

(43) 国際公開日
2008 年 9 月 18 日 (18.09.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/111291 A1

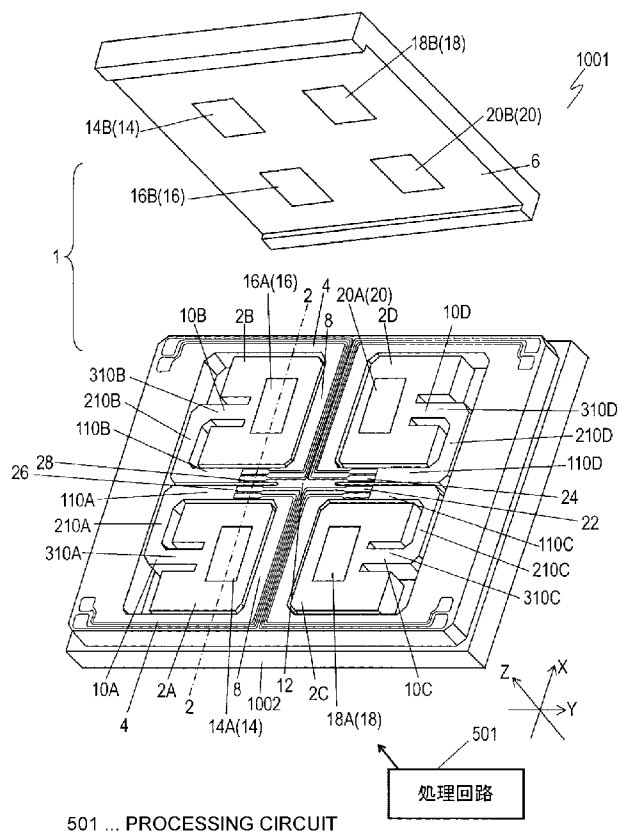
- (51) 国際特許分類:
G01P 15/125 (2006.01) G01P 15/18 (2006.01)
G01P 9/04 (2006.01) H01L 29/84 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/000458
- (22) 国際出願日: 2008 年 3 月 6 日 (06.03.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2007-059449 2007 年 3 月 9 日 (09.03.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 植村 猛 (UEMURA, Takeshi). 野添 利幸 (NOZOE, Toshiyuki).
- (74) 代理人: 岩橋 文雄, 外 (IWAHASHI, Fumio et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,

[続葉有]

(54) Title: ACCELERATION SENSOR

(54) 発明の名称: 加速度センサ

[図1]



(57) Abstract: An acceleration sensor having a fixed section adapted to be fixed to an object to be detected, a flexible section connected to the fixed section, a weight section connected to the fixed section via the flexible section, a first facing electrode section, and a second facing electrode section. The first facing electrode section includes a first electrode provided on the weight section and a second electrode spaced from and facing the first electrode, and forms a first capacitance. The second facing electrode section includes a third electrode provided on the weight section and a fourth electrode spaced from and facing the third electrode, and forms a second capacitance. The first electrode and the third electrode are arranged in a first direction. The second electrode and the fourth electrode are spaced and face the first and third electrodes, respectively, in a second direction perpendicular to the first direction. A component in the first direction of acceleration of the object to be detected is detected based on the first and second capacitances. Control voltages are applied to the first and second facing electrode sections. When both the first and second capacitances become small and when both the first and second capacitances become large, the control voltages are changed. The acceleration sensor can detect acceleration at high accuracy.

(57) 要約: 加速度センサは、被検出物に固定されるよう構成された固定部と、固定部に接続された可撓部と、可撓部を介して固定部と連結した錘部と、第1の対向電極部と、第2の対向電極部とを備える。第1の対向電極部は、錘部上に設けられた第1の電極と、第1の電極から離れて第1の電極と対向する第2の電極とを含み第1の静電容量を形成する。第2の対向電極部は、錘部上に設けられた第3の電極と、第3の電極から離れて第3の電極と対向する第4の電極とを含み、第2の静電容量を形成する。第1の電

量を形成する。第2の対向電極部は、錘部上に設けられた第3の電極と、第3の電極から離れて第3の電極と対向する第4の電極とを含み、第2の静電容量を形成する。第1の電

[続葉有]



SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

極と第3の電極とは第1の方向に配列される。第2の電極と第4の電極は第1の電極と第3の電極から離れて第1の電極と第3の電極と第1の方向に直角の第2の方向でそれぞれ対向する。第1と第2の静電容量とに基づいて被検出物の加速度の第1の方向の成分を検出する。第1と第2の対向電極部とに制御電圧が印加される。第1と第2の静電容量が共に小さくなった場合と、第1と第2の静電容量が共に大きくなった場合には、制御電圧を変える。この加速度センサは、加速度を高精度で検出できる。

明 細 書

加速度センサ

技術分野

[0001] 本発明は、航空機、自動車、ロボット、船舶、車両等の移動体の姿勢制御装置やナビゲーション等、各種電子機器に用いられる加速度センサに関する。

背景技術

[0002] 図 1 3 は特許文献 1 に記載されている従来の加速度センサ 5 0 0 1 の断面図である。加速度センサ 5 0 0 1 は、固定基板 6 1 と、固定基板 6 1 上に配置した台座ガラス 6 2 と、台座ガラス 6 2 上に配置した可撓基板 6 3 と、可撓基板 6 3 の下面に配置した錘部 6 4 とを有する。可撓基板 6 3 の上方には可撓基板 6 3 と対向するようにガラス基板 6 5 を配置し、可撓基板 6 3 とガラス基板 6 5 の対向面には、それぞれ対向電極 6 6 を設けている。可撓基板 6 3 は可動の錘部 6 4 を有する。

[0003] 加速度センサ 5 0 0 1 の動作について説明する。加速度が加速度センサ 5 0 0 1 に生じると、錘部 6 4 が加速度の方向に付勢されるので、錘部 6 4 を有する可撓基板 6 3 が撓んで変位する。この変位により可撓基板 6 3 とガラス基板 6 5 との距離が変化する。この距離の変化に起因して対向電極 6 6 間の静電容量が変化し、この変化に基づいて加速度を検出する。

[0004] 加速度センサ 5 0 0 1 は検出したい加速度の方向に対応させて配置されて、車両等の移動体の姿勢制御装置やナビゲーション装置等の各種電子機器に用いられている。

[0005] 加速度センサ 5 0 0 1 は、対向電極 6 6 間の静電容量の変化に基づいて加速度を検出する。錘部 6 4 は固定基板 6 1 の上方で固定基板 6 1 から離れて浮いた状態で可撓基板 6 3 の下面に配置されている。したがって、錘部 6 4 は錘部 6 4 と固定基板 6 1 とが配列されている Z 軸の方向に変位しやすい。例えば、対向電極 6 6 間が離れるように Z 軸の方向に錘部 6 4 が変位した場

合、対向電極 6 6 間の静電容量の値は小さくなる。Z 軸に直角の X 軸または Y 軸の方向に加速度が生じたとしても、錘部 6 4 はこれらの方向には変位しにくく、この加速度に起因する対向電極 6 6 間の静電容量の変化は小さい。したがって、加速度センサ 5 0 0 1 は X 軸または Y 軸の方向の加速度を高精度で検出できない場合がある。

特許文献1：特開平 1 0 - 1 7 7 0 3 4 号公報

発明の開示

[0006] 加速度センサは、被検出物に固定されるよう構成された固定部と、固定部に接続された可撓部と、可撓部を介して固定部と連結した錘部と、第 1 の対向電極部と、第 2 の対向電極部とを備える。第 1 の対向電極部は、錘部上に設けられた第 1 の電極と、第 1 の電極から離れて第 1 の電極と対向する第 2 の電極とを含み第 1 の静電容量を形成する。第 2 の対向電極部は、錘部上に設けられた第 3 の電極と、第 3 の電極から離れて第 3 の電極と対向する第 4 の電極とを含み、第 2 の静電容量を形成する。第 1 の電極と第 3 の電極とは第 1 の方向に配列される。第 2 の電極と第 4 の電極は第 1 の電極と第 3 の電極から離れて第 1 の電極と第 3 の電極と第 1 の方向に直角の第 2 の方向でそれぞれ対向する。第 1 と第 2 の静電容量とに基づいて被検出物の加速度の第 1 の方向の成分を検出する。第 1 と第 2 の対向電極部とに制御電圧が印加される。第 1 と第 2 の静電容量が共に小さくなった場合と、第 1 と第 2 の静電容量が共に大きくなった場合には、制御電圧を変える。

[0007] この加速度センサは、加速度を高精度で検出できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1] 図 1 は本発明の実施の形態における加速度センサの分解斜視図である。

[図2] 図 2 は図 1 に示す加速度センサの線 2 - 2 における断面図である。

[図3] 図 3 は実施の形態における加速度センサの検出素子の斜視図である。

[図4] 図 4 は実施の形態における加速度センサの断面図である。

[図5] 図 5 は実施の形態における加速度センサの断面図である。

[図6] 図 6 は実施の形態における加速度センサの回路図である。

[図7] 図7は実施の形態における加速度センサの回路図である。

[図8] 図8は実施の形態における加速度センサの処理回路の回路ブロック図である。

[図9] 図9は実施の形態における他の加速度センサの分解斜視図である。

[図10] 図10は実施の形態におけるさらに他の加速度センサの分解斜視図である。

[図11] 図11は図10に示す加速度センサの断面図である。

[図12] 図12は実施の形態におけるさらに他の加速度センサの分解斜視図である。

[図13] 図13は従来の加速度センサの断面図である。

符号の説明

- [0009] 2 A 錘部（第1の錘部）
2 B 錘部（第2の錘部）
2 C 錘部（第3の錘部）
2 D 錘部（第4の錘部）
4 固定部
8 アーム（可撓部）
10 A アーム（可撓部）
10 B アーム（可撓部）
10 C アーム（可撓部）
10 D アーム（可撓部）
12 支持部（可撓部）
14 対向電極部（第1の対向電極部）
14 A 電極（第1の電極）
14 B 電極（第2の電極）
16 対向電極部（第2の対向電極部）
16 A 電極（第3の電極）
16 B 電極（第4の電極）

