

(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2014-240762

(P2014-240762A)

(43) 公開日 平成26年12月25日(2014.12.25)

(51) Int.Cl.
G01P 15/10 (2006.01)

F I
G O 1 P 15/10

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2013-122564 (P2013-122564)
(22) 出願日 平成25年6月11日 (2013.6.11)

(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
(74) 代理人 100095728
弁理士 上柳 雅誉
(74) 代理人 100127661
弁理士 宮坂 一彦
(74) 代理人 100116665
弁理士 渡辺 和昭
(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

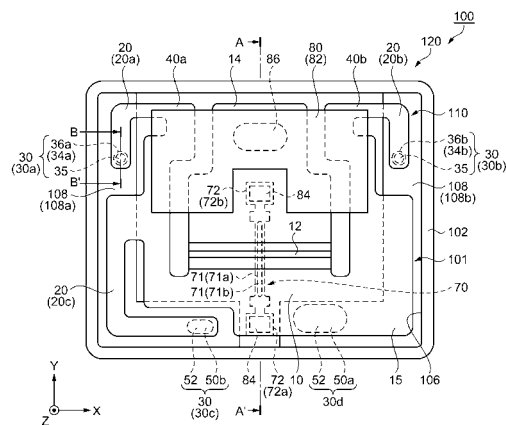
(54) 【発明の名称】 物理量検出センサー、加速度センサー、電子機器、および移動体

(57) 【要約】

【課題】耐衝撃性を備えた物理量検出センサーを提供すること。

【解決手段】ベース部10と、継手部12を介してベース部10と接続されている可動部14と、ベース部10から延在されている腕部20と、腕部20に設けられている第1固定部30と、ベース部10に設けられている第2固定部30dと、を有しているカンチレバー部101と、ベース部10、および可動部14に接続されている物理量検出素子70と、第1固定部30、および第2固定部30dが接続されているベース基板102と、を備えていることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ベース部と、継手部を介して前記ベース部と接続されている可動部と、前記ベース部から延在されている腕部と、前記腕部に設けられている第 1 固定部と、前記ベース部に設けられている第 2 固定部と、を有しているカンチレバー部と、

前記ベース部、および前記可動部に接続されている物理量検出素子と、

前記第 1 固定部、および前記第 2 固定部が接続されているベース基板と、を備えていることを特徴とする物理量検出センサー。

【請求項 2】

前記物理量検出素子は、2つの基部と、2つの前記基部の間に設けられ、前記継手部を跨いで配置されている振動梁部とを有し、一方の前記基部が前記ベース部に接続され、他方の前記基部が前記可動部に接続さ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センサー。

10

【請求項 3】

前記第 1 固定部と前記第 2 固定部とは、平面視で 2つの前記基部の中心を通る第 1 の中心線と直交し、かつ前記カンチレバー部の中心を通る第 2 の中心線に対して、非対称の位置に配置されていることを特徴とする請求項 2 に記載の物理量検出センサー。

【請求項 4】

平面視で前記第 2 の中心線に対して一方の側である第 1 の領域に位置する前記カンチレバー部に設けられている前記腕部の数と、他方の側である第 2 の領域に位置する前記カンチレバー部に設けられている前記腕部の数とが異なっていることを特徴とする請求項 3 に記載の物理量検出センサー。

20

【請求項 5】

前記カンチレバー部は、水晶でありウェットエッチングの処理を受けていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の物理量検出センサー。

【請求項 6】

前記水晶は、Z カットで切り出されていることを特徴とする請求項 5 に記載の物理量検出センサー。

【請求項 7】

前記継手部は、平面視で前記第 2 の中心線の方向に沿って設けられている溝部を有し、前記溝部の伸びる方向と交差する方向に沿って前記振動梁部が配置されていることを特徴とする請求項 3 乃至 6 のいずれか一項に記載の物理量検出センサー。

30

【請求項 8】

平面視で前記第 1 の中心線に対して一方の側である第 3 の領域に前記第 2 固定部が設けられ、前記第 3 の領域の前記腕部の数が、他方の側である第 4 の領域に設けられている前記腕部の数より、少ないことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の物理量検出センサー。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の物理量検出センサーを備え、加速度が計測されることを特徴とする加速度センサー。

40

【請求項 10】

請求項 9 に記載の加速度センサーが搭載されていることを特徴とする電子機器。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の加速度センサーが搭載されていることを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物理量検出センサー、加速度センサー、電子機器、および移動体に関するものである。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

従来から、物理量を電気信号に変換する加速度センサーが電子機器、および移動体等に用いられている。自動車、ロボット、および各種精密機器の電子化に伴って多種多様な監視、判断、および制御等の開発が進み、加速度センサーに対する用途が広がっている。また、自動車では、安全性や操縦安定性（車体制御）等の追求のために、加速度センサーを利用した開発が進んでいる。

この加速度センサーの一例として、矩形枠状のフレーム部の内側に歪みゲージ（ピエゾ抵抗素子）が設けられた撓み部と、撓み部に連結されて支持された矩形板状の重り部とを備えた半導体加速度センサー（加速度センサー）が開示されている（特許文献1参照）。この加速度センサーでは、加速度によって重り部が所定の方向に動くことによって、撓み部に歪みが生じる。この撓み部は、歪みによって破損しやすいため、撓み部を補強する対応策が提示されている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 3 - 1 5 6 5 1 0 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、特許文献1に記載の半導体加速度センサーの基板は、シリコン（Si）から構成され、エッチングにより形成されている。この半導体加速度センサーの基板は、製造工程において、シリコンへの異方性エッチングによりエッチング残渣が生じているおそれがある。

20

たとえば、この半導体加速度センサーに大きな衝撃が加えられた場合は、エッチング残渣の交差部に応力が集中し、基板にクラック等を生じさせるおそれがあった。また、エッチング残渣が、重り部と接続されている撓み部に生じている場合は、撓み部の動作が鈍くなり、歪みゲージが加速度を高い検出精度で測定することができなくなっていた。

つまり、従来の半導体加速度センサーにおいては、応力集中による基板の破損、および加速度の測定ができなくなるという課題があった。

【 課題を解決するための手段 】

30

【 0 0 0 5 】

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。

【 0 0 0 6 】

[適用例 1] 本適用例にかかる物理量検出センサーは、ベース部と、継手部を介して前記ベース部と接続されている可動部と、前記ベース部から延在されている腕部と、前記腕部に設けられている第1固定部と、前記ベース部に設けられている第2固定部と、を有しているカンチレバー部と、前記ベース部、および前記可動部に接続されている物理量検出素子と、前記第1固定部、および前記第2固定部が接続されているベース基板と、を備えていることを特徴とする。

40

【 0 0 0 7 】

本適用例によれば、物理量検出素子が接続されているベース部は、第2固定部によって、ベース基板と直接接続されることで、接続強度が向上する。これにより、衝撃などを受けた場合でも、ベース部とベース基板とが、はがれにくくなり、強固な接続を維持することができる。言い換えれば、カンチレバー部とベース基板との接続強度を向上させることができ、物理量検出センサーの耐衝撃性を向上させることが可能となる。

また、物理量検出素子が接続されているベース部は、ベース部から延在されている腕部に設けられている第1固定部によって、ベース基板に接続されている。腕部は、変形し易く（撓み易く）、この変形（撓み）により、ベース部とベース基板との、熱膨張率の相違等により発生する応力を緩和させ、応力の影響が物理量検出素子におよぶことを抑制でき

50

る。これにより、物理量検出素子は、検出精度の高い物理量の測定を行うことができる。

これらにより、耐衝撃性を備え、検出精度の高い物理量の測定を行うことが可能な物理量検出センサーを提供することが可能となる。

【0008】

[適用例2] 上記適用例にかかる物理量検出センサーにおいて、前記物理量検出素子は、2つの基部と、2つの前記基部の間に設けられ、前記継手部を跨いで配置されている振動梁部とを有し、一方の前記基部が前記ベース部に接続され、他方の前記基部が前記可動部に接続されていることを特徴とする。

【0009】

本適用例によれば、物理量検出素子は、2つの基部の間に振動梁部が設けられ、一方の基部がベース部に接続され、他方の基部が可動部に接続されているため、物理量が加えられた場合に、可動部が変位することで、振動梁部に応力が生じ、振動梁部の振動周波数が変化する。このように、ベース部と可動部との間に接続されている物理量検出素子があることによって、物理量を振動周波数の変化として測定することができる。

【0010】

[適用例3] 上記適用例にかかる物理量検出センサーにおいて、前記第1固定部と、前記第2固定部とは、平面視で2つの前記基部の中心を通る第1の中心線と直交し、かつ前記カンチレバー部の中心を通る第2の中心線に対して、非対称の位置に配置されていることを特徴とする。

【0011】

本適用例によれば、ベース基板と接続されている腕部の第1固定部の位置と、ベース部の第2固定部の位置とは、平面視で2つの基部の中心を通る第1の中心線と直交し、かつカンチレバー部の中心を通る第2の中心線に対して、非対称に設けられているため、物理量検出素子の振動が腕部を介して第1固定部に伝播される、いわゆる振動漏れを抑制することが可能であり、検出精度の高い物理量の測定を行うことができる。

【0012】

[適用例4] 上記適用例にかかる物理量検出センサーにおいて、平面視で前記第2の中心線に対して一方の側である第1の領域に位置する前記カンチレバー部に設けられている前記腕部の数と、他方の側である第2の領域に位置する前記カンチレバー部に設けられている前記腕部の数とが異なっていることを特徴とする。

