

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5105949号  
(P5105949)

(45) 発行日 平成24年12月26日 (2012.12.26)

(24) 登録日 平成24年10月12日 (2012.10.12)

(51) Int.Cl. F I  
G O 1 C 19/576 (2012.01) G O 1 C 19/56 2 7 6

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2007-119641 (P2007-119641)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成19年4月27日 (2007.4.27)	(74) 代理人	100086483 弁理士 加藤 一男
(65) 公開番号	特開2008-275459 (P2008-275459A)	(72) 発明者	香取 篤史 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(43) 公開日	平成20年11月13日 (2008.11.13)	(72) 発明者	真島 正男 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	平成22年4月20日 (2010.4.20)	(72) 発明者	長永 兼一 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

振動可能に支持された検出振動子と、交流信号印加用の第1の電極と第2の電極と、該第1と第2の電極に対向して配置される検知電極と、該第1と第2の電極に夫々第1と第2の交流信号を供給する信号供給手段と、前記検知電極に基準電位を与える電荷量測定手段と、前記検出振動子を振動可能に支持する参照振動子と、参照中立位置を中心とした該参照振動子の振動を発生させる参照振動発生手段と、

を備え、

前記検知電極が前記検出振動子に設けられ、前記第1と第2の電極が前記参照振動子の上に設けられ、

前記第1と第2の交流信号は、夫々、前記基準電位を基準とした同じ周波数で逆相の交流信号であり、

前記信号供給手段が、前記検出振動子を、変位のない検出中立位置に保持するための前記第1の交流信号と第2の交流信号を発生して前記第1と第2の電極に夫々供給し、

前記電荷量測定手段は、前記検出振動子の変位時において、前記第1と第2の電極に夫々供給される前記第1の交流信号と第2の交流信号により前記検知電極に誘導される誘導電荷の信号に基づいて物理量を検出することを特徴とするセンサ。

【請求項2】

前記検出振動子は、第1の回転軸の回りに回転振動可能に支持され、

前記参照振動発生手段は、前記参照振動子に第2の回転軸の回りに回転振動させ、

前記物理量である角速度により発生するコリオリ力による前記検出振動子の振動を利用して、該角速度を検出する請求項1に記載のセンサ。

【請求項3】

前記検知電極が、前記第1の電極と第2の電極に夫々対応して、分割されている請求項1または2に記載のセンサ。

【請求項4】

絶縁部により他の領域から絶縁された前記検出振動子の部分により、前記検知電極が形成されている請求項1乃至3の何れかに記載のセンサ。

【請求項5】

前記第1の電極と第2の電極との間に、静電シールドを有していることを特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載のセンサ。

10

【請求項6】

第3の電極と第4の電極と、該第3と第4の電極に対向するように配置される第2の検知電極を更に備え、

前記検出振動子に対して面对称となるように、前記第1の電極と第3の電極及び前記第2の電極と第4の電極とが、夫々、配置され、

前記信号供給手段が、前記第3の電極に前記第2の交流信号を、前記第4の電極に前記第1の交流信号を供給し、

前記電荷量測定手段は、前記検出振動子の変位時において、前記第1と第2の電極に夫々供給される前記第1の交流信号と第2の交流信号により前記検知電極に誘導される誘導電荷の信号、及び前記第4と第3の電極に夫々供給される前記第1の交流信号と第2の交流信号により前記第2の検知電極に誘導される誘導電荷の信号に基づいて物理量を検出する請求項1乃至5の何れかに記載のセンサ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、角速度、加速度などの物理量を検出するためのセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

今までに、MEMS (MicroElectro Mechanical Systems) を用いた振動型角速度センサが提案されている。これは、振動子を或る振幅で参照振動させておき、角速度が入力された時に発生するコリオリ力を、振動子の振動の変位として検出する方式を用いている。振動子は、参照振動の方向と検出の方向への振動を発生しやすくする必要がある。しかし、この方式では、参照振動方向の振動で検出振動方向の振動（一種の振動ノイズ）が発生することにより、検出信号の精度が低下することがある。そのため、参照振動用の振動子（参照振動子）と検出用の振動子（検出振動子）を分離して構成する方式が提案されている（ダブル・フレーム方式と呼ぶ）。

