

(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 2014/092059 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 15/125 (2006.01) G01C 19/5747 (2012.01)
G01C 19/5726 (2012.01) H01L 29/84 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/083020
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 10 日(10.12.2013)
- (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 2012-268932 2012 年 12 月 10 日(10.12.2012) 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 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 米村麻里(YONEMURA, Mari); 〒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). 加藤良隆(KATO, Yoshitaka); 〒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); 〒

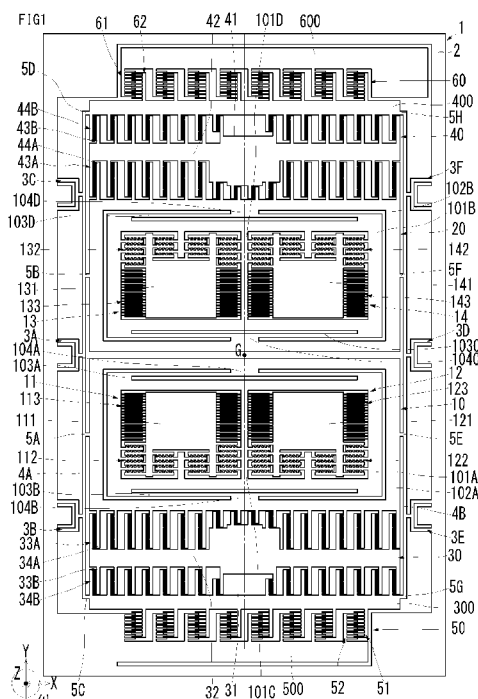
5400011 大阪府大阪市中心区農人橋 1 丁目 4 番 3 4 号 Osaka (JP).

- (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).

[続葉有]

(54) Title: SENSOR ELEMENT AND COMPOSITE SENSOR

(54) 発明の名称: センサ素子、および複合センサ



(57) Abstract: On the detection base section (220E1) side of a movable-side detection base section (240D1), a plurality of protruding sections (241D1) are formed by being aligned with each other in the longitudinal direction. On the detection base section (220F1) side of the detection base section (240D1), a plurality of protruding sections (242D1) are formed by being aligned with each other in the longitudinal direction. On the detection base section (240D1) side of a fixed-side detection base section (220E1), a plurality of protruding sections (221F1) are formed by being aligned with each other such that the protruding sections partially face the protruding sections (242D1). On the detection base section (240D1) side of a fixed-side detection base section (220F1), a plurality of protruding sections (221F1) are formed by being aligned with each other such that the protruding sections partially face the protruding sections (241D1). On an end section of the detection base section (240D1), said end section being on the inner frame (101A) side, a capacitance forming section (243D1) is formed.

(57) 要約: 可動側の検出用基部 (240D1) の検出用基部 (220E1) 側には、複数の突起部 (241D1) が長尺方向に配列形成されている。検出用基部 (240D1) の検出用基部 (220F1) 側には、複数の突起部 (242D1) が長尺方向に配列形成されている。固定側の検出用基部 (220E1) の検出用基部 (240D1) 側には、複数の突起部 (221F1) が突起部 (242D1) に部分的に対向するように配列形成されている。固定側の検出用基部 (220F1) の検出用基部 (240D1) 側には、複数の突起部 (221F1) が突起部 (241D1) に部分的に対向するように配列形成されている。検出用基部 (240D1) の内側枠 (101A) 側の端部には、静電容量形成部 (243D1) が形成されている。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： センサ素子、および複合センサ

技術分野

[0001] 本発明は、角速度および加速度を検出するセンサ素子、および当該センサ素子を備えた複合センサに関する。

背景技術

[0002] 従来、素子に加わる角速度や加速度を検出する複合センサが各種考案されている。例えば、特許文献 1 に記載の複合センサのセンサ素子は、基板に対して隙間を有するように支持梁によって支持された質量部を備える。質量部は、基板表面に平行な互いに直交する 2 軸方向（例えば、X 軸方向および Y 軸方向）に変位可能に支持されている。

[0003] この複合センサは、質量部を X 軸方向に振動させた状態で角速度を検出する。この状態で、X 軸と Y 軸に直交する Z 軸周りの角速度が質量部に作用すると Y 軸方向へのコリオリの力が生じる。このコリオリの力を電氣的に検出することにより、前記 Z 軸周りの角速度を検出する。

[0004] さらに、この複合センサは、角速度を検出する質量部とは別の領域に、Y 軸方向の加速度を電気信号で検出する加速度検出部を備えている。

[0005] 図 2 2 は従来の複合センサの加速度検出部の一部を拡大した平面図である。図 2 2 (A) は振動による X 軸方向の可動部の変位 Δx が 0 のときを表している。図 2 2 (B) は振動による X 軸方向の可動部の変位 Δx が $+x_1$ のときを表している。

[0006] 図 2 2 に示すように、加速度検出部は、可動側の加速度検出子の検出用基部 2 4 0 P 1 が、Y 軸方向に沿って配置された固定側の加速度検出子の検出用基部 2 2 0 P 1、2 2 0 P 2 間に配置されている。検出用基部 2 4 0 P 1、2 2 0 P 1、2 2 0 P 2 は、X 軸方向に延びる長尺状である。可動側の検出用基部 2 4 0 P 1 における固定側の検出用基部 2 2 0 P 1 側の側面には、Y 軸方向に突起する突起部 2 4 1 P 1 が形成されている。可動側の検出用基

部 2 4 0 P 1 における固定側の検出用基部 2 2 0 P 2 側の辺には、Y 軸方向に突起する突起部 2 4 2 P 1 が形成されている。突起部 2 4 1 P 1、突起部 2 4 2 P 1 は、X 軸に沿って長さ $2W$ の形状である。突起部 2 4 1 P 1、突起部 2 4 2 P 1 は、X 軸方向に沿った位置が W ずれている。

[0007] 固定側の検出用基部 2 2 0 P 1 における可動側の検出用基部 2 4 0 P 1 側の辺には、突起部 2 2 1 P 1 が形成されている。突起部 2 2 1 P 1 は、X 軸に沿って長さ $2W$ の形状である。突起部 2 2 1 P 1 の X 軸方向の位置は、突起部 2 4 2 P 1 の位置と同じである。固定側の突起部 2 2 1 P 1 と可動側の突起部 2 4 1 P 1 は、X 軸方向に W の長さで対向している。固定側の突起部 2 2 1 P 2 と可動側の突起部 2 4 1 P 1 は、Y 軸方向に $D 1 2$ の間隔で対向している。

[0008] 固定側の検出用基部 2 2 0 P 2 における可動側の検出用基部 2 4 0 P 1 側の辺には、突起部 2 2 1 P 2 が形成されている。突起部 2 2 1 P 2 は、X 軸に沿って長さ $2W$ の形状である。突起部 2 2 1 P 2 の X 軸方向の位置は、突起部 2 4 1 P 1 の位置と同じである。固定側の突起部 2 2 1 P 2 と可動側の突起部 2 4 2 P 1 は、X 軸方向に W の長さで対向している。固定側の突起部 2 2 1 P 1 と可動側の突起部 2 4 2 P 1 は、Y 軸方向に $D 1 2$ の間隔で対向している。

[0009] 加速度検出部は、固定側の突起部 2 2 1 P 1 と可動側の突起部 2 4 1 P 1 との対向面積 $S 1 P 1$ (W に依存) および対向間隔 $D 1 2$ とで決定されるキャパシタンス $C 1 P 1$ と、固定側の突起部 2 2 1 P 2 と可動側の突起部 2 4 2 P 1 との対向面積 $S 2 P 1$ (W に依存) および対向間隔 $D 1 2$ とで決定されるキャパシタンス $C 2 P 1$ との変化から加速度を検出する。

[0010] センサ素子に Y 軸の正の方向の加速度が印加された場合、可動側の検出用基部 2 4 0 P 1 は、固定側の検出用基部 2 2 0 P 1 から離間し、固定側の検出用基部 2 2 0 P 2 に近接するように移動する。

[0011] したがって、固定側の突起部 2 2 1 P 1 と可動側の突起部 2 4 1 P 1 との対向間隔 $D 1 2$ が増加してキャパシタンス $C 1 P 1$ は減少する。固定側の突

起部 2 2 1 P 2 と可動側の突起部 2 4 2 P 1 との対向間隔 D_{12} が減少してキャパシタンス C_{2P1} は増加する。この際、対向間隔の逆数によってキャパシタンス C_{1P1} 、 C_{2P1} が決定される。これにより、キャパシタンス C_{1P1} とキャパシタンス C_{2P1} との合成キャパシタンスは、対向距離変化の逆数に応じて低下し、この低下量から加速度を検出することができる。

[0012] ところで、この複合センサは、上述の角速度の検出のため、可動側の検出用基部 2 4 0 P 1 および突起部 2 4 1 P 1、2 4 2 P 1 は X 軸方向に振動している。したがって、可動側の突起部 2 4 1 P 1 と固定側の突起部 2 2 1 P 1 との対向面積は変化し、可動側の突起部 2 4 2 P 1 と固定側の突起部 2 2 1 P 2 との対向面積も変化する。例えば、図 2 1 (B) に示すように、X 軸の正の方向に移動した場合、可動側の突起部 2 4 1 P 1 と固定側の突起部 2 2 1 P 1 との対向面積 S_{1P2} は W' の増加に応じて増加する（対向面積 $S_{1P2} > S_{1P1}$ ）。可動側の突起部 2 4 2 P 1 と固定側の突起部 2 2 1 P 2 との対向面積 S_{2P2} は W'' の減少に応じて減少する（対向面積 $S_{2P2} < S_{2P1}$ ）。この際、対向間隔 D_{12} は変化しない。したがって、X 軸の正の方向に移動した場合、移動後のキャパシタンス C_{1P2} は移動前のキャパシタンス C_{1P1} よりも大きくなり、移動後のキャパシタンス C_{2P2} は移動前のキャパシタンス C_{2P1} よりも小さくなる。

[0013] ここで、可動側の突起部 2 4 1 P 1 と固定側の突起部 2 2 1 P 1 と対向面積 S_{1P1} が対向面積 S_{1P2} に増加した量と、可動側の突起部 2 4 2 P 1 と固定側の突起部 2 2 1 P 2 と対向面積 S_{2P1} が対向面積 S_{2P2} に減少した量とは、同じである。このため、可動側の突起部 2 4 1 P 1 と固定側の突起部 2 2 1 P 1 と間のキャパシタンスの変化量と、可動側の突起部 2 4 2 P 1 と固定側の突起部 2 2 1 P 2 との間のキャパシタンスの変化量とは、相殺する。したがって、キャパシタンス C_{1P2} 、 C_{2P2} の合成キャパシタンスは、キャパシタンス C_{1P1} 、 C_{2P1} の合成キャパシタンスと同じになる。

[0014] このように、従来の複合センサでは、可動部と固定部の突起部の対向形状

を上述のようにすることで、角速度検出のためのX軸方向の振動による加速度検出用のキャパシタンスへの影響が生じないようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0015] 特許文献1：特開2010-85313号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0016] しかしながら、上述の従来の複合センサでは、次に示すような状態で、加速度の検出精度が低下してしまうことがある。

[0017] 図23は従来の複合センサの課題を説明するための加速度検出部の一部を拡大した平面図である。図24は従来の複合センサの課題を説明するための波形図である。図24(A)は、可動側の突起部241P1と固定側の突起部221P1とのキャパシタンスC1Pを示し、図24(B)は、可動側の突起部242P1と固定側の突起部221P2とのキャパシタンスC2Pを示す。図24(C)は、キャパシタンスC1P、C2Pの合成キャパシタンスを示す。

[0018] 従来の複合センサでは、図23に示すように、X軸方向の変位が大きくなり、可動側の突起部242P1と固定側の突起部221P2が対向しなくなった場合に次のような問題が生じる。この場合、可動側と固定側との間で生じる静電容量は、可動側の突起部241P1と固定側の突起部221P1との対向する長さ W_{ex} （対向面積 S_{1P3} ）によるキャパシタンス C_{1P3} のみである。

[0019] ここで、この対向する長さ W_{ex} は、可動側の突起部241P1と固定側の突起部221P1とが最も長く対向する長さ $2W$ よりも小さくなる。したがって、キャパシタンス C_{1P3} は、可動側の突起部241P1と固定側の突起部221P1とが対向する長さ $2W$ の時のキャパシタンス C_{1Pm} よりも小さくなる。そして、この場合、可動側の突起部242P1と固定側の突

起部 2 2 1 P 2 間では、キャパシタンスは発生しない。したがって、可動部と固定部との間に生じる合成キャパシタンスは、可動部が固定部に対して Y 軸方向の両端で対向している時の合成キャパシタンスの変位による変化よりも、より急激に低下し、線形性が崩れる。

[0020] このような状態となると、キャパシタンス C は振動周波数と同じ基本周波数で変化する 1 次成分と、振動周波数に 2 倍の周波数で変化する二次成分とを有することになる。なお、二次以上の偶数高次成分も発生するが、2 次成分と比較して十分に小さいので、ここでは考慮しない。これは、上述の状態の振動では、変位が最大となる時 ($\Delta x = +x_{max}$, $-x_{max}$) にキャパシタンスが最小となり、変位が 0 となる時 ($\Delta x = 0$) にキャパシタンスが最大となるからである。

[0021] 図 2 4 に示すように、キャパシタンス C 1 P の 1 次成分とキャパシタンス C 2 P の 1 次成分は、上述のように逆相であるので、1 次の合成キャパシタンス ($C 1 P + C 2 P$) は 1 次成分 C 1 P、C 2 P 同士の相殺により 0 となる。しかしながら、キャパシタンス C 1 P の 2 次成分とキャパシタンス C 2 P の 2 次成分は同相となってしまうので、2 次の合成キャパシタンス ($C 1 P + C 2 P$) は 2 次成分 C 1 P、C 2 P 同士の加算により 2 倍になってしまう。このような 2 次成分は、加速度の計測時にノイズとなり、加速度の検出性能を低下させてしまう。

[0022] このような問題を鑑みて、本願発明は、角速度検出部と加速度検出部とを単一の可動部を用いて形成するような場合であっても、加速度を高精度に検出することができるセンサ素子および複合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

[0023] この発明は、基板と、基板の一つの面に固定された固定部と、基板の一つの面に平行な第 1 方向に振動可能な状態で基板に支持され固定部と対向する可動部と、を備えたセンサ素子に関するものであり、次の特徴を有する。

[0024] 可動部は、可動側検出用基部、可動側第 1 突起部、および可動側第 2 突起部を備える。可動側検出用基部は、第 1 方向に沿って延び、基板の一つの面

に平行で且つ第1方向と直交する第2方向の両側にそれぞれ、第1の面および第2の面を有する。可動側第1突起部は、可動側検出用基部の第1の面から第2方向の一方向に突出する。可動側第2突起部は、可動側検出用基部の第2の面から第2方向の他方向に突出する。

[0025] 固定部は、第1固定側検出用基部、第2固定側検出用基部、固定側第1突起部、および固定側第2突起部を有する。第1固定側検出用基部および第2固定側検出用基部は、可動側検出用基部における第2方向の両側にそれぞれ配置され、第1方向に沿って延びる。固定側第1突起部は、第1固定側検出用基部から可動側第1突起部側に突出する。固定側第2突起部は、第2固定側検出用基部から可動側第2突起部側に突出する。

[0026] センサ素子は、可動側第1突起部と固定側第1突起部との間の第1静電容量と、可動側第2突起部と固定側第2突起部との間の第2静電容量との合成静電容量の変化から、加速度検出信号を出力する。

[0027] 可動側検出用基部、第1固定側検出用基部、および第2固定側検出用基部のいずれかにおける第1方向の端部に、可動部と固定部との間の第3静電容量を生じる静電容量形成部が配置されている。

[0028] この構成では、振動が所定値以上となって、可動側第1突起部と固定側第1突起部とが対向しなくなる、もしくは、可動側第2突起部と固定側第2突起部とが対向しなくなると、第1静電容量と第2静電容量の合成静電容量が低下しても、第3静電容量は増加する。これにより、第1静電容量と第2静電容量の合成静電容量が低下を、第3静電容量の増加で補完できる。したがって、振動による静電容量の変化を抑圧して、ほぼ無くすることができる。

[0029] また、この発明のセンサ素子は、次の構成であることが好ましい。可動部は、可動側検出用基部、可動側第1突起部、および可動側第2突起部を備える。可動側検出用基部は、第1方向に沿って延び、基板の一つの面に平行で且つ第1方向と直交する第2方向の両側にそれぞれ、第1の面および第2の面を有する。可動側第1突起部は、可動側検出用基部の第1の面から第2方向の一方向に突出する。可動側第2突起部は、可動側検出用基部の第2の面

から第2方向の他方向に突出する。固定部は、第1固定側検出用基部、第2固定側検出用基部、固定側第1突起部、および固定側第2突起部を有する。第1固定側検出用基部および第2固定側検出用基部は、可動側検出用基部における第2方向の両側にそれぞれ配置され、第1方向に沿って延びる。固定側第1突起部は、第1固定側検出用基部から可動側第1突起部側に突出する。固定側第2突起部は、第2固定側検出用基部から可動側第2突起部側に突出する。センサ素子は、可動側第1突起部と固定側第1突起部との間の第1静電容量と、可動側第2突起部と固定側第2突起部との間の第2静電容量との合成静電容量の変化から、加速度検出信号を出力する。可動側検出用基部、第1固定側検出用基部、および第2固定側検出用基部のいずれかにおける第1方向の端部に、静電容量形成部が配置されている。静電容量形成部の第2方向に沿った幅は、可動側検出用基部、第1固定側検出用基部、および第2固定側検出用基部のうち静電容量形成部が配置されたものの第2方向に沿った幅に比べて大きい。

[0030] この構成では、静電容量形成部の容量を大きく取ることができ、振動による静電容量の変化を抑圧して、ほぼ無くすることができる。

[0031] また、この発明のセンサ素子では、可動部および固定部それぞれに、静電容量形成部を備えてもよい。

[0032] この構成では、振動による静電容量の変化を、さらに抑圧し易くでき、ほぼ無くすることができる。

[0033] また、この発明のセンサ素子では、次の構成であることが好ましい。可動部は、可動側検出用基部の第1方向の一方端に、第2方向に沿って延びる可動側保持部を有する。固定部は、第1固定側検出用基部および第2固定側検出用基部の第1方向の他方端に、第2方向に沿って延びる固定側保持部を有する。可動側検出用基部、第1固定側検出用基部、および第2固定側検出用基部は、第1方向において可動側保持部と固定側保持部との間に配置されている。静電容量形成部は、可動側検出用基部における第1方向の他方端に配置されている。

[0034] この構成では、可動部における静電容量形成部の具体的な構造を示している。

[0035] また、この発明のセンサ素子では、次の構成であることが好ましい。

[0036] 可動部は、可動側検出用基部の第1方向の一方端に、第2方向に延びる可動側保持部を有する。固定部は、第1固定側検出用基部および第2固定側検出用基部の第1方向の他方端に、第2方向に沿って延びる固定側保持部を有する。可動側検出用基部、第1固定側検出用基部および第2固定側検出用基部は、第1方向において可動側保持部と固定側保持部との間に配置されている。静電容量形成部は、第1固定側検出用基部および第2固定側検出用基部における第1方向の一方端に配置されている。

[0037] この構成では、固定部における静電容量形成部の具体的な構造を示している。

[0038] また、この発明のセンサ素子では、次の構成であることが好ましい。可動側検出用基部は、可動側保持部における第1方向の両側に形成されている。静電容量形成部は、可動側保持部の両側に、第2方向を軸として線対称に配置されている。

[0039] この構成では、振動による静電容量の変化を、さらに効果的に抑圧することができる。

[0040] また、この発明のセンサ素子では、次の構成であることが好ましい。センサ素子は、基板に対して隙間を有した状態で第2方向に配列された第1質量部および第2質量部と、第1方向に沿って第1質量部と第2質量部を互いの振動が逆相になるように振動可能に支持する支持梁と、を備える。第1質量部は、固定部および可動部を有し、第1加速度検出信号を出力する。第2質量部は、固定部および可動部を有し、第2加速度検出信号を出力する。

[0041] この構成では、加速度を、より確実に検出することができる。

[0042] また、この発明のセンサ素子では、次の構成であることが好ましい。第1質量部は、第1方向および第2方向に直交する第3方向周りの角速度による第1角速度検出信号を出力する。第2質量部は、第3方向周りの角速度によ

る第2角速度検出信号を出力する。センサ素子は、第1角速度検出信号および第2角速度検出信号の位相関係と、第1加速度検出信号および第2加速度検出信号の位相関係が逆になるように出力する構造からなる。

[0043] この構成では、加速度検出部とともに角速度検出を同時に検出することができる。そして、加速度検出と角速度検出を行えるセンサ素子を小型に実現できる。

[0044] この発明の複合センサは、上述の加速度と角速度を検出するセンサ素子と、第1角速度検出信号および第1加速度検出信号を含む第1検出信号と、第2角速度検出信号および第2加速度検出信号を含む第2検出信号とを加算する加算部と、第1検出信号と第2検出信号とを減算する減算部と、を備えたことを特徴としている。

[0045] この構成では、上述のセンサ素子を用いた複合センサの具体的な構成を示している。そして、この構成とすることで、加速度と角速度を個別に検出できる複合センサを小型に実現できる。

発明の効果

[0046] この発明によれば、角速度検出部と加速度検出部とを単一の可動部を用いて形成するような場合に、角速度検出用の振動の大きさに影響されることなく、加速度を高精度に検出することができる。

図面の簡単な説明

[0047] [図1]本発明の実施形態に係るセンサ素子の構成を示す平面図である。

[図2]本発明の実施形態に係る第1検出部の構成を示す拡大平面図である。

[図3]本発明の実施形態に係る第1検出部の加速度検出部および角速度検出部の構成を示す拡大平面図である。

[図4]本発明の実施形態に係る第2検出部の構成を示す拡大平面図である。

[図5]本発明の実施形態に係る第3検出部の構成を示す拡大平面図である。

[図6]本発明の実施形態に係る第4検出部の構成を示す拡大平面図である。

[図7]本発明の実施形態に係る駆動部およびモニタ部の構成を示す拡大平面図である。

[図8]本発明の実施形態に係る複合センサの構成を示すブロック図である。

[図9]本発明の実施形態に係るセンサ素子に角速度 ω が印加された場合の挙動を示す図である。

[図10]本発明の実施形態に係るセンサ素子に加速度 a が印加された場合の挙動を示す図である。

[図11]本発明の実施形態に係るセンサ素子1に角速度 ω のみが印加された場合の各信号の波形図である。

[図12]本発明の実施形態に係るセンサ素子1に加速度 a のみが印加された場合の各信号の波形図である。

[図13]本発明の実施形態に係るセンサ素子1に加速度 a と角速度 ω が印加された場合の各信号の波形図である。

[図14]可動側の加速度検出子と固定側の加速度検出子とのより具体的な構造を示す部分平面図である。

[図15]可動側の加速度検出子のX軸方向の両端の拡大図である（変位量 Δx が0の時）。

[図16]可動側の加速度検出子のX軸方向の両端の拡大図である（変位量 Δx が+Wの時）。

[図17]可動側の加速度検出子のX軸方向の両端の拡大図である（変位量 Δx が-Wの時）。

[図18]合成静電容量の変位量に対する変化を示すグラフである。

[図19]変位量 Δx と、突起部の振動による静電容量 C_1 、 C_2 の1次成分および2次成分と、静電容量形成部による静電容量 C_{30} と、合成静電容量 C_c との時間変化を示す図である。

[図20]可動側の加速度検出子と固定側の加速度検出子とのより具体的なその他の構造を示す部分平面図である。

[図21]可動側の加速度検出子と固定側の加速度検出子とのより具体的なその他の第2の構造を示す部分平面図である。

[図22]従来の複合センサの加速度検出部の一部を拡大した平面図である。

[図23]従来の複合センサの課題を説明するための加速度検出部の一部を拡大した平面図である。

[図24]従来の複合センサの課題を説明するための波形図である。

発明を実施するための形態

[0048] 本発明の実施形態に係るセンサ素子および複合センサについて、図を参照して説明する。図1は、本発明の実施形態に係るセンサ素子の構成を示す平面図である。なお、当該センサ素子は、例えば、図示しない筐体によって密閉されている。センサ素子が配置される筐体内の雰囲気は、例えば減圧雰囲気に保たれている。

[0049] センサ素子1は、矩形状の基板2を備える。基板2は、例えばシリコン等の絶縁性半導体によって形成されている。なお、以下では、矩形状の基板2の短手方向をX軸方向（本発明の「第1方向」に相当する。）とし、長手方向をY軸方向（本発明の「第2方向」に相当する。）として説明する。

[0050] センサ素子1は、第1質量部10、第2質量部20、第3質量部300、第4質量部400を備える。これらの質量部は、例えば低抵抗シリコン等の導電性半導体からなる。また、センサ素子1を構成する基板2以外の部分は、各質量部と同様に、例えば低抵抗シリコン等の導電性半導体からなる。

[0051] 第1質量部10、第2質量部20、第3質量部300、および第4質量部400は、互いに間隔をあけて、Y軸方向に配列されている。より具体的な配置順としては、第1質量部10、第2質量部20は、配列方向（Y軸方向）に沿った中央に配置されている。第3質量部300は、第1質量部10の第2質量部20側と反対側に配置されている。第4質量部400は、第2質量部20の第1質量部10側と反対側に配置されている。

[0052] 第1質量部10、第2質量部20、第3質量部300、および第4質量部400は、支持梁4A、4Bによって、基板2から隙間を空けた状態で支持されている。

[0053] 支持梁4A、4Bは、Y軸方向に沿って延びる長尺状である。支持梁4A、4Bの幅（X軸方向の長さ）は、後述する振動により、X軸方向に部分的

に変位しながら湾曲する程度の強度となるように設定されている。

- [0054] 支持梁 4 A は、第 1 質量部 1 0、第 2 質量部 2 0、第 3 質量部 3 0 0、および第 4 質量部 4 0 0 が配列された領域に対して X 軸方向の一方端側に配置されている。支持梁 4 B は、第 1 質量部 1 0、第 2 質量部 2 0、第 3 質量部 3 0 0、および第 4 質量部 4 0 0 が配列された領域に対して X 軸方向の他方端側に配置されている。すなわち、支持梁 4 A、4 B は、X 軸方向に沿って、第 1 質量部 1 0、第 2 質量部 2 0、第 3 質量部 3 0 0、および第 4 質量部 4 0 0 を挟むように配置されている。
- [0055] 第 1 質量部 1 0 と支持梁 4 A は、連結部 5 A によって連結されている。第 2 質量部 2 0 と支持梁 4 A は、連結部 5 B によって連結されている。第 3 質量部 3 0 0 と支持梁 4 A は、連結部 5 C によって連結されている。第 4 質量部 4 0 0 と支持梁 4 A は、連結部 5 D によって連結されている。
- [0056] 第 1 質量部 1 0 と支持梁 4 B は、連結部 5 E によって連結されている。第 2 質量部 2 0 と支持梁 4 B は、連結部 5 F によって連結されている。第 3 質量部 3 0 0 と支持梁 4 B は、連結部 5 G によって連結されている。第 4 質量部 4 0 0 と支持梁 4 B は、連結部 5 H によって連結されている。
- [0057] 連結部 5 A と連結部 5 E は、配列された第 1 質量部 1 0、第 2 質量部 2 0、第 3 質量部 3 0 0、第 4 質量部 4 0 0 の重心 G を通り、Y 軸方向に平行な軸を対称軸として、線対称の位置に配置されている。連結部 5 B と連結部 5 F は、当該対称軸に対して線対称の位置に配置されている。連結部 5 C と連結部 5 G は、当該対称軸に対して線対称の位置に配置されている。連結部 5 D と連結部 5 H は、当該対称軸に対して線対称の位置に配置されている。
- [0058] 支持梁 4 A は、固定部 3 A、3 B、3 C に接続されている。支持梁 4 B は、固定部 3 D、3 E、3 F に接続されている。支持梁 4 A、4 B に固定部 3 A ～ 3 F が接続する位置は、各質量部が X 軸方向に振動する際に、支持梁 4 A、4 B の X 軸方向の変位が生じない点（節）となる。
- [0059] 第 1 質量部 1 0 は、内枠部 1 0 1 A、および外枠部 1 0 2 A を備える。内枠部 1 0 1 A は、X 軸方向の長辺、Y 軸方向の短辺からなる長方形である。