【0013】

本適用例によれば、第2の領域に位置するカンチレバー部のベース部には、腕部の第1固定部より大きな面積の第2固定部が設けられている。即ち、カンチレバー部とベース基板とを接続し、物理量検出センサーに物理量が加えられたときは、回転運動によるカンチレバー部の歪みの影響を抑制することが可能であり、カンチレバー部の強度の確保、および応力集中による破損の抑制が可能となる。これにより、検出精度の高い物理量の測定を行うことができる。

【0014】

[適用例5] 上記適用例にかかる物理量検出センサーにおいて、前記カンチレバー部は、水晶でありウェットエッチングの処理を受けていることを特徴とする。

【0015】

本適用例によれば、カンチレバー部は水晶であるため、経年変化が少なく、機械変形による再現性が高い（ヒステリシスが少ない）。また、カンチレバー部の厚みを厳密に管理することが容易であり、均一な板厚のカンチレバー部が得られる。水晶を異方性ウェットエッチングの処理を受けていることにより、カンチレバー部を構成するベース部、可動部、継手部、および腕部を精密に形成することができる。

【0016】

[適用例6] 上記適用例にかかる物理量検出センサーにおいて、前記水晶は、Zカットで切り出されていることを特徴とする。

【0017】

10

20

30

40

50

本適用例によれば、水晶は、原石（ランバード）等から、電気軸と呼ばれるX軸、機械軸と呼ばれるY軸、および光学軸と呼ばれるZ軸を有し、水晶結晶軸において直交するX軸、およびY軸で規定される平面に沿って切り出されて平板状に加工されたZカットの水晶基板から形成されている。Zカットの水晶基板は、その特性によりエッチング加工が容易になり、物理量検出センサーを構成する部品等を精密に形成することができる。たとえば、カンチレバー部の厚み方向の切り出し角度と、物理量検出素子の厚み方向の切り出し角度とを、同じZカットにすることで線膨張係数（熱膨張率）を近似させることができる。線膨張係数が近似した材料が用いられることで、カンチレバー部と、物理量検出素子との周囲の温度変化に伴う両者間の熱応力が抑制される。即ち、熱応力を抑制した検出精度の高い物理量の測定を行うことが可能な物理量検出センサーを提供することが可能となる。

10

【0018】

〔適用例7〕上記適用例にかかる物理量検出センサーにおいて、前記継手部は、平面視で前記第2の中心線に沿って設けられている溝部を有し、前記溝部の伸びる方向と交差する方向に沿って前記振動梁部が配置されていることを特徴とする。

【0019】

本適用例によれば、平面視で、カンチレバー部の継手部の溝部は、第2の中心線に沿って設けられている。物理量検出素子は、溝部の伸びる方向と交差する方向に沿って振動梁部が配置されている。これにより、たとえば、物理量検出センサーに物理量を加えられたときにカンチレバー部の可動部の撓みをそのまま物理量検出素子の振動梁部に伝えることが可能となる。従って、わずかな可動部の撓みも振動梁部の共振周波数の変化として測定することが可能となり、検出感度の低下を防止することが可能となる。

20

【0020】

〔適用例8〕上記適用例にかかる物理量検出センサーにおいて、平面視で前記第1の中心線に対して一方の側である第3の領域に前記第2固定部が設けられ、前記第3の領域の前記腕部の数が、他方の側である第4の領域に設けられている前記腕部の数より、少ないことを特徴とする。

【0021】

本適用例によれば、平面視で、カンチレバー部は、第1の中心線に対して、第3の領域に第2固定部と腕部とが設けられ、第4の領域に設けられている腕部の数より、第3の領域に設けられている腕部の数が少なくなっている。第3の領域に設けられている腕部の数が少ないと、ベース部の面積を広げることが可能となる。第3の領域にあるベース部の面積は、第4の領域にあるベース部の面積より、大きくすることができる。従って、第3の領域にある第2固定部の面積を大きく設けることが可能となり、カンチレバー部をベース基板に大きな面積で接続することができ、カンチレバー部の強度の確保、および応力集中による破損の抑制が可能となる。これにより、検出精度の高い物理量の測定を行うことができる。

30

【0022】

〔適用例9〕本適用例にかかる加速度センサーは、適用例1乃至8に記載の物理量検出センサーを備え、加速度が計測されることを特徴とする。

40

【0023】

本適用例によれば、上記適用例に記載の加速度センサーは、上記適用例の物理量検出センサーが搭載されている。この物理量検出センサーは、可動部が加えられた物理量に応じて正確な変位をすることにより、物理量を精緻に検出することが可能である。このような物理量検出センサーが搭載されている加速度センサーは、計測された加速度の信頼性の向上が図れる。

【0024】

〔適用例10〕本適用例にかかる電子機器は、適用例9に記載の加速度センサーが搭載されていることを特徴とする。

【0025】

50

本適用例によれば、上記適用例に記載の電子機器は、上記適用例の加速度センサーが搭載されている。この加速度センサーは、加えられた加速度を精緻に検出することが可能である。このような加速度センサーが搭載されている電子機器は、機器としての特性、および信頼性の向上が図れる。

【0026】

[適用例11] 本適用例にかかる移動体は、適用例9に記載の加速度センサーが搭載されていることを特徴とする。

【0027】

本適用例によれば、上記適用例に記載の移動体は、上記適用例の加速度センサーが搭載されている。この加速度センサーは、加えられた加速度を精緻に検出することが可能である。このような加速度センサーが搭載されている移動体は、加速度センサーの検出機能により移動状態や姿勢等の把握が確実にでき、安全で安定した移動をすることが可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】第1実施形態にかかる物理量検出センサーの平面図。

【図2】図1の線分B - B'における部分断面図。

【図3】図1の線分A - A'における断面図。

【図4】図1の物理量検出センサーが備えている物理量検出デバイスを示す斜視図。

【図5】図4の線分C - C'における断面図。

20

【図6】(a), (b)は、図4の線分C - C'における物理量検出デバイスの動作を示す断面図。

【図7】(a), (b)は、物理量検出センサーが備えているカンチレバーの平面図。

【図8】図1の物理量検出センサーが備えているカンチレバー部の一例を示す平面図。

【図9】図1の物理量検出センサーが電子回路を備えている状態の線分A - A'における断面図。

【図10】第2実施形態にかかる物理量検出センサーの平面図。

【図11】図10の線分D - D'における断面図。

【図12】(a)物理量検出センサーが搭載されている電子機器であるビデオカメラを示す斜視図、(b)物理量検出センサーが搭載されている電子機器である携帯電話を示す斜視図、(c)物理量検出センサーが搭載されている移動体である自動車を示す斜視図。

30

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本発明にかかる一実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下に示す各図においては、各構成要素を図面上で認識され得る程度の大きさとするため、各構成要素の寸法や比率を実際の構成要素とは適宜に異ならせて記載する場合がある。

【0030】

(第1実施形態)

[物理量検出センサー]

第1実施形態にかかる物理量検出センサーについて、図1、および図3を用いて説明する。

40

図1は、第1実施形態にかかる物理量検出センサー100の構成を示す平面図である。図3は、物理量検出センサー100の構成を示す断面図であり、図1において線分A - A'で示す部分の断面図である。そして、図1、および図3では、互いに直交する3つの軸として、X軸、Y軸、Z軸を図示している。なお、Z軸は、重力が作用する方向を示す軸である。

なお、説明の便宜上、図1では、リッド103の図示を省略している。

本実施形態においては、Z軸方向から物理量検出センサー100を見ることを平面視として説明する。

【0031】

50

物理量検出センサー 100 は、図 1、および図 3 に示すように、物理量検出デバイス 110 と、パッケージ 120 とを有している。また、パッケージ 120 は、ベース基板 102 と、リッド 103 とを有している。

ベース基板 102 は、凹部 106 を有し、物理量検出デバイス 110 が凹部 106 内に収容されている。ベース基板 102 の形状は、物理量検出デバイス 110 を凹部 106 内に収容していることができれば、特に限定されない。

本実施形態において、ベース基板 102 としては、カンチレバー部 101 やリッド 103 の熱膨張係数と一致、あるいは極力近い熱膨張係数を備えた材料によって形成され、本例では、セラミックを用いている。しかし、これに限定されることなく、水晶、ガラス、シリコン等の材料を用いてもよい。

10

【0032】

本実施形態のベース基板 102 は、凹部 106 の内側の底面である内底面 109a と、内底面 109a からリッド 103 側に突出している段差部 108 (108a, 108b) と、を有している。

【0033】

段差部 108a, 108b は、後述する物理量検出デバイス 110 をベース基板 102 に固定するために設けられ、たとえば、凹部 106 の内壁の 2 方向に沿った略 L 字状の形状で設けられている。詳述すると、段差部 108a は、平面視において、凹部 106 の - X 軸方向の内壁と、- Y 軸方向の内壁とに沿って、所定の幅を持って連続して設けられている。段差部 108b は、平面視において、凹部 106 の + X 軸方向の内壁と、- Y 軸方向の内壁とに沿って、所定の幅を持って連続して設けられている。

