

(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 8 月 21 日(21.08.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/126019 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 15/12 (2006.01) *B81B 3/00* (2006.01)
G01P 15/18 (2013.01) *H01L 29/84* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/052921
- (22) 国際出願日: 2014 年 2 月 7 日(07.02.2014)
- (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 2013-025131 2013 年 2 月 13 日(13.02.2013) 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 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 浜村宏(HAMAMURA, Hiroshi); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 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 大阪府大阪市中央区農人橋 1 丁目 4 番 3 4 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).

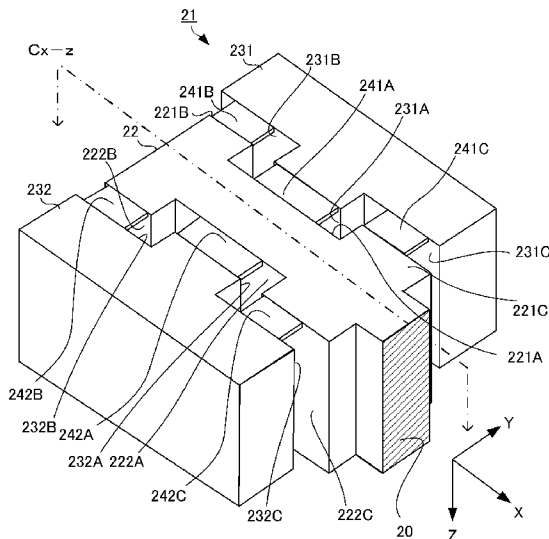
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ACCELERATION SENSOR

(54) 発明の名称: 加速度センサ

【図1】



(57) Abstract: This acceleration sensor (21) comprises weights (231; 232), a supporting part (22), and beams (241A-241C; 242A-242C) provided with piezoresistive elements, wherein: each weight (231; 232) has a protruding part (231A; 232B) and recessed parts (231B, 231C; 232B, 232C); the supporting part (22) has protruding parts (221B, 221C, 222B, 222C) and recessed parts (221A, 222A); the beams (241A; 242A) are connected to the protruding parts (231A; 232A) and the recessed parts (221A; 222A); the beams (241B; 242B) are connected to the recessed parts (231B; 232B) and the protruding parts (221B; 222B); and the beams (241C; 242C) are connected to the recessed parts (231C; 232C) and the protruding parts (221C; 222C).

(57) 要約: 錘 (231, 232) と、支持部 (22) と、ピエゾ抵抗素子が設けられた梁 (241A~241C, 242A~242C) と、を備え、錘 (231, 232) は、凸部 (231A, 232B) と凹部 (231B, 231C, 232B, 232C) とを有し、支持部 (22) は、凸部 (221B, 221C, 222B, 222C) と凹部 (221A, 222A) を有し、梁 (241A, 242A) は、凸部 (231A, 232A) と凹部 (221A, 222A) とに接続され、梁 (241B, 242B) は、凹部 (231B, 232B) と凸部 (221B, 222B) とに接続され、梁 (241C, 242C) は、凹部 (231C, 232C) と凸部 (221C, 222C) とに接続されている、加速度センサ (21)。

C) は、凹部 (231C, 232C) と凸部 (221C, 222C) とに接続されている、加速度センサ (21)。

明 細 書

発明の名称： 加速度センサ

技術分野

[0001] 本発明は、圧電抵抗素子を用いた加速度センサに関する。

背景技術

[0002] 圧電抵抗素子を用いた加速度センサとして、加速度センサの厚み方向の加速度と、加速度センサの平面方向の加速度とを検出する加速度センサが特許文献1や特許文献2に開示されている。

[0003] 図9（A）は、特許文献1を参考にした加速度センサ1Pの平面図である。加速度センサ1Pは、支持枠2Pと、錘3Pと、4つの可撓腕（梁）41P、42P、43P、44Pと、X軸検出用圧電抵抗51Pと、Y軸検出用圧電抵抗52Pと、Z軸検出用圧電抵抗53Pと、を備えている。支持枠2Pは、矩形の枠状である。錘3Pは、支持枠2Pの枠内に配置されている。4つの可撓腕41P、42P、43P、44Pは、錘3Pの周りに十字状に配置されており、それぞれ支持枠2Pの各辺の中央と錘3Pとの間に連結されている。X軸検出用圧電抵抗51Pは、可撓腕42P、44Pに設けられている。Y軸検出用圧電抵抗52Pは、可撓腕41P、43Pに設けられている。Z軸検出用圧電抵抗53Pは、可撓腕42P、44Pに設けられている。

[0004] 図9（B）は、特許文献2を参考にした加速度センサ1Qの平面図である。加速度センサ1Qは、半導体基板2Qと、錘3Qと、梁部4Qと、Z軸検出用圧電抵抗51Qと、X軸検出用圧電抵抗52Qと、を備えている。半導体基板2Qは、矩形の枠状である。錘3Qは、半導体基板2Qの枠内に配置されている。梁部4Qは、Y軸に沿って延伸しており、半導体基板2Qと錘3Qとに連結されている。また、梁部4Qは、Z軸に対して垂直でX軸およびY軸に対して平行な表面41Qと、Z軸およびX軸に対して非垂直でY軸に対して平行な斜面42Qと、を有している。X軸検出用圧電抵抗5

2 Qは、斜面4 2 Qに設けられており、X軸に沿う方向の加速度を検出する。Z軸検出用ピエゾ抵抗5 1 Qは、表面4 1 Qに設けられており、Z軸に沿う方向の加速度を検出する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2 0 0 5 / 0 6 2 0 6 0号パンフレット

特許文献2：特開2 0 0 4 - 3 4 0 8 5 8号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献2に開示されている加速度センサは、梁部に斜面4 2 Qや、斜面4 2 Q上のX軸検出用ピエゾ抵抗5 2 Qを設ける必要があった。梁部に斜面4 2 Qや、斜面4 2 Q上のX軸検出用ピエゾ抵抗5 2 Qを設けるには、難度が高いプロセス技術が必要であり、加速度センサの品質が不安定になる要因となっていた。

[0007] また、特許文献1に開示されている加速度センサは、異なる位置で固定されている複数の可撓梁が外部応力の影響を受けて撓むと、所望の加速度が加わっていない状態であるにも関わらず、不要な検出信号が出力されてしまうことがあった。さらには、特許文献1と特許文献2に開示されている加速度センサはいずれも、検出帯域の広帯域化を図ると、検出感度が低下してしまう問題もあった。

[0008] そこで、本発明の目的は、製造が容易で、外部応力によって不要な検出信号が出力されることがなく、広い検出帯域と高い検出感度を実現することが可能な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

[0009] 本発明に係る加速度センサは、錘と、前記錘に対向して配置されている支持部と、前記錘と前記支持部とを接続している複数の梁と、前記複数の梁の少なくともいずれかに設けられているピエゾ抵抗素子と、を備えるものであ

り、前記錘は、前記支持部側に突出する錘側凸部を有し、前記支持部は、前記錘側凸部に対向する位置から外れる位置に設けられており前記錘側に突出する支持部側凸部を有し、前記複数の梁のうちの一つは、一方の端部が前記錘側凸部に接続され、他方の端部が前記支持部における前記錘側凸部に対向する部分に接続され、前記複数の梁のうちの他の一つは、一方の端部が前記支持部側凸部に接続され、他方の端部が前記錘における前記支持部側凸部に対向する部分に接続されている。

[0010] この構成では、錘と支持部とに凸部が設けられ、各梁が段違いに配置されるように構成されているので、各梁には、錘が変位する時に応力が局所的に集中する領域が生じる。したがって、その応力が集中する領域にピエゾ抵抗素子を設けて、広帯域であっても感度のより良い加速度センサを実現することが可能になる。

[0011] 本発明に係る加速度センサは、第1の錘と、前記第1の錘と面对称に設けられている第2の錘と、前記第1の錘と前記第2の錘との間に配置されている支持部と、前記第1の錘と前記支持部とを接続している第1の梁と、前記第1の梁と面对称に設けられており、前記第2の錘と前記支持部とを接続している第2の梁と、前記第1の錘と前記支持部とを接続している第3の梁と、前記第3の梁と面对称に設けられており、前記第2の錘と前記支持部とを接続している第4の梁と、前記第1の梁と前記第3の梁との少なくとも一方と、前記第2の梁と前記第4の梁との少なくとも一方とに設けられているピエゾ抵抗素子と、を備えるものであり、前記第1の錘は、前記支持部側に突出する第1の凸部を有し、前記第2の錘は、前記支持部側に突出する第2の凸部を有し、前記支持部は、前記第1の凸部に対向する位置から外れる位置に設けられており前記第1の錘側に突出する第3の凸部と、前記第2の凸部に対向する位置から外れる位置に設けられており前記第2の錘側に突出する第4の凸部とを有し、前記第1の梁は、一方の端部が前記第1の凸部に接続され、他方の端部が前記支持部における前記第1の凸部に対向する部分に接続され、前記第2の梁は、一方の端部が前記第2の凸部に接続され、他方の

端部が前記支持部における前記第2の凸部に対向する部分に接続され、前記第3の梁は、一方の端部が前記第3の凸部に接続され、他方の端部が前記第1の錘における前記第3の凸部に対向する部分に接続され、前記第4の梁は、一方の端部が前記第4の凸部に接続され、他方の端部が前記第2の錘における前記第4の凸部に対向する部分に接続されている。

[0012] この構成では、第1の錘を支持する第1の梁および第3の梁と、第2の錘を支持する第2の梁および第4の梁とが、支持部から互いに反対の方向に伸びているので、第1の錘と第2の錘とは、互に対向する方向に沿った加速度に対して、逆方向の挙動を示し、その方向に直交する方向に沿った加速度に対して、同じ挙動を示すことになる。このため、第1の錘の挙動と、第2の錘の挙動とを、それぞれに設けたピエゾ抵抗素子で検出することにより、加工に難易度の高いプロセス技術を要する構成でなくとも、様々な方向の加速度を検出することが可能になる。その上、支持部に作用する外部応力や、不要な振動、ノイズなどによる影響を受けにくく、不要な検出信号が出力されることも殆ど無くなる。さらには、第1の錘と第2の錘と支持部とに凸部が設けられ、各梁が段違いに配置されるように構成されているので、各梁には、第1の錘と第2の錘が変位する時に応力が局所的に集中する領域が生じる。したがって、その応力が集中する領域にピエゾ抵抗素子を設けて、広帯域であっても感度のより良い加速度センサを実現することが可能になる。

