及び凹部 17b は、カンチレバー 9 と物理量検出素子 13 とを接着固定する際、第 1 支持台部 12c, 12d 及び第 2 支持台部 10e, 10f から流れ出した分（はみ出した分）の接着剤 30 を収容できる範囲の広さと深さを有している。

10

#### 【0042】

続いて、物理量検出器 1 の動作について説明する。

図 3 は、実施形態 1 に係る物理量検出器 1 の動作を模式的に示す断面図であり、(a) は、可動部 12 が -Z 方向に変位した状態を示し、(b) は、可動部 12 が +Z 方向に変位した状態を示す。

#### 【0043】

図 3 (a) に示すように、物理量検出器 1 に、+Z 方向の加速度が印加されると、可動部 12 には -Z 方向に力が作用し、可動部 12 は継手部 11 を支点として -Z 方向に変位する。すると、物理量検出素子 13 には、Y 方向に第 1 基部 13d と第 2 基部 13e とが互いに離される方向の力が加わり、振動梁部 13a, 13b には引っ張り応力が生じる。そのため、振動梁部 13a, 13b の共振周波数（振動周波数）は、高くなる。

20

#### 【0044】

一方、図 3 (b) に示すように、物理量検出器 1 に、-Z 方向の加速度が印加されると、可動部 12 には +Z 方向に力が作用し、可動部 12 は、継手部 11 を支点として +Z 方向に変位する。これにより、物理量検出素子 13 には、Y 方向に第 1 基部 13d と第 2 基部 13e とが互いに近づく方向に力が加わり、振動梁部 13a, 13b には圧縮応力が生じる。そのため、振動梁部 13a, 13b の共振周波数は、低くなる。

20

#### 【0045】

物理量検出器 1 では、上記のような物理量検出素子 13 の共振周波数の変化を検出している。より具体的には、物理量検出器 1 に加わる加速度は、上記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。

30

#### 【0046】

なお、物理量検出器 1 を傾斜計に用いた場合には、傾斜の姿勢の変化に応じて、傾斜計に対する重力加速度が加わる方向が変化し、振動梁部 13a, 13b に引っ張り応力や圧縮応力が生じる。従って、振動梁部 13a, 13b の共振周波数が変化する。

#### 【0047】

また、上記の例では、物理量検出素子 13 として、いわゆる双音叉素子を用いた例について説明したが、可動部 12 の変位に応じて共振周波数が変化すれば、物理量検出素子 13 の形態は、特に限定されない。

40

#### 【0048】

図 3 (a) に示すように、物理量検出器 1 は、+Z 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 の第 1 主面 12a に固定された質量部 15 に、支持部 14 の交差する部分（図 2 (b) の B 領域）が接触する。これにより、物理量検出器 1 は、加速度の大きさに応じて -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）内に規制することができる。

#### 【0049】

一方、図 3 (b) に示すように、物理量検出器 1 は、-Z 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 の第 2 主面 12b に固定された質量部 15 に、支持部 14 の交差する部分（図 2 (b) の B 領域）が接触する。これにより、物理量検出器 1 は

50

、加速度の大きさに応じて + 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）内に規制することができる。

【0050】

物理量検出器 1 は、上述したように、カンチレバー 9 の可動部 12 のベース部 10 に対する変位によって物理量検出素子 13 の伸縮に伴い共振周波数が変化することを利用するものである。物理量検出素子 13 は、カンチレバー 9 に接着固定されている。接着固定の際、接着剤 30 が、物理量検出素子 13 の振動梁部 13a, 13b に付着すると、接着剤 30 の影響で共振周波数が変化し、正確な加速度検出ができない恐れがある。また、接着固定部の振動梁部 13a, 13b の中心軸 P 上に振動漏れが存在する。従って、この中心軸 P の位置で接着固定すると、振動漏れの影響によって共振周波数のばらつきが発生して、正確な加速度検出ができないことも考えられる。

