

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6840960号
(P6840960)

(45) 発行日 令和3年3月10日(2021.3.10)

(24) 登録日 令和3年2月22日(2021.2.22)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 P 15/08 (2006.01) GO 1 P 15/08 1 O 2 D
GO 1 P 15/10 (2006.01) GO 1 P 15/08 1 O 1 B
 GO 1 P 15/10

請求項の数 17 (全 40 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-174308 (P2016-174308) (22) 出願日 平成28年9月7日(2016.9.7) (65) 公開番号 特開2018-40658 (P2018-40658A) (43) 公開日 平成30年3月15日(2018.3.15) 審査請求日 令和1年6月13日(2019.6.13)</p>	<p>(73) 特許権者 000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区新宿四丁目1番6号 (74) 代理人 100116665 弁理士 渡辺 和昭 (74) 代理人 100179475 弁理士 仲井 智至 (74) 代理人 100216253 弁理士 松岡 宏紀 (72) 発明者 大戸 正之 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 審査官 岡田 卓弥</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサー用基板、物理量検出センサー、加速度センサー、電子機器、移動体、およびセンサー用基板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ベース部と、
 前記ベース部と接続されている可動部と、
 前記可動部の厚み方向からみた平面視において、前記ベース部から前記可動部に沿って延在する支持部と、
前記可動部および前記支持部の対向する面の各々にエッチング残渣として形成された凸条部と、

前記平面視において、前記可動部と前記支持部との間に、前記可動部および前記支持部のいずれか一方に形成された凸条部である第1凸条部の頂部と、他方に形成された凸条部である第2凸条部の頂部と、の間隔として形成されたギャップ部と、を備えることを特徴とするセンサー用基板。

【請求項2】

請求項1に記載のセンサー用基板において、
 前記支持部は、前記平面視において前記可動部の延在方向の両側にそれぞれ配置され、
 前記ギャップ部は、前記可動部の延在方向の前記両側にそれぞれ形成されていることを特徴とするセンサー用基板。

【請求項3】

請求項1または2に記載のセンサー用基板において、
 前記ギャップ部において、前記センサー用基板の第1面側の開口部である第1開口部の

前記間隔と同じ方向の開口幅を W_1 とし、前記センサー用基板の前記第1面と反対側の第2面側の開口部である第2開口部の前記間隔と同じ方向の開口幅を W_2 とし、前記間隔を W_g としたとき、 $W_g < W_1 < W_2$ の関係であることを特徴とするセンサー用基板。

【請求項4】

請求項3に記載のセンサー用基板において、

前記第1凸条部の前記頂部から前記第1面側に形成される第1の内壁面、および、前記第2凸条部の前記頂部から前記第1面側に形成される第2の内壁面、の少なくとも一方は複数の面を含み、

前記第1凸条部の前記頂部から前記第2面側に形成される第3の内壁面、および、前記第2凸条部の前記頂部から前記第2面側に形成される第4の内壁面、の少なくとも一方は複数の面を含むことを特徴とするセンサー用基板。

10

【請求項5】

請求項4に記載のセンサー用基板において、

前記ギャップ部における、前記第1の内壁面と前記第2の内壁面との組み合わせ、および、前記第3の内壁面と前記第4の内壁面との組み合わせ、のいずれかの内壁面の組み合わせは、

一方の内壁面は3つの面を含み、他方の内壁面は1つの面からなる第1の内壁面の組み合わせと、

一方の内壁面は3つの面を含み、他方の内壁面は2つの面を含む第2の内壁面の組み合わせと、

20

一方の内壁面は4つの面を含み、他方の内壁面は3つの面を含み、前記一方の内壁面および前記他方の内壁面の前記頂部から1番目の面は、前記第1面または前記第2面と略平行な面である第3の内壁面の組み合わせと、のうちのいずれかの内壁面の組み合わせであることを特徴とするセンサー用基板。

【請求項6】

請求項5に記載のセンサー用基板において、

前記第2面側が前記第3の内壁面の組み合わせであり、前記第1面側が前記第1の内壁面の組み合わせであることを特徴とするセンサー用基板。

【請求項7】

請求項5に記載のセンサー用基板において、

前記第2面側が前記第3の内壁面の組み合わせであり、前記第1面側が前記第2の内壁面の組み合わせであることを特徴とするセンサー用基板。

30

【請求項8】

請求項5に記載のセンサー用基板において、

前記第2面側が前記第2の内壁面の組み合わせであり、前記第1面側が前記第1の内壁面の組み合わせであることを特徴とするセンサー用基板。

【請求項9】

請求項1～8のいずれか一項に記載のセンサー用基板において、

Zカットで切り出された水晶Zカット板を用いて形成され、前記第1凸条部および前記第2凸条部のいずれか一方の前記頂部が、前記水晶Zカット板のX結晶軸方向に突出していることを特徴とするセンサー用基板。

40

【請求項10】

請求項1～9のいずれか一項に記載のセンサー用基板と、

一端部が前記ベース部に固定され、他端部が前記可動部に固定され、物理量を検出する物理量検出素子と、

を備えることを特徴とする物理量検出センサー。

【請求項11】

請求項10に記載の物理量検出センサーを備え、該物理量検出センサーにより加速度が計測されることを特徴とする加速度センサー。

【請求項12】

50

請求項 10 に記載の物理量検出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 13】

請求項 10 に記載の物理量検出センサーが搭載されていることを特徴とする移動体。

【請求項 14】

ベース部と、

前記ベース部と接続されている可動部と、

前記可動部の厚み方向からみた平面視において、前記ベース部から前記可動部に沿って延在する支持部と、

前記可動部および前記支持部の対向する面の各々にエッチング残渣として形成された凸条部と、

10

前記平面視において、前記可動部と前記支持部との間に、前記可動部および前記支持部のいずれか一方に形成された凸条部である第 1 凸条部の頂部と、他方に形成された凸条部である第 2 凸条部の頂部と、の間隔として形成されたギャップ部と、を備えるセンサー用基板の製造方法であって、

基板形成材料の表面に耐蝕膜を形成することと、

前記耐蝕膜の上にフォトレジスト層を形成し、且つ、前記表面のうち一方の第 2 面側の前記フォトレジスト層をパターニングし、露出した前記耐蝕膜を除去して、前記基板形成材料の表面の一部を露出させて第 1 パターン開口を形成することと、

前記第 1 パターン開口内に露出した前記基板形成材料の表面をウェットエッチングして、前記基板形成材料に第 1 の凹部を形成する第 1 エッチングと、

20

少なくとも前記第 1 の凹部の内面を保護膜で被覆することと、

前記第 2 面と反対側の第 1 面側の前記耐蝕膜の上に前記フォトレジスト層をパターニングし、露出した前記耐蝕膜を除去して、前記基板形成材料の表面の一部を露出させて第 2 パターン開口を形成することと、

前記第 2 パターン開口内に露出した前記基板形成材料の表面をウェットエッチングし、形成される第 2 の凹部の凹底部を前記第 1 の凹部に貫通させて前記ギャップ部を形成する第 2 エッチングと、を含み、

前記第 1 パターン開口および前記第 2 パターン開口の前記間隔と同じ方向の幅を W_p 、前記第 1 エッチングまたは前記第 2 エッチングにおける前記基板形成材料のエッチング深さを d とし、可動部の変位量の限界値を W_{gmax} としたとき、次式 (1) ~ (3) のいずれか

30

【数 1】

$$0 < W_p \leq 0.7735d + 0.5 \quad \dots (1)$$

【数 2】

$$0.7735d + 0.5 \leq W_p \leq 1.9393d + 0.2083 \quad \dots (2)$$

【数 3】

$$1.9393d + 0.2083 \leq W_p \leq W_{gmax} + 1.956d \quad \dots (3)$$

40

【請求項 15】

請求項 14 に記載のセンサー用基板の製造方法において、

前記第 1 パターン開口の幅 W_p は、式 (4) の関係とし、

前記第 2 パターン開口の幅 W_p は、式 (5) の関係とすることを特徴とするセンサー用基板の製造方法。

【数 4】

$$1.9393d + 0.2083 \leq W_p \leq W_{gmax} + 1.956d \quad \dots (4)$$

【数 5】

$$0 < Wp \leq 0.7735d + 0.5 \quad \dots (5)$$

【請求項 16】

請求項 14 に記載のセンサー用基板の製造方法において、
前記第 1 パターン開口の幅 Wp は、式 (6) の関係とし、
前記第 2 パターン開口の幅 Wp は、式 (7) の関係とすることを特徴とするセンサー用
基板の製造方法。

【数 6】

$$1.9393d + 0.2083 \leq Wp \leq Wgmax + 1.956d \quad \dots (6)$$

10

【数 7】

$$0.7735d + 0.5 \leq Wp \leq 1.9393d + 0.2083 \quad \dots (7)$$

【請求項 17】

請求項 14 に記載のセンサー用基板の製造方法において、
前記第 1 パターン開口の幅 Wp は、式 (8) の関係とし、
前記第 2 パターン開口の幅 Wp は、式 (9) の関係とすることを特徴とするセンサー用
基板の製造方法。

【数 8】

$$1.9393d + 0.2083 \leq Wp \leq Wgmax + 1.956d \quad \dots (8)$$

20

【数 9】

$$0 < Wp \leq 0.7735d + 0.5 \quad \dots (9)$$

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、センサー用基板、物理量検出センサー、加速度センサー、電子機器、移動体
、及びセンサー用基板の製造方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、特許文献 1 に記載されているように、ベース部（固定部）と、ベース部
と接続されている可動部と、可動部の厚み方向からみた平面視において、ベース部から可
動部に沿って延在する支持部と、を有するセンサー用基板（カンチレバー部）に、物理量
を検出する物理量検出素子が固定された物理量検出センサーが知られていた。この物理量
検出センサーにおいて、物理量検出素子は、一端がベース部に固定され、他端が可動部に
固定されている。また、物理量検出センサーには、可動部の両主面の少なくとも一方に配
置され、前記平面視において、一部が支持部と重なるように配置された質量部が備えられ
ている。

40

【0003】

このような構成の物理量検出センサーでは、設計値を越えた衝撃が加えられるなどした
場合に、可動部の変位が設計値を越えて大きくなってしまうと、可動部が望まない箇所に
衝突したり、可動部とベース部との接続部分に過大な応力が加わったりすることにより、
センサー用基板や物理量検出素子が破損してしまう虞がある。この問題を回避するために
、特許文献 1 の物理量検出センサーは、センサー用基板の厚み方向からみた平面視におい
て、質量部と支持部とが重なる領域に、質量部と支持部との間に所定の間隔が設けられた
構成となっている。この構成により、物理量検出センサーに厚み方向（Z 方向）の比較的
大きな物理量（例えば加速度）が加えられたときに、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、上記所定の間隔分変位したところで支持部と

50

接触することによって規制することができる。

【0004】

また、特許文献2には、可動部の厚み方向からみた平面視において、ベース部から可動部に沿って延在する支持部の内周面の一部に、支持部の内周面と可動部（錘部）との距離を他の部位より小さくする突出部（ストッパー部）が突設された物理量検出センサー（半導体加速度センサー）が紹介されている。この構成により、物理量検出センサーに厚み方向と交差する方向（可動部および支持部の面内方向）の比較的大きな物理量が加えられたときに、物理量に応じて変位する可動部（錘部）の変位を、支持部の内周面に突設された突出部で規制することによって、可動部（錘部）の過度な変位を規制してセンサー用基板や物理量検出素子の破損を防止することができる。

10

なお、上述の特許文献1および特許文献2の物理量検出センサーにおいて、ベース部、可動部、および支持部を有するセンサー用基板は、水晶やシリコンなどの単結晶材料をエッチング加工することにより一体に形成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-189480号公報

【特許文献2】特開2000-338124号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

ところで、物理量検出センサーのセンサー用基板の形成材料として好適に用いられる水晶は、結晶がダイヤモンド構造を有しており、ウェットエッチングによりセンサー用基板の外形を形成する際に、水晶の各々の結晶軸方向におけるエッチング速度の違いによるエッチング異方性のために、可動部と支持部との面内方向の隙間を所望の長さで精度よく形成することは困難であることが知られている。しかしながら、特許文献2では、上述した水晶のエッチング異方性を考慮したうえでの、可動部と支持部内周面の突出部との隙間を精度よく形成する方法等については何ら記述されていない。このため、可動部と突出部（規制部、ストッパー部）との隙間が、所定の長さよりも長くなってしまった場合には、物理量検出センサーに設計値を越える衝撃が加えられた場合に、センサー用基板や物理量検出素子が破損してしまう虞があった。また、可動部と突出部（規制部）との隙間が適正な長さよりも短くなってしまった場合には、可動部の変位範囲が設定よりも小さく規制されてしまうことから、設定された加速度などの物理量検出範囲を満足できない虞があった。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

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。

【0008】

[適用例1] 本適用例にかかるセンサー用基板は、ベース部と、前記ベース部と接続されている可動部と、前記可動部の厚み方向からみた平面視において、前記ベース部から前記可動部に沿って延在する支持部と、前記平面視において、前記可動部と前記支持部の間に、所定の間隔にて形成されたギャップ部と、を有し、前記ギャップ部において、前記可動部および前記支持部の対向する面の各々には、前記ギャップ部に臨む側に頂部を有するエッチング残渣として形成された凸条部を有し、前記所定の間隔は、前記可動部および前記支持部のいずれか一方に形成された前記凸条部である第1凸条部の頂部と、他方に形成された前記凸条部である第2凸条部の頂部との間隔であることを特徴とする。

40

【0009】

本発明では、センサー用基板において、可動部と支持部との間の所定の間隔を精度よく形成する部分を「ギャップ部」と呼ぶ。

また、本適用例において、「凸条部」は、センサー用基板の形成材料として好適に用い

50

られる水晶などの単結晶材料をウェットエッチングしたときの性質である「エッチング異方性」に起因して形成されるエッチング面の形状である。具体的に「凸条部」は、例えば水晶を、水酸化カリウム（KOH）などのアルカリ性水溶液によりウェットエッチングしてセンサー用基板の外形を形成する際に、水晶の各々の結晶軸方向のエッチング速度が異なる「エッチング異方性」のためにエッチング残渣として形成されるひれ状の異形部のことであり、「ひれ」と呼ばれることもある。

本適用例によれば、可動部と、ベース部から可動部に沿って延在する支持部との間に、所定の間隔を有するギャップ部が形成され、このギャップ部において、可動部および支持部の対向する面の各々には、エッチング残渣として突出する頂部を有する凸条部が形成される。このような構成のギャップ部をウェットエッチングにより形成する際に、エッチングマスクの開口幅を所定の幅にすることにより、対向する各凸条部の形状を所望の形状に制御して形成できることを発明者は見出した。このことから、ギャップ部の隙間を精度よく形成することが可能となる。