- 1 8 対向電極部（第 3 の対向電極部）
- 1 8 A 電極（第 5 の電極）
- 1 8 B 電極（第 6 の電極）
- 2 0 対向電極部（第 4 の対向電極部）
- 2 0 A 電極（第 7 の電極）
- 2 0 B 電極（第 8 の電極）
- 1 1 4 対向電極部（第 1 の対向電極部）
- 1 1 4 A 電極（第 1 の電極）
- 1 1 4 B 電極（第 2 の電極）
- 1 1 6 対向電極部（第 2 の対向電極部）
- 1 1 6 A 電極（第 3 の電極）
- 1 1 6 B 電極（第 4 の電極）
- 2 1 4 対向電極部（第 3 の対向電極部）
- 2 1 4 A 電極（第 5 の電極）
- 2 1 4 B 電極（第 6 の電極）
- 2 1 6 対向電極部（第 4 の対向電極部）
- 2 1 6 A 電極（第 7 の電極）
- 2 1 6 B 電極（第 8 の電極）
- 6 0 2 錘部
- 6 0 4 固定部
- 6 1 0 可撓部
- 1 0 0 2 被検出物
- 1 0 0 3 被検出物
- X X 軸（第 1 の方向）
- Y Y 軸（第 3 の方向）
- Z Z 軸（第 2 の方向）

発明を実施するための最良の形態

[0010] 図 1 は本発明の実施の形態における加速度センサ 1 0 0 1 の検出素子 1 の

分解斜視図である。図2は図1に示す検出素子1の線2-2における断面図である。加速度センサ1001は検出素子1と、検出素子1に接続された処理回路501とを備える。加速度センサ1001は被検出物1002の加速度を検出する。

[0011] 図1に示すように、互いに直交する第1の方向、第2の方向、第3の方向としてそれぞれ互いに直交するX軸の方向、Z軸の方向、Y軸の方向を定義する。検出素子1は被検出物1002に固定されるように構成されている。支持部12からX軸方向に2つのアーム8が延びており、枠形状の固定部4に接続されている。支持部12はアーム8を介して固定部4に結合している。固定部4は被検出物1002に固定されるよう構成されている。支持部12からはY軸方向に4つのアーム10A~10Dが延びており、4つの錘部2A~2Dにそれぞれ接続されている。アーム8、10A~10Dは可撓性を有し、アーム8、10A~10Dと支持部12とは可撓性を有する可撓部を構成する。可撓部は固定部4に接続されている。錘部2A~2Dは可撓部を介して固定部4に連結している。錘部2A、2B、2C、2D上には電極14A、16A、18A、20Aがそれぞれ設けられている。固定部4には基板6が取り付けられている。電極14A、16A、18A、20Aからそれぞれ離れて電極14B、16B、18B、20Bが基板6に設けられている。電極14A、14Bは静電容量を有する対向電極部14を構成する。電極16A、16Bは静電容量を有する対向電極部16を構成する。電極18A、18Bは静電容量を有する対向電極部18を構成する。電極20A、20Bは静電容量を有する対向電極部20を構成する。電極14A、16AはX軸に沿って配列されている。電極14B、16BはX軸に沿って配列されている。すなわち、対向電極部14、16はX軸に沿って配列されている。電極18A、20AはX軸に沿って配列されている。電極18B、20BはX軸に沿って配列されている。すなわち、対向電極部18、20はX軸に沿って配列されている。電極14A、18AはY軸に沿って配列されている。電極1

4 B、18 BはY軸に沿って配列されている。すなわち、対向電極部14、18はY軸に沿って配列されている。電極16 A、20 AはY軸に沿って配列されている。電極16 B、20 BはY軸に沿って配列されている。すなわち、対向電極部16、20はY軸に沿って配列されている。アーム8はアーム10 A～10 Dよりも非常に薄く、したがってアーム10 A～10 Dより大きい可撓性を有する。

[0012] 支持部12から延びるアーム10 Aは、支持部12からY軸方向に延びる延部110 Aと、延部110 Aと平行にY軸方向に延びる延部310 Aと、延部110 Aと延部310 Aとを連結する連結部210 Aとを有して、実質的にU字形状を有する。連結部210 Aは延部110 AからX軸方向に延びる。延部310 Aは錘部2 Aに接続されている。支持部12から延びるアーム10 Bは、支持部12からY軸方向に延びる延部110 Bと、延部110 Bと平行にY軸方向に延びる延部310 Bと、延部110 Bと延部310 Bとを連結する連結部210 Bとを有して、実質的にU字形状を有する。連結部210 Bは延部110 BからX軸方向にアーム10 Aの連結部210 Aと反対に延びる。延部310 Bは錘部2 Bに接続されている。支持部12から延びるアーム10 Cは、支持部12からY軸方向に延びる延部110 Cと、延部110 Cと平行にY軸方向に延びる延部310 Cと、延部110 Cと延部310 Cとを連結する連結部210 Cとを有して、実質的にU字形状を有する。連結部210 Cは延部110 CからX軸方向にアーム10 Aの連結部210 Aと同じ方向に延びる。延部310 Cは錘部2 Cに接続されている。支持部12から延びるアーム10 Dは、支持部12からY軸方向に延びる延部110 Dと、延部110 Dと平行にY軸方向に延びる延部310 Dと、延部110 Dと延部310 Dとを連結する連結部210 Dとを有して、実質的にU字形状を有する。連結部210 Dは延部110 DからX軸方向にアーム10 Cの連結部210 Cと反対に延びる。延部310 Dは錘部2 Dに接続されている。

[0013] アーム8と支持部12とは実質的に同一直線上に配置されている。アーム

10A、10Bの延部110A、110Bは支持部12から同じ方向に延びている。アーム10C、10Dの延部110C、110Dは支持部12から同じ方向に、かつアーム10A、10Bの延部110A、110Bとは反対の方向に延びている。アーム8、10A～10Dは検出素子1の中心に対して対称に配置されている。

[0014] アーム10Cには錘部2Cを駆動して振動させる駆動電極22が設けられている。アーム10Dにはアーム10Dの振動に検知する検知電極24が設けられている。アーム10A、10Bにはアーム10A、10Bの歪をそれぞれ感知する感知電極26、28がそれぞれ設けられている。

[0015] 図2に示すように、電極14A、16Aと感知電極26、28は、錘部2A、2Bとアーム10A、10B上に設けられた下部電極34と、下部電極34上に設けられた圧電層30と、圧電層30上に設けられた上部電極32よりなる。同様に、電極18A、20Aと電極22、24は、錘部2C、2Dとアーム10C、10D上に設けられた下部電極と、下部電極上に設けられた圧電層と、圧電層上に設けられた上部電極よりなる。なお、電極14A、16A、18A、20Aは圧電層30と上部電極32とを有していなくてもよく、その場合は錘部2A、2B、2C、2D上に設けられた下部電極34よりなる。

[0016] 基板6と固定部4とアーム8とアーム10A～10Dと錘部2A～2Dとは、ガラス等のシリコンを主成分とする材料、またはシリコンに近い線膨張係数を有する材料よりなる。固定部4とアーム8とアーム10A～10Dと錘部2A～2Dはその材料で一体的に成形されている。基板6は固定部4に直接接合されて固定されている。基板6は接着剤やバンプ等で固定部4に接合されていてもよいが、固定部4に直接接合することで、接着剤やバンプ等の厚みで錘部2A～2Dのそれぞれと基板6との間の距離を正確に保つことができる。

[0017] 加速度センサ1001は角速度を検出することができる。角速度を検出する際の加速度センサ1001の検出素子1の動作を説明する。図3は検出素

子 1 の斜視図である。支持部 1 2 から延びているアーム 1 0 C と、アーム 1 0 C に接続されている錘部 2 C は固有の共振周波数を有する。駆動電極 2 2 の上部電極と下部電極間にその共振周波数の交流電圧を駆動電源から印加すると、アーム 1 0 C を起点に錘部 2 C がその共振周波数で X 軸に沿った方向 9 0 1 C に振動する。支持部 1 2 から延びているアーム 1 0 A、1 0 B、1 0 D と、アーム 1 0 A、1 0 B、1 0 D にそれぞれ連結している錘部 2 A、2 B、2 D のそれぞれの固有の共振周波数はアーム 1 0 C と錘部 2 C の共振周波数と同じに設定している。支持部 1 2 は可撓性を有するアーム 8 で固定部 4 に連結しているので、アーム 1 0 C と錘部 2 C が共振周波数で振動すると、支持部 1 2 を介してその振動がアーム 1 0 A、1 0 B、1 0 D に伝播し、錘部 2 A、2 B、2 D も X 軸に沿った方向 9 0 1 A、9 0 1 B、9 0 1 D にその共振周波数でそれぞれ振動する。検知電極 2 4 はアーム 1 0 D の振動に応じて変化する電圧を駆動電源にフィードバックする。駆動電源はフィードバックされた電圧に基づいて、アーム 1 0 D が一定の振幅で振動するように駆動電極 2 2 に印加する交流電圧の大きさや周波数、位相を決定する。これによりアーム 1 0 A ~ 1 0 D が共振周波数において一定の振幅で振動する。

[0018] 錘部 2 A ~ 2 D が X 軸に沿った方向 9 0 1 A ~ 9 0 1 D に振動しているときに、Z 軸について左周りに、すなわち錘部 2 A が錘部 2 C に近づく方向の角速度 2 0 0 1 が生じた場合の検出素子 1 の動作を説明する。錘部 2 A ~ 2 D の振動に応じて、錘部 2 A ~ 2 D には方向 9 0 1 A ~ 9 0 1 D と直角の Y 軸に沿った方向 9 0 2 A ~ 9 0 2 D にコリオリ力が発生する。このコリオリ力によりアーム 1 0 A ~ 1 0 D に歪が発生する。感知電極 2 6、2 8 はアーム 1 0 A、1 0 B にそれぞれ発生したこの歪に応じた電圧を出力し、この電圧により角速度 2 0 0 1 を検出することができる。

[0019] 次に、加速度センサ 1 0 0 1 で加速度を検出する際の動作について説明する。図 4 と図 5 は検出素子 1 の断面図である。

[0020] 検出素子 1 に加速度が発生していなければ、図 4 に示すように、電極 1 4

A、14 B間の距離 d_1 と電極 16 A、16 B間の距離 d_2 は等しく設定されている。同様に、検出素子 1 に加速度が発生していなければ、電極 18 A、18 B間の距離と電極 20 A、20 B間の距離は等しく設定されている。

[0021] 検出素子 1 に X 軸に沿って錘部 2 A、2 C から錘部 2 B、2 D に向かう方向の加速度が生じた場合、図 5 に示すように、錘部 2 A ~ 2 D は支持部 12 を中心にして Y 軸について回転させるように付勢される。この結果、電極 14 A、14 B間の距離 d_1 が小さくなり、電極 16 A、16 B間の距離 d_2 が大きくなる。これにより、対向電極部 14 の静電容量が大きくなり、対向電極部 16 の静電容量が小さくなる。これらの静電容量の変化に基づいて加速度を検出することができる。同様に、電極 18 A、18 B間の距離が小さくなり、電極 20 A、20 B間の距離が大きくなる。これにより、対向電極部 18 の静電容量が大きくなり、対向電極部 20 の静電容量が小さくなる。これらの静電容量の変化に基づいても加速度を検出することができる。

