

(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
2014年6月19日(19.06.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/092040 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 15/12 (2006.01) **H01L 29/84** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/082931
- (22) 国際出願日: 2013年12月9日(09.12.2013)
- (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 2012-271987 2012年12月13日(13.12.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 北居正弘(KITAI, Masahiro); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 市丸正幸(ICHIMARU, Masayuki); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務所 (KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5400011 大阪府大阪府中央区農人橋1丁目4番34号 Osaka (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

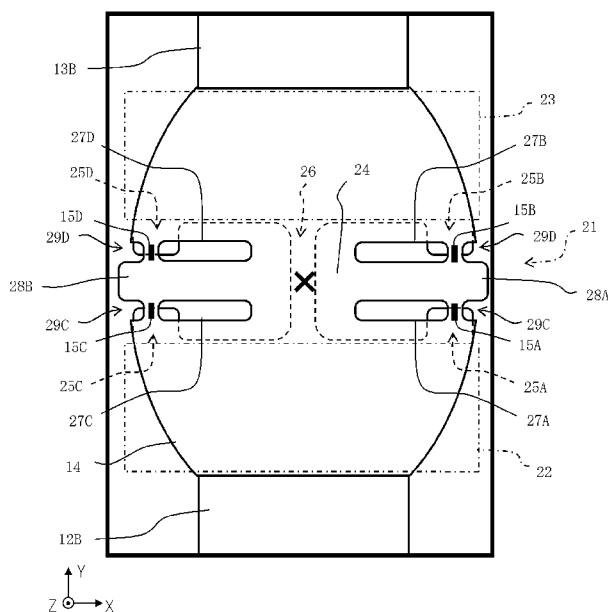
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ANGULAR ACCELERATION SENSOR AND ACCELERATION SENSOR

(54) 発明の名称: 角加速度センサおよび加速度センサ

図2



(57) Abstract: Provided are an angular acceleration sensor and an acceleration sensor that enable both a wide detection area and a high signal-to-noise (S/N) ratio to be established. The angular acceleration sensor (10) has a flat plate surface that follows the X-Y plane, and is provided with a stationary part (12), a weight part (13), a beam part (14), and piezoresistive elements (15A to 15D). The weight part (13) provides support to the stationary part (12). The beam part (14) stretches along the Y-axis, and is connected to the stationary part (12) and the weight part (13). The beam part (14) is provided with through holes (27A to 27D), which penetrate in the Z-axis direction, and width direction protrusions (28A, 28B) that protrude in the X-axis direction. The positions of the piezoresistive elements (15A to 15D) in the Y-axis direction overlap with the through holes (27A to 27D), and are offset from the width direction protrusions (28A, 28B).

(57) 要約: 広い検出帯域と高いS/N比とを両立させることができる角加速度センサおよび加速度センサを提供する。角加速度センサ(10)は、X-Y面に沿う平板面を有し、固定部(12)と、錘部(13)と、梁部(14)と、ピエゾ抵抗素子(15A~15D)と、を備える。錘部(13)は、固定部(12)に対して支持されている。梁部(14)は、Y軸に沿って延伸しており、固定部(12)と錘部(13)とに接続されている。梁部(14)は、Z軸方向に貫通する貫通孔(27A~27D)と、X軸方向に突出する幅方向凸部(28A, 28B)と、を備える。ピエゾ抵抗素子(15A~15D)は、Y軸方向での位置が貫通孔(27A~27D)と重なり、幅方向凸部(28A, 28B)からずれている。

(13)とに接続されている。梁部(14)は、Z軸方向に貫通する貫通孔(27A~27D)と、X軸方向に突出する幅方向凸部(28A, 28B)と、を備える。ピエゾ抵抗素子(15A~15D)は、Y軸方向での位置が貫通孔(27A~27D)と重なり、幅方向凸部(28A, 28B)からずれている。

WO 2014/092040 A1

明 細 書

発明の名称：角加速度センサおよび加速度センサ

技術分野

[0001] この発明は、梁に生じる撓み応力から角加速度を検出する角加速度センサと、梁に生じる撓み応力から加速度を検出する加速度センサと、に関する。

背景技術

[0002] 角加速度センサおよび加速度センサは、固定部と錘部と梁部と検出部とを備えている。錘部は、梁部によって固定部に対して弾性支持される。検出部は、錘部に作用する角加速度または加速度を、梁部に生じる応力から検出するように構成される。

[0003] また、ある種の角加速度センサおよび加速度センサでは、梁部の剛性を抑制するために梁部に貫通孔が設けられる(例えば特許文献1参照。)

[0004] 図8は、特許文献1を参考にした角加速度センサの従来構成を示す平面図である。

[0005] 角加速度センサ101は、棒状の固定部102と、板状の錘部103と、錘部103と十字状をなし、両端で固定部102に接続されている梁部104と、梁部104の両端それぞれの両側面に設けられている検出電極105A、105B、105C、105Dと、を備えている。梁部104は、錘部103との連結位置を除き、略全長にわたって幅方向の中心を通る貫通孔106が形成されている。

[0006] このように梁部104に貫通孔106が形成されていれば、梁部104の剛性が低くなるので、錘部103が受ける角加速度あたりの梁部104に生じる撓みが大きくなる。これにより、角加速度の検出感度が向上して、検出信号におけるS/N比が向上することになる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2007-322200号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 梁部に貫通孔を設ける場合、梁部の剛性が低くなることによって、共振周波数の低下が引き起こされる。加速度センサや角加速度センサにおいては、共振周波数よりも高い周波数帯域の信号を検出することが難しく、共振周波数が低下すると広い検出帯域を実現することが出来なくなってしまう。共振周波数を上げるためには、梁部の幅を広くする設計変更や、貫通孔の幅を小さくする設計変更が必要であるが、そのような設計変更を行う場合には、梁部の剛性が高くなって梁部の撓みが小さくなるため、検出感度が低下してしまう。したがって、広い検出帯域と高い S/N 比とを両立させることは困難であった。

[0009] 固定部を固定する筐体等に撓みや温度分布が生じると、固定部が応力を受け、その応力が固定部から梁部まで伝わることもある。すると、その応力が、検出部によって検出されてしまい、検出信号における S/N 比が低下する場合があった。広い検出帯域を得るために梁部の幅を広くしている場合には、固定部の受ける応力が梁部に伝わり易くなるため、検出信号における S/N 比が低下しやすく、やはり、広い検出帯域と高い S/N 比とを両立させることは困難であった。

[0010] そこで、本発明の目的は、広い検出帯域と高い S/N 比とを両立させることができる角加速度センサおよび加速度センサを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明は、平板面を有し、固定部と、錘部と、梁部と、検出素子と、を備える角加速度センサおよび加速度センサに関する。錘部は、固定部に対して変位可能に支持されている。梁部は、平板面内で延伸しており、固定部と錘部とに接続されている。検出素子は、梁部に設けられており、梁部の平板面内での撓みによる応力を検出する。

[0012] 上述の構成において、梁部は、幅方向に突出する幅方向凸部を備え、検出素子は、梁部の延伸方向での位置が幅方向凸部からずれている。

[0013] または、上述の構成において、梁部は、平板面に直交する板厚方向に貫通する貫通孔を備え、検出素子は、梁部の延伸方向での位置が貫通孔と重なっている。

[0014] 上述の構成において、梁部における平板面内で延伸方向に直交する幅方向の寸法は、梁部と固定部との接続部における幅方向の寸法よりも大きいと好適である。

[0015] 上述の構成において、梁部は、固定部側梁端部と、錘部側梁端部と、平板部とを備え、検出素子は、平板部に設けられていると好適である。固定部側梁端部は、固定部に接続されている。錘部側梁端部は、錘部に接続されている。平板部は、固定部側梁端部と錘部側梁端部との間に接続されており、平板面に直交する板厚方向の寸法が、固定部側梁端部および錘部側梁端部の板厚方向の寸法よりも小さい。

[0016] 上述の構成において、平板部における幅方向の寸法は、固定部側梁端部における幅方向の寸法よりも大きいと好適である。

[0017] 上述の構成において、錘部は、平板面において幅方向に凹む凹部を有し、固定部は、平板面において幅方向に突出し、錘部の凹部に対向する凸部を有し、梁部は、錘部の重心位置の近傍で凸部と凹部とに接続されていると好適である。

発明の効果

[0018] この発明によれば、梁部に幅方向凸部を設け、検出素子の梁部の延伸方向での位置を幅方向凸部からずらして設けるので、錘に角加速度や加速度が作用することにより発生する梁部の応力を検出素子に効率よく集中させることができる。このため、梁部の幅を広くして共振周波数を高くする場合でも、梁部の応力を検出素子に効率よく集中させて、角加速度や加速度の検出感度を向上させることができる。したがって、広い検出帯域と高いS/N比との両立を実現できる。

[0019] また、この発明によれば、梁部に貫通孔を設け、検出素子を、梁部の延伸方向での位置が貫通孔と重なるように設けるので、錘に角加速度や加速度が

作用することにより発生する梁部の応力を検出素子に効率よく集中させることができる。このため、梁部の幅を広くして共振周波数を高くする場合でも、角加速度や加速度の検出感度を向上させて、広い検出帯域と高いS／N比との両立を実現できる。

[0020] 錘部を支持する梁部の幅が、梁部と固定部との接続部における幅よりも大きければ、筐体等の撓みや温度分布によって固定部が受ける不要な応力が、梁部に伝達されにくくなる。このため、梁部の幅を広くして共振周波数を高くする場合でも、固定部から検出素子に伝わる不要な応力を最小限にとどめて加速度や角加速度の検出精度を向上させることができる。したがって、さらに高いS／N比を実現できる。

[0021] 梁部に平板部を設け、検出素子を平板部に設ければ、筐体等の撓みや温度分布によって固定部が受ける不要な応力が検出素子に伝達されにくくなる。また、錘に角加速度や加速度が作用することにより発生する梁部の応力を検出素子に効率よく集中させることができる。このため、梁部の幅を広くして共振周波数を高くする場合でも、加速度や角加速度の検出感度と検出精度とを向上させて、さらに高いS／N比を実現できる。