これにより、可動部と支持部との面内方向の衝撃が加わったときに、所定の間隔が精度よく形成されたギャップ部において、可動部が過度に変位した場合に、可動部を支持部で適切に規制する構造を実現できるので、センサー用基板の過度な変形やそれによる破損を抑止することが可能になる。したがって、耐衝撃性および検出精度の高い物理量検出センサーを構成することが可能なセンサー用基板を提供することができる。

【0010】

[適用例2] 上記適用例にかかるセンサー用基板において、前記支持部は、前記平面視において前記可動部の延在方向の両側にそれぞれ配置され、前記ギャップ部は、前記可動部の延在方向の前記両側にそれぞれ形成されていることを特徴とする。

【0011】

本適用例によれば、上述の平面視において、可動部の延在方向両側のどちらから衝撃が加わった場合でも、可動部が過度に変位することを支持部で適切に規制する構造を実現でき、センサー用基板の可動部の過度な変形やそれによる破損を抑止することが可能となる。

【0012】

[適用例3] 上記適用例にかかるセンサー用基板において、前記ギャップ部において、前記センサー用基板の第1面側の開口部である第1開口部の前記所定の間隔と同じ方向の開口幅を W_1 とし、前記センサー用基板の前記第1面と反対側の第2面側の開口部である第2開口部の前記所定の間隔と同じ方向の開口幅を W_2 とし、前記所定の間隔を W_g としたとき、 $W_g < W_1 < W_2$ の関係であることを特徴とする。

【0013】

発明者等は、水晶などの単結晶材料をウェットエッチングすることによりセンサー用基板を形成する際に、エッチングレジストのパターン開口の幅を制御して本適用例における $W_g < W_1 < W_2$ の関係の形状を形成することによって、単結晶材料のエッチング異方性により形成される第1凸条部および第2凸条部の間隔であるギャップ部の所定の間隔 W_g を、精度よく、且つ、製造上の難易度を緩和させて形成することができることを見出した。

これにより、可動部に衝撃が加わった場合に、可動部の過度な変位を支持部で適切に規制する構造を実現できるので、センサー用基板の過度な変形やそれによる破損を抑止することが可能なセンサー用基板を得ることができる。

【0014】

[適用例4] 上記適用例にかかるセンサー用基板において、前記第1凸条部の前記頂部から前記第1面側に形成される第1の内壁面、および、前記第2凸条部の前記頂部から前記第1面側に形成される第2の内壁面、の少なくとも一方は複数の面を含み、前記第1凸条部の前記頂部から前記第2面側に形成される第3の内壁面、および、前記第2凸条部の前記頂部から前記第2面側に形成される第4の内壁面、の少なくとも一方は複数の面を含むことを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

発明者等は、水晶などの単結晶材料をウェットエッチングしてセンサー用基板を形成する際に、エッチングレジストのパターン開口の幅を制御することにより、単結晶材料のエッチング異方性により、第1凸条部および第2凸条部が形成され、各凸条部の頂部同士の間隔であるギャップ部の所定の間隔 Wg を精度よく形成できることを見出した。したがって、可動部に衝撃が加わった場合に、可動部の過度な変位を支持部で規制する構造を実現できるので、センサー用基板の過度な変形やそれによる破損を抑止することができる。

【 0 0 1 6 】

[適用例5] 上記適用例にかかるセンサー用基板において、前記ギャップ部における、前記第1の内壁面と前記第2の内壁面との組み合わせ、および、前記第3の内壁面と前記第4の内壁面との組み合わせ、のいずれかの内壁面の組み合わせは、一方の内壁面は3つの面を含み、他方の内壁面は1つの面からなる第1の内壁面の組み合わせと、一方の内壁面は3つの面を含み、他方の内壁面は2つの面を含む第2の内壁面の組み合わせと、一方の内壁面は4つの面を含み、他方の内壁面は3つの面を含み、前記一方の内壁面および前記他方の内壁面の前記頂部から1番目の面は、前記第1面または前記第2面と略平行な面である第3の内壁面の組み合わせと、のうちのいずれかの内壁面の組み合わせであることを特徴とする。

10

【 0 0 1 7 】

発明者等は、水晶などの単結晶材料をウェットエッチングしてセンサー用基板を形成する際に、エッチングレジストのパターン開口の幅を制御することにより、単結晶材料のエッチング異方性により、本適用例に示す3種類の形状の内壁面の組み合わせの凹部を形成することができ、それら3種類のうちいずれか2つの凹部を、単結晶材料の第1面側およびその反対側の第2面側の両方側から形成して各々の凹底部分にて貫通させることにより、ギャップ部の所定の間隔 Wg の精度がよい第1凸条部および第2凸条部を形成することができることを見出した。

20

【 0 0 1 8 】

[適用例6] 上記適用例にかかるセンサー用基板において、前記第2面側が前記第3の内壁面の組み合わせであり、前記第1面側が前記第1の内壁面の組み合わせであることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

本適用例において、第2面側に開口部(第2開口部)を有する第3の内壁面の組み合わせは、3種類の内壁面の組み合わせのなかで開口幅が最も大きく形成されるとともに、エッチング速度が最も速く、また、第1面側に開口部(第1開口部)を有する第1の内壁面の組み合わせは、3種類の内壁面の組み合わせの中で開口幅が最も小さく形成されるとともに、エッチング速度が最も遅く、エッチング形状の作り込み精度が最も高い。

30

本適用例の内壁面の組み合わせによれば、水晶などの単結晶材料をウェットエッチングしてセンサー用基板を形成する際に、まず、第2面側から開口幅の大きい方の第3の内壁面の組み合わせによる凹部を形成してから、第1面側から開口幅の小さい方の第1の内壁面の組み合わせによる凹部を形成して各凹部の凹底部分を貫通させることにより、ギャップ部の所定の間隔 Wg の精度をより良くした状態にて第1凸条部および第2凸条部を形成することができる。

40

また、第2面側から先に凹部を形成する第3の内壁面の組み合わせは、頂部から1番目の面が、第2面と略平行な面であることから、第1面側から第1の内壁面の組み合わせの凹部を形成して第2面側から形成した凹部に貫通させる位置の範囲が比較的広くなる。これにより、第1面側に第1の内壁面の組み合わせを形成するためのエッチングレジストの開口の形成位置の許容範囲を広くできるので、第1面側および第2面側に形成するエッチングレジストのパターニング位置がずれる所謂「マスクずれ」による歩留り低下を軽減でき、製造マージンが大きくなるという効果が得られる。

【 0 0 2 0 】

[適用例7] 上記適用例にかかるセンサー用基板において、前記第2面側が前記第3

50

の内壁面の組み合わせであり、前記第1面側が前記第2の内壁面の組み合わせであることを特徴とする。

【0021】

本適用例において、第1面側に開口部(第2開口部)を有する第2の内壁面の組み合わせは、第1の内壁面の組み合わせ、および、第3の内壁面の組み合わせの中間の開口幅を有する。したがって、本適用例の内壁面の組み合わせによれば、水晶などの単結晶材料をウェットエッチングしてセンサー用基板を形成する際に、まず、第2面側から開口部の大きい方の第3の内壁面の組み合わせによる凹部を形成してから、第1面側から開口部の小さい方の第2の内壁面の組み合わせによる凹部を形成して各凹部の凹底部分を貫通させることにより、ギャップ部の所定の間隔 W_g の精度がよい第1凸条部および第2凸条部を形成することができる。

10

【0022】

[適用例8] 上記適用例にかかるセンサー用基板において、前記第2面側が前記第2の内壁面の組み合わせであり、前記第1面側が前記第1の内壁面の組み合わせであることを特徴とする。

【0023】

本適用例の内壁面の組み合わせによれば、水晶などの単結晶材料をウェットエッチングしてセンサー用基板を形成する際に、まず、第2面側から開口部の大きい方の第2の内壁面の組み合わせによる凹部を形成してから、第1面側から開口部の小さい方の第1の内壁面の組み合わせによる凹部を形成して各凹部の凹底部分を貫通させることにより、第1凸条部および第2凸条部との間隔であるギャップ部の所定の間隔 W_g を精度よく形成することができる。

20

【0024】

[適用例9] 上記適用例にかかるセンサー用基板において、Zカットで切り出された水晶Zカット板を用いて形成され、前記第1凸条部および前記第2凸条部のいずれか一方の前記頂部が、前記水晶Zカット板のX結晶軸方向に突出していることを特徴とする。

【0025】

本適用例によれば、センサー用基板の形成材料である水晶は、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(水晶Zカット板)から形成されている。このような水晶Zカット板は、その特性によりエッチング加工が比較的容易になるので、第1凸条部および第2凸条部や、それらの間隔である所定の間隔を有するギャップ部などのセンサー用基板の外形を精度よく形成することができる。

30

また、センサー用基板の厚み方向の切り出し角度と、センサー用基板に搭載される例えば物理量検出素子などの検出素子(センサー)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、センサー用基板と、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、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になる。

40

【0026】

[適用例10] 本適用例にかかる物理量検出センサーは、上記適用例に記載のセンサー用基板と、一端部が前記ベース部に固定され、他端部が前記可動部に固定され、物理量を検出する物理量検出素子と、を備えることを特徴とする。

【0027】

本適用例によれば、物理量検出センサーは、上記適用例に記載のセンサー用基板を備え、該センサー用基板のベース部および可動部に、物理量検出素子の一端部および他端部が固定されているので、衝撃が印加された場合でも、物理量検出素子やセンサー用基板の過度な変形やそれによる破損が抑えられ、耐衝撃性および検出精度の高い物理量検出センサーを提供することができる。

50

【 0 0 2 8 】

[適用例 1 1] 本適用例にかかる加速度センサーは、上記適用例に記載の物理量検出センサーを備え、該物理量検出センサーにより加速度が計測されることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

本適用例によれば、加速度センサーは、上記適用例の物理量検出センサーが備えられているので、耐衝撃性が高いとともに、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。

【 0 0 3 0 】

[適用例 1 2] 本適用例にかかる電子機器は、上記適用例に記載の物理量検出センサーが搭載されていることを特徴とする。

10

【 0 0 3 1 】

本適用例にかかる電子機器は、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、耐衝撃性が高いとともに、加えられた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。

【 0 0 3 2 】

[適用例 1 3] 本適用例にかかる移動体は、上記適用例に記載の物理量検出センサーが搭載されていることを特徴とする。

【 0 0 3 3 】

20

本適用例にかかる移動体は、上記適用例の物理量検出センサーが搭載されているので、耐衝撃性が高いとともに、加えられた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移動体は、物理量検出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。

【 0 0 3 4 】

[適用例 1 4] 本適用例にかかるセンサー用基板の製造方法は、ベース部と、前記ベース部と接続されている可動部と、前記可動部の厚み方向からみた平面視において、前記ベース部から前記可動部に沿って延在する支持部と、前記平面視において、前記可動部と前記支持部との間に、所定の間隔にて形成されたギャップ部と、を有し、前記ギャップ部において、前記可動部および前記支持部の対向する面の各々には、前記ギャップ部に臨む側に頂部を有するエッチング残渣として形成された凸条部を有し、前記所定の間隔は、前記可動部および前記支持部のいずれか一方に形成された前記凸条部である第 1 凸条部と、他方に形成された前記凸条部である第 2 凸条部との前記頂部どうしの間隔であるセンサー用基板の製造方法であって、基板形成材料の表面に耐蝕膜を形成することと、前記耐蝕膜の上にフォトレジスト層を形成し、且つ、前記表面のうち一方の第 2 面側の前記フォトレジスト層をパターニングし、露出した前記耐蝕膜を除去して、前記基板形成材料の表面の一部を露出させて第 1 パターン開口を形成することと、前記第 1 パターン開口内に露出した前記基板形成材料の表面をウェットエッチングして、前記基板形成材料に第 1 の凹部を形成する第 1 エッチングと、少なくとも前記第 1 の凹部の内面を保護膜で被覆することと、前記第 2 面と反対側の第 1 面側の前記耐蝕膜の上に前記フォトレジスト層をパターニングし、露出した前記耐蝕膜を除去して、前記基板形成材料の表面の一部を露出させて第 2 パターン開口を形成することと、前記第 2 パターン開口内に露出した前記基板形成材料の表面をウェットエッチングし、形成される第 2 の凹部の凹底部を前記第 1 の凹部に貫通させて前記ギャップ部を形成する第 2 エッチングと、を含み、前記第 1 パターン開口および前記第 2 パターン開口の前記所定の間隔と同じ方向の幅を W_p 、前記第 1 エッチングまたは前記第 2 エッチングにおける前記基板形成材料のエッチング深さを d とし、可動部の変位量の限界値を W_{gmax} としたとき、次式 (1) ~ (3) のいずれかの関係にすることを特徴とする。

30

40

【数 1】

$$0 < W_p \leq 0.7735d + 0.5 \quad \dots (1)$$

【数 2】

$$0.7735d + 0.5 \leq W_p \leq 1.9393d + 0.2083 \quad \dots (2)$$

【数 3】

$$1.9393d + 0.2083 \leq W_p \leq W_{gmax} + 1.956d \quad \dots (3)$$

10

【0035】

本適用例において、可動部の変位量の限界値 W_{gmax} とは、外部からの衝撃が加わった時の可動部の変位量において、その変位量を超えると可動部の破損等が起こり得る変位量の限界値のことをいう。

発明者等は、単結晶材料の第2面側をウェットエッチングすることにより第1の凹部を形成してから、第2面側と反対側の第1面側をウェットエッチングすることにより形成される第2の凹部の凹底部分を、第1の凹部に貫通させてギャップ部を形成する本適用例の製造方法において、各凹部を形成するために必要なエッチング深さ d を、式(1)~(3)のいずれかに代入して求められた第1パターン開口及び第2パターン開口の幅 W_p の耐蝕膜パターンを形成し、これをエッチングマスクとしてウェットエッチングすることにより、第1凸条部および第2凸条部を含むギャップ部の所定の間隔 W_g を精度よく形成することが可能となることを見出した。

20

本適用例のセンサー用基板の製造方法によれば、可動部と支持部との面内方向の衝撃が加わったときに、所定の間隔が精度よく形成されたギャップ部において、可動部が過度に変位した場合に、可動部を支持部で適切に規制する構造を実現できるので、センサー用基板の過度な変形やそれによる破損を抑止することが可能になる。したがって、耐衝撃性および検出精度の高い物理量検出センサーを構成することが可能なセンサー用基板を製造することができる。

30

【0036】

[適用例15] 上記適用例にかかるセンサー用基板の製造方法において、前記第1パターン開口の幅 W_p は、式(4)の関係とし、前記第2パターン開口の幅 W_p は、式(5)の関係とすることを特徴とする。