30

【0003】

ダブル・フレーム方式の角速度センサの例として、円盤状検出振動子を支持したドーナツ型参照振動子を往復回転振動させ、内側に配置した検出振動子の角速度により発生する振動の大きさ（最大の傾き）を検出する構成の提案がある（特許文献1参照）。この構成により、参照振動子の振動と検出振動子の振動を分離しやすくなるため、参照振動子の振動によって検出振動子が振動してしまうことによる検出信号の精度低下の問題が軽減される。

40

【0004】

上記角速度センサは、検出用の回転軸を中心として検出振動子が傾くことにより、角速度を検出している。検出振動子の傾きの度合いは、検出振動子の面とこれに対向する面間の静電容量の変化を検出して把握できる。具体的には、検出振動子（特許文献1のFIG.2内の70）と対向する面に、半円形状の検知電極（特許文献1のFIG.3内の104、106）を配置している。検出振動子と夫々の検知電極間の静電容量を検出することで、検出振動子の傾きの

50

度合いを検出することができる。

【特許文献1】米国特許第6374672号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

参照振動子を省いて特許文献1の構成を簡略化して示す図12を用いて、説明する。図12-1は、ダブル・フレーム方式の角速度センサの検出振動子付近を拡大した上面図である。図12-2は、直線L0での紙面に対して垂直な断面の図である。図12において、401は検出振動子、402は上部電極、403は第1の下部電極、404は第2の下部電極である。また、405は左半分の上部電極、406は右半分の上部電極、407は下部支持基板、408は検出振動子401の回転軸、409は検出振動子401の支持部である。

10

【0006】

図12-1では、検出振動子401と支持部409を点線で示している。一方、下部支持基板407上に配置された第1下部電極403と第2下部電極404を実線で示している。尚、上部電極402と参照振動発生手段は、図12-1では図示されていない。

【0007】

検出振動子401は円盤形状をしており、支持部409により図12-1の紙面上下2方向から支持されている。検出振動子401は、回転軸408を中心として矢印Rの方向に往復回転運動しやすいように設計されており、検出振動子401の傾きの大きさによりコリオリ力を検出する。検出振動子401上には上部電極402が配置されているが、以下、上部電極402は、回転軸408の所を境に分けた左半分の検知電極405と右半分の電極406により構成されているとして説明する。

20

【0008】

上部電極402に対向する下部支持基板407上には、第1下部電極403と第2下部電極404が配置されていて、これらは、図12-1のように、検出振動子401の支持部409の中心線（回転軸408上）に対して線対称に配置されている。

【0009】

検出振動子401の傾きの度合いを、検出振動子401上の上部電極402と基板407上の下部電極403、404間の静電容量により検出する場合を考える。

【0010】

ここで、図12-2においての検出振動子401上の上部電極402と基板407上の第1下部電極403との静電容量 $C_L$ を考える。静電容量 $C_L$ は、左半分の上部電極405と第1下部電極403間の静電容量 $C_1$ と、右半分の上部電極406と第1下部電極403間の静電容量 $C_3$ との合成容量とすることができる。第1下部電極403からの距離は、右半分の上部電極406より左半分の上部電極405の方が短い。そのため、静電容量 $C_1$ は静電容量 $C_3$ より大きな値となる。

30

【0011】

回転軸408を中心として、検出振動子401が図12-3のように傾いた時、検出振動子401と第1下部電極403間の距離は遠くなり、一方、検出振動子401と第2下部電極404間の距離は近くなる。静電容量 $C_L$ は電極面積の大きさに比例し電極間距離に反比例するので、静電容量 $C_1$ の値は減少し、静電容量 $C_3$ の値は増加する。静電容量 $C_1$ は静電容量 $C_3$ より大きな値であるため、静電容量 $C_1$ の容量減少分の方が、静電容量 $C_3$ の容量増加分より大きくなる。その結果、2つを合成した静電容量 $C_L$ の値は減少することになる。

40

【0012】

つまり、左半分の検知電極405と第1下部電極403間の距離が離れたことを静電容量 $C_L$ の減少により検出して、検出振動子401の傾きを検出することができる。

【0013】

しかし、上記方式では、静電容量 $C_1$ の減少分と静電容量 $C_3$ の増加分を合成して、最終的に静電容量 $C_L$ が減少したことを検出している。そのため、検出振動子401の傾きにより発生する静電容量 $C_1$ の減少分のみを純粋に検出している訳ではない。従って、静電容量 $C_3$ の増加分だけ、電極間の距離変化に対する静電容量変化の検出感度が低下することに