[0022] 平板部における幅方向の寸法を、固定部側梁端部における幅方向の寸法よりも大きくすれば、筐体等の撓みや温度分布によって固定部が受ける不要な応力が検出素子に伝達されにくくなる。このため、梁部の幅を広くして共振周波数を高くする場合でも、加速度や角加速度の検出精度を向上させて、さらに高いS／N比を実現できる。

[0023] 錘部の凹部に固定部の凸部と梁部とが入り込むようにすれば、梁部を錘部の重心位置の近傍に配置することができ、錘部の重心位置を中心とした回転バランスを取ることができる。また、錘部の重心位置のみに梁部を配置するので、梁部に応力を集中させることができる。このため、梁部の幅を広くして共振周波数を高くする場合でも、加速度や角加速度の検出感度と検出精度を向上させて、さらに高いS／N比を実現できる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]第1の実施形態に係る角加速度センサを示す斜視図である。

[図2]第1の実施形態に係る角加速度センサの備える梁部の周辺構造を説明する平面図である。

[図3]梁部に作用する撓み応力を例示するコンター図である。

[図4]梁部の寸法設定について説明する断面図である。

[図5]梁部の変形例を示す平面図である。

[図6]梁部の変形例を示す平面図である。

[図7]第2の実施形態に係る角加速度センサを示す斜視図である。

[図8]従来の角加速度センサを示す図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下の説明では、角加速度センサおよび加速度センサの有する平板面に対して垂直な板厚方向に沿う軸を直交座標系のZ軸とし、平板面における梁部の延伸方向に沿う軸を直交座標系のY軸とし、平板面における梁部の幅方向に沿い、Z軸およびY軸に対して垂直な軸を直交座標系のX軸とする。

[0026] 《第1の実施形態》

以下、本発明の第1の実施形態に係る角加速度センサ10について説明する。

[0027] 図1(A)は、角加速度センサ10の斜視図である。

[0028] 角加速度センサ10は、基板部11と、piezo抵抗素子15A, 15B, 15C, 15Dと、端子電極16A, 16B, 16C, 16Dと、配線17A, 17B, 17C, 17Dと、を備えている。なお、図1では、piezo抵抗素子15A, 15B, 15C, 15Dの図示を省略している。

[0029] 基板部11は、Y軸に沿う方向を長手方向とし、X軸に沿う方向を短手方向とし、Z軸に沿う方向を板厚方向とする、矩形平板状に構成されている。基板部11では、Z軸方向において互いに対向する2つの面の間を貫通する開口部が形成されていることにより、固定部12と、錘部13と、梁部14とが構成されている。

[0030] また、基板部11は、SOI (Silicon On Insulator

r) 基板を面加工することにより形成されたものであり、Z軸正方向側に位置するSOI層11Aと、Z軸負方向側に位置する基層11Bとを備えている。SOI基板の面加工は加工技術や加工装置の性能が成熟しており、複数の矩形板を効率的に高精度に製造することができる。SOI層11Aと基層11Bとは、絶縁膜により絶縁されている。SOI層11Aおよび基層11Bはいずれもシリコン系材料からなり、絶縁膜は例えば二酸化シリコン(SiO_2)のような絶縁材料からなる。

[0031] 固定部12は、X-Y面において、基板部11の外周部に環状に設けられており、錘部13と梁部14とを囲んでいる。すなわち、錘部13と梁部14とは、固定部12の開口内に設けられている。固定部12は、図示しない筐体等に固定されている。

[0032] 梁部14は、X-Y面において、Y軸に沿う方向を延伸方向とし、X軸に沿う方向を幅方向とし、Z軸に沿う方向を板厚方向としており、X軸正方向側の辺とX軸負方向側の辺とは、それぞれ中央が幅方向の外側に膨らみ、概略楕円形状に構成されている。梁部14の詳細な形状については後述する。梁部14は、Y軸負方向側の端部で固定部12に接続され、Y軸正方向側の端部で錘部13に接続されており、図示しない筐体等から浮いた状態で固定部12に支持されている。

[0033] 錘部13は、X-Y面において、X軸に沿う方向を短手方向とし、Y軸に沿う方向を長手方向としている。錘部13は、梁部14を介して、図示しない筐体等から浮いた状態で固定部12に支持されており、X-Y面において変位可能である。

[0034] より具体的には、錘部13は、X-Y面において、X軸正方向側の辺の中央が複数段(3段)にわたってX軸負方向側に凹んでおり、凹みの最深部に概略矩形状の凹部13Aが設けられている。固定部12は、X-Y面において、錘部13のX軸正方向側の辺の3段の凹みに対向するように複数段(3段)にわたってX軸負方向側に突出しており、突出する領域の最頂部に概略矩形状の凸部12Aが設けられている。凹部13Aは、Y軸負方向側を向く

壁面と、X軸正方向側を向く壁面と、Y軸正方向側を向く壁面とを有している。凸部12Aは、Y軸正方向側を向く壁面と、X軸負方向側を向く壁面と、Y軸負方向側を向く壁面とを有している。そして、凹部13Aの各壁面と、凸部12Aの各壁面とは、それぞれ開口部を隔てて対向している。梁部14は、凸部12AにおけるY軸正方向側を向く壁面からY軸正方向に延伸しており、凹部13AにおけるY軸負方向側を向く壁面に接続されている。

[0035] 錘部13および固定部12を上述の形状とすることにより、錘部13のX-Y面における重心位置に、梁部14を配置することが可能になる。すると、Z軸を回転軸とする角加速度が錘部13に作用する場合に、錘部13が一つの梁部14によって支持されていても回転バランスをとることができ、全ての回転慣性力が梁部14に集中して梁部14が大きく撓むことになる。また、錘部13は、梁部14から離れた位置にあるY軸方向の両端部がX軸方向に幅広であって、Y軸方向の両端部に質量が集中している。このため、Z軸を回転軸とする角加速度によって梁部14に作用する慣性モーメントが大きなものになる。これらにより、角加速度センサ10は、Z軸を回転軸とする角加速度によって梁部14の撓みが生じやすくなり、角加速度の検出感度が向上することになる。

[0036] 端子電極16A、16B、16C、16Dは、固定部12のZ軸正方向側の面に設けられている。端子電極16Aと端子電極16Bとは、固定部12のX軸正方向側の辺に沿って配置されており、端子電極16Cと端子電極16Dとは、固定部12のX軸負方向側の辺に沿って配置されている。また、端子電極16Aは、固定部12のX軸正方向側の辺においてY軸負方向側に配置されており、端子電極16Bは、固定部12のX軸正方向側の辺においてY軸正方向側に配置されている。端子電極16Cは、固定部12のX軸負方向側の辺においてY軸負方向側に配置されており、端子電極16Dは、固定部12のX軸負方向側の辺においてY軸正方向側に配置されている。

[0037] 配線17A、17B、17C、17Dは、固定部12と梁部14とのZ軸正方向側の面に設けられている。配線17Aの一端は端子電極16Aに接続

されており、他端は後述するpiezo抵抗素子15Aに接続されている。配線17Bの一端は端子電極16Bに接続されており、他端は後述するpiezo抵抗素子15Bに接続されている。配線17Cの一端は端子電極16Cに接続されており、他端は後述するpiezo抵抗素子15Cに接続されている。配線17Dの一端は端子電極16Dに接続されており、他端は後述するpiezo抵抗素子15Dに接続されている。このため、端子電極16Aは配線17Aを介してpiezo抵抗素子15Aと電氣的に接続されており、端子電極16Bは配線17Bを介してpiezo抵抗素子15Bと電氣的に接続されており、端子電極16Cは配線17Cを介してpiezo抵抗素子15Cと電氣的に接続されており、端子電極16Dは配線17Dを介してpiezo抵抗素子15Dと電氣的に接続されている。

[0038] 図1(B)は、基板部11における梁部14の周辺構造を示す斜視図である。

[0039] 梁部14のX-Y面における中心位置(図中に×印で示す)は、錘部13の重心位置と一致している。また、梁部14は、応力中立面Pを境に面对称形状である。応力中立面Pは、梁部14の中心位置を通るY-Z面であり、Z軸周りの角加速度が錘部13に作用する場合に梁部14に生じる引っ張りの応力と圧縮の応力とが釣り合う状態となる面である。また、梁部14は、梁部14の中心位置を通るX-Z面を境にしても面对称形状である。梁部14は、前述したようにX-Y面において概略楕円形状であり、梁部14のX軸正方向を向く側面と、X軸負方向を向く側面とは、ともに円弧状に膨らんでいる。すなわち、梁部14は、X軸に沿う幅方向の寸法が、Y軸方向の両端部で最も狭く、Y軸方向の中央で最も広がっている。

[0040] 凹部13Aの梁部14が接続される面、即ち、凹部13AのY軸負方向側を向く面には、梁部14側に突出して梁部14と接続される接続部13Bが設けられている。即ち、凹部13Aと梁部14とは接続部13Bを介して接続されている。接続部13Bは、X軸に沿う幅方向の寸法と、Z軸に沿う板厚方向の寸法とが、Y軸に沿って一様であり、幅方向の寸法および板厚方向

の寸法が梁部 1 4 の Y 軸正方向側の端部と一致している。

[0041] 凸部 1 2 A の梁部 1 4 が接続される面、即ち、凸部 1 2 A の Y 軸正方向側を向く面には、梁部 1 4 側に突出して梁部 1 4 と接続される接続部 1 2 B が設けられている。即ち、凸部 1 2 A と梁部 1 4 とは接続部 1 2 B を介して接続されている。接続部 1 2 B は、X 軸に沿う幅方向の寸法と、Z 軸に沿う板厚方向の寸法とが、Y 軸に沿って一様であり、幅方向の寸法および板厚方向の寸法が梁部 1 4 の Y 軸負方向側の端部と一致している。