[0022] 検出素子 1 に X 軸に沿って錘部 2 B、2 D から錘部 2 A、2 C に向かう方向の加速度が生じた場合、錘部 2 A ~ 2 D は支持部 12 を中心にして Y 軸について回転させるように付勢される。この結果、電極 14 A、14 B間の距離 d_1 が大きくなり、電極 16 A、16 B間の距離 d_2 が小さくなる。これにより、対向電極部 14 の静電容量が小さくなり、対向電極部 16 の静電容量が大きくなる。これらの静電容量の変化に基づいて加速度を検出することができる。同様に、電極 18 A、18 B間の距離が大きくなり、電極 20 A、20 B間の距離が小さくなる。これにより、対向電極部 18 の静電容量が小さくなり、対向電極部 20 の静電容量が大きくなる。これらの静電容量の変化に基づいても加速度を検出することができる。

[0023] 検出素子 1 に Y 軸に沿って錘部 2 A、2 B から錘部 2 C、2 D に向かう方向の加速度が生じた場合、錘部 2 A ~ 2 D は支持部 12 を中心にして X 軸について回転させるように付勢される。この結果、電極 14 A、14 B間の距離 d_1 が小さくなり、電極 18 A、18 B間の距離が大きくなる。これにより、対向電極部 14 の静電容量が大きくなり、対向電極部 18 の静電容量が

小さくなる。これらの静電容量の変化に基づいて加速度を検出することができる。同様に、電極 16 A、16 B間の距離 d_2 が小さくなり、電極 20 A、20 B間の距離が大きくなる。これにより、対向電極部 16 の静電容量が大きくなり、対向電極部 20 の静電容量が小さくなる。これらの静電容量の変化に基づいても加速度を検出することができる。

[0024] 検出素子 1 に Y 軸に沿って錘部 2 C、2 D から錘部 2 A、2 B に向かう方向の加速度が生じた場合、錘部 2 A ~ 2 D は支持部 12 を中心にして X 軸について回転させるように付勢される。この結果、電極 14 A、14 B間の距離 d_1 が大きくなり、電極 18 A、18 B間の距離が小さくなる。これにより、対向電極部 14 の静電容量が小さくなり、対向電極部 18 の静電容量が大きくなる。これらの静電容量の変化に基づいて加速度を検出することができる。同様に、電極 16 A、16 B間の距離 d_2 が大きくなり、電極 20 A、20 B間の距離が小さくなる。これにより、対向電極部 16 の静電容量が小さくなり、対向電極部 20 の静電容量が大きくなる。これらの静電容量の変化に基づいても加速度を検出することができる。

[0025] 図 6 は加速度センサ 1001 の一部の回路図である。対向電極部 14、16 の電極 14 A、16 A は互いに接続されている。基準電圧部 21 は角周波数 ω を有する交流電圧である所定の基準電圧 V_{ref} を発生する。制御電圧部 23 は電極 14 A、16 A に基準電圧 V_{ref} を印加する。検出素子 1 に加速度が生じていないときには、電極 14 A、14 B間と電極 16 A、16 B間と電極 18 A、18 B間と電極 20 A、20 B間は距離 d だけ離れている。電極 14 A、14 B、16 A、16 B は面積 S を有する、電極 14 A、14 B間と電極 16 A、16 B間の空間の誘電率 ε と、加速度が生じたときの電極 14 A、16 A の Z 軸方向の変位量 σ と、 V_{ref} の角周波数 ω により、対向電極部 14、16 に流れる電流の差である感度電流 I_{ref} は式 1 で表される。感度電流 I_{ref} に基づいて加速度が検出される。

[0026]
$$I_{ref} = \omega \cdot V_{ref} \cdot \varepsilon \cdot S \cdot \{ 1 / (d - \sigma) - 1 / (d + \sigma) \}$$
$$= \omega \cdot V_{ref} \cdot \varepsilon \cdot S \cdot 2\sigma / (d^2 - \sigma^2)$$

$$\doteq \omega \cdot V_{ref} \cdot \varepsilon \cdot S \cdot 2\sigma / d^2 \quad \cdots (式1)$$

図7は加速度センサ1001の一部の回路図である。図7において、制御電圧部23は電極14A、14B間と電極16A、16B間と電極18A、18B間と電極20A、20B間の距離が同時に大きくなった場合には基準電圧 V_{ref} より高い制御電圧 V を電極間に印加し、距離が同時に小さくなった場合は基準電圧 V_{ref} より低い制御電圧 V を電極間に印加する。制御電圧 V は基準電圧 V_{ref} 同様に角周波数 ω を有する交流電圧である。

[0027] 検出素子1に加速度が生じていないときには、電極14A、14B間と電極16A、16B間と電極18A、18B間と電極20A、20B間の距離が距離 d であり、対向電極部14、16に流れる電流の和である基準電流 I_{b0} は式2で表される。

$$\begin{aligned} [0028] \quad I_{b0} &= \omega \cdot V_{ref} \cdot \varepsilon \cdot S \cdot \{1 / (d - \sigma) + 1 / (d + \sigma)\} \\ &= \omega \cdot V_{ref} \cdot \varepsilon \cdot S \cdot 2d / (d^2 - \sigma^2) \\ &\doteq \omega \cdot V_{ref} \cdot \varepsilon \cdot S \cdot 2 / d \quad \cdots (式2) \end{aligned}$$

距離 d と基準電流 I_{b0} と、距離 d が変位量 δ だけ変位した場合における対向電極部14、16に流れる電流の和である基準電流 I_b は式3で表される。

$$\begin{aligned} [0029] \quad I_b &= \omega \cdot V_{ref} \cdot \varepsilon \cdot S \cdot 2 \{1 / (d + \delta - \sigma) + 1 / (d + \delta + \sigma)\} \\ &= \omega \cdot V_{ref} \cdot \varepsilon \cdot S \cdot 2(d + \delta) / \{(d + \delta)^2 - \sigma^2\} \\ &\doteq \omega \cdot V_{ref} \cdot \varepsilon \cdot S \cdot 2 / (d + \delta) \quad \cdots (式3) \end{aligned}$$

式2と式3より式4が得られる。

$$[0030] \quad I_{b0} / I_b = (d + \delta) / d \quad \cdots (式4)$$

制御電圧 V を対向電極部14、16に印加したときに対向電極部14、16に流れる電流の差である感度電流 I_v は式5で表される。

$$\begin{aligned} [0031] \quad I_v &= \omega \cdot V \cdot \varepsilon \cdot S \cdot \{1 / (d + \delta - \sigma) - 1 / (d + \delta + \sigma)\} \\ &= \omega \cdot V \cdot \varepsilon \cdot S \cdot 2\sigma / \{(d + \delta)^2 - \sigma^2\} \\ &\doteq \omega \cdot V \cdot \varepsilon \cdot S \cdot 2\sigma / (d + \delta)^2 \quad \cdots (式5) \end{aligned}$$

電極 14 A、14 B間と電極 16 A、16 B間の距離が距離 d であるときの感度電流 I_{ref} と、電極 14 A、14 B間と電極 16 A、16 B間の距離が距離 $(d + \delta)$ のときの感度電流 I_v が同じになるように制御電圧 V を決定する。

$$[0032] \quad I_v = I_{ref} \quad \dots (\text{式 } 6)$$

式 1 と式 5 を式 6 に代入して式 6 より制御電圧 V は式 7 で得られる。

$$[0033] \quad V / (d + \delta)^2 = V_{ref} / d^2$$

$$V = V_{ref} \cdot (d + \delta)^2 / d^2$$

$$= V_{ref} \cdot (I_{b0} / I_b)^2 \quad \dots (\text{式 } 7)$$

式 7 で得られる制御電圧 V を対向電極部 14、16 に印加することにより、感度電流 I_{ref} と感度電流 I_v を同じにすることができる。これにより、加速度センサ 1001 は、電極 14 A、14 B間と電極 16 A、16 B間と電極 18 A、18 B間と電極 20 A、20 B間の距離 d がすべて変位量 δ だけ変化した場合でも、変化前と同じ精度で加速度を検出することができる。

[0034] 制御電圧 V により得られる感度電流 I_v により、加速度センサ 1001 は検出素子 1 に生じた X 軸方向の加速度を高精度で検出することができる。同様に、制御電圧 V により得られる対向電極部 14、18 に流れる電流の差である感度電流 I_v により、加速度センサ 1001 は検出素子 1 に生じた Y 軸方向の加速度を高精度で検出することができる。

[0035] 静電容量の変化に基づいて加速度を検出する際、対向電極部に印加される電圧は、加速度に影響する。対向電極部に印加される電圧が大きければ、感度電流により検出される加速度は実際の加速度よりが大きくなり、対向電極部に印加される電圧が小さければ、感度電流により検出される加速度は実際の加速度より小さくなる。

[0036] 対向電極部 14、16、18、20 の電極間の距離が同時に大きくなるまたは同時に小さくなった場合は、X 軸方向や Y 軸方向の加速度ではなく、振動等による Z 軸方向の加速度によって静電容量が変化する。対向電極部 14

、１６、１８、２０の電極間の距離が同時に大きくなった場合にＸ軸方向やＹ軸方向の加速度が生じると、感度電流により検出される加速度は実際の加速度よりも小さくなる。対向電極部１４、１６、１８、２０の電極間の距離が同時に小さくなった場合にＸ軸方向やＹ軸方向の加速度が生じると、感度電流により検出される加速度は実際の加速度よりも大きくなる。

[0037] 制御電圧Ｖを対向電極部１４、１６、１８、２０に印加することで、Ｚ軸方向の加速度に基づいて静電容量が変化した場合でも、加速度センサ１００１はＸ軸方向やＹ軸方向の加速度を高精度で検出できる。

[0038] また、対向電極部１６、２０の静電容量の和と、対向電極部１４、２０の静電容量の和により、Ｘ軸方向の加速度を検出してもよい。同様に、対向電極部１８、２０の静電容量の和と、対向電極部１４、１６の静電容量の和によりＹ軸方向の加速度を検出してもよい。

[0039] 図８は、加速度センサ１００１の処理回路５０１の回路ブロック図である。前述のように、制御電圧部２３は、対向電極部１４、１６のそれぞれの一方の電極１４Ａ、１６Ａに制御電圧Ｖを印加する。制御電圧部２３は、基準電圧部２１から供給される基準電圧 V_{ref} を基に制御電圧Ｖを発生する。