【数 4】

$$1.9393d + 0.2083 \leq W_p \leq W_{gmax} + 1.956d \quad \dots (4)$$

【数 5】

$$0 < W_p \leq 0.7735d + 0.5 \quad \dots (5)$$

40

【0037】

本適用例において、式(4)により算出される第1パターン開口の幅 W_p のマスクパターンをエッチングレジストとして、第2面をウェットエッチングすることにより形成される第1の凹部の形状は、上記適用例の3つの式で算出されるパターン開口のうちで、形成される開口部(第2開口部)の幅が最も大きく、上記適用例における第3の内壁面の組み合わせを有する凹部として形成されるとともに、エッチング速度が最も速い。また、式(5)により算出される第2パターン開口の幅 W_p のマスクパターンをエッチングレジストとして、第1面をウェットエッチングすることにより形成される第2の凹部の形状は、上

50

記適用例の3つの式で算出されるパターン開口のうちで、形成される開口部（第1開口部）の幅が最も小さく、上記適用例における第1の内壁面の組み合わせを有する凹部として形成されるとともに、エッチング速度は最も遅く、エッチング形状の作り込み精度が最も高い。

本適用例のパターン開口の組み合わせによれば、水晶などの単結晶材料をウェットエッチングしてセンサー用基板を形成する際に、まず、第2面側から開口部の大きい方の第3の内壁面の組み合わせによる凹部を形成してから、第1面側から開口部の小さい方の第1の内壁面の組み合わせによる凹部を形成して各凹部の凹底部分を貫通させることにより、ギャップ部の所定の間隔 W_g の精度をより良くした状態にて第1凸条部および第2凸条部を形成することができる。

10

また、第2面側から先に第1の凹部を形成する式（4）により算出される第1パターン開口の幅 W_p によれば、形成される第1の凹部の凹底部分（底面）のうち、第2面と略平行な面が、上述した3つの式で形成される凹部のうちで最も大きく形成されることから、第1面側から式（5）による第2の凹部を形成して、その凹底部分を第1の凹部に貫通させる位置の範囲が比較的広くなる。これにより、第2面側に形成するエッチングレジストパターンと第1面側に形成するエッチングレジストパターンとの位置関係にずれが生じる所謂「マスクずれ」による歩留り低下が軽減でき、製造マージンが大きくなるという効果が得られる。

【0038】

〔適用例16〕 上記適用例にかかるセンサー用基板の製造方法において、前記第1パターン開口の幅 W_p は、式（6）の関係とし、前記第2パターン開口の幅 W_p は、式（7）の関係とすることを特徴とする。

20

【数6】

$$1.9393d + 0.2083 \leq W_p \leq W_{gmax} + 1.956d \quad \dots (6)$$

【数7】

$$0.7735d + 0.5 \leq W_p \leq 1.9393d + 0.2083 \quad \dots (7)$$

30

【0039】

本適用例において、式（6）により算出される第1パターン開口の幅 W_p のマスクパターンをエッチングレジストとして、第2面をウェットエッチングすることにより形成される第1の凹部の形状は、上記適用例の3つの式で算出されるパターン開口のうちで、形成される開口部（第2開口部）の幅が最も大きく、上記適用例における第3の内壁面の組み合わせを有する凹部として形成されるとともに、エッチング速度が最も速い。また、式（7）により算出される第2パターン開口の幅 W_p のマスクパターンをエッチングレジストとして、第1面をウェットエッチングすることにより形成される第2の凹部の形状は、上記適用例の3つの式で算出されるパターン開口のうちで、形成される開口部（第1開口部）の幅が他の2式の間幅を有し、上記適用例における第2の内壁面の組み合わせを有する凹部として形成され、エッチング速度、および、エッチング形状の作り込み精度は、他の2式の間位置づけとなる。

40

本適用例のパターン開口の組み合わせによれば、まず、第2面側から開口部の大きい方の第3の内壁面の組み合わせによる凹部を形成してから、第1面側から開口部の小さい方の第2の内壁面の組み合わせによる凹部を形成して各凹部の凹底部分を貫通させることにより、ギャップ部の所定の間隔 W_g の精度を良くした状態にて第1凸条部および第2凸条部を形成するとともに、上記適用例の第1の内壁面の組み合わせによる凹部を用いた構成よりも、エッチング速度が速いことから製造効率がよいという効果が得られる。

【0040】

50

〔適用例 17〕 上記適用例にかかるセンサー用基板の製造方法において、前記第 1 パターン開口の幅 W_p は、式 (8) の関係とし、前記第 2 パターン開口の幅 W_p は、式 (9) の関係とすることを特徴とする。

【数 8】

$$1.9393d + 0.2083 \leq W_p \leq W_{gmax} + 1.956d \quad \dots (8)$$

【数 9】

$$0 < W_p \leq 0.7735d + 0.5 \quad \dots (9)$$

10

【0041】

本適用例において、式 (8) により算出される第 1 パターン開口の幅 W_p のマスクパターンをエッチングレジストとして、第 2 面をウェットエッチングすることにより形成される第 1 の凹部の形状は、上記適用例における第 2 の内壁面の組み合わせを有する凹部として形成され、式 (9) により算出される第 2 パターン開口の幅 W_p のマスクパターンをエッチングレジストとして、第 1 面をウェットエッチングすることにより形成される第 1 の内壁面の組み合わせを有する第 2 の凹部の開口部 (第 1 開口部) に比して、開口部 (第 2 の開口部) の開口幅が広い。したがって、本適用例のパターン開口の組み合わせによれば、まず、第 2 面側から開口部の大きい方の第 2 の内壁面の組み合わせによる凹部を形成してから、第 1 面側から開口部の小さい方の第 1 の内壁面の組み合わせによる凹部を形成して各凹部の凹底部分を貫通させることにより、ギャップ部の所定の間隔 W_g の精度を良くした状態にて第 1 凸条部および第 2 凸条部を形成することができるとともに、上記適用例の第 3 の内壁面の組み合わせと第 1 の内壁面の組み合わせとによるギャップ部の形成よりも、短時間で精度よくギャップ部を形成することが可能になる。

20

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図 1】実施形態 1 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。

30

【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】物理量検出センサーが備えているセンサー用基板としてのカンチレバー部の平面図。

【図 6】図 5 の線分 d - d における部分断面図。

【図 7 A】実施形態 1 の物理量検出センサーの製造方法に係るカンチレバー部の製造方法の状態遷移の一過程を、図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【図 7 B】実施形態 1 に係るカンチレバー部の製造方法の状態遷移の一過程を、図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【図 7 C】実施形態 1 に係るカンチレバー部の製造方法の状態遷移の一過程を、図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

40

【図 7 D】実施形態 1 に係るカンチレバー部の製造方法の状態遷移の一過程を、図 6 と同じ断面図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【図 7 E】実施形態 1 に係るカンチレバー部の製造方法の状態遷移の一過程を、図 6 と同じ断面図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【図 7 F】実施形態 1 に係るカンチレバー部の製造方法の状態遷移の一過程を、図 6 と同じ断面図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【図 7 G】実施形態 1 に係るカンチレバー部の製造方法の状態遷移の一過程を、図 6 と同じ断面図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【図 7 H】実施形態 1 に係るカンチレバー部の製造方法の状態遷移の一過程を、図 6 と同じ断面図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

50

【図 7 J】実施形態 1 に係るカンチレバー部の製造方法の状態遷移の一過程を、図 6 と同じ断面図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【図 7 K】実施形態 1 に係るカンチレバー部の製造方法の状態遷移の一過程を、図 6 と同じ断面図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【図 7 L】実施形態 1 に係るカンチレバー部の製造方法の状態遷移の一過程を、図 6 と同じ断面図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【図 7 M】実施形態 1 に係るカンチレバー部の製造方法の状態遷移の一過程を、図 6 と同じ断面図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【図 8】実施形態 2 にかかるセンサー用基板としてのカンチレバー部を、図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【図 9】実施形態 3 にかかるカンチレバー部を、図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【図 10】カンチレバー部の変形例 1 を、図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【図 11】カンチレバー部の変形例 2 を、図 6 と同じ断面で示す部分断面図。

【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。

【図 12 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。

【図 13】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。

【発明を実施するための形態】

【0043】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以下の各図においては、各層や各部材を認識可能な程度の大きさにするため、各層や各部材について実際とは異なる尺度で示している場合がある。

【0044】

(実施形態 1)

[物理量検出センサー]

以下、実施形態 1 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。

図 1 は、本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。

【0045】

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 内に收容されている。ベース基板 102 の形状は、物理量検出デバイス 110 を凹部 106 内に收容することができれば、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、センサー用基板としてのカンチレバー部 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。

【0046】

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 109 a と、内底面 109 a からリッド 103 側に突出している段差部 108 (108 a, 108 b)

10

20

30

40

50

と、を有している。

【0047】

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。

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。

10

【0048】

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。

【0049】

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。

20

【0050】

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。

30

【0051】

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。

【0052】

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。

40

【0053】

[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6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、物理量検出デバイス110が備えているセンサー用基板としてのカンチレバー一部101を示す平面図である。

50

図6は、図5の線分d-dにおける部分断面図である。

そして、図2、および図4から図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。

【0054】

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に固定されているセンサー用基板としてのカンチレバー部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109a側に配置され、一端部がベース部10に固定され、他端部が可動部14に固定されている。

10

【0055】

まず、カンチレバー部101について、図1、および図3～図6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、支持部としての腕部20(20a, 20b, 20c, 20d)と、第1固定部30(30a, 30b, 30c, 30d)と、突出部45a, 45bとを有している。

【0056】

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(20a, 20b, 20c, 20d)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10a, 10b(図3参照)を有している。詳述すると、主面10aは、ベース部10に対してリッド103側を向いており、主面10bは、ベース部10に対して内底面109a側を向いている。

20

【0057】

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14a、および主面14b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12a, 12b(図3参照)が形成されている。

【0058】

本実施形態において、溝部12a, 12b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。

30

【0059】

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14a, 14b(図3参照)を有している。また、主面14aは、可動部14に対してリッド103側を向いており、主面14bは、可動部14に対して内底面109a側を向いている。

可動部14は、主面14a, 14b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3参照)に応じて、継手部12を支点(回転軸)として主面14a, 14bと交差する方向(Z軸方向)に変位が可能である。

40

【0060】

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14a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14b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。

50

【 0 0 6 1 】

質量部 8 0 , 8 2 の材質としては、たとえば、リン青銅 (C u - S n - P) が用いられているのが好適である。なお、質量部 8 0 , 8 2 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 (C u) 、金 (A u) 等の金属が用いられてもよい。また、質量接合材 8 6 の材質としては、たとえば、エポキシ樹脂又は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。

【 0 0 6 2 】

なお、本実施形態では可動部 1 4 の主面 1 4 a , 1 4 b のそれぞれに、質量部 8 0 , 8 2 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 1 4 a , 1 4 b のいずれか一方にひとつ、または複数の質量部 8 0 , 8 2 が設けられてもよいし、主面 1 4 a , 1 4 b のそれぞれに複数の質量部 8 0 , 8 2 が設けられてもよい。

10

【 0 0 6 3 】

ここで、カンチレバー部 1 0 1 の腕部 2 0 a , 2 0 b , 2 0 c , 2 0 d について説明する。腕部 2 0 a , 2 0 b , 2 0 c , 2 0 d 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。

【 0 0 6 4 】

腕部 2 0 a は、平面視において、ベース部 1 0 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 1 0 の外周に沿って延在して設けられている。ここで、支持部としての腕部 2 0 a は、可動部 1 4 の厚み方向からみた平面視において、ベース部 1 0 の + Y 方向の端部から + X 軸方向に向かって、可動部 1 4 に沿って延在して設けられている部分を有している。

20

腕部 2 0 a は、平面視において、腕部 2 0 a の先端と段差部 1 0 8 a とが重なっている位置の主面 1 0 b 側に、第 1 固定部 3 0 a の設置領域を有している。第 1 固定部 3 0 a は、主面 1 0 b 側に固定部接続端子 3 6 a と、接合材 3 5 と、段差部 1 0 8 a の内部端子 3 4 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 3 6 a は、平面視において、接合材 3 5 を介して、内部端子 3 4 a と重なるように接続されている。

このことにより、腕部 2 0 a (カンチレバー部 1 0 1) は、第 1 固定部 3 0 a を介して、段差部 1 0 8 a (ベース基板 1 0 2) と接続されている。

【 0 0 6 5 】

腕部 2 0 b は、平面視において、ベース部 1 0 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 1 0 の外周に沿って延在して設けられている。ここで、支持部としての腕部 2 0 b は、可動部 1 4 の厚み方向からみた平面視において、ベース部 1 0 の + Y 方向の端部から - X 軸方向に向かって、可動部 1 4 に沿って延在して設けられている部分を有している。

30

腕部 2 0 b は、平面視において、腕部 2 0 b の先端と段差部 1 0 8 b とが重なっている位置の主面 1 0 b 側に、第 1 固定部 3 0 b の設置領域を有している。第 1 固定部 3 0 b は、主面 1 0 b 側に固定部接続端子 3 6 b と、接合材 3 5 と、段差部 1 0 8 b の内部端子 3 4 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 3 6 b は、平面視において、接合材 3 5 を介して、内部端子 3 4 b と重なるように接続されている。

40

このことにより、腕部 2 0 b (カンチレバー部 1 0 1) は、第 1 固定部 3 0 b を介して、段差部 1 0 8 b (ベース基板 1 0 2) と接続されている。

【 0 0 6 6 】

接合材 3 5 としては、たとえば、金属フィラー等の導電性材料を含むエポキシ樹脂又はシリコン樹脂の導電性接着剤等が用いられてもよい。

【 0 0 6 7 】

腕部 2 0 c は、平面視において、ベース部 1 0 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 1 0 の外周に沿って延在して設けられている。

腕部 2 0 c は、平面視において、腕部 2 0 c の先端と段差部 1 0 8 a とが重なっている

50

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。

【0068】

腕部 20d 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 20d は、平面視において、腕部 20d の先端と段差部 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 1 固定部 30d は構成されている。

このことにより、腕部 20d (カンチレバー部 101) は、第 1 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。

【0069】

ベース接合材 52 としては、たとえば、エポキシ樹脂又はシリコン樹脂が好適に用いられる。

【0070】

ここで、図 5 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 5 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、腕部 20d、第 1 固定部 30d が設けられている。

また、第 3 の領域 S3 には、腕部 20b、第 1 固定部 30b、腕部 20d、第 1 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。

【0071】

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。

【0072】

まず、各領域の各固定部について説明する。図 5 に示すカンチレバー部 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 と腕部 20d の第 1 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。