外枠部 102A は、X 軸方向の長辺、Y 軸方向の短辺からなる長方形である。外枠部 102A は、内枠部 101A を囲む形状である。外枠部 102A は、連結部 5A, 5E によって、支持梁 4A, 4B に連結されている。

[0060] 内枠部 101A は、重心 G を通る Y 軸方向に沿った軸付近において、外枠部 102A と接続している。より具体的には、内枠部 101A の重心 G 側の辺には、長尺状の連結部材 103A が形成されている。連結部材 103A は、X 軸方向に沿って延びる形状であり、当該 X 軸方向の両端で内枠部 101A に連結している。連結部材 103A の中心には、連結部材 104A が形成されている。連結部材 104A は、Y 軸方向に短い形状であり、Y 軸方向の一方端が外枠部 102A に連結されており、当該 Y 軸方向の他方端が連結部材 103A に連結されている。連結部材 104A は、X 軸方向の長さが Y 軸方向の長さよりも長く、連結部材 103A の長尺方向（X 軸方向）の長さよりも十分に短い形状からなる。

[0061] 内枠部 101A の重心 G 側と反対側の辺には、長尺状の連結部材 103B が形成されている。連結部材 103B は、X 軸方向に沿って延びる形状であり、当該 X 軸方向の両端で内枠部 101A に連結している。連結部材 103B の長尺方向の中心には、連結部材 104B が形成されている。連結部材 104B は、Y 軸方向に短い形状であり、当該 Y 軸方向の一方端が外枠部 102A に連結されており、当該 Y 軸方向の他方端が連結部材 103B に連結されている。連結部材 104B は、X 軸方向の長さが Y 軸方向の長さよりも長く、連結部材 103B の長尺方向（X 軸方向）の長さよりも十分に短い形状からなる。

[0062] 内枠部 101A は、中心軸 101C を備える。中心軸 101C は、Y 軸方向に延びる形状であり、X 軸方向に所定の幅を有する。中心軸 101C は、内側枠 101A の X 軸方向の中心に配置されている。言い換えれば、中心軸 101C は、延びる方向の軸が Y 軸に略一致する位置に配置されている。内側枠 101A の内側空間は、中心軸 101C によって、X 軸方向に二つの領域に分割されている。二つの領域は、後述する導体部の配列順を除き、概ね

Y軸を基準に線対称である。

- [0063] 内枠部101Aの一方の内側には、固定部111、加速度検出部112、および角速度検出部113が形成されている。固定部111は、X軸方向にもY軸方向にも略同等の長さからなる。固定部111は、平面視した場合に、センサ素子1内においては比較的大きな平面積を有する形状からなる。固定部111は、基板2に固定されている。
- [0064] また、具体的な構成は後述するが、加速度検出部112および角速度検出部113は、固定部111に接続する導体部と、内枠部101Aに接続する導体部とからなる。なお、導体部とは、角速度や加速度に応じて、実質的に静電容量を発生する導電性半導体の部分のことを示している。
- [0065] 固定部111と、第1質量部10と、加速度検出部112および角速度検出部113を構成する導体部とにより、第1検出部11が構成される。
- [0066] 内枠部101Aの他方の内側には、固定部121、加速度検出部122、および角速度検出部123が形成されている。固定部121は、X軸方向にもY軸方向にも略同等の長さからなる。固定部121は、平面視した場合に、センサ素子1内においては比較的大きな平面積を有する形状からなる。固定部121は、基板2に固定されている。固定部121は、Y軸を基準として固定部111と線対称の形状からなる。
- [0067] また、具体的な構成は後述するが、加速度検出部122および角速度検出部123は、固定部121に接続する導体部と、内枠部101Aに接続する導体部とからなる。加速度検出部122は、概略的には、Y軸を基準として加速度検出部112と線対称の形状であるが、加速度検出用の内枠部101Aに接続する導体部と固定部121に接続する導体部との配列順が、線対称ではなく、X軸方向に沿って同じ順になっている。角速度検出部123は、Y軸を基準として、導体部の延びる方向が角速度検出部113と線対称の形状であるが、導体部の配列順が角速度検出部113と異なっている。
- [0068] 固定部121と、第1質量部10と、加速度検出部122および角速度検出部123を構成する導体部とにより、第2検出部12が構成される。

- [0069] 第2質量部20は、内枠部101B、および外枠部102Bを備える。内枠部101Bは、X軸方向の長辺、Y軸方向の短辺からなる長方形である。外枠部102Bは、X軸方向の長辺、Y軸方向の短辺からなる長方形である。外枠部102Bは、内枠部101Bを囲む形状である。外枠部102Bは、連結部5B、5Fによって、支持梁4A、4Bに連結されている。
- [0070] 内枠部101Bは、重心Gを通るX軸を基準として、第1質量部10の内枠部101Aと線対称の位置に配置され、線対称の形状からなる。外枠部102Bは、重心Gを通るX軸を基準として、第1質量部10の外枠部102Aと線対称の位置に配置され、線対称の形状からなる。
- [0071] 内枠部101Bは、重心Gを通るY軸方向に沿った軸付近において、外枠部102Bと接続している。より具体的には、内枠部101Bの重心G側の辺には、長尺状の連結部材103Cが形成されている。連結部材103Cは、X軸方向に沿って延びる形状であり、当該X軸方向の両端で内枠部101Bに連結している。連結部材103Cの中心には、連結部材104Cが形成されている。連結部材104Cは、Y軸方向に短い形状であり、当該Y軸方向の一方端が外枠部102Bに連結されており、当該Y軸方向の他方端が連結部材103Cに連結されている。連結部材104Cは、X軸方向の長さがY軸方向の長さよりも長く、連結部材103Cの長尺方向（X軸方向）の長さよりも十分に短い形状からなる。連結部材103C、連結部材104Cは、それぞれX軸を基準にして、連結部材103A、連結部材104Aと線対称の形状である。
- [0072] 内枠部101Bの重心G側と反対側の辺には、長尺状の連結部材103Dが形成されている。連結部材103Dは、X軸方向に沿って延びる形状であり、当該X軸方向の両端で内枠部101Bに連結している。連結部材103Dの長尺方向の中心には、連結部材104Dが形成されている。連結部材104Dは、Y軸方向に短い形状であり、当該Y軸方向の一方端が外枠部102Bに連結されており、当該Y軸方向の他方端が連結部材103Dに連結されている。連結部材104Dは、X軸方向の長さがY軸方向の長さよりも長

く、連結部材 103D の長尺方向（X 軸方向）の長さよりも十分に短い形状からなる。連結部材 103D、連結部材 104D は、それぞれ X 軸を基準にして、連結部材 103B、連結部材 104B と線対称の形状である。

[0073] 内枠部 101B は、中心軸 101D を備える。中心軸 101D は、Y 軸方向に延びる形状であり、X 軸方向に所定の幅を有する。中心軸 101D は、内側枠 101B の X 軸方向の中心に配置されている。言い換えれば、中心軸 101D は、延びる方向の軸が Y 軸に略一致する位置に配置されている。内枠部 101B の内側空間は、中心軸 101D によって、X 軸方向に二つの領域に分割されている。二つの領域は、導体部の配列順を除き、概ね Y 軸を基準に線対称である。また、中心軸 101D は、X 軸を基準にして中心軸 101C と線対称の形状である。

[0074] 内枠部 101B の一方の内側には、固定部 131、加速度検出部 132、および角速度検出部 133 が形成されている。固定部 131 は、X 軸方向にも Y 軸方向にも略同等の長さからなる。固定部 131 は、平面視した場合に、センサ素子 1 内においては比較的大きな平面積を有する形状からなる。固定部 131 は、基板 2 に固定されている。

[0075] また、具体的な構成は後述するが、加速度検出部 132 および角速度検出部 133 は、固定部 131 に接続する導体部と、内枠部 101B に接続する導体部とからなる。固定部 131、加速度検出部 132、角速度検出部 133 は、X 軸を基準として、それぞれ固定部 111、加速度検出部 112、角速度検出部 113 と線対称の形状からなる。

[0076] 固定部 131 と、第 2 質量部 20 と、加速度検出部 132 および角速度検出部 133 を構成する導体部とにより、第 3 検出部 13 が構成される。

[0077] 内枠部 101B の他方の内側には、固定部 141、加速度検出部 142、および角速度検出部 143 が形成されている。固定部 141 は、X 軸方向にも Y 軸方向にも略同等の長さからなる。固定部 141 は、平面視した場合に、センサ素子 1 内においては比較的大きな平面積を有する形状からなる。固定部 141 は、基板 2 に固定されている。固定部 141 は、Y 軸を基準とし

て固定部 1 3 1 と線対称の形状からなり、X 軸を基準として固定部 1 2 1 と線対称の形状からなる。

[0078] また、具体的な構成は後述するが、加速度検出部 1 4 2 および角速度検出部 1 4 3 は、固定部 1 4 1 に接続する導体部と、内枠部 1 0 1 B に接続する導体部とからなる。加速度検出部 1 4 2 は、概略的には、Y 軸を基準として加速度検出部 1 3 2 と線対称の形状であるが、加速度検出用の内枠部 1 0 1 B に接続する導体部と固定部 1 4 1 に接続する導体部との配列順が、線対称ではなく、X 軸方向に沿って同じ順になっている。角速度検出部 1 4 3 は、Y 軸を基準として、導体部の延びる方向が角速度検出部 1 3 3 と線対称の形状であるが、導体部の配列順が角速度検出部 1 3 3 と異なっている。

[0079] 固定部 1 4 1 と、第 2 質量部 2 0 と、加速度検出部 1 4 2 および角速度検出部 1 4 3 を構成する導体部とにより、第 4 検出部 1 4 が構成される。

[0080] 第 3 質量部 3 0 0 は、第 1 質量部 1 0 から離間して配置されている。第 3 質量部 3 0 0 は、X 軸方向に延びる矩形状からなる。第 3 質量部 3 0 0 の長手方向の一方端は、連結部 5 C によって支持梁 4 A に連結されている。第 3 質量部 3 0 0 の長手方向の他方端は、連結部 5 G によって支持梁 4 B に連結されている。

[0081] 第 3 質量部 3 0 0 と第 1 質量部 1 0 との間には、固定部 3 1 が配置されている。固定部 3 1 は、固定部 1 1 1, 1 2 1, 1 3 1, 1 4 1 と同様に所定の面積を有する形状からなり基板 2 に固定されている。固定部 3 1 は、X 軸方向の中心の位置に配置されている。支持部材 3 2 は、固定部 3 1 を中心として X 軸方向に沿って延びる略矩形状である。

[0082] 支持部材 3 2 における第 1 質量部 1 0 の外枠部 1 0 2 A 側には、複数の櫛歯部 3 3 A が形成されている。外枠部 1 0 2 A の支持部材 3 2 側には、複数の櫛歯部 3 4 A が形成されている。櫛歯部 3 3 A と櫛歯部 3 4 A は、噛合するように配置されている。

[0083] 支持部材 3 2 における第 3 質量部 3 0 0 側には、複数の櫛歯部 3 3 B が形成されている。第 3 質量部 3 0 0 の支持部材 3 2 側には、複数の櫛歯部 3 4

Bが形成されている。櫛歯部33Bと櫛歯部34Bは、噛合するように配置されている。

[0084] 櫛歯部33Aと櫛歯部34A、および、櫛歯部33Bと櫛歯部34Bによって第1駆動部30が構成される。

[0085] 第3質量部300における第1質量部10と反対側には、固定部500が配置されている。固定部500は、第3質量部300から離間して配置されている。固定部500は、X軸方向に延びる矩形状からなる。固定部500の延びる方向の一方端は、基板2に接続されている。これにより、固定部500は、固定部111、121、131、141、31と同様に、基板2に固定されている。

[0086] 第3質量部300における固定部500側には、複数の櫛歯部51が形成されている。固定部500における第3質量部300側には、複数の櫛歯部52が形成されている。櫛歯部51と櫛歯部52は、噛合するように配置されている。櫛歯部51と櫛歯部52によって第1モータ部50が構成される。

[0087] 第4質量部400は、第2質量部20から離間して配置されている。第4質量部400は、X軸方向に延びる矩形状からなる。第4質量部400の長手方向の一方端は、連結部5Dによって支持梁4Aに連結されている。第4質量部400の長手方向の他方端は、連結部5Hによって支持梁4Bに連結されている。

[0088] 第4質量部400と第2質量部20との間には、固定部41が配置されている。固定部41は、固定部31と同様に所定の面積を有する形状からなり基板2に固定されている。固定部41は、X軸方向の中心の位置に配置されている。支持部材42は、固定部41を中心としてX軸方向に沿って延びる略矩形状である。

[0089] 支持部材42における第2質量部20の外枠部102B側には、複数の櫛歯部43Aが形成されている。外枠部102Bにおける支持部材42側には、複数の櫛歯部44Aが形成されている。複数の櫛歯部44Aは外枠部10

2 Bに接続している。櫛歯部4 3 Aと櫛歯部4 4 Aは、噛合するように配置されている。

[0090] 支持部材4 2における第4質量部4 0 0側には、複数の櫛歯部4 3 Bが形成されている。第4質量部4 0 0における支持部材4 2側には、複数の櫛歯部4 4 Bが形成されている。櫛歯部4 3 Bと櫛歯部4 4 Bは、噛合するように配置されている。

[0091] 櫛歯部4 3 Aと櫛歯部4 4 A、および、櫛歯部4 3 Bと櫛歯部4 4 Bによって第2駆動部4 0が構成される。

[0092] 第4質量部4 0 0における第2質量部2 0と反対側には、固定部6 0 0が配置されている。固定部6 0 0は、第4質量部4 0 0から離間して配置されている。固定部6 0 0の延びる方向の一方端は、基板2に接続されている。これにより、固定部6 0 0は、X軸方向に延びる矩形状からなる。固定部6 0 0は、固定部5 0 0と同様に、基板2に固定されている。

[0093] 固定部6 0 0における第4質量部4 0 0側には、複数の櫛歯部6 1が形成されている。第4質量部4 0 0における固定部6 0 0側には、複数の櫛歯部6 2が形成されている。櫛歯部6 1と櫛歯部6 2は、噛合するように配置されている。櫛歯部6 1と櫛歯部6 2によって第2モータ部6 0が構成される。

[0094] 次に、第1検出部1 1の具体的構成について、図を参照して説明する。図2は、本発明の実施形態に係る第1検出部の構成を示す拡大平面図である。図3は、本発明の実施形態に係る第1検出部の加速度検出部および角速度検出部の構成を示す拡大平面図である。

[0095] 固定部1 1 1は、内枠部1 0 1 Aの内部空間における中心軸1 0 1 Cで分割される一方の内部空間内に配置されている。固定部1 1 1のX軸方向の長さは、当該内部空間のX軸方向の長さよりも短い。固定部1 1 1は、第2質量部2 0側（連結部材1 0 3 A， 1 0 4 A）側に近接し、第3質量部3 0 0側から離間するように、この内部空間の中心からY軸方向に沿ってずれた位置に配置されている。これにより、固定部1 1 1の支持梁4 A側、中心軸1

01C側と、第3質量部300側（連結部103B，104B側）に所定の空間が形成される。

[0096] 加速度検出子202A1，202B1，202C1，202D1，202E1，202F1，202G1，202H1，202I1，202J1，202K1，202L1，202M1，202N1および、加速度検出子204A1，204B1，204C1，204D1，204E1，204F1，204G1，204H1，204I1，204J1は、固定部111の第3質量部300側の端部付近を含み、固定部111の第3質量部300側の空間に配置されている。

[0097] 固定部111は、第3質量部300側に突出する長尺状の検出子保持部201A1，201B1（本発明の「固定側保持部」に相当する。）を備える。検出子保持部201A1は、固定部111の支持梁4A側の端辺と第3質量部300側の端辺が交わる角部に配置されている。検出子保持部201B1は、固定部111の中心軸101C側の端辺と第3質量部300側の端辺が交わる角部に配置されている。

[0098] 内枠部101Aの第3質量部300側の辺は、固定部111側に突出する長尺状の検出子保持部2051（本発明の「可動側保持部」に相当する。）を備える。検出子保持部2051は、X軸方向に沿って検出子保持部201A1，201B1との中間位置に配置されている。

[0099] 加速度検出子202A1，202B1，202C1，202D1は、検出子保持部201A1の支持梁4A側に接続し、当該支持梁4A側に突出する形状からなる。

[0100] 加速度検出子202A1は、検出用基部220A1と複数の突起部222A1とを備える。検出用基部220A1は、X軸方向に延びる長尺状からなり、一方端が検出子保持部201A1に接続されている。複数の突起部222A1は、X軸方向に所定の幅を有する矩形状である。複数の突起部222A1は、基部220A1の第2質量部20側の辺に、基部220A1の延びる方向（X軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。

- [0101] 加速度検出子 202B1 は、検出用基部 220B1 と複数の突起部 221B1 と複数の突起部 222B1 を備える。検出用基部 220B1 は、X 軸方向に延びる長尺状からなり、一方端が検出子保持部 201A1 に接続されている。複数の突起部 221B1 は、X 軸方向に所定の幅を有する矩形状である。複数の突起部 221B1 は、検出用基部 220B1 の第 3 質量部 300 側の辺に、検出用基部 220B1 の延びる方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。複数の突起部 222B1 は、X 軸方向に所定の幅を有する矩形状である。複数の突起部 222B1 は、検出用基部 220B1 の第 2 質量部 20 側の辺に、検出用基部 220B1 の延びる方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。
- [0102] 加速度検出子 202C1 は、検出用基部 220C1 と複数の突起部 221C1 と複数の突起部 222C1 とを備える。検出用基部 220C1 は、X 軸方向に延びる長尺状からなり、一方端が検出子保持部 201A1 に接続されている。複数の突起部 221C1 は、X 軸方向に所定の幅を有する矩形状である。複数の突起部 221C1 は、検出用基部 220C1 の第 3 質量部 300 側の辺に、検出用基部 220C1 の延びる方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。複数の突起部 222C1 は、X 軸方向に所定の幅を有する矩形状である。複数の突起部 222C1 は、検出用基部 220C1 の第 2 質量部 20 側の辺に、検出用基部 220C1 の延びる方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。
- [0103] 加速度検出子 202D1 は、検出用基部 220D1 と複数の突起部 221D1 とを備える。検出用基部 220D1 は、X 軸方向に延びる長尺状からなり、一方端が検出子保持部 201A1 に接続されている。複数の突起部 221D1 は、X 軸方向に所定の幅を有する矩形状である。複数の突起部 221D1 は、検出用基部 220D1 の第 3 質量部 300 側の辺に、検出用基部 220D1 の延びる方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。
- [0104] 加速度検出子 204A1, 204B1, 204C1 は、内側枠 101A の固定部 111 側に接続し、当該固定部 111 側に突出する形状からなる。

[0105] 加速度検出子 204A1 は、検出用基部 240A1 と、複数の突起部 241A1 と、複数の突起部 242A1 と、静電容量形成部 243A1 を備える。検出用基部 240A1 は、X 軸方向に延びる長尺状からなり、一方端が内枠部 101A に接続されている。複数の突起部 241A1 は、X 軸方向に所定の幅を有する矩形状である。複数の突起部 241A1 は、検出用基部 240A1 の第 3 質量部 300 側の辺に、検出用基部 240A1 の延びる方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。複数の突起部 242A1 は、X 軸方向に所定の幅を有する矩形状である。複数の突起部 242A1 は、検出用基部 240A1 の第 2 質量部 20 側の辺に、検出用基部 240A1 の延びる方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。静電容量形成部 243A1 は、検出用基部 240A1 の検出子保持部 201A1 側の端部に形成されている。静電容量形成部 243A1 は、X 軸方向に沿って見た面積が検出用基部 240A1 の面積よりも広くなるように形成されている。静電容量形成部 243A1 の X 軸方向に沿って見た面積は、後述する振動時の静電容量変化の補正に適する値に適宜設定されている。また、静電容量形成部 243A1 の X 軸方向の長さを調整することで、静電容量形成部 243A1 と内枠部 101A との距離が、後述する振動時の静電容量変化の補正に適する値に適宜設定されている。

[0106] 加速度検出子 204B1 は、検出用基部 240B1 と、複数の突起部 241B1 と、複数の突起部 242B1 と、静電容量形成部 243B1 を備える。検出用基部 240B1 は、X 軸方向に延びる長尺状からなり、一方端が内枠部 101A に接続されている。複数の突起部 241B1 は、X 軸方向に所定の幅を有する矩形状である。複数の突起部 241B1 は、検出用基部 240B1 の第 3 質量部 300 側の辺に、検出用基部 240B1 の延びる方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。複数の突起部 242B1 は、X 軸方向に所定の幅を有する矩形状である。複数の突起部 242B1 は、検出用基部 240B1 の第 2 質量部 20 側の辺に、検出用基部 240B1 の延びる方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。静電容量

形成部 243B1 は、検出用基部 240B1 の検出子保持部 201A1 側の端部に形成されている。静電容量形成部 243B1 は、X 軸方向に沿って見た面積が検出用基部 240B1 の面積よりも広くなるように形成されている。静電容量形成部 243B1 の X 軸方向に沿って見た面積は、後述する振動時の静電容量変化の補正に適する値に適宜設定されている。また、静電容量形成部 243B1 の X 軸方向の長さを調整することで、静電容量形成部 243B1 と内枠部 101A との距離が、後述する振動時の静電容量変化の補正に適する値に適宜設定されている。

[0107] 加速度検出子 204C1 は、検出用基部 240C1 と、複数の突起部 241C1 と、複数の突起部 242C1 と静電容量形成部 243C1 を備える。検出用基部 240C1 は、X 軸方向に延びる長尺状からなり、一方端が内枠部 101A に接続されている。複数の突起部 241C1 は、X 軸方向に所定の幅を有する矩形状である。複数の突起部 241C1 は、検出用基部 240C1 の第 3 質量部 300 側の辺に、検出用基部 240C1 の延びる方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。複数の突起部 242C1 は、X 軸方向に所定の幅を有する矩形状である。複数の突起部 242C1 は、検出用基部 240C1 の第 2 質量部 20 側の辺に、検出用基部 240C1 の延びる方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。静電容量形成部 243C1 は、検出用基部 240C1 の検出子保持部 201A1 側の端部に形成されている。静電容量形成部 243C1 は、X 軸方向に沿って見た面積が検出用基部 240C1 の面積よりも広くなるように形成されている。静電容量形成部 243C1 の X 軸方向に沿って見た面積は、後述する振動時の静電容量変化の補正に適する値に適宜設定されている。また、静電容量形成部 243C1 の X 軸方向の長さを調整することで、静電容量形成部 243C1 と内枠部 101A との距離が、後述する振動時の静電容量変化の補正に適する値に適宜設定されている。

[0108] 加速度検出子 202A1, 202B1, 202C1, 202D1 と、加速度検出子 204A1, 204B1, 204C1 は、Y 軸方向に沿って、交互

に配置されている。具体的には、加速度検出子 202A1, 202B1 間に、加速度検出子 204A1 が配置される。加速度検出子 202B1, 202C1 間に、加速度検出子 204B1 が配置される。加速度検出子 202C1, 202D1 間に、加速度検出子 204C1 が配置される。

[0109] このような構成において、1つの可動側の加速度検出子の各構成要素と、当該可動側の加速度検出子を挟む2つの固定側の可動側検出子の各構成要素が、それぞれ本発明の各構成要素と次に示すように対応する。

[0110] Y軸方向に挟まれる可動側の加速度検出子の検出用基部は、本発明の「可動側検出用基部」に相当する。可動側の加速度検出子の検出用基部の重心Gと反対側（第1質量部10の場合、Y軸方向の負の方向であり第3質量部300側）に突出する突起部は、本発明の「可動側第1突起部」に相当する。可動側の加速度検出子の検出用基部の重心G側（第1質量部10の場合、Y軸方向の正の方向であり第2質量部20側）に突出する突起部は、本発明の「可動側第2突起部」に相当する。

[0111] 可動側の加速度検出子に隣接し、重心Gと反対側に配置された固定側の加速度検出子の検出用基部は、本発明の「第1固定側検出用基部」に相当する。この固定側の検出用主軸における前記可動部側の加速度検出子側に突出する突起部は、本発明の「固定側第1突起部」に相当する。

[0112] 可動側の加速度検出子に隣接し、重心G側に配置された固定側の加速度検出子の検出用基部は、本発明の「第2固定側検出用基部」に相当する。この固定側の検出用主軸における前記可動部側の加速度検出子側に突出する突起部は、本発明の「固定側第2突起部」に相当する。

[0113] 例えば、可動側の加速度検出子 204A1 の場合、検出用基部 240A1 は「可動側検出用基部」に相当する。突起部 241A1 は本発明の「可動側第1突起部」に相当する。突起部 242A1 は本発明の「可動側第2突起部」に相当する。固定側の加速度検出子 202A1 の検出用基部 220A1 は「第1固定側検出用基部」に相当する。突起部 222A1 は「固定側第1突起部」に相当する。固定側の加速度検出子 202B1 の検出用基部 220B

1は「第2固定側検出用基部」に相当する。突起部221B1は「固定側第2突起部」に相当する。

[0114] 加速度検出子202A1, 202B1, 202C1, 202D1の各突起部と、加速度検出子204A1, 204B1, 204C1の各突起部とが、所定面積で対向するように配置される。

[0115] より具体的には、加速度検出子202A1の突起部222A1と、加速度検出子204A1の突起部241A1が対向する。加速度検出子204A1の突起部242A1と加速度検出子202B1の突起部221B1が対向する。加速度検出子202B1の突起部222B1と加速度検出子204B1の突起部241B1が対向する。加速度検出子204B1の突起部242B1と加速度検出子202C1の突起部221C1が対向する。加速度検出子202C1の突起部222C1と加速度検出子204C1の突起部241C1が対向する。加速度検出子204C1の突起部242C1と加速度検出子202D1の突起部221D1が対向する。

[0116] そして、加速度検出子202A1, 202B1, 202C1, 202D1の各突起部と、加速度検出子204A1, 204B1, 204C1の各突起部とは、全面が対向するのではなく、それぞれの対向する突起部がX軸方向にずれて対向している。この際、加速度検出子202A1, 202B1, 202C1, 202D1の各突起部は、それぞれがはさみ込む加速度検出子204A1, 204B1, 204C1の各突起部に対して、X軸方向の異なる方向にずれている。

[0117] 例えば、図3に示すように、固定側の加速度検出子202A1の各突起部222A1が、可動側の加速度検出子204A1の各突起部241A1に対してX軸方向に沿って検出子保持部201A1側にずれている場合、固定側の加速度検出子202B1の各突起部221B1は、可動側の加速度検出子204A1の各突起部242A1に対してX軸方向に沿って近接する内側枠101A側にずれている。この際、ズレ量は同じになるように各突起部が形成されている。より好ましくは、ズレ量が突起部のX軸方向の半分になるよ

うに、各突起部が形成されている。

[0118] このような構成とすることで、可動側の各加速度検出子 204A1, 204B1, 204C1 が X 軸方向に振動しても、可動側の各加速度検出子 204A1, 204B1, 204C1 の Y 軸方向の一方側に配置された固定側の加速度検出子との間で生じる静電容量（キャパシタンス）の変化と、可動側の各加速度検出子 204A1, 204B1, 204C1 の Y 軸方向の他方側に配置された固定側の加速度検出子との間で生じる静電容量（キャパシタンス）の変化とが逆の変化をする。例えば、一方の静電容量が増加すれば、他方の静電容量は減少する。したがって、加速度が加わっていない状態のように、両者の突起の間隔が等しい場合には、これらの静電容量を加算すれば、可動側の各加速度検出子 204A1, 204B1, 204C1 が X 軸方向に振動しても、当該振動による静電容量の変化を防ぐことができる。

