

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年1月7日(07.01.2010)

PCT

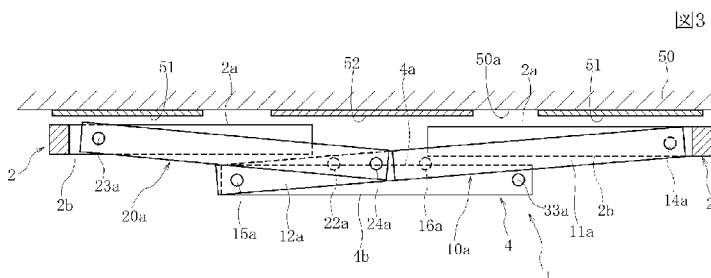
(10) 国際公開番号
WO 2010/001947 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 15/125 (2006.01) H01L 29/84 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/062082
 - (22) 国際出願日: 2009年7月2日(02.07.2009)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (30) 優先権データ:
特願 2008-176155 2008年7月4日(04.07.2008) JP
特願 2009-081944 2009年3月30日(30.03.2009) JP
 - (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アルプス電気株式会社 (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者; および
 - (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 矢澤 久幸 (YAZAWA, Hisayuki) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 佐藤 清 (SATO, Kiyoshi) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 高橋 亨 (TAKAHASHI, Toru) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 大川 尚信 (OHKAWA, Hisanobu) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 野▲崎▼ 照夫, 外 (NOZAKI, Teruo et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋1-2-1-11 オーク池袋ビルディング3F Tokyo (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: CAPACITANCE DETECTION TYPE MOVABLE SENSOR

(54) 発明の名称: 静電容量検出型の可動センサ

[図3]



(57) Abstract: Provided is a thin and compact movable sensor capable of detecting the amount of movement of a movable portion with high precision. A first movable portion (2) and a second movable portion (4) are coupled by a coupling link portion (10a) and a support link portion (20a), and when the first movable portion (2) moves closer to a fixed portion (50), the second movable portion (4) moves away from the fixed portion (50). The fixed portion (50) is provided with a first fixed electrode (51) and a second fixed electrode (52), a first movable electrode facing the first fixed electrode (51) is provided on the surface (2a) of the first movable portion (2), and a second movable electrode facing the second fixed electrode (52) is provided on the surface (4a) of the second movable portion (4). Since the first movable portion (2) and the second movable portion (4) move in opposite directions, the state of movement of the first movable portion (2) can be detected by obtaining the difference between a change in capacitance between the first fixed electrode (51) and the first movable electrode and a change in capacitance between the second fixed electrode (52) and the second movable electrode.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/001947 A1



【課題】 薄型且つ小型で、可動部の移動量を高精度に検出できる可動センサを提供する。 【解決手段】 第1の可動部2と第2の可動部4とが、連結リンク部10aと支持リンク部20aとで連結されており、第1の可動部2が固定部50に接近すると第2の可動部4が固定部50から離れるように動作する。固定部50には第1の固定電極51と第2の固定電極52が設けられ、第1の可動部2の表面2aには第1の固定電極51に対向する第1の可動電極が、第2の可動部4の表面4aには第2の固定電極52に対向する第2の可動電極が設けられている。第1の可動部2と第2の可動部4が逆向きに移動するため、第1の固定電極51と第1の可動電極との間の静電容量の変化と、第2の固定電極52と第2の可動電極との間の静電容量の変化の差を求めることで、第1の可動部2の移動状態を検出できる。

明 細 書

発明の名称： 静電容量検出型の可動センサ

技術分野

[0001] 本発明は、シリコン基板から切り出すなどして形成された可動部の移動量を、電極間の静電容量の変化に基づいて検知し、これにより、外部から作用する加速度などの物理量の測定を可能とした静電容量検出型の可動センサに関する。

背景技術

[0002] 以下の特許文献1ないし特許文献3に記載されたセンサは、シリコン基板をエッチング処理して、面方向または面と直交する方向に動作する可動部が形成されており、可動部に設けられた可動電極とこの可動電極に対向する固定電極との間の静電容量を検知して、可動部の移動量を測定できるようにしている。

[0003] この種のセンサは、可動部が微小であるため、電極間の静電容量の変化によって可動部の移動量を高精度に把握するために、電極の構造を工夫することが必要である。以下の各特許文献に記載されている従来のセンサは、可動部と固定部を細かな櫛歯形状にし、可動部の櫛歯と固定部の櫛歯を噛み合わせることで、可動部に設けられた可動電極と固定部に設けられた固定電極との対向面積をなるべく広くできるようにしている。しかし、可動部と固定部を共に櫛歯形状にして互い違いに噛み合わせる構造は複雑であり、加工コストが高くなる。

[0004] 一方、可動部の表面と裏面の双方に可動電極を設けるとともに、表面側の可動電極に対向する固定電極と裏面側の可動電極に対向する固定電極を設けて、一方の可動電極と固定電極との間の静電容量の変化と、他方の可動電極と固定電極との間の静電容量の変化との差を求める方式が考えられる。この方式は、可動電極の両面に設けられた可動電極で得られる静電容量の変化の差を求めることで、検出感度を高くできるのみならず、正側で変化する静電

容量の検知出力と負側で変化する静電容量の検知出力の差を求めることで、温度変化などの環境変化による変動成分やノイズ成分をキャンセルできるため、良質な検知出力を得ることができる利点がある。

[0005] しかし、上記構造では、可動部の表面と裏面の双方に可動電極を形成することが必要となって、可動部の構造そのものが複雑になる。また、表面側の可動電極に適正なギャップを介して対向する固定側電極と、裏面側の可動電極に適正なギャップを介して対向する固定側電極を配置することが必要になって、固定部側の構造が複雑になり、且つ可動部の表側と裏側の双方において、固定電極とのギャップを設定することが必要になって組み立て作業も煩雑になる。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2003-14778号公報
特許文献2：特開2006-266873号公報
特許文献3：特開2007-298385号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、上記従来課題を解決するものであり、可動部の一方の側の面に設けた複数の可動電極を使用して、互いに逆側に変化する静電容量の検知出力の差を求めることができ、簡単な構造でありながら、ノイズをキャンセルできしかも感度の良い出力を得ることが可能な静電容量検出型の可動センサを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、可動部と固定部に互いに対向する電極が設けられ、前記可動部が前記固定部と接近または離反する際の前記電極間の静電容量の変化を検出する可動センサにおいて、

第1の可動部および第2の可動部と、前記両可動部のそれぞれに回動自在

に連結されたリンク部とを有し、前記リンク部は、前記第 1 の可動部との連結部と前記第 2 の可動部との連結部の間に支点が設定されて、前記リンク部が前記支点を中心に回動したときに、前記第 1 の可動部と前記第 2 の可動部の一方が固定部に接近し他方が前記固定部から離れるように動作可能であり、

前記第 1 の可動部に第 1 の可動電極が前記第 2 の可動部に第 2 の可動電極が、それぞれの可動部の同じ方向に向く面に設けられ、前記固定部には、前記第 1 の可動電極に対向する第 1 の固定電極と、前記第 2 の可動電極に対向する第 2 の固定電極とが設けられていることを特徴とするものである。

[0009] 本発明の可動センサは、第 1 の可動部と第 2 の可動部が、互いに逆向きに移動するように連結されているため、第 1 の可動部と固定部との間の静電容量の変化と第 2 の可動部と固定部との間の静電容量の変化とが逆の出力となる。この静電容量の変化の差を求めることにより、可動部の移動状態を高感度で且つ温度変化などに起因するノイズを相殺して検出することができる。しかも、第 1 の可動部と第 2 の可動部の同じ側の面に可動電極を設けているために、電極を形成しやすい。

[0010] なお、本発明において、第 1 の可動部の表面と裏面の双方に可動電極を設け、第 2 の可動部の表面と裏面の双方に可動電極を設け、固定部側に表裏それぞれの可動電極に対向する固定電極を設けてもよい。この場合、可動部の表裏に可動電極を設け、可動部の表面と裏面に対向するそれぞれの固定部に固定電極を設けることで構造がやや複雑になる。しかし、この場合には、全ての面の電極で検出される静電容量の同じ位相の変化を加算しさらに互いに逆の位相の変化の差を求めることで、さらに高感度で、且つノイズをキャンセルした検知出力を得ることが可能である。

[0011] 本発明は、前記第 1 の可動電極と前記第 1 の固定電極との間の静電容量の変化と、前記第 2 の可動電極と前記第 2 の固定電極との間の静電容量の変化の差を求める検出回路を有するものである。

[0012] 前記検出回路を設けることで、温度特性などに起因する変動成分やノイズ

などをキャンセルして質の良い検知出力を得ることが可能になる。

- [0013] 例えば、本発明は、前記第1の可動部の質量と前記第2の可動部の質量のいずれか一方が他方よりも大きく、質量の大きい前記可動部が外部から与えられる加速度に反応して移動し、このとき質量の小さい前記可動部が質量の大きい前記可動部と逆向きに移動するものとして構成できる。
- [0014] 上記のように、質量の大きい一方の可動部が加速度で反応するように構成することで、加速度センサを構成できる。また、一方の可動部の質量が他方の可動部の質量よりも大きいと、重力の方向に対して可動センサの姿勢を変化させたときに、質量の大きい可動部の重力方向への移動し、このときの移動量を検知できるようになる。このようにして、可動センサを重力の向きに対する姿勢測定用として使用することもできる。
- [0015] 本発明は、前記第1の可動部と前記第2の可動部とが同じ厚みを有し、前記第1の可動部と前記第2の可動部の表面どうしと裏面どうしが同一面となったときに、前記リンク部、ならびに前記リンク部を回動自在に支持する支持部が、前記表面と前記裏面との厚みの範囲内に収まるものである。
- [0016] 例えば、本発明は、前記第1の可動部と前記第2の可動部と前記リンク部および前記支持部が、同じ板材から切り出されている。
- [0017] また、本発明は、前記第1の可動部と前記リンク部との連結部、前記第2の可動部と前記リンク部との連結部、および前記リンク部と前記支持部との前記支点での連結部は、それぞれの部材間が前記板材の一部で形成したトーションバーを介して回動自在に連結されている。
- [0018] 上記トーションバーを使用すると、それぞれの連結部で部材間を回動自在に連結できるとともに、外力が作用しないときにトーションバーの弾性力によって、静止姿勢に復元できるようになる。
- [0019] 上記のように、第1の可動部と第2の可動部、リンク部、支持部をシリコン基板などの1枚の板材から切り出すことで、きわめて小型で薄型の可動センサを構成することができる。
- [0020] なお、本発明は、前記第1の可動部と前記第2の可動部が導電性材料で形

成され、前記第 1 の可動部自体が前記第 1 の可動電極として機能し、前記第 2 の可動部自体が前記第 2 の可動電極として機能するものとして構成できる。

[0021] また、本発明は、前記リンク部として、左右方向（Y）に間隔を空けて前後方向（X）に延びる右側連結リンク部と左側連結リンク部とが設けられ、前記右側連結リンク部は右側支点を介して第 1 の右側支持部に回動自在に支持され、前記左側連結リンク部は左側支点を介して第 1 の左側支持部に回動自在に支持されており、

前記右側連結リンク部と前記第 1 の可動部との連結部と、前記左側連結リンク部と前記第 1 の可動部との連結部の、いずれか一方が前方（X 1）に位置し、他方が後方（X 2）に位置し、

前記右側連結リンク部と前記第 2 の可動部との連結部が、前記右側支点を挟んで、前記右側連結リンク部と前記第 1 の可動部との連結部と前後逆側に位置し、前記左側連結リンク部と前記第 2 の可動部との連結部が、前記左側支点を挟んで、前記左側連結リンク部と前記第 1 の可動部との連結部と前後逆側に位置しており、

前記第 1 の右側支持部と前記第 1 の左側支持部が前記固定部に固定されているものとして構成できる。

[0022] 上記のように、右側連結リンク部と左側連結リンク部を設けることにより、第 1 の可動部と第 2 の可動部を上下逆向きにほぼ水平姿勢を保ったまま動作させることができる。

[0023] さらに、本発明は、右外側支持リンク部が前記第 1 の右側支持部と前記第 1 の可動部とに回動自在に連結され、前記右外側支持リンク部と前記第 1 の可動部との連結部が、前記右側連結リンク部と前記第 1 の可動部との連結部と前後逆側に位置し、

左外側支持リンク部が前記第 1 の左側支持部と前記第 1 の可動部とに回動自在に連結され、前記左外側支持リンク部と前記第 1 の可動部との連結部が、前記左側連結リンク部と前記第 1 の可動部との連結部と前後逆側に位置し