20

また、平面視において、段差部 108a の + Z 軸方向の面には、後述する第 1 固定部 30a に含まれた内部端子 34a が設けられており、段差部 108b の + Z 軸方向の面には、後述する第 1 固定部 30b に含まれた内部端子 34b が設けられている。

【0034】

ベース基板 102 の内底面 109a と反対側の面である外底面 109b には、外部の部材に実装される際に用いられる外部端子 107 (107a, 107b) が設けられている。外部端子 107 は、図示しない内部配線を介して内部端子 34a, 34b と電気的に接続されている。たとえば、外部端子 107a は、内部端子 34a と電気的に接続され、外部端子 107b は、内部端子 34b と電気的に接続されている。

30

【0035】

内部端子 34a, 34b、および外部端子 107a, 107b は、たとえば、タングステン (W) 等のメタライズ層に、ニッケル (Ni)、金 (Au) 等の薄膜をメッキ等の方法により被膜し積層した金属膜で構成されている。

【0036】

ベース基板 102 には、外底面 109b から内底面 109a まで貫通している貫通孔 92 が設けられ、ベース基板 102 に形成されている貫通孔 92 内には、パッケージ 120 の内部 (キャビティー) を封止する封止部 90 が設けられている。図 3 に示す例では、貫通孔 92 は、外底面 109b 側の孔径が内底面 109a 側の孔径より大きい、段付きの形状を有している。封止部 90 は、貫通孔 92 に、たとえば、金 (Au) とゲルマニウム (Ge) との合金、またはハンダ等からなる封止材を配置し、加熱溶融後、固化させて設けることができる。封止部 90 は、パッケージ 120 の内部を気密に封止するために設けられている。

40

【0037】

リッド 103 は、ベース基板 102 の凹部 106 を覆って設けられている。リッド 103 の形状は、たとえば、板状である。リッド 103 としては、ベース基板 102 と同じ材料や、コパール、ステンレス鋼等の金属等が用いられる。リッド 103 は、リッド接合材 105 を介して、ベース基板 102 に接合されている。リッド接合材 105 としては、たとえば、シールリング、低融点ガラス、無機系接着剤等を用いてもよい。

【0038】

50

パッケージ 120 の内部は、ベース基板 102 と、リッド 103 との接合後、封止される。貫通孔 92 から凹部 106 内の空気を抜いて減圧し、貫通孔 92 を封止材等の封止部 90 で塞ぐ方法により封止され、これにより、物理量検出デバイス 110 は、減圧されて気密状態の凹部 106 内に載置される。なお、凹部 106 の内部は、窒素、ヘリウム、アルゴン等の不活性ガスが充填されていてもよい。また、リッド 103 が凹状に形成され、ベース基板 102 が平板であってもよい。

【0039】

[物理量検出デバイス]

次に、物理量検出デバイス 110 について、図 1 から図 8 を用いて説明する。図 2 は、図 1 において線分 B - B' で示す部分が拡大された断面図である。図 4 は、図 1 の物理量検出センサー 100 が備えている物理量検出デバイス 110 の構成を示す斜視図である。図 5 は、図 4 において線分 C - C' で示す部分の断面図である。図 6 (a)、および図 6 (b) は、図 4 において線分 C - C' で示す部分の断面図であり、物理量検出デバイス 110 に Z 軸方向に物理量が加えられたときの動作状態を示している。図 7 (a)、および図 7 (b) は、物理量検出デバイス 110 が備えているカンチレバー部 101 を示す平面図である。図 8 は、物理量検出デバイス 110 が備えているカンチレバー部 101 の一例を示す平面図である。

そして、図 2、および図 4 から図 8 では、互いに直交する 3 つの軸として、X 軸、Y 軸、Z 軸を図示している。なお、Z 軸は、重力が作用する方向を示す軸である。

【0040】

物理量検出デバイス 110 は、図 3、および図 4 に示すように、ベース基板 102 に固定されているカンチレバー部 101 と、カンチレバー部 101 に固定され、物理量、たとえば、加速度を検出するための物理量検出素子 70 と、カンチレバー部 101 に固定され錘の役目をする質量部 80、82 と、を有している。

物理量検出素子 70 は、カンチレバー部 101 の内底面 109 a 側に配置されている。

【0041】

まず、カンチレバー部 101 について、図 1、図 4、図 7、および図 8 を用いて説明する。

カンチレバー部 101 は、ベース部 10 と、継手部 12 と、可動部 14 と、平坦部 15 と、腕部 20 (20 a, 20 b, 20 c) と、第 1 固定部 30 (30 a, 30 b, 30 c) と、第 2 固定部 30 d と、抑止部 40 a, 40 b とを有している。

【0042】

ベース部 10 は板状であり、平面視において中央部分に空隙を有している。その空隙には、同じく板状の可動部 14 が設けられ、継手部 12 を介して可動部 14 とベース部 10 とが接続されている。ベース部 10 の角部には、腕部 20 (20 a, 20 b, 20 c) が設けられている。また、ベース部 10 は、互いに対向し表裏の関係である主面 10 a, 10 b (図 4 参照) を有している。詳述すると、主面 10 a は、ベース部 10 に対してリッド 103 側を向いており、主面 10 b は、ベース部 10 に対して内底面 109 a 側を向いている。

【0043】

継手部 12 は、ベース部 10 と、可動部 14 との間に設けられ、ベース部 10、および可動部 14 に接続されている。継手部 12 の厚さ (Z 軸方向の長さ) は、ベース部 10 の厚さ、および可動部 14 の厚さと比して薄く (短く) 設けられている。たとえば、継手部 12 は、後述する主面 14 a、および主面 14 b からの、いわゆるハーフエッチングの処理によって、有底の溝部 12 a, 12 b (図 5 参照) が形成されている。

【0044】

本実施形態において、溝部 12 a, 12 b は、X 軸方向に沿って延在して設けられている。継手部 12 は、可動部 14 がベース部 10 に対して変位 (回動) する際に、支点 (中間ヒンジ) として X 軸方向に沿った回転軸となる。

【0045】

10

20

30

40

50

可動部 14 は、ベース部 10 から延在して設けられている。詳述すると、可動部 14 は、ベース部 10 から継手部 12 を介して、Y 軸方向に沿って設けられている。可動部 14 は、その形状が板状であり、互いに対向し表裏の関係である主面 14 a , 14 b (図 5 参照) を有している。また、主面 14 a は、可動部 14 に対してリッド 103 側を向いており、主面 14 b は、可動部 14 に対して内底面 109 a 側を向いている。

可動部 14 は、主面 14 a , 14 b と交差する方向 (Z 軸方向) に加わる物理量、たとえば、加速度 1 , 2 (図 6 参照) に応じて、継手部 12 を支点 (回転軸) として主面 14 a , 14 b と交差する方向 (Z 軸方向) に変位が可能である。

【 0046 】

可動部 14 には、錘の役目をする質量部 80 , 82 が設けられている。詳述すると、質量部 80 は、質量接合材 86 を介して主面 14 a に設けられ、質量部 82 は、平面視において質量部 80 と重なるように質量接合材 86 を介して主面 14 b に設けられている。

質量部 80 , 82 の形状としては板状であり、たとえば、図 1 に示すように、平面視において長手方向の一方の辺の一部が対向する辺側にくぼんだ凹型の形状が用いられているのが好適である。なお、質量部 80 , 82 の形状は、可動部 14 が所定の動作を行うことが可能であれば、上述した形状に限定されるものではない。

【 0047 】

質量部 80 , 82 の材質としては、たとえば、リン青銅 (Cu - Sn - P) が用いられているのが好適である。なお、質量部 80 , 82 の材質は、リン青銅に限定されるものではない。たとえば、銅 (Cu)、金 (Au) 等の金属が用いられてもよい。また、質量接合材 86 の材質としては、たとえば、シリコン樹脂を含む熱硬化型接着剤が用いられてもよい。

【 0048 】

なお、本実施形態では可動部 14 の主面 14 a , 14 b のそれぞれに、質量部 80 , 82 がひとつずつ設けられている。しかし、これに限定されることなく、主面 14 a , 14 b のいずれか一方にひとつ、または複数の質量部 80 , 82 が設けられてもよいし、主面 14 a , 14 b のそれぞれに複数の質量部 80 , 82 が設けられてもよい。

【 0049 】

ここで、カンチレバー部 101 の腕部 20 a , 20 b , 20 c について説明する。腕部 20 a , 20 b , 20 c は、平面視において略 L 字状で所定の幅で設けられている。

【 0050 】

腕部 20 a は、平面視において、ベース部 10 の + Y 方向の端部から - X 軸方向に延在して設けられ、- Y 軸方向にベース部 10 の外周に沿って延在して設けられている。

腕部 20 a は、平面視において、腕部 20 a の先端と段差部 108 a とが重なっている位置の主面 10 b 側に、第 1 固定部 30 a の設置領域を有している。第 1 固定部 30 a は、主面 10 b 側に固定部接続端子 36 a と、接合材 35 と、段差部 108 a の内部端子 34 a とを含んで構成されている (図 2 参照)。また、固定部接続端子 36 a は、平面視において、接合材 35 を介して、内部端子 34 a と重なるように接続されている。

このことにより、腕部 20 a (カンチレバー部 101) は、第 1 固定部 30 a を介して、段差部 108 a (ベース基板 102) と接続されている。

【 0051 】

腕部 20 b は、平面視において、ベース部 10 の + Y 方向の端部から + X 軸方向に延在して設けられ、- Y 軸方向にベース部 10 の外周に沿って延在して設けられている。