[0119] 加速度検出子 202E1, 202F1, 202G1 は、検出子保持部 201A1 の中心軸 101C 側に接続し、当該中心軸 101C 側に突出する形状からなる。加速度検出子 202E1 は、検出子保持部 201A1 を基準として、加速度検出子 202A1 と線対称に形成されている。加速度検出子 202F1 は、検出子保持部 201A1 を基準として、加速度検出子 202B1 と線対称に形成されている。加速度検出子 202G1 は、検出子保持部 201A1 を基準として、加速度検出子 202C1 と対称の位置に形成され、加速度検出子 202G1 の形状は、加速度検出子 202D1 を線対称に射影したものと同一である。

[0120] 加速度検出子 204D1, 204E1 は、検出子保持部 2051 の検出子保持部 201A1 側に接続し、当該検出子保持部 201A1 側に突出する形状からなる。加速度検出子 204D1 は、検出子保持部 201A1 を基準にして、加速度検出子 204A1 と線対称の形状からなる。加速度検出子 204E1 は、検出子保持部 201A1 を基準にして、加速度検出子 204B1 と線対称の形状からなる。

[0121] 加速度検出子 202E1, 202F1, 202G1 と加速度検出子 204

D 1, 2 0 4 E 1 は Y 軸方向に沿って、交互に配置されている。具体的には、加速度検出子 2 0 2 E 1, 2 0 2 F 1 間に、加速度検出子 2 0 4 D 1 が配置されている。加速度検出子 2 0 2 F 1, 2 0 2 G 1 間に、加速度検出子 2 0 4 E 1 が配置されている。そして、加速度検出子 2 0 2 E 1, 2 0 2 F 1, 2 0 2 G 1 の各突起部と加速度検出子 2 0 4 D 1, 2 0 4 E 1 の各突起部は、加速度検出子 2 0 2 A 1, 2 0 2 B 1, 2 0 2 C 1, 2 0 2 D 1 の各突起部と加速度検出子 2 0 4 A 1, 2 0 4 B 1, 2 0 4 C 1 の各突起部と同様に、X 軸方向にずれた状態で対向しており、その配列順も X 軸方向に沿って同じ順になっている。

[0122] 加速度検出子 2 0 4 F 1, 2 0 4 G 1 は、検出子保持部 2 0 5 1 の検出子保持部 2 0 1 B 1 側に接続し、当該検出子保持部 2 0 1 B 1 側に突出する形状からなる。加速度検出子 2 0 4 F 1 は、検出子保持部 2 0 5 1 を基準にして、加速度検出子 2 0 4 D 1 と線対称の形状からなる。加速度検出子 2 0 4 G 1 は、検出子保持部 2 0 5 1 を基準にして、加速度検出子 2 0 4 E 1 と線対称の形状からなる。

[0123] 加速度検出子 2 0 2 H 1, 2 0 2 I 1, 2 0 2 J 1 は、検出子保持部 2 0 1 B 1 の検出子保持部 2 0 5 1 側に接続し、当該検出子保持部 2 0 5 1 側に突出する形状からなる。加速度検出子 2 0 2 H 1 は、検出子保持部 2 0 5 1 を基準として、加速度検出子 2 0 2 E 1 と線対称に形成されている。加速度検出子 2 0 2 I 1 は、検出子保持部 2 0 5 1 を基準として、加速度検出子 2 0 2 F 1 と線対称に形成されている。加速度検出子 2 0 2 J 1 は、検出子保持部 2 0 5 1 を基準として、加速度検出子 2 0 2 G 1 と線対称に形成されている。

[0124] 加速度検出子 2 0 2 H 1, 2 0 2 I 1, 2 0 2 J 1 と加速度検出子 2 0 4 F 1, 2 0 4 G 1 は Y 軸方向に沿って、交互に配置されている。具体的には、加速度検出子 2 0 2 H 1, 2 0 2 I 1 間に、加速度検出子 2 0 4 F 1 が配置されている。加速度検出子 2 0 2 I 1, 2 0 2 J 1 間に、加速度検出子 2 0 4 G 1 が配置されている。そして、加速度検出子 2 0 2 H 1, 2 0 2 I 1

、202J1の各突起部と加速度検出子204F1、204G1の各突起部は、加速度検出子202A1、202B1、202C1、202D1の各突起部と加速度検出子204A1、204B1、204C1の各突起部と同様に、X軸方向にずれた状態で対向しており、その配列順もX軸方向に沿って同じ順になっている。

[0125] 加速度検出子202K1、202L1、202M1、202N1は、検出子保持部201B1の中心軸101C側に接続し、当該中心軸101C側に突出する形状からなる。加速度検出子202K1は、検出子保持部2051の幅方向に中心を通りY軸方向に延びる軸を基準として、加速度検出子202A1と線対称に形成されている。加速度検出子202L1は、検出子保持部2051の幅方向に中心を通りY軸方向に延びる軸を基準として、加速度検出子202B1と線対称に形成されている。加速度検出子202M1は、検出子保持部2051の幅方向に中心を通りY軸方向に延びる軸を基準として、加速度検出子202C1と線対称に形成されている。加速度検出子202N1は、検出子保持部2051の幅方向に中心を通りY軸方向に延びる軸を基準として、加速度検出子202D1と線対称に形成されている。

[0126] 加速度検出子204H1、204I1、204J1は、中心軸101Cの固定部111側に接続し、当該固定部111側に突出する形状からなる。加速度検出子204H1は、検出子保持部2051の幅方向に中心を通りY軸方向に延びる軸を基準として、加速度検出子204A1と線対称に形成されている。加速度検出子204I1は、検出子保持部2051の幅方向に中心を通りY軸方向に延びる軸を基準として、加速度検出子204B1と線対称に形成されている。加速度検出子204J1は、検出子保持部2051の幅方向に中心を通りY軸方向に延びる軸を基準として、加速度検出子204C1と線対称に形成されている。

[0127] 加速度検出子202K1、202L1、202M1、202N1と加速度検出子204H1、204I1、204J1はY軸方向に沿って、交互に配置されている。具体的には、加速度検出子202K1、202L1間に、加

速度検出子 204H1 が配置されている。加速度検出子 202L1, 202M1 間に、加速度検出子 204I1 が配置されている。加速度検出子 202M1, 202N1 間に、加速度検出子 204J1 が配置されている。そして、加速度検出子 202K1, 202L1, 202M1, 202N1 の各突起部と加速度検出子 204H1, 204I1, 204J1 の各突起部は、加速度検出子 202A1, 202B1, 202C1, 202D1 の各突起部と加速度検出子 204A1, 204B1, 204C1 の各突起部と同様に、X 軸方向にずれた状態で対向しており、その配列順も X 軸方向に沿って同じ順になっている。

[0128] 加速度検出子 202A1～202N1, 204A1～204J1 をこのような構成とすることで、X 軸方向に振動した状態で、Y 軸方向に加速度が加わると、隣接する加速度検出子 202A1～202N1, 204A1～204J1 の突起部の対向距離が変化する。この対向距離の変化に対応して静電容量が変化するので、この変化量を検出することで、加速度を検出することができる。そして、加速度の方向によって静電容量の変化方向（静電容量大から小、もしくは静電容量小から大）が変わるので、加速度の方向も検出することができる。

[0129] 角速度検出子 3011, 3021 は、固定部 111 の支持梁 4A 側の空間および中心軸 101C 側の空間に複数形成されている。角速度検出子 3011 は、固定部 111 に一方端が接続する長尺状である。角速度検出子 3021 は、中心軸 101C に一方端が接続する長尺状である。支持梁 4A 側の角速度検出子 3011 と、中心軸 101C 側の角速度検出子 3011 は、固定部 111 を介して対称の位置に配置されている。

[0130] 角速度検出子 3011, 3021 は、Y 軸方向に沿って交互に配置されている。この際、一つの角速度検出子 3011 を基準として、第 2 質量部 20側の角速度検出子 3021 までの間隔は、第 3 質量部 300 側の角速度検出子 3021 までの間隔よりも広く設定されている。

[0131] 角速度検出子 3011, 3021 をこのような構造とすることで、X 軸方

向に振動した状態で、Z軸方向（X軸およびY軸に直交する方向）を軸とする角速度 ω がセンサ素子1に加わると、Y軸方向のコリオリ力が第1質量部10の内枠部101Aに加わり、角速度検出子3011、3021間の静電容量が変化する。この変化量を検出することで、角速度 ω を検出することができる。この際、一つの角速度検出子3011を基準とする第2質量部20側の角速度検出子3021までの間隔と第3質量部300側の角速度検出子3021までの間隔とが異なることから、Y軸方向の負の方向にコリオリ力が加われば静電容量が低下し、Y軸方向の正の方向にコリオリ力が加われば静電容量が増加するので、角速度 ω の方向も検出することができる。

[0132] さらに、角速度検出子3011、3021は、X軸方向に長尺状であり、Y軸方向に対して大きな面積を有し、対向する面積が広いので、加速度印加方向に対する機械的Q値を低下させることができる。これにより、加速度検出に対するダンピング効果を得ることができる。

[0133] 次に、第2検出部12の具体的構成については、図を参照して説明する。図4は、本発明の実施形態に係る第2検出部の構成を示す拡大平面図である。

[0134] 第2検出部12は、固定部121、加速度検出子202A2、202B2、202C2、202D2、202E2、202F2、202G2、202H2、202I2、202J2、202K2、202L2、202M2、202N2および、加速度検出子204A2、204B2、204C2、204D2、204E2、204F2、204G2、204H2、204I2、204J2を備える。

[0135] 固定部121は、内枠部101Aの内部空間における中心軸101Cで分割される他方の内部空間内に配置されている。固定部121は、重心Gを通るY軸を基準にして、固定部111と線対称の形状からなる。

[0136] 固定部121に接続する検出子保持部201A2、201B2は、Y軸を基準にして、それぞれ検出子保持部201A1、201B1と線対称の形状からなる。内枠部103Bに接続する検出子保持部2052は、Y軸を基準

にして、検出子保持部 2051 と線対称の形状からなる。

[0137] 加速度検出子 202A2～202N2 は、概略的には、Y 軸を基準にして、それぞれ加速度検出子 202A1～202N1 と線対称の形状からなり、加速度検出子 204A2～204J2 は、概略的には、Y 軸を基準にして、それぞれ加速度検出子 204A1～204J1 と線対称の形状からなるが、加速度検出子 202A2～202N2 の各突起部と加速度検出子 204A2～204J2 の各突起部との配列順が、加速度検出子 202A1～202N1 の各突起部と加速度検出子 204A1～J1 の各突起部との配列順と線対称ではなく、X 軸方向に沿って同じ順になっている。

[0138] 加速度検出子 202A2～202N2、204A2～204J2 をこのような構成とすることで、加速度検出子 202A1～202N1、204A1～204J1 と同じ振幅で同じ位相の加速度検出信号を得ることができる。

[0139] 複数の角速度検出子 3012、3022 の配列群は、Y 軸を基準にして、複数の角速度検出子 3011、3021 の配列群と略対称な位置関係にあるが、配列方向に沿った配置順は逆である。複数の角速度検出子 3012、3022 をこのような構成とすることで、角速度検出子 3011、3021 と同じ振幅で逆位相の角速度検出信号を得ることができる。

[0140] 次に、第 3 検出部 13 の具体的構成については、図を参照して説明する。
図 5 は、本発明の実施形態に係る第 3 検出部の構成を示す拡大平面図である。

[0141] 第 3 検出部 13 は、固定部 131、加速度検出子 202A3、202B3、202C3、202D3、202E3、202F3、202G3、202H3、202I3、202J3、202K3、202L3、202M3、202N3 および、加速度検出子 204A3、204B3、204C3、204D3、204E3、204F3、204G3、204H3、204I3、204J3 を備える。

[0142] 固定部 131 は、内枠部 101B の内部空間における中心軸 101D で分割される一方の内部空間内に配置されている。固定部 131 は、重心 G を通

るX軸を基準にして、固定部111と線対称の形状からなる。

[0143] 固定部131に接続する検出子保持部201A3, 201B3は、X軸を基準にして、それぞれ検出子保持部201A1, 201B1と線対称の形状からなる。内枠部103Dに接続する検出子保持部2053は、X軸を基準にして、検出子保持部2051と線対称の形状からなる。

[0144] 加速度検出子202A3～202N3は、X軸を基準にして、それぞれ加速度検出子202A1～202N1と線対称の形状からなる。加速度検出子204A3～204J3は、X軸を基準にして、それぞれ加速度検出子204A1～204J1と線対称の形状からなる。そして、加速度検出子202A3～202N3の各突起部と加速度検出子204A3～204J3の各突起部は、加速度検出子202A1～202N1の各突起部と加速度検出子204A1～J1の各突起部と同様に、X軸方向にずれた状態で対向している。

[0145] 加速度検出子202A3～202N3, 204A3～204J3をこのような構成とすることで、加速度検出子202A1～202N1, 204A1～204J1と同じ振幅で同位相の加速度検出信号を得ることができる。

[0146] 複数の角速度検出子3013, 3023は、X軸を基準にして、それぞれ複数の角速度検出子3011, 3021と線対称の形状からなる。複数の角速度検出子3013, 3023をこのような構成とすることで、角速度検出子3011, 3021と同じ振幅で同位相の角速度検出信号を得ることができる。

[0147] 次に、第4検出部14の具体的構成については、図を参照して説明する。
図6は、本発明の実施形態に係る第4検出部の構成を示す拡大平面図である。

[0148] 第4検出部14は、固定部141、加速度検出子202A4, 202B4, 202C4, 202D4, 202E4, 202F4, 202G4, 202H4, 202I4, 202J4, 202K4, 202L4, 202M4, 202N4および、加速度検出子204A4, 204B4, 204C4, 20

4 D 4, 2 0 4 E 4, 2 0 4 F 4, 2 0 4 G 4, 2 0 4 H 4, 2 0 4 I 4, 2 0 4 J 4 を備える。

[0149] 固定部 1 4 1 は、内枠部 1 0 1 B の内部空間における中心軸 1 0 1 D で分割される他方の内部空間内に配置されている。固定部 1 4 1 は、重心 G を通る Y 軸を基準にして、固定部 1 1 3 と線対称の形状からなる。

[0150] 固定部 1 4 1 に接続する検出子保持部 2 0 1 A 4, 2 0 1 B 4 は、Y 軸を基準にして、それぞれ検出子保持部 2 0 1 A 3, 2 0 1 B 3 と線対称の形状からなる。内枠部 1 0 3 D に接続する検出子保持部 2 0 5 4 は、Y 軸を基準にして、検出子保持部 2 0 5 3 と線対称の形状からなる。

[0151] 加速度検出子 2 0 2 A 4 ~ 2 0 2 N 4 は、概略的には、Y 軸を基準にして、それぞれ加速度検出子 2 0 2 A 3 ~ 2 0 2 N 3 と線対称の形状からなる。加速度検出子 2 0 4 A 4 ~ 2 0 4 J 4 は、概略的には、Y 軸を基準にして、それぞれ加速度検出子 2 0 4 A 3 ~ 2 0 4 J 3 と線対称の形状からなるが、加速度検出子 2 0 2 A 4 ~ 2 0 2 N 4 の各突起部と加速度検出子 2 0 4 A 4 ~ 2 0 4 J 4 の各突起部との配列順が、加速度検出子 2 0 2 A 3 ~ 2 0 2 N 3 の各突起部と加速度検出子 2 0 4 A 3 ~ J 3 の各突起部との配列順と線対称ではなく、X 軸方向に沿って同じ順になっている。

[0152] 加速度検出子 2 0 2 A 4 ~ 2 0 2 N 4, 2 0 4 A 4 ~ 2 0 4 J 4 をこのような構成とすることで、加速度検出子 2 0 2 A 3 ~ 2 0 2 N 3, 2 0 4 A 3 ~ 2 0 4 J 3 と同じ振幅で同位相の加速度検出信号を得ることができる。

[0153] 複数の角速度検出子 3 0 1 4, 3 0 2 4 の配列群は、Y 軸を基準にして、複数の角速度検出子 3 0 1 3, 3 0 2 3 の配列群と略対称な位置関係にあるが、配列方向に沿った配置順は逆である。複数の角速度検出子 3 0 1 4, 3 0 2 4 をこのような構成とすることで、角速度検出子 3 0 1 3, 3 0 2 3 と同じ振幅で逆位相の角速度検出信号を得ることができる。

[0154] 次に、駆動部 4 0 およびモニタ部 6 0 の具体的構成については、図を参照して説明する。図 7 は、本発明の実施形態に係る駆動部およびモニタ部の構成を示す拡大平面図である。なお、図 7 では、第 3 検出部 1 3 に近接する第

2 駆動部 4 0 および第 2 モニタ部 6 0 の部分のみを拡大して表示している。そして、この部分を例に駆動部およびモニタ部の構成を説明する。他の検出部（第 1 検出部 1 1、第 2 検出部 1 2、第 4 検出部 1 4）に近接する各櫛歯部の基本的な詳細構造は、以下に説明する櫛歯部 4 3 A、4 4 A、4 3 B、4 4 B と同じであるので、説明は省略する。

[0155] 複数の櫛歯部 4 3 A は、支持部材 4 2 に接続されている。櫛歯部 4 3 A は、軸部 4 3 1 A と、複数の歯部 4 3 2 A とを備える。軸部 4 3 1 A は、Y 軸方向に延びる長尺状である。複数の歯部 4 3 2 A は、軸部 4 3 1 A の軸方向に沿って間隔をおいて配置されている。複数の歯部 4 3 2 A は、櫛歯部 4 4 A 側に突出するように、軸部 4 3 1 A に形成されている。

[0156] 複数の櫛歯部 4 4 A は、外枠部 1 0 2 B に接続されている。櫛歯部 4 4 A は、軸部 4 4 1 A と、複数の歯部 4 4 2 A とを備える。軸部 4 4 1 A は、Y 軸方向に延びる長尺状である。複数の歯部 4 4 2 A は、軸部 4 4 1 A の軸方向に沿って間隔をおいて配置されている。複数の歯部 4 4 2 A は、櫛歯部 4 3 A 側に突出するように、軸部 4 4 1 A に形成されている。

[0157] この構成において、複数の歯部 4 3 2 A と複数の歯部 4 4 2 A とが Y 軸方向にそれぞれ間隔をおいて交互に並ぶようにして配置されている。この際、複数の歯部 4 3 2 A と複数の歯部 4 4 2 A は、Y 軸方向に直交する面が対向するように配置されている。

[0158] 複数の櫛歯部 4 3 B は、支持部材 4 2 に接続されている。櫛歯部 4 3 B は、軸部 4 3 1 B と、複数の歯部 4 3 2 B とを備える。軸部 4 3 1 B は、Y 軸方向に延びる長尺状である。複数の歯部 4 3 2 B は、軸部 4 3 1 B の軸方向に沿って間隔をおいて配置されている。複数の歯部 4 3 2 B は、櫛歯部 4 4 B 側に突出するように、軸部 4 3 1 B に形成されている。

[0159] 複数の櫛歯部 4 4 B は、第 4 質量部 4 0 0 に接続されている。櫛歯部 4 4 B は、軸部 4 4 1 B と、複数の歯部 4 4 2 B とを備える。軸部 4 4 1 B は、Y 軸方向に延びる長尺状である。複数の歯部 4 4 2 B は、軸部 4 4 1 B の軸方向に沿って間隔をおいて配置されている。複数の歯部 4 4 2 B は、櫛歯部

4 3 B 側に突出するように、軸部 4 4 1 B に形成されている。

[0160] この構成において、複数の歯部 4 3 2 B と複数の歯部 4 4 2 B とが Y 軸方向にそれぞれ間隔をおいて交互に並ぶようにして配置されている。この際、複数の歯部 4 3 2 B と複数の歯部 4 4 2 B は、Y 軸方向に直交する面が対向するように配置されている。

[0161] このような構成からなる駆動部 4 0 に対して、駆動信号を印加すると、駆動信号の振幅に応じて、櫛歯部 4 3 A, 4 4 A が X 軸方向に沿って引き合ったり離れたりし、櫛歯部 4 3 B, 4 4 B が X 軸方向に沿って引き合ったり離れたりする。櫛歯部 4 3 A, 4 4 A 間の動きと、櫛歯部 4 3 B, 4 4 B 間の動きは同じである。

[0162] これにより、第 4 質量部 4 0 0 と第 2 質量部 2 0 が X 軸方向に互いに逆位相で振動する。これと同じ動作が第 3 質量部 3 0 0 と第 1 質量部 1 0 でも生じる。この際、第 3 質量部 3 0 0 の振動と第 4 質量部 4 0 0 の振動および第 1 質量部 1 0 の振動と第 2 質量部 2 0 の振動を逆位相にすることで、支持梁 4 A, 4 B が歪み、第 1 質量部 1 0 が第 4 質量部 4 0 0 と同相で振動し、第 2 質量部 2 0 が第 3 質量部 3 0 0 と同相で振動する。このようにして、第 1 質量部 1 0 及び第 2 質量部 2 0 に、X 軸方向に沿った振動を与えることができる。

[0163] 複数の櫛歯部 6 1 は、第 4 質量部 4 0 0 に接続されている。櫛歯部 6 1 は、軸部 6 1 1 と、複数の歯部 6 1 2 とを備える。軸部 6 1 1 は、Y 軸方向に延びる長尺状である。複数の歯部 6 1 2 は、軸部 6 1 1 の軸方向に沿って間隔をおいて配置されている。複数の歯部 6 1 2 は、櫛歯部 6 2 側に突出するように、軸部 6 1 1 に形成されている。

[0164] 複数の櫛歯部 6 2 は固定部 6 0 0 に接続されている。櫛歯部 6 2 は、軸部 6 2 1 と、複数の歯部 6 2 2 とを備える。軸部 6 2 1 は、Y 軸方向に延びる長尺状である。複数の歯部 6 2 2 は、軸部 6 2 1 の軸方向に沿って間隔をおいて配置されている。複数の歯部 6 2 2 は、櫛歯部 6 1 側に突出するように、軸部 6 2 1 に形成されている。

[0165] この構成において、複数の歯部 6 1 2 と複数の歯部 6 2 2 とが Y 軸方向にそれぞれ間隔をおいて交互に並ぶようにして配置されている。この際、複数の歯部 6 1 2 と複数の歯部 6 2 2 は、Y 軸方向に直交する面が対向するように配置されている。

[0166] このような構成では、駆動部 4 0 に駆動信号が印加されて第 4 質量部 4 0 0 が振動すると、櫛歯部 6 1, 6 2 間の距離が変化し、静電容量が変化する。この静電容量の変化を検出することで、駆動信号をモニタすることができる。

[0167] 以上のような構成からなるセンサ素子 1 は、次に示す検出用 IC 8 と組み合わせることで、複合センサとして機能し、角速度と加速度を分離して検出する。図 8 は、本発明の実施形態に係る複合センサの構成を示すブロック図である。

[0168] 複合センサは、センサ素子 1 と検出用 IC 8 とを備える。センサ素子 1 は機構的には上述の構成であるが、回路としては、第 1 検出部 1 1、第 2 検出部 1 2、第 3 検出部 1 3、第 4 検出部 1 4、第 1 駆動部 3 0、第 2 駆動部 4 0、第 1 モニタ部 5 0、および第 2 モニタ部 6 0 から構成されている。第 1 検出部 1 1、第 2 検出部 1 2、第 3 検出部 1 3、第 4 検出部 1 4、第 1 駆動部 3 0、第 2 駆動部 4 0、第 1、第 2 モニタ部 5 0, 6 0 は、それぞれ可変容量素子からなる。第 1 検出部 1 1、第 2 検出部 1 2、第 3 検出部 1 3、第 4 検出部 1 4、第 1 駆動部 3 0、第 2 駆動部 4 0、第 1、第 2 モニタ部 5 0, 6 0 が共通に接続する端子は、グラウンドに接続されている。このグラウンドは、検出用 IC 8 のグラウンドにも接続されている。

[0169] 検出用 IC 8 は、制御部 8 0、フィルタ 8 1、駆動用非反転増幅器 8 2 A、駆動用反転増幅器 8 2 B、モニタ用増幅器 8 3 A, 8 3 B、差動増幅器 8 4 0、フィルタ 8 4、位相シフタ 8 5、増幅器 9 1 A, 9 1 B、加算器 9 2、減算器 9 3、フィルタ 9 4 A, 9 4 B、検波器 9 5 A, 9 5 B、出力回路 9 6 A, 9 6 B および出力端子 OUT a, OUT ω を備える。検出用 IC 8 には、駆動電圧 Vcc が印加されている。

- [0170] 制御部 80 は、交流の駆動電圧信号を発生し、フィルタ 81 へ出力する。
この際、制御部 80 は、ハイパスフィルタからなるフィルタ 84 から出力されるモニタ電圧信号の電圧値に応じて、センサ素子 1 の各質量部の振動振幅が規定した値になるように、駆動電圧信号の電圧値を設定する。
- [0171] フィルタ 81 は、例えばローパスフィルタからなり、ハイパスフィルタのフィルタ 84 と組み合わせて、素子振動周波数を選択的に通過させるバンドパスフィルタとしての機能（例えばノイズカット）を果たすとともに、モニタ出力の位相をおおよそ 90° 遅延させて、駆動用非反転増幅器 82 A および駆動用反転増幅器 82 B に出力する。
- [0172] 駆動用非反転増幅器 82 A は、駆動電圧信号を所定ゲインで増幅して、駆動部 30 に出力する。駆動用反転増幅器 82 B は、駆動電圧信号を所定ゲイン（駆動用非反転増幅器 82 B と同じゲイン）で増幅して反転出力することで、駆動部 40 に出力する。なお、駆動用非反転増幅器 82 A および駆動用反転増幅器 82 B のゲインは 1 であってよく、この場合、これらの駆動用非反転増幅器 82 A および駆動用反転増幅器 82 B は、同期して駆動部 30, 40 に逆相の駆動電圧信号を入力するバッファ回路として機能する。
- [0173] 駆動部 30 と駆動部 40 に、互いに逆相となる駆動電圧信号が印加されると、上述のように、第 1 質量部 10、第 2 質量部 20、第 3 質量部 300、および第 4 質量部 400 は、X 軸方向に振動する。
- [0174] この振動により、第 1、第 2 モニタ部 50, 60 の静電容量が変化する。この時、二つの静電容量の変化の極性は互いに異なる。この第 1、第 2 モニタ部 50, 60 の静電容量変化は、増幅器 83 A, 83 B に入力される。増幅器 83 A, 83 B は、静電容量／電圧変換回路（所謂 C/V 回路）であり、静電容量に応じたモニタ電圧信号を出力する。二つのモニタ電圧信号は、差動増幅器 840 で加算される。これにより、モニタ信号の振幅を増大させることができる。加算され一つの信号になったモニタ信号は、フィルタ 84 に入力される。フィルタ 84 によりフィルタ処理されたモニタ信号は、制御部 80 にフィードバックされるとともに、検波器 95 A および位相シフタ 8

5に出力される。

[0175] 位相シフタ85は、モニタ電圧信号の位相を 90° 遅延させて、検波器95Bに出力する。

[0176] ここで、Z軸周りの角速度やY軸方向の加速度がセンサ素子1に印加されると、第1検出部11、第2検出部12、第3検出部13、第4検出部14の各加速度検出部と各角速度検出部の静電容量が変化する。

[0177] 上述の構成により、角速度または加速度の印加による第1検出部11、第3検出部13の静電容量変化は同じである。これらの第1検出部11、第3検出部13は、センサ素子外部の電極で接続されている。したがって、第1検出部11の静電容量変化と第3検出部13の静電容量変化とを加算した静電容量変化としては、第1、第3検出部11、13いずれか一方の2倍の静電容量変化が得られる。この第1、第3検出部11、13の静電容量変化は、増幅器91Aに入力される。増幅器91Aは、静電容量／電圧変換回路（所謂C／V回路）であり、静電容量に応じた第1検出信号を出力する。第1検出信号は、加算器92および減算器93に出力される。