10

【0051】

本実施形態では、第 1 支持台部 12c, 12d の接着部から流れ出す接着剤 30 を凹部 17a で吸収し、第 2 支持台部 10e, 10f の接着部から流れ出す接着剤 30 を凹部 17b で吸収するため、振動梁部 13a, 13b への接着剤 30 の付着を防止することができるところから、物理量検出素子 13 の接着剤付着による共振周波数の変化を排除することができる。

【0052】

また、カンチレバー 9 と物理量検出素子 13 との接着固定位置と、接着面積は、第 1 支持台部 12c, 12d 及び第 2 支持台部 10e, 10f で律することが可能で、接着固定位置と接着面積のばらつきによる共振周波数への影響を低減することができるという効果がある。

20

【0053】

第 1 支持台部 12c, 12d と第 2 支持台部 10e, 10f の各々は、物理量検出素子 13 の中心軸 P に対し直交する方向に所定の空隙 S を有して分割され、中心軸 P から離した振動漏れが小さい領域で接着固定することにより、振動漏れの影響による共振周波数のばらつきを抑制し、物理量を正確に検出することができる。

【0054】

また、カンチレバー 9 と物理量検出素子 13 は、接着剤 30 を介して厚み方向に所定の隙間 T を有して固定することによって、カンチレバー 9 と振動梁部 13a, 13b とが接触することができないため、振動梁部 13a, 13b の振動に不要な負荷を与えることがないため共振周波数に影響を与えない。

30

（変形例）

【0055】

続いて、実施形態 1 の変形例について説明する。この変形例は、カンチレバー 9 に形成される凹部形状に特徴を有し、他の構成要素は、前述した実施形態 1 に記載の物理量検出器 1 と同じであるため、詳細な説明を省略し、同じ構成要素には同じ符号を付している。

図 4 は、変形例に係る物理量検出器 1 の一部を示し、(a) は部分平面図、(b) は (a) の A - A 切断面を示す断面図である。なお、図 4 では、質量部 15 の図示を省略している。

40

【0056】

変形例に係る物理量検出器 1 では、凹部 17 が、第 1 支持台部 12c, 12d の周囲から第 2 支持台部 10e, 10f の周囲にわたって連続して形成されている。実施形態 1 (図 1、参照) と比較してみると、凹部 17 は、凹部 17a と凹部 17b とを継手部 11 を跨いで連続したように形成されている。なお、凹部 17 は、図 4 (a) に示すように、振動梁部 13a, 13b と平面視で交差しない幅を有している。

また、凹部 17 は、可動部 12 の第 1 主面 12a (またはベース部 10 の第 1 主面 10a) からの溝部 11a の深さよりも浅く形成されている。

なお、上述した変形例による物理量検出器 1 の動作は実施形態 1 と同じである。

【0057】

50

このように、凹部 17 は、第 1 支持台部 12c, 12d の周囲から第 2 支持台部 10e, 10f の周囲に至るまで連続した形状を有している。このようにすれば、振動梁部 13a, 13b とカンチレバー 9 との厚み方向及び幅方向の隙間を確保できることと共に、接着剤 30 の振動梁部 13a, 13b への付着をより確実に防止することができる。

#### 【0058】

また、凹部 17 が、第 1 支持台部 12c, 12d の周囲から第 2 支持台部 10e, 10f の周囲に至るまで連続している場合、凹部 17 は継手部 11 を横切ることになる。継手部 11 は可動部 12 のヒンジの機能を有し、可動部 12 の変位量を律する重要要素である。従って、凹部 17 が継手部 11 の溝部 11a の深さよりも深い場合は、変位量に影響が 10 ある。そこで、凹部 17 の深さを、溝部 11a の深さより浅くすることにより、継手部 11 を横切る凹部があっても、加速度が加えられることによる可動部 12 の変位量に影響を与えることがない。

(実施形態 2)