【0073】

本実施形態の物理量検出デバイス 110 は、たとえば、物理量検出デバイス 110 に加えられた物理量、たとえば、加速度 $1, 2$ (図 3 参照) を検出するため、物理量検出素子 70 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 70 が接続されているベース部 10、および腕部 20a に伝搬され、第 1 固定部 30a に到達する。

ここで、第 1 固定部 30a は、段差部 108a (ベース基板 102) と接続される主面

10

20

30

40

50

10 b 側に、設けられている。第1固定部30 aの固定部接続端子36 aは、接合材35を介して、段差部108 aの内部端子34 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108 aと、第1固定部30 aとが接続される際に第1固定部30 aは、主面10 b側と、段差部108 aとを選択的に接続させることができる。

【0074】

従って、物理量検出素子70から生じるスプリアス（寄生振動）がベース部10を介して腕部20 aに伝搬される場合において、腕部20 aが段差部108 aに固定される位置が一定となるため、腕部20 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20 bの構造は、腕部20 aと同一であるため、腕部20 bの詳しい説明は省略する。また、第1固定部30 bの構造も、第1固定部30 aと同一であるため、第1固定部30 bの詳しい説明は省略する。

10

【0075】

腕部20 cにおいて、第1固定部30 cは、前述したように主面10 b側と、段差部108 a（ベース基板102）とがベース接合材52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70から生じるスプリアス（寄生振動）がベース部10を介して腕部20 cに伝搬される場合において、腕部20 cが段差部108 aに固定される位置が一定となるため、腕部20 c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20 dの構造は、腕部20 cと同一であるため、腕部20 dの詳しい説明は省略する。また、第1固定部30 dの構造も、第1固定部30 cと同一であるため、第1固定部30 dの詳しい説明は省略する。

20

【0076】

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に伝搬される場合がある。その場合には、ベース部10から延在されている腕部20 a, 20 b, 20 c, 20 d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。

【0077】

次に、突出部45 a, 45 b、および、可動部14のX方向の変位を規制する規制部40 a, 40 bについて、図5、および図6を用いて説明する。

図6は、図5の線分d-dにおける部分断面を拡大して示したものである。

図5に示すように、カンチレバー部101の厚み方向からみた平面視において、ベース部10から可動部14に沿って+Y方向に延在する支持部、即ち、腕部20 aおよび腕部20 bと可動部14との間には、可動部14または腕部20のいずれかに、可動部14と各腕部20 a, 20 bとのX方向の間隔を所定の間隔G1に調整するための突出部45 a, 45 bが設けられている。本実施形態では、可動部14に、腕部20 a側に突出する突出部45 aが形成され、腕部20 bに、可動部14側に突出する突出部45 bが形成されている。

30

【0078】

可動部14の突出部45 aと腕部20 aとの間と、腕部20 bから可動部14側に突出して形成された突出部45 bとの間とは、所定の間隔G1を有する「ギャップ部」が形成される。本実施形態では、このギャップ部を第1ギャップ部と呼ぶ。第1ギャップ部は、図5に示すカンチレバー部101を厚み方向からみた平面視において、可動部14の延在方向の両側にそれぞれ配置された腕部20 aおよび腕部20 bとの間に形成されている。そして、それら第1ギャップ部よりもベース部10側に、第1ギャップ部の所定の間隔G1より広い間隔G2を有する「ギャップ部」が形成されており、本実施形態では第1ギャップ部と区別して第2ギャップ部と呼ぶ。

40

可動部14に対して、所定の間隔G1の第1ギャップ部を介してベース部10に配置される腕部20 aおよび腕部20 bは、可動部のX方向の変位を規制する規制部40 a, 40 bとして機能する。つまり、第1ギャップ部の所定の間隔G1は、可動部14のX方向両側（-X方向および+X方向）の過度な変位や、それによって破損するのを抑止するための、可動部14のX方向の変位の許容値を考慮して設定された間隔である。規制部40

50

a, 40bの作用については、後述する。

【0079】

カンチレバー部101は、例えば水晶基板等の単結晶材料にウェットエッチングを施すことで、ベース部10、可動部14、継手部12、および腕部20(20a, 20b, 20c, 20d)が形成されている。具体的な材料としては、X-Y平面に沿って位置する板状の水晶基板(「水晶Zカット板(以下「Zカット板」と記す)ともいう)が用いられている。

水晶Zカット板は、X-Y平面の法線とZ軸がなす角度が $0 \pm 10^\circ$ の範囲とする。

【0080】

上述した基板形成材料としての水晶基板は、ウェットエッチングの処理を受け、ベース部10、可動部14、腕部20(20a, 20b, 20c, 20d)等が一体に形成されている。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などの単結晶材料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のエッチング面の形状が等方性エッチングした場合の形状とは異なり、形成された空隙(ギャップ部)の壁面に、エッチング異方性に起因するエッチング残渣として生じるひれ状の異形部である凸条部(「ひれ」と呼ばれることもある)が形成される。本実施形態では、図6に示すように、ギャップ部の向かい合う面(エッチング面)に、第1凸条部4A及び第2凸条部5Aが形成される。本発明では、第1ギャップ部の所定の間隔(ギャップ幅)を精度よく形成するために、ウェットエッチング時のエッチングマスクの開口幅を調整することにより、エッチング面の形状として制御することが可能な第1凸条部4A及び第2凸条部5Aの形状を利用する。以下、そのことについて説明する。

【0081】

図6では、図5の線分d-dにおけるカンチレバー部101の部分断面を拡大して示しているが、後述するその他の実施形態および変形と区別する便宜上、カンチレバー部101Aの部分断面としている。また、カンチレバー部101Aの基板形成材料としての水晶基板1、その水晶基板1の一方の面を第1面1a、他方の面を第2面1bとして示している。また、図6の説明では、第1ギャップ部を、単に「ギャップ部」ということもある。

【0082】

図6に示すように、可動部14の突出部45aと、規制部40aとなる支持部としての腕部20aとの間に形成された第1ギャップ部において、可動部14および腕部20aの対向する面の各々には、第1ギャップ部に臨む側に頂部を有する凸条部が形成されている。本実施形態では、可動部14側に、頂部4aを有する第1凸条部4Aが形成され、腕部20a側に、頂部5aを有する第2凸条部5Aが形成されている。

【0083】

可動部14側の第1凸条部4Aと、腕部20a側の第2凸条部5Aとを含んで形成されたギャップ部において、上述したカンチレバー部101における第1ギャップ部の所定の間隔G1(図5参照)とは、図6における、第1凸条部4Aの頂部4aと、第2凸条部5Aの頂部5aとの間隔Wgのことである。また、水晶基板1(カンチレバー部101A)の第1面1a側には第1開口部6Aが形成され、水晶基板1の第2面1b側には第2開口部8Aが形成されている。そして、第1開口部6Aの所定の間隔Wgと同じ方向の開口幅をW1とし、第2開口部8Aの所定の間隔Wgと同じ方向の開口幅をW2としたとき、 $Wg < W1 < W2$ の関係になっている。

【0084】

本発明のカンチレバー部のギャップ部は、第1凸条部4Aの頂部4aから第1面1a側に形成される第1の内壁面4Aa、および、第2凸条部5Aの頂部5aから第1面1a側に形成される第2の内壁面5Aa、の少なくとも一方は複数の面を含み、第1凸条部4Aの頂部4aから第2面1b側に形成される第3の内壁面4Ab、および、第2凸条部5Aの頂部5aから第2面1b側に形成される第4の内壁面5Ab、の少なくとも一方は複数の面を含む。本実施形態のカンチレバー部101Aのギャップ部では、第1凸条部4Aの

10

20

30

40

50

頂部 4 a から第 1 面 1 a 側に形成される第 1 の内壁面 4 A a は、頂部 4 a から順に面 1 1 1、面 1 1 2、および面 1 1 3 の 3 つの面を含み、第 2 凸条部 5 A の頂部 5 a から第 1 面 1 a 側に形成される第 2 の内壁面 5 A a は、1 つの面 3 1 1 で形成されている。また、第 1 凸条部 4 A の頂部 4 a から第 2 面 1 b 側に形成される第 3 の内壁面 4 A b は、頂部 4 a から順に面 3 2 1、面 3 2 2、面 3 3 3、および面 3 2 4 の 4 つの面を含み、第 2 凸条部 5 A の頂部 5 a から第 2 面 1 b 側に形成される第 4 の内壁面 5 A b は、頂部 5 a から順に面 4 2 1、面 4 2 2、および面 4 2 3 の 3 つの面を含む。

【 0 0 8 5 】

このようなギャップ部は、水晶基板 1 の第 2 面 1 b 側からウェットエッチングすることにより形成される第 2 開口部 8 A の原型である第 1 の凹部と、水晶基板 1 の第 1 面 1 a 側からウェットエッチングすることにより形成される第 1 開口部 6 A の原型である凹部とが、各々の凹部の底部（凹底部分）で貫通することにより形成される。即ち、ギャップ部において、水晶基板 1 の第 1 面 1 a 側の第 1 の内壁面 4 A a と第 2 の内壁面 5 A a とが同時に形成され、水晶基板 1 の第 2 面 1 b 側の第 3 の内壁面 4 A b と第 4 の内壁面 5 A b とが同時に形成される。これら第 1 面 1 a 側の第 1 の内壁面 4 A a と第 2 の内壁面 5 A a との組み合わせの内壁面の形状、および、第 2 面 1 b 側の第 3 の内壁面 4 A b と第 4 の内壁面 5 A b との組み合わせの内壁面の形状は、水晶基板 1 を第 1 面 1 a 側および第 2 面 1 b 側から各々ウェットエッチングする際に、水晶基板 1 の各面に形成するエッチングレジストのパターン開口の幅を制御することにより、水晶のエッチング異方性により凹部の内壁面として形成することができ、これら 2 つの凹部を凹底部分で貫通させることにより、第 1 凸条部 4 A および第 2 凸条部 5 A を有するギャップ部の所定の間隔 W_g を精度よく形成することができることを発明者等は見出した。なお、このようにギャップ部の所定の間隔 W_g を精度よく形成するのに有効な内壁面の組み合わせの形状を、発明者等は 3 つ見出した。このうち、本実施形態の第 1 面 1 a 側の第 1 の内壁面 4 A a と第 2 の内壁面 5 A a との組み合わせ形状を、本発明では第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W と呼び、第 2 面 1 b 側の第 3 の内壁面 4 A b と第 4 の内壁面 5 A b の組み合わせ形状を第 3 の内壁面の組み合わせ 3 C W と呼ぶ。残りの第 2 の内壁面の組み合わせ 2 C W の形態等については、他の実施形態および変形例として後述する。

【 0 0 8 6 】

本実施形態の第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W と第 3 の内壁面の組み合わせ 3 C W とによるギャップ部の形成について、さらに詳細に説明する。

ギャップ部において、水晶基板 1 の第 2 面 1 b 側に形成される第 3 の内壁面の組み合わせ 3 C W は、可動部 1 4 側の第 1 凸条部 4 A の頂部 4 a から第 2 面 1 b 側に形成される面 3 2 1、面 3 2 2、面 3 3 3、および面 3 2 4 の 4 つの面を含む第 3 の内壁面 4 A b と、頂部 4 a から第 2 面 1 b 側に形成される面 4 2 1、面 4 2 2、および面 4 2 3 の 3 つの面を含む第 4 の内壁面 5 A b とで形成されている。このうち、第 3 の内壁面 4 A b および第 4 の内壁面 5 A b の各々の頂部 4 a、5 a から 1 番目の面 3 2 1、4 2 1 は、第 1 面 1 a および第 2 面 1 b と略平行な面である。このような第 3 の内壁面の組み合わせ 3 C W は、3 種類の内壁面の組み合わせのなかで開口部の幅（第 2 開口部 8 A の開口幅 W_2 ）が最も大きく形成されるとともに、エッチング速度が最も速く製造効率がよい。なお、ギャップ部の形成において先に凹部を形成する第 3 の内壁面の組み合わせ 3 C W は、頂部 4 a、5 a から 1 番目の面 3 2 1、4 2 1 が、第 2 面 1 b と略平行な面であることから、第 1 面 1 a 側から第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W の凹部を形成して第 2 面 1 b 側から形成した凹部に貫通させる位置の範囲が比較的広くなる。これにより、第 1 面 1 a 側に第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W を形成するためのエッチングレジストの開口パターンの形成位置の許容範囲を広くできるので、第 1 面 1 a 側および第 2 面 1 b 側に形成するエッチングレジストのパターニング位置がずれる所謂「マスクずれ」による歩留り低下を軽減でき、製造マージンが大きくなるという効果が得られる。

【 0 0 8 7 】

また、ギャップ部において、水晶基板 1 の第 1 面 1 a 側に形成される第 1 の内壁面の組

10

20

30

40

50

み合わせ1CWは、可動部14側の第1凸条部4Aの頂部4aから第1面1a側に形成された面111、面112、および面113の3つの面を含む第1の内壁面4Aaと、支持部としての腕部20a側の第2凸条部5Aの頂部5aから第1面1a側に形成された1つの面311からなる第2の内壁面5Aaとで形成されている。このような第1の内壁面の組み合わせ1CWは、3種類の内壁面の組み合わせの中で開口部の幅(第1開口部6Aの開口幅W1)が最も小さく形成されるとともに、エッチング速度は最も遅く、エッチング形状の作り込み精度を高くすることができるという効果が得られる。

【0088】

なお、図6では、カンチレバー部101(A)に備わる所定の間隔G1(Wg)を有する2つの第1ギャップ部(図5参照)のうち、可動部14の突出部45aと、規制部40aとなる腕部20aとの間の第1ギャップ部について説明したが、可動部14と、規制部40bとなる腕部20bの突出部45bとの間の第1ギャップ部も、同じ内壁面の組み合わせの形状を有して形成されている。

【0089】

以上述べた構成のギャップ部(第1ギャップ部)を有するカンチレバー部101(101A)を備えた物理量検出センサー100(物理量検出デバイス110)は、可動部14のベース部10側と反対側の自由端側において、可動部14のX軸方向の両側に規制部40a, 40bが所定の間隔G1(Wg)を備えている。以下、センサー用基板としてのカンチレバー部101の規制部40a, 40bの効果について述べる。

規制部40a, 40b(図1、図4~図6参照)は、たとえば図1において、物理量検出センサー100のX軸方向に所定の大きさより大きい衝撃が加えられた場合、第1ギャップ部の所定の間隔G1(Wg)よりも大きくX軸方向に変位した可動部14と接触する。そのため、X軸方向の可動部14のX軸方向の両側方向(+X側および-X側)の変位は、規制部40a, 40bによって所定の範囲内に規制される。これにより、可動部14のX軸方向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)過度な変位や、それによる破損や誤検出を抑制することができる。