[0042] このように、梁部 1 4 の幅方向の寸法が、梁部 1 4 と固定部 1 2 との接続部 1 2 B における幅方向の寸法よりも大きいので、梁部 1 4 における幅方向の寸法が一様であるような場合よりも、梁部 1 4 の剛性を高めることができ、高い共振周波数を実現することができる。

[0043] また、梁部 1 4 の幅方向の寸法が、梁部 1 4 と固定部 1 2 との接続部 1 2 B における幅方向の寸法よりも大きいので、図示しない筐体等の撓みや温度分布によって固定部 1 2 が受ける不要な応力が、梁部 1 4 に伝達されにくくなっている。このため、後述するピエゾ抵抗素子 1 5 A ~ 1 5 D に伝わる不要な応力を最小限にとどめることができ、加速度や角加速度などの検出精度が向上し、広い検出帯域と高い S / N 比との両立を実現できる。

[0044] なお、凹部 1 3 A の梁部 1 4 の側面に対向する面、即ち、凹部 1 3 A の X 軸正方向側を向く面の梁部 1 4 に対向する部分は、円弧状に凹ませており、梁部 1 4 と錘部 1 3 とが静止状態で所定間隔だけ離れるようにしている。また、固定部 1 2 の梁部 1 4 の側面に対向する面、即ち、固定部 1 2 の X 軸負方向側を向く面の梁部 1 4 に対向する部分も、円弧状に凹ませており、梁部 1 4 と固定部 1 2 とが静止状態で所定間隔だけ離れるようにしている。

[0045] 図 2 は、梁部 1 4 の平面図である。

[0046] 梁部 1 4 についてさらに詳細に説明すると、梁部 1 4 は、梁央部 2 1 と固定部側梁端部 2 2 と錘部側梁端部 2 3 とを備えている。

[0047] 固定部側梁端部 2 2 は、梁部 1 4 の Y 軸負方向側の端部近傍の部分であり、接続部 1 2 B を介して固定部 1 2 に接続されている。固定部側梁端部 2 2

と接続部 1 2 B とは、Z 軸に沿う板厚方向の寸法が一致している。錘部側梁端部 2 3 は、梁部 1 4 の Y 軸正方向側の端部近傍の部分であり、接続部 1 3 B を介して錘部 1 3 に接続されている。錘部側梁端部 2 3 と接続部 1 3 B とは、Z 軸に沿う板厚方向の寸法が一致している。梁央部 2 1 は、固定部側梁端部 2 2 と錘部側梁端部 2 3 との間に接続されており、平板部 2 4 と、板厚方向凸部 2 5 A, 2 5 B, 2 5 C, 2 5 D, 2 6 と、を備えている。

[0048] 平板部 2 4 は、前述の S O I 層 1 1 A からなり、Y 軸に沿う方向を延伸方向とし、X 軸に沿う方向を幅方向とし、Z 軸に沿う方向を板厚方向とする平板状である。平板部 2 4 は、X-Y 面において、梁央部 2 1 の略全面に設けられている。平板部 2 4 の Y 軸負方向側の端部は固定部側梁端部 2 2 と接続されており、Y 軸正方向側の端部は錘部側梁端部 2 3 と接続されている。

[0049] 板厚方向凸部 2 5 A, 2 5 B, 2 5 C, 2 5 D, 2 6 は、前述の基層 1 1 B からなり、X-Y 面において梁央部 2 1 の特定の部分にのみ設けている。板厚方向凸部 2 6 は、Y 軸に沿う方向を延伸方向とし、X 軸に沿う方向を幅方向とし、Z 軸に沿う方向を板厚方向とする直方体形状であって、平板部 2 4 の Z 軸負方向側の面から Z 軸負方向側に突出するように設けられている。板厚方向凸部 2 6 は、梁部 1 4 の X-Y 面における中心位置を通るように、平板部 2 4 の Z 軸負方向側の面における X 軸方向の中央に Y 軸に沿って設けられている。板厚方向凸部 2 6 の Y 軸負方向側の端部は固定部側梁端部 2 2 と接続され、Y 軸正方向側の端部は錘部側梁端部 2 3 と接続されている。

[0050] 板厚方向凸部 2 5 A ~ 2 5 D は、Y 軸に沿う方向を延伸方向とし、X 軸に沿う方向を幅方向とし、Z 軸に沿う方向を板厚方向とする直方体形状であって、平板部 2 4 の Z 軸負方向側の面から Z 軸負方向側に突出するように設けられている。

[0051] 板厚方向凸部 2 5 A は、梁部 1 4 の X 軸正方向側の端近傍で Y 軸に沿って設けられており、Y 軸負方向側の端部が固定部側梁端部 2 2 と接続されている。板厚方向凸部 2 5 B は、梁部 1 4 の X 軸正方向側の端近傍で Y 軸に沿って設けられており、Y 軸正方向側の端部が錘部側梁端部 2 3 と接続されてい

る。板厚方向凸部 2 5 A の Y 軸正方向側の端部と、板厚方向凸部 2 5 B の Y 軸負方向側の端部とは、梁部 1 4 の X 軸正方向側の端近傍において、Y 軸に沿って間隔をあけた状態で対向している。

[0052] 板厚方向凸部 2 5 C は、梁部 1 4 の X 軸負方向側の端近傍で Y 軸に沿って設けられており、Y 軸負方向側の端部が固定部側梁端部 2 2 と接続されている。板厚方向凸部 2 5 D は、梁部 1 4 の X 軸負方向側の端近傍で Y 軸に沿って設けられており、Y 軸正方向側の端部が錘部側梁端部 2 3 と接続されている。板厚方向凸部 2 5 C の Y 軸正方向側の端部と、板厚方向凸部 2 5 D の Y 軸負方向側の端部とは、梁部 1 4 の X 軸負方向側の端近傍において、Y 軸に沿って間隔をあけた状態で対向している。

[0053] なお、基板部 1 1 に SOI 基板を利用することで、このような形状の梁部 1 4 の形成が容易となる。具体的には、SOI 基板の SOI 層 1 1 A と基層 1 1 B との間に設けられている絶縁体層をエッチングストップ層として利用し、SOI 層 1 1 A に対してエッチングを行う工程と、SOI 基板を裏返す工程と、基層 1 1 B に対してエッチングを行う工程とを実施することで、梁部 1 4 を少ない工程で形成することが可能になる。

[0054] このように梁央部 2 1 は、平板部 2 4 を備えて構成されているため、固定部側梁端部 2 2 や錘部側梁端部 2 3、接続部 1 2 B, 1 3 B よりも、梁央部 2 1 は平板面内で延伸方向に直交する方向である X 軸方向に沿う曲げ剛性が十分に低くなっており、固定部側梁端部 2 2 や錘部側梁端部 2 3、接続部 1 2 B, 1 3 B よりも、撓みや応力が集中するように構成されている。即ち、固定部側梁端部 2 2 や錘部側梁端部 2 3、接続部 1 2 B, 1 3 B には、殆ど Y 軸方向へ曲がるような撓みが生じることなく、梁央部 2 1 のみ、Y 軸方向へ曲がるような撓みが生じることになる。

[0055] また、梁央部 2 1 は、板厚方向凸部 2 5 A ~ 2 5 D, 2 6 を備えて構成されているため、板厚方向凸部 2 5 A ~ 2 5 D, 2 6 の Z 軸方向に重なる平板部 2 4 の領域で剛性が高くなって撓みや応力が殆ど作用しないようになっている。そして、板厚方向凸部 2 5 A と板厚方向凸部 2 5 B とに Y 軸方向から

挟まれる領域や、板厚方向凸部 25C と板厚方向凸部 25D とに Y 軸方向から挟まれる領域に、撓みや応力が集中し易くなっている。

[0056] また、平板部 24 は、貫通孔 27A, 27B, 27C, 27D と、幅方向凸部 28A, 28B と、幅方向凹部 29A, 29B, 29C, 29D と、を備えている。

[0057] 貫通孔 27A～27D は、前述の SOI 層 11A をエッチングすることにより形成されており、それぞれ、平板部 24 を Z 軸に沿って貫通し、平板部 24 の Z 軸正方向側の面と Z 軸負方向側の面とに開口している。貫通孔 27A～27D は、それぞれ、Y 軸方向を短手方向とし、X 軸方向を長手方向とするように形成されている。

[0058] 貫通孔 27A は、前述した板厚方向凸部 25A の Y 軸正方向側の端部に重なる位置から、X 軸負方向側に延伸するように設けられている。貫通孔 27B は、前述した板厚方向凸部 25B の Y 軸負方向側の端部に重なる位置から、X 軸負方向側に延伸するように設けられている。貫通孔 27A の Y 軸正方向側の端と貫通孔 27B の Y 軸負方向側の端とは、Y 軸上での位置が離れ、X 軸上での位置が一致するように配置されている。

[0059] 貫通孔 27C は、前述した板厚方向凸部 25C の Y 軸正方向側の端部に重なる位置から、X 軸正方向側に延伸するように設けられている。貫通孔 27D は、前述した板厚方向凸部 25D の Y 軸負方向側の端部に重なる位置から、X 軸正方向側に延伸するように設けられている。貫通孔 27C の Y 軸正方向側の端と貫通孔 27D の Y 軸負方向側の端とは、Y 軸上での位置が離れ、X 軸上での位置が一致するように配置されている。

[0060] また、貫通孔 27A の X 軸負方向側の端と貫通孔 27C の X 軸正方向側との端とは、X 軸上での位置が離れ、Y 軸上での位置が一致するように配置されている。貫通孔 27B の X 軸負方向側の端と貫通孔 27D の X 軸正方向側との端とも、X 軸上での位置が離れ、Y 軸上での位置が一致するように配置されている。