腕部 20 b は、平面視において、腕部 20 b の先端と段差部 108 b とが重なっている位置の主面 10 b 側に、第 1 固定部 30 b の設置領域を有している。第 1 固定部 30 b は、主面 10 b 側に固定部接続端子 36 b と、接合材 35 と、段差部 108 b の内部端子 34 b とを含んで構成されている (構成は図 2 と略同一なため、図 2 を参照)。また、固定部接続端子 36 b は、平面視において、接合材 35 を介して、内部端子 34 b と重なるように接続されている。

このことにより、腕部 20 b (カンチレバー部 101) は、第 1 固定部 30 b を介して

10

20

30

40

50

、段差部 108b (ベース基板 102) と接続されている。

【0052】

接合材 35 としては、たとえば、金属フィラー等の導電性物質を含むシリコン樹脂系の導電性接着剤等が用いられてもよい。

【0053】

腕部 20c は、平面視において、ベース部 10 の - X 軸方向の端部の略中央部から - Y 軸方向に延在して設けられ、さらに + X 軸の方向にベース部 10 の外周に沿って延在して設けられている。

腕部 20c は、平面視において、腕部 20c の先端と段差部 108a とが重なっている位置の主面 10b 側に、ベース接合材 52 の設置領域であるベース接合部 50b を有している。ベース接合部 50b に設けられているベース接合材 52 とベース接合部 50b とを含んで、第 1 固定部 30c は構成されている。

このことにより、腕部 20c (カンチレバー部 101) は、第 1 固定部 30c を介して、段差部 108a (ベース基板 102) と接続されている。

【0054】

ベース部 10 は、平面視において、ベース部 10 の平坦部 15 と、段差部 108b とが重なっている位置の主面 10b 側に、ベース接合材 52 の設置領域であるベース接合部 50a を有している。ベース接合部 50a に設けられているベース接合材 52 とベース接合部 50a とを含んで、第 2 固定部 30d は構成されている。

このことにより、ベース部 10 (カンチレバー部 101) は、第 2 固定部 30d を介して、段差部 108b (ベース基板 102) と接続されている。

【0055】

ベース接合材 52 は、たとえば、ビスマレイミド樹脂が用いられるのが好適である。

【0056】

ここで、図 7 (a)、および図 7 (b) を用いてカンチレバー部 101 の腕部 20 等の構成について説明する。

本説明では、平面視において、物理量検出素子 70 の 2 つの基部 72 の中心を通る第 1 の中心線 L1 と、第 1 の中心線 L1 と直交し、かつカンチレバー部 101 の中心を通る第 2 の中心線 L2 とを用いて説明する。

なお、説明の便宜上、図 7 の第 1 の中心線 L1 の + Y 方向側を「上」、- Y 方向側を「下」、第 2 の中心線 L2 の - X 方向側を「左」、+ X 方向側を「右」という。

カンチレバー部 101 において、第 2 の中心線 L2 に対して、上側の領域を第 1 の領域 S1、下側の領域を第 2 の領域 S2、第 1 の中心線 L1 に対して、右側の領域を第 3 の領域 S3、左側の領域を第 4 の領域 S4 とする。

第 1 の領域 S1 には、腕部 20a、第 1 固定部 30a、腕部 20b、第 1 固定部 30b が設けられ、第 2 の領域 S2 には、腕部 20c、第 1 固定部 30c、第 2 固定部 30d が設けられている (図 7 (a) 参照)。

また、第 3 の領域 S3 には、腕部 20b、第 1 固定部 30b、第 2 固定部 30d が設けられ、第 4 の領域 S4 には、腕部 20a、第 1 固定部 30a、腕部 20c、第 1 固定部 30c が設けられている (図 7 (b) 参照)。

【0057】

ここでは、カンチレバー部 101 の各領域が有している各腕部、および各固定部について説明する。

【0058】

まず、各領域の各固定部について、図 7 (a) を用いて説明する。カンチレバー部 101 の平面視において、第 1 の領域 S1 (上側) にある腕部 20a の第 1 固定部 30a と腕部 20b の第 1 固定部 30b と、第 2 の領域 S2 (下側) にある腕部 20c の第 1 固定部 30c と第 2 固定部 30d とは、第 2 の中心線 L2 に対して、非対称の位置に配置されている。また、第 2 固定部 30d は、ベース部 10 に第 1 固定部 30c より広い面積を有している。

10

20

30

40

50

腕部 20 の第 1 固定部 30 と、第 2 固定部 30 d が第 2 の中心線 L 2 に対して非対称の位置に配置されていることで、物理量検出素子 70 の振動は、腕部 20 を介して第 1 固定部 30 に伝搬され、いわゆる振動漏れを抑制することが可能であり、物理量、たとえば、加速度の測定を行うことができる。

物理量検出センサー 100 に加速度が加えられたときは、第 2 の領域 S 2 の第 2 固定部 30 d が広い面積で、ベース部 10 と接続されているために回転運動によるカンチレバー部 101 の歪みを、抑制することができる。

【0059】

次に、各領域の各腕部について図 7 (a) を用いて説明する。

カンチレバー部 101 の平面視において、第 1 の領域 S 1 (上側) にある腕部 20 a と腕部 20 b と、第 2 の領域 S 2 (下側) にある腕部 20 c とは、第 2 の中心線 L 2 に対して、腕部 20 の数が異なっている。ベース基板 102 と接続されている第 1 固定部 30 を備えた腕部 20 が、平面視で第 2 の中心線 L 2 に対して第 1 の領域 S 1 と、第 2 の領域 S 2 とで数が異なるように設けられている。

第 2 の領域 S 2 にある腕部 20 は、第 1 の領域 S 1 にある腕部 20 と比して数が少ないために、ベース部 10 の第 2 固定部 30 d の面積が増加し、ベース基板 102 との接続する面積も増加するということである。物理量検出センサー 100 に物理量、たとえば、加速度が加えられたときは、第 1 固定部 30 を備えた腕部 20 の数が少ない側に、ベース部 10 の第 2 固定部 30 d が設けられていることで、回転運動によるカンチレバー部 101 の歪みの影響を、ベース部 10 の第 2 固定部 30 d によって抑制することができる。

【0060】

各領域の各腕部の数について、図 7 (b) を用いて説明する。

本説明では、平面視において、第 1 の中心線 L 1 に対して第 3 の領域 S 3 (右側) と、第 4 の領域 S 4 (左側) とを用いて説明する。第 3 の領域 S 3 にある腕部 20 の数は、第 4 の領域 S 4 にある腕部 20 の数と比して少なくなっている。第 3 の領域 S 3 には、腕部 20 の数が少ない代わりに第 2 固定部 30 d が設けられている。第 3 の領域 S 3 にある腕部 20 の数を少なくし、腕部 20 が形成されている空隙を無くすことで、第 3 の領域 S 3 にあるベース部 10 を広げることができる。第 3 の領域 S 3 にあるベース部 10 を広げることで、ベース部 10 の剛性が高められ、かつ、第 2 固定部 30 d の面積が広く設けられることで、ベース基板 102 とカンチレバー部 101 との接続の強度が保たれる。

【0061】

カンチレバー部 101 は、たとえば、水晶基板等に、ウェットエッチング等の処理を受けることで、ベース部 10、可動部 14、継手部 12、および腕部 20 (20 a, 20 b, 20 c) が形成されている。材料としては、X - Y 平面に沿って位置する板状の水晶基板 (「Zカット板」ともいう) が用いられている。

【0062】

上述した水晶基板は、ウェットエッチングの処理を受け、腕部 20 等が設けられている。水晶基板が、ウェットエッチングの処理を受けると、Z 軸に沿ってエッチングが進行していく。水晶は、各結晶軸の方向に応じてエッチングの速度が変わるという水晶特有のエッチング異方性を有しているため、ウェットエッチングの処理を受けた後に水晶基板の空隙にエッチング残渣 140 (いわゆる「ヒレ」) が発生する (図 8 参照) 。エッチング残渣 140 は、たとえば、水晶基板が Z カット板の場合、+ X 軸の方向と、± Y 軸の方向との交差部から、- X 軸方向に向かって発生する。

【0063】

エッチング残渣 140 の発生しているカンチレバー部 101 に、たとえば、衝撃が加えられた場合、エッチング残渣 140 の発生している箇所に衝撃の応力が集中する。この応力集中のために、カンチレバー部 101 は、破損してしまうことがある。

【0064】

したがって、上述したような、カンチレバー部 101 は、エッチング残渣 140 が発生する箇所の剛性を高める必要がある。たとえば、カンチレバー部 101 の腕部 20 a, 2

10

20

30

40

50

0 b , 2 0 c を幅広にするとともに、形状的にエッチング残渣 1 4 0 が発生しやすいベース部 1 0 をソリッド化することである。

【 0 0 6 5 】

カンチレバー部 1 0 1 において、エッチング残渣 1 4 0 が発生しやすい箇所の説明をする。

本説明では、リッド 1 0 3 側からの平面視において、第 1 の中心線 L 1 に対して、+ X 軸方向の第 3 の領域 S 3 と、- X 軸方向の第 4 の領域 S 4 とを用いて説明する。