[0178] 上述の構成により、角速度または加速度の印加による第2検出部12、第4検出部14の静電容量変化は同じである。これらの第2検出部12、第4検出部14は、センサ素子外部の電極で接続されている。したがって、第2検出部12の静電容量変化と、第4検出部14の静電容量変化とを加算した静電容量変化としては、第2、第4検出部12、14いずれか一方の2倍の静電容量変化が得られる。この第2、第4検出部12、14の静電容量変化は、増幅器91Bに入力される。増幅器91Bは、静電容量／電圧変換回路（所謂C／V回路）であり、静電容量に応じた第2検出信号を出力する。第2検出信号は、加算器92および減算器93に出力される。

[0179] 加算器92は、第1検出信号と第2検出信号とを加算して、フィルタ94Aに出力する。減算器93は、第1検出信号と第2検出信号との差分を算出して、フィルタ94Bに出力する。

[0180] フィルタ94Aは、例えばハイパスフィルタからなり、加算信号をフィル

タ処理して、検波器 9 5 A に出力する。フィルタ 9 4 B は、例えばハイパスフィルタからなり、差分信号（減算信号）をフィルタ処理して、検波器 9 5 B に出力する。

[0181] 検波器 9 5 A は、加算信号をモニタ電圧信号で同期検波して、第 1 検波信号を出力回路 9 6 A に出力する。出力回路 9 6 A は、振幅調整回路やローパスフィルタを備えており、第 1 検波信号に所定の処理を施して、出力端子 O U T a に出力する。

[0182] 検波器 9 5 B は、加算信号をモニタ電圧信号で同期検波して、第 2 検波信号を出力回路 9 6 B に出力する。出力回路 9 6 B は、出力回路 9 6 A と同じ回路構成であって、振幅調整回路やローパスフィルタを備えており、第 2 検波信号に所定の処理を施して、出力端子 O U T ω に出力する。

[0183] このような構成からなる複合センサのセンサ素子 1 が X 軸方向に振動中に、Z 軸周りの角速度 ω や Y 軸方向の加速度 a が印加されると、次のように作用する。

[0184] 図 9 は、本発明の実施形態に係るセンサ素子に角速度 ω が印加された場合の挙動を示す図である。図 9 (A) は駆動電圧信号が印加されていない状態を示し、図 9 (B), (C) は駆動電圧信号が印加された状態を示す。図 9 (B) は、第 1 質量部 1 0 と第 4 質量部 4 0 0 が X 軸方向の正の方向に運動し、第 2 質量部 2 0 と第 3 質量部 3 0 0 が X 軸方向の負の方向に運動している状態を示す。図 9 (C) は、第 1 質量部 1 0 と第 4 質量部 4 0 0 が X 軸方向の負の方向に運動し、第 2 質量部 2 0 と第 3 質量部 3 0 0 が X 軸方向の正の方向に運動している状態を示す。

[0185] 上述のように、駆動部 3 0 と駆動部 4 0 に逆相の駆動電圧信号を印加すると、図 9 (B) に示すように、隣り合う質量部が常時 X 軸の逆方向に移動するように振動する。このような状態において、Z 軸周りの角速度 ω が印加されると、図 9 (B) の第 1 質量部 1 0 および第 2 質量部 2 0 に示すように、X 軸方向の負の方向に移動中の質量部には、Y 軸方向の正の方向のコリオリ力が加わり、Y 軸方向の正の方向に変位して、X 軸方向の正の方向に移動中

の質量部には、Y軸方向の負の方向のコリオリ力が加わり、Y軸方向の負の方向に変位する。これにより、第1、第2質量部10、20内の各角速度検出部113、133では、静電容量が減少し、各角速度検出部123、143では、静電容量が増加する。なお、各角速度検出部113、133は、回路入力前にセンサ素子外部で電氣的に接続される。同じく、各角速度検出部123、143も、回路入力前にセンサ素子外部で電氣的に接続される。

[0186] したがって、振動状態によらず、第1、第2質量部10、20内の各角速度検出部113、133の静電容量変化と各角速度検出部123、143の静電容量変化とを加算してなる第1検出信号では、両者の静電容量変化が互いに逆の変位であって相殺されることにより、角速度 ω による静電容量変化分は0となる。

[0187] 一方、振動状態によらず、第1、第2質量部10、20内の各角速度検出部113、133の静電容量変化と各角速度検出部123、143の静電容量変化とを差分してなる第2検出信号では、両者の静電容量変化が加算されることにより、角速度 ω による静電容量変化分は、2倍となる。

[0188] 図11は、本発明の実施形態に係るセンサ素子1に角速度 ω のみが印加された場合の各信号の波形図である。なお、図11の第1出力は、第1、第2質量部10、20内の各角速度検出部113、133の静電容量変化を電圧変換したものである。第2出力は、第1、第2質量部10、20内の各角速度検出部123、143の静電容量変化を電圧変換したものである。図11に示すように、第1出力と第2出力は常時逆相となる。したがって、第1出力と第2出力を加算した信号、すなわち第1検出信号は、第1出力と第2出力とが相殺された信号となり、OUT1（加算出力）は0（もしくは基準電位）となる。一方、第1出力と第2出力を差分した信号、すなわち第2検出信号は、第1出力と第2出力とが加算された信号となり、OUT2（加算出力）は第1出力や第2出力の2倍となる。これにより、第2検出信号によって角速度 ω を検出することができる。この際、振幅が大きくなるので、确实且つ正確に角速度 ω を検出することができる。

[0189] 図10は、本発明の実施形態に係るセンサ素子に加速度 a が印加された場合の挙動を示す図である。図10(A)は駆動電圧信号が印加されていない状態を示し、図10(B)、(C)は駆動電圧信号が印加された状態を示す。図10(B)は、第1質量部10と第4質量部400がX軸方向の正の方向に移動し、第2質量部20と第3質量部300がX軸方向の負の方向に移動した状態を示す。図10(C)は、第1質量部10と第4質量部400がX軸方向の負の方向に移動し、第2質量部20と第3質量部300がX軸方向の正の方向に移動した状態を示す。

[0190] 上述のように、駆動部30と駆動部40に逆相の駆動電圧信号を印加すると、図10(B)、図10(C)に示すように、隣り合う質量部が常時X軸の逆方向に移動するように振動する。このような状態において、Y軸方向の正の方向の加速度 a が印加されると、図10(B)の第1質量部10および第2質量部20に示すように、X軸方向の正の方向に移動中の質量部もX軸方向の負の方向に移動中の質量部も、Y軸方向の正の方向に変位する。これにより、第1、第2質量部10、20内の各加速度検出部112、122、132、142では、各突起する導体部の片側の間隔が減少し、反対側の間隔が増加することで、モニタ信号に同期した静電容量の変化が発生する。この時、各加速度検出部112、122、132、142の位相は全て等しい。なお、各加速度検出部112、132は、回路入力前にセンサ素子外部で電氣的に接続される。同じく、各加速度検出部122、142も、回路入力前にセンサ素子外部で電氣的に接続される。

[0191] 一方、Y軸方向の負の方向の加速度 a が印加されると、X軸方向の正の方向に移動中の質量部もX軸方向の負の方向に移動中の質量部も、Y軸方向の負の方向に変位する。これにより、第1、第2質量部10、20内の各加速度検出部112、122、132、142では、各突起する導体部の片側の間隔が増加し、反対側の間隔が減少することで、モニタ信号に同期した静電容量の変化が発生する。この時、各加速度検出部112、122、132、142の位相は全て等しい。

[0192] したがって、振動状態によらず、第1、第2質量部10、20内の各加速度検出部112、132の静電容量変化と各加速度検出部122、142の静電容量変化とを加算してなる第1検出信号では、両者の位相が等しく、静電容量変化が加算されることにより、加速度 a による静電容量変化分は、2倍となる。

[0193] 一方、振動状態によらず、第1、第2質量部10、20内の各加速度検出部112、132の静電容量変化と各加速度検出部122、142の静電容量変化とを差分してなる第2検出信号では、両者の静電容量変化が互いに相殺されることにより、加速度 a による静電容量変化分は0となる。

[0194] 図12は、本発明の実施形態に係るセンサ素子1に加速度 a のみが印加された場合の各信号の波形図である。なお、図12の第1出力は、第1、第2質量部10、20内の各加速度検出部112、132の静電容量変化を電圧変換したものであり、第2出力は、第1、第2質量部10、20内の各加速度検出部122、142の静電容量変化を電圧変換したものである。

[0195] 図12に示すように、第1出力と第2出力は常時同相となる。したがって、これら第1出力と第2出力を加算した信号、すなわち第1検出信号は、第1出力と第2出力とが加算された信号となり、OUT1（加算出力）は第1出力や第2出力の2倍となる。一方、これら第1出力と第2出力を差分した信号、すなわち第2検出信号は、第1出力と第2出力とが相殺された信号となり、OUT2（加算出力）は0（もしくは基準電位）となる。これにより、第1検出信号によって加速度 a を検出することができる。この際、振幅が大きくなるので、确实且つ正確に加速度 a を検出することができる。

[0196] なお、上述の構成では、第1検出部11および第3検出部13から得られる静電容量変化と、第2検出部12および第4検出部14から得られる静電容量変化は、いずれも加速度 a 起因の成分と角速度 ω 起因の成分が混合された状態からなる。しかしながら、上述の加算器92、減算器93を介することで、加速度 a 起因の成分と角速度 ω 起因の成分を、确实に分離して出力することができる。

[0197] さらに、角速度 ω による静電容量変化が駆動電圧信号に対して位相が 90° ずれていることを利用し、上述の 90° 位相がずれた同期検波を行うことで、加速度 a による信号と、角速度 ω による信号とを、より確実に検出して出力することができる。

[0198] 図13は、本発明の実施形態に係るセンサ素子1に加速度 a と角速度 ω が印加された場合の各信号の波形図である。なお、図13の第1出力は、第1、第2質量部10、20内の各加速度検出部112、132と各角速度検出部113、133の静電容量変化を電圧変換したものであり、第2出力は、第1、第2質量部10、20内の各加速度検出部122、142と各角速度検出部123、143の静電容量変化を電圧変換したものである。なお、ここでは、加速度 a による静電容量変化と角速度 ω による静電容量変化が同じ場合を示している。

[0199] 図13に示すように、第1出力および第2出力は、加速度 a による静電容量変化と角速度 ω による静電容量変化との比に応じて、駆動電圧信号に対して所定の位相ずれが生じる。しかしながら、OUT1（加算出力）には加速度 a による成分しか残らず、OUT2（差分出力）には角速度 ω による成分しか残らない。

[0200] そして、本実施形態の複合センサのセンサ素子1では、次のような原理により、X軸方向の振動量（変位）が大きくなりすぎた際に生じる加速度検出用の静電容量への影響を抑圧することができる。

[0201] 図14は、可動側の加速度検出子と固定側の加速度検出子とのより具体的な構造を示す部分平面図である。図15、図16、図17は、可動側の加速度検出子のX軸方向の両端の拡大図である。図15は、X軸方向の変位量 Δx が0の時を示す。図16は、X軸方向の変位量 Δx が $+W$ の時を示す。図17は、X軸方向の変位量 Δx が $-W$ の時を示す。

[0202] なお、図14、図15、図16、図17は、可動側の加速度検出子204D1と加速度検出子204F1との組、および、固定側の加速度検出子202E1、202F1と加速度検出子202H1、202I1の組を示すが、

他の組も同様の原理で動作する。

[0203] Y軸方向に延びる可動側の検出子保持部2051のX軸方向に沿った一方側（－X軸方向）には、可動側の加速度検出子204D1の検出用基部240D1が形成されている。検出用基部240D1は、X軸方向に延びる長尺状である。検出用基部240D1は、本発明の「可動側検出用基部」に相当する。

[0204] 可動側の検出用基部240D1の検出用基部220E1側の辺には、検出用基部220E1方向へ突出する複数の突起部241D1が形成されている。複数の突起部241D1は「可動側第1突起部」に相当する。複数の突起部241D1は、X軸方向の長さ（幅）が2Wである。複数の突起部241D1は、検出用基部240D1の長尺方向（X軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。この間隔は、突起部241D1の幅2Wよりも長く設定されている。

[0205] 可動側の検出用基部240D1の検出用基部220F1側の辺には、検出用基部220F1方向へ突出する複数の突起部242D1が形成されている。複数の突起部242D1は「可動側第2突起部」に相当する。複数の突起部242D1は、X軸方向の長さ（幅）が2Wである。複数の突起部242D1は、検出用基部240D1の長尺方向（X軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。この間隔は、突起部242D1の幅2Wよりも長く設定されており、突起部241D1の配置間隔と同じである。さらに、複数の突起部242D1は、複数の突起部241D1に対して、突起部241D1242D2の幅の半分の長さだけ、X軸方向にずれて配置されている。言い換えれば、検出用基部240D1を介して部分的に対向する突起部241D1と突起部242D1は、そのX軸方向の中心位置が突起部241D1、242D2の幅の半分の長さだけ、X軸方向にずれて配置されている。

[0206] 可動側の検出用基部240D1の長尺方向における検出子保持部2051と反対側の端部には、静電容量形成部243D1が形成されている。静電容量形成部243D1は、内側枠101Aに対して間隔D34Dで対向してい

る。また、静電容量形成部 243D1 は、X 軸方向に見た面積（対向面積）S3D が検出用基部 240D1 よりも広くなるように形成されている。より具体的には、静電容量形成部 243D1 の Y 軸方向の長さは、検出用基部 240D1 の Y 軸方向の長さよりも長い。静電容量形成部 243D1 の厚み（X 軸方向と Y 軸方向に直交する方向の長さ）は検出用基部 240D1 の厚みと同じである。そして、静電容量形成部 243D1 は、検出用基部 240D1 に一体形成されている。

[0207] 検出用基部 240D1 における Y 軸方向に一方側（Y 軸方向の負の方向）には、固定側の加速度検出子 202E1 の検出用基部 220E1 が配置されている。検出用基部 220E1 も X 軸方向に延びる長尺状である。固定側の検出用基部 220E1 は、可動側の検出用基部 240D1 から離間して配置されている。

[0208] 固定側の検出用基部 220E1 の検出用基部 240D1 側の辺には、検出用基部 240D1 方向へ突出する複数の突起部 222E1 が形成されている。複数の突起部 222E1 は「固定側第 1 突起部」に相当する。複数の突起部 222E1 は、X 軸方向の長さ（幅）が 2W である。複数の突起部 222E1 は、検出用基部 220E1 の長尺方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。この間隔は、突起部 222E1 の幅 2W よりも長く設定されており、突起部 241D1 の配置間隔と同じである。

[0209] 複数の突起部 222E1 は、複数の突起部 241D1 に対して X 軸方向に幅 W だけが対向するように配置されている。言い換えれば、互いに対向する突起部 222E1 と突起部 241D1 は、その X 軸方向の中心位置が突起部 241D1、222E1 の幅の半分の長さだけ、X 軸方向にずれて配置されている。また、複数の突起部 222E1 と突起部 242D1 の X 軸方向の位置は同じである。さらに、複数の突起部 222E1 は、複数の突起部 241D1 に対して、Y 軸方向に沿った間隔 D12 になるように配置されている。

[0210] 検出用基部 240D1 における Y 軸方向に他方側（Y 軸方向の正の方向）には、固定側の加速度検出子 202F1 の検出用基部 220F1 が配置され

ている。検出用基部 220F1 も X 軸方向に延びる長尺状である。固定側の検出用基部 220F1 は、可動側の検出用基部 240D1 から離間して配置されている。

[0211] 固定側の検出用基部 220F1 の検出用基部 240D1 側の辺には、検出用基部 240D1 方向へ突出する複数の突起部 221F1 が形成されている。複数の突起部 221F1 は「固定側第 2 突起部」に相当する。複数の突起部 221F1 は、X 軸方向の長さ（幅）が $2W$ である。複数の突起部 221F1 は、検出用基部 220F1 の長尺方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。この間隔は、突起部 221F1 の幅 $2W$ よりも長く設定されており、突起部 242D1 の配置間隔と同じである。

[0212] 複数の突起部 221F1 は、複数の突起部 242D1 に対して X 軸方向に幅 W だけが対向するように配置されている。言い換えれば、互いに対向する突起部 221F1 と突起部 242D1 は、その X 軸方向の中心位置が突起部 242D1、222F1 の幅の半分の長さだけ、X 軸方向にずれて配置されている。また、複数の突起部 221F1 と突起部 241D1 の X 軸方向の位置は同じである。さらに、複数の突起部 222F1 は、複数の突起部 242D1 に対して、Y 軸方向に沿った間隔 $D12$ になるように配置されている。

[0213] このような構成とすることで、可動側の突起部 241D1 と固定側の突起部 222E1 との対向面の幅が W であり対向面積が $S1D1$ となって、対向距離が $D12$ であることから、静電容量（キャパシタンス） $C1D1$ が形成される。また、可動側の突起部 242D1 と固定側の突起部 221F1 との対向面の幅が W であり対向面積が $S2D1$ ($=S1D1$) となって、対向距離が $D12$ であることから、静電容量（キャパシタンス） $C2D1$ ($=C1D1$) が形成される。また、静電容量形成部 243D1 と内側枠 101A との対向面の面積が $S3D$ となり、対向面の間隔が $D34D$ となって静電容量（キャパシタンス） $C3D1$ が形成される。

[0214] これら静電容量 $C1D1$ 、 $C2D1$ 、 $C3D1$ は、内側枠 101A で導通しているので、可動側の加速度検出子 204D1 と固定側の加速度検出子 2

20E1, 220F1との間には、これらの静電容量C1D1, C2D1, C3D1を加算した合成静電容量（合成キャパシタンス）が生じることになる。

[0215] Y軸方向に延びる可動側の検出子保持部2051のX軸方向に沿った他方側（X軸方向の正の方向）には、可動側の加速度検出子204F1の検出用基部240F1が形成されている。検出用基部240F1は、X軸方向に延びる長尺状である。検出用基部240F1は、本発明の「可動側検出用基部」に相当する。

[0216] 可動側の検出用基部240F1の検出用基部220H1側の辺には、検出用基部220H1方向へ突出する複数の突起部241F1が形成されている。複数の突起部241F1は「可動側第1突起部」に相当する。複数の突起部241F1は、X軸方向の長さ（幅）が2Wである。複数の突起部241F1は、検出用基部240F1の長尺方向（X軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。この間隔は、突起部241F1の幅2Wよりも長く設定されている。

[0217] 可動側の検出用基部240F1の検出用基部220I1側の辺には、検出用基部220I1方向へ突出する複数の突起部242F1が形成されている。複数の突起部242F1は「可動側第2突起部」に相当する。複数の突起部242F1は、X軸方向の長さ（幅）が2Wである。複数の突起部242F1は、検出用基部240F1の長尺方向（X軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。この間隔は、突起部242F1の幅2Wよりも長く設定されており、突起部241F1の配置間隔と同じである。さらに、複数の突起部242F1は、複数の突起部241F1に対して、突起部241F1, 242F2の幅の半分の長さだけ、X軸方向にずれて配置されている。言い換えれば、検出用基部240F1を介して部分的に対向する突起部241F1と突起部242F1は、そのX軸方向の中心位置が突起部241F1, 242F2の幅の半分の長さだけ、X軸方向にずれて配置されている。

[0218] 可動側の検出用基部240F1の長尺方向における検出子保持部2051

と反対側の端部には、静電容量形成部 243F1 が形成されている。静電容量形成部 243F1 は、内側枠 101A に対して間隔 D34F で対向している。間隔 D34F は間隔 D34D と同じである。また、静電容量形成部 243F1 は、X 軸方向に見た面積 S3F が検出用基部 240F1 よりも広くなるように形成されている。面積 S3F は、面積 S3D と同じである。より具体的には、静電容量形成部 243F1 の Y 軸方向の長さは、検出用基部 240F1 の Y 軸方向の長さよりも長い。静電容量形成部 243F1 の厚み（X 軸方向と Y 軸方向に直交する方向の長さ）は検出用基部 240F1 の厚みと同じである。そして、静電容量形成部 243F1 は、検出用基部 240F1 に一体形成されている。

[0219] 検出用基部 240F1 における Y 軸方向に一方側（Y 軸方向の負の方向）には、固定側の加速度検出子 202H1 の検出用基部 220H1 が配置されている。検出用基部 220H1 も X 軸方向に延びる長尺状である。固定側の検出用基部 220H1 は、可動側の検出用基部 240F1 から離間して配置されている。

[0220] 固定側の検出用基部 220H1 の検出用基部 240F1 側の辺には、検出用基部 240F1 方向へ突出する複数の突起部 222H1 が形成されている。複数の突起部 222H1 は「固定側第 1 突起部」に相当する。複数の突起部 222H1 は、X 軸方向の長さ（幅）が 2W である。複数の突起部 222H1 は、検出用基部 220H1 の長尺方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。この間隔は、突起部 222H1 の幅 2W よりも長く設定されており、突起部 241F1 の配置間隔と同じである。

[0221] 複数の突起部 222H1 は、複数の突起部 241F1 に対して X 軸方向に幅 W だけが対向するように配置されている。言い換えれば、互いに対向する突起部 222H1 と突起部 241F1 は、その X 軸方向の中心位置が突起部 241F1、222H1 の幅の半分の長さだけ、X 軸方向にずれて配置されている。また、複数の突起部 222H1 と突起部 242F1 の X 軸方向の位置は同じである。さらに、複数の突起部 222H1 は、複数の突起部 241

F 1 に対して、Y 軸方向に沿った間隔 D 1 2 になるように配置されている。

[0222] 検出用基部 2 4 0 F 1 における Y 軸方向に他方側（Y 軸方向の正の方向）には、固定側の加速度検出子 2 0 2 1 1 の検出用基部 2 2 0 1 1 が配置されている。検出用基部 2 2 0 1 1 も X 軸方向に延びる長尺状である。固定側の検出用基部 2 2 0 1 1 は、可動側の検出用基部 2 4 0 F 1 から離間して配置されている。

[0223] 固定側の検出用基部 2 2 0 1 1 の検出用基部 2 4 0 F 1 側の辺には、検出用基部 2 4 0 F 1 方向へ突出する複数の突起部 2 2 1 1 1 が形成されている。複数の突起部 2 2 1 1 1 は「固定側第 2 突起部」に相当する。複数の突起部 2 2 1 1 1 は、X 軸方向の長さ（幅）が 2 W である。複数の突起部 2 2 1 1 1 は、検出用基部 2 2 0 1 1 の長尺方向（X 軸方向）に沿って所定の間隔で配置されている。この間隔は、突起部 2 2 1 1 1 の幅 2 W よりも長く設定されており、突起部 2 4 2 F 1 の配置間隔と同じである。

[0224] 複数の突起部 2 2 1 1 1 は、複数の突起部 2 4 2 F 1 に対して X 軸方向に幅 W だけが対向するように配置されている。言い換えれば、互いに対向する突起部 2 2 1 1 1 と突起部 2 4 2 F 1 は、その X 軸方向の中心位置が突起部 2 4 2 F 1, 2 2 2 1 1 の幅の半分の長さだけ、X 軸方向にずれて配置されている。また、複数の突起部 2 2 1 1 1 と突起部 2 4 1 F 1 の X 軸方向の位置は同じである。さらに、複数の突起部 2 2 2 1 1 は、複数の突起部 2 4 2 F 1 に対して、Y 軸方向に沿った間隔 D 1 2 になるように配置されている。

[0225] このような構成とすることで、可動側の突起部 2 4 1 F 1 と固定側の突起部 2 2 2 H 1 との対向面の幅が W であり対向面積が S 1 F 1 となって、対向距離が D 1 2 であることから、静電容量（キャパシタンス）C 1 F 1 が形成される。また、可動側の突起部 2 4 2 F 1 と固定側の突起部 2 2 1 1 1 との対向面の幅が W であり対向面積が S 2 F 1 (= S 1 F 1) となって、対向距離が D 1 2 であることから、静電容量（キャパシタンス）C 2 F 1 (= C 1 F 1) が形成される。また、静電容量形成部 2 4 3 F 1 と内側枠 1 0 1 A との対向面の面積が S 3 F となり、対向面の間隔が D 3 4 F (= D 3 4 D) と

なって静電容量（キャパシタンス） C_{3F1} が形成される。

[0226] これら静電容量 C_{1F1} 、 C_{2F1} 、 C_{3F1} は、内側枠101Aで導通しているので、可動側の加速度検出子204F1と固定側の加速度検出子220H1、220I1との間には、これらの静電容量 C_{1F1} 、 C_{2F1} 、 C_{3F1} を加算した合成静電容量（合成キャパシタンス）が生じることになる。そして、この静電容量 C_{1F1} 、 C_{2F1} 、 C_{3F1} の合成静電容量と、上述の静電容量 C_{1D1} 、 C_{2D1} 、 C_{3D1} の合成静電容量も加算されて更なる合成静電容量となる。

[0227] このような構成とすることで、X軸方向に振動が加わった場合に、次のように合成静電容量が変化する。

[0228] まず、加速度検出子240D1、240F1がX軸方向の正の方向に変位している時、突起部241D1と突起部222E1との対向面積が増加することで、この突起部241D1222E1間の静電容量は増加する。一方、突起部242D1と突起部221F1との対向面積が減少し、この突起部242D1と突起部221F1との間の静電容量は減少する。同様に、加速度検出子240D1240F1がX軸方向の正の方向に変位している時、突起部241F1と突起部222H1との対向面積が増加することで、この突起部241F1、222H1間の静電容量は増加する。一方、突起部242F1と突起部221I1との対向面積が減少し、この突起部242F1と突起部221I1との間の静電容量は減少する。そして、これらの静電容量の合成により、振動による合成静電容量の変化は相殺される。

[0229] ここで、図16に示すように、加速度検出子240D1、240F1がX軸方向の正の方向に変位して、その変位量がWの時には、突起部241D1と突起部222E1とが全幅2Wで対向して対向面積が最大値 S_{1D1}' になり、静電容量は最大値 C_{1D1}' になり、突起部242D1と突起部221F1とが対向しなくなり静電容量が生じなくなる。同様に、加速度検出子240D1、240F1がX軸方向の正の方向に変位して、その変位量がWの時には、突起部241F1と突起部222H1とが全幅2Wで対向して対

向面積が最大値 $S_{1F1'}$ になり、静電容量は最大値 $C_{1F1'}$ になり、突起部242F1と突起部221I1とが対向しなくなり静電容量が生じなくなる。

[0230] この時点まで、加速度検出子240D1, 240F1の突起部による合成静電容量は変化しない。

[0231] そして、加速度検出子240D1, 240F1がX軸方向の正の方向にさらに変位して、その変位量がWを超えると、突起部241D1と突起部222E1とによる静電容量、および突起部241F1と突起部222H1とによる静電容量が減少し、加速度検出子240D1, 240F1の突起部による合成静電容量も低下していってしまう。

[0232] 一方、図17に示すように、加速度検出子240D1, 240F1がX軸方向の負の方向に変位して、その変位量がWの時には、突起部242D1と突起部221F1とが全幅2Wで対向して対向面積が最大値 $S_{2D1''}$ になり、静電容量は最大値 $C_{2D1''}$ になり、突起部241D1と突起部222E1とが対向しなくなり静電容量が生じなくなる。同様に、加速度検出子240D1, 240F1がX軸方向の負の方向に変位して、その変位量がWの時には、突起部242F1と突起部221I1とが全幅2Wで対向して対向面積が最大値 $S_{2F1''}$ になり、静電容量は最大値 $C_{2F1''}$ になり、突起部241F1と突起部222H1とが対向しなくなり静電容量が生じなくなる。

[0233] この時点まで、加速度検出子240D1, 240F1の突起部による合成静電容量は変化しない。

[0234] そして、加速度検出子240D1, 240F1がX軸方向の負の方向にさらに変位して、その変位量がWを超えると、突起部242D1と突起部221F1とによる静電容量、および突起部242F1と突起部221I1とによる静電容量が減少し、加速度検出子240D1, 240F1の突起部による合成静電容量も低下していってしまう。