[0040] 制御電圧部２３の動作を説明する。基準電圧部２１の出力はレベル調整回路５３に接続される。レベル調整回路５３基準電圧 V_{ref} の振幅を調整して可変利得アンプ（ VGA ）５４に供給する。 VGA ５４の出力は電極１４Ａ、１６Ａの接続点Ｐ１に接続されている。ＣＶ変換アンプ５０Ａ、５０Ｂは対向電極部１４、１６に流れる電流にそれぞれ応じた電圧を出力する。それらの電流は対向電極部の静電容量に応じて変わるので、ＣＶ変換アンプ５０Ａ、５０Ｂは対向電極部１４、１６の静電容量にそれぞれ応じた電圧を出力する。加算処理回路５２はＣＶ変換アンプ５０Ａ、５０Ｂが出力する電圧を加算処理する。加算処理回路５２が出力する電圧はレベル検出回路５５に入力され、レベル検出回路５５はその電圧のレベルを検出する。レベル検出回路５５はＤＣ変換回路や全波整流回路が適しており、入力された電圧を平滑して直流電圧のような安定した電圧を出力する。レベル検出回路５５の出

力はVGA54に印加され、VGA54のゲインを制御する。VGA54はレベル検出回路55の出力に応じたゲイン、すなわち対向電極部14、16に流れる電流の和である基準電流に応じたゲインで基準電圧Vrefの振幅を変えて、式7で決まる制御電圧Vを出力して対向電極部14、16に印加する。クロック生成回路56は加算処理回路52の出力に基づき制御電圧Vすなわち基準電圧Vrefと同期したクロック信号を生成する。差動アンプ51はCV変換アンプ50A、50Bの出力する電圧の差を出力する。差動アンプ51の出力はX軸方向の加速度に応じた成分を含む。検波／出力処理部57は差動アンプ51の出力を上記クロック信号のタイミングで検波して加速度に応じた成分を抽出し、その成分を平滑処理して出力端子58から出力する。

[0041] すなわち、処理回路501は、対向電極部14、16の静電容量に基づいて被検出物1002の加速度のX軸方向の成分を検出する。処理回路501は対向電極部14、16に制御電圧Vを印加する。処理回路501は、対向電極部14、16の静電容量が共に小さくなった場合と共に大きくなった場合には、制御電圧Vを変える。詳細には、処理回路501は、対向電極部14、16の静電容量が共に小さくなった場合は制御電圧Vを大きくし、対向電極部14、16の静電容量が共に大きくなった場合は制御電圧Vを小さくする。

[0042] 処理回路501は、対向電極部14、18の静電容量に基づいて加速度のY軸方向の成分を検出する。処理回路501は、対向電極部14、16、18に制御電圧Vを印加する。処理回路501は、対向電極部14、16、18の静電容量が共に小さくなった場合と共に大きくなった場合には、制御電圧Vを変える。詳細には、処理回路501は、対向電極部14、16、18の静電容量が共に小さくなった場合は制御電圧Vを大きくし、対向電極部14、16、18の静電容量が共に大きくなった場合は制御電圧Vを小さくする。

[0043] また、処理回路501は、対向電極部14、18の静電容量の和と、対向

電極部 16、20 の静電容量との和とに基づいて加速度の X 軸方向の成分を検出してもよい。この場合、処理回路 501 は、対向電極部 14、16、18、20 に制御電圧 V を印加する。処理回路 501 は、対向電極部 14、16、18、20 の静電容量が共に小さくなった場合と共に大きくなった場合には、制御電圧 V を変える。詳細には、処理回路 501 は、対向電極部 14、16、18、20 の静電容量が共に小さくなった場合は制御電圧 V を大きくし、対向電極部 14、16、18、20 の静電容量が共に大きくなった場合は制御電圧 V を小さくする。

[0044] また、処理回路 501 は、対向電極部 14、16 の静電容量の和と、対向電極部 18、20 の静電容量の和とに基づいて加速度の Y 軸方向の成分を検出してもよい。

[0045] 実施の形態による検出素子 1 では 4 つの対向電極部 14、16、18、20 が矩形の 4 つの角にそれぞれ配置されている。X 軸方向には対向電極部 14、16 が配列され、かつ対向電極部 18、20 が配列されている。また Y 軸方向には対向電極部 14、18 が配列され、対向電極部 16、20 が配列されている。このように、検出素子 1 では、4 つの対向電極部 14、16、18、20 が X 軸方向に配列される対向電極部と、Y 軸方向に配列される対向電極部とを兼ねている。

[0046] 図 9 は実施の形態による他の加速度センサの検出素子 1A の分解斜視図である。図 1 に示す検出素子 1 と同じ部分には同じ参照番号を付し、その説明を省略する。図 9 に示す検出素子 1A は、図 1 に示す検出素子 1 の対向電極部 14、16、18、20 の代わりに対向電極部 114、116、118、120、214、216、218、220 を備える。対向電極部 114 は錘部 2A 上に設けられた電極 114A と、基板 6 に設けられた電極 114B とを有する。電極 114A、114B は Z 軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部 214 は錘部 2A 上に設けられた電極 214A と、基板 6 に設けられた電極 214B とを有する。電極 214A、214B は Z 軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部 116 は錘部 2B 上に設けられた電極

116Aと、基板6に設けられた電極116Bとを有する。電極116A、116BはZ軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部216は錘部2B上に設けられた電極216Aと、基板6に設けられた電極216Bとを有する。電極216A、216BはZ軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部118は錘部2C上に設けられた電極118Aと、基板6に設けられた電極118Bとを有する。電極118A、118BはZ軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部218は錘部2C上に設けられた電極218Aと、基板6に設けられた電極218Bとを有する。電極218A、218BはZ軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部120は錘部2D上に設けられた電極120Aと、基板6に設けられた電極120Bとを有する。電極120A、120BはZ軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部220は錘部2D上に設けられた電極220Aと、基板6に設けられた電極220Bとを有する。電極220A、220BはZ軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部114、116はX軸方向に配列されている。対向電極部118、120はX軸方向に配列されている。対向電極部214、218はY軸方向に配列されている。対向電極部216、220はY軸方向に配列されている。このように、検出素子1Aでは、X軸方向に配列される複数の対向電極部はY軸方向に配列される複数の対向電極部と異なるが、同様に動作して同様の効果を有する。

[0047] すなわち、処理回路501は、対向電極部114、116の静電容量に基づいて加速度のX軸方向の成分を検出し、対向電極部214、218の静電容量に基づいて加速度のY軸方向の成分を検出する。処理回路501は、対向電極部114、116、214、218に制御電圧Vを印加する。処理回路501は、対向電極部114、116、214、218の静電容量が共に小さくなった場合と共に大きくなった場合には、制御電圧Vを変える。詳細には、処理回路501は対向電極部114、116、214、218の静電容量が共に小さくなった場合は制御電圧Vを大きくし、対向電極部114、116、214、218の静電容量が共に大きくなった場合は制御電圧Vを

小さくする。

[0048] また、処理回路501は、対向電極部114、116の静電容量の和と対向電極部118、120の静電容量の和に基づいて加速度のX軸方向の成分を検出し、対向電極部214、216の静電容量の和と対向電極部218、220の静電容量の和とに基づいて加速度のY軸方向の成分を検出してもよい。この場合は、処理回路501は、対向電極部114、116、118、120、214、216、218、220に制御電圧Vを印加する。処理回路501は、対向電極部114、116、118、120、214、216、218、220の静電容量が共に小さくなった場合と共に大きくなった場合には、制御電圧Vを変える。詳細には、処理回路501は対向電極部114、116、118、120、214、216、218、220の静電容量が共に小さくなった場合は制御電圧Vを大きくし、対向電極部114、116、118、120、214、216、218、220の静電容量が共に大きくなった場合は制御電圧Vを小さくする。

[0049] 図1に示す検出素子1は電極14A、16A、18A、20Aがそれぞれ設けられた錘部2A、2B、2C、2Dを備える。これらの錘部の数は4つに限らない。図10は、実施の形態におけるさらに他の加速度センサの検出素子1Bの分解斜視図である。図11は図10に示す検出素子1Bの断面図である。図10と図11において互いに直交するX軸とY軸とZ軸を定義する。検出素子1Bは被検出物1003に固定されるよう構成されて被検出物1003の加速度を検出する。検出素子1Bは、被検出物1003に固定されるよう構成された固定部604と、錘部602と、錘部602を固定部604に連結する可撓部610とを備える。可撓部610は可撓性を有する。固定部604は、可撓部610と錘部602を囲む枠形状を有し、基板606に取り付けられている。可撓部610は可撓性を有する。錘部602上には電極614A、616A、618A、620Aが設けられている。電極614A、616A、618A、620Aからそれぞれ離れて電極614B、616B、618B、620BにZ軸方向でそれぞれ対向する電極614B

、616B、618B、620Bが基板606に設けられている。電極614A、614Bは静電容量を有する対向電極部614を構成する。電極616A、616Bは静電容量を有する対向電極部616を構成する。電極618A、618Bは静電容量を有する対向電極部618を構成する。電極620A、620Bは静電容量を有する対向電極部620を構成する。電極614A、616AはX軸に沿って配列されている。電極614B、616BはX軸に沿って配列されている。すなわち、対向電極部614、616はX軸に沿って配列されている。電極618A、620AはX軸に沿って配列されている。電極618B、620BはX軸に沿って配列されている。すなわち、対向電極部618、620はX軸に沿って配列されている。電極614A、618AはY軸に沿って配列されている。電極614B、618BはY軸に沿って配列されている。すなわち、対向電極部614、618はY軸に沿って配列されている。電極616A、620AはY軸に沿って配列されている。電極616B、620BはY軸に沿って配列されている。すなわち、対向電極部616、620はY軸に沿って配列されている。

[0050] 検出素子1BにX軸方向とY軸方向の加速度が生じると、図5に示す検出素子1と同様に、錘部602はX軸とY軸についてそれぞれ回転するように付勢される。したがって、加速度により検出素子1Bの電極614A、616A、618A、620Aは、図1に示す検出素子1の電極14A、16A、18A、20Aと同様に変位する。すなわち、検出素子1Bの対向電極部614、616、618、620は図1に示す検出素子1の対向電極部14、16、18、20と同様に動作する。したがって、図8に示す処理回路501が、図1に示す検出素子1の対向電極部14、16、18、20の代わりに、検出素子1Bの対向電極部614、616、618、620に接続されることで、同様に加速度を高精度で検出することができる。

[0051] 図12は実施の形態によるさらに他の加速度センサの検出素子1Cの分解斜視図である。図10に示す検出素子1Bと同じ部分には同じ参照番号を付し、その説明を省略する。図12に示す検出素子1Cは、図10に示す検出