#### 【0059】

続いて、実施形態 2 に係る物理量検出器について説明する。実施形態 2 は、カンチレバーの支持部が、自由端側で 2 分割されていること、カンチレバーの可動部に 2 分割された質量部が固定されていること、物理量検出素子がカンチレバーの自由端部まで延在されていること、を特徴としている。

図 5 は、実施形態 2 に係る物理量検出器 2 を示し、(a) は平面図、(b) は、(a) の D-D 切断面を示す断面図、(c) は (a) の E-E 切断面を示す断面図である。なお、配線は省略しており、前述した実施形態 1 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、実施形態 1 と異なる部分を中心に説明する。 20

#### 【0060】

図 5 (a) に示すように、物理量検出器 2 は、カンチレバー 119 の支持部 114 が、可動部 112 の自由端側 (-Y 側端部) において、可動部 112 の +X 側と -X 側とに 2 分割されている。支持部 114 には、2 分割された先端部に互いに向き合うように半島状の突出部 114a が形成されている。可動部 112 の自由端側は、この半島状の突出部 114a と交差しない形状を有している。

#### 【0061】

物理量検出素子 113 は、カンチレバー 119 のベース部 110 と可動部 112 に、継手部 11 を跨いで固定されており、質量部 115 が物理量検出素子 113 を挟んで +X 側と -X 側とに配置されている。なお、質量部 115 は、可動部 112 の第 2 主面 112b 側にも第 1 主面 112a 側と同様な位置に配置されている。 30

#### 【0062】

質量部 115 の一部は、支持部 114 の突出部 114a と一部が重なっている (図 5 (a) の斜線部分 : 領域 B)。しかし、質量部 115 と突出部 114a とが重なる領域 B では、図 5 (c) に示すように、質量部 115 と支持部 114 との間に隙間 C が設けられている。

カンチレバー 119 (可動部 112) と、質量部 115 それぞれとの接合は接着剤 16 を用いて実施形態 1 と同様に行われる。

また、物理量検出素子 113 は、ベース部 110 の端部から可動部 112 の自由端部にまで延在されている。

#### 【0063】

次に、カンチレバー 119 と物理量検出素子 113 との接合構造について説明する。図 5 (a), (b) に示すように、可動部 112 には凹部 117a が形成されている。可動部 112 の第 1 主面 112a とベース部 110 の第 1 主面 110a は、同じ平面内にある。可動部 112 の第 1 主面 112a に凹部 117a を形成することによって、第 1 支持台部 112c, 112d が島状に突設される。一方、ベース部 110 の第 1 主面 110a に凹部 117b を形成することによって、第 2 支持台部 110e, 110f が島状に突設される。第 1 支持台部 112c, 112d と第 2 支持台部 110e, 110f との各々の図 40 50

示上面は、同じ高さの平面を有する。

【0064】

第1支持台部112c, 112dは、物理量検出素子113の平面視で重心位置G1を通り、振動梁部113a, 113bの延在方向に沿う中心軸Pに対し直交する方向に所定の大きさの空隙を有して分割されている。第1支持台部112c, 112dは、中心軸Pを挟んで等距離に配置されると共に、位置、形状とも同じである。

一方、第2支持台部110e, 110fは、物理量検出素子113の平面視で重心位置G1を通り、振動梁部113a, 113bの延在方向に沿う中心軸Pに対し直交する方向に所定の大きさの空隙を有して分割されている。第2支持台部110e, 110fは、中心軸Pを挟んで等距離に配置されると共に、位置、形状とも同じである。

10

【0065】

カンチレバー119と物理量検出素子113との接着固定構造は、図2(c)と同様に行うため、図示及び説明を省略する。

【0066】

従って、実施形態2に係る物理量検出器2によれば、カンチレバー119及び質量部115が実施形態1と異なる形態を有していても、実施形態1と同様な効果が得られる。つまり、第1支持台部112c, 112dの接着部から流れ出す接着剤30を凹部117aで吸収し、第2支持台部110e, 110fの接着部から流れ出す接着剤30を凹部117bで吸収するため、振動梁部113a, 113bへの接着剤30の付着を防止することができるところから、物理量検出素子113の接着剤付着による共振周波数の変化を排除することができる。