[0013] 本発明に係る加速度センサにおいて、支持部は、前記錘部に対向する方向、および、前記複数の梁部が並ぶ方向に対して直交する方向に延びており、この延び方向の両端部のうち一方の端部のみを固定端として外部に固定されていてもよい。

[0014] この構成では、外部応力によって不要な検出信号が出力されてしまうことを低減できる。

[0015] 本発明に係る加速度センサにおいて、支持部が延びる方向に直交する断面での支持部の面積が、前記固定端の近傍で局所的に小さくてもよい。

[0016] この構成では、外部応力が固定端を介して支持部に伝わることを抑制でき

、不要な検出信号が出力されてしまうことをさらに低減できる。

[0017] 本発明に係る加速度センサにおいて、第１の凸部の先端は第３の凸部の先端よりも第１の錘側に位置しており、第２の凸部の先端は第４の凸部の先端よりも第２の錘側に位置していてもよい。

[0018] この構成では、第１の錘および第２の錘と支持部との凸部同士が、互いに相手側に入り込むことが無いように設けられる。このことにより、各梁の中央付近から各梁の一方の端部付近までの間に応力が集中する領域が生じる。したがって、応力が集中する領域にピエゾ抵抗素子を設けて、広帯域であっても感度の良い加速度センサを実現することが可能になる。

[0019] 本発明に係る加速度センサにおいて、第１の凸部の先端は第３の凸部の先端よりも支持部側に位置しており、第２の凸部の先端は第４の凸部の先端よりも支持部側に位置していてもよい。

[0020] この構成では、第１の錘および第２の錘と支持部との凸部同士が、互いに相手側に入り込むように設けられる。このことにより、各梁の両端部分に応力が集中する領域が生じる。したがって、その応力が集中する領域にピエゾ抵抗素子を設けて、広帯域であっても感度の良い加速度センサを実現することが可能になる。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、検出帯域を広帯域化しても検出感度が低下しにくくなる。また、製造が容易な加速度センサを構成できる。

図面の簡単な説明

[0022] [図１]本発明の第１の実施形態に係る加速度センサの斜視図である。

[図２]本発明の第１の実施形態に係る加速度センサの平面図および断面図である。

[図３]本発明の第１の実施形態に係る加速度センサにおける錘の変位挙動を説明するための断面図である。

[図４]本発明の第１の実施形態に係る加速度センサの挙動と、ピエゾ抵抗素子の配置例とを説明するための平面図である。

[図5]本発明の第1の実施形態に係る加速度センサの製造方法を説明するための断面図である。

[図6]本発明の第1の実施形態に係る加速度センサの第1の変形例の平面図である。

[図7]本発明の第1の実施形態に係る加速度センサの第2の変形例の平面図である。

[図8]本発明の第1の実施形態に係る加速度センサの第3の変形例の平面図である。

[図9]従来例の加速度センサを説明する平面図である。

発明を実施するための形態

[0023] 《第1の実施形態》

次に、本発明の第1の実施形態に係る加速度センサについて、図1～6に基づいて説明する。ここで説明する加速度センサは、2軸方向の加速度を検出することができるものである。各図には、加速度センサの厚み方向に沿う第1の検出軸であるZ軸と、加速度センサの平面方向に沿う第2の検出軸でありZ軸に直交するY軸と、Z軸およびY軸に直交する軸であるX軸と、を付記している。また、各図には、加速度センサの中心を通る中心面として、X軸およびZ軸に平行しY軸に直交するC x - z 面を付記している。

[0024] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る加速度センサ21の斜視図である。図2(A)は、加速度センサ21のX-Y面平面図である。図2(B)は、図2(A)に示すP y - z 面における加速度センサ21のY-Z面断面図である。図2(C)は、図2(A)に示すQ y - z 面における加速度センサ21のY-Z面断面図である。なお、P y - z 面およびQ y - z 面は、それぞれ、Y軸およびZ軸に平行し、X軸に直交する面である。

[0025] 加速度センサ21は、SOI (Silicon On Insulator) 基板に対してエッチング処理等の後述する微細加工を行うことで形成されたMEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) ピエゾ抵抗型加速度センサである。

[0026] 加速度センサ 21 は、 $Cx-z$ 面を境に面对称な形状である。より具体的には、加速度センサ 21 は、第 1 の錘 231 と、第 2 の錘 232 と、支持部 22 と、第 1 の梁 241A と、第 2 の梁 242A と、第 3 の梁 241B, 241C と、第 4 の梁 242B, 242C と、加速度検出回路（不図示）と、を備えている。

[0027] 第 1 の錘 231 と第 2 の錘 232 とは、 $Cx-z$ 面を境に互いに面对称な配置および形状であり、 Y 軸方向に互いに対向している。支持部 22 は、第 1 の錘 231 と第 2 の錘 232 との間に配置されている。支持部 22 は、 X 軸方向の一端が外部の構造体から浮いた状態で X 軸に沿って延びており、図中に斜線を付して表示する X 軸方向の他端を固定端 20 として外部の構造体に固定されている。また、固定端 20 の近傍では、 X 軸に直交する断面での支持部 22 の面積を局所的に小さくしている。このため、外部の構造体から固定端 20 に応力が伝わろうとしても、固定端 20 から支持部 22 に応力が伝わりにくくなる。第 1 の梁 241A および第 3 の梁 241B, 241C は、第 1 の錘 231 と支持部 22 とを接続している。第 2 の梁 242A および第 4 の梁 242B, 242C は、第 2 の錘 232 と支持部 22 とを接続している。第 1 の梁 241A と第 2 の梁 242A とは、 $Cx-z$ 面を境に互いに面对称な配置および形状である。第 3 の梁 241B と第 4 の梁 242B とは、 $Cx-z$ 面を境に互いに面对称な配置および形状である。第 3 の梁 241C と第 4 の梁 242C とは、 $Cx-z$ 面を境に互いに面对称な配置および形状である。

[0028] より具体的には、第 1 の錘 231 は、図 2 (A) に示す $X-Y$ 面を視て、支持部 22 に対向する Y 軸負方向側の面の中央が支持部 22 側（ Y 軸負方向側）に突出する凸形状を有している。換言すれば、第 1 の錘 231 は、支持部 22 側に突出する部分を含む領域である第 1 の凸部 231A と、第 1 の凸部 231A よりも X 軸負方向側の領域である凹部 231B と、第 1 の凸部 231A よりも X 軸正方向側の領域である凹部 231C と、を備えている。

[0029] 第 2 の錘 232 は、支持部 22 に対向する Y 軸正方向側の面の中央が支持

部 2 2 側（Y 軸正方向側）に突出する凸形状を有している。換言すれば、第 2 の錘 2 3 2 は、図 2（A）に示す X－Y 面を視て、支持部 2 2 側に突出する部分を含む領域である第 2 の凸部 2 3 2 A と、第 2 の凸部 2 3 2 A よりも X 軸負方向側の領域である凹部 2 3 2 B と、第 2 の凸部 2 3 2 A よりも X 軸正方向側の領域である凹部 2 3 2 C と、を備えている。

[0030] また、第 1 の錘 2 3 1 および第 2 の錘 2 3 2 は、図 2（B）、図 2（C）に示す Y－Z 面を視て、Y 軸に平行な短辺と、Z 軸に平行な長辺とを有するおよそ長方形形状を有している。

[0031] 支持部 2 2 は、図 2（A）に示す X－Y 面を視て、第 1 の錘 2 3 1 に対向する Y 軸正方向側の面の中央が第 1 の錘 2 3 1 側とは逆側（Y 軸負方向側）にへこみ、また、第 2 の錘 2 3 2 に対向する Y 軸負方向側の面の中央が第 2 の錘 2 3 2 側とは逆側（Y 軸正方向側）にへこむ H 字形状を有している。

[0032] 換言すれば、支持部 2 2 は、第 1 の錘 2 3 1 に対向する対向面側に、第 1 の錘 2 3 1 側とは反対側にへこむ部分を含む領域である凹部 2 2 1 A と、凹部 2 2 1 A よりも X 軸負方向側または X 軸正方向側の領域である第 3 の凸部 2 2 1 B、2 2 1 C と、を備えている。第 3 の凸部 2 2 1 B は、凹部 2 2 1 A よりも X 軸負方向側の領域である。第 3 の凸部 2 2 1 C は、凹部 2 2 1 A よりも X 軸正方向側の領域である。

[0033] また、支持部 2 2 は、第 2 の錘 2 3 2 に対向する対向面側に、第 2 の錘 2 3 2 側とは反対側にへこむ部分を含む領域である凹部 2 2 2 A と、凹部 2 2 2 A よりも X 軸負方向側または X 軸正方向側の領域である第 4 の凸部 2 2 2 B、2 2 2 C と、を備えている。第 4 の凸部 2 2 2 B は、凹部 2 2 2 A よりも X 軸負方向側の領域である。第 4 の凸部 2 2 2 C は、凹部 2 2 2 A よりも X 軸正方向側の領域である。

[0034] また、支持部 2 2 は、図 2（B）、図 2（C）に示す Y－Z 面を視て、Y 軸に平行な短辺と、Z 軸に平行な長辺とを有するおよそ長方形形状を有している。

[0035] なお、第 1 の凸部 2 3 1 A は、支持部 2 2 の凹部 2 2 1 A よりも X 軸方向

の幅が短く、凹部 2 2 1 A の X 軸方向の中頃に対向している。第 2 の凸部 2 3 2 A は、支持部 2 2 の凹部 2 2 2 A よりも X 軸方向の幅が短く、凹部 2 2 2 A の X 軸方向の中頃に対向している。第 3 の凸部 2 2 1 B, 2 2 1 C は、第 1 の錘 2 3 1 の凹部 2 3 1 B, 2 3 1 C よりも X 軸方向の幅が短く、凹部 2 3 1 B, 2 3 1 C それぞれの X 軸方向の中頃に対向している。第 4 の凸部 2 2 2 B, 2 2 2 C は、第 2 の錘 2 3 2 の凹部 2 3 2 B, 2 3 2 C よりも X 軸方向の幅が短く、凹部 2 3 2 B, 2 3 2 C それぞれの X 軸方向の中頃に対向している。