ていることが好ましい。

- [0024] さらに本発明は、第2の右側支持部と第2の左側支持部とが設けられ、右内側支持リンク部が前記第2の右側支持部と前記第2の可動部とに回動自在に連結され、前記右内側支持リンク部と前記第2の可動部との連結部が、前記右側連結リンク部と前記第2の可動部との連結部と前後逆側に位置し、
- 左内側支持リンク部が前記第2の左側支持部と前記第2の可動部とに回動自在に連結され、前記左内側支持リンク部と前記第2の可動部との連結部が、前記左側連結リンク部と前記第2の可動部との連結部と前後逆側に位置していることが好ましい。
- [0025] 上記のように、右側連結リンク部と左側連結リンク部の他に、右外側支持リンク部と左外側支持リンク部、および右内側支持リンク部と左内側支持リンク部を設けることで、第1の可動部と第2の可動部を、安定した水平姿勢で上下に動作させることが可能になる。
- [0026] 本発明は、前記第1の右側支持部と前記第1の左側支持部とが、左右方向（Y）に延びる同一線上に配置されていることが好ましい。
- [0027] さらに、本発明は、前記第1の右側支持部と前記第1の左側支持部、および前記第2の右側支持部と前記第2の左側支持部とが、左右方向（Y）に延びる同一線上に配置されていることが好ましい。
- [0028] 上記のように、前記第1の右側支持部と前記第1の左側支持部を左右方向の同一線上に配置し、さらには前記第1の右側支持部と前記第1の左側支持部、および前記第2の右側支持部と前記第2の左側支持部とを左右方向の同一線上に配置することで、固定部に熱による歪みや外力による歪みが生じたときであっても、第1の可動部と第2の可動部が適正な中立位置を保ちやすくなる。
- [0029] また、本発明は、右外側支持リンク部がリンク間連結部を介して前記右側連結リンク部に回動自在に連結され、左外側支持リンク部がリンク間連結部を介して前記左側連結リンク部に回動自在に連結され、

前記右外側支持リンク部と前記第 1 の可動部との連結部が、前記リンク間連結部を挟んで、前記右側連結リンク部と前記第 1 の可動部との連結部と前後逆側に位置し、

前記左外側支持リンク部と前記第 1 の可動部との連結部が、前記リンク間連結部を挟んで、前記左側連結リンク部と前記第 1 の可動部との連結部と前後逆側に位置しており、

前記右外側支持リンク部と前記第 1 の可動部との連結部と、前記左外側支持リンク部と前記第 1 の可動部との連結部が、前後逆側に位置しているものとして構成できる。

[0030] また、本発明は、右内側支持リンク部が内側リンク間連結部を介して前記右側連結リンク部に回動自在に連結され、左内側支持リンク部が内側リンク間連結部を介して前記左側連結リンク部に回動自在に連結され、

前記右内側支持リンク部と前記第 2 の可動部との連結部が、前記内側リンク間連結部を挟んで、前記右側連結リンク部と前記第 2 の可動部との連結部と前後逆側に位置し、

前記左内側支持リンク部と前記第 2 の可動部との連結部が、前記内側リンク間連結部を挟んで、前記左側連結リンク部と前記第 2 の可動部との連結部と前後逆側に位置しており、

前記右内側支持リンク部と前記第 2 の可動部との連結部と、前記左内側支持リンク部と前記第 2 の可動部との連結部が、前後逆側に位置しているものが好ましい。

[0031] 上記のように、右内側支持リンク部と右側連結リンク部とを回動自在に連結し、左内側支持リンク部と左側連結リンク部とを回動自在に連結することで、第 2 の右側支持部と第 2 の左側支持部とを設ける必要がなくなる。支持部の数を少なくすることで、固定部に熱による歪みや外力による歪が生じて、支持部の間での高さ位置の相違や傾きの相違などが生じるのを防止でき、第 1 の可動部と第 2 の可動部の動作姿勢を安定させやすくなる。

[0032] この場合に、前記リンク間連結部と前記内側リンク間連結部とが、左右方

向（Y）に延びる同一線上に配置されていることが好ましい。

[0033] リンク間連結部と内側リンク間連結部とを同一線上に配置することで、リンク部がバランスよく動作するようになる。

発明の効果

[0034] 本発明の可動センサは、第1の可動部と第2の可動部が逆向きに動くため、第1の可動部と第2の可動部の同じ方向に向く面に設けた可動電極から、静電容量の変化を逆の位相で取り出すことができる。よって、その差を求めることで、高感度で、しかも温度変化などによるノイズなどの変動成分を相殺した検知出力を得ることが可能である。

また、本発明の可動センサは、きわめて小型で薄型に構成できる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1]本発明の第1の実施の形態の可動センサが静止している状態を示す斜視図、
[図2]本発明の第1の実施の形態の可動センサが動作している状態を示す斜視図、
[図3]本発明の第1の実施の形態の可動センサが動作している状態を示す側面図、
[図4]図1に示す連結部を示す拡大斜視図、
[図5]図1に示す支点連結部とリンク間連結部を示す拡大斜視図、
[図6]本発明の第2の実施の形態の可動センサが静止している状態を示す斜視図、
[図7]本発明の第2の実施の形態の可動センサが動作している状態を示す斜視図、
[図8]検出回路を示す回路図、
[図9]本発明の第3の実施の形態の可動センサが静止している状態を示す平面図、
[図10]本発明の第3の実施の形態の可動センサが動作している状態を示す斜視図、

[図11]本発明の第4の実施の形態の可動センサが静止している状態を示す平面図、

[図12]本発明の第4の実施の形態の可動センサが動作している状態を示す斜視図、

発明を実施するための最良の形態

[0036] 各図に示す可動センサに関しては、Y方向が左右方向であり、Y1方向が右方向でY2方向が左方向、X方向が前後方向であり、X1方向が前方でX2方向が後方である。また、Y方向とX方向の双方に直交する方向が上下方向である。

[0037] 図1に示す可動センサ1は、長方形の平板であるシリコン基板から形成されている。すなわち、シリコン基板に、各部材の形状に対応する平面形状のレジスト層を形成し、レジスト層が存在していない部分で、シリコン基板をディープRIE（ディープ・リアクティブ・イオン・エッチング）などのエッチング工程で切断することで、各部材を分離している。したがって、可動センサ1を構成する各部材は、シリコン基板の表面と裏面の厚みの範囲内で構成されている。図1に示すように、可動センサが静止状態のときに、第1の可動部と第2の可動部は、その表面どうしと裏面どうしが同一面上に位置しており、それ以外の部材は、前記表面および裏面から突出していない。

[0038] 可動センサ1は微小であり、例えば長方形の長辺1a, 1bの長さ寸法は1mm以下であり、短辺1c, 1dの長さ寸法は0.8mm以下である。さらに、厚み寸法は0.1mm以下である。

[0039] 図1と図2に示すように、可動センサ1は、長方形の長辺1a, 1bおよび短辺1c, 1dで囲まれた外枠部分が第1の可動部2である。長辺1a, 1bの延びる方向が前後方向であり、短辺1c, 1dの延びる方向が左右方向である。第1の可動部2の中央部には長方形の中央穴3が上下に貫通して形成されており、この中央穴3の内部に第2の可動部4が形成されている。第2の可動部4はほぼ長方形であり、第1の可動部2と第2の可動部4は互いに独立している。

- [0040] 図1に示す中立状態（静止状態）では、第1の可動部2の表面2aと第2の可動部4の表面4aが同一面であり、第1の可動部2の裏面2bと第2の可動部4の裏面4b（図3参照）が同一面である。第1の可動部2の表面2aの面積は第2の可動部4の表面4aの面積よりも広く、第1の可動部2の質量が第2の可動部4の質量よりも大きい。例えば、第1の可動部2の質量は第2の可動部4の質量の2倍以上である。
- [0041] 長方形の右側（Y1側）の長辺1aの内側には長辺1aに沿って延びる長穴5aが形成され、左側（Y2側）の長辺1bの内側には長辺1bに沿って延びる長穴5bが形成されている。また、右側の長穴5aの内側には、第2の可動部の中央穴3の長辺と第2の可動部4の長辺との間の細長い隙間6aが、前記長穴5aと平行に形成されている。左側の長穴5bの内側には、中央穴3の長辺と第2の可動部4の長辺との間の細長い隙間6bが、前記長穴5bと平行に形成されている。
- [0042] 図1に示すように、右側の長辺1aの内側には右側連結リンク部10aが設けられている。右側連結リンク部10aの平面形状はクランク状であり、前方（X1方向）に延びる第1の連結腕11aと後方（X2方向）に延びる第2の連結腕12aおよび中間連結部13aとが一体に形成されている。第1の連結腕11aは、長辺1aの内側に延びる前記長穴5aの内部で、シリコン基板から切り出されて形成されており、第2の連結腕12aは、長穴5aの内側に延びる前記隙間6aの内部でシリコン基板から切り出されて形成されている。第1の連結腕11aと第2の連結腕12aは、これらと直交する向きの中間連結部13aによって一体に連結されている。
- [0043] 右側連結リンク部10aの第1の連結腕11aの前方（X1方向）の先端部と第1の可動部2とが、連結部14aにおいて回動自在に連結されており、右側連結リンク部10aの第2の連結腕12aの後方（X2方向）の先端部と第2の可動部4とが、連結部15aにおいて回動自在に連結されている。右側連結リンク部10aの第1の連結腕11aと中間連結部13aとに隣接する部分には、第1の右側支持部17aが独立して切り出されており、右

側連結リンク部 10 a の第 1 の連結腕 11 a と第 1 の右側支持部 17 a とが、支点連結部 16 a において回動自在に連結されている。

[0044] 左側の長辺 1 b の内側には左側連結リンク部 10 b が設けられている。左側連結リンク部 10 b は、前記右側連結リンク部 10 a と点対称であり、後方（X2 方向）に延びる第 1 の連結腕 11 b と前方（X1 方向）に延びる第 2 の連結腕 12 b および中間連結部 13 b とが一体に形成されている。第 1 の連結腕 11 b は、長辺 1 b の内側に延びる前記長穴 5 b の内部に位置し、第 2 の連結腕 12 b は、長穴 5 b の内側に延びる前記隙間 6 b の内部に位置している。第 1 の連結腕 11 b と第 2 の連結腕 12 b は、これらと直交する向きの中間連結部 13 b によって一体に連結されている。

[0045] 図 1 に示すように、左側連結リンク部 10 b の第 1 の連結腕 11 b の後方（X2）方向の先端部と第 1 の可動部 2 は、連結部 14 b において回動自在に連結されており、左側連結リンク部 10 b の第 2 の連結腕 12 b の前方（X1 方向）の先端部と第 2 の可動部 4 とが、連結部 15 b において回動自在に連結されている。左側連結リンク部 10 b の第 1 の連結腕 11 b と中間連結部 13 b とに隣接する部分には、第 1 の左側支持部 17 b が独立して切り出されており、左側連結リンク部 10 b の第 1 の連結腕 11 b と第 1 の左側支持部 17 b とが、支点連結部 16 b において回動自在に連結されている。

[0046] 図 4 に示すように、前記連結部 14 a では、第 1 の可動部 2 に溝 18 a が形成されており、この溝 18 a の内部において、右側連結リンク部 10 a の第 1 の連結腕 11 a と、第 1 の可動部 2 とを繋ぐトーションバー 19 a が設けられている。このトーションバー 19 a は、第 1 の可動部 2 および右側連結リンク部 10 a と同様にシリコンで形成されている。すなわち、長方形のシリコン基板をエッチングして、第 1 の可動部 2 や右側連結リンク部 10 a を分離する際に、第 1 の可動部 2 と第 1 の連結腕 11 a とを連結するようにシリコン基板の一部を残しシリコンを円柱状や角柱状に加工して、トーションバー 19 a が形成されている。

[0047] 図 5 に示すように、前記支点連結部 16 a では、第 1 の可動部 2 と第 1 の

右側支持部 17 a との間に、溝 18 b が形成されており、この溝 18 b 内において、右側連結リンク部 10 a と第 1 の右側支持部 17 a とが、シリコンで形成されたトーションバー 19 b で連結されている。

[0048] 図 4 に示す連結部 14 a では、トーションバー 19 a が捻り変形することで、第 1 の連結腕 11 a と第 1 の可動部 2 とが相対的に回転する。同様に、図 5 に示す支点連結部 16 a においても、トーションバー 19 b が捻り変形することで、右側連結リンク部 10 a と第 1 の右側支持部 17 a とが相対的に回転する。また、トーションバー 19 a, 19 b を形成しているシリコンが弾性材料であるため、第 1 の可動部 2 などに外力が作用していないときは、図 1 および図 4 に示すように、トーションバー 19 a, 19 b の弾性復元力により、第 1 の可動部 2 の表面 2 a と第 1 の連結腕 11 a の表面とが同一面となるように復元する。