50

なる。また、静電容量C3の右半分の上部電極406と第1下部電極403は、正対していない。そのため、検出振動子401の傾きの大きさと静電容量C Lの関係が非線形な特性を有する原因となる。これらは、特に高精度に角速度を検出しようとする場合、問題になる。

【0014】

尚、検出振動子401上の上部電極402と下部支持基板407上の第2下部電極404との静電容量C Rについても、同様に、静電容量C2とC4の合成容量を考えることで、上記の如く説明できる。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記課題に鑑み、本発明の角速度センサなどのセンサは、次の特徴を有する。  
 センサは、振動可能に支持された検出振動子と、交流信号用の第1の電極と第2の電極と、該第1と第2の電極に対向して配置される検知電極と、該第1と第2の電極に夫々第1と第2の交流信号を供給する信号供給手段と、前記検知電極に基準電位を与える電荷量測定手段と、前記検出振動子を振動可能に支持する参照振動子と、参照中立位置を中心とした該参照振動子の振動を発生させる参照振動発生手段を備える。前記検知電極が前記検出振動子に設けられ、前記第1と第2の電極が前記参照振動子の上に設けられる。前記第1と第2の交流信号は、夫々、前記基準電位を基準とした同じ周波数で逆相の交流信号である。前記信号供給手段が、前記検出振動子を、変位のない検出中立位置に保持する前記第1の交流信号と第2の交流信号を発生して前記第1と第2の電極に夫々供給する。前記電荷量測定手段は、前記検出振動子の変位時において、前記第1と第2の電極に夫々供給される前記第1の交流信号と第2の交流信号により前記検知電極に誘導される誘導電荷の信号に基づいて物理量を検出する。本発明において、「検出振動子が検出中立位置に保持された状態」とは、検出振動子の変位のない検出中立位置に厳密に保持された状態だけでなく、厳密には当該検出中立位置からはずれたとしても本発明の検出精度が維持できる範囲であれば許容される。

【発明の効果】

【0016】

本発明のセンサ構成によれば、上記の如く第1と第2の交流信号を夫々前記第1と第2の電極に印加して前記検出振動子を検出中立位置に保持した状態で、外部からの物理量に起因する検出振動子の検出中立位置からの変位を利用して物理量を測定する。従って、検出振動子の傾きなどの変位を感度良く正確に検出でき、角速度などの物理量を高精度に測定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

検出振動子の傾き等の変位を感度良く検出できる角速度センサ等のセンサを実現する為に、本発明では、検出振動子の位置が関係する静電容量を検出するべく電極に印加する信号に注目した。こうして、本発明は、静電容量検出用の複数の交流信号を用いることを特徴とする。

【0018】

以下、図面を用いて、具体的な実施形態を説明する。

【0019】

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る角速度センサを説明するための図である。図1-1は斜視図、図1-2は直線L1に沿った基板201に垂直な断面の図、図1-3は下部支持基板208上での第1の電極(下部電極)210と第2の電極(下部電極)211の配置を示した図である。

【0020】

図1において、202は参照振動子、203は参照振動子202の支持部、204は検出振動子、205は検出振動子204の支持部、206は参照振動発生手段、207はスペーサー、212は検知電極(上部電極)である。また、213は、参照振動発生手段206に駆動信号を供給する駆動信号供給手段、214は、第1の電極210に第1の交流信号を供給する第1信号供給手段、215は、第2の

10

20

30

40

50

電極211に第2の交流信号を供給する第2信号供給手段である。第1と第2の信号供給手段で信号供給手段を構成する。更に、216は、検知電極212に誘導される電荷に係る信号に基づいて物理量の角速度を測定する電荷量測定手段である。これらの手段213、214、215、216は、夫々、電極パッドを介して関係部分に電氣的に接続されている（図1-1では基板201上の接続配線は略して描いてある）。

【0021】

図1-3では、下部支持基板208上に配置された第1の電極210と第2の電極211のみを実線で示している。それ以外は点線で示している。検知電極212と参照振動発生手段206は、図1-3では、図示されていない。