20

【0067】

また、第1支持台部112c, 112dと第2支持台部110e, 110fの各々は、物理量検出素子113の中心軸Pに対し直交する方向に所定の空隙Sを有して分割され、中心軸Pから離間した振動漏れが小さい領域で接着固定することにより、振動漏れの影響による共振周波数のばらつきを抑制し、物理量を正確に検出することができる。

【0068】

また、実施形態2による物理量検出器2は、物理量検出素子113の第2基部113eを第1実施形態と同じ位置に配置し、第1基部113dを可動部112の自由端側の端部に移動させて配置している。このことから、物理量検出器2は、振動梁部113a, 113bを実施形態1よりも長くすることが可能となる。従って、加速度が加えられることによる可動部112の僅かな変位でも振動梁部113a, 113bが伸縮しやすくなり、物理量検出器2の検出感度を高めることができる。

30

【0069】

なお、実施形態1の変形例(図4、参照)に記載の凹部17が、第1支持台部112c, 112dの周囲から第2支持台部110e, 110fの周囲にわたって連続して形成されている実施形態1の変形例(図4、参照)に記載の構造も実施形態2に記載の物理量検出器2に適用することが可能である。

(物理量検出デバイス)

【0070】

続いて、前述した実施形態1または実施形態2に記載の物理量検出器を備えた物理量検出デバイスについて説明する。

図6は、物理量検出デバイスの概略構成を示し、(a)は平面図、(b)は(a)のF-F切断面を示す断面図である。なお、(a)はリッド(蓋部材)の図示を省略している。また、物理量検出器としては、実施形態1に記載の物理量検出器1を例示し、共通部分には同一符号を付し詳細な説明を省略する。

40

【0071】

図6(a), (b)に示すように、物理量検出デバイス3は、物理量検出器1と、物理量検出器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、平面形状が略四角形の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

50

板状のリッド 22 と、を有し、外形が略直方体形状を有している。

パッケージベース 21 には、セラミックグリーンシートを積層し焼成した酸化アルミニウム焼結体、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。

#### 【0072】

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、物理量検出器 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、図示は省略するが、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ることが好ましい。

#### 【0073】

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。

#### 【0074】

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、はんだ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。

#### 【0075】

物理量検出デバイス 3 は、物理量検出器 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シリコーン樹脂系の導電性接着剤が用いられている。なお、固定部 14a, 14d における固定には、金属フィラーなどの導電性物質を含まないシリコーン樹脂系の接着剤を用いてもよい。

#### 【0076】

物理量検出デバイス 3 は、物理量検出器 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。

#### 【0077】

物理量検出デバイス 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。

10

20

30

40

50

なお、パッケージ 20 は、パッケージベース 21 及びリッド 22 の両方に凹部を有していてもよい。

【0078】

物理量検出デバイス 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 などを経由して物理量検出器 1 の励振電極に印加される駆動信号によって、物理量検出器 1 の振動梁部 13a, 13b が所定の周波数で発振（共振）する。そして、物理量検出デバイス 3 は、加わる加速度に応じて変化する物理量検出器 1 の共振周波数を出力信号として出力する。

なお、物理量検出デバイスの内部に、物理量検出回路を内蔵する構造としてもよい。

【0079】

上述したように構成される物理量検出デバイス 3 は、前述した実施形態 1、実施形態 2 に記載の物理量検出器 1 または物理量検出器 2 を用いることによって、前述した実施形態 1 及び実施形態 2 に記載された効果を奏することができる。物理量検出素子 13 及び物理量検出素子 113 に接着剤 30 が付着することに起因する共振周波数の変化やばらつきの影響を低減でき、正確な物理量検出を可能にする。