[0049] なお、右側連結リンク部 10 a の第 2 の連結腕 12 a と第 2 の可動部 4 とを連結する連結部 15 a においても、同様にトーションバーが一体に形成されている。さらに、左側連結リンク部 10 b と、第 1 の可動部 2 ならびに第 2 の可動部 4 を連結している連結部 14 b, 15 b および支点連結部 16 b にも同様にしてトーションバーが一体に形成されており、弾性復元力を有する回転部が形成されている。

[0050] 右側の長辺 1 a の内側に形成された前記長穴 5 a 内では、前記右側連結リンク部 10 a の第 1 の連結腕 11 a が存在しない部分に、右外側支持リンク部 20 a が切り出されて設けられている。右外側支持リンク部 20 a と右側連結リンク部 10 a の第 2 の連結腕 12 a との間には、第 2 の右側支持部 21 a が切り出されて設けられている。そして、右外側支持リンク部 20 a の前方（X1 方向）に向いている基部と第 2 の右側支持部 21 a とが支点連結部 22 a によって回転自在に連結されている。

[0051] 図 5 に示すように、前記支点連結部 22 a では、第 2 の右側支持部 21 a と第 1 の可動部 2 との間に溝 18 c が形成されており、この溝 18 c 内に、右外側支持リンク部 20 a と第 2 の右側支持部 21 a とを連結するトーショ

ンバー 19c がシリコンで一体に形成されている。支点連結部 22a では、トーションバー 19c の弾性力により弾性復元力を発揮する回動支持部が形成されている。図 1 に示すように、右外側支持リンク部 20a の後方（X2 方向）に向く先端部と第 1 の可動部 2 とが連結部 23a で連結されている。この連結部 23a においても、右外側支持リンク部 20a と第 2 の可動部 4 とがトーションバーで連結されている。

[0052] 図 1 および図 5 に示すように、右外側支持リンク部 20a と前記右側連結リンク部 10a の中間連結部 13a とがリンク間連結部 24a によって連結されている。図 5 に示すように、リンク間連結部 24a には溝 18d が形成されており、溝 18d 内に、右外側支持リンク部 20a と前記右側連結リンク部 10a の中間連結部 13a とを連結するトーションバー 19d が一体に形成されている。

[0053] 右側連結リンク部 10a は、支点連結部 16a のトーションバー 19b を支点として回動し、右外側支持リンク部 20a は支点連結部 22a のトーションバー 19c を支点として回動するが、リンク間連結部 24a のトーションバー 19d は、2 つのトーションバー 19b とトーションバー 19c の距離のちょうど中点に位置している。図 2 に示すように、右側連結リンク部 10a と右外側支持リンク部 20a とが回動したときに、リンク間連結部 24a のトーションバー 19d は、それぞれを水平姿勢に戻す弾性復元力を与えるように機能する。

[0054] 図 1 に示すように、左側の長辺 1b の内側の長穴 5b 内では、前記左側連結リンク部 10b の第 1 の連結腕 11b が存在していない部分に、左外側支持リンク部 20b が切り出されて設けられている。左外側支持リンク部 20b の形状およびその支持構造は、前記右外側支持リンク部 20a と点対称である。左外側支持リンク部 20b の後方（X2 方向）に向く基部と第 2 の左側支持部 21b とが支点連結部 22b で連結されており、左外側支持リンク部 20b の前方（X1 方向）に向く先端部と第 2 の可動部 4 とが連結部 23b によって回動自在に連結されている。さらに、左側連結リンク部 10b の

中間連結部 13 b と左外側支持リンク部 20 b とがリンク間連結部 24 b で連結されている。前記支点連結部 22 b、連結部 23 b およびリンク間連結部 24 b のそれぞれには、図 5 と同様にトーションバーが一体に形成されている。

[0055] 図 1 と図 5 に示すように、右側の隙間 6 a 内では、前記右側連結リンク部 10 a の第 2 の連結腕 12 a が存在していない部分に、右内側支持リンク部 30 a が切り出されて設けられている。右内側支持リンク部 30 a の内側には、第 2 の可動部 4 の一部を切り出して形成された第 3 の右側支持部 31 a が設けられている。右内側支持リンク部 30 a と第 3 の右側支持部 31 a とが支点連結部 32 a で回動自在に連結されている。図 5 に示すように、支点連結部 32 a には溝 18 e が形成されており、溝 18 e 内に、右内側支持リンク部 30 a と第 3 の右側支持部 31 a とを連結するトーションバー 19 e が一体に形成されている。

[0056] 支点連結部 32 a に設けられたトーションバー 19 e は、前記右外側支持リンク部 20 a と第 2 の右側支持部 21 a とを連結しているトーションバー 19 c と同軸上に位置している。

[0057] 図 1 に示すように、右内側支持リンク部 30 a の前方 (X1 方向) に向く先端部と第 2 の可動部 4 とが連結部 33 a で回動自在に連結されている。この連結部 33 a にもトーションバーが設けられている。

[0058] 左側の隙間 6 b 内では、左側連結リンク部 10 b の第 2 の連結腕 12 b が存在していない部分に左内側支持リンク部 30 b が切り出されて設けられている。左内側支持リンク部 30 b の形状および支持構造は、前記右内側支持リンク部 30 a と点対称である。

[0059] 左内側支持リンク部 30 b の内側には第 2 の可動部 4 の一部を切り出して形成された第 3 の左側支持部 31 b が設けられており、左内側支持リンク部 30 b と第 3 の左側支持部 31 b とが支点連結部 32 b で回動自在に連結されている。また、左内側支持リンク部 30 b の後方 (X2 方向) に向く先端部と第 2 の可動部 4 とが連結部 33 b で連結されている。これら支点連結部

3 2 b と連結部 3 3 b においても、トーションバーが一体に形成されている。

[0060] 図 3 に示すように、可動センサ 1 には、第 1 の可動部 2 の表面 2 a と第 2 の可動部 4 の表面 4 a に対向する固定部 5 0 が設けられている。固定部 5 0 の下面 5 0 a には、図示しない支持体が一体に突出形成されており、この支持体によって、第 1 の右側支持部 1 7 a、第 1 の左側支持部 1 7 b、第 2 の右側支持部 2 1 a、第 2 の左側支持部 2 1 b、第 3 の右側支持部 3 1 a および第 3 の左側支持部 3 1 b が固定されて支持されている。この際、それぞれの支持部 1 7 a、1 7 b、2 1 a、2 1 b、3 1 a、3 1 b は、その表面が同一面に位置するように支持固定される。

[0061] なお、前記固定部 5 0 とは別個に第 1 の可動部 2 の裏面 2 b と第 2 の可動部 4 の裏面 4 b に対向する固定部が設けられ、この固定部から一体に延びる支持体によって、それぞれの支持部 1 7 a、1 7 b、2 1 a、2 1 b、3 1 a、3 1 b の裏面が固定支持されてもよい。

[0062] また、前記固定部 5 0 の内部では、支持部 1 7 a、1 7 b、2 1 a、2 1 b、3 1 a、3 1 b が動かないように固定されている状態で、図 2 と図 3 に示すように、第 1 の可動部 2 と第 2 の可動部 4 が上下に動くことのできる移動空間が形成されている。

[0063] 図 3 に示すように、固定部 5 0 の下面には第 1 の固定電極 5 1、5 1 と第 2 の固定電極 5 2 とが設けられている。固定部 5 0 はシリコン基板などであり、各固定電極 5 1、5 1、5 2 は、固定部 5 0 の下面 5 0 a に絶縁層を介して導電性金属材料をスパッタしまたはメッキすることで形成されている。第 1 の可動部 2 の表面 2 a には、前記第 1 の固定電極 5 1、5 1 に対面する第 1 の可動電極が絶縁層を介してスパッタやメッキ工程で形成されている。また、第 2 の可動部 4 の表面 4 a には、第 2 の固定電極 5 2 に対面する第 2 の可動電極が絶縁層を介してスパッタやメッキで形成されている。

[0064] このとき、第 1 の可動部 2 に設けられた第 1 の可動電極と、第 2 の可動部 4 に設けられる第 2 の可動電極は互いに導通されていない独立した電極とな

る。一方、固定部50に設けられている第1の固定電極51、51と第2の固定電極52は、互いに独立した電極であってもよいし、または、第1の固定電極51、51と第2の固定電極52とが互いに一体に形成されたあるいは互いに導通された共通固定電極であってもよい。

[0065] また、第1の可動部2と第2の可動部4が、シリコン基板などの導電性材料で形成されている場合には、第1の可動部2それ自体を第1の可動電極として使用し、第2の可動部4それ自体を第2の可動部として使用することができる。この場合、第1の可動部2と第2の可動部4は同じ基板から一体に形成されているため、第1の可動電極と第2の可動電極は互いに導通する共通可動電極となる。この場合、第1の固定電極51、51と第2の固定電極52とを互いに導通していない独立した電極とすることで、第1の可動部2と第1の固定電極51、51との間の静電容量、および第2の可動部4と第2の固定電極52との間の静電容量の変化を別々に取り出すことができる。

[0066] この可動センサ1は、外部から力（加速度）が作用していないときに、それぞれの支点連結部および連結部に設けられたトーションバーの弾性復元力により、図1に示すように、全ての部分の表面が同一平面となった状態を維持している。

[0067] 可動センサ1に外部から加速度が与えられると、この加速度は、支持部17a、17b、21a、21b、31a、31bおよびこれを支持する支持体に作用する。このとき、第1の可動部2の質量が第2の可動部4の質量よりも大きいため、第1の可動部2が慣性力によって絶対空間内で留まろうとし、その結果、支持部17a、17b、21a、21b、31a、31bに対して第1の可動部が加速度の作用方向と逆の方向へ相対的に移動する。

[0068] 図2と図3は、固定部50および支持部17a、17b、21a、21b、31a、31bに対して下向きの加速度が作用したときの動作を示している。このとき、第1の可動部2が慣性力で留まろうとするために固定部50に対して相対的に上方へ移動し、右側連結リンク部10aが支点連結部16aを中心に回転し、左側連結リンク部10bが支点連結部16bを中心とし

て回転する。その結果、第2の可動部4が固定部50に対して相対的に下方へ移動する。第1の可動部2と第2の可動部4が、その両側において右側連結リンク部10aと左側連結リンク部10bとで支持されており、しかも右側連結リンク部10aと左側連結リンク部10bとが点対称であるため、第1の可動部2と第2の可動部4は、互いに平行な姿勢を維持したまま逆向きに移動する。

[0069] 第1の可動部2と第2の可動部4は、右側連結リンク部10aと左側連結リンク部10bとで連結されていることによって、互いに平行な姿勢で逆方向へ移動できるが、さらに右外側支持リンク部20aと左外側支持リンク部20b、右内側支持リンク部30aと左内側支持リンク部30bが設けられているため、第1の可動部2と第2の可動部4は、平行な姿勢を安定して維持して移動することができる。

[0070] 図3に示すように、固定部50内において、第1の可動部2が上昇すると、第1の固定電極51と第1の可動部2の表面2aに設けられた第1の可動電極との距離が短くなるために電極間の静電容量が大きくなる。一方、第2の可動部4が下降するため、第2の固定電極52と第2の可動部4の表面に設けられた第2の可動電極との距離が長くなり、電極間の静電容量が低下する。そのため、第1の固定電極51で得られる静電容量の変化と第2の固定電極52で得られる静電容量の変化の差を求めることで、検知出力を高めることができる。また静電容量の変化の差を求めることで、温度特性などに起因する出力の変動分やノイズを相殺できる。

[0071] 前記第1の可動部2の移動量は加速度の大きさに比例するため、前記静電容量の変化の検知出力を得ることで、加速度を検出することが可能である。

[0072] 図8は、前記静電容量の変化の差を求める検出回路60の一例を示している。

図8の検出回路60では、第1の固定電極51と、第1の可動部2の表面2aに設けられた第1の可動電極とで構成される可変コンデンサーをCaで示し、第2の固定電極52と、第2の可動部4の表面4aに設けられた第2