【0022】

上記構成において、検出振動子204は、円盤形状をしており、一对の支持部205により参照振動子202から支持されている。検出振動子204の裏面上には、円形状の検知電極212が配置されている。参照振動子202は、ドーナツ形状をしており、等角度間隔で配置された4つの支持部203により、基板201から支持されている。基板201は、スペーサ207を介して、下部支持基板208と接続されている。下部支持基板208上の検知電極212に対向する場所に、交流信号印加用の第1の電極210と第2の電極211が配置されている。

【0023】

参照振動子202の支持部203は、第2の回転軸である回転軸Zを中心とした矢印Aの方向への参照振動子202の往復回転振動が最も発生しやすく、他の方向へは振動を発生しにくいように、バネ設計されている。従って、参照振動子202は、変位のない参照中立位置を中心として参照振動発生手段206により往復回転振動させられる。参照振動子202により振動可能に支持される検出振動子204の支持部205は、第1の回転軸である回転軸Yを中心とした矢印Cの方向への検出振動子204の往復回転振動が最も発生しやすく、他の方向へは振動を発生しにくいように、バネ設計されている。

【0024】

参照振動子202は、駆動信号供給手段213に繋がった参照振動発生手段206によって、回転軸Zを中心として、矢印Aの方向に常時振動（参照振動と呼ぶ）させられている。検出振動子204は、支持部205を介して参照振動子202に支持されているため、参照振動子202と同期して矢印Aの方向へ往復回転運動を行うように回転振動可能に支持されている。この時、検出振動子204は、矢印Cの方向への振動はしていない。ここで、回転軸X回りの角速度が入力されると、検出振動子204に対して、回転軸Yを中心として矢印Cの方向にコリオリ力が発生する。このコリオリ力により、検出振動子204が矢印Cの方向に往復回転振動（検出振動と呼ぶ）を行う。角速度の大きさに対応してコリオリ力は発生するので、検出振動の大きさ（検出振動子204の傾きの大きさ）を検出することにより、角速度の大きさを検出できる。

【0025】

本実施形態では、第1の電極210と検知電極212間の静電容量、第2の電極211と検知電極212間の静電容量を測定することにより、検出振動子204の傾きを検出する。具体的には、第1信号供給手段214の発生した第1の交流信号301（図2（a）参照）が第1の電極210に印加され、第2信号供給手段215の発生した第2の交流信号302（図2（b）参照）が第2の電極211に印加される。

【0026】

検知電極212において上記交流信号により静電誘導される電荷量を、電荷量測定手段216により測定する。各検知電極及び第1、第2の電極間の距離が狭くなり、静電容量が初期状態（回転軸X回りの角速度入力がない状態）より大きくなった場合は、誘導電荷の量（後述する図4、図5の説明参照）は増加する。逆に、電極間距離が広くなり、静電容量が小さくなった場合は、誘導電荷の量は減少する。この誘導電荷の量を、電荷量測定手段216により電圧などの検出信号に変換する。この検出信号により、角速度が入力された際に発生するコリオリ力による検出振動子204の傾きの大きさを正確に測定することができ、その結果、角速度を正確に測定できる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

交流信号を印加する複数の電極を設けることによる作用、効果を更に説明する。  
 図2(a)、図2(b)は、本実施形態の電極210、211への交流信号301、302を説明する図である。図2(c)は、交流信号により発生する静電引力を示す図である。第1の交流信号301及び第2の交流信号302を示す図2(a)、(b)において、横軸は時間、縦軸は交流信号の大きさである。図2(c)では、横軸は時間、縦軸は静電引力の大きさである。ここでは、検知電極212に電荷が誘導されていない時の電位を、電極基準電位 $V_r$ とする。これは、電荷量測定手段216により、検知電極212に与えられる電位により決まる。

## 【 0 0 2 8 】

第1の交流信号301(図2(a))と第2の交流信号302(図2(b))は、電極基準電位 $V_r$ を基準として、同じ周波数で、逆相の信号になっていることが特徴である。ここでの静電気力は、引力のみ発生し、斥力を発生させないと考えることができる。そのため、第1と第2の電極210、211への第1と第2の交流信号301、302により、検知電極212を持つ検出振動子204に対して発生する力は、どちらの信号301、302によって発生する力も図2(c)で示す様に同一のものとなる。つまり、このような交流信号301、302を用いることで、検出振動子204に対して、第1の電極210と第2の電極211からの引力を同じタイミングで与えることができる。