【0080】

また、物理量検出器 1（または物理量検出器 2）をパッケージ 20 内に収容することと、外部からの塵埃や水分を排除することができると共に、取り扱い性が向上するという効果がある。

（電子機器）

10

【0081】

次に、前述した実施形態 1 及び実施形態 2 に記載した物理量検出器 1 または物理量検出器 2 を備えた電子機器としての傾斜計について説明する。

図 7 は、電子機器の 1 例としての傾斜計を例示する模式斜視図である。傾斜計 4 は、実施形態 1 に記載の物理量検出器 1 を、傾斜センサーとして備えている。

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物理量検出器 1（傾斜センサー）に駆動信号が送られている。

傾斜計 4 は、図示しない物理量検出回路によって、傾斜センサー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、無線などで基地局にデータ転送する。従って、傾斜計 4 は、被計測場所における異常の早期発見に貢献することができる。

30

【0082】

上述した物理量検出器 1, 2 は、上記傾斜計に限らず、振動計や地震計、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、携帯電話などに用いる加速度センサー、鉱物資源調査等に用いる重力センサーなどに好適である。いずれの場合にも前述した実施形態 1, 2 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。

なお、電子機器に搭載する際の形態としては、物理量検出器 1, 2 が単独の形態でも、物理量検出デバイス 3 の形態であってもよい。

40

【0083】

なお、上記各実施形態において、カンチレバー 9 またはカンチレバー 119 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、物理量検出素子 13, 113 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（LiTaO<sub>3</sub>）、四ホウ酸リチウム（Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>）、ニオブ酸リチウム（LiNbO<sub>3</sub>）、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）などの圧電体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。