[0061] 幅方向凸部 28A は、梁部 14 の中心位置の X 軸正方向側に設けられてお

り、平板部 24 の X 軸正方向側の側面から X 軸正方向側に突出する。幅方向凹部 29 A は、幅方向凸部 28 A の Y 軸負方向側に隣接しており、平板部 24 の X 軸正方向側の側面から X 軸負方向側に凹むように設けられている。幅方向凹部 29 B は、幅方向凸部 28 A の Y 軸正方向側に隣接しており、平板部 24 の X 軸正方向側の側面から X 軸負方向側に凹むように設けられている。即ち、幅方向凸部 28 A は、幅方向凹部 29 A と幅方向凹部 29 B との間に設けられている。

[0062] 幅方向凸部 28 B は、梁部 14 の中心位置の X 軸負方向側に設けられており、平板部 24 の X 軸負方向側の側面から X 軸負方向側に突出する。幅方向凹部 29 C は、幅方向凸部 28 B の Y 軸負方向側に隣接しており、平板部 24 の X 軸負方向側の側面から X 軸正方向側に凹むように設けられている。幅方向凹部 29 D は、幅方向凸部 28 B の Y 軸正方向側に隣接しており、平板部 24 の X 軸負方向側の側面から X 軸正方向側に凹むように設けられている。即ち、幅方向凸部 28 B は、幅方向凹部 29 C と幅方向凹部 29 D との間に設けられている。

[0063] 幅方向凹部 29 A の X 軸負方向側の端と、貫通孔 27 A の X 軸正方向側の端とは、X 軸上での位置が離れ、Y 軸上での位置が一致するように配置されている。幅方向凹部 29 B の X 軸負方向側の端と、貫通孔 27 B の X 軸正方向側の端とも、X 軸上での位置が離れ、Y 軸上での位置が一致するように配置されている。

[0064] また、幅方向凹部 29 C の X 軸正方向側の端と、貫通孔 27 C の X 軸負方向側の端とは、X 軸上での位置が離れ、Y 軸上での位置が一致するように配置されている。幅方向凹部 29 D の X 軸正方向側の端と、貫通孔 27 D の X 軸負方向側の端とも、X 軸上での位置が離れ、Y 軸上での位置が一致するように配置されている。

[0065] このように平板部 24 は、貫通孔 27 A ～ 27 D や幅方向凹部 29 A ～ 29 D を備えて構成されているため、貫通孔 27 A ～ 27 D や幅方向凹部 29 A ～ 29 D の X 軸方向に位置する領域の剛性が低くなっており、その領域に

撓みや応力が集中し易くなっている。特に、貫通孔 27A～27D と幅方向凹部 29A～29D とに X 軸方向から挟まれる領域での剛性が著しく低くなっており、その領域に、撓みや応力が集中するように構成されている。

[0066] また、平板部 24 は、幅方向凸部 28A, 28B を備えて構成されているため、幅方向凸部 28A, 28B の X 軸方向に位置する領域の剛性が高くなっており、Y 軸上での位置が幅方向凸部 28A, 28B から外れる領域に、撓みや応力が集中し易くなっている。

[0067] 図 3 は、梁部に作用する撓み応力を例示するコンター図である。図 3 (A) は、比較例として単純な矩形状の梁部 94 における撓み応力を示している。図 3 (B) は、本実施形態の梁部と寸法等を除き略同じ構成の梁部 14' における撓み応力を示している。

[0068] 比較例に係る梁部 94 は、X 軸正方向側の側面近傍の領域と、X 軸負方向側の側面近傍の領域とに、応力が集中している。そして、各側面近傍の領域においては、梁部 94 の全長にわたって応力が分散しており、Y 軸方向の中央で最も応力が強くなっている。

[0069] 一方、本願構成に係る梁部 14' は、梁央部 21 における X 軸正方向側の端部近傍の領域と、X 軸負方向側の端部近傍の領域とに、応力が集中している。特に、Y 軸上での位置が幅方向凸部 28A, 28B から外れ、貫通孔 27A～27D と、幅方向凹部 29A～29D とに X 軸方向から挟まれる極めて狭い領域に、大きな応力が集中している。

[0070] したがって、図 2 (B) において piezo 抵抗素子 15A～15D を配置しているように、Y 軸上での位置が幅方向凸部 28A, 28B から外れ、貫通孔 27A～27D と、幅方向凹部 29A～29D とに X 軸方向から挟まれる領域に、piezo 抵抗素子 15A～15D などの検出素子を設けることで、大きな応力を検出することができ、角加速度の検出感度が良好なものになり、広い検出帯域と高い S/N 比との両立を実現できる。

[0071] 次に、角加速度センサ 10 において、貫通孔 27A～27D を設けることにより、高い S/N 比と高い共振周波数とを実現できる理由を、数式を用い

て説明する。

[0072] 一般的に、基板部 11 の固有振動数は、次式で表わされる。

[0073] [数1]

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{EI_{BX}}{I\lambda}}$$

E : 梁部の材料ヤング率
 I_{BX} : 梁部の断面二次モーメント
 I : 錘部から梁部に作用する曲げモーメント
 λ : 梁部の有効長

[0074] また、梁部 14 の応力は次式で表わされる。

[0075] [数2]

$$\sigma = \frac{yI\beta}{I_{BX}}$$

y : 梁部の応力中立面からピエゾ抵抗素子までの距離
 β : 入力角加速度

[0076] 角加速度センサ 10 の検出感度は、ピエゾ抵抗素子に作用する応力に比例し、仮の比例定数を用いて次式で表わされる。なお、仮の比例定数は、実際にはピエゾ抵抗係数や、センサ駆動電圧、検出回路構成、配線ロスなどの多数の定数に応じるものである。

[0077] [数3]

$$S\beta = k_1\sigma = \frac{k_1yI\beta}{I_{BX}}$$

$$\therefore S = \frac{k_1yI}{I_{BX}}$$

k_1 : 比例定数
 S : 検出感度

[0078] 角加速度センサ 10 において、高い S/N 比と高い共振周波数とを実現するための数式的な条件は、上述の検出感度と固有振動数の積が大きくなるように設計することと考えられる。その場合、高い S/N 比と高い共振周波数とを実現するためには、次式の値を大きくすることが必要である。

[0079] [数4]

$$f_0 \cdot S = \frac{k_1y}{2\pi} \sqrt{\frac{IE}{I_{BX}\lambda}}$$

[0080] 即ち、角加速度センサ 10 の構造に起因するパラメータである、梁部 14 の応力中立面から応力検出位置までの距離と、梁部 14 の断面二次モーメントの平方根の逆数と、梁部 14 の有効長の平方根の逆数と、を増大させることが有効である。

[0081] ここで、梁部 1 4 の応力中立面から応力検出位置までの距離と、梁部 1 4 の断面二次モーメントの平方根の逆数と、の積 z を増大させることを考える。積 z は次式で表わされるものである。

[0082] [数5]

$$z = y / \sqrt{I_{BY}}$$

[0083] 梁部 1 4 の応力中立面から piezo 抵抗素子 1 5 A ~ 1 5 D までの距離は、次式で表わされる。なお、図 4 は、梁部 1 4 の梁央部 2 1 における断面図であり、各部の寸法を表記している。なお、式中の α は、プロセスルールによって決定される梁部 1 4 の端部から piezo 抵抗素子 1 5 A ~ 1 5 D までの距離である。

[0084] [数6]

$$y = \frac{w_1}{2} - \alpha$$

[0085] 梁部 1 4 の断面二次モーメントは、貫通孔 2 7 A ~ 2 7 D を設けない構成では、次式であらわされる。

[0086] [数7]

$$I_{B1} = \frac{t_1 w_1^3 + t_2 w_2^3}{12}$$

[0087] 梁部 1 4 の断面二次モーメントは、貫通孔 2 7 A ~ 2 7 D を設ける構成では、次式であらわされる。

[0088] [数8]

$$I_{B2} = \frac{t_1 \{w_1^3 - k_2\} + t_2 w_2^3}{12}$$

$$k_2 = 3w_g w_b^2 + 3w_g^2 w_b + w_g^3$$

[0089] 上記の数 8 の式は、数 7 の式における梁部 1 4 の全幅 w_1 の 3 乗から定数 k_2 を減算したものである。したがって、貫通孔 2 7 A ~ 2 7 D が設けられているならば、常に次式の関係が成立する。

[0090] [数9]

$$I_{B1} > I_{B2}$$

[0091] このため、先に示した数 5 の式が示す、梁部 1 4 の断面二次モーメントを

含む積 z は、貫通孔27A～27Dが設けられている本願の構成では、貫通孔27A～27Dが設けられていない従来構成に比べて確実に増大したものになる。

[0092] したがって、先に示した数4の式が示す検出感度と共振周波数との積 $f_0 \times S$ は、貫通孔27A～27Dを設けることにより、貫通孔27A～27Dが設けられていない構成に比べて確実に増大することになり、高い S/N 比と高い共振周波数とを両立させることが可能になることが理解される。

[0093] 次に、第1の実施形態に係る角加速度センサにおける、梁部の変形例について説明する。

[0094] 図5(A)は、第1の変形例に係る梁部34Aの周辺構造を示すX-Y面平面図である。第1の変形例に係る梁部34Aは、板厚方向凸部25A～25Dを除いた構成である。第1の実施形態に係る角加速度センサ10は、このように板厚方向凸部25A～25Dが設けられていなくてもよい。

[0095] 図5(B)は、第2の変形例に係る梁部34Bの周辺構造を示すX-Y面平面図である。第2の変形例に係る梁部34Bは、板厚方向凸部25A～25Dと、板厚方向凸部26とを除いた構成である。第1の実施形態に係る角加速度センサ10は、このように板厚方向凸部26が設けられていなくてもよい。

[0096] 図6(A)は、第3の変形例に係る梁部34Cの周辺構造を示すX-Y面平面図である。第3の変形例に係る梁部34Cは、X-Y面における形状が矩形状である。また、梁部34Cは、板厚方向凸部25A～25D、26と、幅方向凸部28A、28Bと、幅方向凹部29A～29Dと、を除いた構成である。第1の実施形態に係る角加速度センサ10は、このようにX-Y面における梁部の形状が矩形状であってもよい。また、このように幅方向凸部28A、28Bと、幅方向凹部29A～29Dと、が設けられていなくてもよい。