素子 1 B の対向電極部 6 1 4、6 1 6、6 1 8、6 2 0 の代わりに対向電極部 7 1 4、7 1 6、7 1 8、7 2 0、8 1 4、8 1 6、8 1 8、8 2 0 を備える。対向電極部 7 1 4 は錘部 6 0 2 上に設けられた電極 7 1 4 A と、基板 6 0 6 に設けられた電極 7 1 4 B とを有する。電極 7 1 4 A、7 1 4 B は Z 軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部 8 1 4 は錘部 6 0 2 上に設けられた電極 8 1 4 A と、基板 6 0 6 に設けられた電極 8 1 4 B とを有する。電極 8 1 4 A、8 1 4 B は Z 軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部 7 1 6 は錘部 6 0 2 上に設けられた電極 7 1 6 A と、基板 6 0 6 に設けられた電極 7 1 6 B とを有する。電極 7 1 6 A、7 1 6 B は Z 軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部 8 1 6 は錘部 6 0 2 上に設けられた電極 8 1 6 A と、基板 6 0 6 に設けられた電極 8 1 6 B とを有する。電極 8 1 6 A、8 1 6 B は Z 軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部 7 1 8 は錘部 6 0 2 上に設けられた電極 7 1 8 A と、基板 6 0 6 に設けられた電極 7 1 8 B とを有する。電極 7 1 8 A、7 1 8 B は Z 軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部 8 1 8 は錘部 6 0 2 上に設けられた電極 8 1 8 A と、基板 6 0 6 に設けられた電極 8 1 8 B とを有する。電極 8 1 8 A、8 1 8 B は Z 軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部 7 2 0 は錘部 6 0 2 上に設けられた電極 7 2 0 A と、基板 6 0 6 に設けられた電極 7 2 0 B とを有する。電極 7 2 0 A、7 2 0 B は Z 軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部 8 2 0 は錘部 6 0 2 上に設けられた電極 8 2 0 A と、基板 6 0 6 に設けられた電極 8 2 0 B とを有する。電極 8 2 0 A、8 2 0 B は Z 軸方向で互いに離れて対向している。対向電極部 7 1 4、7 1 6 は X 軸方向に配列されている。対向電極部 7 1 8、7 2 0 は X 軸方向に配列されている。対向電極部 8 1 4、8 1 8 は Y 軸方向に配列されている。対向電極部 8 1 6、8 2 0 は Y 軸方向に配列されている。このように、検出素子 1 C では、X 軸方向に配列される複数の対向電極部は Y 軸方向に配列される複数の対向電極部と異なるが、同様に動作して同様の効果を有する。

産業上の利用可能性

[0052] 本発明による加速度センサは加速度を高精度で検出でき、航空機、自動車、ロボット、船舶、車両等の移動体の姿勢制御装置やナビゲーション等、各種電子機器に有用である。

請求の範囲

- [1] 被検出物に固定されるよう構成された固定部と、
前記固定部に接続されて、可撓性を有する可撓部と、
前記可撓部を介して前記固定部と連結した錘部と、
前記錘部上に設けられた第 1 の電極と、
前記第 1 の電極から離れて前記第 1 の電極と対向する第 2 の電極と、
を含み、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間で第 1 の静電容量を形成する第 1 の対向電極部と、
前記錘部上に設けられた第 3 の電極と、
前記第 3 の電極から離れて前記第 3 の電極と対向する第 4 の電極と、
を含み、前記第 3 の電極と前記第 4 の電極との間で第 2 の静電容量を形成する第 2 の対向電極部と、
を備え、
前記第 1 の電極と前記第 3 の電極とは第 1 の方向に配列され、
前記第 2 の電極と前記第 4 の電極は前記第 1 の電極と前記第 3 の電極から離れて前記第 1 の電極と前記第 3 の電極と前記第 1 の方向に直角の第 2 の方向でそれぞれ対向し、
前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量とに基づいて前記被検出物の加速度の前記第 1 の方向の成分を検出し、
前記第 1 の対向電極部と前記第 2 の対向電極部とに制御電圧が印加され、
前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量が共に小さくなった場合と、前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量が共に大きくなった場合には、前記制御電圧を変える、加速度センサ。
- [2] 前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量が共に小さくなった場合は前記制御電圧を大きくし、
前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量が共に大きくなった場合は前記制御電圧を小さくする、請求項 1 に記載の加速度センサ。
- [3] 前記錘部は、

前記第 1 の電極が設けられた第 1 の錘部と、
前記第 2 の電極が設けられた第 2 の錘部と、
を含む、請求項 1 に記載の角速度センサ。

- [4] 前記錘部上に設けられた第 5 の電極と、
前記第 5 の電極から離れて前記第 5 の電極と対向する第 6 の電極と、
を含み、前記第 5 の電極と前記第 6 の電極との間で第 3 の静電容量を形成する第 3 の対向電極部と、
前記錘部上に設けられた第 7 の電極と、
前記第 7 の電極から離れて前記第 7 の電極と対向する第 8 の電極と、
を含み、前記第 7 の電極と前記第 8 の電極との間で第 4 の静電容量を形成する第 4 の対向電極部と、
をさらに備え、
前記第 5 の電極と前記第 7 の電極とは前記第 1 の方向に配列され、
前記第 6 の電極と前記第 8 の電極は前記第 5 の電極と前記第 7 の電極から離れて前記第 5 の電極と前記第 7 の電極と前記第 2 の方向でそれぞれ対向し、
前記第 1 の静電容量と前記第 3 の静電容量の和と、前記第 2 の静電容量と前記第 4 の静電容量との和とに基づいて前記加速度の前記第 1 の方向の前記成分を検出し、
前記第 1 の対向電極部と前記第 2 の対向電極部と前記第 3 の対向電極部と前記第 4 の対向電極部とに前記制御電圧が印加され、
前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量と前記第 3 の静電容量と前記第 4 の静電容量とが共に小さくなった場合と、前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量と前記第 3 の静電容量と前記第 4 の静電容量が共に大きくなった場合には、前記制御電圧を変える、請求項 1 に記載の加速度センサ。
- [5] 前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量と前記第 3 の静電容量と前記第 4 の静電容量が共に小さくなった場合は前記制御電圧を大きくし、
前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量と前記第 3 の静電容量と前記第 4 の静電容量が共に大きくなった場合は前記制御電圧を小さくする、請求項 4

に記載の加速度センサ。

- [6] 前記第 1 の電極と前記第 3 の電極とは前記第 1 の方向と前記第 2 の方向とに直角の第 3 の方向に配列され、
前記第 2 の電極と前記第 4 の電極とは前記第 3 の方向に配列され、
前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量の和と、前記第 3 の静電容量と前記第 4 の静電容量との和とに基づいて前記加速度の前記第 3 の方向の成分を検出する、請求項 4 に記載の角速度センサ。
- [7] 前記錘部は、
前記第 1 の電極が設けられた第 1 の錘部と、
前記第 2 の電極が設けられた第 2 の錘部と、
前記第 3 の電極が設けられた第 3 の錘部と、
前記第 4 の電極が設けられた第 4 の錘部と、
を含む、請求項 4 に記載の角速度センサ。
- [8] 前記錘部上に設けられた第 5 の電極と、
前記第 5 の電極から離れて前記第 5 の電極と対向する第 6 の電極と、
を含み、前記第 5 の電極と前記第 6 の電極との間で第 3 の静電容量を形成する第 3 の対向電極部と、
をさらに備え、
前記第 1 の電極と前記第 5 の電極とは前記第 1 の方向と前記第 2 の方向とに直角の第 3 の方向に配列され、
前記第 6 の電極は前記第 5 の電極から離れて前記第 5 の電極と前記第 2 の方向でそれぞれ対向し、
前記第 1 の静電容量と前記第 3 の静電容量とに基づいて前記加速度の前記第 3 の方向の前記成分を検出し、
前記第 1 の対向電極部と前記第 2 の対向電極部と前記第 3 の対向電極部とに前記制御電圧が印加され、
前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量と前記第 3 の静電容量が共に小さくなった場合と、前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量と前記第 3 の静

電容量が共に大きくなった場合には、前記制御電圧を変える、請求項 1 に記載の加速度センサ。

- [9] 前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量と前記第 3 の静電容量が共に小さくなった場合は前記制御電圧を大きくし、
前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量と前記第 3 の静電容量が共に大きくなった場合は前記制御電圧を小さくする、請求項 8 に記載の加速度センサ。

- [10] 前記錘部は、
前記第 1 の電極が設けられた第 1 の錘部と、
前記第 2 の電極が設けられた第 2 の錘部と、
前記第 3 の電極が設けられた第 3 の錘部と、
を含む、請求項 8 に記載の角速度センサ。

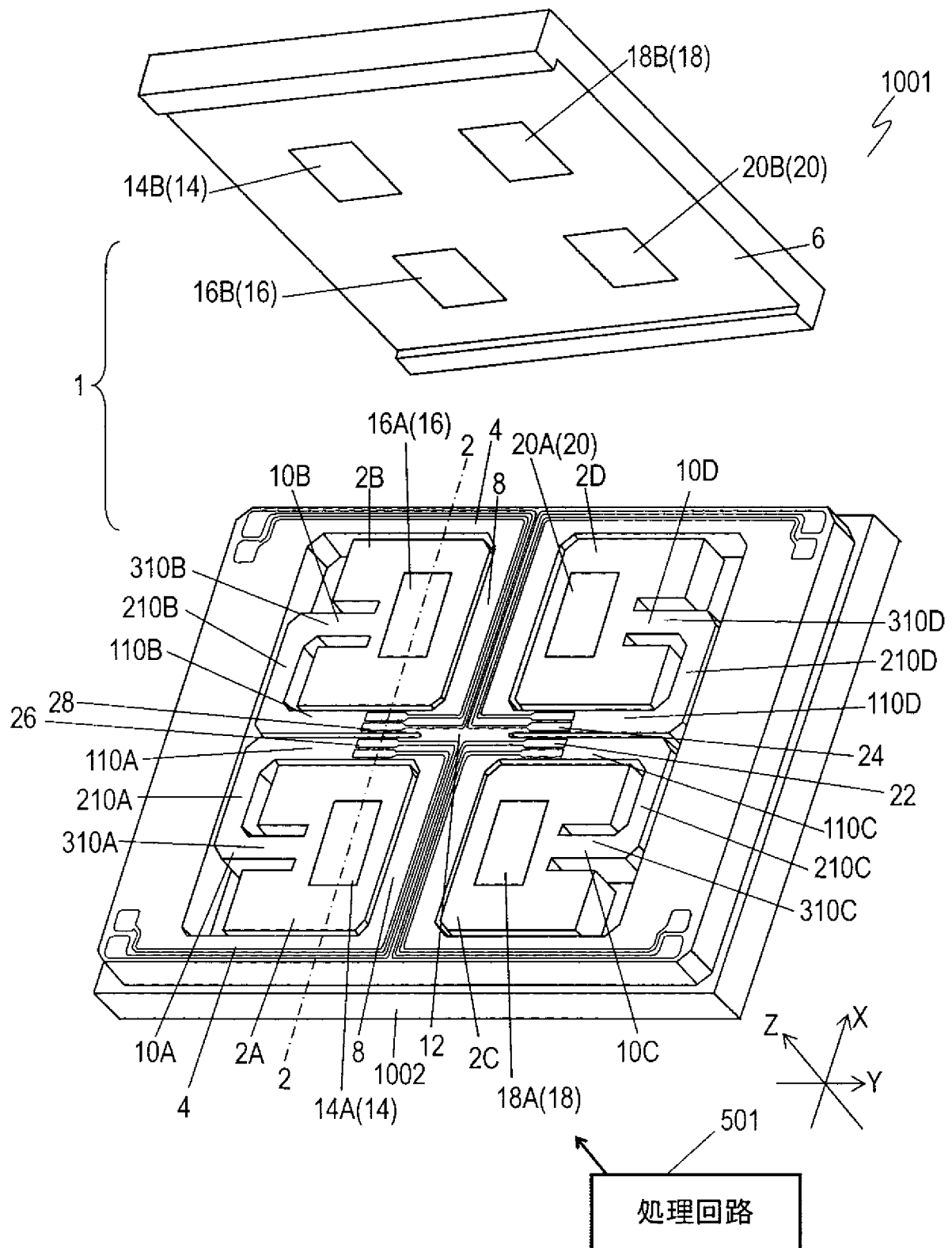
- [11] 前記錘部上に設けられた第 5 の電極と、
前記第 5 の電極から離れて前記第 5 の電極と対向する第 6 の電極と、
を含み、前記第 5 の電極と前記第 6 の電極との間で第 3 の静電容量を形成する第 3 の対向電極部と、
前記錘部上に設けられた第 7 の電極と、
前記第 7 の電極から離れて前記第 7 の電極と対向する第 8 の電極と、
を含み、前記第 7 の電極と前記第 8 の電極との間で第 4 の静電容量を形成する第 4 の対向電極部と、
をさらに備え、
前記第 5 の電極と前記第 7 の電極とは前記第 1 の方向と前記第 2 の方向とに直角の第 3 の方向に配列され、
前記第 6 の電極と前記第 8 の電極は前記第 5 の電極と前記第 7 の電極から離れて前記第 5 の電極と前記第 7 の電極と前記第 2 の方向でそれぞれ対向し、
前記第 3 の静電容量と前記第 4 の静電容量とに基づいて前記加速度の前記第 3 の方向の前記成分を検出し、
前記第 1 の対向電極部と前記第 2 の対向電極部と前記第 3 の対向電極部と前