[0036] また、第 1 の錘 2 3 1 および第 2 の錘 2 3 2 と支持部 2 2 とは、それぞれ、凹凸構造が相手側に入り込むことが無いように設けられている。換言すれば、第 1 の錘 2 3 1 の第 1 の凸部 2 3 1 A における Y 軸負方向の先端は、支持部 2 2 の第 3 の凸部 2 2 1 B, 2 2 1 C における Y 軸正方向の先端よりも、Y 軸正方向側すなわち第 1 の錘 2 3 1 側に位置している。第 2 の錘 2 3 2 の第 2 の凸部 2 3 2 A における Y 軸正方向の先端は、支持部 2 2 の第 4 の凸部 2 2 2 B, 2 2 2 C における Y 軸負方向の先端よりも、Y 軸負方向側すなわち第 2 の錘 2 3 2 側に位置している。

[0037] 第 1 の梁 2 4 1 A と第 2 の梁 2 4 2 A と第 3 の梁 2 4 1 B, 2 4 1 C と第 4 の梁 2 4 2 B, 2 4 2 C は、それぞれ、Z 軸方向に可撓性を有する平板状であり、それぞれ Y 軸に沿って伸びるように設けられている。

[0038] より具体的には、第 1 の梁 2 4 1 A は、Y 軸負方向側の端部で、支持部 2 2 の凹部 2 2 1 A に連結され、Y 軸正方向側の端部で、第 1 の錘 2 3 1 の第 1 の凸部 2 3 1 A に連結されている。第 3 の梁 2 4 1 B は、Y 軸負方向側の端部で、支持部 2 2 の第 3 の凸部 2 2 1 B に連結され、Y 軸正方向側の端部で、第 1 の錘 2 3 1 の凹部 2 3 1 B に連結されている。第 3 の梁 2 4 1 C は、Y 軸負方向側の端部で、支持部 2 2 の第 3 の凸部 2 2 1 C に連結され、Y 軸正方向側の端部で、第 1 の錘 2 3 1 の凹部 2 3 1 C に連結されている。第 2 の梁 2 4 2 A は、Y 軸正方向側の端部で、支持部 2 2 の凹部 2 2 2 A に連結され、Y 軸負方向側の端部で、第 2 の錘 2 3 2 の第 2 の凸部 2 3 2 A に連

結されている。第4の梁242Bは、Y軸正方向側の端部で、支持部22の第4の凸部222Bに連結され、Y軸負方向側の端部で、第2の錘232の凹部232Bに連結されている。第4の梁242Cは、Y軸正方向側の端部で、支持部22の第4の凸部222Cに連結され、Y軸負方向側の端部で、第2の錘232の凹部232Cに連結されている。

[0039] 以上のように構成した第1の実施形態に係る加速度センサ21は、第1の梁241Aと第3の梁241B、241Cによって、第1の錘231が支持部22に片持ち形に支持されている。また、第2の梁242Aと第4の梁242B、242Cによって、第2の錘232が支持部22に片持ち形に支持されている。そして、第1の錘231と第1の梁241Aと第3の梁241B、241Cとが、第2の錘232と第2の梁242Aと第4の梁242B、242Cとに対して、C×-z面を境に面对称に設けられている。したがって、加速度センサ21では、外部応力や不要な振動などの影響を受けづらくなる。その上、加速度センサ21では、広い検出帯域と高い検出感度とを実現することができる。また、第1の梁241Aと第2の梁242Aと第3の梁241B、241Cと第4の梁242B、242Cとは、従来構成として図9(B)で説明した構成のような、斜面や斜面上のピエゾ抵抗素子を設ける必要がなく、製造が容易である。

[0040] 次に、第1の実施形態に係る加速度センサ21の振動態様について説明する。

[0041] 図3は、図2(B)と同様の、Py-z面における加速度センサ21のY-Z面断面図である。図3(A)は、加速度センサ21にY軸に沿う方向の加速度が加わる場合の挙動を示している。図3(B)は、加速度センサ21にZ軸に沿う方向の加速度が加わる場合の挙動を示している。

[0042] 図3(A)に示す状態では、加速度センサ21にY軸に沿う方向(Y軸正方向)の加速度が加わっている。この状態では、第1の錘231および第2の錘232は、加速度の作用方向とは逆の方向(Y軸負方向)に慣性力が作用して、Y-Z面内で変位する。このとき、第1の錘231と第2の錘23

2とでは、支持部に対する変位が逆になる。

[0043] 図3(B)に示す状態では、加速度センサ21にZ軸に沿う方向(Z軸正方向)の加速度が加わっている。この状態では、第1の錘231および第2の錘232は、加速度の作用方向とは逆の方向(Z軸負方向)に慣性力が作用して、Y-Z面内に変位する。このとき、第1の錘231と第2の錘232とでは、変位方向が支持部に対して同じになる。

[0044] したがって、Y-Z面における任意の方向の加速度が加速度センサ21に作用すると、第1の錘231および第2の錘232が、Y-Z面内で変位する。そして、第1の錘231の変位挙動と、第2の錘232の変位挙動とは、加速度の方向に応じて異なるものになる。そのため、第1の錘231の変位挙動と、第2の錘232の変位挙動とを検出することにより、Y-Z面断面における様々な方向の加速度を検出することが可能になる。

[0045] 次に、加速度センサ21におけるpiezo抵抗素子の配置例を説明する。

[0046] 図4は、加速度センサ21の平面図である。図4には、第1の梁241AのY軸正方向側の端部を通るX軸に平行な直線LB1と、第3の梁241B, 241CのY軸負方向側の端部を通るX軸に平行な直線LA1と、第2の梁242AのY軸負方向側の端部を通るX軸に平行な直線LB2と、第4の梁242B, 242CのY軸正方向側の端部を通るX軸に平行な直線LA2と、が付記されている。なお、直線LA1と直線LB1とに挟まれる領域において、第1の梁241Aと第3の梁241B, 241CとはX軸方向に重なっている。また、直線LA2と直線LB2とに挟まれる領域において、第1の梁241Aと第3の梁241B, 241CとはX軸方向に重なっている。

[0047] 加速度センサ21において、第1の錘231と支持部22とは、互いの対向面が噛みあうが、互いに相手側に入り込むことが無いような凹凸構造を有している。このため、第1の梁241Aによって第1の錘231が支持されるY軸上での位置と、第3の梁241B, 241Cによって第1の錘231が支持されるY軸上の位置とがずれている。また、第1の梁241Aが支持

部 2 2 に支持される Y 軸上での位置と、第 3 の梁 2 4 1 B, 2 4 1 C が支持部 2 2 に支持される Y 軸上の位置ともずれている。

[0048] また、加速度センサ 2 1 において、第 2 の錘 2 3 2 と支持部 2 2 とは、第 1 の錘 2 3 1 および支持部 2 2 と同様、互いの対向面が噛みあうが、互いに相手側に入り込むことが無いような凹凸構造を有している。このため、第 2 の梁 2 4 2 A によって第 2 の錘 2 3 2 が支持される Y 軸上での位置と、第 4 の梁 2 4 2 B, 2 4 2 C によって第 2 の錘 2 3 2 が支持される Y 軸上の位置とがずれている。また、第 2 の梁 2 4 2 A が支持部 2 2 に支持される Y 軸上での位置と、第 4 の梁 2 4 2 B, 2 4 2 C が支持部 2 2 に支持される Y 軸上の位置ともずれている。

[0049] したがって、第 1 の梁 2 4 1 A と第 3 の梁 2 4 1 B, 2 4 1 C との直線 L A 1 と直線 L B 1 との間に位置している部分と、第 2 の梁 2 4 2 A と第 4 の梁 2 4 2 B, 2 4 2 C の直線 L A 2 と直線 L B 2 との間に位置している部分に応力が局所的に集中することにより、大きな応力が作用することになる。

[0050] そこで、加速度検出回路（不図示）は、第 1 の梁 2 4 1 A と第 2 の梁 2 4 2 A と第 3 の梁 2 4 1 B, 2 4 1 C と第 4 の梁 2 4 2 B, 2 4 2 C の応力がかかる領域に、ピエゾ抵抗素子 R y 1, R y 2, R y 3, R y 4, R z 1, R z 2, R z 3, R z 4 を備えている。ピエゾ抵抗素子 R y 1, R y 2, R y 3, R y 4 は、Y 軸に沿った加速度に対して出力が得られるように配している。またピエゾ抵抗素子 R z 1, R z 2, R z 3, R z 4 は Z 軸に沿った加速度に対して出力が得られるように配している。

[0051] なお、より高感度に検出したい検出軸がある場合には、その検出軸に対応するピエゾ抵抗素子を配する梁の幅をより細くするとよい。図 4 に示す加速度センサ 2 1 においては、第 1 の梁 2 4 1 A と第 2 の梁 2 4 2 A とを幅が太い梁としており、第 3 の梁 2 4 1 B, 2 4 1 C と第 4 の梁 2 4 2 B, 2 4 2 C とを幅が狭い梁としている。そして、Y 軸を検出軸とするピエゾ抵抗素子 R y 1, R y 2, R y 3, R y 4 は、幅が太い第 1 の梁 2 4 1 A と第 2 の梁 2 4 2 A とに配し、Z 軸を検出軸とするピエゾ抵抗素子 R z 1, R z 2, R

z 3、R z 4 は、幅が細い第 3 の梁 2 4 1 B、2 4 1 C と第 4 の梁 2 4 2 B、2 4 2 C とに配している。このため、加速度センサ 2 1 においては、Z 軸に沿った加速度を高感度に検出できる。

[0052] 次に、本発明の第 1 の実施形態に係る加速度センサ 2 1 の製造方法について説明する。図 5 は、加速度センサ 2 1 の製造方法を説明するための Y-Z 面断面図である。図 5 に示す製造方法では、加速度センサ 2 1 を含む装置が製造される。また、図 5 に示す Y-Z 面断面図は、上述の図 2 (B) に示す Y-Z 面断面図に相当している。なお、以下では、piezo 抵抗素子 R y 1、R y 2、R y 3、R y 4、R z 1、R z 2、R z 3、R z 4 を代表して piezo 抵抗素子 R と称して説明する。