エッチング残渣 1 4 0 は、上述したように、水晶基板が Z カット板の場合、+ X 軸方向と、± Y 軸方向との交差部から、- X 軸方向に向かって発生する。このことにより、エッチング残渣 1 4 0 は、カンチレバー部 1 0 1 の第 3 の領域 S 3 にあるベース部 1 0 で発生しやすくなる。

10

【 0 0 6 6 】

本実施形態では、第 3 の領域 S 3 にあるベース部 1 0 に平坦部 1 5 が設けられていることで、ベース部 1 0 に発生するエッチング残渣 1 4 0 が少なくなり、応力の集中によるカンチレバー部 1 0 1 の破損が抑制される。また、第 3 の領域 S 3 にあるベース部 1 0 に、平坦部 1 5、および第 2 固定部 3 0 d が設けられていることで、第 4 の領域 S 4 に設けられている腕部の数と、第 3 の領域 S 3 に設けられている腕部の数とは異なることになる。

なお、本実施形態では、第 3 の領域 S 3 にあるベース部 1 0 に平坦部 1 5 が設けられているが、第 4 の領域 S 4、または第 3 の領域 S 3 と、第 4 の領域 S 4 との両側のベース部 1 0 に平坦部 1 5 が設けられていてもよい。

20

【 0 0 6 7 】

本実施形態の物理量検出デバイス 1 1 0 は、たとえば、物理量検出デバイス 1 1 0 に加えられた物理量、たとえば、加速度 1 , 2 (図 6 参照) を検出するため、物理量検出素子 7 0 が一定の振動 (運動) を繰り返している。当該振動が、寄生振動 (スプリアス) として物理量検出素子 7 0 が接続されているベース部 1 0、および腕部 2 0 a に伝搬され、第 1 固定部 3 0 a に到達する。

ここで、第 1 固定部 3 0 a は、段差部 1 0 8 a (ベース基板 1 0 2) と接続される主面 1 0 b 側に、設けられている。第 1 固定部 3 0 a の固定部接続端子 3 6 a は、接合材 3 5 を介して、段差部 1 0 8 a の内部端子 3 4 a と平面視において重なるように接続されている。よって、段差部 1 0 8 a と、第 1 固定部 3 0 a とが接続される際に第 1 固定部 3 0 a は、主面 1 0 b 側と、段差部 1 0 8 a とを選択的に接続させることができる。

30

【 0 0 6 8 】

従って、物理量検出素子 7 0 から生じるスプリアス (寄生振動) がベース部 1 0 を介して腕部 2 0 a に伝搬される場合において、腕部 2 0 a が段差部 1 0 8 a に固定される位置が一定となるため、腕部 2 0 a におけるスプリアスの共振周波数が一定に保たれる。

なお、腕部 2 0 b の構造は、腕部 2 0 a と同一であるため、腕部 2 0 b の詳しい説明は省略する。また、第 1 固定部 3 0 b の構造も、第 1 固定部 3 0 a と同一であるため、第 1 固定部 3 0 b の詳しい説明は省略する。

【 0 0 6 9 】

腕部 2 0 c において、第 1 固定部 3 0 c は、前述したように主面 1 0 b 側と、段差部 1 0 8 b (ベース基板 1 0 2) とがベース接合材 5 2 を介して選択的に接続されている。従って、物理量検出素子 7 0 から生じるスプリアス (寄生振動) がベース部 1 0 を介して腕部 2 0 c に伝搬される場合において、腕部 2 0 c が段差部 1 0 8 b に固定される位置が一定となるため、腕部 2 0 c におけるスプリアスの共振周波数が一定に保たれる。

40

【 0 0 7 0 】

また、ベース部 1 0 と、ベース基板 1 0 2 との熱膨張率の相違等によって生じる歪みの応力が、物理量検出素子 7 0 に伝搬される場合がある。その場合には、ベース部 1 0 から延在されている腕部 2 0 a , 2 0 b , 2 0 c の弾性構造によって変形し易く (撓み易く)、この変形 (撓み) により、応力を緩和することができる。

【 0 0 7 1 】

50

次に、抑止部 40a, 40b について説明する。ベース部 10 には、腕部 20a のベース部 10 寄りに抑止部 40a が設けられ、腕部 20b のベース部 10 寄りに抑止部 40b が設けられている。抑止部 40a, 40b の作用については、後述する。

【0072】

[物理量検出素子]

図 1、図 3、および図 4 に示すように物理量検出素子 70 は、2つの基部 72 (72a, 72b) と、基部 72a, 72b 間に設けられている振動梁部 71 (71a, 71b) と、を有し、2つの基部 72 が、それぞれベース部 10 (主面 10b) と、可動部 14 (主面 14b) とに接続されることで、継手部 12 を跨いで設けられている。

本実施形態の物理量検出素子 70 は、たとえば、可動部 14 が物理量に応じて変位することで、振動梁部 71a, 71b に応力が生じ、振動梁部 71a, 71b に発生する物理量検出情報が変化する。換言すると、振動梁部 71a, 71b の振動周波数 (共振周波数) が変化する。なお、本実施形態において物理量検出素子 70 は、2本の振動梁部 71a, 71b と、一对の基部 72a, 72b と、を有している双音叉素子 (双音叉型振動素子) である。

10

【0073】

振動梁部 71a, 71b は、可動部 14 の延在する Y 軸方向に沿って基部 72a と、基部 72b との間に延在して設けられている。振動梁部 71a, 71b の形状は、たとえば、角柱状である。振動梁部 71a, 71b は、振動梁部 71a, 71b に設けられている励振電極 (図示省略) に駆動信号が印加されると、X 軸方向に沿って、互いに離間、または近接するように屈曲振動をする。

20

【0074】

基部 72a, 72b は、振動梁部 71a, 71b の延在方向の両端に接続されている。基部 72a は、ベース部 10 の主面 10b に検出素子接合材 84 を介して接続されている。基部 72b は、可動部 14 の主面 14b に検出素子接合材 84 を介して接続されている。検出素子接合材 84 としては、たとえば、低融点ガラスや、共晶接合可能な金 (Au) と錫 (Sn) との合金被膜を用いてもよい。

【0075】

本実施形態における物理量検出素子 70 は、たとえば、いわゆる水晶原石等から所定の角度で切り出された水晶基板を、フォトリソグラフィ技術、およびエッチング技術によってパターニングすることにより形成されている。これにより、振動梁部 71a, 71b、および基部 72a, 72b を、一体に形成することができる。

30

【0076】

なお、物理量検出素子 70 の材質は、前述の水晶基板に限定されるものではない。たとえば、タンタル酸リチウム (LiTaO_3)、四ホウ酸リチウム ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$)、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3)、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) 等の圧電材料を用いてもよい。また、酸化亜鉛 (ZnO)、窒化アルミニウム (AlN) 等の圧電体 (圧電材料) 被膜を備えたシリコン等の半導体材料を用いてもよい。

【0077】

物理量検出素子 70 の基部 72a 上には、たとえば、引き出し電極 (図示省略) が設けられている。引き出し電極は、振動梁部 71a, 71b に設けられている励振電極 (図示省略) と電氣的に接続されている。

40

引き出し電極は、たとえば、金 (Au)、アルミニウム (Al) 等の金属ワイヤー (図示省略) によって、ベース部 10 の主面 10b に設けられている接続端子 (図示省略) と電氣的に接続されている。

【0078】

接続端子は、図示しない配線によって、固定部接続端子 36a, 36b と電氣的に接続されている。

【0079】

50

励振電極、引き出し電極、接続端子、および固定部接続端子 36a, 36b は、たとえば、クロム (Cr) 層を下地として、その上に金 (Au) 層を積層した積層体が用いられている。励振電極、引き出し電極、接続端子、および固定部接続端子 36a, 36b は、たとえば、スパッタ法等によって導電層を形成し、当該導電層をパターニングすることによって設けられている。

【0080】

本実施形態における物理量検出素子 70 は、2つの基部 72a, 72b の間に設けられている振動梁部 71a, 71b が継手部 12 と交差 (直交) させて配置されている。換言すれば、溝部 12a, 12b の伸びる方向と交差する方向に沿って、振動梁部 71a, 71b が配置されている。これにより、たとえば、加速度が加えられたときの可動部 14 の撓みをそのまま振動梁部 71a, 71b に伝えることが可能となる。従って、わずかな可動部 14 の撓みも振動梁部 71a, 71b の共振周波数の変化として検出されることが可能となり、検出感度の低下を防止することが可能となる。

10

【0081】

なお、物理量検出素子 70 は、ベース部 10 に対して内底面 109a 側の主面 10b と、主面 14b とに設けられているが、ベース部 10 に対してリッド 103 側の主面 10a と、主面 14a とに設けられている構成も考えられる。

【0082】

[物理量検出デバイスの動作]

次に、物理量検出デバイス 110 の動作について説明する。

20

図 6 は、物理量検出デバイス 110 の動作を説明するための断面図である。また、図 6 では、互いに直交する 3つの軸として、X軸、Y軸、Z軸を図示している。なお、Z軸は、重力が作用する方向を示す軸である。

【0083】

図 6 (a) に示すように、たとえば、物理量検出デバイス 110 に、-Z軸方向に加速度 1 (重力方向に加えられる加速度) が加えられると、加速度 1 に応じて、可動部 14 が継手部 12 を支点にして -Z軸方向に変位する。これにより、物理量検出素子 70 には、Y軸に沿って基部 72a と、基部 72b とに矢印 1 (互いに離れる) 方向の力 (張力) が加えられ、振動梁部 71a, 71b には矢印 1 方向の引っ張り応力が生じる。そのため、振動梁部 71a, 71b の振動周波数 (共振周波数) は、高くなる。