[0097] 図6(B)は、第4の変形例に係る梁部34Dの周辺構造を示すX-Y面平面図である。第4の変形例に係る梁部34Dは、X-Y面における形状が

矩形状である。また、梁部 3 4 D は、板厚方向凸部 2 5 A ～ 2 5 D, 2 6 と、貫通孔 2 7 A ～ 2 7 D と、幅方向凹部 2 9 A ～ 2 9 D と、を除いた構成である。第 1 の実施形態に係る角加速度センサ 1 0 は、このように貫通孔 2 7 A ～ 2 7 D が設けられていなくてもよい。

[0098] 図 6 (C) は、第 5 の変形例に係る梁部 3 4 E の周辺構造を示す X-Y 面平面図である。第 5 の変形例に係る梁部 3 4 E は、X-Y 面における形状が概略楕円形状である。また、梁部 3 4 E は、板厚方向凸部 2 5 A ～ 2 5 D, 2 6 と、幅方向凸部 2 8 A, 2 8 B と、幅方向凹部 2 9 A ～ 2 9 D と、を除いた構成である。

[0099] 図 6 (D) は、第 6 の変形例に係る梁部 3 4 F の周辺構造を示す X-Y 面平面図である。第 6 の変形例に係る梁部 3 4 F は、X-Y 面における形状が概略楕円形状である。また、梁部 3 4 F は、板厚方向凸部 2 5 A ～ 2 5 D, 2 6 と、貫通孔 2 7 A ～ 2 7 D と、幅方向凹部 2 9 A ～ 2 9 D と、を除いた構成である。

[0100] 以上の例示のように、幅方向凸部 2 8 A, 2 8 B、または、貫通孔 2 7 A ～ 2 7 D を備えているならば、本実施形態における梁部の形状は様々に変更することができる。なお、梁部の外形状は、幅寸法が接続部 1 2 A よりも大きいならば様々に変更することができる。また、幅方向凸部や貫通孔の位置や形状、配置数なども、様々に変更することができる。

[0101] なお、piezo抵抗からなる角加速度検出回路の構成については、一般的な回路構成を採用するとよく、ここでは説明を省くが、例えば、4 つの piezo 抵抗を利用するホイートストンブリッジ回路を構成すると好適である。

[0102] ≪第 2 の実施形態≫

以下、本発明の第 2 の実施形態に係る加速度センサ 5 0 について説明する。前述の第 1 の実施形態においては角加速度を検出する角加速度センサを説明したが、本実施形態では、角加速度ではなく加速度を検出する加速度センサについて説明する。

[0103] 図 7 (A) は、加速度センサ 5 0 の斜視図である。

- [0104] 加速度センサ 50 は、基板部 51 を備えている。なお、ここでは、ピエゾ抵抗と端子電極と配線との図示は省略している。
- [0105] 基板部 51 は、Y 軸に沿う方向を長手方向とし、X 軸に沿う方向を短手方向とし、Z 軸に沿う方向を板厚方向とする、矩形平板状に構成されている。基板部 51 では、Z 軸方向において互いに対向する 2 つの面の間を貫通する開口部が形成されていることにより、固定部 52 と、錘部 53 と、梁部 14 とが構成されている。梁部 14 は第 1 の実施形態と同様のものである。
- [0106] 固定部 52 は、X-Y 面において、基板部 51 の外周部に環状に設けられており、錘部 53 と梁部 14 とを囲んでいる。梁部 14 は、Y 軸負方向側の端部で固定部 52 に接続され、Y 軸正方向側の端部で錘部 53 に接続されている。錘部 53 は、X-Y 面において、X 軸に沿う方向を短手方向とし、Y 軸に沿う方向を長手方向としており、梁部 14 を介して変位可能に固定部 52 に支持されている。
- [0107] より具体的には、錘部 53 は、X-Y 面において、Y 軸負方向側の辺の中央が Y 軸正方向側に凹んでおり、凹みの内側に、梁部 14 が配置されている。固定部 52 は、X-Y 面において概略矩形状を成す内壁が設けられている。梁部 14 は、固定部 52 における Y 軸正方向側を向く壁面の中央から Y 軸正方向に延伸しており、錘部 53 の凹みの内側の Y 軸負方向側を向く壁面に接続されている。
- [0108] このような構成であっても、本発明は好適に実施することができる。なお、加速度センサにおいては、角加速度センサとは異なり、錘部の重心位置が梁部から離れている方が、高い検出感度を実現することができる。
- [0109] なお、ピエゾ抵抗からなる加速度検出回路の構成についても、一般的な回路構成を採用するとよく、ここでは説明を省くが、例えば、4 つのピエゾ抵抗を利用するホイートストンブリッジ回路を構成すると好適である。
- [0110] 上述の実施形態で説明した構成により、本発明の角加速度センサおよび加速度センサは実現することができる。なお、上述の実施形態の他の様々な形態でも本発明は実施することができる。

符号の説明

- [0111] 1 0…角加速度センサ
5 0…加速度センサ
1 1, 5 1…基板部
1 1 A…S O I 層
1 1 B…基層
1 2, 5 2…固定部
1 2 A…凸部
1 3, 5 3…錘部
1 3 A…凹部
1 2 B, 1 3 B…接続部
1 4, 3 4 A, 3 4 B, 3 4 C, 3 4 D, 3 4 E, 3 4 F…梁部
1 5 A, 1 5 B, 1 5 C, 1 5 D…ピエゾ抵抗素子
1 6 A, 1 6 B, 1 6 C, 1 6 D…端子電極
1 7 A, 1 7 B, 1 7 C, 1 7 D…配線
2 1…梁央部
2 2…固定部側梁端部
2 3…錘部側梁端部
2 4…平板部
2 5 A, 2 5 B, 2 5 C, 2 5 D, 2 6…板厚方向凸部
2 7 A, 2 7 B, 2 7 C, 2 7 D…貫通孔
2 8 A, 2 8 B…幅方向凸部
2 9 A, 2 9 B, 2 9 C, 2 9 D…幅方向凹部

請求の範囲

- [請求項1] 平板面を有し、
固定部と、
前記固定部に対して支持されている錘部と、
前記平板面内で延伸しており、前記固定部と前記錘部とに接続されている梁部と、
前記梁部に設けられて前記梁部の平板面内での撓みによる応力を検出する検出素子と、
を備え、
前記梁部は、前記幅方向に突出する幅方向凸部を備え、
前記検出素子は、前記延伸方向での位置が前記幅方向凸部からずれている、
角加速度センサ。
- [請求項2] 平板面を有し、
固定部と、
前記固定部に対して支持されている錘部と、
前記平板面内で延伸しており、前記固定部と前記錘部とに接続されている梁部と、
前記梁部に設けられて前記梁部の平板面内での撓みによる応力を検出する検出素子と、
を備え、
前記梁部は、平板面に直交する板厚方向に貫通する貫通孔を備え、
前記検出素子は、前記延伸方向での位置が前記貫通孔と重なっている、
角加速度センサ。
- [請求項3] 前記梁部は、前記幅方向に突出する幅方向凸部を備え、
前記検出素子は、前記延伸方向での位置が前記幅方向凸部からずれている、

請求項 2 に記載の角加速度センサ。

[請求項4] 前記梁部における平板面内で延伸方向に直交する幅方向の寸法は、前記梁部と前記固定部との接続部における前記幅方向の寸法よりも大きい、

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の角加速度センサ。

[請求項5] 前記梁部は、
前記固定部に接続されている固定部側梁端部と、
前記錘部に接続されている錘部側梁端部と、
前記固定部側梁端部と前記錘部側梁端部との間に接続されており、平板面に直交する板厚方向の寸法が、前記固定部側梁端部および前記錘部側梁端部の前記板厚方向の寸法よりも小さい平板部と、
を備え、
前記検出素子は、前記平板部に設けられている、
請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の角加速度センサ。

[請求項6] 前記平板部における前記幅方向の寸法は、前記固定部側梁端部における前記幅方向の寸法よりも大きい、
請求項 5 に記載の角加速度センサ。

[請求項7] 前記錘部は、前記幅方向に凹む凹部を有し、
前記固定部は、前記幅方向に突出し前記凹部に対向する凸部を有し、
前記梁部は、前記錘部の重心位置の近傍で前記凸部と前記凹部とに接続されている、

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の角加速度センサ。

[請求項8] 平板面を有し、
固定部と、
前記固定部に対して支持されている錘部と、
前記平板面内で延伸しており、前記固定部と前記錘部とに接続されている梁部と、

前記梁部に設けられて前記梁部の平板面内での撓みによる応力を検出する検出素子と、

を備え、

前記梁部は、前記幅方向に突出する幅方向凸部を備え、

前記検出素子は、前記延伸方向での位置が前記幅方向凸部からずれている、

加速度センサ。

[請求項9]

平板面を有し、

固定部と、

前記固定部に対して支持されている錘部と、

前記平板面内で延伸しており、前記固定部と前記錘部とに接続されている梁部と、

前記梁部に設けられて前記梁部の平板面内での撓みによる応力を検出する検出素子と、

を備え、

前記梁部は、平板面に直交する板厚方向に貫通する貫通孔を備え、

前記検出素子は、前記延伸方向での位置が前記貫通孔と重なっている、

加速度センサ。

[請求項10]

前記梁部は、前記幅方向に突出する幅方向凸部を備え、

前記検出素子は、前記延伸方向での位置が前記幅方向凸部からずれている、

請求項9に記載の加速度センサ。

[請求項11]

前記梁部における平板面内で延伸方向に直交する幅方向の寸法は、前記梁部と前記固定部との接続部における前記幅方向の寸法よりも大きいことを特徴とする、

請求項8～10のいずれかに記載の加速度センサ。

[請求項12]