[0235] ここで、静電容量形成部243D1, 243F1は、X軸方向の変位の絶

対値がW内である時は、その静電容量C_{3D1}、C_{3F1}が、上述の突起部による静電容量よりも十分に小さくなるように設定されている。さらに、X軸方向の変位の絶対値がWよりも大きくなった時は、その静電容量C_{3D1}、C_{3F1}によって、上述の突起部による静電容量との合成静電容量に変化を与えることができるように設定されている。より具体的には、X軸方向の変位の絶対値がWよりも大きくなった場合に増加する静電容量C_{3D1}、C_{3F1}の変化量を、上述の変位量がWを超えた場合の加速度検出子240D1、240F1の突起部による合成静電容量の低下量と一致するように、静電容量形成部243D1、243F1の形状および位置を設定する。

[0236] この設定を、より具体的に数式とグラフで示すと、次のようになる。図18は、合成静電容量の変位量に対する変化を示すグラフである。図18(A)は突起部による合成静電容量を示す。図18(B)は静電容量形成部による静電容量を示す。図18(C)は隣接する可動側の加速度検出子と固定側の加速度検出子との合成静電容量を示す。

[0237] まず、突起部による合成静電容量は、次式から得られる。なお、以下の数式では、各部の厚みをBとする。また、数式では理論値を示している。

[0238] (i) 変位量 Δx がW内である場合 ($-W \leq \Delta x \leq +W$ の場合)

可動部の突起部と一方側の固定部の突起部との間で生じる静電容量C₁は、次式になる。この静電容量C₁は、例えば上述の突起部241D1と突起部222E1とによる静電容量等に相当する。

[0239] [数1]

$$C1 = \varepsilon \frac{B}{D12} (W + \Delta x) \quad - (式1)$$

[0240] また、可動部の突起部と一方側の固定部の突起部との間で生じる静電容量C₁は、次式になる。この静電容量C₁は、例えば上述の突起部242D1と突起部221F1とによる静電容量等に相当する。

[0241] [数2]

$$C2 = \varepsilon \frac{B}{D12} (W - \Delta x) \quad - (式2)$$

[0242] したがって、突起部による合成静電容量 C_{12} は、次式となる。

[0243] [数3]

$$C_{12} = C_1 + C_2 = 2\varepsilon \frac{BW}{D_{12}} \quad - (式3)$$

[0244] (i i) 変位量 Δx が W より大きく、 X 軸方向の正の方向に移動する場合 ($\Delta x \geq +W$ の場合、図16参照)

[0245] [数4]

$$C_1 = \varepsilon \frac{B}{D_{12}} (3W - \Delta x) \quad - (式4)$$

$$C_2 = 0 \quad - (式5)$$

$$C_{12} = C_1 + C_2 = \varepsilon \frac{B}{D_{12}} (3W - \Delta x) \quad - (式6)$$

[0246] (i i i) 変位量 Δx が W より大きく、 X 軸方向の負の方向に移動する場合 ($\Delta x \leq -W$ の場合、
図17参照)

[0247] [数5]

$$C_1 = 0 \quad - (式7)$$

$$C_2 = \varepsilon \frac{B}{D_{12}} (3W + \Delta x) \quad - (式8)$$

$$C_{12} = C_1 + C_2 = \varepsilon \frac{B}{D_{12}} (3W + \Delta x) \quad - (式9)$$

[0248] これにより、突起部による合成静電容量 C_{12} は、図18(A)に示すような特性となる。具体的には、図18(A)の破線に示すように、変位量 Δx が $-W$ から $+W$ の間では、合成静電容量は、一定値となる。変位量 Δx が $-W$ よりも小さく $+W$ よりも大きい(変位量 Δx の絶対値が W より大きい)と、合成静電容量は、変位量 Δx が0から遠ざかるほど単調減少する。

[0249] なお、現実には、可動部と固定部の隣接する突起部同士が対向していなくても、静電容量は発生するので、図18に示すような変位量 Δx を極大値(最大値)とし、変位量 Δx の絶対値が増加するほど曲線的に静電容量が低下する特性となる。

[0250] 一方、静電容量形成部による合成静電容量は、次式から得られる。なお、以下の数式では、各部の厚みをBとする。また、数式では理論値を示している。静電容量形成部による静電容量は、X軸方向の振動により、内側枠との間隔が変化するものであるので、数式は場合分けする必要はない。

[0251] 検出子保持部を介して一方の検出用基部に形成された静電容量形成部による静電容量C31は、次式になる。この静電容量C31は、例えば上述の静電容量形成部243F1と内側枠101Aとによる静電容量等に相当する。なお、S31は、静電容量形成部と内側枠との対向面積である。また、D34は、変位量 $\Delta x = 0$ の時の静電容量形成部と内側枠との間隔である。

[0252] [数6]

$$C_{31} = \varepsilon \frac{S_{31}}{(D_{34} - \Delta x)} \quad - (式10)$$

[0253] ここで、静電容量C31をテイラー展開すると、次式となる。

[0254] [数7]

$$C_{31} = \varepsilon \frac{S_{31}}{D_{34}} \left(1 + \frac{\Delta x}{D_{34}} + \left(\frac{\Delta x}{D_{34}} \right)^2 + \left(\frac{\Delta x}{D_{34}} \right)^3 + \dots \right) \quad - (式11)$$

[0255] 検出子保持部を介して一方の検出用基部に形成された静電容量形成部による静電容量C32は、次式になる。この静電容量C32は、例えば上述の静電容量形成部243D1と内側枠101Aとによる静電容量等に相当する。なお、S32は、静電容量形成部と内側枠との対向面積であり、 $S_{32} = S_{31}$ である。

[0256] [数8]

$$C_{32} = \varepsilon \frac{S_{32}}{(D_{34} + \Delta x)} \quad - (式12)$$

[0257] ここで、静電容量C32をテイラー展開すると、次式となる。

[0258] [数9]

$$C_{32} = \varepsilon \frac{S_{32}}{D_{34}} \left(1 - \frac{\Delta x}{D_{34}} + \left(\frac{\Delta x}{D_{34}} \right)^2 - \left(\frac{\Delta x}{D_{34}} \right)^3 + \dots \right) \quad - (式13)$$

[0259] ここで、 $S_{32} = S_{31}$ であるので、合成静電容量 $C_{30} = (C_{31} + C_{32})$ は、次式となる。

[0260] [数10]

$$C_{30} = \varepsilon \frac{S_{31}}{D_{34}} \left(1 + \left(\frac{\Delta x}{D_{34}} \right)^2 + \left(\frac{\Delta x}{D_{34}} \right)^4 + \dots \right) \quad - (式 14)$$

[0261] したがって、合成静電容量 $C_{30} = (C_{31} + C_{32})$ は、極小値を持つ偶関数となり、4次の項よりも高次項は、十分小さいとして無視できるので、式14は次式に近似することができる。

[0262] [数11]

$$C_{30} = \varepsilon \frac{S_{31}}{D_{34}} \left(1 + \left(\frac{\Delta x}{D_{34}} \right)^2 \right) \quad - (式 16)$$

[0263] これにより、静電容量形成部による合成静電容量 C_{30} は、図18(B)に示すような特性となる。具体的には、図18(B)に示すように、合成静電容量は、変位量 Δx が0の時に極小値（最小値）となり、変位量 Δx が0から遠ざかるほど単調増加する。

[0264] したがって、突起部による合成静電容量 C_{12} に静電容量形成部による合成静電容量 C_{30} を加算した加速度検出子としての合成静電容量 C_c は、次式となる。

[0265] (i) 変位量 Δx がW内である場合 ($-W \leq \Delta x \leq +W$ の場合)

[数12]

$$C_c = 2\varepsilon \frac{BW}{D_{12}} + \varepsilon \frac{S_{31}}{D_{34}} \left(1 + \left(\frac{\Delta x}{D_{34}} \right)^2 \right) \quad - (式 17)$$

[0266] (ii) 変位量 Δx がWより大きく、X軸方向の正の方向に移動する場合 ($\Delta x \geq +W$ の場合、図16参照)

[数13]

$$C_c = \varepsilon \frac{B}{D_{12}} (3W - \Delta x) + \varepsilon \frac{S_{31}}{D_{34}} \left(1 + \left(\frac{\Delta x}{D_{34}} \right)^2 \right) \quad - (式 18)$$

[0267] (i i i) 変位量 Δx が W より大きく、 X 軸方向の負の方向に移動する場合 ($\Delta x \leq -W$ の場合、図 17 参照)

[数14]

$$C_c = \varepsilon \frac{B}{D_{12}} (3W + \Delta x) + \varepsilon \frac{S_{31}}{D_{34}} \left(1 + \left(\frac{\Delta x}{D_{34}} \right)^2 \right) \quad - (式 19)$$

[0268] ここで、上述のように、静電容量形成部の形状を適宜設定することで、静電容量形成部による合成静電容量 C_{30} の増加率と、突起部による合成静電容量 C_{12} の減少率を略一致させる。この計算は、例えば、上述の (式 17)、(式 18)、(式 19) を用いて行えばよい。

[0269] このような設定を行うことで、振動によって生じる突起部による合成静電容量 C_{12} の減少量を、静電容量形成部による合成静電容量 C_{30} の増加量で補完することができる。これにより、図 18 (C) に示すように、突起部による合成静電容量 C_{12} と、静電容量形成部による合成静電容量 C_{30} とを加算してなる加速度検出子の合成静電容量 C_c は、変位量 Δx に依存することなく一定となる。

[0270] この際、静電容量形成部による合成静電容量 C_{30} は、変位量 Δx の絶対値が最大の時に最大値となり、変位量 Δx が最小 ($\Delta x = 0$) の時に最小値になるので、突起部の振動による静電容量 C_1 、 C_2 の 2 次成分と同じ周波数 (同じ周期) となる。

[0271] 図 19 (A) は、変位量 Δx と、突起部の振動による静電容量 C_1 、 C_2 の 1 次成分および 2 次成分と、静電容量形成部による静電容量 C_{30} との時間変化を示す図である。図 19 (B) は、変位量 Δx と、合成静電容量 C_c との時間変化を示す図である。

[0272] 図 19 (A) に示すように、静電容量 C_1 、 C_2 の 1 次成分は周波数が同じであって逆相である。したがって、これらを加算合成することで相殺される。また、静電容量 C_1 、 C_2 の合成静電容量の 2 次成分と、静電容量形成部による静電容量 C_{30} は周波数が同じであって逆相である。したがって、これらを加算合成することで相殺される。

- [0273] これにより、図19(B)に示すように、加速度検出子の合成静電容量 C_c は、変位量 Δx に依存することなく一定となる。
- [0274] なお、このような原理は、可動側の加速度検出子とこれを挟む固定側の加速度検出子との全ての組に共通で生じる。したがって、センサ素子全体として、加速度検出子の合成静電容量 C_c は、変位量 Δx に依存することなく一定となる。
- [0275] 以上のように、本実施形態の構成を用いることで、角速度検出用の振動による加速度検出部の静電容量の変化を防止できる。これにより、振動に影響されることなく、加速度を確実に検出することができる。
- [0276] また、検出子保持部の中心を通るY軸方向の軸に線対称に、静電容量形成部を形成していることが好ましい。中心線に対して対称の静電容量形成部を形成することにより、加速度検出部での容量変化による不要な奇数次高調波成分を発生させることなく、検出感度を高めることができる。
- [0277] 上述の複合センサは、例えば、概略的に次に示すような方法によって製造することができる。まず、例えば、絶縁性のシリコン基板の表面に低抵抗シリコン基板を薄膜で形成する。次に、この複合シリコン基板に対して、低抵抗シリコン基板側からドライエッチングを施し、固定部、支持梁、第1、第2質量部、連結部、第1～第4検出部、第1、第2駆動部等の機能部を、上述のパターンで形成する。この時、機能部の全体を囲むように、複合シリコン基板の外縁には枠状体を形成する。
- [0278] 次に、減圧雰囲気中で、ガラス材料等からなる蓋体を枠状体に接合し、機能部全体を気密封止する。その後、蓋体に対して、機能部の必要箇所を外部に接続するための導電性ビアホールを形成する。そして、蓋体に、導電性ビアホールに接続する外部接続導体を形成する。
- [0279] なお、上述の説明では、可動側の加速度検出子に静電容量形成部を形成する例を示したが、さらに、固定側の加速度検出子に静電容量形成部を形成してもよい。図20は、可動側の加速度検出子と固定側の加速度検出子とのより具体的なその他の構造を示す部分平面図である。

[0280] 図20に示す構造では、固定側の加速度検出子202E1'、202F1'、202H1'、202I1'の構造が、上述の図14に示した構造と異なるものであり、他の構成は同じである。したがって、同じ箇所の説明は省略し、異なる箇所のみを説明する。

[0281] 加速度検出子202E1'は、上述の加速度検出子202E1に対して、静電容量形成部223E1を追加したものである。静電容量形成部223E1は、検出用基部220E1における検出用保持部2051側の端部に形成されている。静電容量形成部223E1は、検出用保持部2051に対して所定面積で対向し、所定の間隔を置いている。静電容量形成部223E1は、X軸方向に沿って見た面積が、第1固定側検出用基部の面積もしくは第2固定側検出用基部の面積よりも広くなるように形成されている。これにより、静電容量形成部223E1と検出用保持部2051との間で静電容量C4D1が形成される。

[0282] 加速度検出子202F1'は、上述の加速度検出子202F1に対して、静電容量形成部223F1を追加したものである。静電容量形成部223F1は、検出用基部220F1における検出用保持部2051側の端部に形成されている。静電容量形成部223F1は、検出用保持部2051に対して所定面積で対向し、所定の間隔を置いている。静電容量形成部223F1は、X軸方向に沿って見た面積が、第1固定側検出用基部の面積もしくは第2固定側検出用基部の面積よりも広くなるように形成されている。これにより、静電容量形成部223F1と検出用保持部2051との間で静電容量C4D2が形成される。

[0283] 加速度検出子202H1'は、上述の加速度検出子202H1に対して、静電容量形成部223H1を追加したものである。静電容量形成部223H1は、検出用基部220H1における検出用保持部2051側の端部に形成されている。静電容量形成部223H1は、検出用保持部2051に対して所定面積で対向し、所定の間隔を置いている。静電容量形成部223H1は、X軸方向に沿って見た面積が、第1固定側検出用基部の面積もしくは第2

固定側検出用基部の面積よりも広くなるように形成されている。これにより、静電容量形成部 223H1 と検出用保持部 2051 との間で静電容量 C4F1 が形成される。

[0284] 加速度検出子 20211' は、上述の加速度検出子 20211 に対して、静電容量形成部 22311 を追加したものである。静電容量形成部 22311 は、検出用基部 22011 における検出用保持部 2051 側の端部に形成されている。静電容量形成部 22311 は、検出用保持部 2051 に対して所定面積で対向し、所定の間隔を置いている。静電容量形成部 22311 は、X 軸方向に沿って見た面積が、第 1 固定側検出用基部の面積もしくは第 2 固定側検出用基部の面積よりも広くなるように形成されている。これにより、静電容量形成部 22311 と検出用保持部 2051 との間で静電容量 C4F2 が形成される。

[0285] このような構成では、上述の静電容量形成部 243D1 と内側枠 101A による静電容量 C3D1 と、静電容量形成部 223E1, 223F1 と検出用保持部 2051 とによる静電容量 C4D1, C4D2 とを用いて、突起部 241D1, 222E1 との間および突起部 242D1, 221F1 との間の静電容量が振動によって減少することを抑制できる。

[0286] 同様に、上述の静電容量形成部 243F1 と内側枠 101A による静電容量 C3F1 と、静電容量形成部 223H1, 22311 と検出用保持部 2051 とによる静電容量 C4F1, C4F2 とを用いて、突起部 241F1, 222H1 との間および突起部 242F1, 22111 との間の静電容量が振動によって減少することを抑制できる。

[0287] このような固定側の突起部は、他の加速度検出子にも形成される。これにより、振動による加速度検出部の静電容量の変化を抑制できる。そして、図 20 の構造を用いることで、可動側の形状的な制限や加速度および角速度の検出性能等により、可動側の静電容量形成部と内側枠とによる静電容量が、振動による静電容量の減少を十分に補完できないような場合であっても、固定側の静電容量形成部による静電容量で確実に補完することができる。

[0288] また、上述の実施形態では、静電容量形成部を可動部側に形成する場合、可動部側および固定部側の双方に形成する場合を示したが、図21に示すように、固定部側のみに形成してもよい。

[0289] 図21は可動側の加速度検出子と固定側の加速度検出子とのより具体的なその他の第2の構造を示す部分平面図である。

[0290] 図21に示すように、固定部側の加速度検出子202E1'，202H1'は、図20に示した構造と同じである。可動部側の加速度検出子204D1'は、図20の加速度検出子204D1に対して、静電容量形成部243D1を省略したものである。可動部側の加速度検出子204F1'は、図20の加速度検出子204F1に対して、静電容量形成部243F1を省略したものである。

[0291] このような構成であっても、上述の実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

符号の説明

[0292] 1：センサ素子、
2：基板、
3A，3B，3C，3D，3E，3F：固定部、
4A，4B：支持梁、
5A，5B，5C，5D，5E，5F，5G，5H：連結部、
8：検出用IC、
10：第1質量部、
20：第2質量部、
11：第1検出部、
12：第2検出部、
13：第3検出部、
14：第4検出部、
30：第1駆動部、
31：固定部、

3 2 : 支持部材、
3 3 A, 3 3 B, 3 4 A, 3 4 B, 4 3 A, 4 3 B, 4 4 A, 4 4 B, 5 1
, 5 2, 6 1, 6 2 : 櫛歯部、
4 3 1 A, 4 3 1 B, 4 4 1 A, 4 4 1 B, 6 6 1 : 軸部、
4 3 2 A, 4 3 2 B, 4 4 2 A, 4 4 2 B, 6 6 2 : 歯部
4 0 : 第2 駆動部、
4 1 : 固定部、
4 2 : 支持部材、
5 0, 6 0 : モニタ部、
1 0 1 A, 1 0 1 B : 内枠部、
1 0 1 C, 1 0 1 D : 中心軸、
1 0 2 A, 1 0 2 B : 外枠部、
1 0 3 A, 1 0 3 B, 1 0 4 A, 1 0 4 B, 1 0 3 C, 1 0 3 C, 1 0 4 D
, 1 0 4 D : 連結部材、
1 1 1, 1 2 1, 1 3 1, 1 4 1 : 固定部、
1 1 2, 1 2 2, 1 3 2, 1 4 2 : 加速度検出部、
1 1 3, 1 2 3, 1 3 3, 1 4 3 : 角速度検出部、
2 0 1 A 1, 2 0 1 B 1, 2 0 1 A 2, 2 0 1 B 2, 2 0 1 A 3, 2 0 1 B
3, 2 0 1 A 4, 2 0 1 B 1, 2 0 5 1, 2 0 5 2, 2 0 5 3, 2 0 5 4 :
検出子保持部、
2 0 2 A 1 ~ 2 0 2 N 1, 2 0 4 A 1 ~ 2 0 4 J 1, 2 0 2 A 2 ~ 2 0 2 N
2, 2 0 4 A 2 ~ 2 0 4 J 2, 2 0 2 A 3 ~ 2 0 2 N 3, 2 0 4 A 3 ~ 2 0
4 J 3, 2 0 2 A 4 ~ 2 0 2 N 4, 2 0 4 A 4 ~ 2 0 4 J 4, 2 0 2 E 1 '
, 2 0 2 F 1 ', 2 0 2 H 1 ', 2 0 2 I 1 ', 2 0 4 D 1 ', 2 0 4 F 1
' : 加速度検出子、
2 2 0 A 1 ~ 2 2 0 D 1, 2 4 0 A 1 ~ 2 4 0 C 1 : 検出用基部、
2 2 1 B 1, 2 2 1 C 1, 2 2 1 D 1, 2 2 2 A 1, 2 2 2 B 1, 2 2 2 C
1, 2 4 1 A 1, 2 4 1 B 1, 2 4 1 C 1, 2 4 2 A 1, 2 4 2 B 1, 2 4

2 C 1 : 突起部、
2 4 3 A 1、2 4 3 B 1、2 4 3 C 1、2 4 3 D 1、2 4 3 F 1、2 2 3 E
1、2 2 3 F 1、2 2 3 H 1、2 2 3 I 1 : 静電容量形成部、
3 0 0 : 第3質量部、
4 0 0 : 第4質量部、
5 0 0、6 0 0 : 固定部、
3 0 1 1、3 0 2 1、3 0 1 2、3 0 2 2、3 0 1 3、3 0 2 3、3 0 1 4
、3 0 2 4 : 角速度検出子、
8 0 : 制御部、
8 1 : フィルタ、
8 2 A : 駆動用非反転増幅器、
8 2 B : 駆動用反転増幅器、
8 3 A、8 3 B : モニタ用増幅器、
8 4 : フィルタ、
8 4 0 : 差動増幅器、
8 5 : 位相シフタ、
9 1 A、9 1 B : 増幅器、
9 2 : 加算器、
9 3 : 減算器、
9 4 A、9 4 B : フィルタ、
9 5 A、9 5 B : 検波器、
9 6 A、9 6 B : 出力回路、
O U T a、O U T ω : 出力端子

請求の範囲

[請求項1]

基板と、

前記基板の一つの面に固定された固定部と、

前記基板の前記一つの面に平行な第1方向に振動可能な状態で前記基板に支持され、前記固定部と対向する可動部と、を備え、

前記可動部は、

前記第1方向に沿って延び、前記基板の前記一つの面に平行で且つ前記第1方向と直交する第2方向の両側にそれぞれ、第1の面および第2の面を有する可動側検出用基部と、

前記可動側検出用基部の前記第1の面から、前記第2方向の一方方向に突出する、可動側第1突起部と、

前記可動側検出用基部の前記第2の面から、前記第2方向の他方向に突出する、可動側第2突起部と、を有し、

前記固定部は、

前記可動側検出用基部における前記第2方向の両側にそれぞれ配置され、前記第1方向に沿って延びる、第1固定側検出用基部および第2固定側検出用基部と、

前記第1固定側検出用基部から前記可動側第1突起部側に突出する固定側第1突起部と、

前記第2固定側検出用基部から前記可動側第2突起部側に突出する固定側第2突起部と、を有し、

前記可動側第1突起部と前記固定側第1突起部との間の第1静電容量と、前記可動側第2突起部と前記固定側第2突起部との間の第2静電容量との合成静電容量の変化から、加速度検出信号を出力し、

前記可動側検出用基部、前記第1固定側検出用基部、および前記第2固定側検出用基部のいずれかにおける前記第1方向の端部に、前記可動部と前記固定部との間の第3静電容量を生じる静電容量形成部が配置されている、

センサ素子。

[請求項2]

基板と、

前記基板の一つの面に固定された固定部と、

前記基板の前記一つの面に平行な第1方向に振動可能な状態で前記基板に支持され、前記固定部と対向する可動部と、を備え、

前記可動部は、

前記第1方向に沿って延び、前記基板の前記一つの面に平行で且つ前記第1方向と直交する第2方向の両側にそれぞれ、第1の面および第2の面を有する可動側検出用基部と、

前記可動側検出用基部の前記第1の面から、前記第2方向の一方向に突出する、可動側第1突起部と、

前記可動側検出用基部の前記第2の面から、前記第2方向の他方向に突出する、可動側第2突起部と、を有し、

前記固定部は、

前記可動側検出用基部における前記第2方向の両側にそれぞれ配置され、前記第1方向に沿って延びる、第1固定側検出用基部および第2固定側検出用基部と、

前記第1固定側検出用基部から前記可動側第1突起部側に突出する固定側第1突起部と、

前記第2固定側検出用基部から前記可動側第2突起部側に突出する固定側第2突起部と、を有し、

前記可動側第1突起部と前記固定側第1突起部との間の第1静電容量と、前記可動側第2突起部と前記固定側第2突起部との間の第2静電容量との合成静電容量の変化から、加速度検出信号を出力し、

前記可動側検出用基部、前記第1固定側検出用基部、および前記第2固定側検出用基部のいずれかにおける前記第1方向の端部に、静電容量形成部が配置され、

前記静電容量形成部の前記第2方向に沿った幅が、前記可動側検出

用基部、前記第 1 固定側検出用基部、および前記第 2 固定側検出用基部のうち前記静電容量形成部が配置されたものの前記第 2 方向に沿った幅に比べて、大きい、

センサ素子。

[請求項3]

前記可動部および前記固定部それぞれに、

前記静電容量形成部を備える、請求項 1 または請求項 2 に記載のセンサ素子。

[請求項4]

前記可動部は、前記可動側検出用基部の前記第 1 方向の一方端に、前記第 2 方向に沿って延びる可動側保持部を有し、

前記固定部は、前記第 1 固定側検出用基部および前記第 2 固定側検出用基部の前記第 1 方向の他方端に、前記第 2 方向に沿って延びる固定側保持部を有し、

前記可動側検出用基部、前記第 1 固定側検出用基部、および前記第 2 固定側検出用基部は、前記第 1 方向において前記可動側保持部と前記固定側保持部との間に配置されており、

前記静電容量形成部は、前記可動側検出用基部における前記第 1 方向の他方端に配置されている、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のセンサ素子。

[請求項5]

前記可動部は、前記可動側検出用基部の前記第 1 方向の一方端に、前記第 2 方向に沿って延びる可動側保持部を有し、

前記固定部は、前記第 1 固定側検出用基部および前記第 2 固定側検出用基部の前記第 1 方向の他方端に、前記第 2 方向に沿って延びる固定側保持部を有し、

前記可動側検出用基部、前記第 1 固定側検出用基部および前記第 2 固定側検出用基部は、前記第 1 方向において前記可動側保持部と前記固定側保持部との間に配置されており、

前記静電容量形成部は、前記第 1 固定側検出用基部および前記第 2 固定側検出用基部における前記第 1 方向の一方端に配置されている、

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のセンサ素子。

[請求項6] 前記可動側検出用基部が、前記可動側保持部における前記第 1 方向の両側に形成され、

前記静電容量形成部が、前記可動側保持部の両側に、前記第 2 方向を軸として線対称に配置されている、

請求項 4 または請求項 5 に記載のセンサ素子。

[請求項7] 前記基板に対して隙間を有した状態で前記第 2 方向に配列された第 1 質量部および第 2 質量部と、

前記第 1 方向に沿って、前記第 1 質量部と前記第 2 質量部を互いの振動が逆相になるように振動可能に支持する支持梁と、を備え、

前記第 1 質量部は、前記固定部および前記可動部を有し、第 1 加速度検出信号を出力し、

前記第 2 質量部は、前記固定部および前記可動部を有し、第 2 加速度検出信号を出力する、

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載のセンサ素子。

[請求項8] 前記第 1 質量部は、前記第 1 方向および前記第 2 方向に直交する第 3 方向周りの角速度による第 1 角速度検出信号を出力し、

前記第 2 質量部は、前記第 3 方向周りの角速度による第 2 角速度検出信号を出力し、

前記第 1 角速度検出信号および前記第 2 角速度検出信号の位相関係と、前記第 1 加速度検出信号および前記第 2 加速度検出信号の位相関係が逆になるように出力する構造からなる、