30

【0084】

一方、図 6 (b) に示すように、たとえば、物理量検出デバイス 110 に、+Z軸方向に加速度 2 (重力方向と反対方向に加えられる加速度) が加えられると、加速度 2 に応じて、可動部 14 が継手部 12 を支点にして +Z軸方向に変位する。これにより、物理量検出素子 70 には、Y軸に沿って基部 72a と、基部 72b とに矢印 2 (互いに近づく) 方向の力 (圧縮力) が加えられ、振動梁部 71a, 71b には矢印 2 方向の圧縮応力が生じる。そのため、振動梁部 71a, 71b の振動周波数 (共振周波数) は、低くなる。

【0085】

抑止部 40a, 40b (図 1、図 4、および図 5 参照) は、図 6 (a)、図 6 (b) に示すように、たとえば、Z軸方向に加わる加速度 1, 2 が所定の大きさより大きい場合、可動部 14 が変位し、可動部 14 に接続されている質量部 80, 82 と接触する。そのため、Z軸方向の可動部 14 の変位は、抑止部 40a, 40b によって所定の範囲内に規制されている。これにより、可動部 14 の過度の変位によって生じる、物理量検出デバイス 110 (カンチレバー部 101) の破損が抑制される。

40

【0086】

また、物理量検出センサー 100 には、物理量検出デバイス 110 から出力される出力信号を処理する電子回路 150 が搭載されていてもよい。ここで、図 9 を用いて電子回路 150 が搭載されている物理量検出センサー 100 について説明する。図 9 は、本実施形態の物理量検出センサー 100 の電子回路 150 が搭載されている状態の図 1 の線分 A -

50

A'で示す部分の断面図である。そして、図9では、互いに直交する3つの軸として、X軸、Y軸、Z軸を図示している。なお、Z軸は、重力が作用する方向を示す軸である。

【0087】

図9に示す物理量検出センサー100には、ベース基板102の凹部106内に電子回路150が設けられている。

物理量検出センサー100において、電子回路150から内部端子34a, 34b(図示省略)を経由して、物理量検出デバイス110の励振電極(図示省略)に駆動信号が与えられる。

駆動信号が与えられると、物理量検出素子70の振動梁部71a, 71bは、所定の周波数で屈曲振動(共振)する。そして、物理量検出センサー100は、印加される加速度1, 2に応じて物理量検出素子70が変化する。変化することで物理量検出素子70から出力される共振周波数は、電子回路150で増幅し、図示しない配線によって外部端子107a, 107bから物理量検出センサー100の外部に出力される。

【0088】

なお、物理量検出センサー100は、上述した加速度の検出が可能な加速度センサーとして用いられるほかに、傾斜センサーとして用いられてもよい。傾斜センサーとしての物理量検出センサー100は、傾斜による姿勢の変化に応じて、物理量検出センサー100に対する、重力加速度が加わる方向が変化すると、質量部80, 82の重みによって可動部14が撓み、物理量検出素子70の振動梁部71a, 71bに引っ張り応力や圧縮応力が生じる。そして、振動梁部71a, 71bの共振周波数が変化する。その変化に基づいて、傾斜による姿勢の状態が導出される。

【0089】

以上述べたように、第1実施形態にかかる物理量検出センサー100によれば、以下の効果が得られる。

【0090】

第1実施形態によれば、ベース部10は、形状的にエッチング残渣140の発生する場所をソリッド化(平坦部15)することで、ベース部10の剛性を高められる。ベース部10の主面10bには、第2固定部30d(ベース接合材52)が設けられ、ベース部10と、ベース基板102とは、第2固定部30dを介して直接接続されている。つまり、ベース部10と、ベース基板102は、ベース接合材52によって接続されている。従って、物理量検出センサー100に衝撃などが加えられた場合でも、ベース部10とベース基板102とが、はがれにくくなり、強固な接続を維持できる。これらにより、ベース基板102の変位と、回転のモーメントとを抑制させ、カンチレバー部101と、物理量検出素子70との破損を抑制させることが可能な物理量検出センサー100を提供することができる。

【0091】

また、ベース部10と、ベース基板102との熱膨張率の相違等によって生じる歪みの応力が、物理量検出素子70に伝搬される場合には、ベース部10から延在されている腕部20a, 20b, 20cの弾性構造によって変形し易く(撓み易く)、この変形(撓み)により、応力を緩和させることが可能な物理量検出センサー100を提供することができる。

【0092】

また、本実施形態の物理量検出センサー100は、上述した物理量検出デバイス110を搭載することで、第1固定部30(30a, 30b, 30c)、および第2固定部30dに含まれる各接合材(接合材35、ベース接合材52)がベース基板102(段差部108a, 108b)と、接続される面積が一定に保たれる。換言すると、第1固定部30(30a, 30b, 30c)、および第2固定部30dとベース基板102(段差部108a, 108b)との接続面積が抑制される。

【0093】

従って、物理量検出素子70から生じるスプリアスがベース部10を介して第1固定部

10

20

30

40

50

30(30a, 30b, 30c)、および第2固定部30dに伝搬される場合においても、固定される面積、および位置が一定となるため、スプリアスの共振周波数が一定に保たれる。

【0094】

また、本実施形態の物理量検出センサー100における物理量検出素子70は、ベース部10と、可動部14とに接続(固定)されている。これにより、物理量検出素子70は、その両端(基部72a, 72b)が固定されているため、物理量検出素子70の振動以外の振動がノイズとして検出されることが抑制される。また、検出素子接合材84の歪み、およびベース基板102との熱膨張率の違いによる歪みの影響を抑制し、物理量検出素子70の破損を抑制させることが可能な物理量検出センサー100を提供することができる。

10

【0095】

また、物理量検出センサー100は、加えられた物理量に応じて可動部14が変位し、その変位を物理量検出素子70が検出することが可能な検出精度が高いセンサーである。

【0096】

また、物理量検出デバイス110をパッケージ120に収容した物理量検出センサー100によれば、パッケージ120外の雰囲気や温度等の外乱要因による影響を抑制して物理量を検出することができ、検出センサーとしての安定した検出性能を維持することができる。

【0097】

(第2実施形態)

まず、図10、および図11を用いて第2実施形態の物理量検出センサーについて説明する。

図10は、第2実施形態にかかる物理量検出センサー200の構成を示す平面図であり、図11は、図10において線分D-D'で示す部分の断面図である。

20

【0098】

本実施形態の物理量検出センサー200について説明する。なお、説明にあたり、上述した第1実施形態の構成と同様の構成には、同様の符号を附して説明を簡略、または省略する。そして、図10、および図11では、互いに直交する3つの軸として、X軸、Y軸、Z軸を図示している。なお、Z軸は、重力が作用する方向を示す軸である。

30

なお、説明の便宜上、図10ではリッド103の図示を省略している。

本実施形態においては、Z軸方向から物理量検出センサー200を見ることを平面視として説明する。

【0099】

物理量検出センサー200は、図10、および図11に示すように、物理量検出デバイス113と、パッケージ120とを有している。パッケージ120は、ベース基板102と、リッド103とを有している。物理量検出デバイス113は、カンチレバー部112と、物理量検出素子70と、質量部80, 82とを含んで構成されている。

【0100】

本実施形態のベース基板102は、凹部106の内側の底面である内底面109aと、内底面109aからリッド103側に突出している段差部108(108a, 108b, 108c)と、を有している。

40

【0101】

段差部108a, 108b, 108cは、物理量検出デバイス113を固定するために設けられ、たとえば、凹部106の内壁に沿って設けられている。

詳述すると、段差部108aは、平面視において、略L字状の形状を有しており、凹部106の-X軸方向の内壁と、-Y軸方向の内壁とに沿って、所定の幅を持って連続して設けられている。段差部108bは、平面視において、略L字状の形状を有しており、凹部106の+X軸方向の内壁と、-Y軸方向の内壁とに沿って、所定の幅を持って連続して設けられている。段差部108cは、平面視において、段差部108aと、段差部10

50

8 b とが接続されるように、凹部 106 の - Y 軸方向の内壁に沿って、所定の幅を持って設けられている。

【0102】

ここで、本実施形態のカンチレバー部 112 について説明する。

カンチレバー部 112 の形状は、物理量検出素子 70 の基部 72 a の - Y 軸方向に後述するベース延在部 18 が設けられていること以外は、第 1 実施形態のカンチレバー部 101 と略同様である。カンチレバー部 112 の腕部 20 (20 a, 20 b, 20 c) は、第 1 実施形態のカンチレバー部 101 の腕部 20 (20 a, 20 b, 20 c) と構成、および形状が同様であるために説明は省略する。また、カンチレバー部 112 の第 1 固定部 30 (30 a, 30 b, 30 c) は、第 1 実施形態のカンチレバー部 101 の第 1 固定部 30 (30 a, 30 b, 30 c) と構成、および形状が同様であるため説明は省略する。

10

【0103】

カンチレバー部 112 のベース部 10 には、主面 10 b に取り付けられた物理量検出素子 70 の基部 72 a の - Y 軸の方向に、ベース延在部 18 が段差部 108 c と平面視において重なるように設けられている。