[0053] まず、図 5 (A) に示すように、SOI 基板 1 0 0 を用意する。SOI 基板 1 0 0 は、シリコン基板 1 0 1 とシリコン基板 1 0 2 と、これらの間に介在する、例えば SiO₂ や SiN からなる絶縁層 1 0 3 と、を備えている。さらに、本実施形態では、シリコン基板 1 0 1 の表面に絶縁層 1 0 4 が形成されている。

[0054] 次に、シリコン基板 1 0 1 の表面側に、フォトリソグラフィ技術およびイオン注入技術を用いて、piezo 抵抗素子 R (p+層) を形成する。そして、さらに、シリコン基板 1 0 1 の表面側に、フォトリソグラフィ技術およびイオン注入技術を用いて、低抵抗配線領域 1 6 A (p++層) を形成する。

[0055] 次に、図 5 (B) に示すように、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて、SOI 基板 1 0 0 の裏面側 (シリコン基板 1 0 2 側) からフッ素系ガス (CF₄, C₄F₈, SF₆ 等) や塩素系ガス (Cl₂) を用いたドライエッチングを行う。これにより、後に第 1 の錘 2 3 1 および第 2 の錘 2 3 2 と支持部 2 2 との間の空間となる空間 1 7 A、並びに、第 1 の錘 2 3 1 および第 2 の錘 2 3 2 を変位可能にする空間となる空間 1 7 B を形成する。続いて、図 5 (C) に示すように、SOI 基板 1 0 0 の裏面側 (シリコン基板 1 0 2 側) に蓋材 1 8 を接合する。蓋材 1 8 は、空間 1 7 A、1 7 B に連通する空間 1 7 C が形成されている。

[0056] 次に、図5（D）に示すように、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて、SOI基板100の表面側（絶縁層104側）からドライエッチングを行い、空間17Bに連通する空間17Dを形成する。また、絶縁層104の表面、すなわちSOI基板100の表面に、配線電極パターン16Bを形成する。この配線電極パターン16Bは、シリコン基板101の低抵抗配線領域16Aと接続されるように形成される。その後、SOI基板100の表面側から、絶縁層104、シリコン基板101、絶縁層103の一部をドライエッチングで除去し、第1の錘231および第2の錘232、支持部22、第1の梁241A、第3の梁241B、241C、第2の梁242A、および第4の梁242B、242Cに相当する部分を残す。この工程により、第1の錘231と第2の錘232が、変位可能に支持された構造が実現される。

[0057] 以上に説明したように本発明に係る加速度センサは実施することができる。なお、本実施形態においては、加速度センサに支持部の両側に錘と梁を設ける例を示したが、支持部の片側のみに錘と梁を設けるようにしてもよい。

[0058] ≪第1の変形例≫

次に、第1の実施形態に係る加速度センサの第1の変形例について説明する。第1の変形例に係る加速度センサは、piezo抵抗素子の配置が図4と異なるものである。

[0059] 図6（A）は、piezo抵抗素子の配置を異ならせた加速度センサ21Aの平面図である。図6（B）は、piezo抵抗素子の配置を異ならせた加速度センサ21Bの平面図である。図6（C）は、piezo抵抗素子の配置を異ならせた加速度センサ21Cの平面図である。これらの加速度センサ21A、21B、21Cで示すように、各piezo抵抗素子は適宜の梁に設けることができる。なお、各梁のX軸方向の幅に応じてpiezo抵抗素子の配置を設定すると好適である。

[0060] ≪第2の変形例≫

次に、第1の実施形態に係る加速度センサの第2の変形例について説明す

る。第2の変形例に係る加速度センサは、第1の錘および第2の錘と支持部との対向面の凹凸構造の深さや配置が図4と異なるものである。

[0061] 図7(A)は、第1の錘および第2の錘と支持部との対向面の凹凸構造の深さを異ならせた加速度センサ21Dの平面図である。

[0062] 加速度センサ21Dでは、凹凸構造の深さを図4の構成よりも深くし、第1の錘231の凸構造が支持部22の凹構造に食い込み、第1の錘231における第1の凸部231Aと、支持部22における第3の凸部221B、221Cとが、X軸方向に対向するように構成している。また、第2の錘232の凸構造が支持部22の凹構造に食い込み、第2の錘232における第2の凸部232Aと、支持部22における第4の凸部222B、222CとがX軸方向に対向するように構成している。

[0063] 換言すれば、加速度センサ21Dでは、第1の錘231の第1の凸部231AにおけるY軸負方向の先端は、支持部22の第3の凸部221B、221CにおけるY軸正方向の先端よりも、Y軸負方向側すなわち支持部22側に位置している。第2の錘232の第2の凸部232AにおけるY軸正方向の先端は、支持部22の第4の凸部222B、222CにおけるY軸負方向の先端よりも、Y軸正方向側すなわち支持部22側に位置している。支持部22の第3の凸部221B、221CにおけるY軸正方向の先端は、第1の錘231の第1の凸部231AにおけるY軸負方向の先端よりも、Y軸正方向側すなわち第1の錘231側に位置している。支持部22の第4の凸部222B、222CにおけるY軸負方向の先端は、第2の錘232の第2の凸部232AにおけるY軸正方向の先端よりも、Y軸負方向側すなわち第2の錘232側に位置している。

[0064] このような構成の場合には、変位に伴う応力が集中して作用する領域を、第1の梁241Aと第3の梁241B、241Cと第2の梁242Aと第4の梁242B、242Cとのそれぞれの両端部近傍にでき、これらの領域にピエゾ抵抗素子を形成することで、効率よく加速度を検出することが可能になる。

[0065] 図7(B)は、第1の錘および第2の錘と支持部との対向面の凹凸構造の配置を異ならせた加速度センサ21Eの平面図である。

[0066] 加速度センサ21Eでは、凹凸構造の向きを図4の構成と逆であり、第1錘231および第2錘232における支持部22との対向面を凹形状とし、支持部22における第1錘231との対向面と、第2錘232との対向面とを、凸形状としている。したがって、第1錘231は、第1凸部231B、231Cを有している。第2錘232は、第2凸部232B、232Cを有している。支持部22は、第3凸部221Aと、第4凸部222Aとを有している。

[0067] このような構成では、第1の錘231および第2の錘232の凹部深さを調整しながら加工することが容易であり、第1の錘231および第2の錘232の重さを微調整することにより、構造共振周波数や感度を微調整することができる。

[0068] なお、第2の変形例に係る構成でも、第1の変形例と同様に、ピエゾ抵抗素子の配置を様々に設定することができる。その場合にも、各梁のX軸方向の幅によって各梁に発生する応力が変わるので、必要となる感度に応じて各梁のX軸方向の幅を調整し、ピエゾ抵抗素子の配置を設定するとよい。

[0069] ≪第3の変形例≫

次に、第1の実施形態に係る加速度センサの第3の変形例について説明する。第3の変形例に係る加速度センサは、梁の構成が図4と異なるものである。

[0070] 図8(A)は、各梁を二つに分割された分割梁で構成した加速度センサ21Fの平面図である。加速度センサ21Fでは、第1の梁241Aと第3の梁241B、241Cと第2の梁242Aと第4の梁242B、242Cとを、それぞれ、二つに分割された分割梁で構成している。

[0071] 図8(B)は、振動に伴う空気の抜け道をなくすための梁を追加して設けた加速度センサ21Gの平面図である。加速度センサ21Gでは、第1の梁241Aと第3の梁241Bとの間に梁243Aを設け、第1の梁241A

と第3の梁241Cとの間に梁243Bを設け、第2の梁242Aと第4の梁242Bとの間に梁243Cを設け、第2の梁242Aと第4の梁242Cとの間に梁243Dを設けている。

[0072] この構成では、第1の錘231および第2の錘232と支持部22との間の空間の気体分子の粘性抵抗、すなわちダンピング効果によって、振動系のQ値を低下させることができる。

[0073] なお、第3の変形例に係る構成でも、第1の変形例と同様に、piezo抵抗素子の配置を様々に設定することができる。その場合にも、各梁のX軸方向の幅と、各梁に発生する最大応力との関係は変わるものではないので、各梁のX軸方向の幅に応じてpiezo抵抗素子の配置を設定するとよい。

[0074] また、第3の変形例に係る構成でも、第2の変形例と同様に、第1の錘および第2の錘と支持部との対向面の凹凸構造の深さや配置を様々に設定してもよい。

[0075] 以上、本発明に係る加速度センサについて具体的に説明したが、加速度センサの具体的構成などは、適宜設計変更可能であり、上述の実施形態に記載された作用及び効果は、本発明から生じる最も好適な作用及び効果を列挙したに過ぎず、本発明による作用及び効果は、上述の実施形態に記載されたものに限定されるものではない。

符号の説明

[0076] 21, 21A, 21B, 21C, 21D, 21E, 21F, 21G…加速度センサ

22…支持部

231…第1の錘

232…第2の錘

241A…第1の梁

242A…第2の梁

241B, 241C…第3の梁

242B, 242C…第4の梁

25 A, 25 B…加速度検出回路

221 A, 222 A, 231 B, 231 C, 232 B, 232 C…凹部

231 A…第1の凸部

232 A…第2の凸部

221 B, 221 C…第3の凸部

222 B, 222 C…第4の凸部

Ry1, Ry2, Ry3, Ry4, Rz1, Rz2, Rz3, Rz4…ピエ
ゾ抵抗素子

100…SOI基板

101, 102…シリコン基板

103, 104…絶縁層

16 A…低抵抗配線領域

16 B…配線電極パターン

17 A, 17 B, 17 C, 17 D…空間

18…蓋材

請求の範囲

[請求項1]