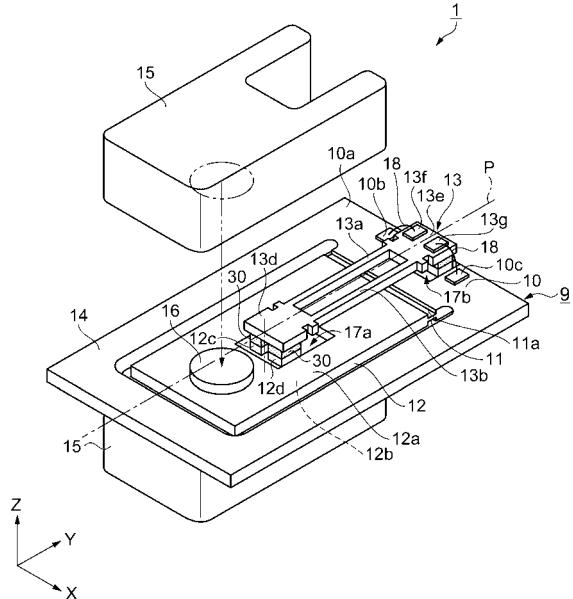
50

## 【符号の説明】

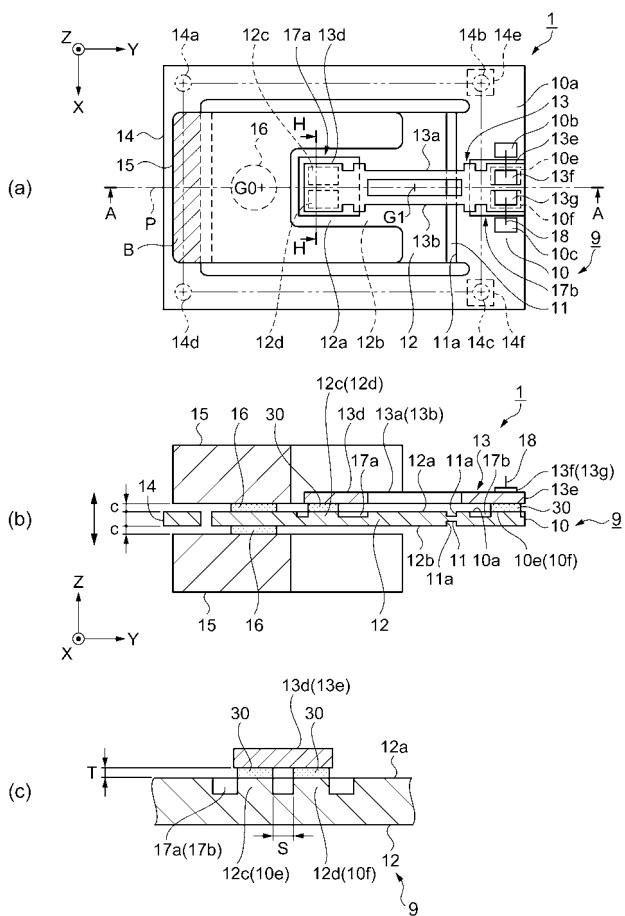
## 【0084】

1 ... 物理量検出器、9 ... カンチレバー、10 ... ベース部、10a ... ベース部の第1主面、10e, 10f ... 第2支持台部、11 ... 繼手部、12 ... 可動部、12a ... 可動部の第1主面、12c, 12d ... 第1支持台部、13 ... 物理量検出素子、13d ... 第1基部、13e ... 第2基部、14 ... 支持部、15 ... 質量部。

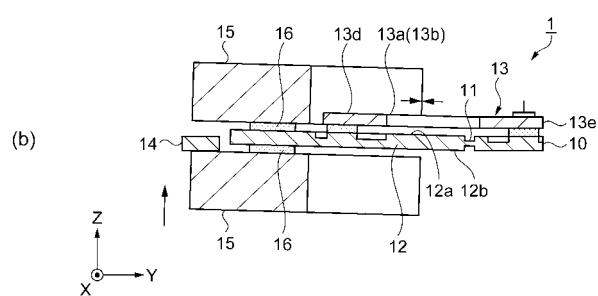
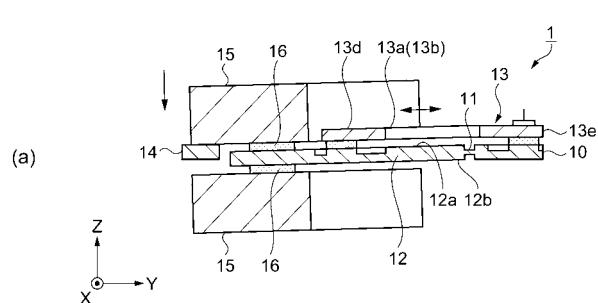
【図1】



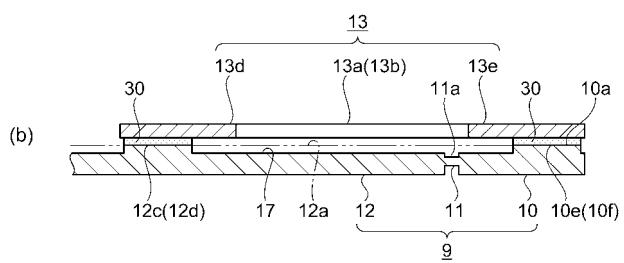
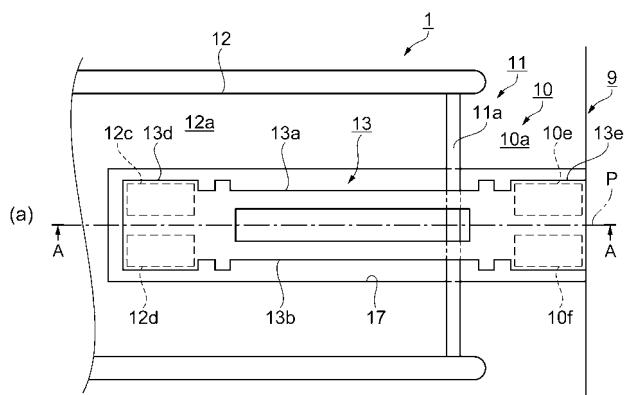
【図2】