の可動電極とで構成される可変コンデンサーをC bで示している。

[0073] パルス発生部6 1からは一定の周期の矩形波で電圧が変化するパルス信号が発生し、このパルス信号が抵抗器R aと前記可変コンデンサーC aとで構成される遅延経路L a 1に与えられる。遅延経路L a 1で立ち上がりが遅延した電圧と、遅延経路L a 1を経っていないバイパス経路L a 2を通過したパルス信号の電圧とがアンド回路6 2に与えられる。遅延経路L a 1では、可変コンデンサーC aの静電容量の変化により電圧の立ち上がり時刻が変化し、アンド回路6 2では、前記電圧の立ち上がり時刻の変化に対応したパルス幅の電圧が出力される。そしてアンド回路6 2から出力される矩形波が平滑回路6 3で平滑化される。

[0074] 同様に、抵抗器R bと可変コンデンサーC bとで構成される遅延経路L b 1を経た電圧と、バイパス経路L b 2を通過したパルス信号とがアンド回路6 4に与えられ、アンド回路6 4からは、可変コンデンサーC bの静電容量の変化に対応したパルス幅の電圧が出力される。そしてその電圧が平滑回路6 5で平滑化される。

[0075] アンド回路6 2から平滑回路6 3に与えられる電圧のパルス幅の変動と、アンド回路6 4から平滑回路6 5に与えられる電圧のパルス幅の変動は、互いに逆である。そこで、差動回路6 6において両出力の差を求めることで、絶対値を加算された検知出力を得ることができ、温度変化などによる変動分やノイズをキャンセルできる。

[0076] 上記回路では、温度変化などによる変動分やノイズをキャンセルするために、可変コンデンサーC aと可変コンデンサーC bとの容量が等しいことが好ましい。第1の固定電極5 1、5 1と第2の固定電極5 2は、可動電極との対向関係において、可変コンデンサーC aと可変コンデンサーC bとの容量が等しくなるように、その面積が決められている。

[0077] 次に、図6と図7は本発明の第2の実施の形態の可動センサ101を示す斜視図であり、図6は外力が作用していない状態を示し、図7は第1の可動部と第2の可動部が逆向きに移動している状態を示している。

- [0078] 図6と図7に示す可動センサ101において、第1の実施の形態の可動センサ1と同じ機能を発揮する部分には、同じ符号を付して詳しい説明を省略する。
- [0079] 図6と図7に示す可動センサ101は、図1と図2に示す可動センサ1の第3の右側支持部31aと第3の左側支持部31bが省略されており、可動センサ101は、第1の右側支持部17a、第1の左側支持部17b、第2の右側支持部21aおよび第2の左側支持部21bの4個の支持部を有しており、この4個の支持部が固定部50に固定されて使用される。
- [0080] 第1の右側支持部17aには、右側連結リンク部10aを回動自在に支持する支点連結部16aが設けられ、第1の左側支持部17bには左側連結リンク部10bを回動自在に支持する支点連結部16bが設けられている。第2の右側支持部21aには、右外側支持リンク部20aを支持する支点連結部22aが設けられ、第2の左側支持部21bには、左外側支持リンク部20bを支持する支点連結部22bが設けられている。
- [0081] そして、この可動センサ101では、右内側支持リンク部30aを支持する支点連結部132aが、第1の右側支持部17aに設けられ、左内側支持リンク部30bを支持する支点連結部132bが、第1の左側支持部17bに設けられている。
- [0082] この可動センサ101の動作は、前記可動センサ1と同じであるが、支持部を4個にできるため、支持構造を単純にできる。
- [0083] 図9と図10は本発明の第3の実施の形態の可動センサ201を示しており、図9は外力が作用していない状態を示す平面図で、図10は第1の可動部と第2の可動部が逆向きに移動している瞬間を示す斜視図である。図10では、図2および図7とは逆に、第1の可動部2が固定部50に対して相対的に下方へ移動し、その結果、第2の可動部4が上方へ向けて移動しており、第1の可動部2と第1の固定電極51、51とが離れ、第2の可動部4と第2の固定電極52とが接近した瞬間を示している。
- [0084] 図9と図10に示す可動センサ201に関しては、第1の実施の形態の可

動センサ 1 および第 2 の実施の形態の可動センサ 101 と同じ機能を発揮する部分に同じ符号を付してその詳しい説明を省略する。

[0085] 図 9 と図 10 に示す可動センサ 201 は、第 1 の右側支持部 17a と第 1 の左側支持部 17b とが左右方向 (Y1-Y2 方向) に離れて配置されており、その内側に第 2 の右側支持部 231a と第 2 の左側支持部 231b とが左右方向に間隔を空けて配置されている。第 1 の右側支持部 17a は右側連結リンク部 10a と右外側支持リンク部 20a を回動自在に支持し、第 1 の左側支持部 17b は左側連結リンク部 10b と左外側支持リンク部 20b を回動自在に支持している。第 2 の右側支持部 231a は、左内側支持リンク部 30a を回動し自在に支持し、第 2 の左側支持部 231b は、左内側支持リンク部 30b を回動自在に支持している。

[0086] 図 9 に示すように、可動センサ 201 の短辺 1c と短辺 1d との midpoint において左右方向 (Y1-Y2 方向) に延びる線を横中心線 O_x としたときに、第 1 の右側支持部 17a と第 1 の左側支持部 17b のそれぞれを前後方向に二分する midpoint が、前記横中心線 O_x 上に位置し、第 2 の右側支持部 231a と第 2 の左側支持部 231b のそれぞれを前後方向に二分する midpoint が、前記横中心線 O_x 上に位置している。また、第 1 の右側支持部 17a および第 1 の左側支持部 17b の前後方向 (X1-X2 方向) の幅寸法と、第 2 の右側支持部 231a および第 2 の左側支持部 231b の前後方向 (X1-X2 方向) の幅寸法は同一である。

[0087] 右側連結リンク部 10a は、第 1 の連結腕 11a が後方 (X 方向) に延びて、その先端部と第 1 の可動部 2 とが連結部 14a において回動自在に連結されている。この連結部 14a には、図 4 に示すトーションバー 19a が設けられている。以下に説明する他の連結部および支点連結部においても同様にトーションバーが設けられている。右側連結リンク部 10a に設けられた第 2 の連結腕 12a は前方 (X1 方向) に延びており、その先端部と第 2 の可動部 4 とが連結部 15a において回動自在に連結されている。また右側連結リンク部 10a の中間連結部 13a と第 1 の右側支持部 17a とが支点連

結部 1 6 a を介して回動自在に支持されている。

[0088] 同様に、左側連結リンク部 1 0 b は、前方 (X 1 方向) に延びる第 1 の連結腕 1 1 b の先端と第 1 の可動部 2 とが連結部 1 4 b において回動自在に連結され、後方 (X 2 方向) に延びる第 2 の連結腕 1 2 b の先端と第 2 の可動部 4 とが連結部 1 5 b で回動自在に連結されている。また、中間連結部 1 3 b と第 1 の左側支持部 1 7 b とが支点連結部 1 6 b において回動自在に支持されている。

[0089] 右外側支持リンク部 2 0 a は、基部が第 1 の右側支持部 1 7 a に支点連結部 2 2 2 a において回動自在に支持され、前方 (X 1 方向) に向く先端と第 1 の可動部 2 とが連結部 2 3 a において回動自在に連結されている。左外側支持リンク部 2 0 b は、その基部が支点連結部 2 2 2 b によって第 1 の左側支持部 1 7 b に回動自在に支持され、後方 (X 2 方向) に向く先端と第 1 の可動部 2 とが連結部 2 3 b において回動自在に連結されている。

[0090] また、右側連結リンク部 1 0 a と右外側支持リンク部 2 0 a が変形可能なリンク間連結部 2 4 a を介して連結されており、左側連結リンク部 1 0 b と左外側支持リンク部 2 0 b も変形可能なリンク間連結部 2 4 b を介して連結されている。

[0091] 第 2 の右側支持部 2 3 1 a には、支点連結部 3 2 a を介して右内側支持リンク部 3 0 a が回動自在に連結されており、右内側支持リンク部 3 0 a の後方 (X 2 方向) に向く先端と第 2 の可動部 4 とが連結部 3 3 a で回動自在に連結されている。第 2 の左側支持部 2 3 1 b には、支点連結部 3 2 b を介して左内側支持リンク部 3 0 b が回動自在に連結されており、左内側支持リンク部 3 0 b の前方 (X 1 方向) に向く先端と第 2 の可動部 4 とが連結部 3 3 b で回動自在に連結されている。

[0092] なお、右側連結リンク部 1 0 a の第 2 の連結腕 1 2 a と左内側支持リンク部 3 0 b とが、左右方向に延びる梁部 3 5 a によって一体に連結されており、左側連結リンク部 1 0 b の第 2 の連結腕 1 2 b と右内側支持リンク部 3 0 b とが、左右方向に延びる梁部 3 5 b によって一体に連結されている。

[0093] 図9と図10に示す可動センサ201は、第1の右側支持部17aと第1の左側支持部17bが固定されている固定部50、すなわち固定基板に前後方向(X1-X2方向)に向かって反りが発生しても、支点連結部16aと支点連結部222aおよび支点連結部16bと支点連結部222bが、本来の位置から上下に動きにくい構造である。

[0094] これと比較するために図6に示す可動センサ101を参照すると、この可動センサ101では、右側連結リンク部10aを支持する支点連結部16aと、右外側支持リンク部20aを支持する支点連結部22aとが、互いに独立して前後方向に離れて位置する第1の右側支持部17aと第2の右側支持部21aとに別々に設けられている。そのため、固定部50に前後方向(X1-X2)に向けて反りが発生したときに、第1の右側支持部17aがX1側が下向きとなるように傾き、第2の右側支持部21aがX2側が下向きとなるように傾くことがある。このとき、加速度が作用していない中立状態であるにもかかわらず、支点連結部16aと支点連結部22aが本来の位置よりも下がってしまう。その結果、第1の可動部2が本来の中立姿勢よりも下側へ移動し、第2の可動部4が本来の中立姿勢よりも上側へ移動して、加速度が作用していないにもかかわらず、図8に示す検出回路60から各可動部2, 4の移動量に比例した検知出力がオフセットノイズとして発生することになる。

[0095] 一方、図9と図10に示す可動センサ201は、支点連結部16aと支点連結部222aとが同じ第1の右側支持部17aに設けられ、支点連結部16bと支点連結部222bとが同じ第1の左側支持部17bに設けられ、しかも第1の右側支持部17aと第1の左側支持部17bが横中心線Ox上に位置している。そのために、固定部50に反りが発生しても、支点連結部16aと支点連結部222a、および支点連結部16bと支点連結部222bが本来の位置から上下に大きく動くのを抑えることができる。そのため、前記のような中立状態でのオフセットノイズを低減できる。

[0096] 次に、図1に示した可動センサ1では、右内側支持リンク部30aを支持

する支点連結部 32a と、左内側支持リンク部 30b を支持する支点連結部 32b が前後方向に離れて位置しているために、固定部 50 に前後方向の反りが発生すると、加速度が作用していないにもかかわらず、支点連結部 32a と支点連結部 32b とが本来の中立位置よりも上下いずれかに動いてしまい、その結果、第 2 の可動部 4 が本来の位置よりも上下に移動してしまうことがある。

[0097] これに対し、図 9 と図 10 に示す可動センサ 201 は、右内側支持リンク部 30a を支持する支点連結部 32a と、左内側支持リンク部 30b を支持する支点連結部 32b とが、横中心線 O_x から前後に大きく離れていない。よって、固定部 50 に反りが生じても支点連結部 32a と支点連結部 32b が上下に動きにくくなり、第 2 の可動部 4 が本来の中立姿勢よりも上下に動くことを抑制できる。これによっても、オフセットノイズを低減できる。

[0098] 図 11 と図 12 は本発明の第 4 の実施の形態の可動センサ 301 を示す斜視図であり、図 11 は外力が作用していない状態を示し、図 12 は第 1 の可動部 2 と第 2 の可動部 4 が逆向きに移動している状態を示している。

[0099] 図 11 と図 12 に示す可動センサ 301 は、図 9 と図 10 に示す第 3 の実施の形態の可動センサ 201 を改良したものであるため、以下では可動センサ 301 と可動センサ 201 の相違部分を主として説明する。また、図 11 と図 12 に示す可動センサ 301 のうちの可動センサ 201 と同じ機能を発揮する部分には、同じ符号を付して詳しい説明を省略する。

[0100] 図 11 と図 12 に示す可動センサ 301 は、図 9 と図 10 に示す可動センサ 201 の第 2 の右側支持部 231a と第 2 の左側支持部 231b を省略しており、固定部 50 に固定される支持部は、第 1 の右側支持部 17a と第 1 の左側支持部 17b のみとなっている。