錘と、
前記錘に対向して配置されている支持部と、
前記錘と前記支持部とを接続している複数の梁と、
前記複数の梁の少なくともいずれかに設けられているピエゾ抵抗素子と、
を備え、
前記錘は、前記支持部側に突出する錘側凸部を有し、
前記支持部は、前記錘側凸部に対向する位置から外れる位置に設けられており前記錘側に突出する支持部側凸部を有し、
前記複数の梁のうちの一つは、一方の端部が前記錘側凸部に接続され、他方の端部が前記支持部における前記錘側凸部に対向する部分に接続され、
前記複数の梁のうちの他の一つは、一方の端部が前記支持部側凸部に接続され、他方の端部が前記錘における前記支持部側凸部に対向する部分に接続されている、
加速度センサ。

[請求項2]

第1の錘と、
前記第1の錘と面对称に設けられている第2の錘と、
前記第1の錘と前記第2の錘との間に配置されている支持部と、
前記第1の錘と前記支持部とを接続している第1の梁と、
前記第1の梁と面对称に設けられており、前記第2の錘と前記支持部とを接続している第2の梁と、
前記第1の錘と前記支持部とを接続している第3の梁と、
前記第3の梁と面对称に設けられており、前記第2の錘と前記支持部とを接続している第4の梁と、
前記第1の梁と前記第3の梁との少なくとも一方と、前記第2の梁と前記第4の梁との少なくとも一方とに設けられているピエゾ抵抗素

子と、を備え、

前記第 1 の錘は、前記支持部側に突出する第 1 の凸部を有し、

前記第 2 の錘は、前記支持部側に突出する第 2 の凸部を有し、

前記支持部は、前記第 1 の凸部に対向する位置から外れる位置に設けられており前記第 1 の錘側に突出する第 3 の凸部と、前記第 2 の凸部に対向する位置から外れる位置に設けられており前記第 2 の錘側に突出する第 4 の凸部とを有し、

前記第 1 の梁は、一方の端部が前記第 1 の凸部に接続され、他方の端部が前記支持部における前記第 1 の凸部に対向する部分に接続され、

前記第 2 の梁は、一方の端部が前記第 2 の凸部に接続され、他方の端部が前記支持部における前記第 2 の凸部に対向する部分に接続され、

前記第 3 の梁は、一方の端部が前記第 3 の凸部に接続され、他方の端部が前記第 1 の錘における前記第 3 の凸部に対向する部分に接続され、

前記第 4 の梁は、一方の端部が前記第 4 の凸部に接続され、他方の端部が前記第 2 の錘における前記第 4 の凸部に対向する部分に接続されている、加速度センサ。

[請求項3] 前記第 1 の凸部の先端は、前記第 3 の凸部の先端よりも前記第 1 の錘側に位置しており、

前記第 2 の凸部の先端は、前記第 4 の凸部の先端よりも前記第 2 の錘側に位置している、請求項 2 に記載の加速度センサ。

[請求項4] 前記第 1 の凸部の先端は、前記第 3 の凸部の先端よりも前記支持部側に位置しており、

前記第 2 の凸部の先端は、前記第 4 の凸部の先端よりも前記支持部側に位置している、請求項 2 に記載の加速度センサ。

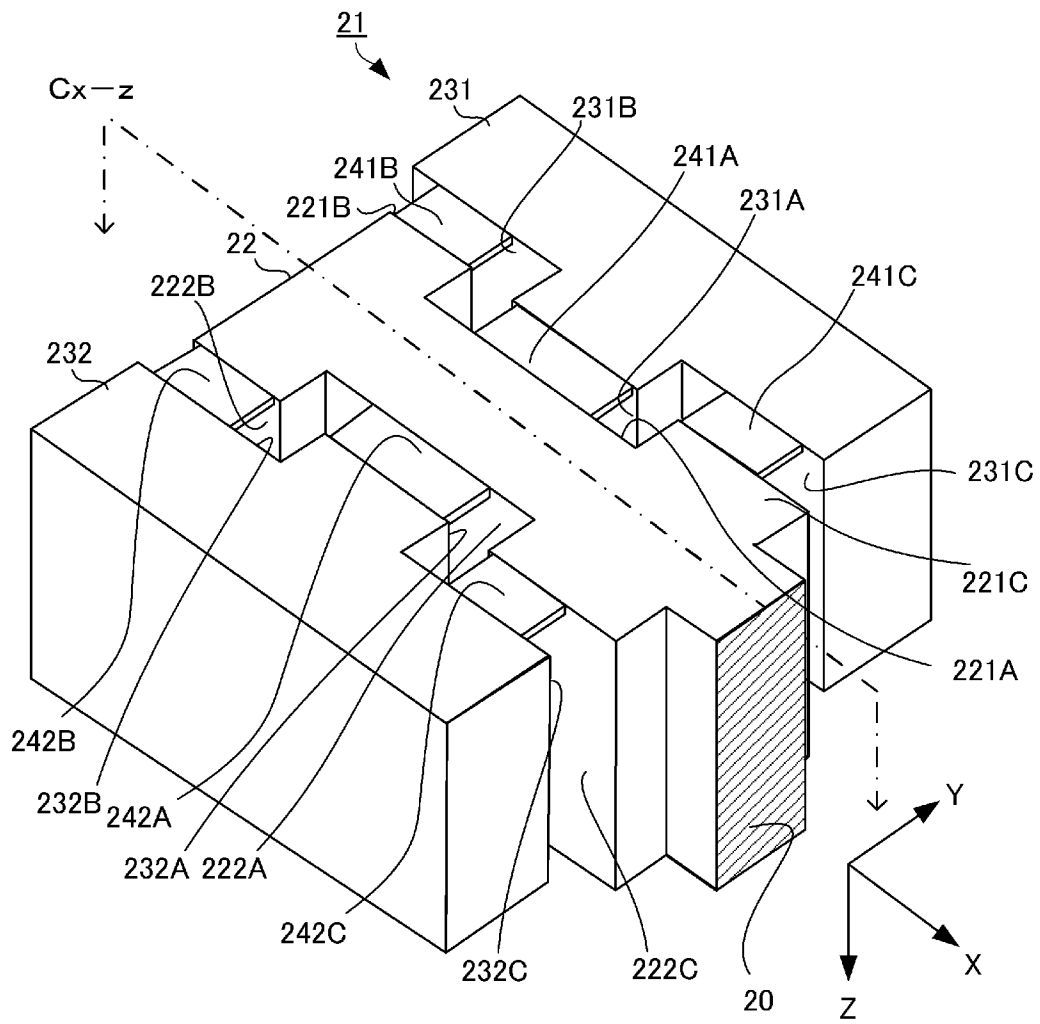
[請求項5] 前記支持部は、前記錘部と対向する方向、および、前記複数の梁部

が並ぶ方向に対して直交する方向に延びており、この延び方向の両端部のうち一方の端部のみを固定端として外部に固定されている、請求項 1 乃至請求項 4 に記載の加速度センサ。

[請求項6] 支持部が延びる方向に直交する断面での支持部の面積が、前記固定端の近傍で局所的に小さい、請求項 5 に記載の加速度センサ。

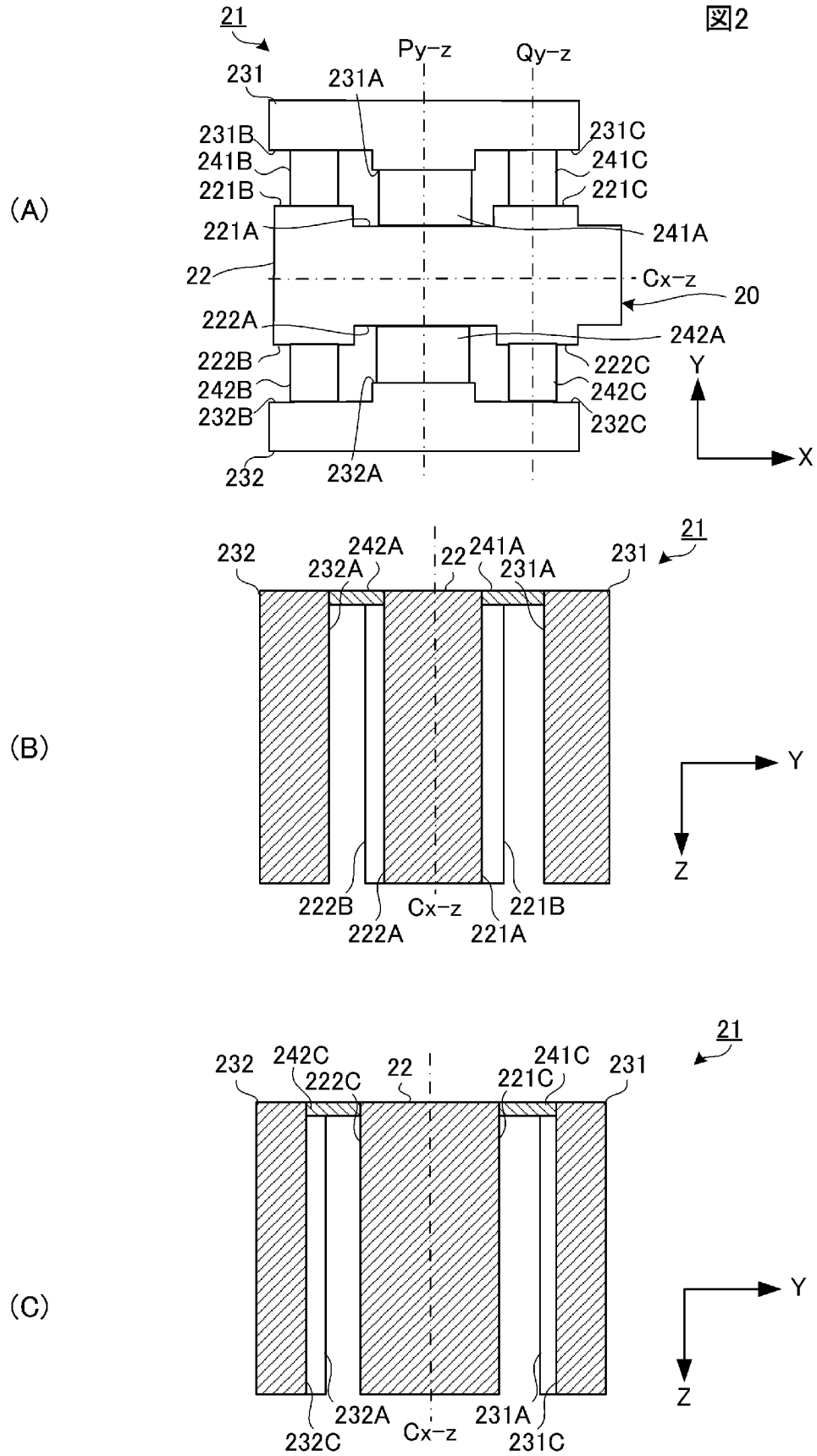
[図1]