記第 3 の対向電極部とに前記制御電圧が印加され、
前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量と前記第 3 の静電容量と前記第 4 の静電容量が共に小さくなった場合と、前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量と前記第 3 の静電容量と前記第 4 の静電容量が共に大きくなった場合には、前記制御電圧を変える、請求項 1 に記載の加速度センサ。

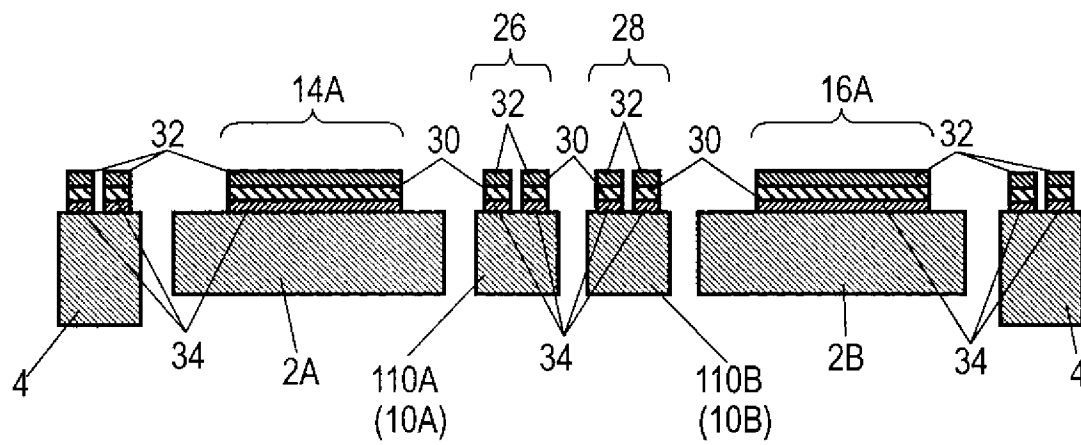
- [12] 前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量と前記第 3 の静電容量と前記第 4 の静電容量が共に小さくなった場合は前記制御電圧を大きくし、
前記第 1 の静電容量と前記第 2 の静電容量と前記第 3 の静電容量と前記第 4 の静電容量が共に大きくなった場合は前記制御電圧を小さくする、請求項 1 に記載の加速度センサ。

- [13] 前記錘部は、
前記第 1 の電極と前記第 3 の電極が設けられた第 1 の錘部と、
前記第 2 の電極が設けられた第 2 の錘部と、
前記第 4 の電極が設けられた第 3 の錘部と、
を含む、請求項 1 に記載の角速度センサ。

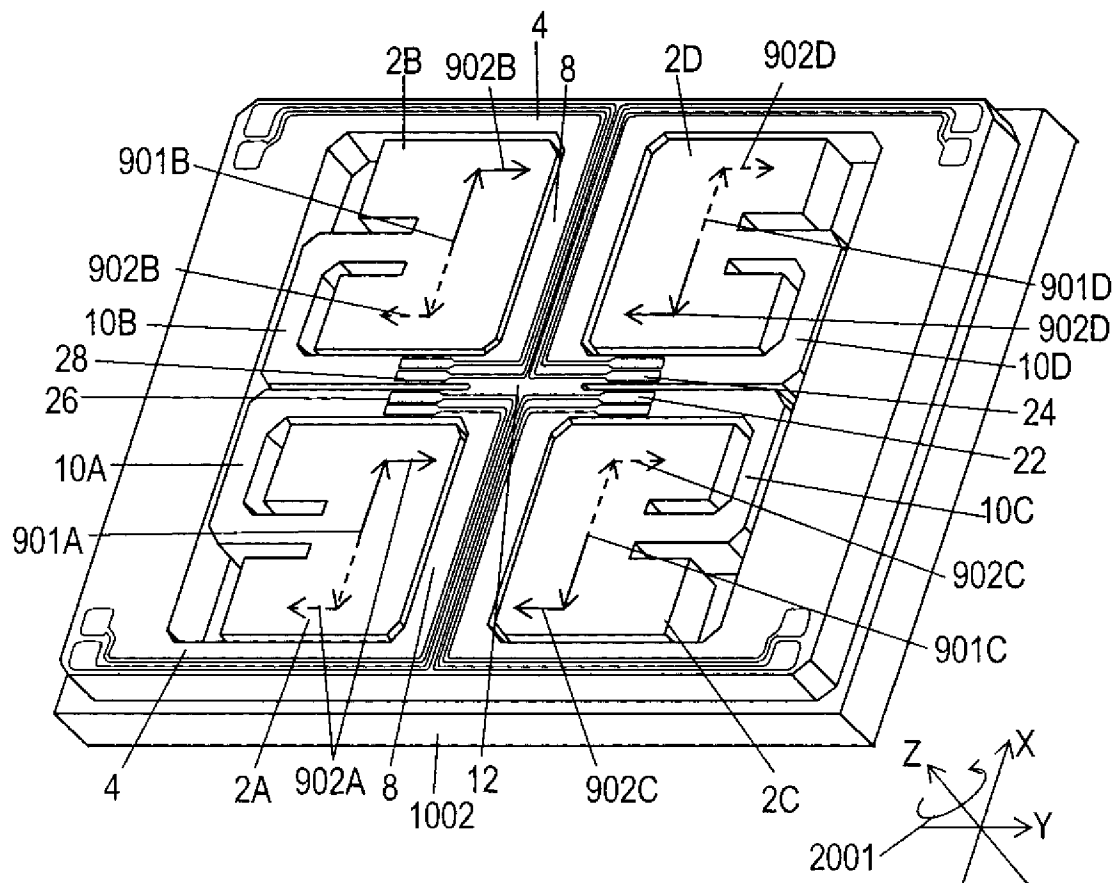
[图1]



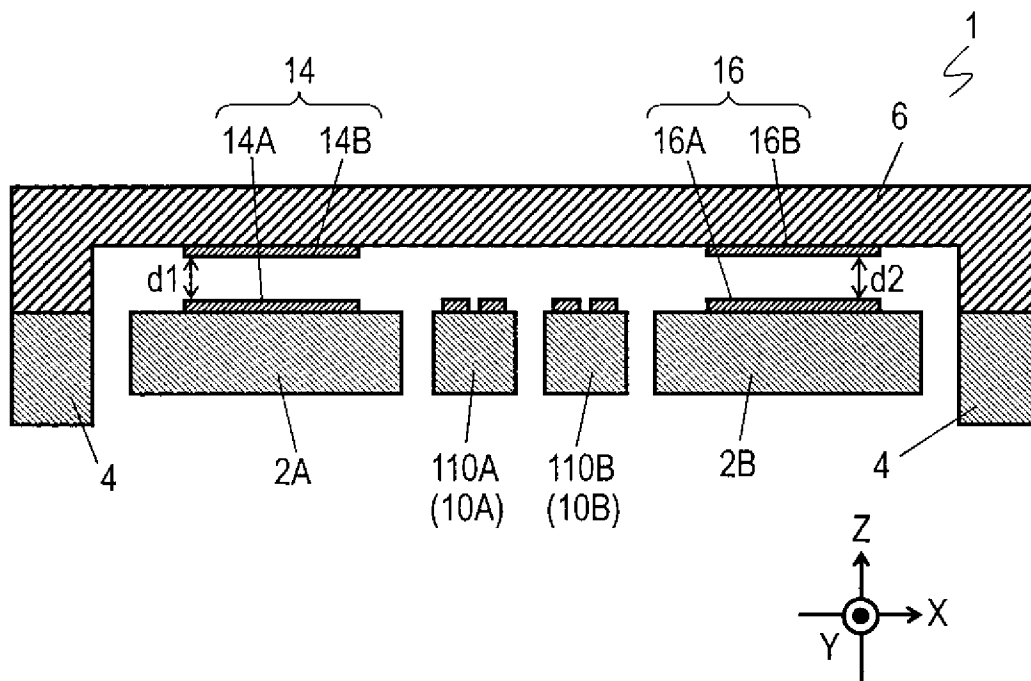
[図2]