[0101] 右側連結リンク部 10a は、支点連結部 16a を介して第 1 の右側支持部 17a に回動自在に支持され、右外側支持リンク部 20a は、支点連結部 22a を介して前記第 1 の右側支持部 17a に回動自在に支持されている。また、右側連結リンク部 10a と右外側支持リンク部 20a はリンク間連結

部 2 4 a によって回動自在に連結されている。同様に、左側連結リンク部 1 0 b は、支点連結部 1 6 b を介して第 1 の左側支持部 1 7 b に回動自在に支持され、左外側支持リンク部 2 0 b は、支点連結部 2 2 2 b を介して前記第 1 の左側支持部 1 7 b に回動自在に支持されている。また、左側連結リンク部 1 0 b と左外側支持リンク部 2 0 b はリンク間連結部 2 4 b によって回動自在に連結されている。

[0102] 第 2 の可動部 4 に連結されている右内側支持リンク部 3 0 a は、内側リンク間連結部 3 3 2 a を介して右側連結リンク部 1 0 a に回動自在に連結されており、同じく第 2 の可動部 4 に連結されている左内側支持リンク部 3 0 b は、内側リンク間連結部 3 3 2 b を介して左側連結リンク部 1 0 b に回動自在に連結されている。

[0103] 右側のリンク間連結部 2 4 a と内側リンク間連結部 3 3 2 a、および左側のリンク間連結部 2 4 b と内側リンク間連結部 3 3 2 b は、全て横中心線 O x 上で同一線上に位置している。前記横中心線 O x は、リンク部と第 1 の可動部 2 との前方 (X 1 側) での連結部 2 3 a, 1 4 b と、後方 (X 2 側) での連結部 2 3 b, 1 4 a との midpoint に位置している。

[0104] 右側連結リンク部 1 0 a と左側連結リンク部 1 0 b が支点連結部 1 6 a, 1 6 b を支点として回動すると、これに合わせて、右内側支持リンク部 3 0 a が内側リンク間連結部 3 3 2 a を支点として回動し、左内側支持リンク部 3 0 b が内側リンク間連結部 3 3 2 b を支点として回動する。そして、第 2 の可動部 4 が、第 1 の可動部 2 との平行姿勢を維持したまま、第 1 の可動部 2 と逆向きに動作するようになる。

[0105] 図 1 1 と図 1 2 に示す可動センサ 3 0 1 は、固定部 5 0 に固定される支持部が、第 1 の右側支持部 1 7 a と第 1 の左側支持部 1 7 b だけであるため、熱応力などによって固定部 5 0 に反りが生じても、各リンク部の支点部の位置にずれが生じるのを抑制でき、オフセットノイズをさらに低減しやすくなる。

[0106] 図 1 と図 2 に示す可動センサ 1 と、図 6 と図 7 に示す可動センサ 1 0 1、

ならびに図9と図10に示す可動センサ201、さらには図11と図12に示す可動センサ301は、共に長方形のシリコン基板から切り出されているために、小型で薄型に構成することができる。また表面と裏面から突出する部材が無い場合、支持構造や固定電極51、52を支持する固定部50を容易に位置決めできる。

[0107] 図11には、第1の可動部2に対向する第1の固定電極51と、第2の可動部に対向する第2の固定電極52とが破線で示されている。

[0108] 第1の固定電極51は、その全体が第1の可動部2に対向し、第1の固定電極51の縁部は、第1の可動部2の縁部の内側に距離を空けて配置されている。第2の固定電極52は、その全体が第2の可動部4に対向し、第2の固定電極52の縁部は、第2の可動部4の縁部の内側に距離を空けて配置されている。その結果、その全体が第1の可動電極として機能する第1の可動部2と、その全体が第2の可動電極として機能する第2の可動部4が、X方向またはY方向に振動などで動いたとしても、第1の可動部2と第1の固定電極51との対向面積、および第2の可動部4と第2の固定電極52との対向面積が減少することがなく、常に静電容量の変化を正確に検知できるようになる。

[0109] また、第1の固定電極51、51の面積と、第2の固定電極52の面積は、図8に示す可変コンデンサーCaと可変コンデンサーCbの容量が等しくなるように設定されている。

符号の説明

- [0110] 1, 101, 201 可動センサ
2 第1の可動部
4 第2の可動部
10a 右側連結リンク部
10b 左側連結リンク部
14a, 14b, 15a, 15b 連結部
16a, 16b 支点連結部

- 17 a 第1の右側支持部
- 17 b 第1の左側支持部
- 20 a 右外側支持リンク部
- 20 b 左外側支持リンク部
- 21 a 第2の右側支持部
- 21 b 第2の左側支持部
- 22 a, 22 b 支点連結部
- 23 a, 23 b 連結部
- 24 a, 24 b リンク間連結部
- 30 a 右内側支持リンク部
- 30 b 左内側支持リンク部
- 31 a 第3の右側支持部
- 31 b 第3の左側支持部
- 32 a, 32 b 支点連結部
- 33 a, 33 b 連結部
- 50 固定部
- 51 第1の固定電極
- 52 第2の固定電極
- 132 a, 132 b 支点連結部
- 222 a, 222 b 支点連結部
- 231 a 第2の右側支持部
- 231 b 第2の左側支持部
- 332 a, 232 b 内側リンク間連結部

請求の範囲

- [請求項1] 可動部と固定部に互いに対向する電極が設けられ、前記可動部が前記固定部と接近しまたは離反する際の前記電極間の静電容量の変化を検出する可動センサにおいて、
- 第1の可動部および第2の可動部と、前記両可動部のそれぞれに回動自在に連結されたリンク部とを有し、前記リンク部は、前記第1の可動部との連結部と前記第2の可動部との連結部の間に支点が設定されて、前記リンク部が前記支点を中心に回動したときに、前記第1の可動部と前記第2の可動部の一方が固定部に接近し他方が前記固定部から離れるように動作可能であり、
- 前記第1の可動部に第1の可動電極が前記第2の可動部に第2の可動電極が、それぞれの可動部の同じ方向に向く面に設けられ、前記固定部には、前記第1の可動電極に対向する第1の固定電極と、前記第2の可動電極に対向する第2の固定電極とが設けられていることを特徴とする可動センサ。
- [請求項2] 前記第1の可動電極と前記第1の固定電極との間の静電容量の変化と、前記第2の可動電極と前記第2の固定電極との間の静電容量の変化の差を求める検出回路を有する請求項1記載の可動センサ。
- [請求項3] 前記第1の可動部の質量と前記第2の可動部の質量のいずれか一方が他方よりも大きく、質量の大きい前記可動部が外部から与えられる加速度に反応して移動し、このとき質量の小さい前記可動部が質量の大きい前記可動部と逆向きに移動する請求項1または2記載の可動センサ。
- [請求項4] 前記第1の可動部と前記第2の可動部とが同じ厚みを有し、前記第1の可動部と前記第2の可動部の表面どうしと裏面どうしが同一面となったときに、前記リンク部、ならびに前記リンク部を回動自在に支持する支持部が、前記表面と前記裏面との厚みの範囲内に収まる請求項1ないし3のいずれかに記載の可動センサ。

- [請求項5] 前記第1の可動部と前記第2の可動部と前記リンク部および前記支持部が、同じ板材から切り出されている請求項4記載の可動センサ。
- [請求項6] 前記第1の可動部と前記リンク部との連結部、前記第2の可動部と前記リンク部との連結部、および前記リンク部と前記支持部との前記支点での連結部は、それぞれの部材間が前記板材の一部で形成したトーションバーを介して回動自在に連結されている請求項5記載の可動センサ。
- [請求項7] 前記第1の可動部と前記第2の可動部が導電性材料で形成され、前記第1の可動部自体が前記第1の可動電極として機能し、前記第2の可動部自体が前記第2の可動電極として機能する請求項1ないし6のいずれかに記載の可動センサ。
- [請求項8] 前記リンク部として、左右方向（Y）に間隔を空けて前後方向（X）に延びる右側連結リンク部と左側連結リンク部とが設けられ、前記右側連結リンク部は右側支点を介して第1の右側支持部に回動自在に支持され、前記左側連結リンク部は左側支点を介して第1の左側支持部に回動自在に支持されており、
- 前記右側連結リンク部と前記第1の可動部との連結部と、前記左側連結リンク部と前記第1の可動部との連結部の、いずれか一方が前方（X1）に位置し、他方が後方（X2）に位置し、
- 前記右側連結リンク部と前記第2の可動部との連結部が、前記右側支点を挟んで、前記右側連結リンク部と前記第1の可動部との連結部と前後逆側に位置し、前記左側連結リンク部と前記第2の可動部との連結部が、前記左側支点を挟んで、前記左側連結リンク部と前記第1の可動部との連結部と前後逆側に位置しており、
- 前記第1の右側支持部と前記第1の左側支持部が前記固定部に固定されている請求項1ないし7のいずれかに記載の可動センサ。
- [請求項9] 右外側支持リンク部が前記第1の右側支持部と前記第1の可動部とに回動自在に連結され、前記右外側支持リンク部と前記第1の可動部

との連結部が、前記右側連結リンク部と前記第 1 の可動部との連結部と前後逆側に位置し、

左外側支持リンク部が前記第 1 の左側支持部と前記第 1 の可動部とに回動自在に連結され、前記左外側支持リンク部と前記第 1 の可動部との連結部が、前記左側連結リンク部と前記第 1 の可動部との連結部と前後逆側に位置している請求項 8 記載の可動センサ。

[請求項10]

第 2 の右側支持部と第 2 の左側支持部とが設けられ、

右内側支持リンク部が前記第 2 の右側支持部と前記第 2 の可動部とに回動自在に連結され、前記右内側支持リンク部と前記第 2 の可動部との連結部が、前記右側連結リンク部と前記第 2 の可動部との連結部と前後逆側に位置し、

左内側支持リンク部が前記第 2 の左側支持部と前記第 2 の可動部とに回動自在に連結され、前記左内側支持リンク部と前記第 2 の可動部との連結部が、前記左側連結リンク部と前記第 2 の可動部との連結部と前後逆側に位置している請求項 8 または 9 記載の可動センサ。

[請求項11]

前記第 1 の右側支持部と前記第 1 の左側支持部とが、左右方向（Y）に延びる同一線上に配置されている請求項 8 または 9 記載の可動センサ。

[請求項12]

前記第 1 の右側支持部と前記第 1 の左側支持部、および前記第 2 の右側支持部と前記第 2 の左側支持部とが、左右方向（Y）に延びる同一線上に配置されている請求項 10 記載の可動センサ。

[請求項13]

右外側支持リンク部がリンク間連結部を介して前記右側連結リンク部に回動自在に連結され、左外側支持リンク部がリンク間連結部を介して前記左側連結リンク部に回動自在に連結され、

前記右外側支持リンク部と前記第 1 の可動部との連結部が、前記リンク間連結部を挟んで、前記右側連結リンク部と前記第 1 の可動部との連結部と前後逆側に位置し、

前記左外側支持リンク部と前記第 1 の可動部との連結部が、前記リ

リンク間連結部を挟んで、前記左側連結リンク部と前記第 1 の可動部との連結部と前後逆側に位置しており、

前記右外側支持リンク部と前記第 1 の可動部との連結部と、前記左外側支持リンク部と前記第 1 の可動部との連結部が、前後逆側に位置している請求項 8 記載の可動センサ。

[請求項14]

右内側支持リンク部が内側リンク間連結部を介して前記右側連結リンク部に回動自在に連結され、左内側支持リンク部が内側リンク間連結部を介して前記左側連結リンク部に回動自在に連結され、

前記右内側支持リンク部と前記第 2 の可動部との連結部が、前記内側リンク間連結部を挟んで、前記右側連結リンク部と前記第 2 の可動部との連結部と前後逆側に位置し、

前記左内側支持リンク部と前記第 2 の可動部との連結部が、前記内側リンク間連結部を挟んで、前記左側連結リンク部と前記第 2 の可動部との連結部と前後逆側に位置しており、