前記梁部は、

前記固定部に接続されている固定部側梁端部と、

前記錘部に接続されている錘部側梁端部と、

前記固定部側梁端部と前記錘部側梁端部との間に接続されており、平板面に直交する板厚方向の寸法が、前記固定部側梁端部および前記錘部側梁端部の前記板厚方向の寸法よりも小さい平板部と、

を備え、

前記検出素子は、前記平板部に設けられている、

請求項 8 ～ 1 1 のいずれかに記載の加速度センサ。

[請求項13] 前記平板部における前記幅方向の寸法は、前記固定部側梁端部における前記幅方向の寸法よりも大きい、

請求項 1 2 に記載の加速度センサ。

[請求項14] 前記錘部は、前記幅方向に凹む凹部を有し、

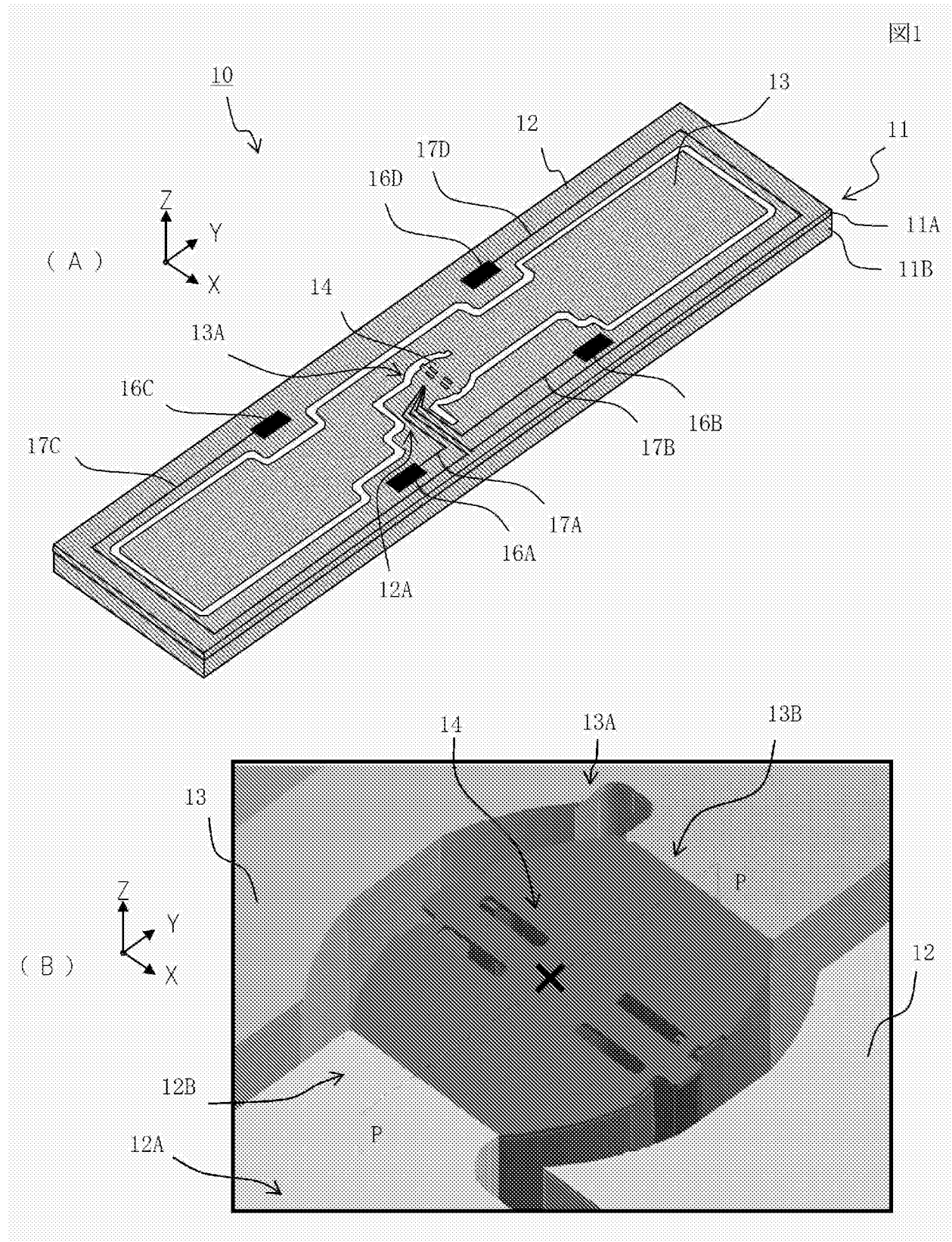
前記固定部は、前記幅方向に突出し前記凹部に対向する凸部を有し

、

前記梁部は、前記錘部の重心位置の近傍で前記凸部と前記凹部とに接続されている、

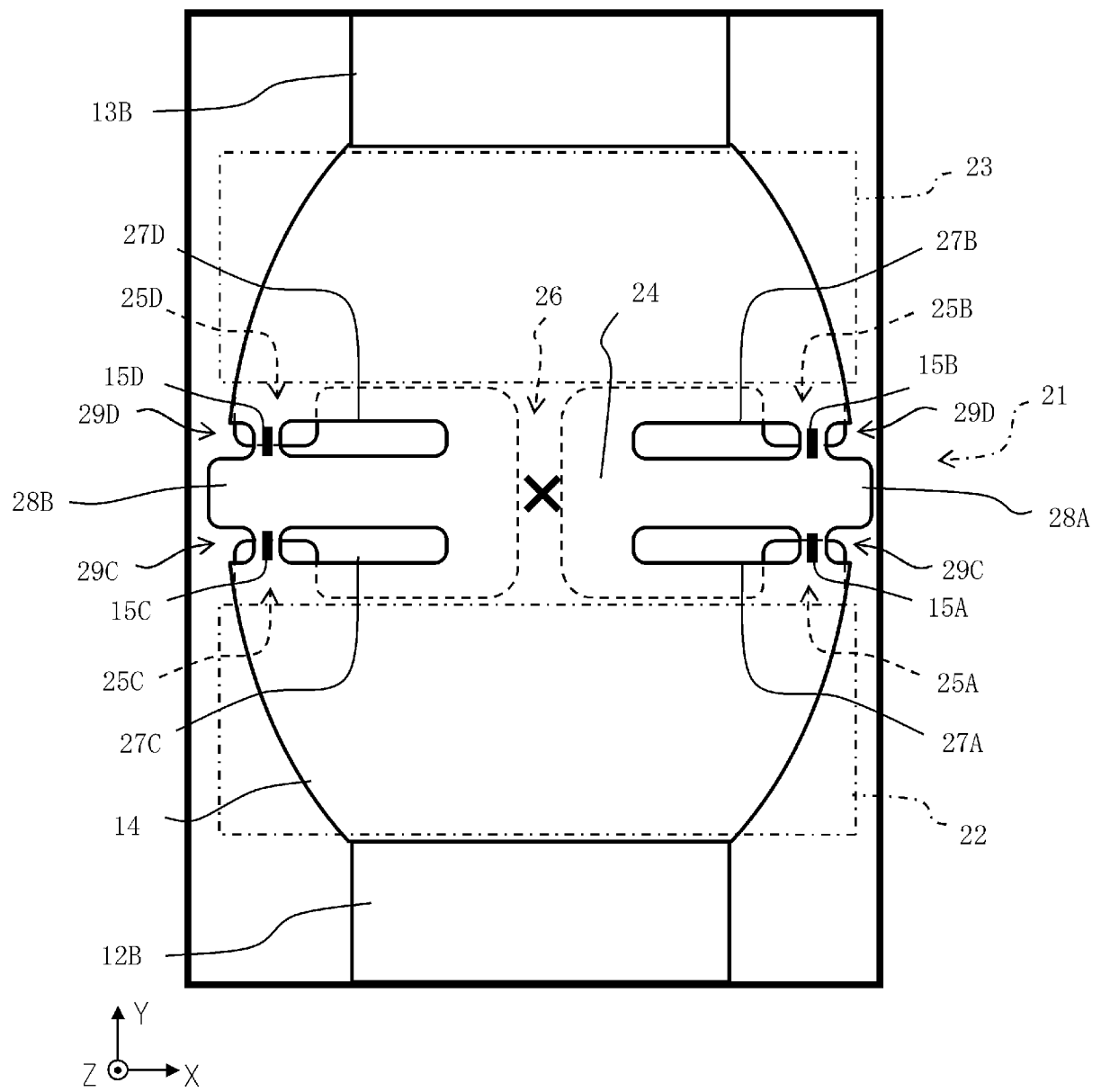
請求項 8 ～ 1 3 のいずれかに記載の加速度センサ。

[図1]



[図2]