請求項 7 に記載のセンサ素子。

[請求項9] 請求項 8 に記載のセンサ素子と、

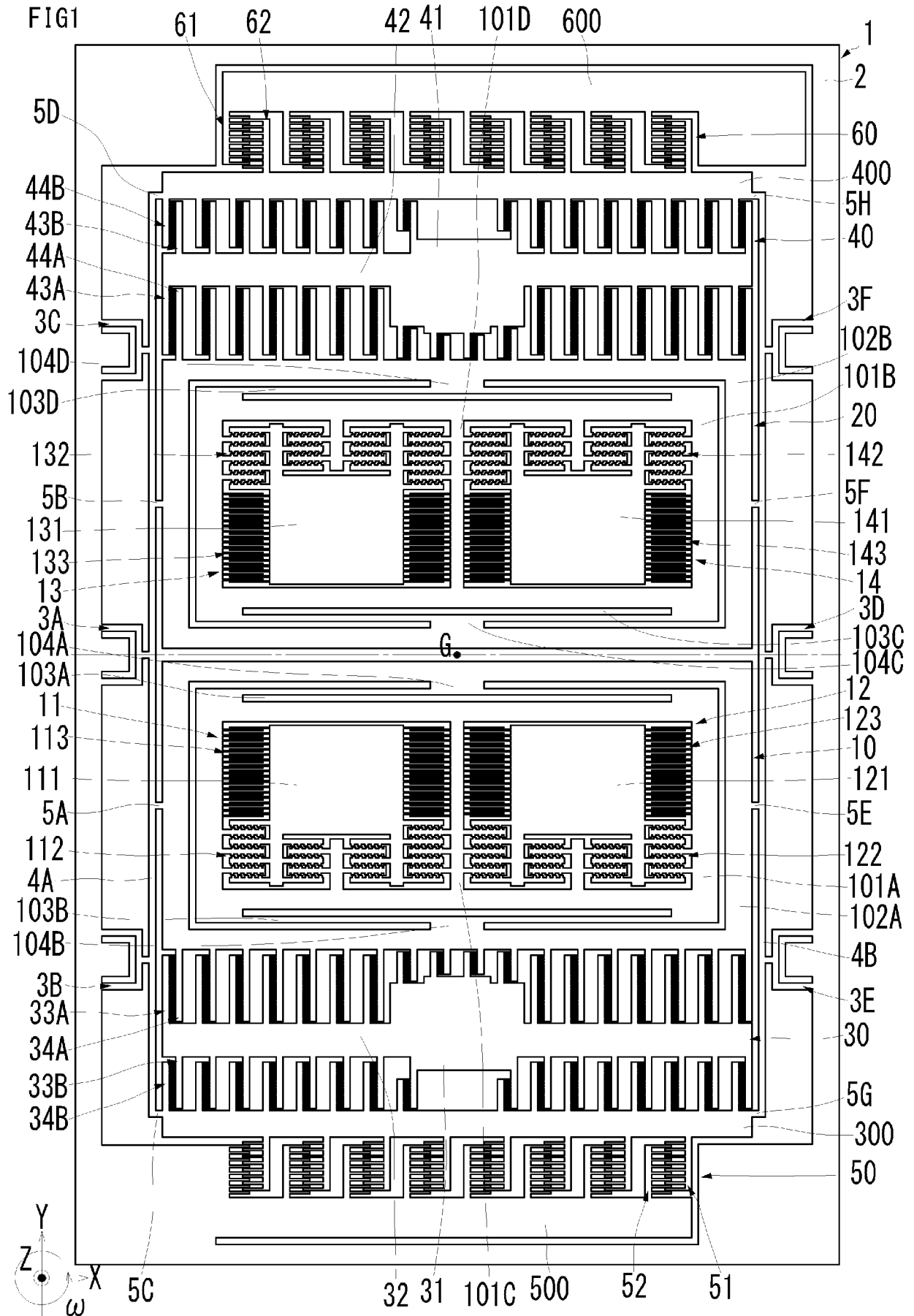
前記第 1 角速度検出信号および前記第 1 加速度検出信号を含む第 1 検出信号と、前記第 2 角速度検出信号および前記第 2 加速度検出信号を含む第 2 検出信号とを加算する加算部と、

前記第 1 検出信号と前記第 2 検出信号とを減算する減算部と、

を備えた複合センサ。

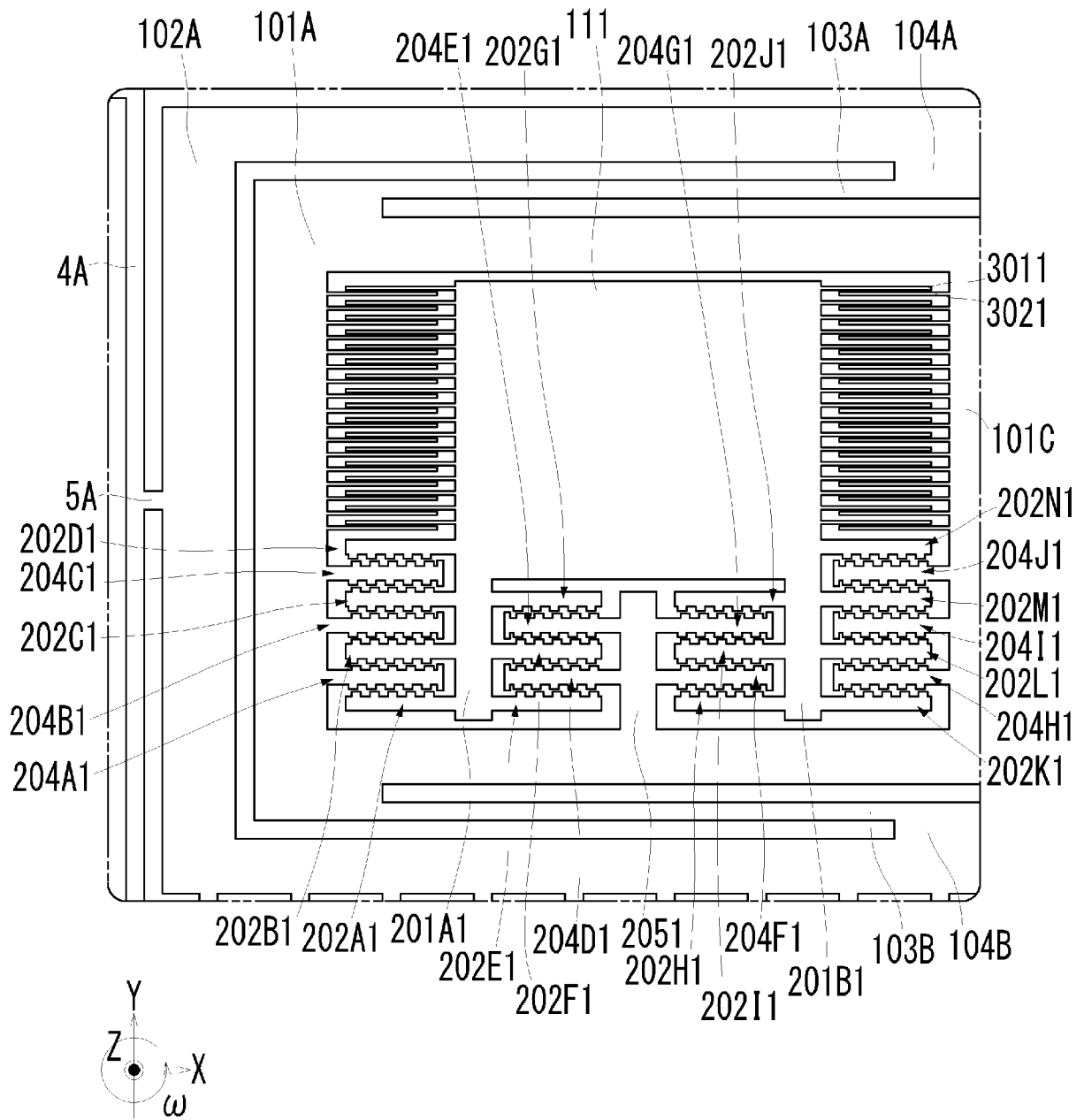
[図1]

FIG1

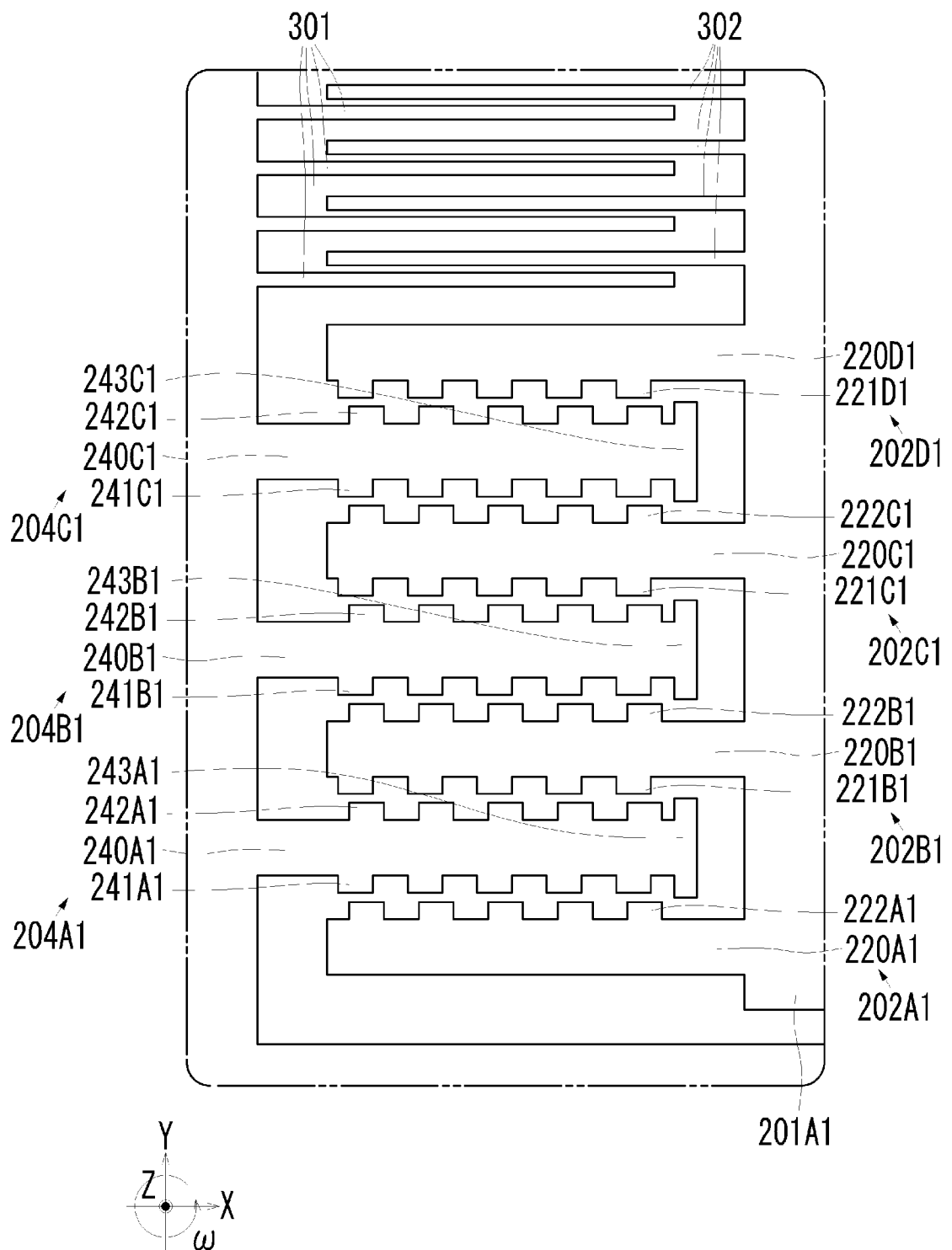


[図2]

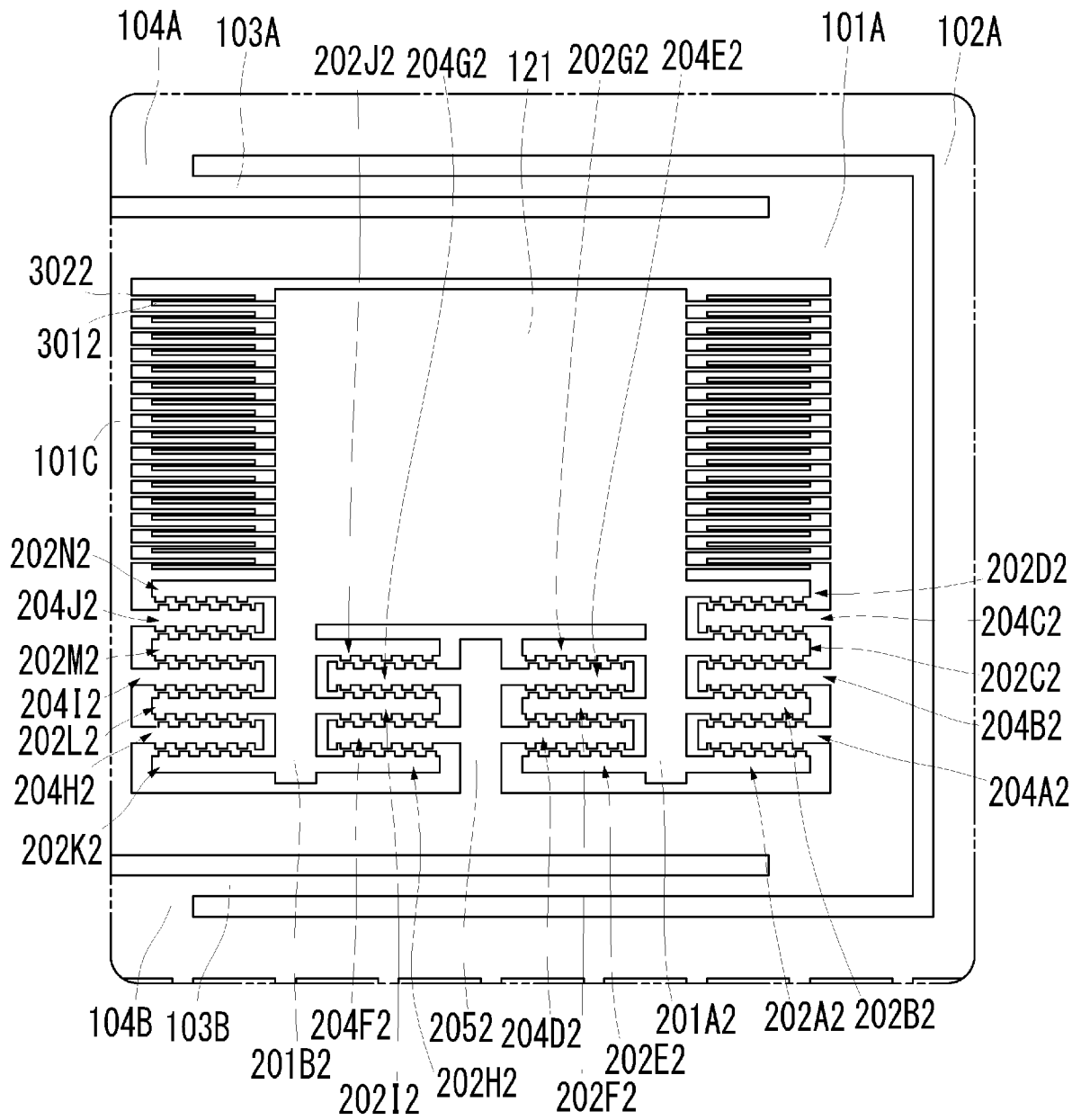
FIG2



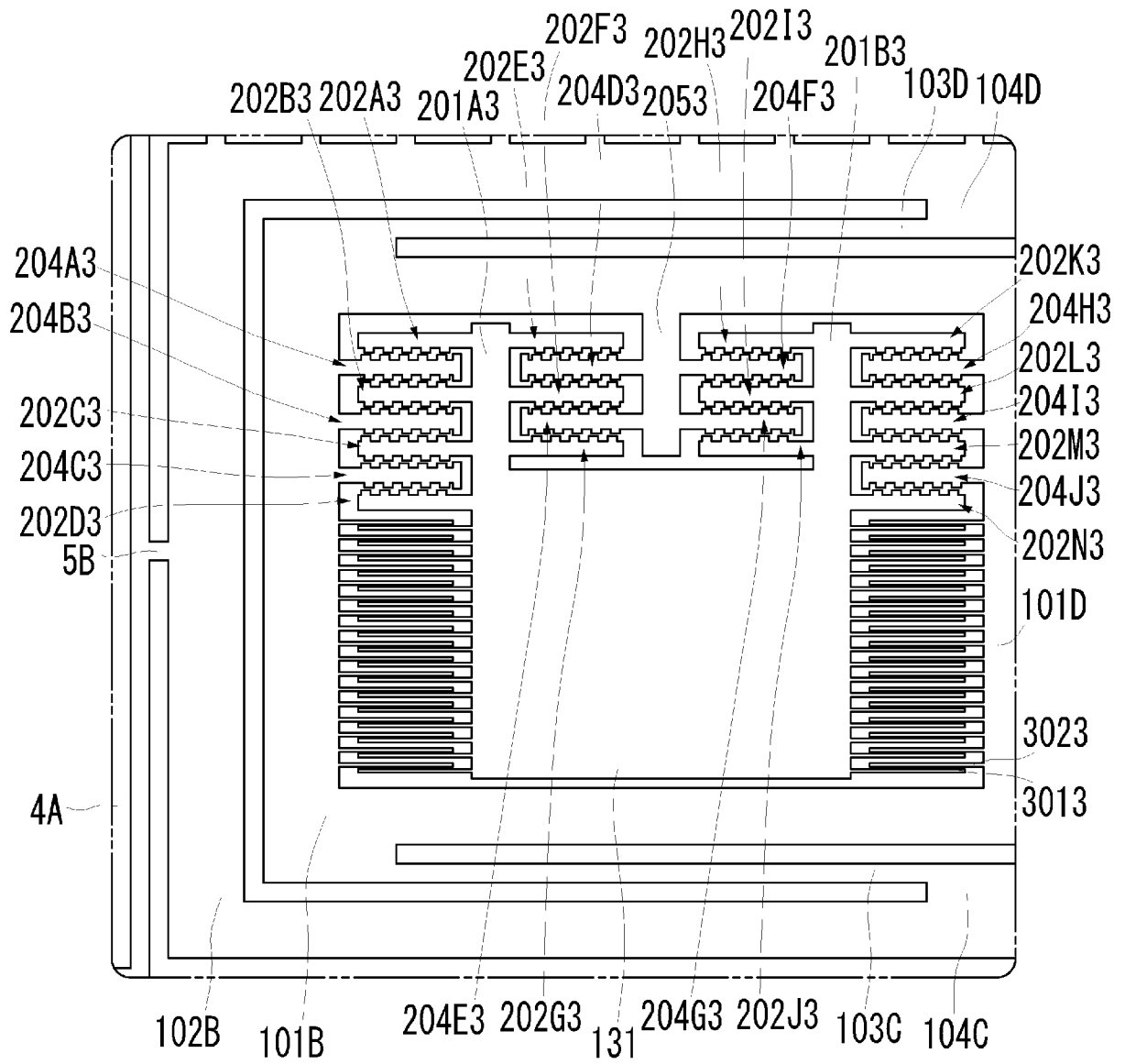
[図3]
FIG3



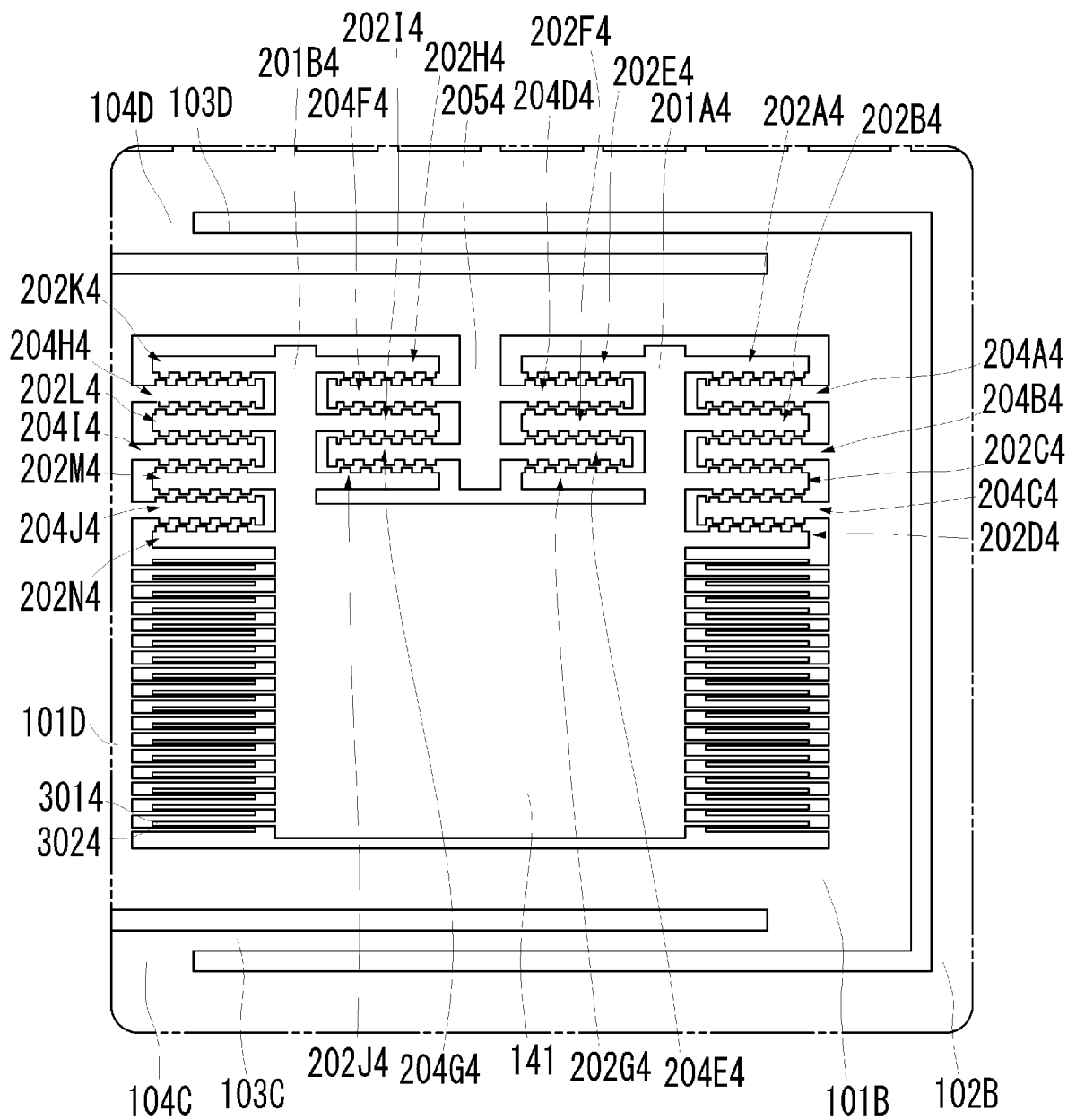
[図4]
FIG4



[図5]
FIG5

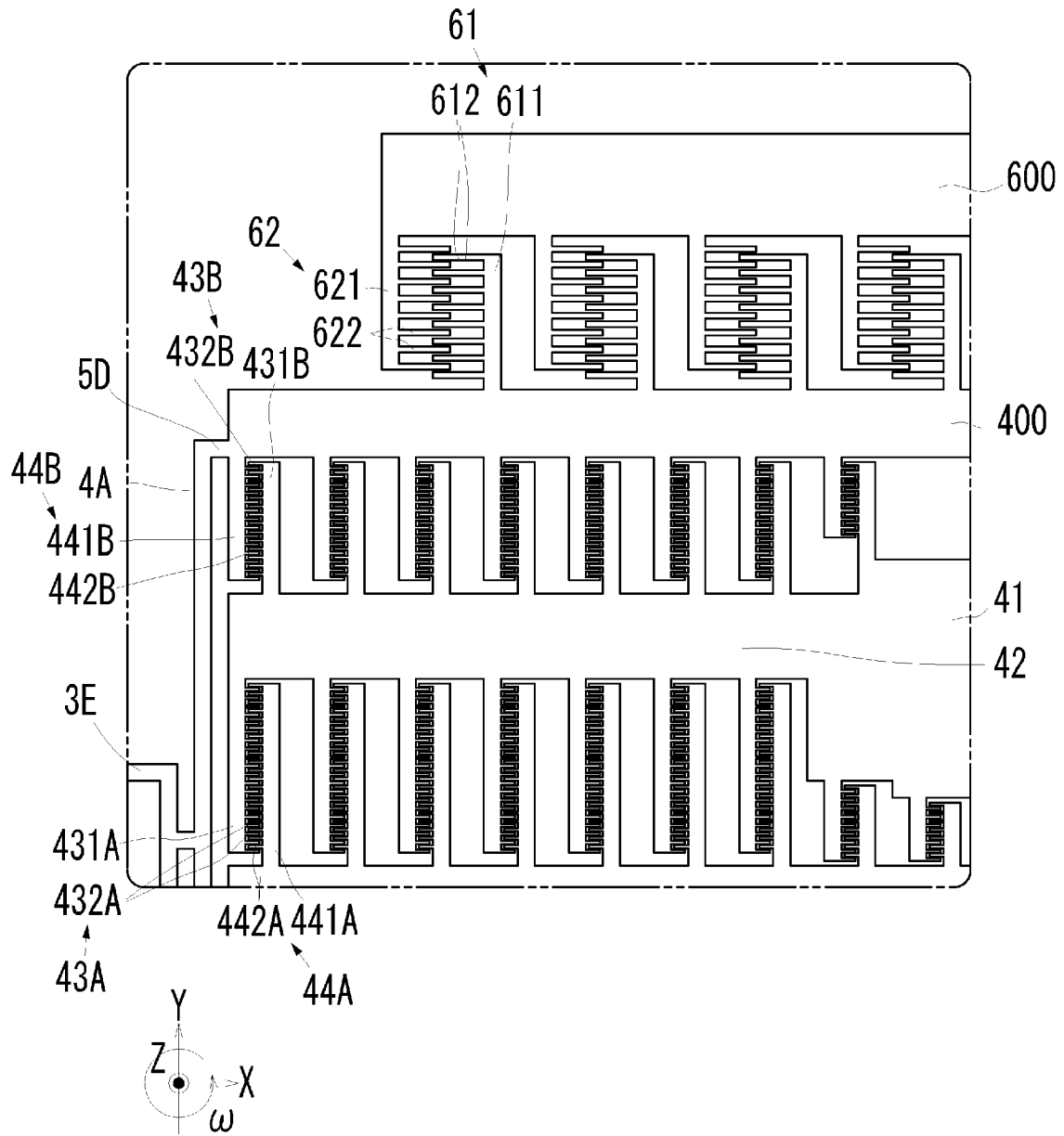


[図6]
FIG6

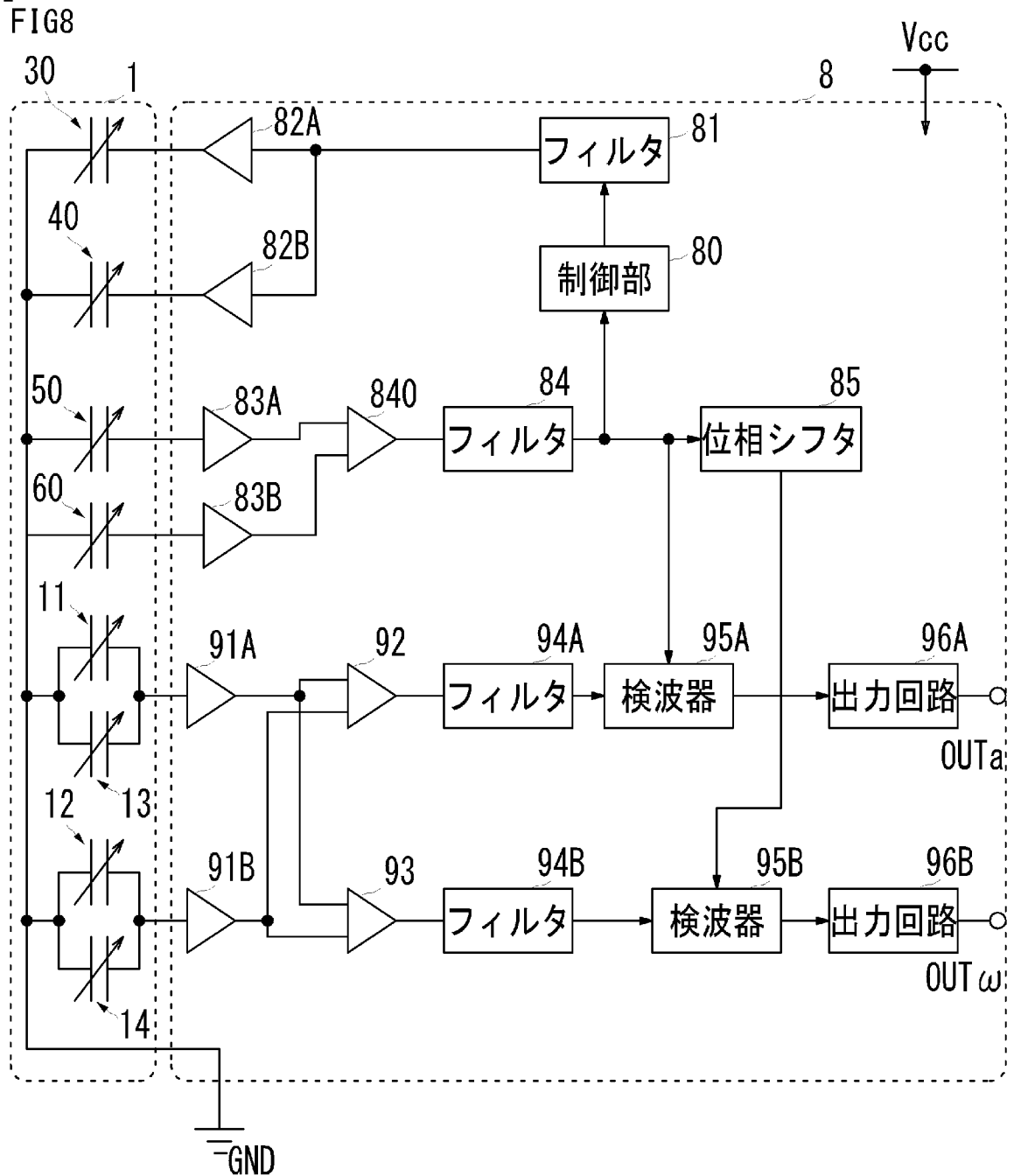


[図7]