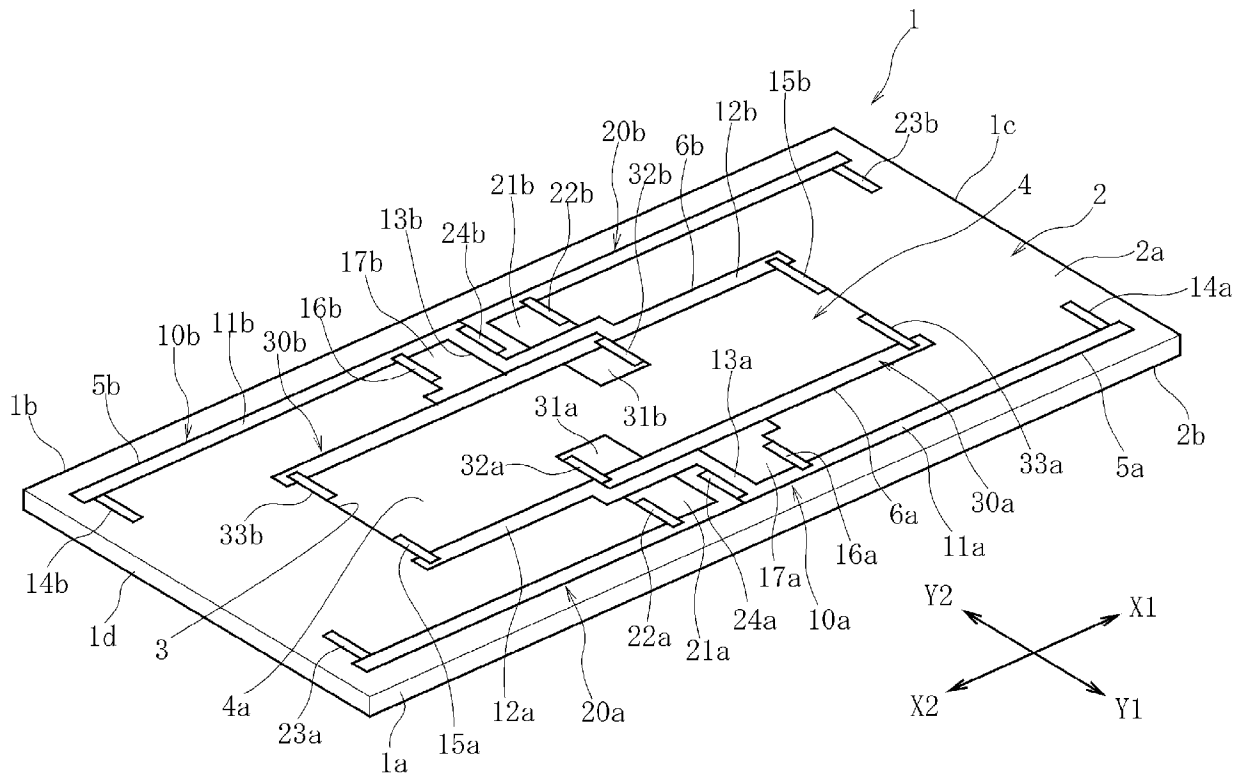
前記右内側支持リンク部と前記第 2 の可動部との連結部と、前記左内側支持リンク部と前記第 2 の可動部との連結部が、前後逆側に位置している請求項 13 記載の可動センサ。

[請求項15]

前記リンク間連結部と前記内側リンク間連結部とが、左右方向（Y）に延びる同一線上に配置されている請求項 13 または 14 記載の可動センサ。

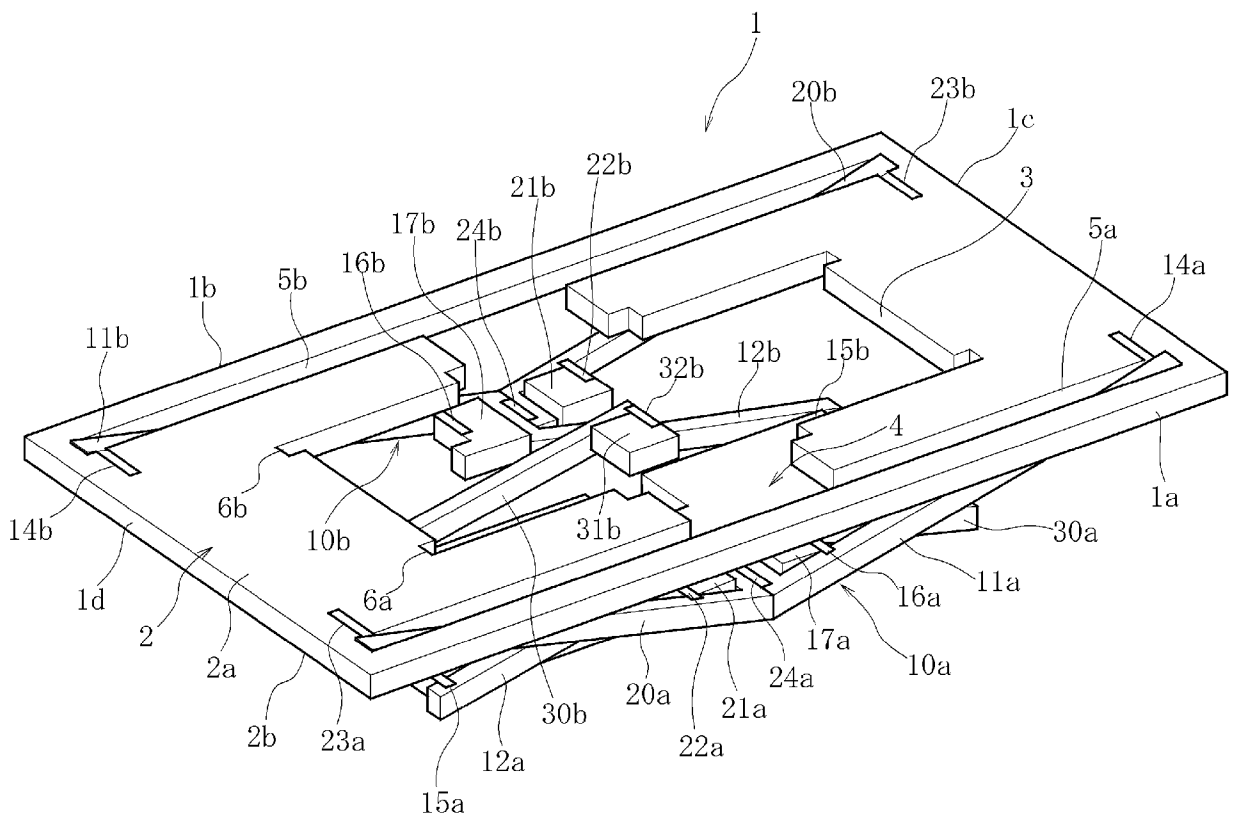
[図1]

[図1]



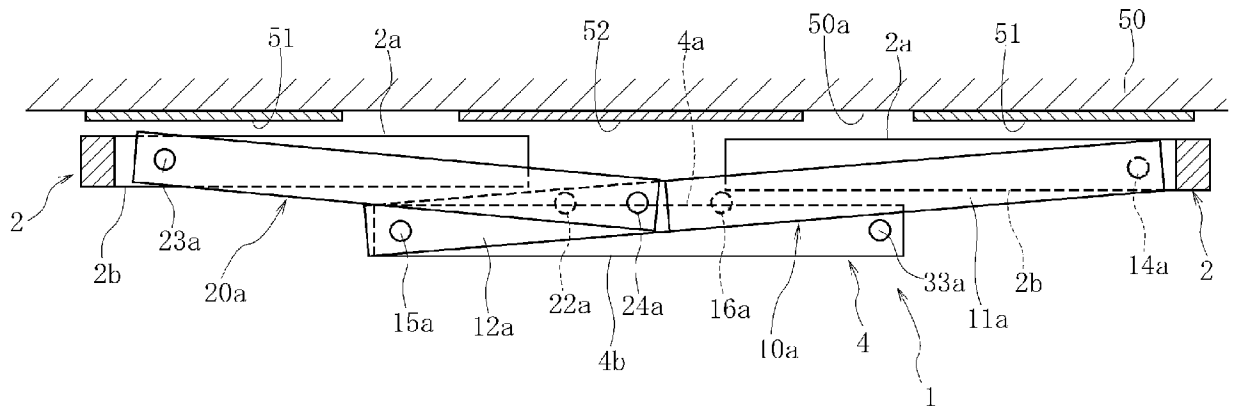
[図2]

[図2]



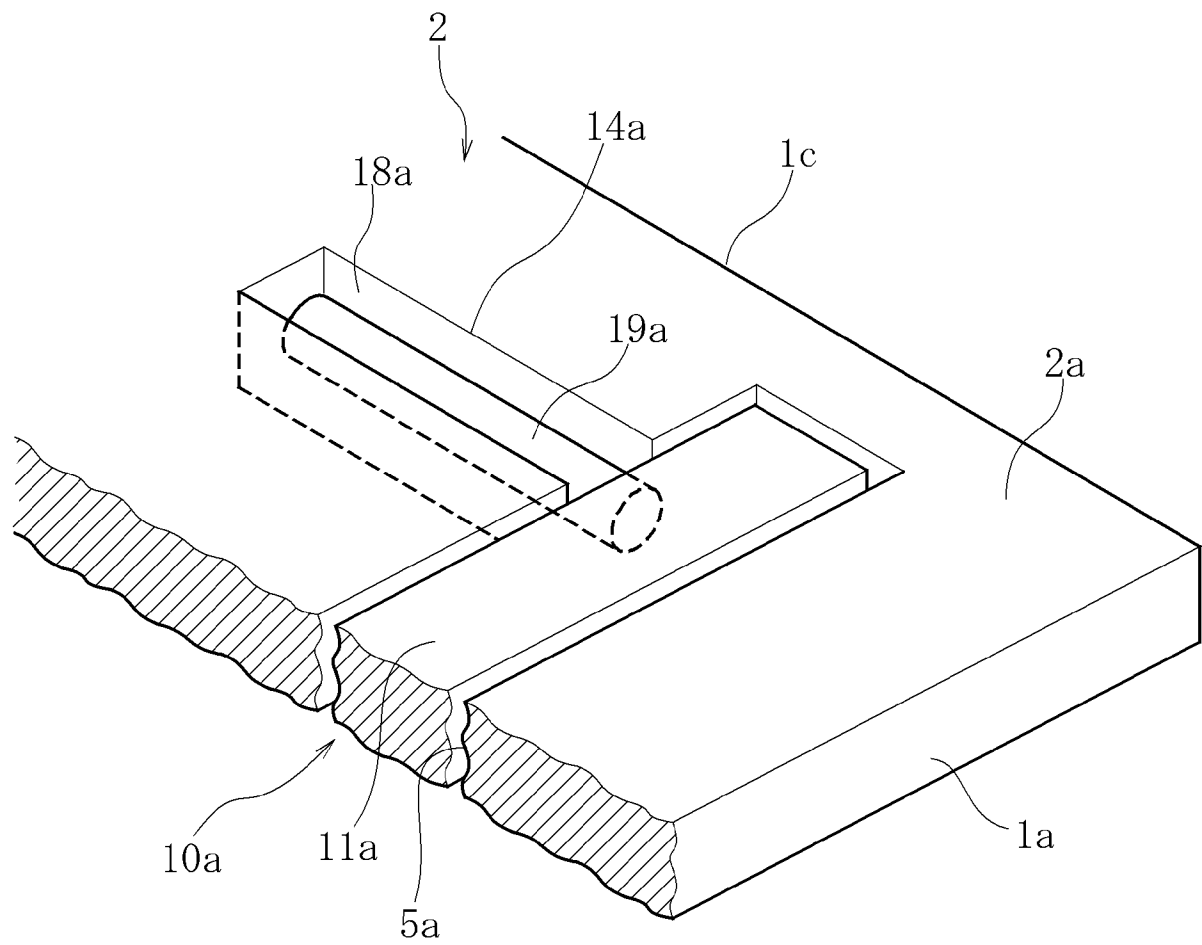
[図3]