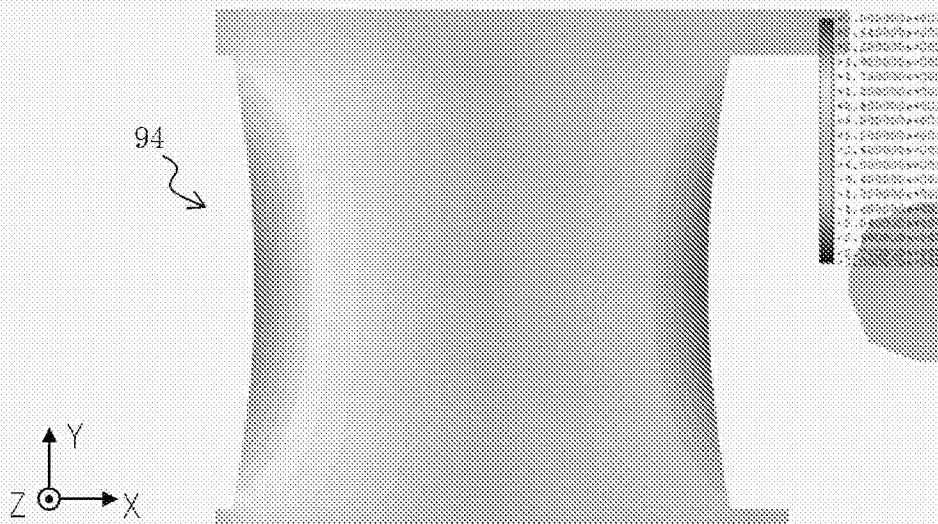
図2



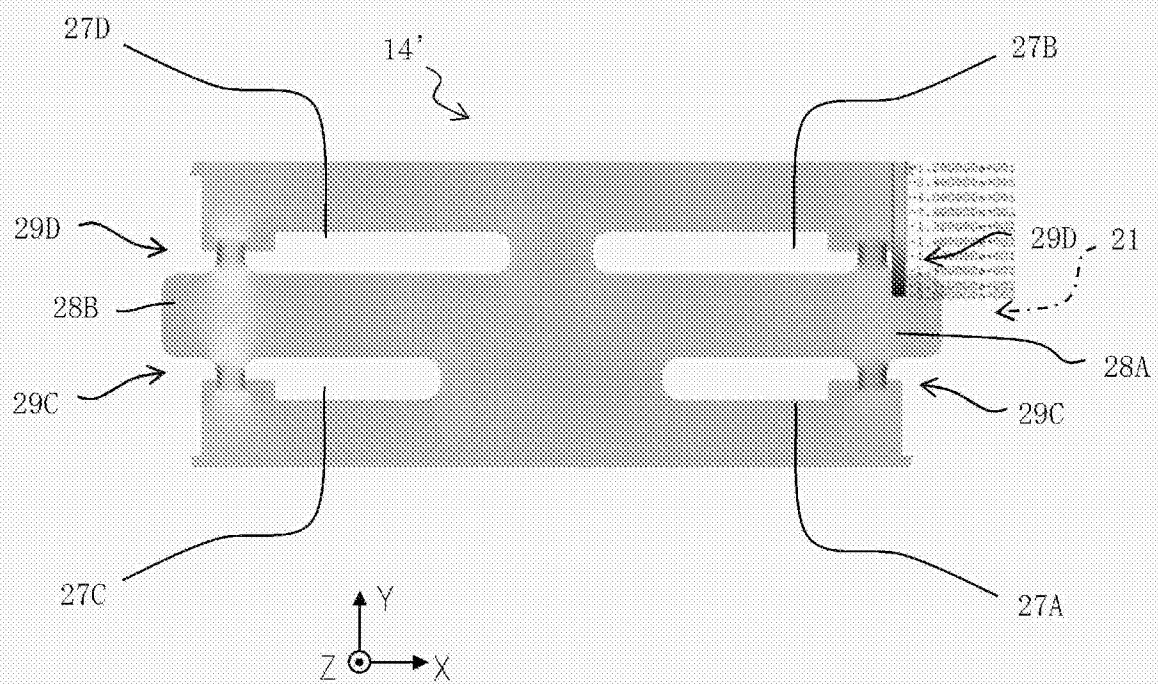
[図3]

図3

(A)



(B)



[図4]

図4

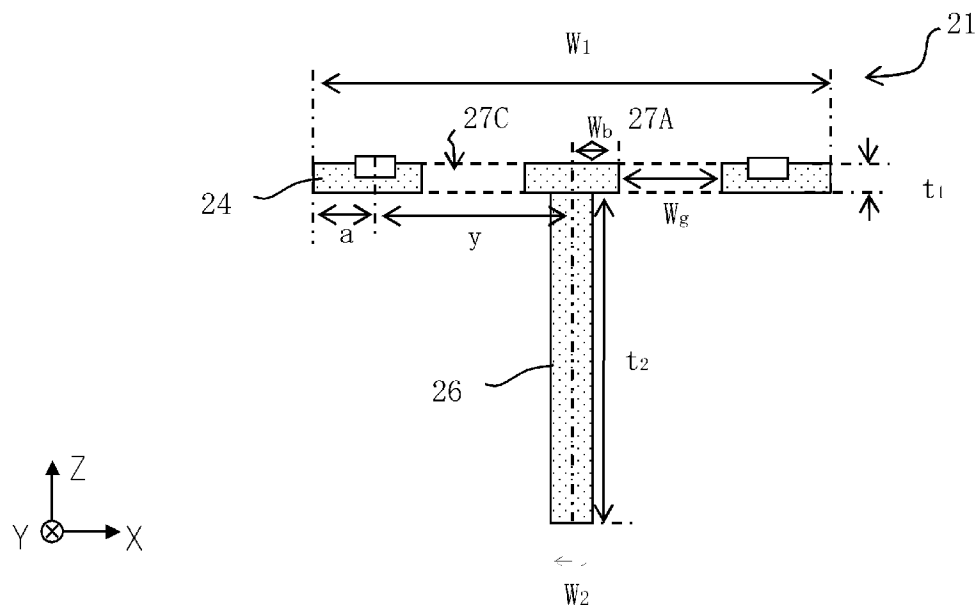
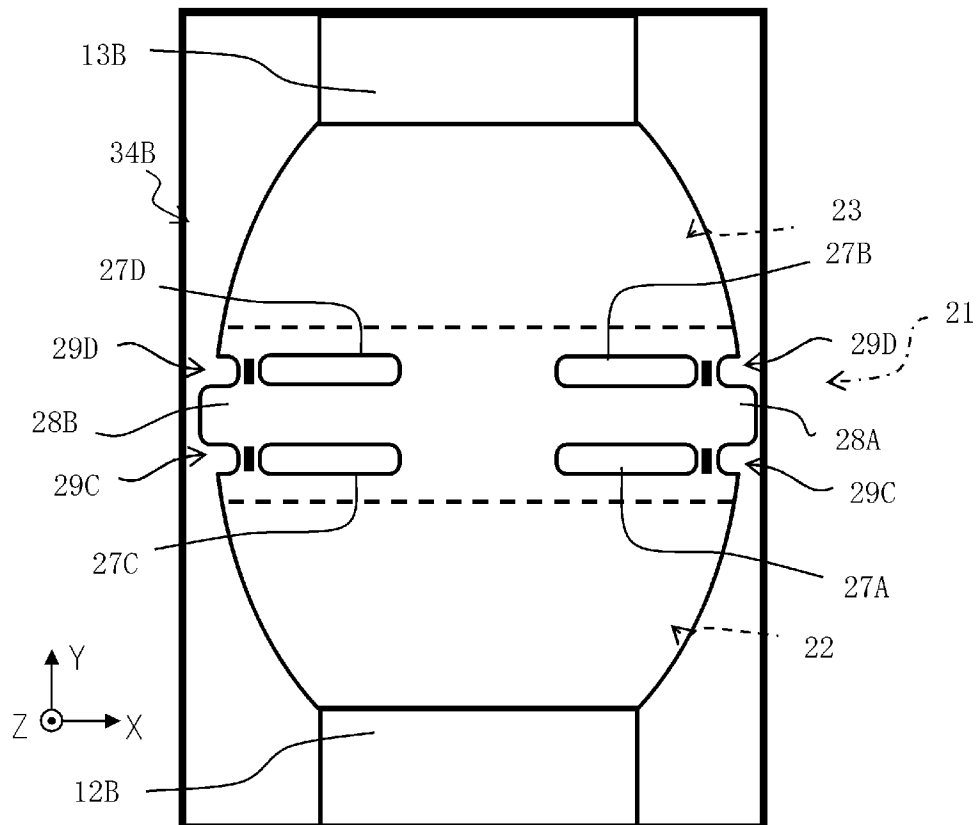
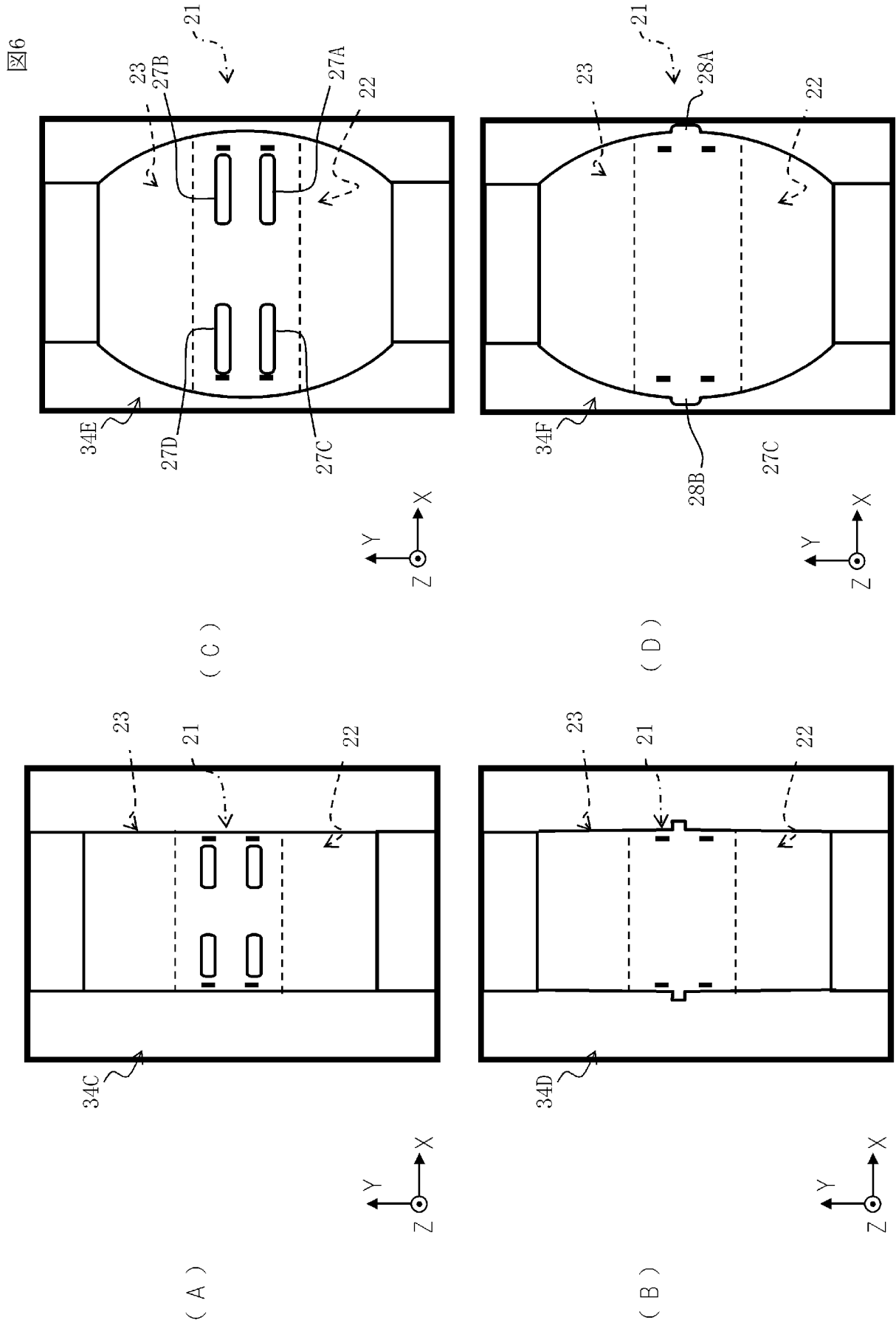