図1



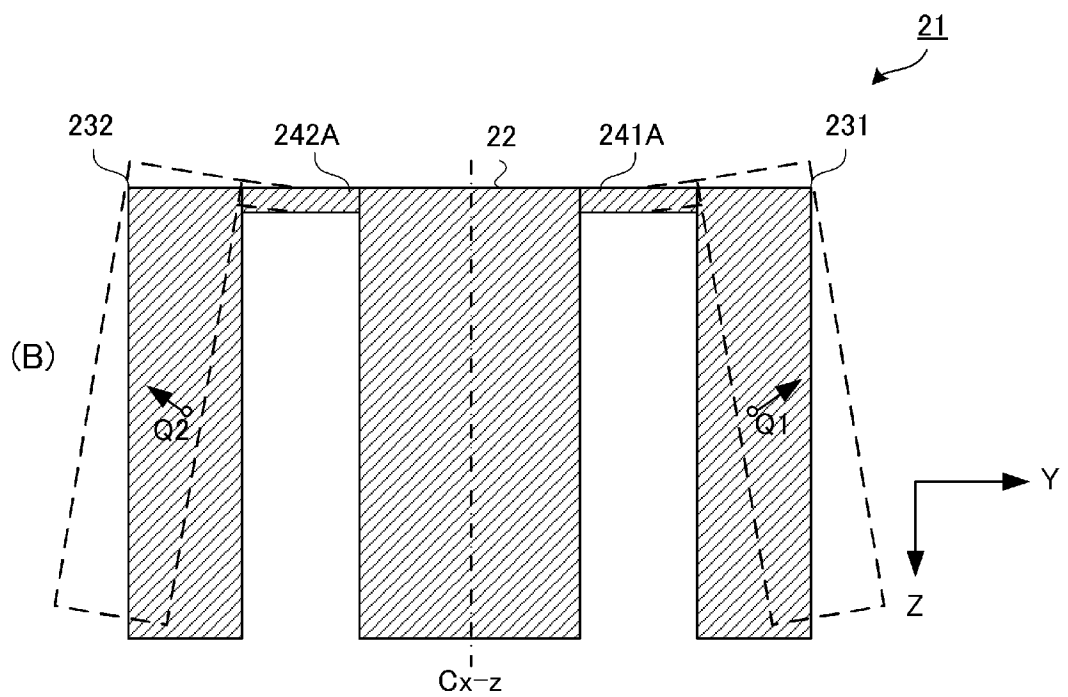
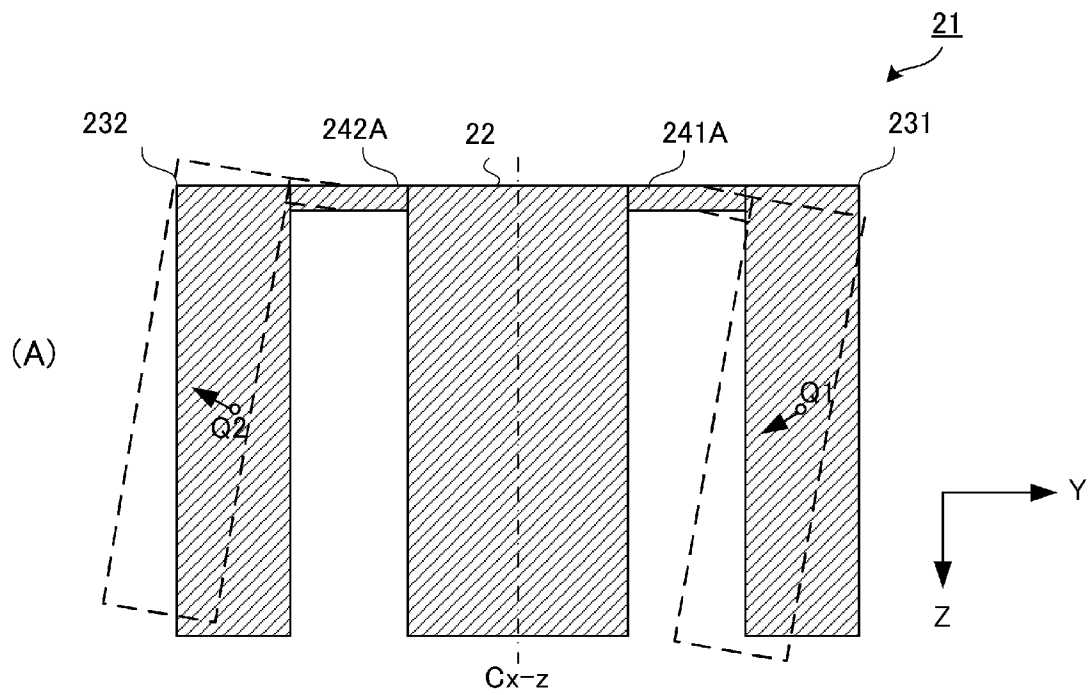
[図2]

図2



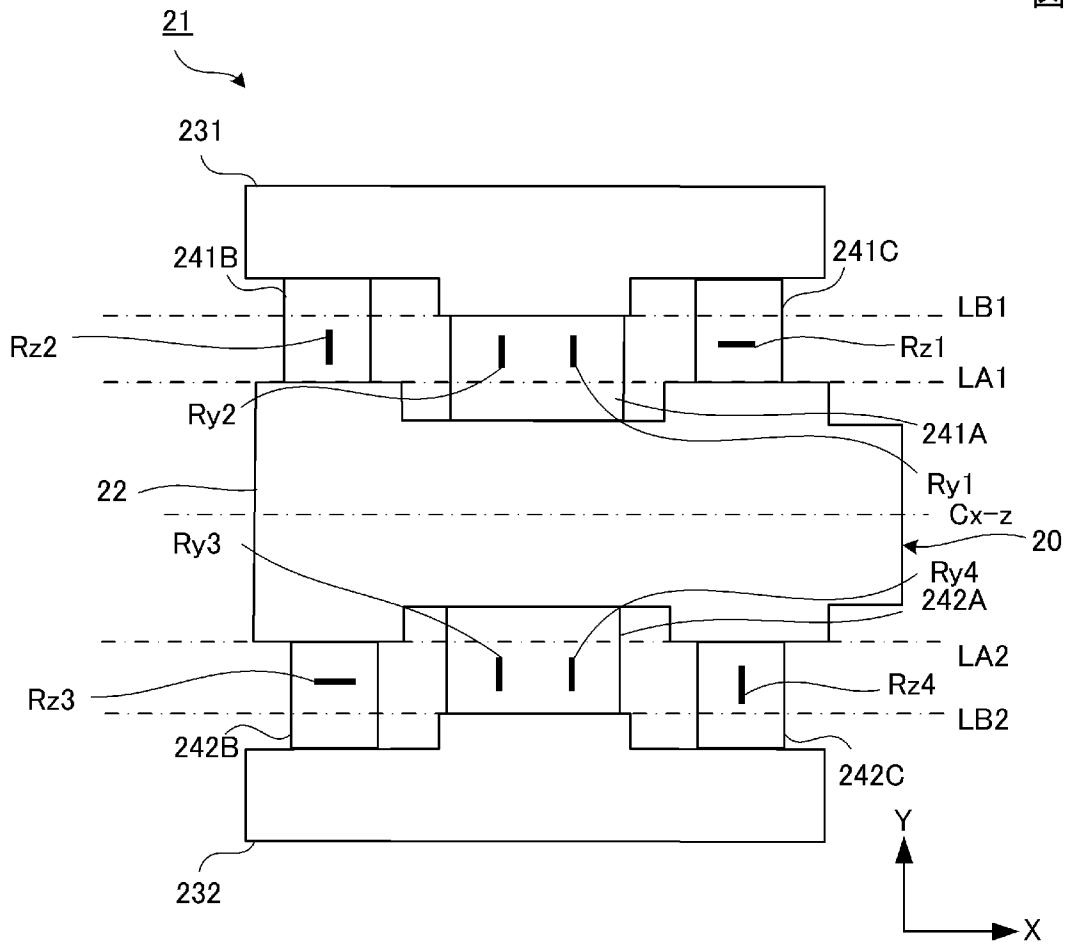
[図3]