図3



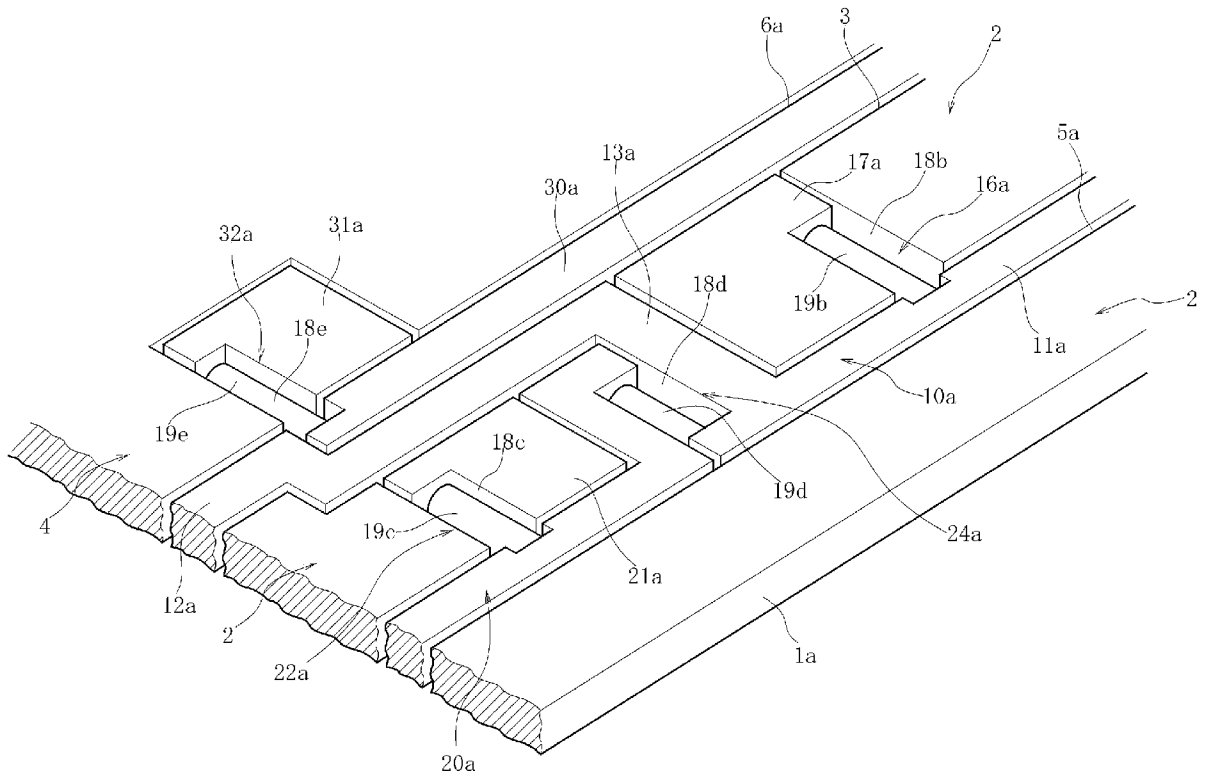
[図4]

図4



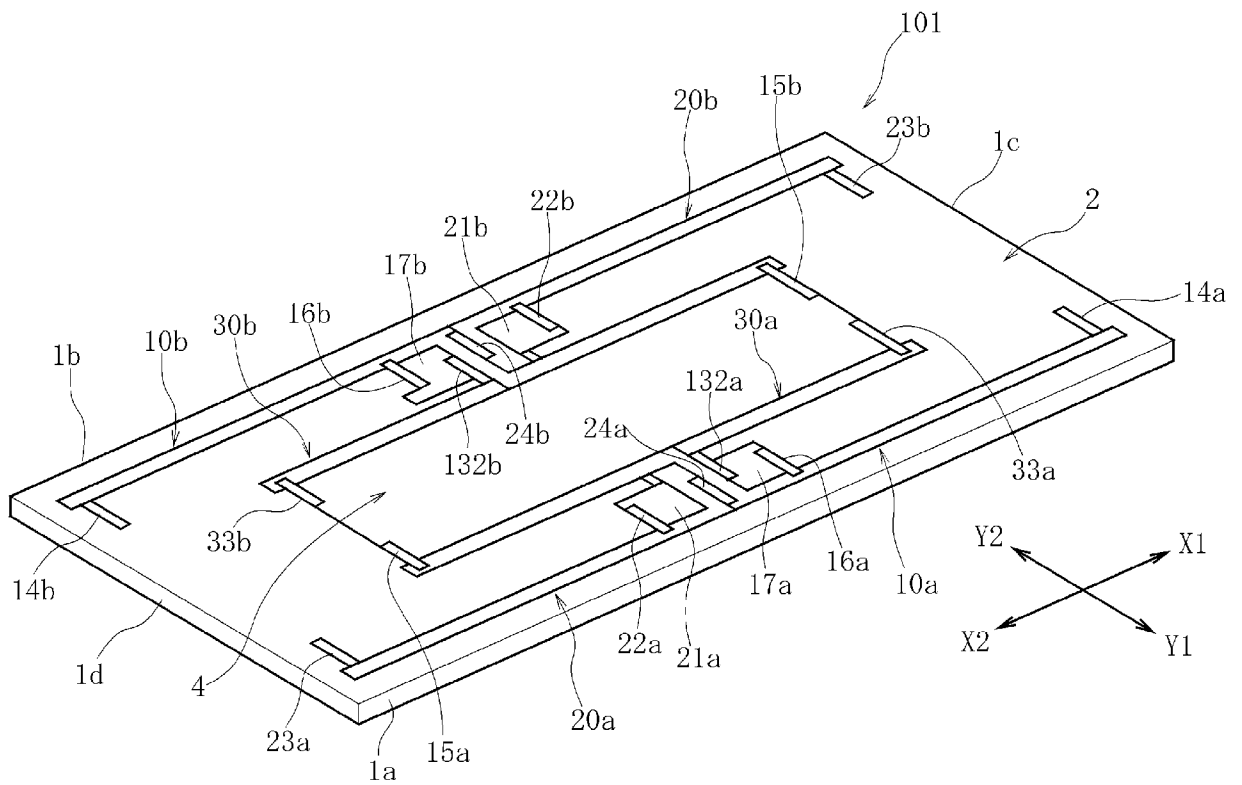
[図5]

図5



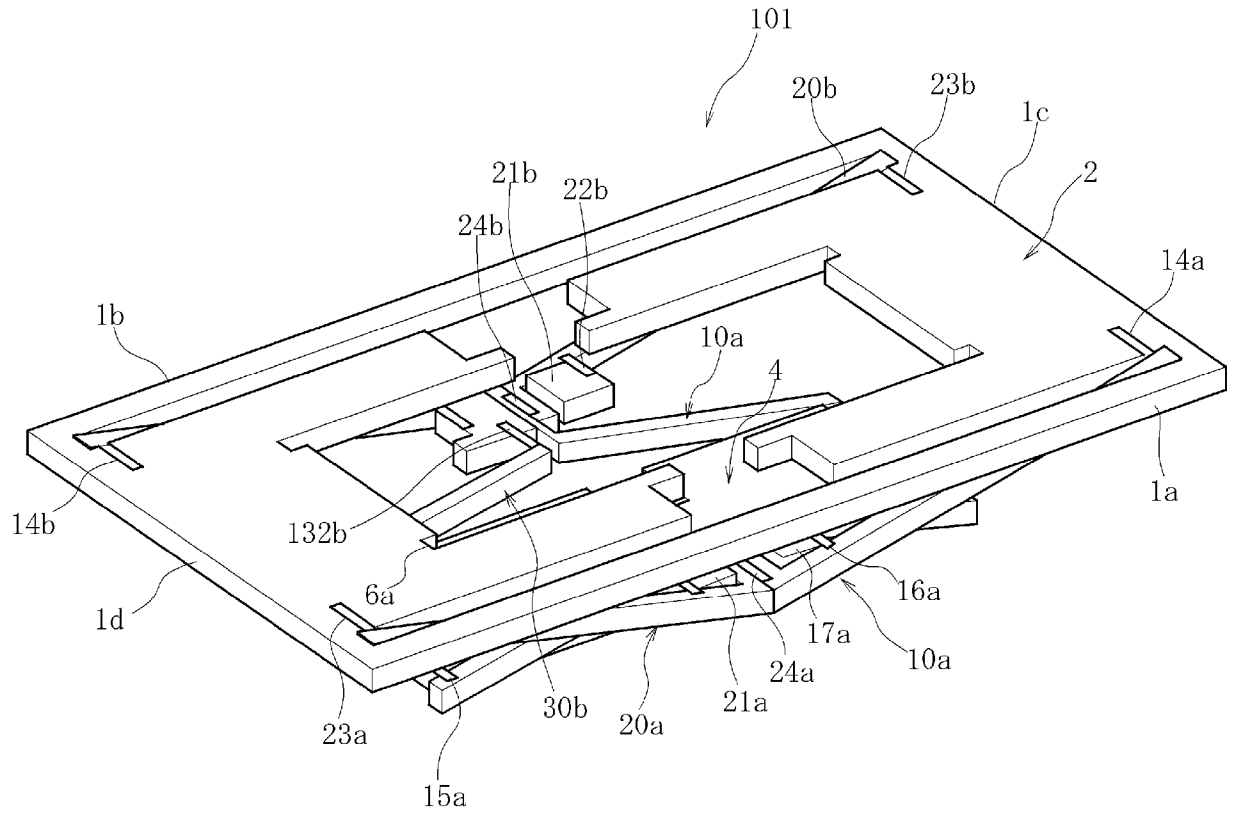
[図6]

図6



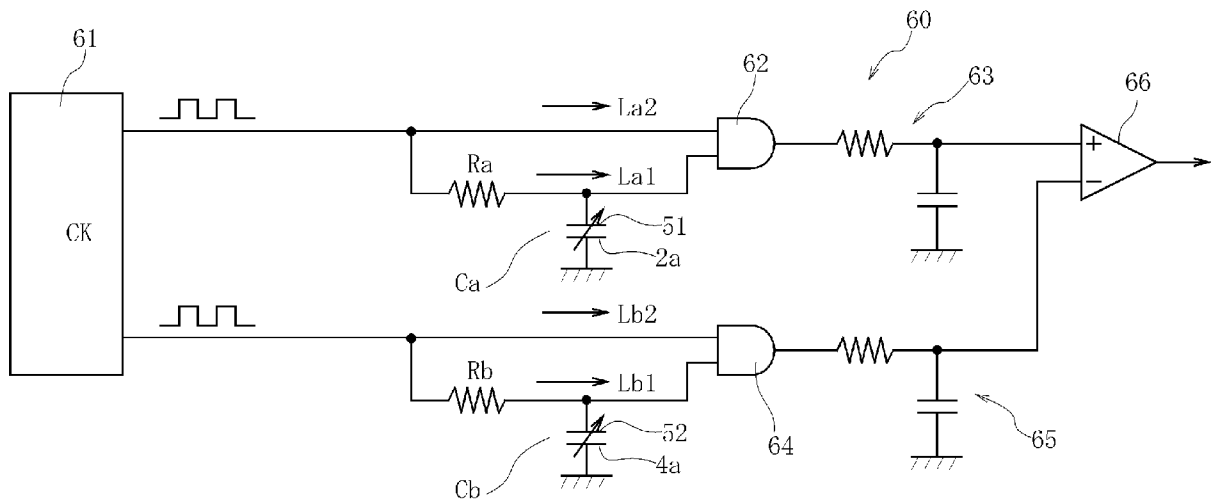
[図7]

図7



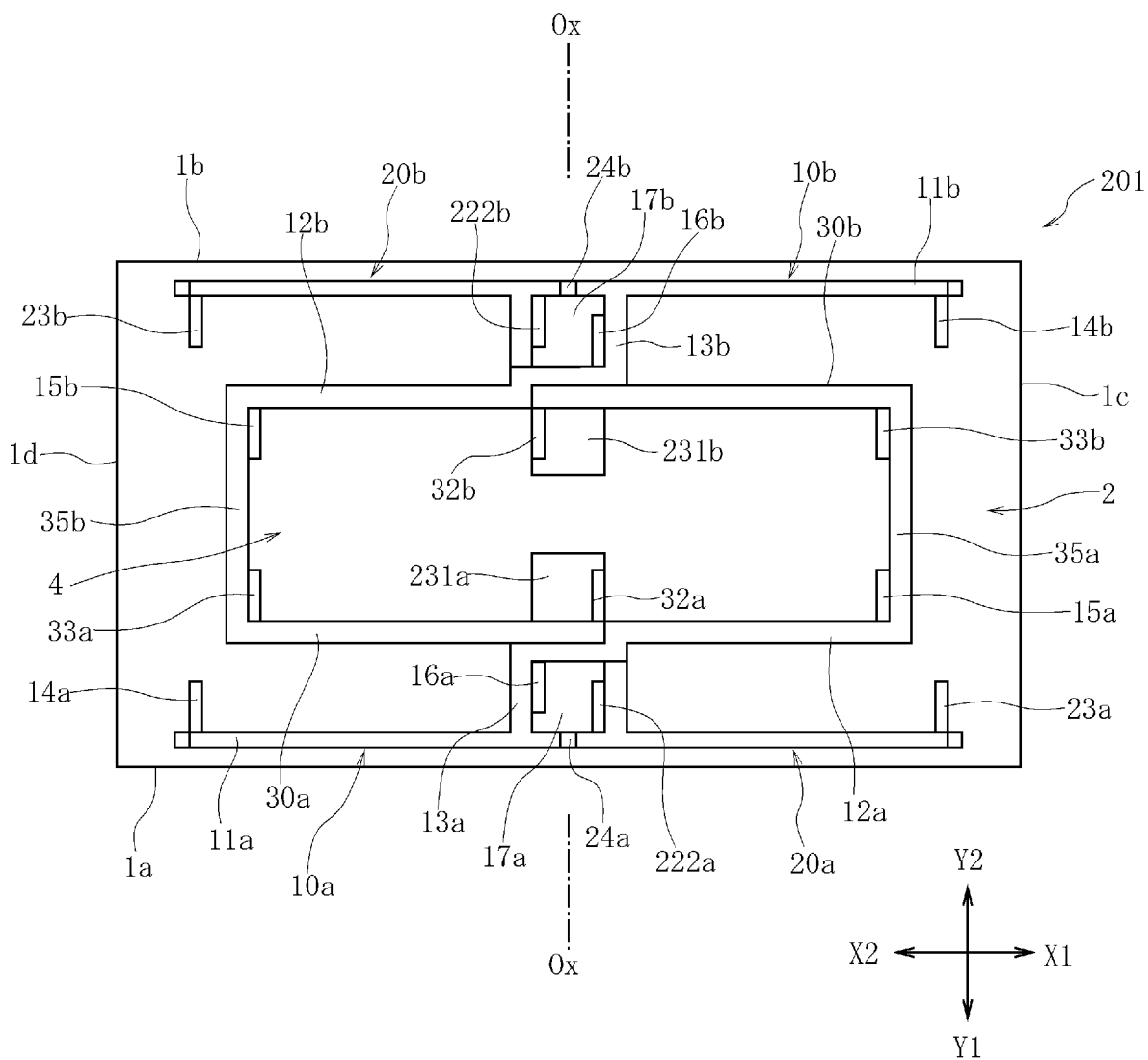
[図8]