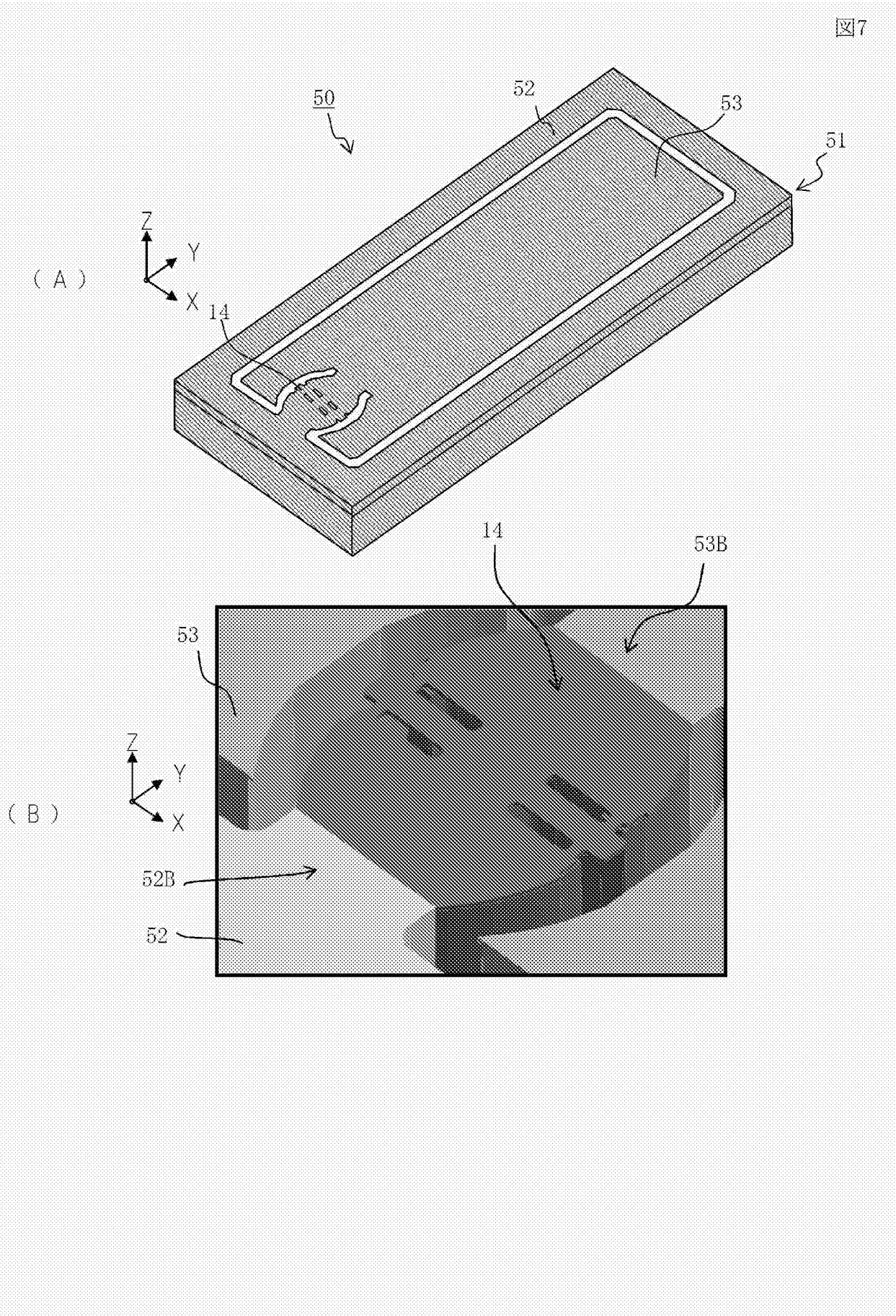
図5



[図6]

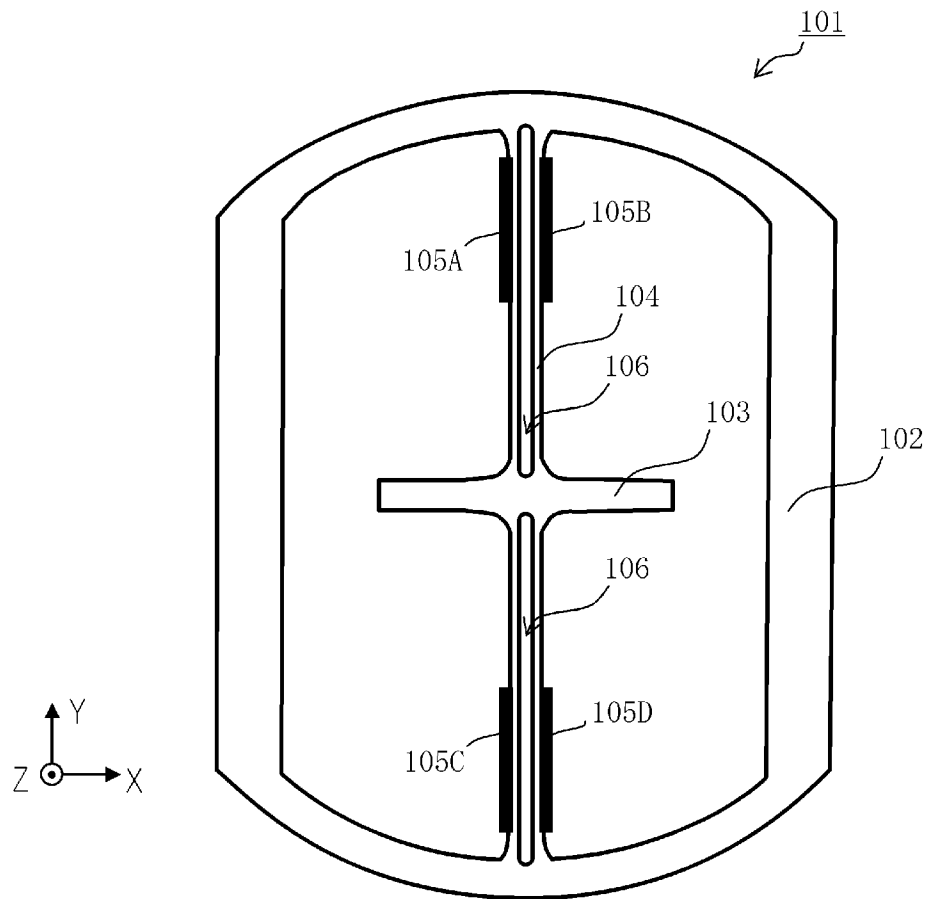


[図7]



[図8]

図8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/082931

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P15/12(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)

G01P15/12, 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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X Y	JP 2005-283402 A (Fujitsu Media Devices Ltd.), 13 October 2005 (13.10.2005), paragraphs [0001] to [0006], [0030]; fig. 6 & US 2005/0217378 A1 & EP 1582878 A1 & KR 10-2006-0043669 A & CN 1677055 A	8 1, 3-7, 10-14
X Y	JP 2007-309654 A (Sony Corp.), 29 November 2007 (29.11.2007), paragraphs [0018] to [0025], [0055] to [0056]; fig. 1, 10 (Family: none)	9 2-7, 10-14
Y	WO 2012/153439 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 15 November 2012 (15.11.2012), paragraphs [0097] to [0104]; fig. 21 to 22 (Family: none)	1-7, 14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 February, 2014 (14.02.14)

Date of mailing of the international search report
25 February, 2014 (25.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/082931

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-256234 A (Kyocera Corp.), 11 November 2010 (11.11.2010), paragraph [0057]; fig. 4 (Family: none)	5-7, 12-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01P15/12(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（I P C））

Int.Cl. G01P15/12, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
X Y	JP 2005-283402 A（富士通メディアデバイス株式会社）2005. 10. 13 段落【0001】－【0006】、【0030】、【図6】 & US 2005/0217378 A1 & EP 1582878 A1 & KR 10-2006-0043669 A & CN 1677055 A	8 1, 3-7, 10-14
X Y	JP 2007-309654 A（ソニー株式会社）2007. 11. 29 段落【0018】－【0025】、【0055】－【0056】 【図1】、【図10】（ファミリーなし）	9 2-7, 10-14

☒ 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

1 4 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

續山 浩二

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

2 F

4 4 5 4

C (続き) . 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
Y	WO 2012/153439 A1 (株式会社村田製作所) 2012. 11. 15 段落[0097]－[0104]、[図 21]－[図 22] (ファミリーなし)	1-7, 14
Y	JP 2010-256234 A (京セラ株式会社) 2010. 11. 11 段落【0057】、【図4】 (ファミリーなし)	5-7, 12-14