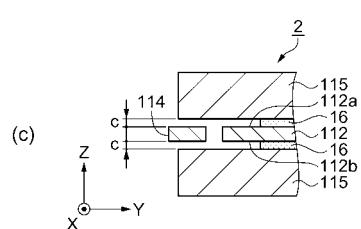
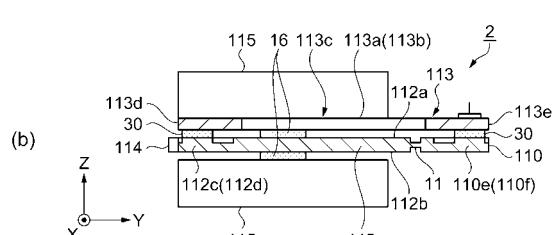
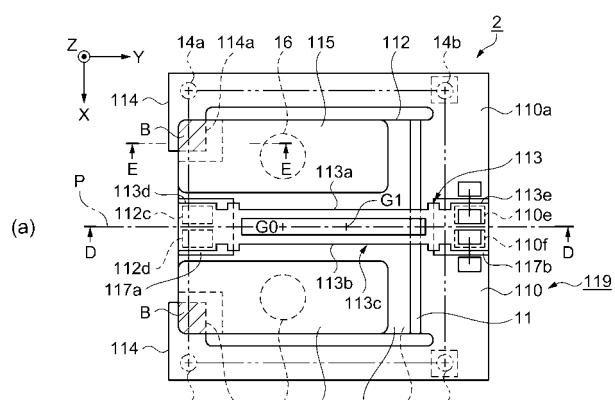
【図3】



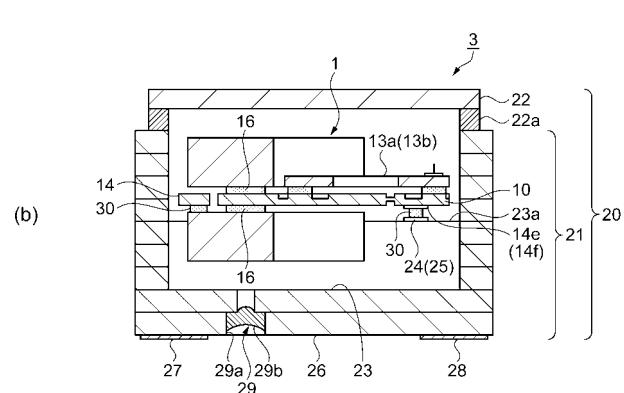
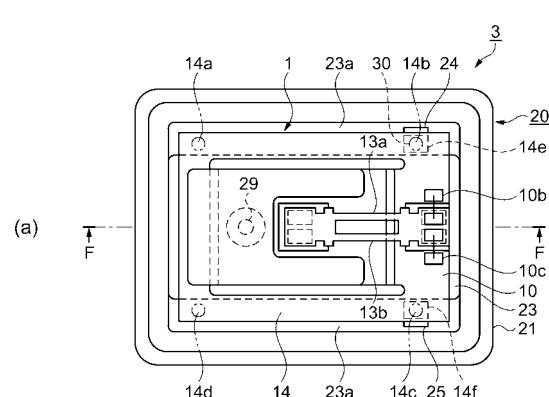
【図4】



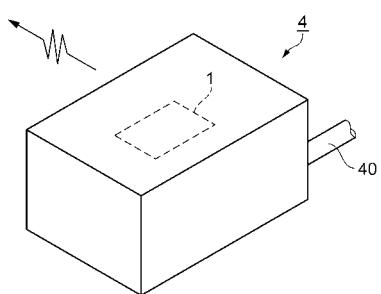
【図5】



【図6】



【図7】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 01 L 41/08

C

(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