【0104】

ベース延在部 18 と、段差部 108 c とが平面視において重なった位置に第 2 固定部 30 d が設けられている。第 2 固定部 30 d の主面 10 b 側には、ベース接合材 52 の設置領域であるベース接合部 52 a があり、ベース接合部 52 a に設けられているベース接合材 52 によって、段差部 108 c (ベース基板 102) と、カンチレバー部 112 とが接続されている。

20

【0105】

物理量検出デバイス 113 (カンチレバー部 112) は、第 1 固定部 30 (30 a, 30 b, 30 c)、および第 2 固定部 30 d を介して、ベース基板 102 (段差部 108 (108 a, 108 b, 108 c)) と接続されている。

【0106】

物理量検出デバイス 113 の動作については、第 1 実施形態の物理量検出デバイス 110 と同様であるために説明は省略する。

【0107】

たとえば、物理量検出センサー 200 に物理量、たとえば、加速度が加えられた場合、物理量検出デバイス 113 (カンチレバー部 112) に対して応力が生じる。ベース延在部 18 の主面 10 b に第 2 固定部 30 d が設けられ、ベース接合材 52 を介して接続されていることにより、ベース部 10 と、ベース基板 102 (段差部 108 c) とが強固に固定されている。このことにより、物理量検出センサー 200 に、物理量、たとえば、加速度が加えられた場合に生じるカンチレバー部 112 のベース部 10 の変位 (揺れ) と、回転のモーメントとが抑制される。

30

【0108】

物理量検出センサー 200 は、第 1 実施形態で述べた加速度の検出が可能な加速度センサーとして用いられるほかに、傾斜センサーとしても用いられる。

【0109】

以上述べたように、第 2 実施形態にかかる物理量検出センサー 200 によれば、以下の効果が得られる。

40

【0110】

第 2 実施形態によれば、物理量検出デバイス 113 におけるカンチレバー部 112 (ベース部 10) の第 2 固定部 30 d は、カンチレバー部 112 のベース延在部 18 の主面 10 b に配置され、ベース基板 102 (段差部 108 c) とベース接合材 52 を介して接続されている。この物理量検出デバイス 113 に衝撃などが加えられた場合でも、ベース部 10 の腕部 20 a, 20 b, 20 c、および第 1 固定部 30 a, 30 b, 30 c は、第 1 実施形態の構成、および形状が同様であるために、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

50

従って、カンチレバー部 112 が、第 2 固定部 30d の位置に固定されていることで応力が緩和させられる物理量検出センサー 200 が得られる。

【0111】

なお、カンチレバー部 112 と、ベース基板 102 との接続箇所（第 2 固定部 30d）が、カンチレバー部 112 のベース延在部 18 の主面 10b に設けられることで、耐衝撃性が備えられている物理量検出センサー 200 が得られる。

【0112】

なお、前述の実施形態では、物理量検出素子 70 として、双音叉素子を用いた例について説明したが、可動部 14 の変位に基づいて振動周波数が変化し、物理量を検出することができれば、物理量検出素子 70 の形態は、特に限定されない。

また、物理量検出素子 70 として、可動部 14 の変位に基づいて電気抵抗が変化し、物理量を検出する、いわゆる歪みゲージが用いられてもよい。なお、歪みゲージが用いられる場合は、前述した実施形態の振動周波数の変化による物理量の検出を、抵抗値の変化による物理量の検出に置き換えることができるので説明を省略する。

【0113】

（実施例）

次いで、本発明の一実施形態にかかる物理量検出センサー 100 を適用した実施例について、図 12 に基づき説明する。

図 12 (a) は、物理量検出センサー 100 が搭載されているビデオカメラを示す斜視図、図 12 (b) は、物理量検出センサー 100 が搭載されている携帯電話を示す斜視図であり、図 12 (c) は、物理量検出センサー 100 が搭載されている移動体である自動車を示す斜視図である。

【0114】

[電子機器]

図 12 (a) , (b) に示すように、電子機器としてのビデオカメラ 500、および携帯電話 600 は、本実施形態にかかる物理量検出センサー 100 が搭載されている。

最初に、図 12 (a) に示すビデオカメラ 500 は、受像部 501 と、操作部 502 と、音声入力部 503 と、表示ユニット 504 と、が搭載されている。このビデオカメラ 500 は、物理量検出センサー 100 を備えており、たとえば、3つの物理量検出センサー 100 を備えていれば、X 軸、Y 軸、Z 軸（不図示）の 3 方向の物理量、たとえば、加速度あるいは傾斜等を検出して、手ぶれ等を補正する機能を発揮できる。これにより、ビデオカメラ 500 は、鮮明な動画映像を記録することができる。

【0115】

また、図 12 (b) に示す携帯電話 600 は、複数の操作ボタン 601 と、表示ユニット 602 と、カメラ機構 603 と、シャッターボタン 604 と、が搭載されていて、電話機、およびカメラとして機能する。この携帯電話 600 は、物理量検出センサー 100 が搭載されており、たとえば、3つの物理量検出センサー 100 が搭載されていれば、X 軸、Y 軸、Z 軸（不図示）の 3 方向の物理量、たとえば、加速度あるいは傾斜等を検出することにより、カメラ機構 603 の手ぶれ等を補正する機能を発揮できる。これにより、携帯電話 600 は、カメラ機構 603 により鮮明な画像を記録することができる。

【0116】

なお、本発明の一実施形態にかかる物理量検出センサー 100 は、図 12 (a) のビデオカメラ、図 12 (b) の携帯電話機の他にも、たとえば、パーソナルコンピュータ（モバイル型パーソナルコンピュータ）、デジタルスチールカメラ、インクジェット式吐出装置（たとえば、インクジェットプリンター）、テレビ、ビデオレコーダー、カーナビゲーション装置、ページャー、電子手帳（通信機能付も含む）、電子辞書、電卓、電子ゲーム機器、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニター、電子双眼鏡、POS 端末、医療機器（たとえば、電子体温計、血圧計、血糖計、心電図計測装置、超音波診断装置、電子内視鏡）、魚群探知機、各種測定機器、計器類（たとえば、車両、航空機、船舶の計器類）、フライトシミュレーター等の電子機器に適用する

10

20

30

40

50

ことができる。

【0117】

[移動体]

次に、物理量検出センサー100を用いた移動体について説明する。図12(c)に示すように、移動体700は自動車であって、物理量検出センサー100が搭載されている。移動体700において、物理量検出センサー100は、車体701に搭載されている電子制御ユニット(ECU : Electronic Control Unit) 703に内蔵されている。電子制御ユニット703は、たとえば、物理量検出センサー100が加速度センサーや傾斜センサーとして車体701の状態を検出することにより、移動体700の姿勢や移動状況等を把握し、サスペンション704、およびタイヤ702等の制御を的確に行うことができる。これにより、移動体700は、安全で安定した移動をすることができる。

10

【0118】

また、物理量検出センサー100は、既述した電子機器や移動体に搭載される以外に、キーレスエントリー、イモビライザー、カーナビゲーションシステム、カーエアコン、アンチロック・ブレーキ・システム(ABS : Antilock Brake System)、エアバック、タイヤ・プレッシャー・モニタリング・システム(TPMS : Tire Pressure Monitoring System)、エンジンコントロール、ハイブリッド自動車や電気自動車の電池モニター、車体姿勢制御システム等の電子制御ユニットに搭載でき、広範な分野に適用可能である。

【符号の説明】

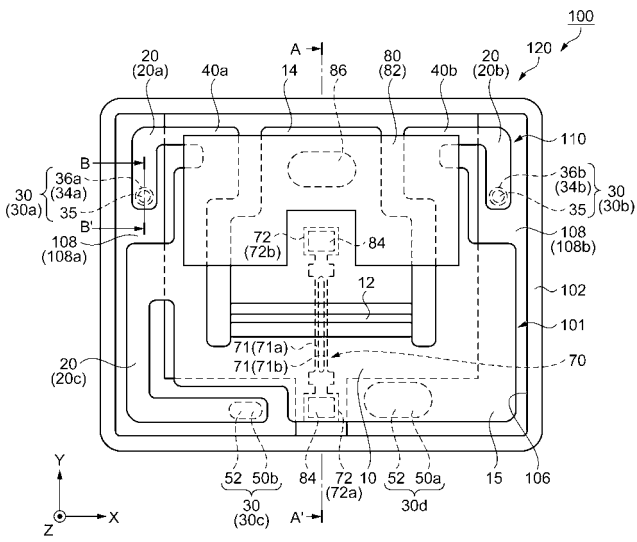
【0119】

10...ベース部、10a, 10b...主面、12...継手部、12a, 12b...溝部、14...可動部、14a, 14b...主面、15...平坦部、18...ベース延在部、20a, 20b, 20c...腕部、30a, 30b, 30c...第1固定部、30d...第2固定部、34a, 34b...内部端子、35...接合材、36a, 36b...固定部接続端子、40a, 40b...抑止部、50a, 50b...ベース接合部、52...ベース接合材、70...物理量検出素子、71a, 71b...振動梁部、72a, 72b...基部、80, 82...質量部、84...検出素子接合材、86...質量接合材、90...封止部、92...貫通孔、100, 200...物理量検出センサー、101, 112...カンチレバー部、102...ベース基板、103...リッド、105...リッド接合材、106...凹部、107a, 107b...外部端子、108a, 108b, 108c...段差部、109a...内底面、109b...外底面、110...物理量検出デバイス、113...物理量検出デバイス、120...パッケージ、140...エッチング残渣、150...電子回路、500...ビデオカメラ、501...受像部、502...操作部、503...音声入力部、504...表示ユニット、600...携帯電話、601...複数の操作ボタン、602...表示ユニット、603...カメラ機構、604...シャッターボタン、700...移動体、701...車体、702...タイヤ、703...電子制御ユニット、704...サスペンション、L1...第1の中心線、L2...第2の中心線、S1...第1の領域、S2...第2の領域、S3...第3の領域、S4...第4の領域。