したがって、耐衝撃性および検出精度の高い物理量検出センサー100を提供することができる。

【0090】

[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(双音叉振動子)である。

【0091】

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。

【0092】

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。物理量検出素子70の一方の端部としての基部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。また、物理量検出素子70の他方の端部とし

10

20

30

40

50

ての基部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。

【0093】

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。

【0094】

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(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)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。

10

【0095】

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)と電気的に接続されている。

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)と電気的に接続されている。

20

【0096】

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と電気的に接続されている。

【0097】

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。

30

【0098】

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。

【0099】

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。

40

【0100】

(カンチレバー部の製造方法)

ここで、本実施形態の物理量検出デバイス110の製造方法に係る、センサー用基板としてのカンチレバー部101の製造方法、特に、ギャップ部の形成方法について図面に沿って説明する。

図7A~図7Mは、図6と同じ断面で示す部分断面図であり、本発明の前記ギャップ部を、ウェットエッチングを含むフォトリソグラフィ技術を適用して形成する過程を示し

50

ている。

【0101】

本実施形態のカンチレバー部101Aの製造方法では、まず、図7Aに示すように、水晶基板1を準備し、この水晶基板1の表面である第1面1aおよび第2面1bに耐蝕膜74aおよび耐蝕膜74bを成膜する。耐蝕膜としては、例えば、水晶との密着性に優れた下地層としてのCr(クロム)膜と、水晶用エッチング液に対する耐蝕性に優れたAu(金)膜とを、それぞれスパッタリング又は蒸着で積層した2層構造が好適に用いられる。また、各耐蝕膜74a, 74b上には、スピコート等によりフォトレジスト層77a, 77bを形成する。

【0102】

次に、図7Bに示すように、先に水晶基板1のウェットエッチングを施す第2面1b側のフォトレジスト層77bを、後工程で形成する耐蝕膜パターン74pの第1パターン開口Wp2(図7C、図7Dを参照)に対応するパターンを有するフォトマスクを用いて露光装置により露光した後、現像を行い、フォトレジストパターン77pを残して、フォトレジストパターン開口Wp2Mを形成する。

【0103】

次に、耐蝕膜用のエッチング液を用いて、フォトレジストパターン開口Wp2Mに露出する耐蝕膜74bをエッチングし、水晶基板1の第2面1bの表面を露出させて第1パターン開口Wp2、および、水晶基板1のエッチングのマスクパターンになる第1耐蝕膜パターン74pを形成し(図7C)、その後、第2面1b側のフォトレジストパターン77pおよび第1面1a側のフォトレジスト層77aを除去する(図7D)。

【0104】

ここで、第1耐蝕膜パターン74pにより形成する第1パターン開口の幅Wp2は、形成するギャップ部の所定の間隔Wg、次工程の第1エッチングにおける水晶基板1のエッチング深さをd、カンチレバー部101Aにおける可動部14の変位量の限界値をWgmaxとしたとき、次式(10)の関係にすることにより求めることができる。

【0105】

【数10】

$$1.9393d + 0.2083 \leq Wp \leq Wgmax + 1.956d \quad \dots (10)$$

【0106】

ここで、可動部14の変位量の限界値Wgmaxは、例えば、外部から衝撃が加えられた場合に、可動部14が破損しない限界の変位量のことをいう。また、第1エッチングの深さdは、水晶基板1の厚みの略半分とすることが望ましい。

式(10)の関係にするように求めた第1パターン開口の幅Wp2を形成することにより、次工程の第1エッチングにて、第3の内壁面の組み合わせ3CWの形状を有する第2開口部8Aを形成することができる。なお、図7Bにおいて説明したフォトレジストパターン77pのフォトレジストパターン開口Wp2Mの幅は、第1パターン開口の幅Wp2に対応する幅、即ち、フォトレジストパターン開口Wp2Mに露出する耐蝕膜74bをエッチングして形成される第1パターン開口が幅Wp2となるように設定する。

【0107】

次に、図7Dに示すように、第1耐蝕膜パターン74pをエッチングマスクにして、第1パターン開口Wp2内に露出した水晶基板1の第2面1b表面を所定時間ウェットエッチングして、水晶基板1に第1の凹部としての第2開口部8Aを形成する第1エッチングを行い(図7E)、次いで、第2面1b側の第1耐蝕膜パターン74pおよび第1面1a側の耐蝕膜74aを除去することにより、開口幅W2を有する第3の内壁面の組み合わせ3CWの形状を有する第2開口部8Aが得られる(図7F)。

なお、ここまで、第1耐蝕膜パターン74p上および耐蝕膜74a上のフォトレジストパターン77pおよびフォトレジスト層71aを除去してから第1エッチングを行う方法

10

20

30

40

50

を説明したが、エッチング液の汚染等の問題がなければ、フォトリジストパターン77pおよびフォトリジスト層71aを残したまま第1エッチングを行うことも可能である。

【0108】

次に、少なくとも第1の凹部としての第2開口部8Aの内面を保護膜で覆うことを行う。これは、図7Eで示す第1エッチング後の状態で、第1耐蝕膜パターン74pおよび耐蝕膜74aを残したままとし、耐蝕膜74aを使って、以降の第2エッチングを含む工程を行うことも可能であり、この場合、水晶基板1の表面が露出する第2開口部8Aに、水晶のウェットエッチング液に対する保護膜を形成することが必要だからである。本実施形態では、第1エッチングによりダメージを受けた耐蝕膜74aを、第1耐蝕膜パターン74pとともに剥離して、新たに耐蝕膜を形成して第2エッチングを含む以降の工程を行う。したがって、図7Fに示す第2開口部8Aが形成された水晶基板1の表面に耐蝕膜75a, 75bを形成する(図7G)。これにより、第2開口部8Aの内面は、保護膜としての耐蝕膜75bにより被覆される。次に、耐蝕膜75a, 75b上に、スピコート等によりフォトリジスト層78a, 78bを形成して、図7Gに示す状態とする。

10

【0109】

次に、図7Hに示すように、第2エッチングを施す第1面1a側のフォトリジスト層78aを、後工程で形成する耐蝕膜75aの第2パターン開口Wp1(図7J、図7Kを参照)に対応するパターンを有するフォトマスクを用いて露光装置により露光した後、現像を行い、フォトリジストパターン78pを残して、フォトリジストパターン開口Wp1Mを形成する。

20

【0110】

次に、図7Jに示すように、耐蝕膜用のエッチング液を用いて、フォトリジストパターン開口Wp1Mに露出する耐蝕膜75aをエッチングし、水晶基板1の第1面1aの表面を露出させて第2パターン開口Wp1、および、水晶基板1のエッチングのマスクパターンになる第2耐蝕膜パターン75pを形成する。

次いで、第1面1a側のフォトリジストパターン78pおよび第2面1b側のフォトリジスト層78bを除去する(図7K)。ここで、上述したことと同様に、後工程の第2エッチングに用いるエッチング液の汚染等の影響がなければ、第2耐蝕膜パターン75p上および耐蝕膜75b上に、フォトリジストパターン78pおよび第2面1b側のフォトリジスト層78bを残したまま第2エッチングを行うことも可能である。

30

ここで、第2耐蝕膜パターン75pにより形成する第2パターン開口の幅Wp1は、次工程の第2エッチングにおける水晶基板1のエッチング深さをdとしたとき、次式(11)の関係にすることにより求めることができる。

【0111】

【数11】

$$0 < W_p \leq 0.7735d + 0.5 \quad \dots (11)$$

【0112】

ここで、第1エッチングの深さdは、水晶基板1の厚みの略半分とすることが望ましい。

40

式(11)の関係にすることにより求めた第2パターン開口の幅Wp1を形成することにより、次工程の第2エッチングにて、第1の内壁面の組み合わせ1CWの形状を有する第1開口部6Aを形成し、第1エッチングで形成した第2面1b側の第2開口部8Aの底部(凹底部分)と貫通させることで、ギャップ部の所定の間隔Wgを精度よく形成できることを発明者等は見出した。

【0113】

次に、第2耐蝕膜パターン75pをエッチングマスクにして、第2パターン開口Wp1内に露出した水晶基板1の第1面1a表面を所定時間ウェットエッチングして、水晶基板1に第2の凹部としての第1開口部6Aを形成していき、凹状の第1開口部6Aの凹底部

50

分を第2開口部8Aの凹底部分に貫通させる第2エッチングを行って、可動部14側の頂部4aを有する第1凸条部4A、および、支持部としての腕部20a側の頂部5aを有する第2凸条部5Aが形成される(図7L)。

【0114】

次いで、図7Mに示すように、第1面1a側の第2耐蝕膜パターン75pおよび第2開口部8Aの第3の内壁面4Abおよび第4の内壁面5Abを含む第2面1b側の耐蝕膜75bを除去することにより、開口幅W1を有する第1の内壁面の組み合わせ1CWの形状を有する第1開口部6Aと、第2開口部8Aとが貫通され、第1凸条部4Aの頂部4aと第2凸条部5Aの頂部5aとの間隔である所定の間隔Wg(G1)を有するギャップ部が形成される。これにより、可動部14と、この可動部14の過度な変位を規制する規制部40aとの所定の間隔Wgが精度よく形成され、耐衝撃性および検出精度の高い物理量検出センサー用の基板(センサー用基板)であるカンチレバー部101Aが得られ、一連の製造工程を終了する。

【0115】

[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、図3を用いて説明する。

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。

図3において、たとえば、物理量検出デバイス110に、-Z軸方向に物理量としての加速度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。

【0116】

一方、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。

【0117】

なお、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が搭載されていてもよい。例えば、図3に示す物理量検出センサー100において、ベース基板102の凹部106内に電子回路を設ける構成とすることができる。

このような物理量検出センサー100において、電子回路から内部端子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。

【0118】

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

10

20

30

40

50

て、傾斜による姿勢の状態が導出される。

【0119】

以上述べたように、本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。

【0120】

上記実施形態によれば、物理量検出センサー100のセンサー用基板としてのカンチレバー部101(101A)は、ベース部10と、ベース部10と接続されている可動部14と、可動部14の厚み方向からみた平面視において、ベース部10から可動部14に沿って延在する支持部としての腕部20(20a, 20b)と、前記平面視において、可動部14と腕部20a, 20bの各々との間に、所定の間隔G1(Wg)を有するギャップ部(第1ギャップ部)を有し、このギャップ部において、可動部14および腕部20a, 20bの対向する面の各々には、エッチング残渣として突出する凸条部である第1凸条部4Aおよび第2凸条部5Aが形成され、ギャップ部の所定の間隔G1(Wg)は、可動部14側の第1凸条部4Aの頂部4aと、腕部20a, 20b側の第2凸条部5Aの頂部5aとの間隔である構成とした。

10

【0121】

この構成により、可動部14と、ベース部10から可動部14に沿って延在する支持部としての腕部20a, 20bとの間に、所定の間隔G1(Wg)を有するギャップ部が形成され、このギャップ部において、可動部14および腕部20a, 20bの対向する面の各々には、エッチング残渣として突出する第1凸条部4A、第2凸条部5Aが形成されている。このような構成のギャップ部をウェットエッチングにより形成する際に、エッチングマスクの開口幅である第1パターン開口Wp2および第2パターン開口Wp1を上述した式により算出される所定の幅にすることにより、ギャップ部において対向する第1凸条部4Aおよび第2凸条部5Aの形状を所望の形状に制御して形成できることを発明者等は見出した。このことから、ギャップ部の間隔G1(Wg)を精度よく形成することが可能となる。

20

【0122】

また、カンチレバー部101は、第1ギャップ部よりベース部10側に位置し、第1ギャップ部の所定の間隔G1(Wp)より広い間隔G2を有する第2ギャップ部とを有している。これにより、水晶基板1をウェットエッチングしてカンチレバー部101(101A)の外形を形成する際に、第1ギャップ部において、可動部14および腕部20のいずれか一方に形成された第1凸条部4Aおよび第2凸条部5Aは、第1ギャップ部の間隔G1(Wg)よりも広い間隔G2を有する第2ギャップ部によって、第1ギャップ部へのエッチング液回りが良好となることから、所望の形状を精度よく形成することができやすくなる。

30

【0123】

これらの構成により、可動部14と腕部20(20a, 20b)との面内方向(X方向)の衝撃が加わったときに、可動部14の変位が過剰にならないように規制する所定の間隔G1(Wg)が精度よく形成された第1ギャップ部とすることができるので、可動部14の過度な変位を腕部20(20a, 20b)の規制部40a, 40bで規制する構造を実現できる。

40

したがって、衝撃が加わったときに、カンチレバー部101や物理量検出素子70の過度な変位やそれによる破損が抑えられることが可能な耐衝撃性の高い物理量検出センサー100を提供することができる。

また、第1ギャップ部のギャップ長(G1, Wg)が設計値よりも小さくなることも抑えられるので、可動部の変位範囲が設定よりも小さく規制されてしまうことによって、設定された加速度などの物理量検出範囲を満足できなくなる不具合を回避できるので、検出精度の高い物理量検出センサー100を提供することが可能になる。

【0124】

また、上記実施形態では、第1ギャップ部および第2ギャップ部が複数(2つずつ)形

50

成され、複数（２つ）の突出部 4 5 a , 4 5 b は同一方向に突出している構成とした。

これにより、水晶基板をウェットエッチングしてカンチレバー部 1 0 1 の外形を形成する際に、第 1 凸条部 4 A および第 2 凸条部 5 A は所定の結晶軸方向（+ X 結晶軸方向）に形成されることから、各突出部 4 5 a , 4 5 b を同一方向に突出させて設けることにより、各々の第 1 ギャップ部の所定の間隔 G_1 (W_g) を略均一に精度よく形成することができる。

【 0 1 2 5 】

また、本実施形態のカンチレバー部 1 0 1 A のギャップ部において、第 1 面 1 a 側の開口部である第 1 開口部 6 A の所定の間隔 G_1 (W_g) と同じ方向の開口幅を W_1 とし、第 1 面 1 a と反対側の第 2 面 1 b 側の開口部である第 2 開口部 8 A の所定の間隔 G_1 (W_g) と同じ方向の開口幅を W_2 とし、所定の間隔を W_g としたとき、 $W_g < W_1 < W_2$ の関係である構成とした。

【 0 1 2 6 】

さらに、本実施形態では、カンチレバー部 1 0 1 (1 0 1 A) において、水晶基板 1 の第 2 面 1 b 側が第 3 の内壁面の組み合わせ 3 C W であり、第 1 面 1 a 側が第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W である構成とした。

この構成において、第 2 面 1 b 側に開口部（第 2 開口部 8 A）を有する第 3 の内壁面の組み合わせ 3 C W は、本発明で発明者等が見出した 3 種類の内壁面の組み合わせのなかで開口部の開口幅（ W_2 ）が最も大きく形成されるとともに、エッチング速度が最も速く、また、第 1 面 1 a 側に形成された第 1 開口部 6 A の第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W は、3 種類の内壁面の組み合わせの中で開口幅（ W_1 ）が最も小さく形成されるとともに、エッチング速度は最も遅く、エッチング形状の作り込み精度が最も高い。