図3



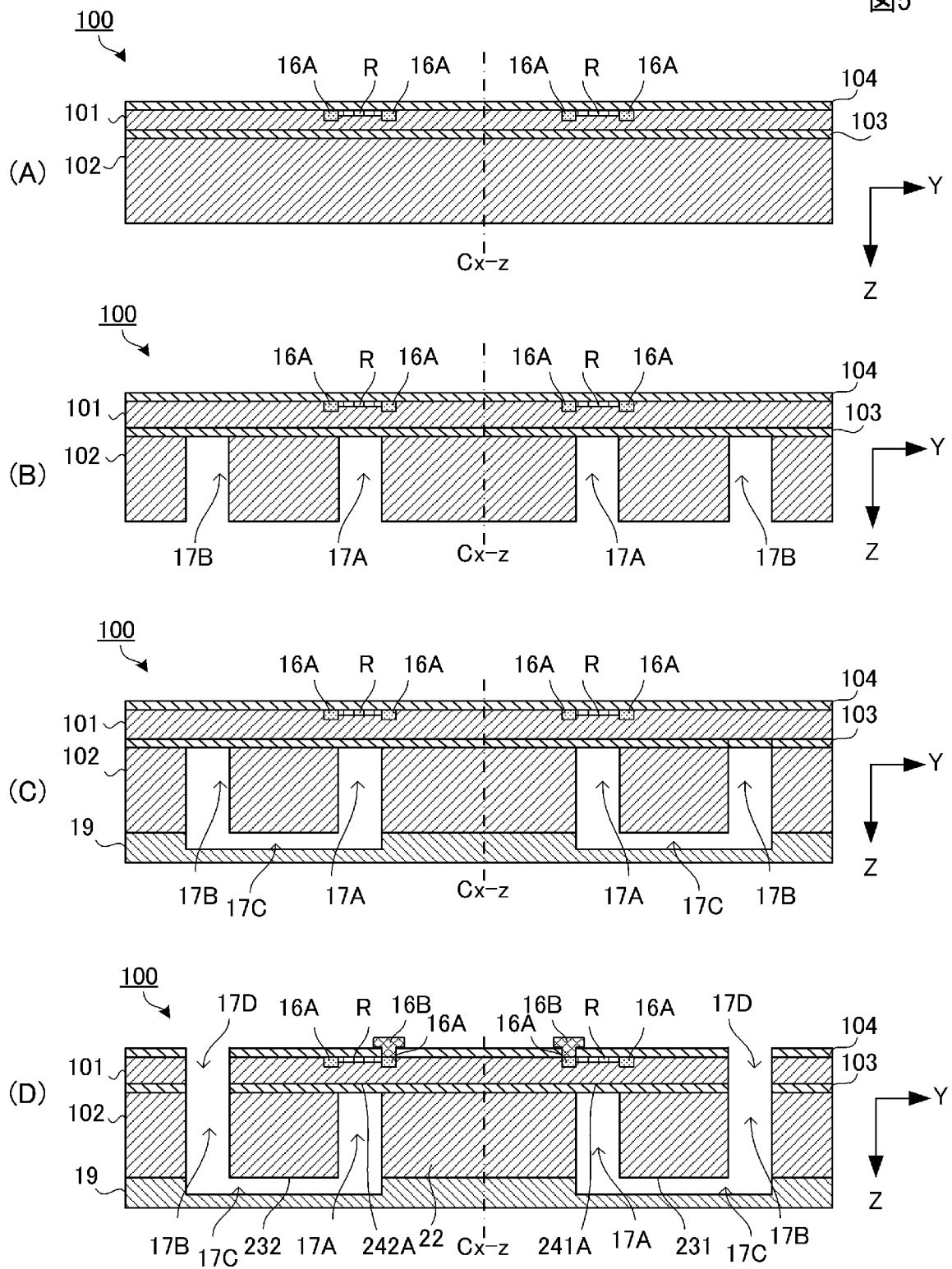
[図4]

図4



[図5]

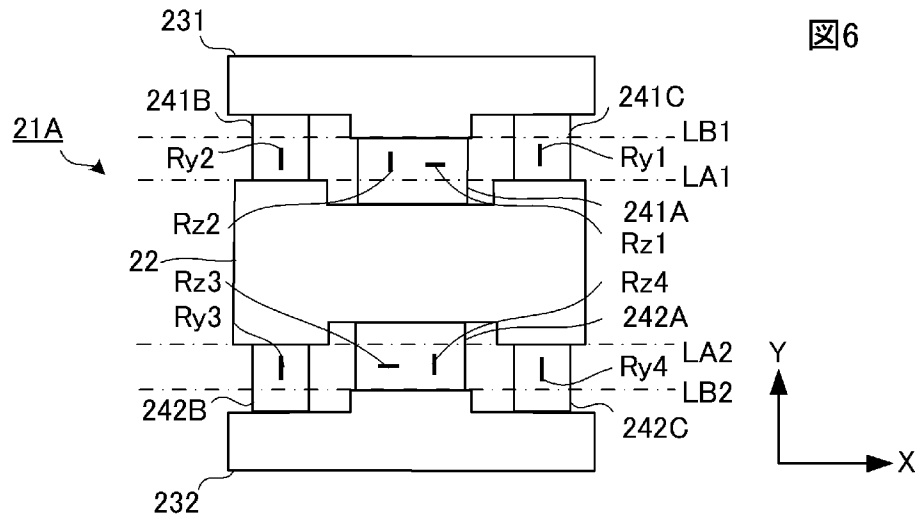
図5



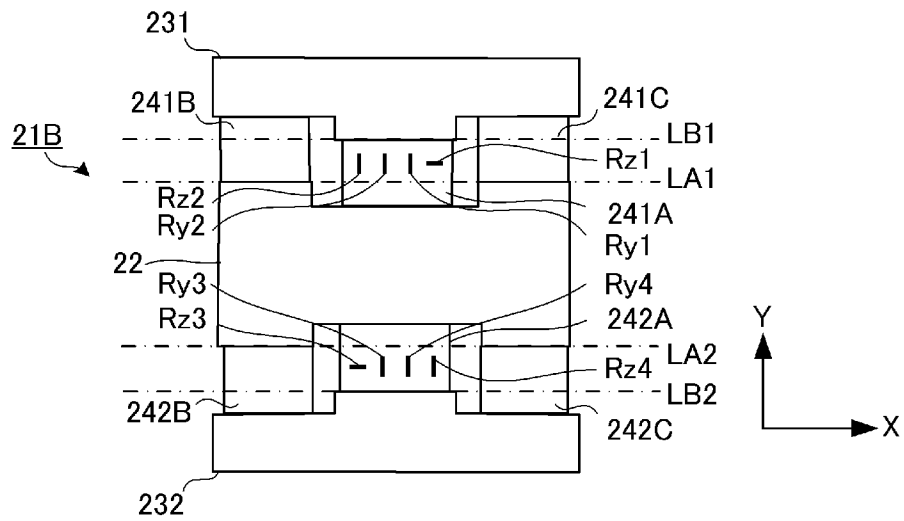
[図6]

図6

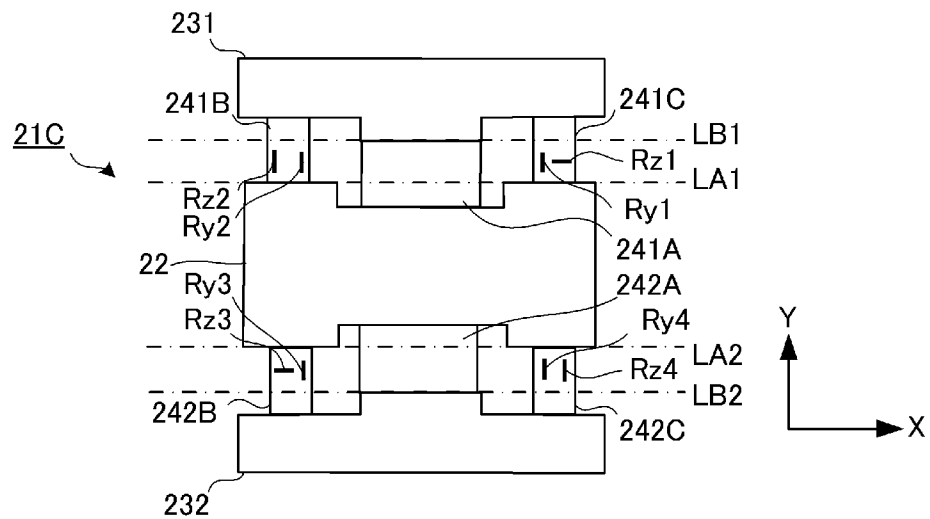
(A)



(B)

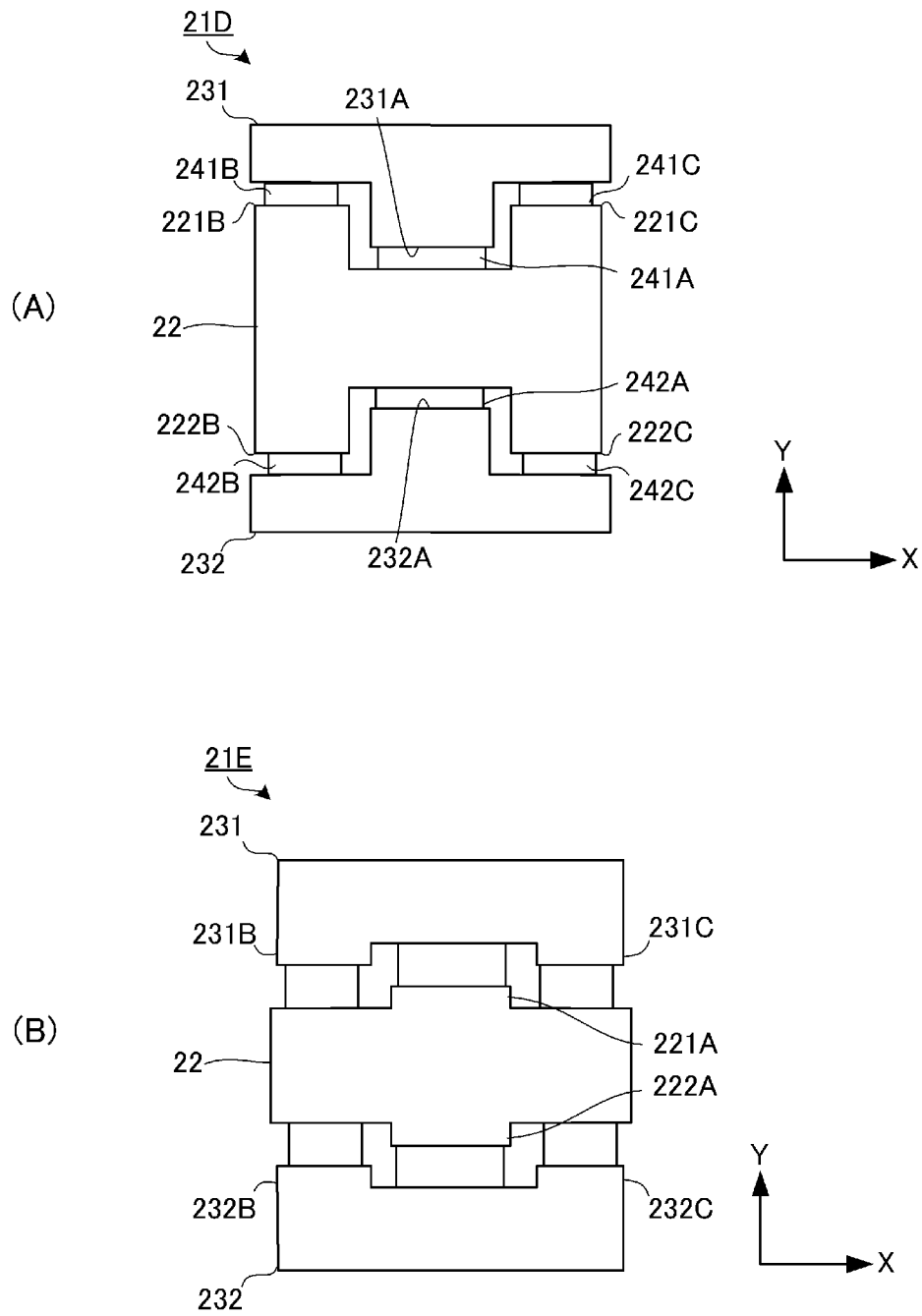


(C)