FIG7

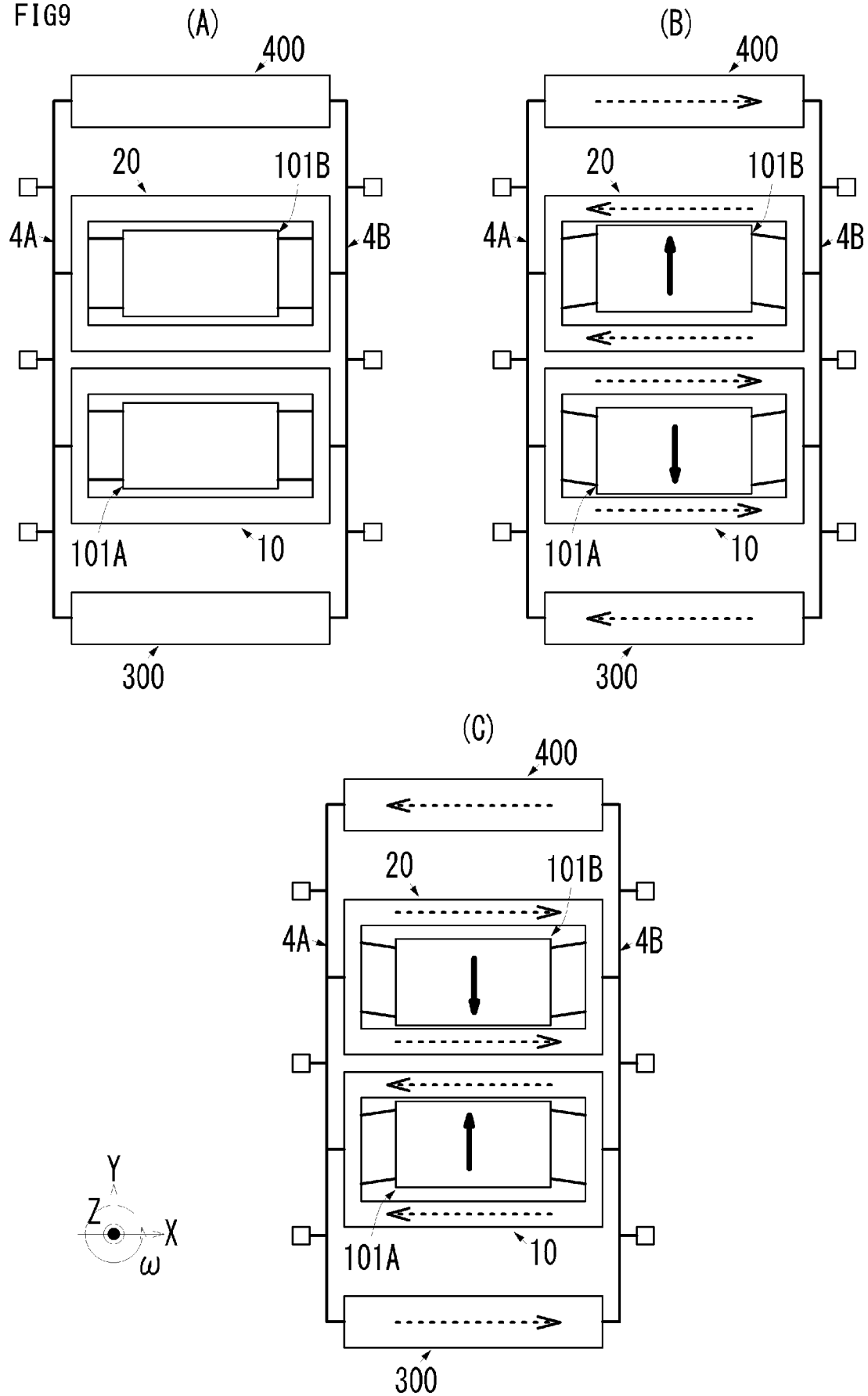


[図8]

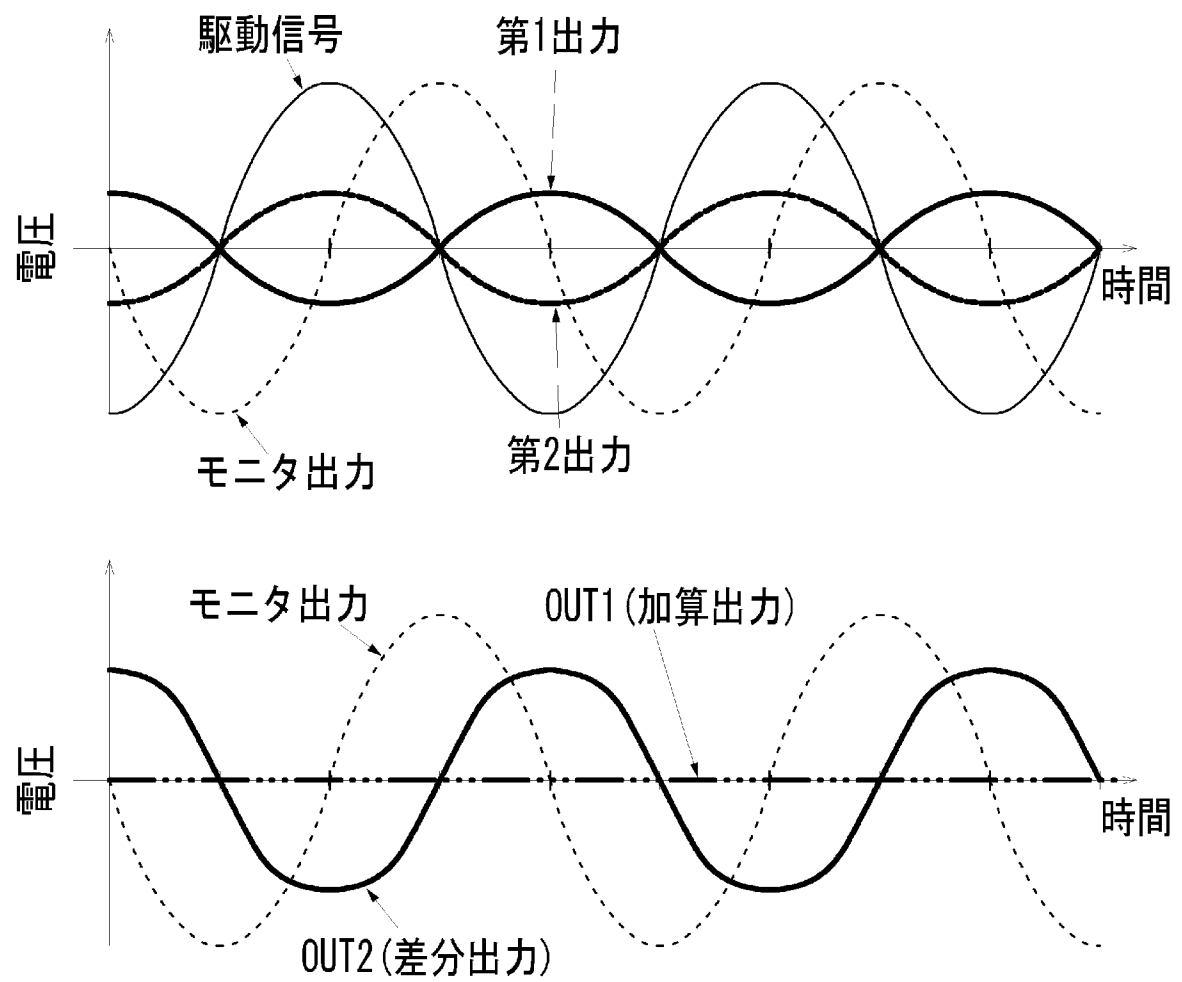


[図9]