このような内壁面の組み合わせによれば、水晶基板 1 をウェットエッチングしてギャップ部を有するカンチレバー部 1 0 1 (1 0 1 A) を形成する際に、まず、第 2 面 1 b 側から開口幅の大きい方の第 3 の内壁面の組み合わせ 3 C W による凹部を形成してから、第 1 面側から開口幅の小さい方の第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W による凹部を形成して各凹部の凹底部分を貫通させることにより、ギャップ部の所定の間隔 W_g (G_1) の精度をより良くした状態にて第 1 凸条部 4 A および第 2 凸条部 5 A を形成することができる。

また、第 2 面 1 b 側から先に凹部を形成する第 3 の内壁面の組み合わせ 3 C W は、頂部 4 a , 5 a から 1 番目の面である面 3 2 1 および面 4 2 1 が、第 2 面 1 b と略平行な面であることから、第 1 面 1 a 側から第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W の凹部を形成して第 2 面 1 b 側から形成した凹部に貫通させる位置の範囲が比較的広くなる。これにより、第 1 面 1 a 側に第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W の第 1 開口部 6 A を形成するためのエッチングレジストの開口（第 2 パターン開口 $W_p 1$ ）の形成位置の許容範囲を広くできるので、第 1 面 1 a 側および第 2 面 1 b 側に形成するエッチングレジストのパターニング位置がずれる所謂「マスクずれ」による歩留り低下を軽減でき、製造マージンが大きくなるという効果が得られる。

【 0 1 2 7 】

また、上記実施形態のセンサー用基板としてのカンチレバー部 1 0 1 は、Z カットで切り出された水晶 Z カット板を用いて形成した。そして、第 1 ギャップ部における突出部 4 5 a , 4 5 b が、水晶 Z カット板の + X 結晶軸方向に突出しているように配置した。

これにより、Y 軸方向からの結晶面の影響が抑えられ、カンチレバー部 1 0 1 の厚み方向からみた平面視において、突出部 4 5 a , 4 5 b に形成される第 1 凸条部 4 A および第 2 凸条部 5 A の壁面が所望の形状にて形成され、第 1 ギャップ部を所望のギャップ幅（所定の間隔） G_1 (W_g) にて精度よく形成できることを発明者は見出した。

また、水晶 Z カット板は、その特性によりエッチング加工が比較的容易で、カンチレバー部 1 0 1 (1 0 1 A) の第 1 ギャップ部などの外形をより精密に形成することができる。

また、カンチレバー部 1 0 1 (1 0 1 A) の厚み方向の切り出し角度と、物理量検出素子 7 0 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

10

20

30

40

50

率)を近似させることができる。したがって、カンチレバー部101と、物理量検出素子70との周囲の温度変化に伴う両者間の熱応力が抑制され、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100を提供するのに寄与できる。

【0128】

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, 20d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。

10

【0129】

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30(30a, 30b, 30c, 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。

【0130】

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。

20

【0131】

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。

【0132】

(実施形態2)

以下、上記実施形態の物理量検出センサー100における、センサー用基板としてのカンチレバー部101の変形例について、図面に沿って説明する。なお、上記実施形態と同じ構成については、同一符号を付して、重複する説明は省略する。

30

図8は、実施形態2に係るセンサー用基板としてのカンチレバー部101Bを、図6と同じ断面で示す部分断面図である。

【0133】

図8において、実施形態2に係るカンチレバー部101Bのギャップ部は、水晶基板1の第2面1b側に形成された、実施形態1のカンチレバー部101Aにおける第2開口部8A(図6参照)と同じ第3の内壁面の組み合わせ3CWである第2開口部8Bと、第1面1a側に形成された、新たな内壁面の組み合わせである第2の内壁面の組み合わせ2CWの第1開口部6Bとが、水晶基板1の厚み方向の略中央で貫通することにより形成されている。

【0134】

40

水晶基板1の第2面1bに形成された第2開口部8Bは、可動部14側の第1凸条部4Bの頂部4aから第2面1bに向かって面321、面322、面323、および面324を有する第3の内壁面4Bbと、腕部20a側の第2凸条部5Bの頂部5aから第2面1bに向かって面421、面422、および面423を有する第4の内壁面5Bbとからなる第3の内壁面の組み合わせ3CWにて形成されている。

水晶基板1の第1面1a側に形成される第2の内壁面の組み合わせ2CWの第1開口部6Bは、可動部14側の第1凸条部4Bの頂部4aから第1面1a側に形成された面131、面132、および面133の3つの面を含む第1の内壁面4Baと、支持部としての腕部20a側の第2凸条部5Bの頂部5aから第1面1a側に形成された面221、面222の2つの面からなる第2の内壁面5Baとを有して形成されている。このような第2

50

の内壁面の組み合わせ 2 C W は、上述の第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W および第 3 の内壁面の組み合わせ 3 C W を含めた 3 種類の内壁面の組み合わせの中で、開口部の幅（第 1 開口部 6 B の開口幅 W 1）が、第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W と第 3 の内壁面の組み合わせ 3 C W との中間の幅を有している。このような第 2 の内壁面の組み合わせ 2 C W による第 1 開口部 6 B と、第 2 面 1 b 側に形成された第 3 の内壁面の組み合わせ 3 C W による第 2 開口部 8 B とが水晶基板 1 の略中央で貫通して形成されたギャップ部は、可動部 1 4 側に形成された第 1 凸条部 4 B と、腕部 2 0 a 側に形成された第 2 凸条部 5 B とを有し、第 1 凸条部 4 B の頂部 4 a と、第 2 凸条部 5 B の頂部 5 b との間に所定の間隔 W g が形成されている。即ち、第 1 面 1 a 側に形成された第 1 開口部 6 B の開口幅 W 1 と、第 2 面 1 b 側に形成された第 2 開口部 8 B の開口幅 W 2 と、ギャップ部の所定の間隔 W g とは、 $W g < W 1 < W 2$ の関係である。

10

【 0 1 3 5 】

本実施形態のカンチレバー部 1 0 1 B のギャップ部は、上述した実施形態 1 のカンチレバー部の製造方法において、第 1 エッチングのための第 1 耐蝕膜パターン 7 4 により形成する第 1 パターン開口の幅 W p 2 は、実施形態 1 の第 3 の内壁面の組み合わせ 3 C W の形状を形成する場合と同様に次式（ 1 2 ）の関係にすることを求めることができる。

【 0 1 3 6 】

【 数 1 2 】

$$1.9393d + 0.2083 \leq Wp \leq Wg_{\max} + 1.956d \quad \dots (12)$$

20

【 0 1 3 7 】

また、第 2 エッチングのための第 2 耐蝕膜パターン 7 5 p により形成する第 2 パターン開口 W p 1 の幅は、次式（ 1 3 ）の関係にすることにより求めることができる。

【 0 1 3 8 】

【 数 1 3 】

$$0.7735d + 0.5 \leq Wp \leq 1.9393d + 0.2083 \quad \dots (13)$$

【 0 1 3 9 】

30

式（ 1 3 ）の関係にすることにより求めた第 2 パターン開口の幅 W p 1 を形成することにより、次工程の第 2 エッチングにて、第 2 の内壁面の組み合わせ 2 C W の形状を有する第 1 開口部 6 B を形成し、第 1 エッチングで形成した第 2 面 1 b 側の第 2 開口部 8 B の底部（凹底部分）と貫通させることで、ギャップ部の所定の間隔 W g を精度よく形成できる。

【 0 1 4 0 】

本実施形態の内壁面の組み合わせにより形成されたギャップ部を有するカンチレバー部 1 0 1 B によれば、以下の効果が得られる。

本実施形態において、式（ 1 2 ）により算出される第 1 パターン開口の幅 W p のマスクパターンをエッチングレジストとして、第 2 面 1 b をウェットエッチングすることにより形成される第 1 の凹部としての第 2 開口部 8 B の形状は、実施形態 1 の第 2 開口部 8 B と同じであり、開口幅 W 2 が最も大きく、エッチング速度が最も速い。また、式（ 1 3 ）により算出される第 2 パターン開口の幅 W p のマスクパターンをエッチングレジストとして、第 1 面 1 a をウェットエッチングすることにより形成される第 2 の凹部としての第 1 開口部 6 B は、開口幅が他の 2 式で形成される開口部の開口幅の中間の幅を有しエッチング速度、および、エッチング形状の作り込み精度についても、他の 2 式の間的位置づけとなる。

40

したがって、本実施形態の内壁面の組み合わせによれば、ギャップ部の所定の間隔 W g を精度よくした状態にて第 1 凸条部 4 B および第 2 凸条部 5 B を形成することができるとともに、実施形態 1 の第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W による凹部としての第 1 開口部 6 A（図 6 参照）を用いた構成よりも、エッチング速度が速いことから製造効率がよいとい

50

う効果が得られる。

【0141】

また、ギャップ部の形成において先に凹部を形成する第3の内壁面の組み合わせ3CWは、頂部4a、5aから1番目の面321、421が、第2面1bと略平行な面であることので、第1面1a側から第2の内壁面の組み合わせ2CWの凹部を形成して第2面1b側から形成した凹部に貫通させる位置の範囲が比較的広くなるので、第1面1a側に第2の内壁面の組み合わせ2CWを形成するためのエッチングレジストの開口パターンの形成位置の許容範囲を広くでき、第1面1a側および第2面1b側に形成するエッチングレジストのパターニング位置がずれる所謂「マスクずれ」による歩留り低下を軽減できるので、製造マージンが大きくなるという効果が得られる。

10

【0142】

(実施形態3)

図9は、実施形態3に係るカンチレバー部101Cを、図6と同じ断面で示す部分断面図である。以下の本実施形態の説明において、上記実施形態と同じ構成については、同一符号を付して、重複する説明は省略する。

【0143】

図9において、実施形態3に係るカンチレバー部101Cのギャップ部は、水晶基板1の第2面1b側に形成された、実施形態2のカンチレバー部101Bにおける第1面1a側に形成された第2の内壁面の組み合わせ2CWである第2開口部8Bと、第1面1a側に形成された、実施形態1のカンチレバー部101Aにおける第1開口部6Aと同じ第1の内壁面の組み合わせ1CWである第1開口部6Cとが、水晶基板1の厚み方向の略中央で貫通することにより形成されている。

20

【0144】

水晶基板1の第1面1aに形成された第1開口部6Cは、可動部14側の第1凸条部4Cの頂部4aから第1面1aに向かって面111、面112、および面113を有する第1の内壁面4Caと、腕部20a側の第2凸条部5Cの頂部5aから第1面1aに向かう面211を有する第2の内壁面5Cbとからなる第1の内壁面の組み合わせ1CWにて形成されている。このような第1の内壁面の組み合わせ1CWの第1開口部6Cは、本発明の3種類の内壁面の組み合わせの中で、開口部の幅(第1開口部6Cの開口幅W1)が最も狭く形成される。また、水晶基板1の第2面1bに形成された第2開口部8Cは、可動部14側の第1凸条部4Cの頂部4aから第2面1bに向かって面131、面132、および面133を有する第3の内壁面4Cbと、腕部20a側の第2凸条部5Cの頂部5aから第2面1bに向かう面211を有する第4の内壁面5Cbとからなる第2の内壁面の組み合わせ2CWにて形成されている。水晶基板1の第2面1b側に形成される第2の内壁面の組み合わせ2CWの開口部8Cは、可動部14側の第1凸条部4Cの頂部4aから第2面1bに向かって面131、面132、および面133を有する第3の内壁面4Cbと、腕部20a側の第2凸条部5Cの頂部5aから第2面1bに向かって面221、および面222を有する第4の内壁面5Cbとからなる第2の内壁面の組み合わせ2CWにて形成され、本発明の3種類の内壁面の組み合わせの中で、開口部の幅(第2開口部8Cの幅W2)が他の2種類の内壁面の組み合わせの中間の幅を有して形成される。このような第1の内壁面の組み合わせ1CWによる第1開口部6Cと、第2の内壁面の組み合わせ2CWによる第2開口部8Cとが水晶基板1の略中央で貫通して形成されたギャップ部は、可動部14側に形成された第1凸条部4Cの頂部4aと、腕部20a側に形成された第2凸条部5Cの頂部5aとの間に所定の間隔Wgが形成されている。従って、第1面1a側に形成された第1開口部6Cの開口幅W1と、第2面1b側に形成された第2開口部8Cの開口幅W2と、ギャップ部の所定の間隔Wgとは、 $Wg < W1 < W2$ の関係である。これにより、水晶基板1をウェットエッチングしてカンチレバー部101Cを形成する際に、まず、第2面1b側から開口幅の大きい方(W2)の第2の内壁面の組み合わせ2CWによる凹部(第2開口部8C)を形成してから、第1面1a側から開口幅が小さい方(W1)の第1の内壁面の組み合わせ1CWによる凹部(第1開口部6C)を形成して各凹部

30

40

50

の凹底部分を貫通させることにより、第1凸条部4Cおよび第2凸条部5Cとの間隔であるギャップ部の所定の間隔 W_g が形成されている。従って、第1面1a側に形成された第1開口部6Cの開口幅 W_1 と、第2面1b側に形成された第2開口部8Cの開口幅 W_2 と、ギャップ部の所定の間隔 W_g とは、 $W_g < W_1 < W_2$ の関係である。即ち、第1面1a側に形成された第1開口部6Cの開口幅 W_1 と、第2面1b側に形成された第2開口部8Cの開口幅 W_2 と、ギャップ部の所定の間隔 W_g とは、 $W_g < W_1 < W_2$ の関係である。

【0145】

本実施形態のカンチレバー部101Cのギャップ部は、上述した実施形態1のカンチレバー部の製造方法において、第1エッチングのための第1耐蝕膜パターン74pにより形成する第1パターン開口の幅 W_p2 は、第2の内壁面の組み合わせ2CWの形状を形成する次式(14)の関係にできるようにして求めることができる。

10

【0146】

【数14】

$$0.7735d + 0.5 \leq W_p \leq 1.9393d + 0.2083 \quad \dots (14)$$

【0147】

また、第1面1a側に第1開口部6Cを形成する第2エッチングのための、第2耐蝕膜パターン75pにより形成する第2パターン開口 W_p1 の幅は、第1の内壁面の組み合わせ1CWの形状を形成する次式(15)の関係にすることにより求めることができる。