## 【 0 0 2 9 】

このことは、高精度な角速度センサを実現する上で非常に好ましい。検出振動子204の支持部205は、微小なコリオリ力でも検出振動子204が容易に回転振動するようにバネ設計されているため、検出振動子204の傾きを測定するための印加信号による静電引力で振動してしまう可能性がある。これは、角速度入力がなくとも検出信号を発生してしまうことになるので、検出信号の零点出力の安定性が悪くなり、検出性能を低下させる原因となる。しかしながら、本実施形態によると、検出振動子204の回転軸の左右にある電極210、211から同じタイミングで同じ引力を検出振動子204に与えることができる。この構成により、検出振動子204を検出中立位置に保持することができる。従って、上記交流信号により検出振動子204が振動する危険性を大幅に低減することができる。

## 【 0 0 3 0 】

比較のために、本実施形態の方式を用いず、図3(a)の如き印加信号を第1の電極210に、図3(b)の如き印加信号を第2の電極211に与えた場合を考える。その場合、図3(c)に示す様に、第1の電極210と第2の電極211から、検出振動子204に対して引力 $F_1$ 、 $F_2$ が交互に発生することになる。そのため、もし印加信号の周波数が、検出振動子204の共振周波数と一致していた場合は、回転軸 $Y$ を中心とする検出振動子204の往復回転振動を励起する駆動力が発生してしまう。また、印加信号の周波数が検出振動子204の周波数と一致していない場合でも、発生する静電引力が有する非線形特性により同様に発生する。これら振動により、角速度の入力が無くとも検出信号が発生してしまう(検出中立位置に保持されない)ので、角速度の検出性能が劣化してしまう。

## 【 0 0 3 1 】

以上のように、本実施形態では、検出振動子204の左右に同時に引力を与えるので、検出振動子204は、検出中立位置に保持される。その結果、回転軸 $Y$ を中心とする往復回転振動は励起されない。そのため、角速度の入力がない時に、印加交流信号301、302による検出ノイズが発生しにくい。こうして、特に高精度に角速度を測定しようとする場合に、検出信号の零点出力の安定性を確保して大幅に性能が向上した角速度センサを提供することができる。

## 【 0 0 3 2 】

また、静電容量による検出法を用いている場合、電極210、211と検知電極212間の距離を近づけた方が、同じ検出振動子204の傾きでも、検出信号を大きくすることができる。しかしながら、同時に、電極210、211と検知電極212間の距離を近づけた場合、検出振動子204に働く静電引力が大きくなる。つまり、角速度の検出感度は良くなるが、交流信号による検出振動子204の振動励起を原因とする検出ノイズが発生する可能性がある。しかし、

10

20

30

40

50

本実施形態では、電極210、211と検知電極212間の距離を近づけた場合でも、検出振動子204の左右に正確に同時に引力を与えるので交流信号301、302のみによる検出振動の励起が起きにくくなる。そのため、本実施形態では、電極間の距離を近づけた場合でも、検出感度を向上させつつ、検出ノイズを抑制することができ、高精度な角速度検出を行うことができる。この点でも、交流信号を印加する複数の電極を設けることによる効果がある。

#### 【0033】

更に、交流信号301、302を大きくすることによっても、同じ検出振動子204の傾きでも、検出信号を大きくすることができる。しかし、この場合も、同様に、交流信号301、302が大きくなると、検出振動子204に働く静電引力が大きくなる。つまり、角速度の検出感度は良くなるが、検出振動子は、検出中立位置に保持されず、印加信号による検出振動子の振動励起を原因とする検出ノイズが発生する可能性が高くなる。しかしながら、この場合も、本実施形態では、検出振動子204の左右に正確に同時に引力を与えるので、交流信号301、302を大きくしても、これによる検出振動の励起が起きにくい。つまり、検出振動子204が検出中立位置に保持される。そのため、印加信号を大きくした場合でも、検出感度を向上させつつ、検出ノイズを抑制でき、高精度な角速度検出を行うことができる。この点でも、複数の電極を設けることによる効果がある。

#### 【0034】

上記電荷量測定手段216の動作を説明する。

電荷量測定手段216は、第1の電極210と第2の電極211に夫々印加した第1と第2の交流信号301、302により検知電極212に静電誘導される電荷の変化量を検出する。この検出原理を、図1-4、図4、図5を用いて、左半分の検知電極217と右半分の検知電極218により構成されると見なした検知電極212に誘導される電荷の変化量について述べつつ、説明する。