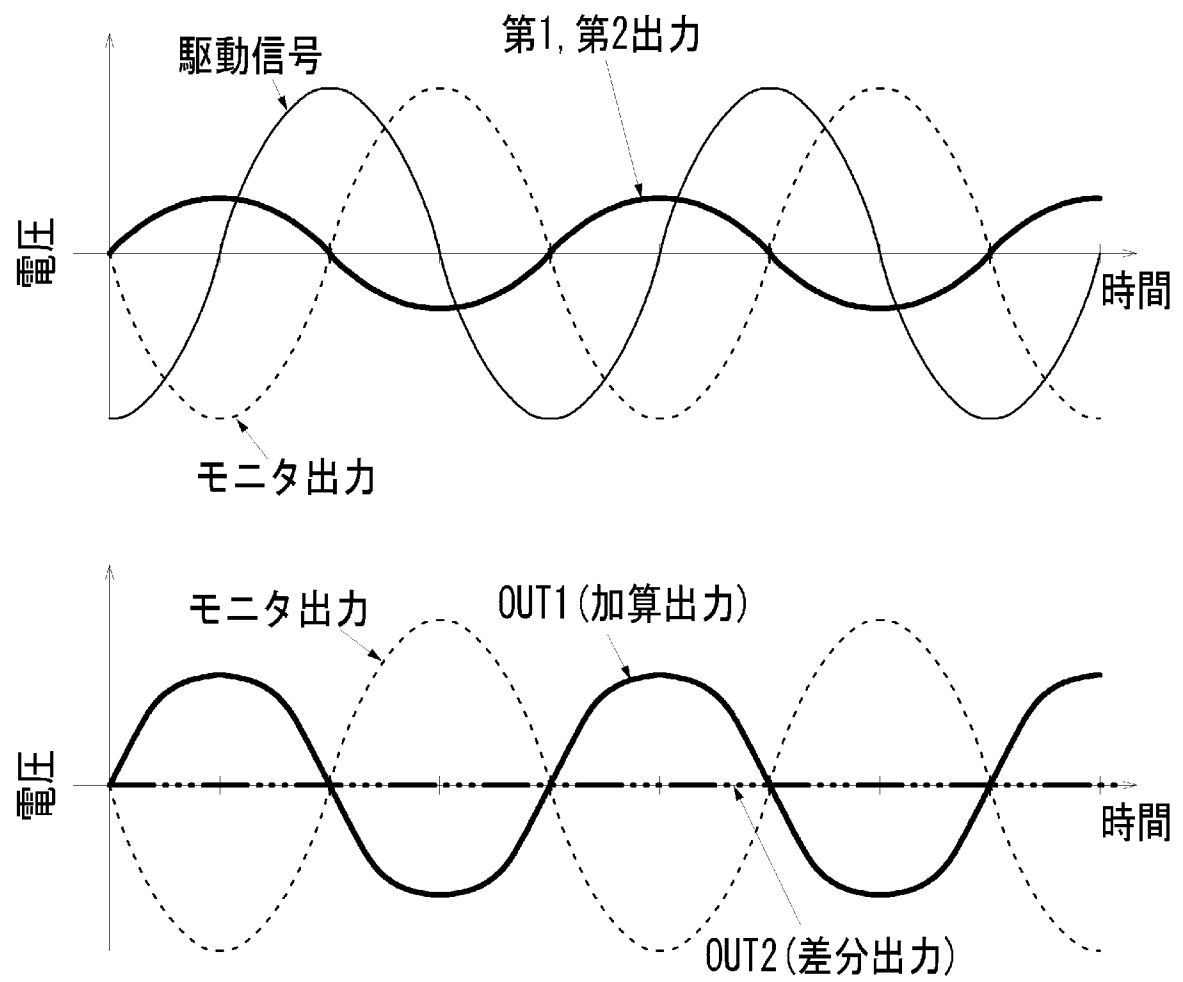
FIG9



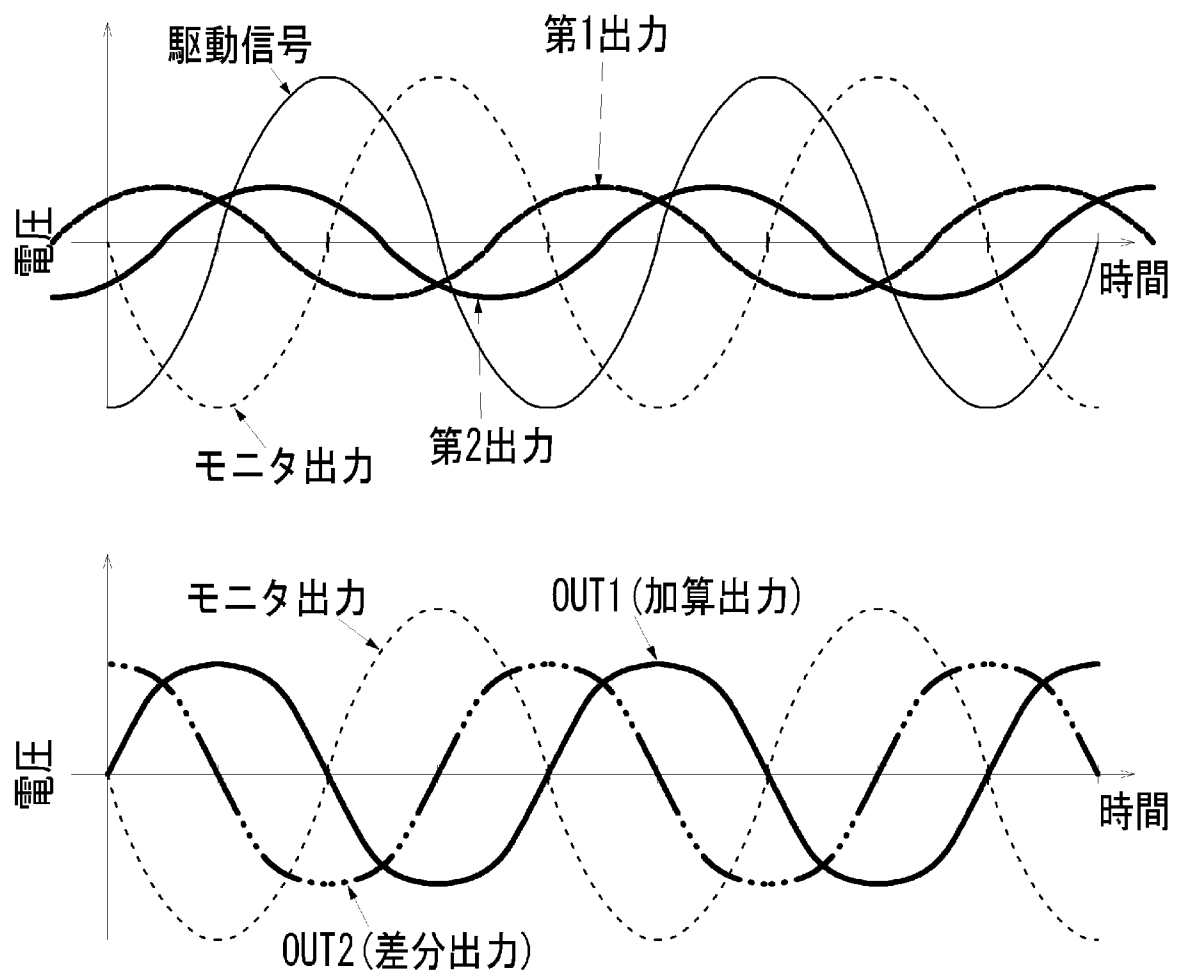
[図11]
FIG11



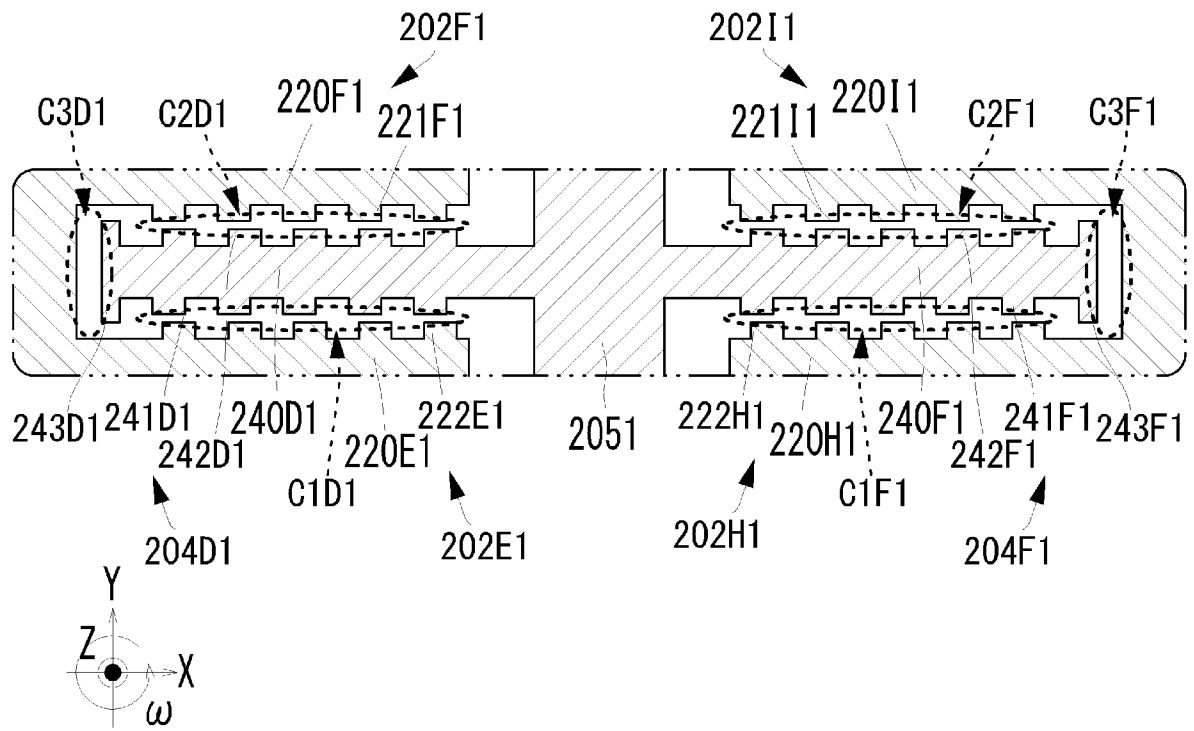
[図12]
FIG12



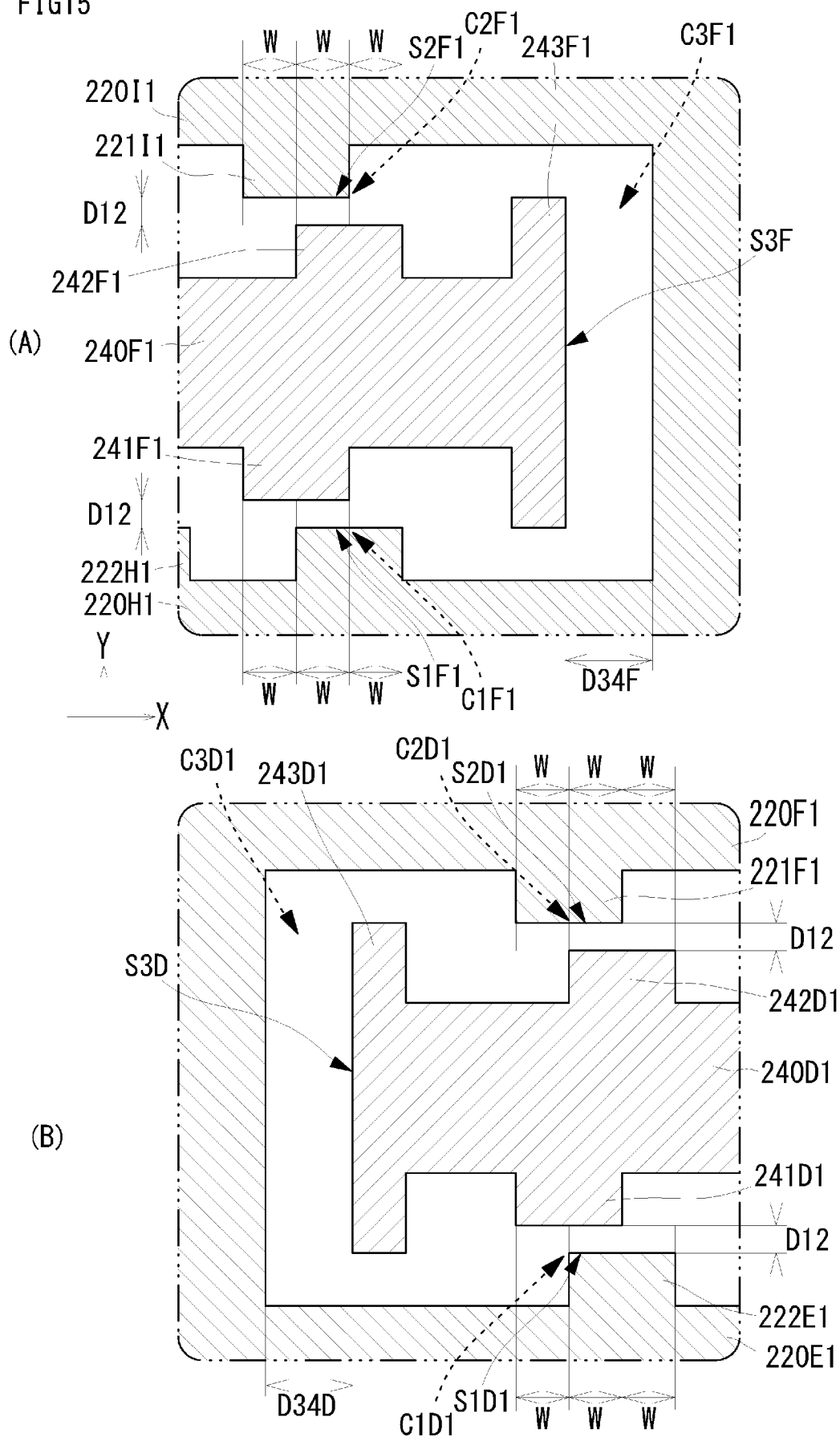
[図13]
FIG13



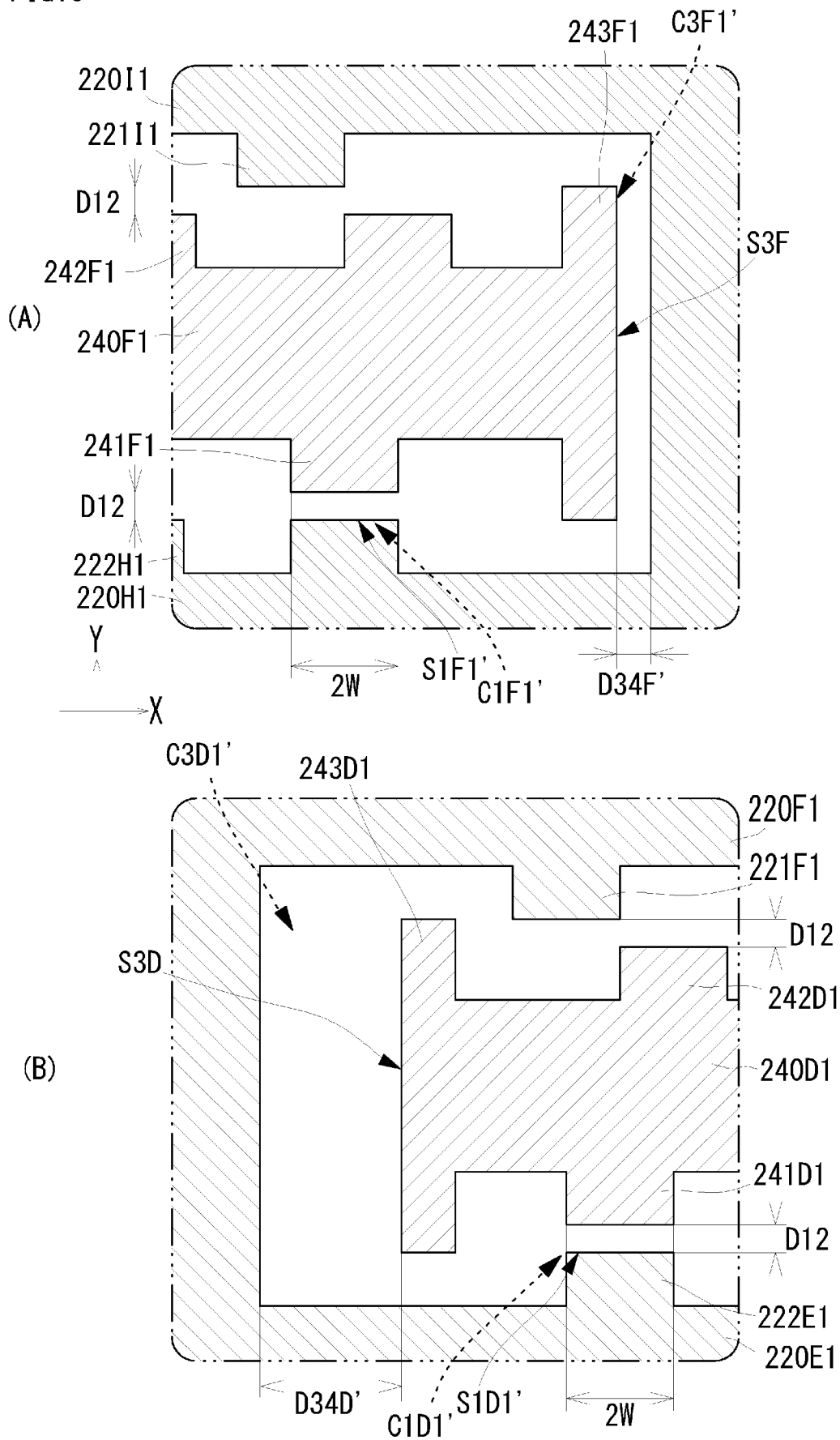
[図14]
FIG14



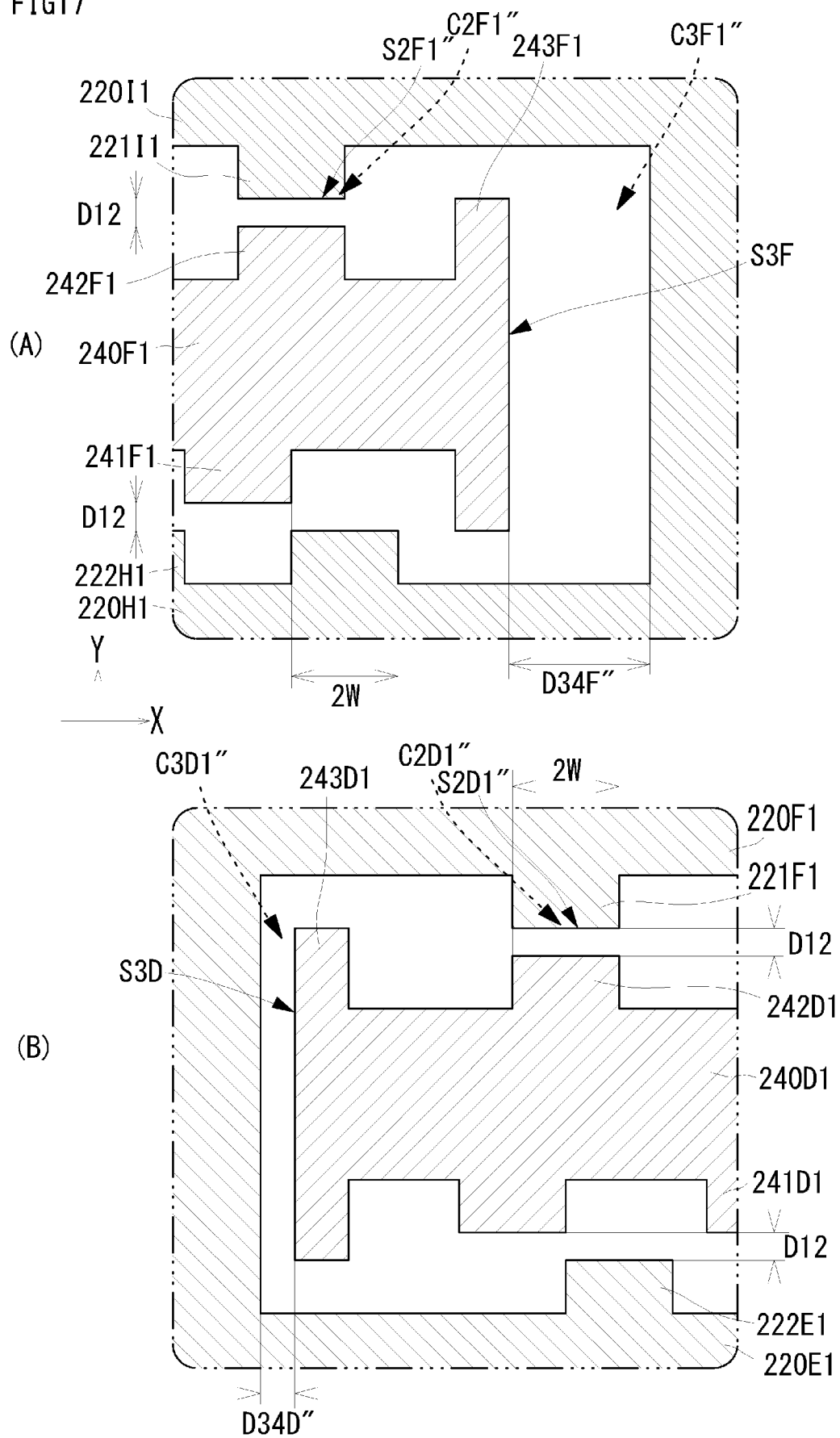
[図15]
FIG15



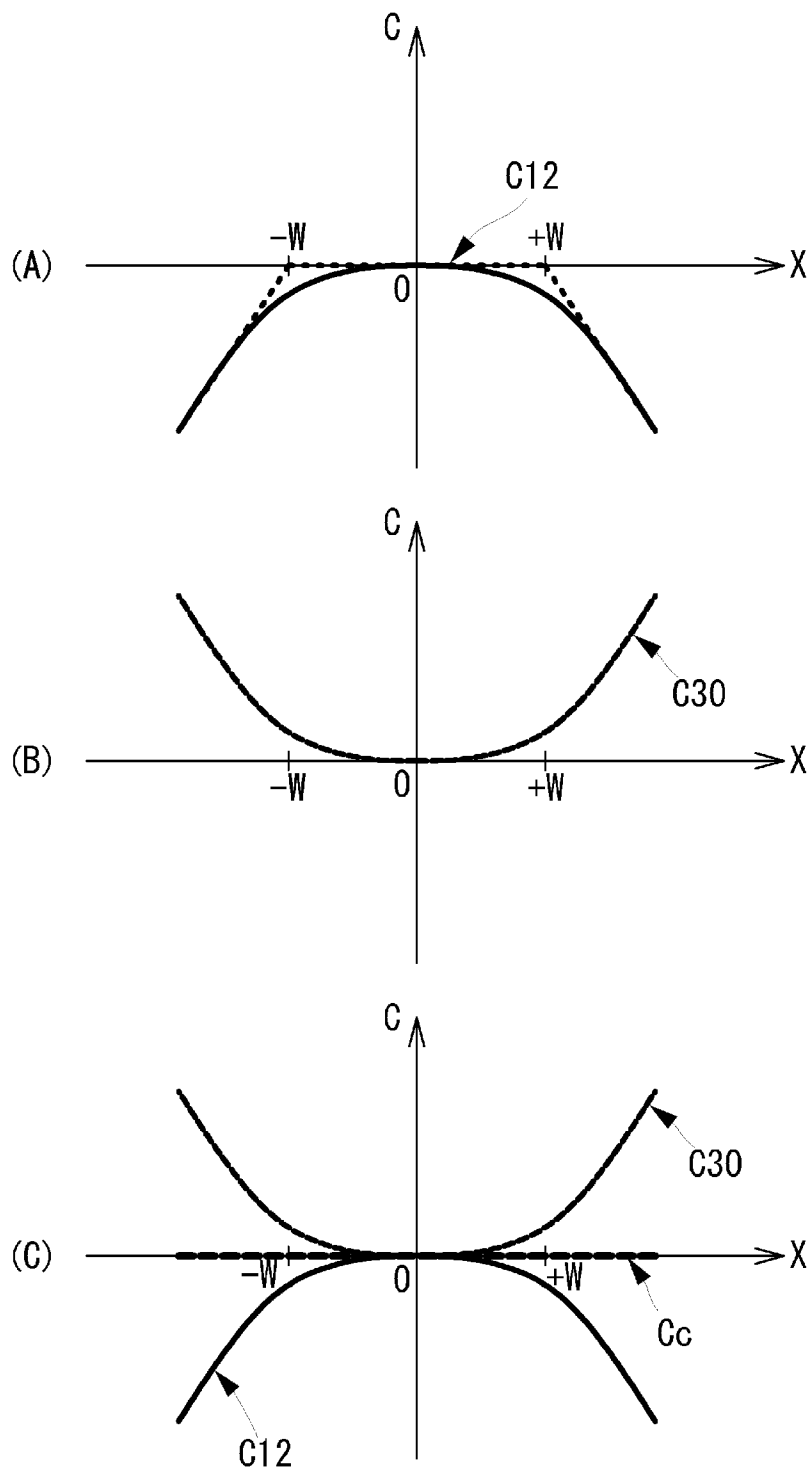
[図16]
FIG16



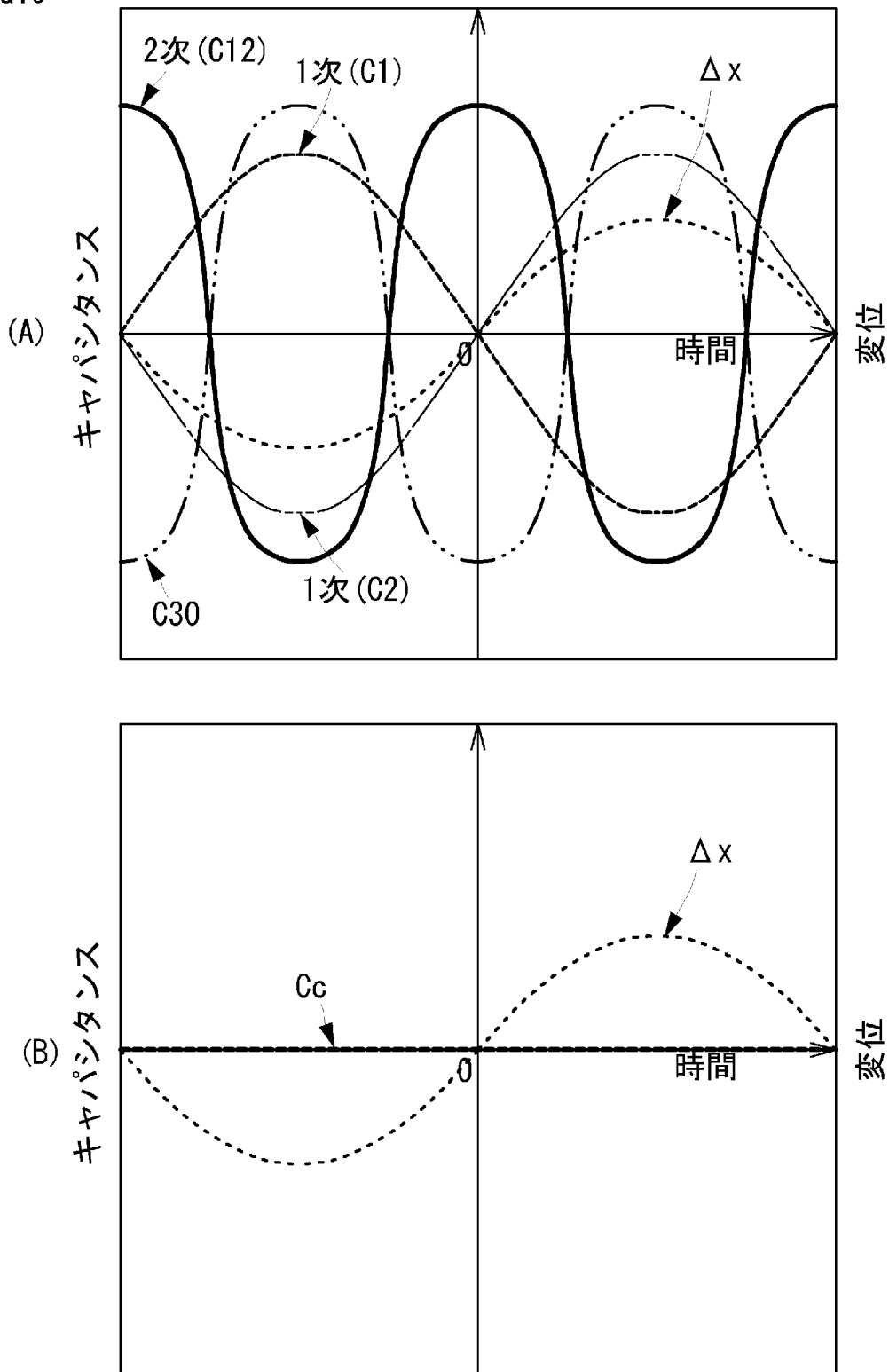
[図17]
FIG17



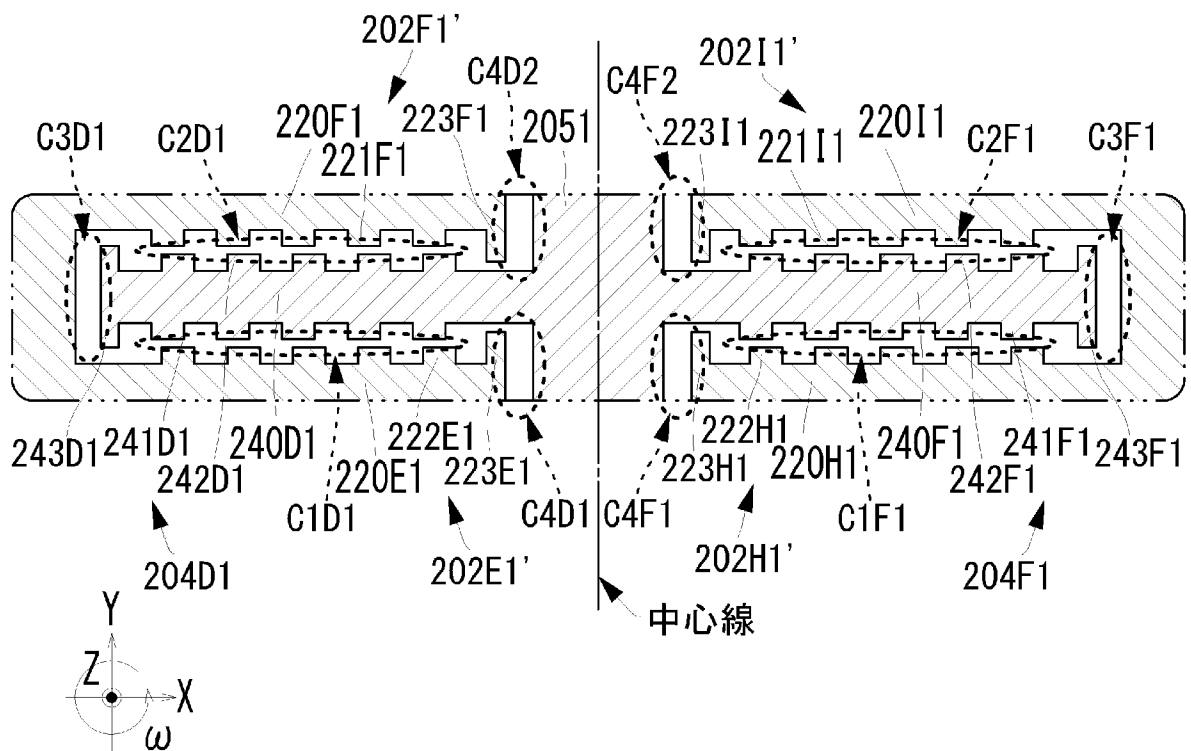
[図18]
FIG18



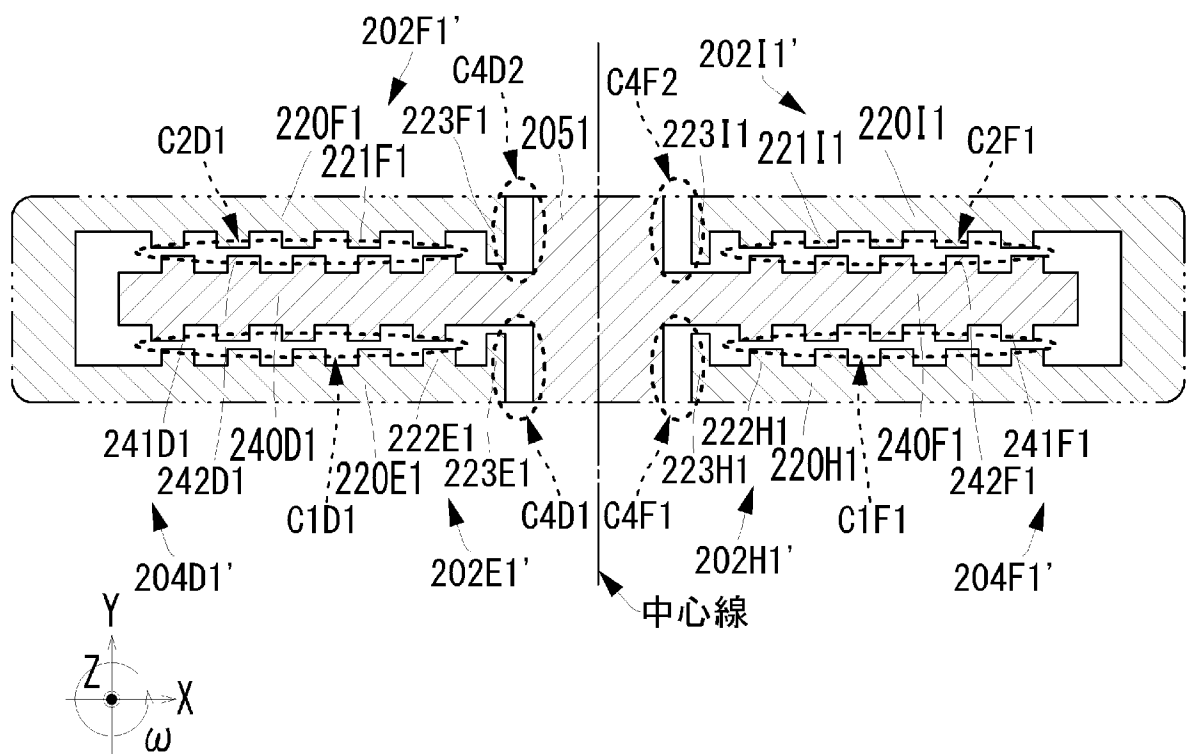
[図19]
FIG19



[図20]
FIG20

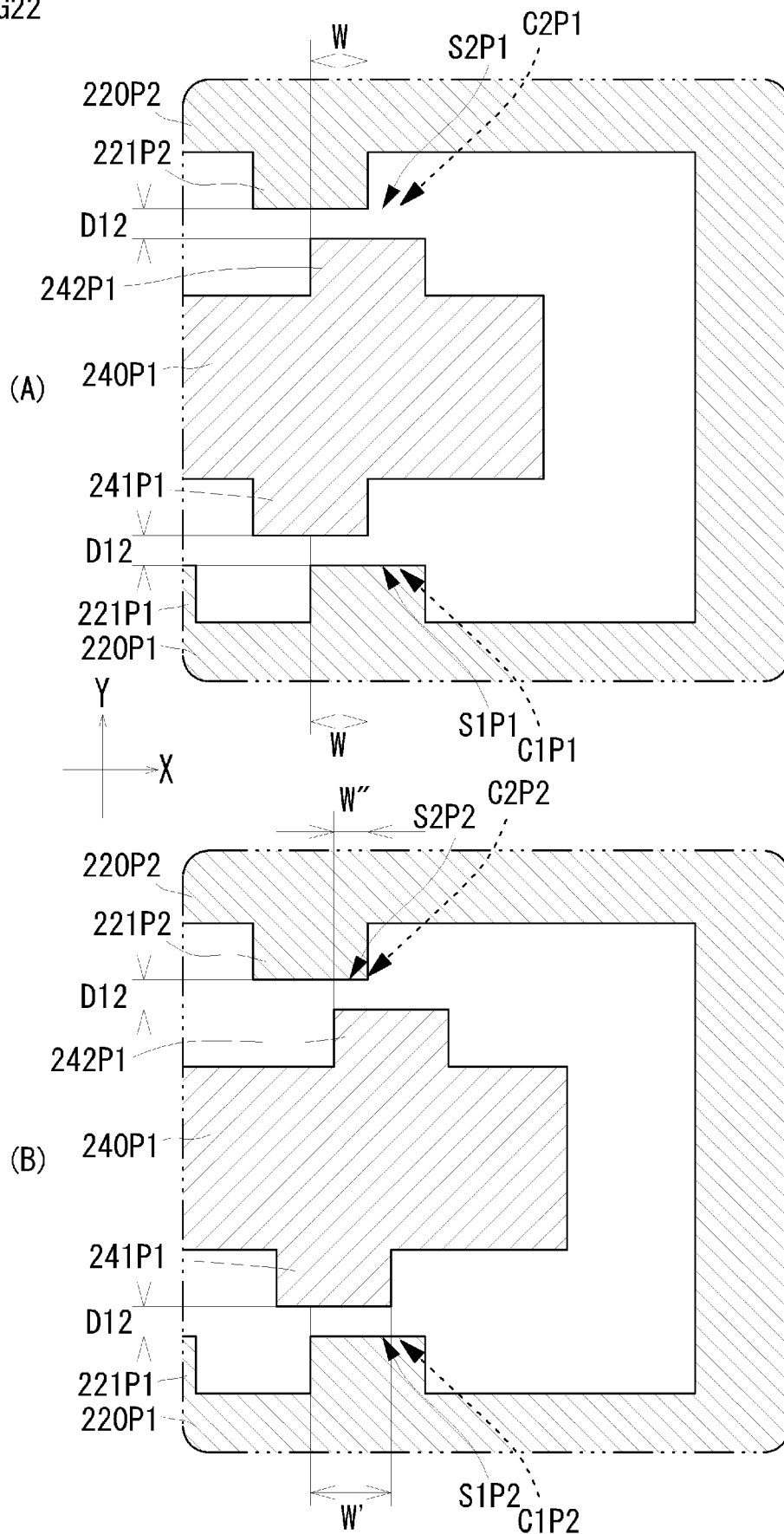


[図21]
FIG21

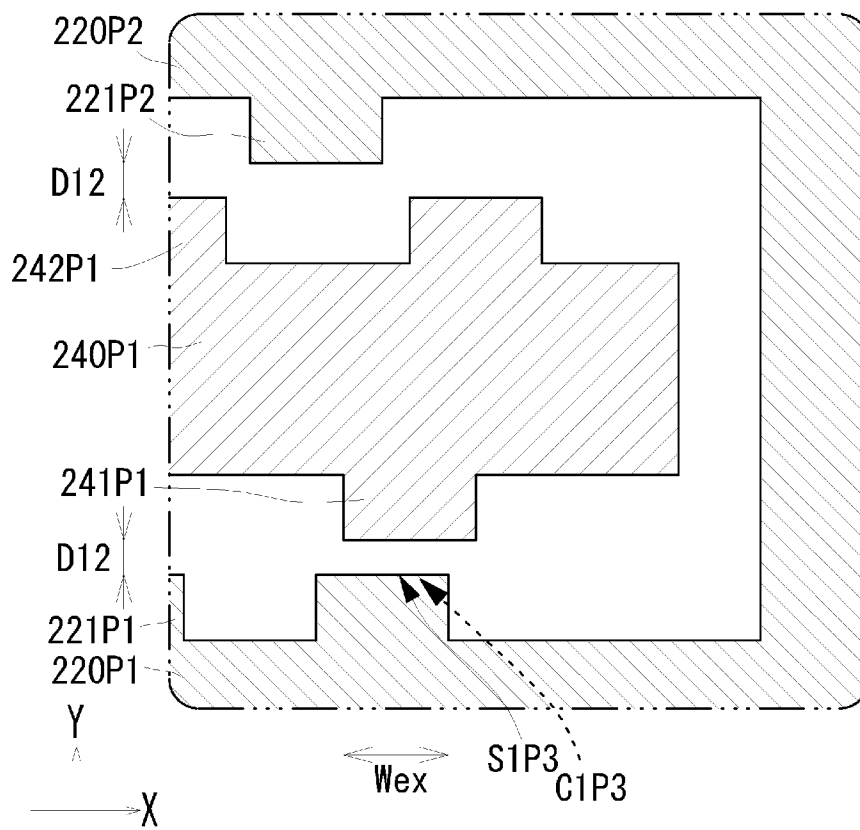


[図22]

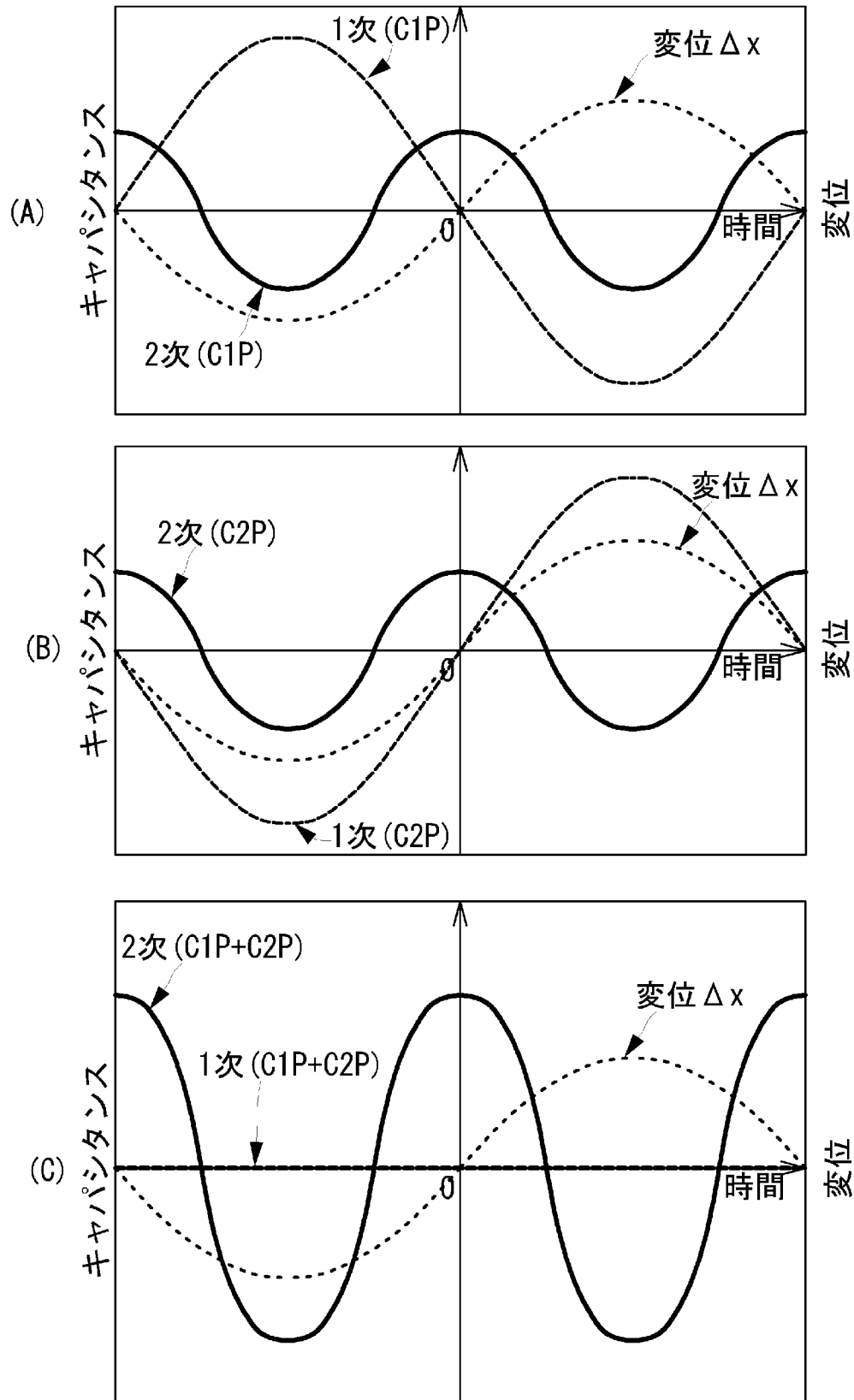
FIG22



[図23]
FIG23



[図24]
FIG24



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083020

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P15/125(2006.01)i, G01C19/5726(2012.01)i, G01C19/5747(2012.01)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, G01C19/5726, G01C19/5747, 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.
Y	JP 2004-163376 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 10 June 2004 (10.06.2004), paragraphs [0065] to [0142], [0256]; fig. 1 to 10 & US 2003/0131664 A1 & GB 2384054 A & DE 10300682 A & CN 1431466 A	1-9
Y	JP 2000-266777 A (Ritsumeikan), 29 September 2000 (29.09.2000), paragraphs [0008] to [0009]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-9
Y	WO 2011/158348 A1 (Toyota Motor Corp.), 22 December 2011 (22.12.2011), entire text; all drawings & US 2012/0013355 A1 & EP 2584312 A1 & CN 102510995 A	1-9

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

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

Date of the actual completion of the international search
21 February, 2014 (21.02.14)

Date of mailing of the international search report
04 March, 2014 (04.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083020

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 2007-333467 A (Hitachi, Ltd.), 27 December 2007 (27.12.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2008-545988 A (Custom Sensors & Technologies, Inc.), 18 December 2008 (18.12.2008), entire text; all drawings & US 2006/0272409 A1 & EP 1899680 A & WO 2006/132775 A1	1-9

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, G01C19/5726(2012.01)i, G01C19/5747(2012.01)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, G01C19/5726, G01C19/5747, 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
Y	JP 2004-163376 A（株式会社村田製作所） 2004. 06. 10 段落【0065】－【0142】、【0256】、【図1】－【図10】 & US 2003/0131664 A1 & GB 2384054 A & DE 10300682 A & CN 1431466 A	1-9
Y	JP 2000-266777 A（学校法人立命館） 2000. 09. 29 段落【0008】－【0009】、【図1】－【図2】 （ファミリーなし）	1-9

☒ 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 1 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 3 . 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

2 F

4 4 5 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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
A	WO 2011/158348 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2011. 12. 22 全文、全図 & US 2012/0013355 A1 & EP 2584312 A1 & CN 102510995 A	1-9
A	JP 2007-333467 A (株式会社日立製作所) 2007. 12. 27 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2008-545988 A (カスタム センサーズ アンド テクノロジーズ インコーポレイテッド) 2008. 12. 18 全文、全図 & US 2006/0272409 A1 & EP 1899680 A & WO 2006/132775 A1	1-9