図8



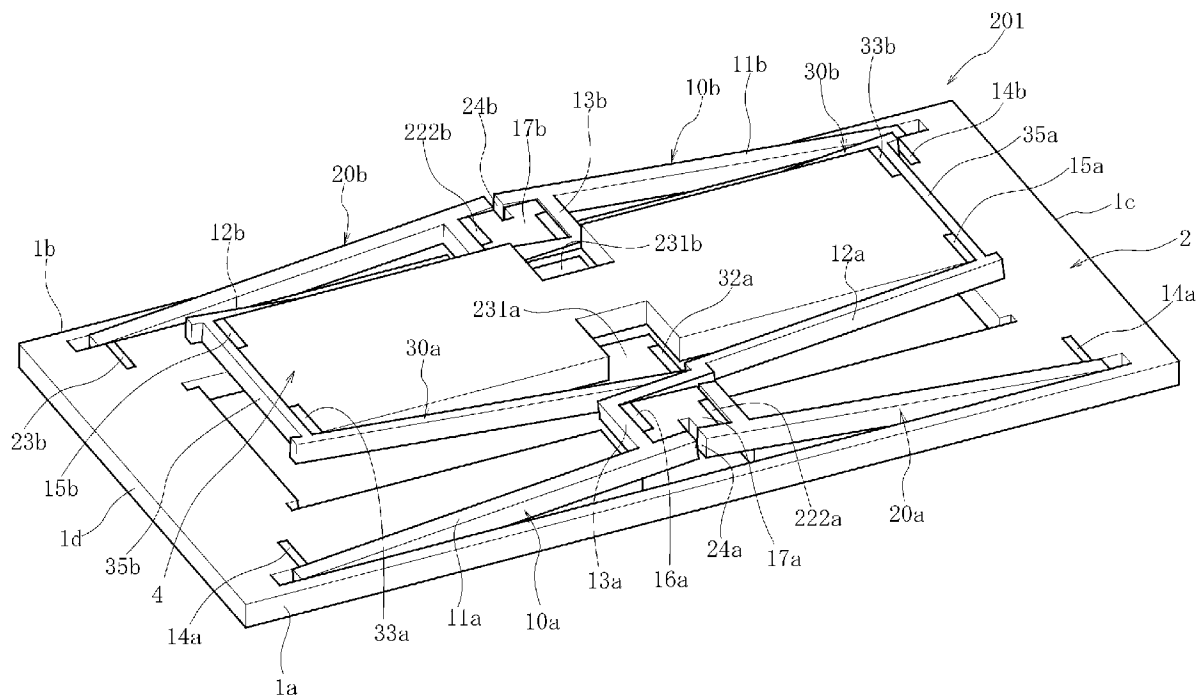
[図9]

図9



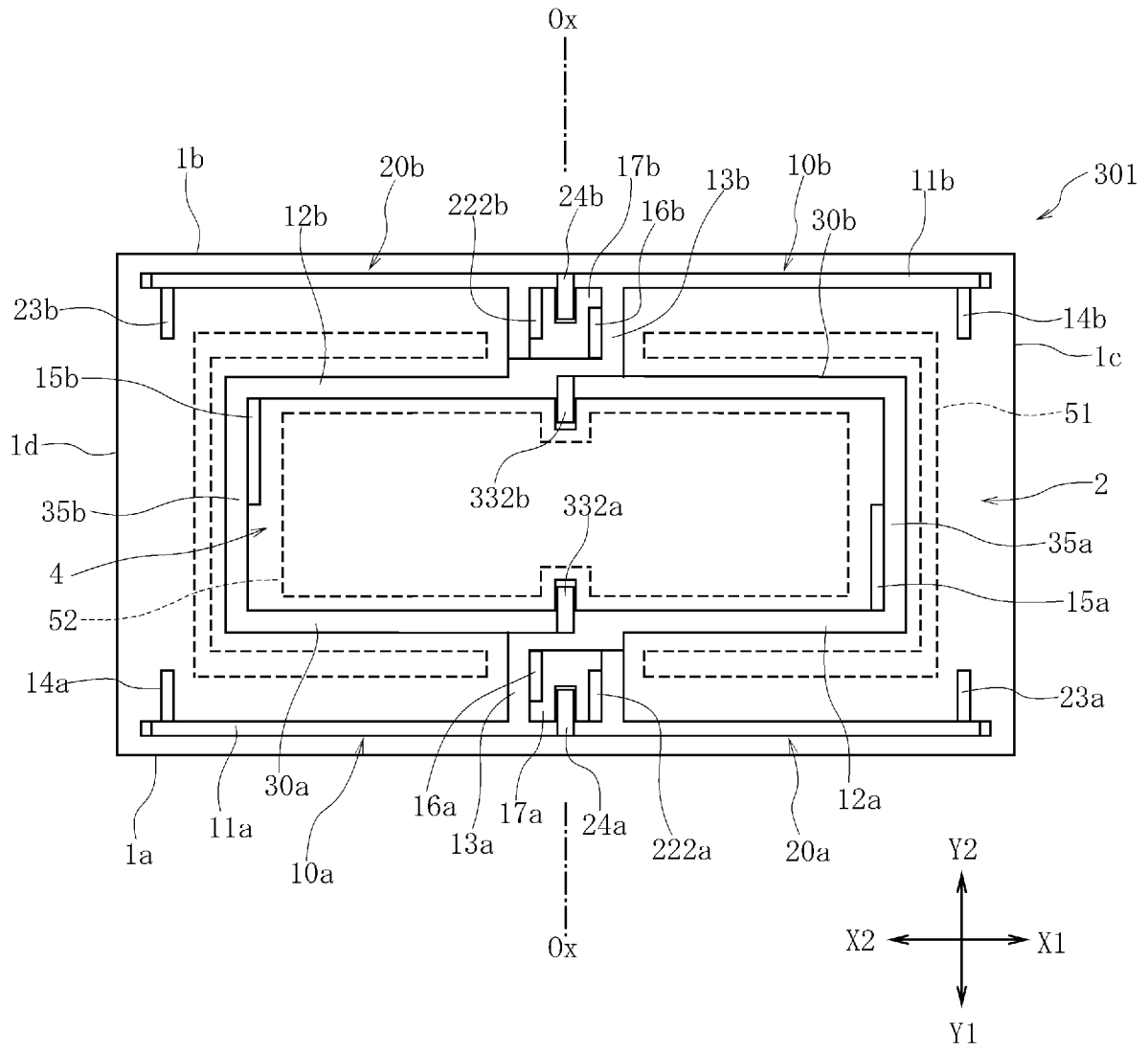
[図10]

図10



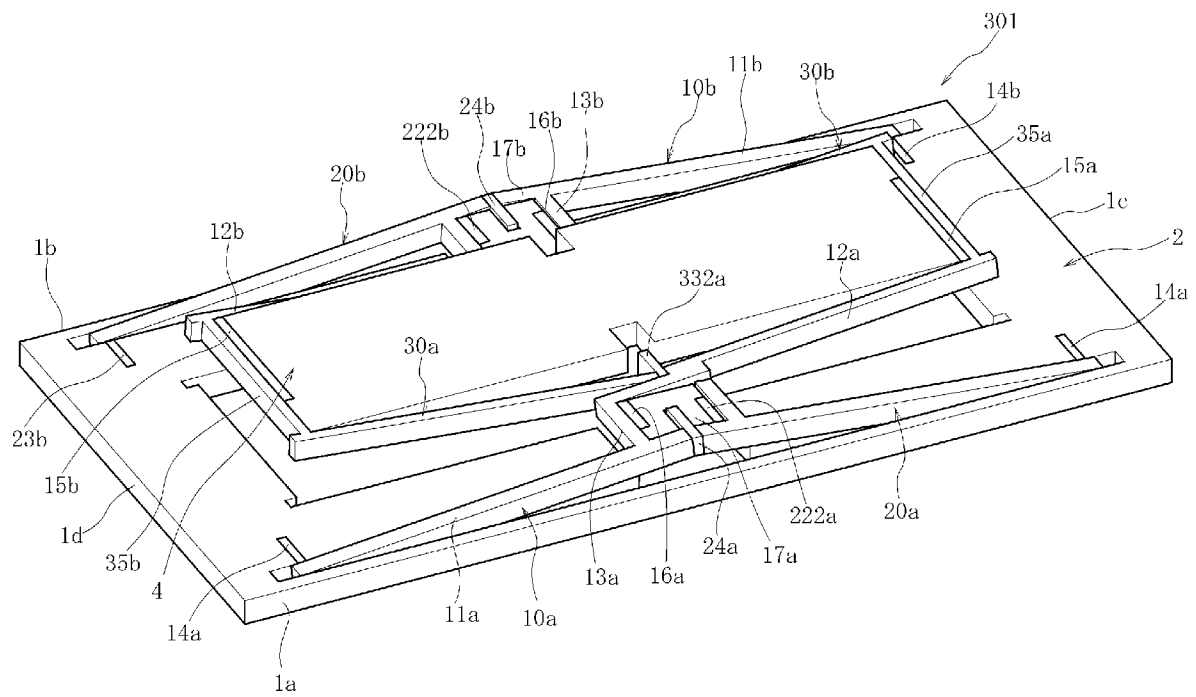
[図11]

図11



[図12]

図12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/062082

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01P15/125(2006.01) i, H01L29/84(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01P15/125, H01L29/84

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2003/044539 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 30 May, 2003 (30.05.03), Full text; all drawings & US 2004/0025591 A1 & US 2004/0079154 A1	1-15
A	JP 2008-139282 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 June, 2008 (19.06.08), Full text; all drawings & US 2008/0110260 A1 & DE 102007052804 A & CN 101231303 A	1-15
A	US 2005/0092107 A1 (Honeywell International, Inc.), 05 May, 2005 (05.05.05), Full text; all drawings & EP 1738181 A & WO 2005/043174 A1	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 23 July, 2009 (23.07.09)	Date of mailing of the international search report 04 August, 2009 (04.08.09)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01P15/125 (2006.01) i, H01L29/84 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01P15/125, H01L29/84

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2003/044539 A1 (三菱電機株式会社), 2003.05.30, 全文, 全図 & US 2004/0025591 A1 & US 2004/0079154 A1	1-15
A	JP 2008-139282 A (三菱電機株式会社), 2008.06.19, 全文, 全図 & US 2008/0110260 A1 & DE 102007052804 A & CN 101231303 A	1-15
A	US 2005/0092107 A1 (Honeywell International, Inc.) 2005.05.05, 全文, 全図 & EP 1738181 A & WO 2005/043174 A1	1-15

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.07.2009

国際調査報告の発送日

04.08.2009

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

越川 康弘

2 F

4454

電話番号 03-3581-1101 内線 3216