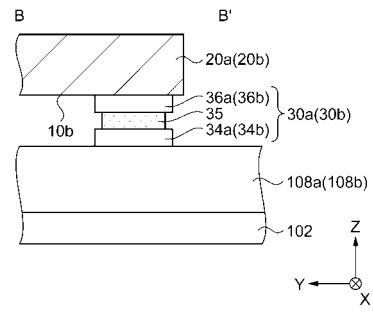
20

30

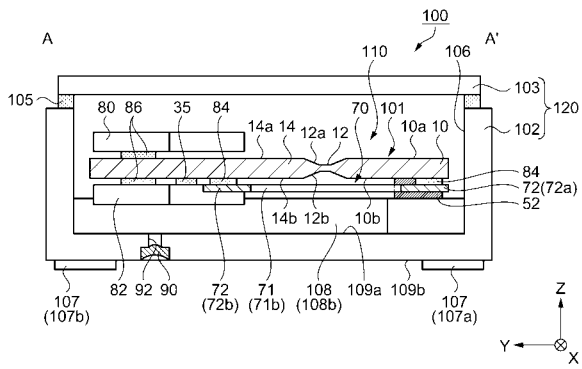
【 図 1 】



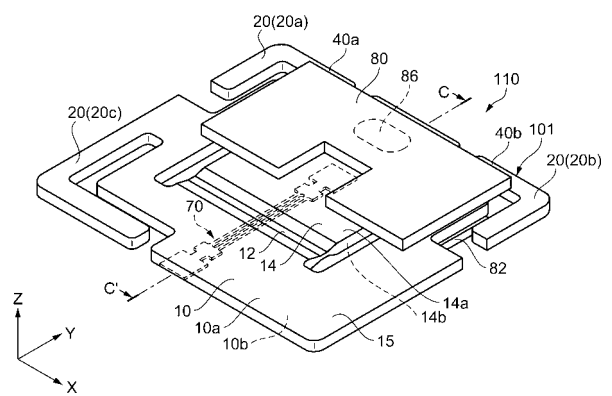
【 図 2 】



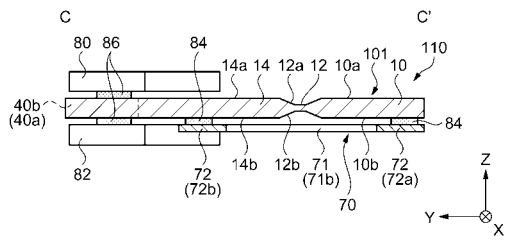
【 図 3 】



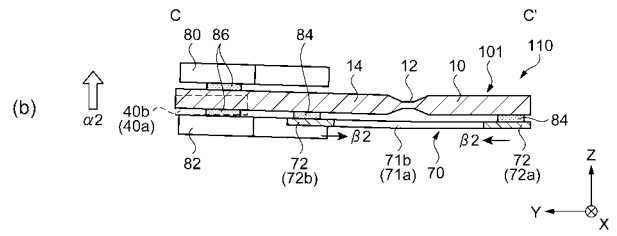
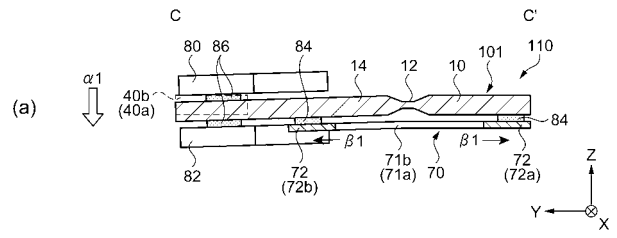
【 図 4 】



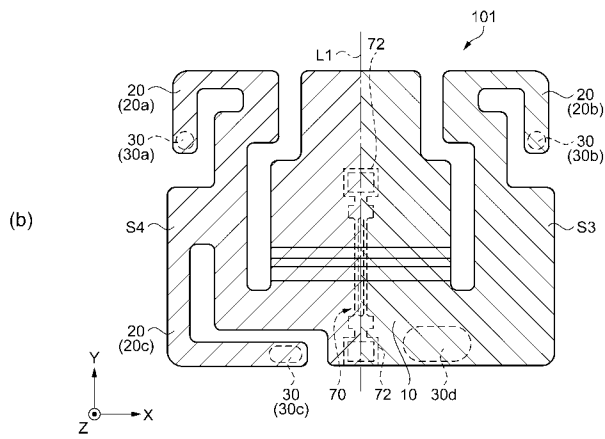
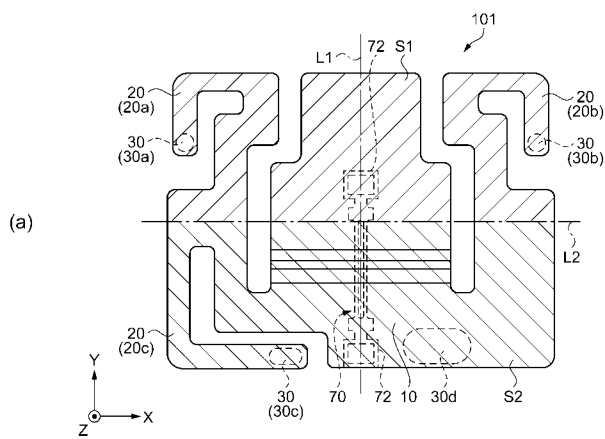
【 図 5 】



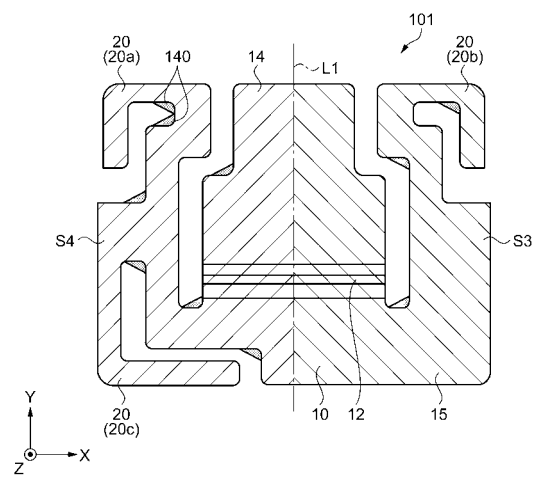
【 図 6 】



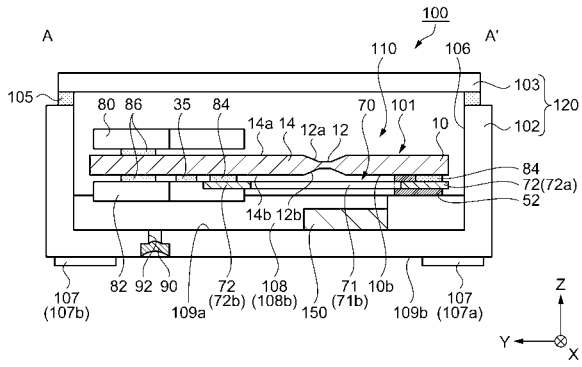
【 図 7 】



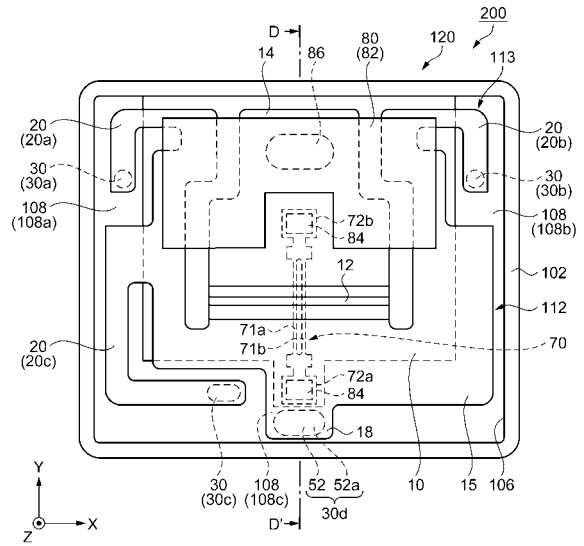
【 図 8 】



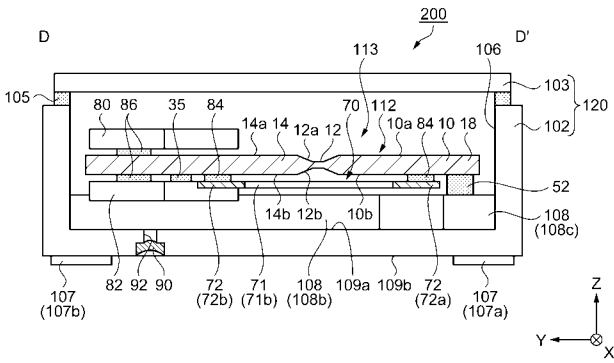
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】