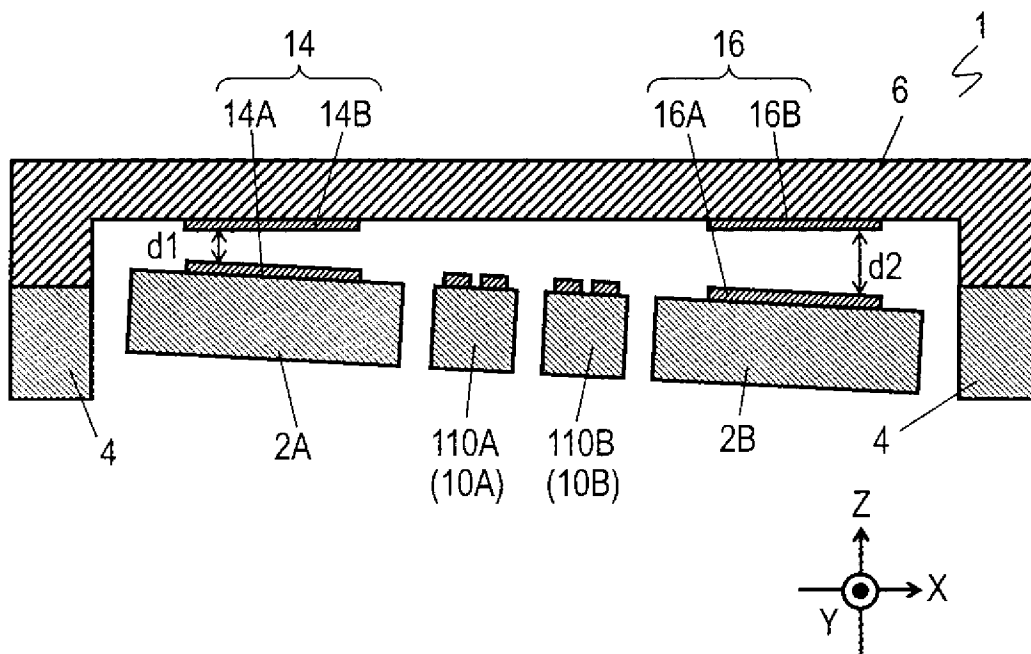
[図3]



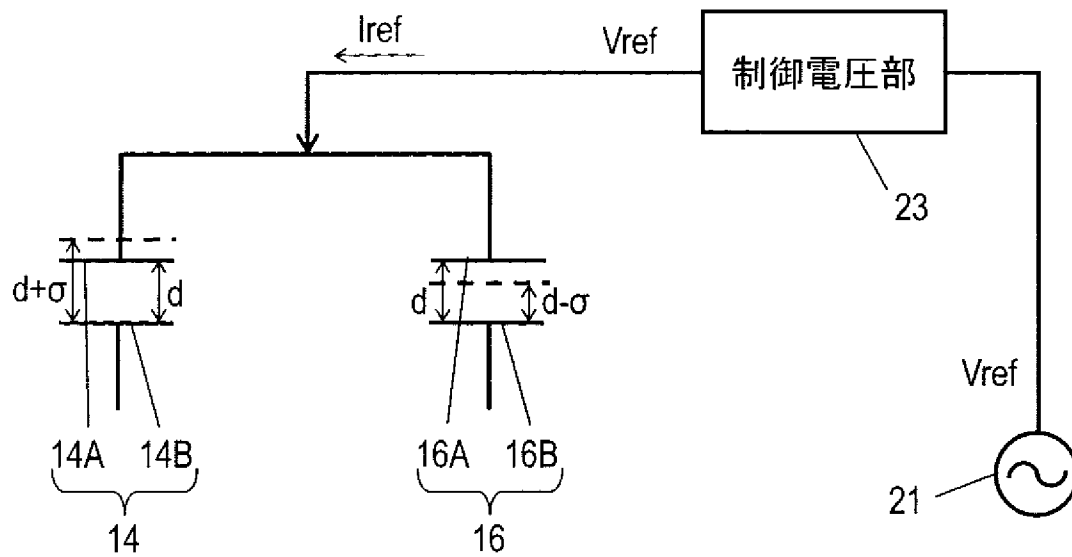
[図4]



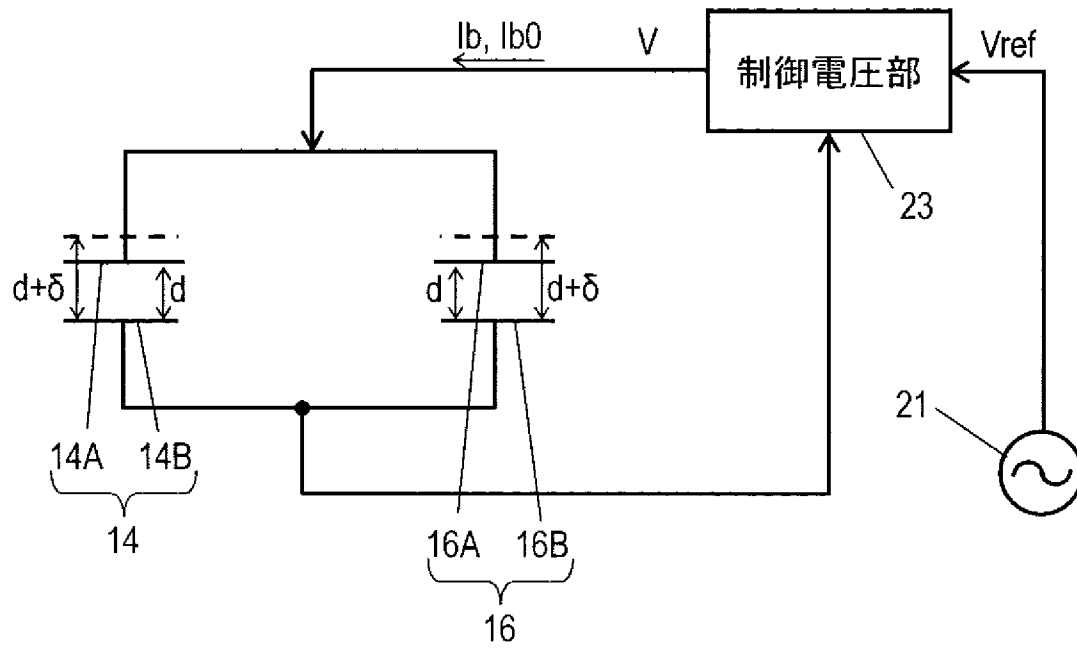
[図5]



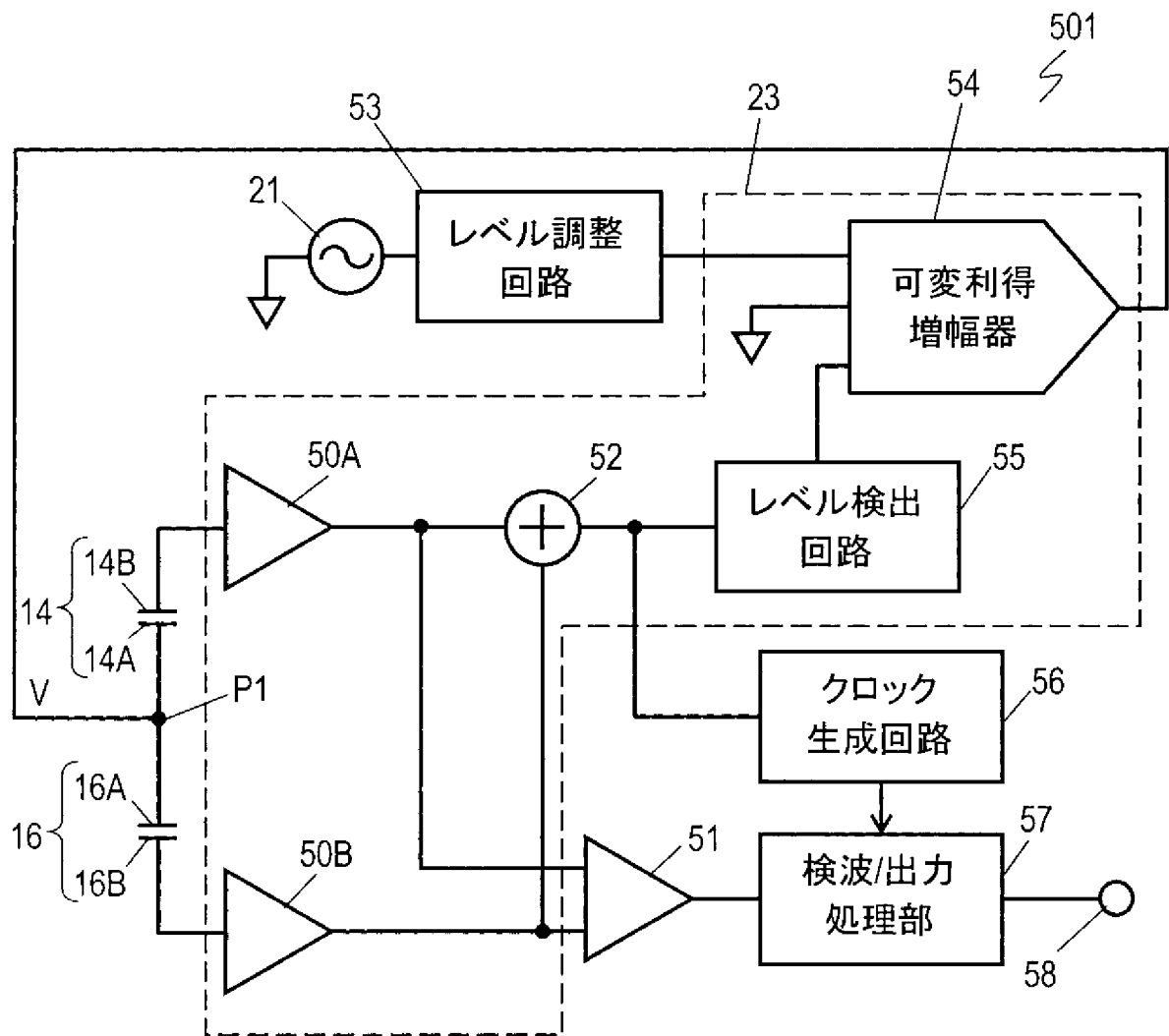
[図6]