20

【0148】

【数15】

$$0 < W_p \leq 0.7735d + 0.5 \quad \dots (15)$$

【0149】

式(15)の関係にできるように求めた第2パターン開口の幅 W_p1 を形成することにより、次工程の第2エッチングにて、第1の内壁面の組み合わせ1CWの形状を有する第1開口部6Cを形成し、第1エッチングで形成した第2面1b側の第2開口部8Cの底部(凹底部分)と貫通させることで、ギャップ部の所定の間隔 W_g を精度よく形成できる。

30

【0150】

本実施形態の内壁面の組み合わせによるギャップ部を有するカンチレバー部101Cによれば、以下の効果が得られる。

本実施形態において、式(14)により算出される第1パターン開口の幅 W_p のマスクパターンをエッチングレジストとして、第2面1bをウェットエッチングすることにより形成される第1の凹部としての第2開口部8Cの形状は、第2の内壁面の組み合わせ2CWの形状であり、開口幅 W_2 が第1面1a側の第1開口部6Cの開口幅 W_1 よりも大きく、エッチング速度が比較的速い。また、式(15)により算出される第2パターン開口の幅 W_p のマスクパターンをエッチングレジストとして、第1面1aをウェットエッチングすることにより形成される第2の凹部としての第1開口部6Cは、開口幅 W_1 が本発明の内壁面の組み合わせの中で最も小さく、エッチング速度は最も遅くなるため、エッチング形状の作り込み精度を最も高くすることができる。

40

したがって、本実施形態の内壁面の組み合わせによれば、比較的製造効率がよく、製造マージンを大きくしながら、ギャップ部の所定の間隔 W_g が精度よく形成された第1凸条部4Cおよび第2凸条部5Cを形成することができる。

【0151】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、上述した実施形態に種々の変更や改良などを加えることが可能である。変形例を以下に述べる。

【0152】

以下、物理量検出センサーにおける、センサー用基板としてのカンチレバー部の変形例

50

について、図面に沿って説明する。なお、上記実施形態と同じ構成については、同一符号を付して、重複する説明は省略する。

【0153】

(変形例1)

図10は、カンチレバー部の変形例1を、図6と同じ断面で示す部分断面図である。

【0154】

図10において、変形例1に係るカンチレバー部101Dのギャップ部は、水晶基板1の第2面1b側に形成された第2開口部8D、および、第1面1a側に形成された第1開口部6Dともに、第2の内壁面の組み合わせ2CWの形状を有して形成され、第1開口部6Dおよび第2開口部8Dが、水晶基板1の厚み方向の略中央で貫通することにより形成されている。

このような第2の内壁面の組み合わせ2CWの形状を有する第1開口部6Dおよび第2開口部8Dが、水晶基板1の略中央で貫通して形成されたギャップ部は、可動部14側に形成された第1凸条部4Dの頂部4aと、腕部20a側に形成された第2凸条部5Dの頂部5aとの間に所定の間隔Wgが形成されている。ギャップ部の形状について詳述すると、水晶基板1の第2面1bに形成された第2開口部8Dは、可動部14側の第1凸条部4Dの頂部4aから第2面1bに向かって面321、面322、面323、および面324を有する第3の内壁面4Dbと、腕部20a側の第2凸条部5Dの頂部5aから第2面1bに向かって面421、面422、および面423を有する第4の内壁面5Dbとからなる第3の内壁面の組み合わせ3CWにて形成され、水晶基板1の第1面1aに形成された第1開口部6Dは、可動部14側の第1凸条部4Dの頂部4aから第1面1aに向かって面321、面322、面323、および面324を有する第1の内壁面4Daと、腕部20a側の第2凸条部5Dの頂部5aから第1面1aに向かって面421、面422、および面423を有する第2の内壁面5Dbとからなる第3の内壁面の組み合わせ3CWにて形成されている。

【0155】

本変形例のカンチレバー部101Dのギャップ部は、上述した実施形態1のカンチレバー部の製造方法において、第1エッチングのための第1耐蝕膜パターン74pにより形成する第1パターン開口の幅Wp2、および、第1面1a側に第1開口部6Dを形成する第2エッチングのための、第2耐蝕膜パターン75pにより形成する第2パターン開口Wp1の幅ともに、第2の内壁面の組み合わせ2CWの形状を形成する次式(16)の関係にできるようにして求めることができる。

【0156】

【数16】

$$0.7735d + 0.5 \leq Wp \leq 1.9393d + 0.2083 \quad \dots (16)$$

【0157】

式(16)の関係にできるように求めた第2パターン開口の幅Wp1を形成し、第1エッチングを行って第2の内壁面の組み合わせ2CWの形状を有する第2開口部8Dを形成し、その後、同じ式(16)の関係にできるように求めた第1パターン開口の幅Wp2を形成し、第2エッチングを行うことにより、第2開口部8Dと同様の第2の内壁面の組み合わせ2CWの形状を有する第1開口部6Dを形成し、第1エッチングで形成した第2面1b側の第2開口部8Dの底部(凹底部分)と貫通させることで、ギャップ部の所定の間隔Wgを精度よく形成できる。

また、第2の内壁面の組み合わせ2CWによる第1開口部6Dおよび第2開口部8D共に、エッチング速度が比較的速いこと、および、各開口部(凹部)の凹底部分の貫通位置が比較的広くとれることから、第1パターン開口および第2パターン開口を形成する際のマスク位置合わせの許容範囲が比較的広くなるので、製造マージンを大きくできる効果が得られる。

【 0 1 5 8 】

(変形例 2)

図 1 1 は、カンチレバー部の変形例 2 を、図 6 と同じ断面で示す部分断面図である。

【 0 1 5 9 】

図 1 1 において、変形例 2 に係るカンチレバー部 1 0 1 E のギャップ部は、水晶基板 1 の第 2 面 1 b 側に形成された第 2 開口部 8 E、および、第 1 面 1 a 側に形成された第 1 開口部 6 E とともに、第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W の形状を有して形成され、第 1 開口部 6 E および第 2 開口部 8 E が、水晶基板 1 の厚み方向の略中央で貫通することにより形成されている。

このような第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W の形状を有する第 1 開口部 6 E および第 2 開口部 8 E が、水晶基板 1 の略中央で貫通して形成されたギャップ部は、可動部 1 4 側に形成された第 1 凸条部 4 E の頂部 4 a と、腕部 2 0 a 側に形成された第 2 凸条部 5 E の頂部 5 a との間に所定の間隔 W g が形成されている。

ギャップ部の形状について詳述すると、水晶基板 1 の第 2 面 1 b に形成された第 2 開口部 8 E は、可動部 1 4 側の第 1 凸条部 4 E の頂部 4 a から第 2 面 1 b に向かって面 1 1 1、面 1 1 2、および面 1 1 3 を有する第 3 の内壁面 4 E b と、腕部 2 0 a 側の第 2 凸条部 5 E の頂部 5 a から第 2 面 1 b に向かう面 2 1 1 を有する第 4 の内壁面 5 E b とからなる第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W にて形成され、水晶基板 1 の第 1 面 1 a に形成された第 1 開口部 6 E は、可動部 1 4 側の第 1 凸条部 4 D の頂部 4 a から第 1 面 1 a に向かって面 1 1 1、面 1 1 2、および面 1 1 3 を有する第 1 の内壁面 4 E a と、腕部 2 0 a 側の第 2 凸条部 5 E の頂部 5 a から第 1 面 1 a に向かう面 2 1 1 を有する第 2 の内壁面 5 E b とからなる第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W にて形成されている。

【 0 1 6 0 】

本変形例のカンチレバー部 1 0 1 E のギャップ部は、上述した実施形態 1 のカンチレバー部の製造方法において、第 2 面 1 b 側に第 2 開口部 8 E を形成する第 1 エッチングのための、第 1 耐蝕膜パターン 7 4 p により形成する第 1 パターン開口の幅 W p 2、および、第 1 面 1 a 側に第 1 開口部 6 E を形成する第 2 エッチングのための、第 2 耐蝕膜パターン 7 5 p により形成する第 2 パターン開口 W p 1 の幅とともに、第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W の形状を形成する次式 (1 7) の関係にするようにして求めることができる。

【 0 1 6 1 】

【 数 1 7 】

$$0 < W_p \leq 0.7735d + 0.5 \quad \dots (17)$$

【 0 1 6 2 】

式 (1 7) の関係にするように求めた第 2 パターン開口の幅 W p 1 を形成し、第 1 エッチングを行って第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W の形状を有する第 2 開口部 8 E を形成し、その後、同じ式 (1 7) の関係にするように求めた第 1 パターン開口の幅 W p 2 を形成し、第 2 エッチングを行うことにより、同様な第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W の形状を有する第 1 開口部 6 E を形成し、第 1 エッチングで形成した第 2 面 1 b 側の第 2 開口部 8 E の底部 (凹底部分) と貫通させることで、ギャップ部の所定の間隔 W g を精度よく形成できる。

特に、本変形例の第 1 の内壁面の組み合わせ 1 C W による第 1 開口部 6 E および第 2 開口部 8 E 共に、エッチング速度が本発明の 3 種類の内壁面の組み合わせのなかで最も遅く、そのため、ギャップ部の第 1 凸条部 4 E および第 2 凸条部 5 E を形成する精度を高くすることが可能であるため、より精度の高いギャップ部の所定のギャップ W p (G 1) を形成することができる。

【 0 1 6 3 】

(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 1 0 0 を適用した実施例につ

いて、図面に沿って説明する。

図12A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12B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13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。

【0164】

[電子機器]

図12A, 図12B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12A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。

【0165】

また、図12B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。

【0166】

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12Aのビデオカメラ、図12B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ー(モバイル型パーソナルコンピューター)、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ことができる。

【0167】

[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13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。

【0168】

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

10

20

30

40

50

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。

【0169】

以上、発明者によってなされた本発明の実施の形態について具体的に説明したが、本発明は上記した実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加える多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。

【符号の説明】

10

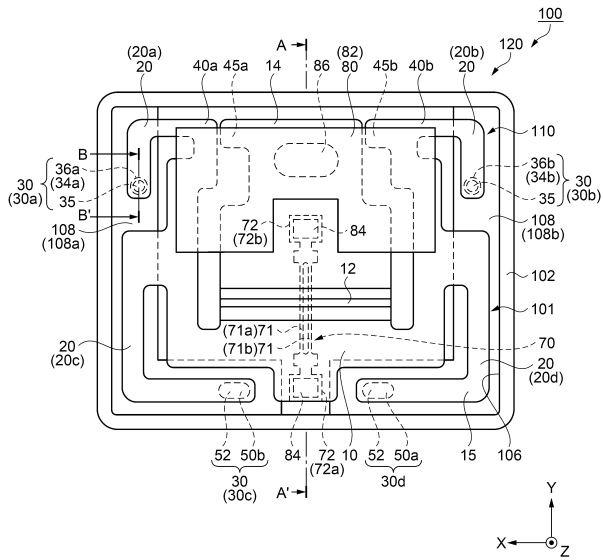
【0170】

G 1 , W g ... (第1ギャップ部の) 所定の間隔、W 1 ... 第1面側の開口幅、W 2 ... 第2面側の開口幅、W p 1 ... 第2パターン開口の幅、W p 2 ... 第1パターン開口の幅、W p 1 M , W p 2 M ... フォトレジストパターン開口、1 ... 基板形成材料としての水晶基板、1 a ... 第1面、1 b ... 第2面、1 C W ... 第1の内壁面の組み合わせ、2 C W ... 第2の内壁面の組み合わせ、3 C W ... 第3の内壁面の組み合わせ、4 A ~ 4 E ... 第1凸条部、4 a , 5 a ... 頂部、4 A a , 4 B a , 4 C a , 4 D a , 4 E a ... 第1の内壁面、4 A b , 4 B b , 4 C b , 4 D b , 4 E b ... 第3の内壁面、5 A ~ 5 E ... 第2凸条部、5 A a , 5 B a , 5 C a , 5 D a , 5 E a ... 第2の内壁面、5 A b , 5 B b , 5 C b , 5 D b , 5 E b ... 第4の内壁面、6 A ~ 6 E ... 第1開口部、8 A ~ 8 E ... 第2開口部、1 0 ... ベース部、1 0 a , 1 0 b ... 主面、1 2 ... 継手部、1 2 a ... 溝部、1 4 ... 可動部、1 4 a , 1 4 b ... 主面、2 0 , 2 0 a ~ 2 0 d ... 腕部、3 0 , 3 0 a ~ 3 0 d ... 第1固定部、3 4 a , 3 4 b ... 内部端子、3 5 ... 接合材、3 6 a , 3 6 b ... 固定部接続端子、4 0 a , 4 0 b ... 規制部、4 5 a , 4 5 b ... 突出部、5 0 b ... ベース接合部、5 2 ... ベース接合材、7 0 ... 物理量検出素子、7 1 ... 振動梁部、7 1 a ... 振動梁部、7 2 a , 7 2 b ... 基部、7 4 a , 7 4 b , 7 5 a , 7 5 b ... 耐蝕膜、7 4 p ... 第1耐蝕膜パターン、7 5 p ... 第2耐蝕膜パターン、7 7 a , 7 8 a ... フォトレジスト層、7 7 p , 7 8 p ... フォトレジストパターン、8 0 , 8 2 ... 質量部、8 4 ... 検出素子接合材、8 6 ... 質量接合材、9 0 ... 封止部、9 2 ... 貫通孔、1 0 0 ... 物理量検出センサー、1 0 1 , 1 0 1 A ~ 1 0 1 E ... センサー用基板としてのカンチレバー部、1 0 2 ... ベース基板、1 0 3 ... リッド、1 0 5 ... リッド接合材、1 0 6 ... 凹部、1 0 7 a , 1 0 7 b ... 外部端子、1 0 8 a , 1 0 8 b ... 段差部、1 0 9 a ... 内底面、1 0 9 b ... 外底面、1 1 0 ... 物理量検出デバイス、1 2 0 ... パッケージ、5 0 0 ... 電子機器としてのビデオカメラ、5 0 1 ... 受像部、5 0 2 ... 操作部、5 0 3 ... 音声入力部、5 0 4 ... 表示ユニット、6 0 0 ... 電子機器としての携帯電話、6 0 1 ... 操作ボタン、6 0 2 ... 表示ユニット、6 0 3 ... カメラ機構、6 0 4 ... シャッターボタン、7 0 0 ... 移動体、7 0 1 ... 車体、7 0 2 ... タイヤ、7 0 3 ... 電子制御ユニット、7 0 4 ... サスペンション。