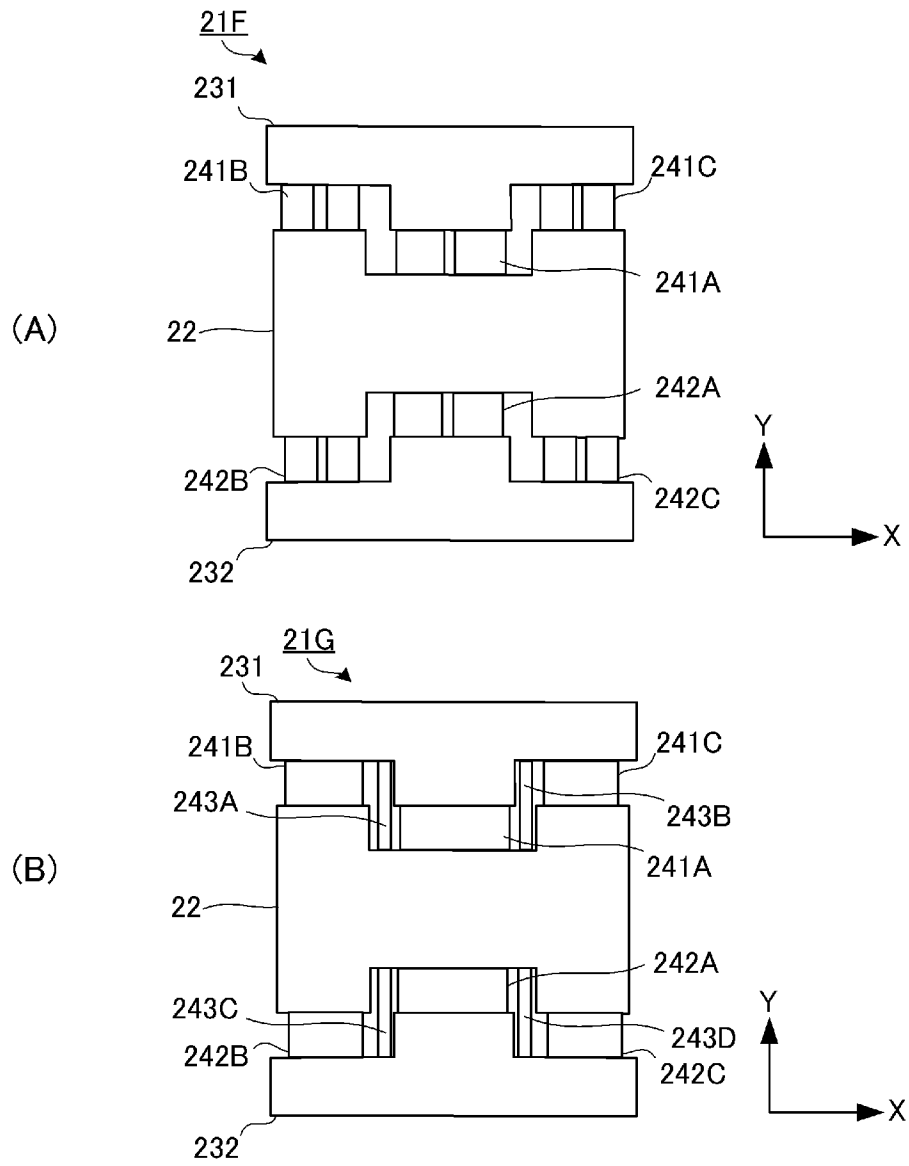
[図7]

図7



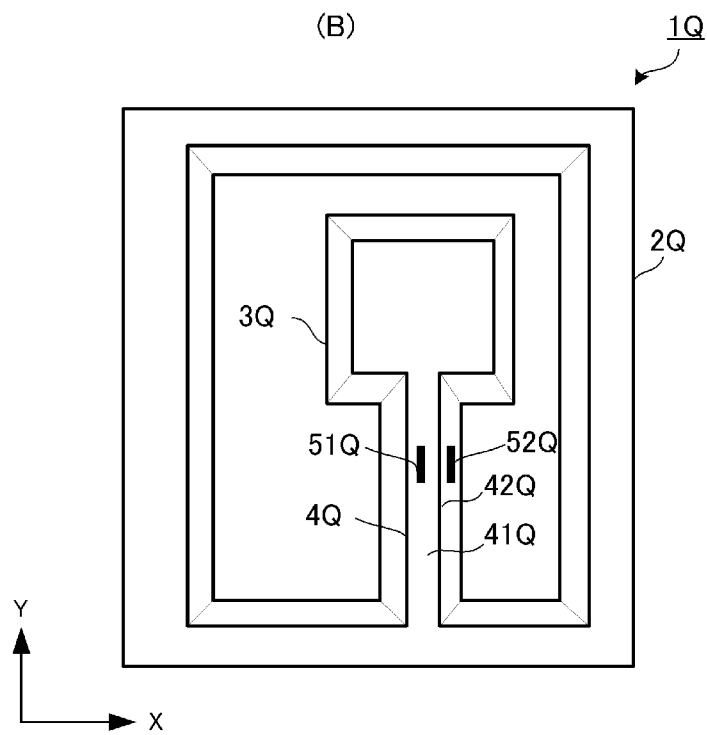
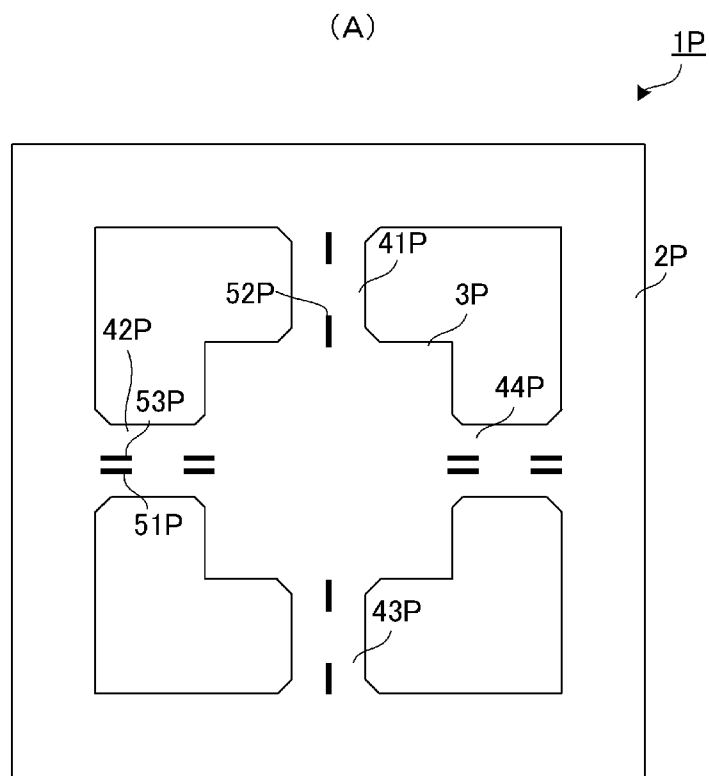
[図8]

図8



[図9]

図9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/052921

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P15/12(2006.01)i, G01P15/18(2013.01)i, B81B3/00(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, G01P15/18

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 9-505396 A (Allied-Signal Inc.), 27 May 1997 (27.05.1997), page 6, line 16 to page 8, line 27; page 9, lines 27 to 29; fig. 3 & US 5456110 A & EP 728311 A & WO 1995/013545 A1	1 2-6
Y	JP 2008-164365 A (Sony Corp.), 17 July 2008 (17.07.2008), paragraphs [0031] to [0040]; fig. 1 to 3 (Family: none)	2-6
Y	JP 5-333052 A (Omron Corp.), 17 December 1993 (17.12.1993), paragraphs [0016] to [0031]; fig. 1 (Family: none)	2-6

☒ 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
24 April, 2014 (24.04.14)

Date of mailing of the international search report
13 May, 2014 (13.05.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/052921

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-177033 A (Temic Telefunken microelectronic GmbH), 30 June 1998 (30.06.1998), paragraphs [0010] to [0016]; fig. 1 to 2 & US 6122965 A & EP 851233 A1 & DE 19649715 A1	1-6
P, X	WO 2013/089079 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 20 June 2013 (20.06.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1

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, G01P15/18(2013.01)i, B81B3/00(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, G01P15/18			
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 9-505396 A（アライド・シグナル・インコーポレーテッド） 1997.05.27, 第6頁第16行-第8頁第27行, 第9頁第27-29行, 【図3】 & US 5456110 A & EP 728311 A & WO 1995/013545 A1	1 2-6	
Y	JP 2008-164365 A（ソニー株式会社）2008.07.17, 【0031】 - 【0040】 , 【図1】 - 【図3】（ファミリーなし）	2-6	
Y	JP 5-333052 A（オムロン株式会社）1993.12.17, 【0016】 - 【0031】 , 【図1】（ファミリーなし）	2-6	
☒ 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 2 4 . 0 4 . 2 0 1 4		国際調査報告の発送日 1 3 . 0 5 . 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） 羽飼 知佳 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2 F 3306

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	JP 10-177033 A (デミツク テレフンケン マイクロエレクトロニツク ゲゼルシヤフト ミット ベシユレンクテル ハフツング) 1998.06.30, 【0010】 - 【0016】, 【図 1】 - 【図 2】 & US 6122965 A & EP 851233 A1 & DE 19649715 A1	1-6
P, X	WO 2013/089079 A1 (株式会社村田製作所) 2013.06.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1