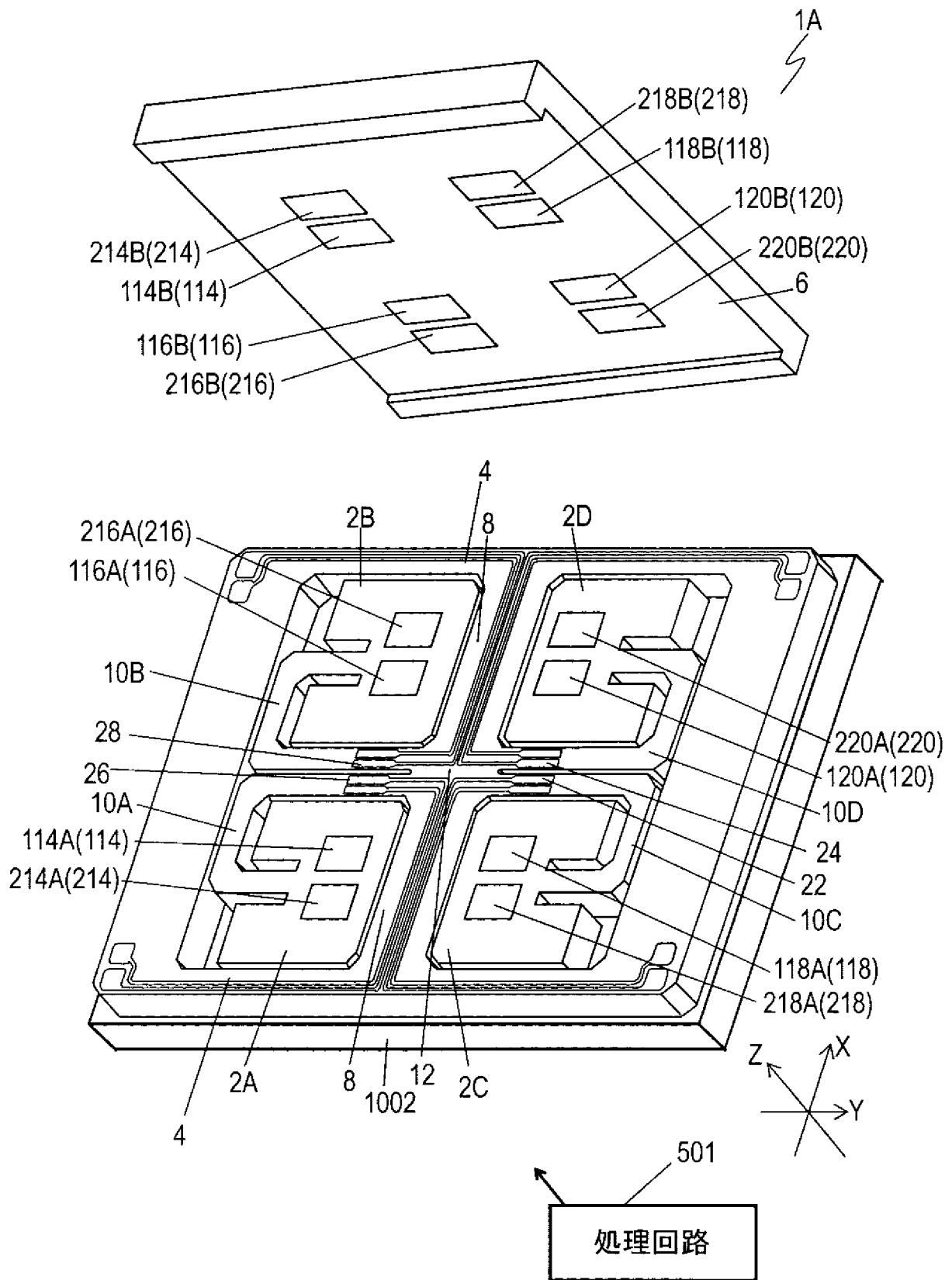
[図7]



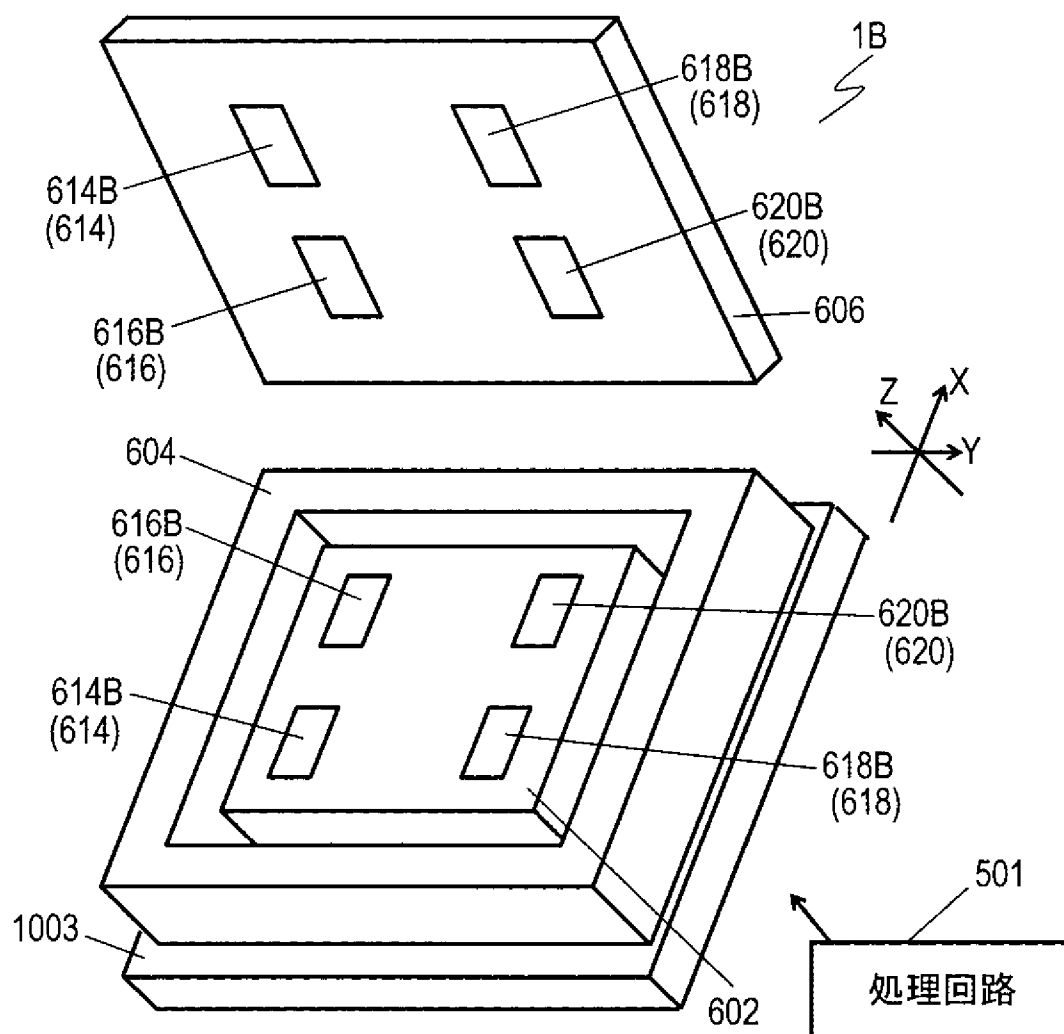
[図8]



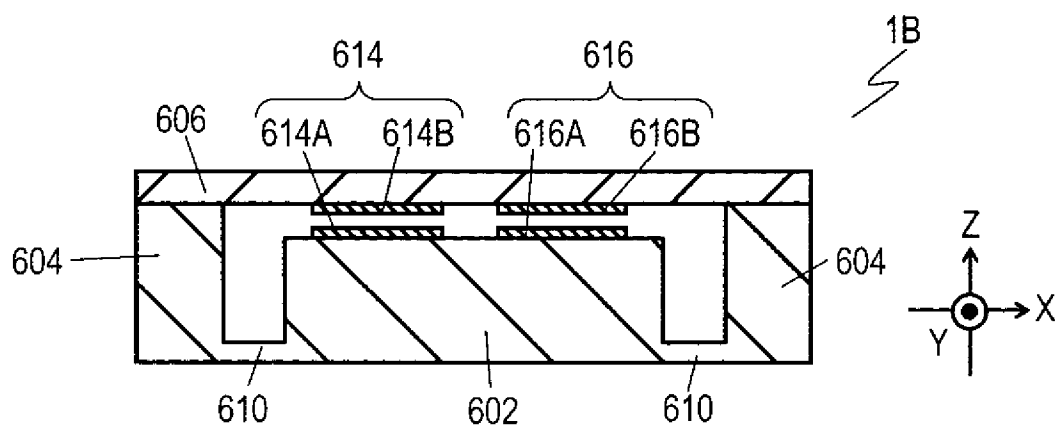
[图9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/000458

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P15/125(2006.01)i, G01P9/04(2006.01)i, G01P15/18(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, G01P9/04, G01P15/18, 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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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	JP 4-278464 A (NEC Corp.), 05 October, 1992 (05.10.92), Par. No. [0017]; Figs. 1, 3 (Family: none)	1-2, 4-6, 8-9, 11-12
Y		3, 7, 10, 13
Y	JP 9-196682 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 31 July, 1997 (31.07.97), Full text & US 5952572 A & EP 786645 A	3, 7, 10, 13
A	JP 11-248741 A (Omron Corp.), 17 September, 1999 (17.09.99), Par. No. [0033] (Family: none)	1-13

☐ 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
27 March, 2008 (27.03.08)

Date of mailing of the international search report
08 April, 2008 (08.04.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/000458

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The matter common to the inventions of claims 1-13 is an acceleration sensor for detecting acceleration based on capacitances and changing control voltages when all the capacitances become small and all the capacitances become large.

However, such an acceleration sensor is not novel because the search has revealed that it is disclosed in JP 4-278464 A (NEC Corp.), 05 October 1992 (05.10.92), paragraph 0017, Figs. 1 and 3.

Since the acceleration sensor in which detection and voltages are controlled makes no contribution over the prior art, the common matter is not a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.
(continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/000458

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Accordingly, it is apparent that the inventions of claims 1-13 do not satisfy the requirement of unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01P15/125 (2006.01)i, G01P9/04 (2006.01)i, G01P15/18 (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. G01P15/125, G01P9/04, G01P15/18, 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 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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 請求の範囲の番号
X Y	JP 4-278464 A (日本電気株式会社) 1992. 10. 05, 【0017】, 図 1, 3 (ファミリーなし)	1-2,4-6,8-9,11-12 3,7,10,13
Y	JP 9-196682 A (松下電器産業株式会社) 1997. 07. 31, 全文 & US 5952572 A & EP 786645 A	3,7,10,13
A	JP 11-248741 A (オムロン株式会社) 1999. 09. 17, 【0033】 (ファミリーなし)	1-13

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

2 7 . 0 3 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 4 . 2 0 0 8

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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

9 6 0 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-13に係る発明に共通する事項は、複数の静電容量に基づいて加速度を検出し、前記複数の静電容量が共に小さくなった場合と、共に大きくなった場合に制御電圧を変える加速度センサである。

しかしながら、調査の結果、このような加速度センサは、文献JP 4-278464 A（日本電気株式会社）1992.10.05, 【0017】, 図1,3に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

結果として、上記検出及び電圧の制御を行う加速度センサは先行技術の域を出ないから、P C T規則13.2の第2文の意味において、この共通事項は特別な技術的特徴ではない。

よって、請求の範囲1-13に係る発明は単一性の要件を満たしていないことは明らかである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。