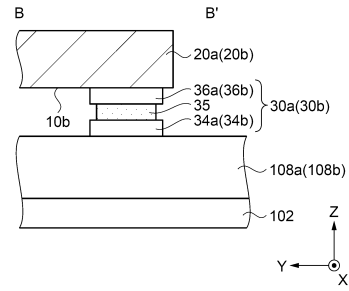
20

30

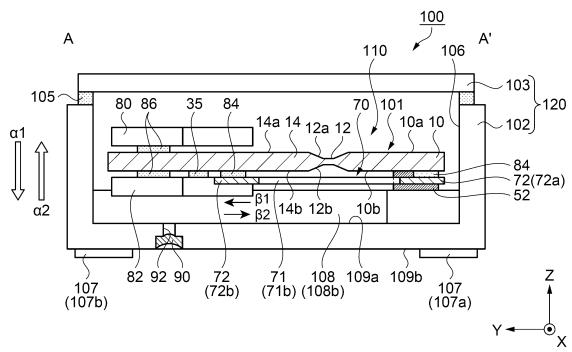
【 図 1 】



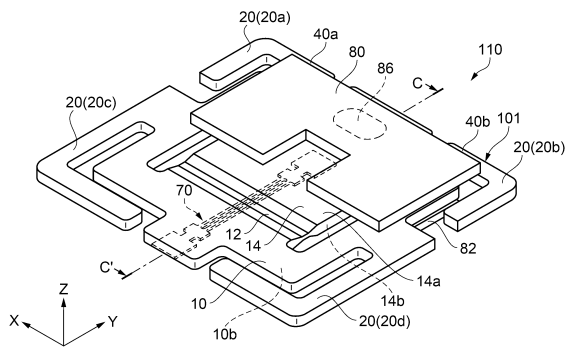
【 図 2 】



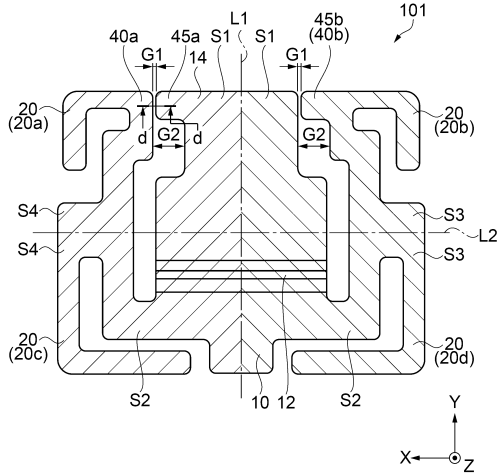
【 図 3 】



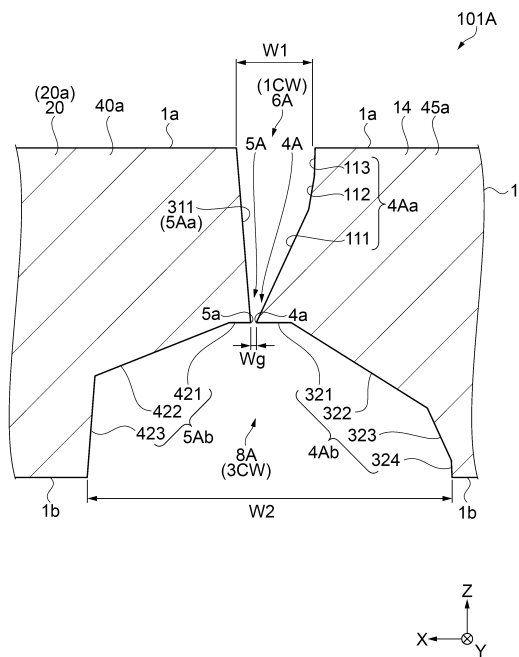
【 図 4 】



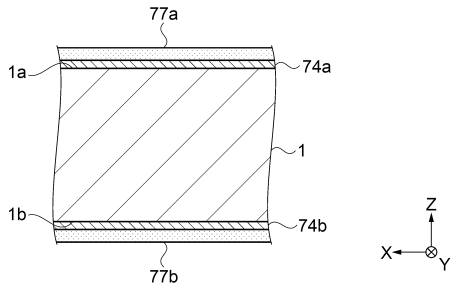
【 図 5 】



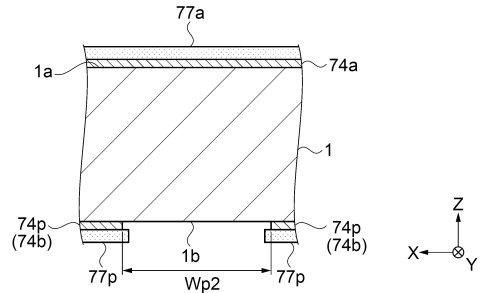
【 図 6 】



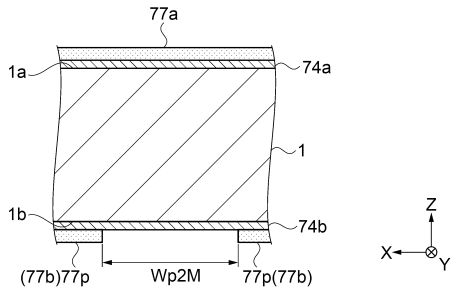
【図7A】



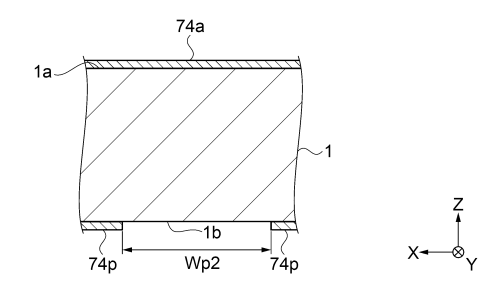
【図7C】



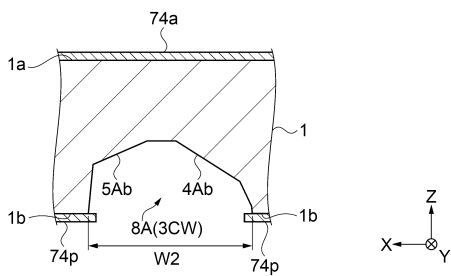
【図7B】



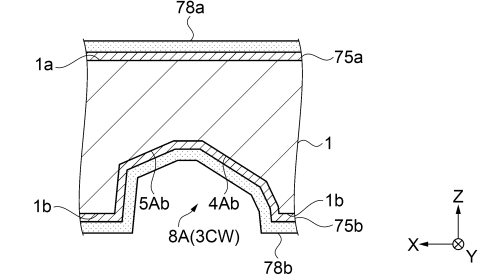
【図7D】



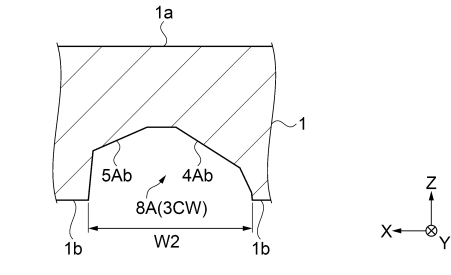
【図7E】



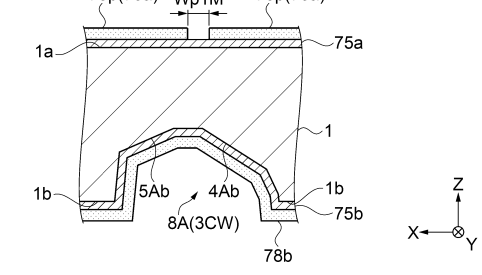
【図7G】



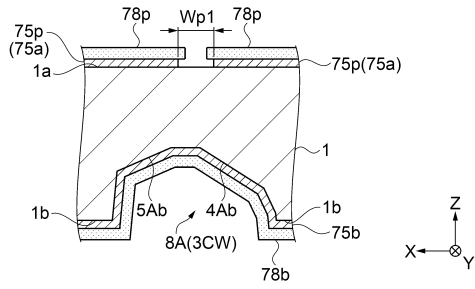
【図7F】



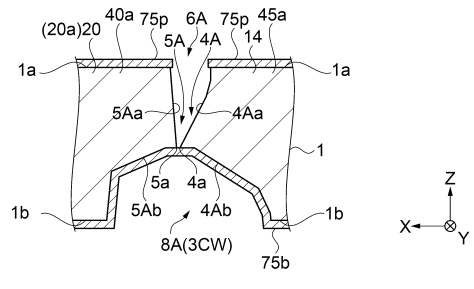
【図7H】



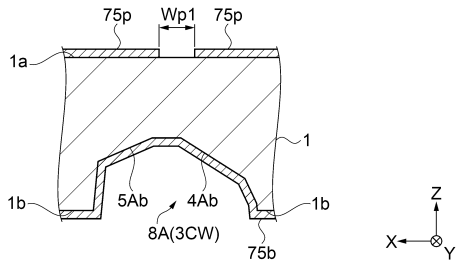
【図7J】



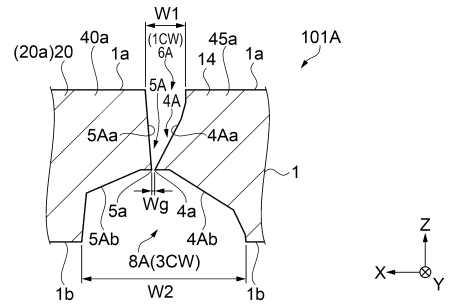
【図7L】



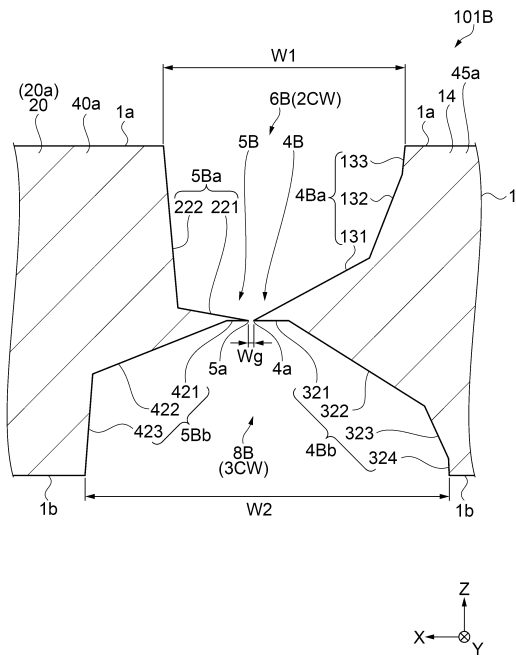
【図7K】



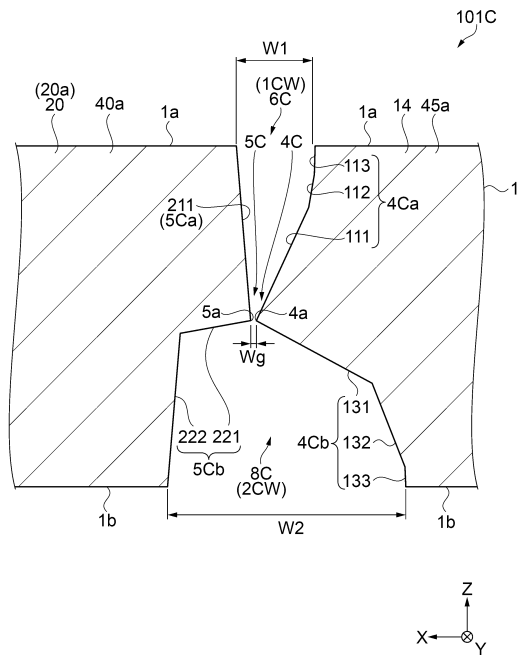
【図7M】



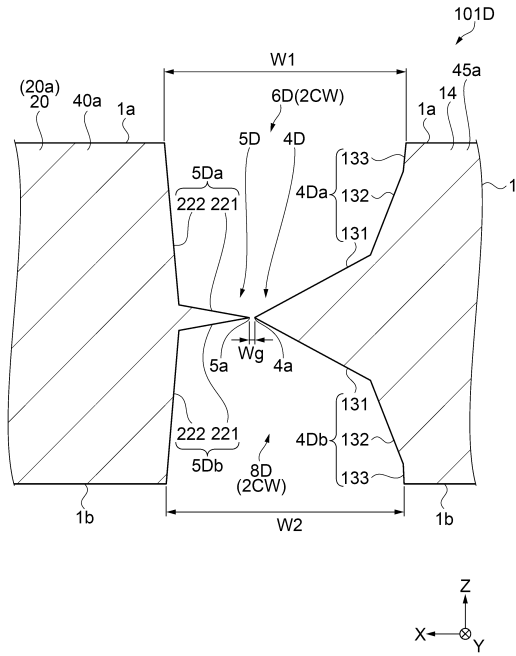
【図8】



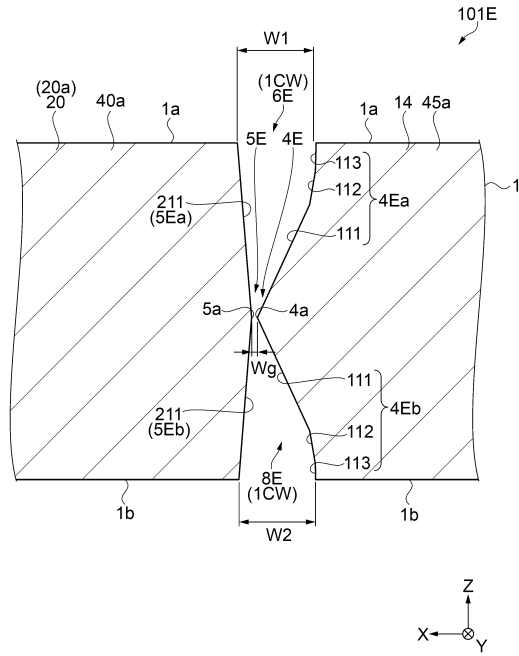
【図9】



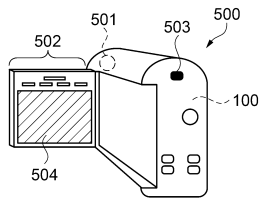
【図10】



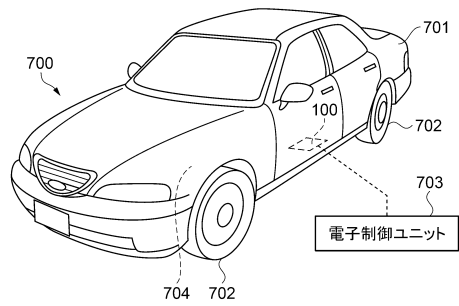
【図11】



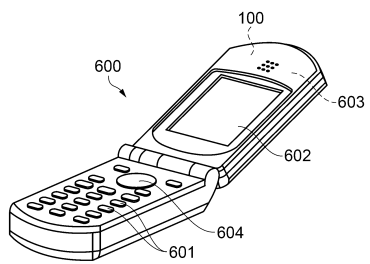
【図12A】



【図13】



【図12B】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2014-240762(JP,A)
特開2011-247714(JP,A)
特開2000-338124(JP,A)
特開平3-110478(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0239731(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01P15/00-15/18
H01L29/84
h01l41/00-41/47