#### 【0035】

まず、検出振動子204が傾いていない時の説明を行う。この時、第1の電極210への第1の交流信号301により、左半分の検知電極217に静電誘導される電荷の変化量 $Q_1$ を、図4(a)に示す。また、第1の交流信号301により、右半分の検知電極218に静電誘導される電荷の変化量 $Q_2$ を、図4(b)に示す。一方、第2の電極211への第2の交流信号302により、左半分の検知電極217に静電誘導される電荷の変化量 $Q_3$ を図4(c)に、第2の交流信号302により、右半分の検知電極218に静電誘導される電荷の変化量 $Q_4$ を図4(d)に示す。ここでは、交流の印加信号301、302に対して、十分長い時間、検出振動子204が変位しない場合を考える。

#### 【0036】

左半分の検知電極217の方が、右半分の検知電極218より、第1の電極210からの距離が近いので、静電誘導される電荷量は、 $Q_1$ の方が $Q_2$ より大きくなる。逆に、右半分の検知電極218の方が、左半分の検知電極217より、第2の電極211からの距離が近いので、静電誘導される電荷量は、 $Q_4$ の方が $Q_3$ より大きくなる。本実施形態では、左半分の検知電極217と右半分の検知電極218と、第1の電極210と第2の電極211とが、夫々、回転軸Yに関して線対称に配置されている。従って、 $Q_1$ の大きさと $Q_4$ の大きさ、 $Q_2$ の大きさと $Q_3$ の大きさは、夫々、同じ大きさになる。

#### 【0037】

また、第1の交流信号301と第2の交流信号302は、逆相の信号であるので、 $Q_1$ の波形と $Q_4$ の波形、 $Q_2$ の波形と $Q_3$ の波形は、夫々、逆相の波形になっている。そのため、検出振動子204が傾いていない時、 $Q_1$ と $Q_4$ は打消し合い、 $Q_2$ と $Q_3$ は打消し合う。よって、検知電極212に誘導されるトータルの電荷量は0となり、最終的には検出信号は出力されない。

#### 【0038】

次に、図1-4で示すように、検出振動子204が、右下がりとなるように傾いているとする。このときの電荷の変化量 $Q_1$ 、電荷の変化量 $Q_2$ 、電荷の変化量 $Q_3$ 、電荷の変化量 $Q_4$ を、夫々、図5(a)、図5(b)、図5(c)、図5(d)に示す。ここでは、交流の印加信号301、302に対して、十分長い時間、検出振動子204が傾いたまま変位しない場合を考える。

## 【 0 0 3 9 】

図4に比べて、Q1の大きさは減少し、Q4の大きさは増加する。また、Q1とQ4の波形は、逆の位相関係にある。そのため、Q1の減少分の絶対値とQ4の増加分の絶対値を加算した値が、信号として検出される。同様に、Q2の大きさは増加し、Q3の大きさは減少する。また、Q2とQ3の波形も、逆の位相関係にある。そのため、Q3の減少分の絶対値とQ2の増加分の絶対値を加算した値も、信号として検出される。

## 【 0 0 4 0 】

以上のように、本実施形態を用いることで、電極210、211が対向する検知電極212に誘導される電荷量を直接的に検出することができる。言い換えると、電極210、211とこれに対向する検知電極212との静電容量の変化分を、電荷量測定手段216で直接的に検出できるので、高感度で検出振動子204の傾き検出を行うことができる。

10

## 【 0 0 4 1 】

加えて、検出振動子204が傾いていない時は出力が出ず、検出振動子204が傾くとそれに比例した検出信号の出力を得ることができる。そのため、検出振動子204の傾き0度近辺での高感度な傾き検出を行うことができる。これは、微小な検出振動子204の傾きの検出を行う必要がある角速度センサにおいて、特に大きな効果を発揮する。

## 【 0 0 4 2 】

以上のように、本実施形態に係る角速度センサによれば、検出振動子204の傾きの度合いを感度良く検出することができる。そのため、高感度、高精度な角速度センサを提供することができる。

20

## 【 0 0 4 3 】

また、印加する第1の交流信号がそれぞれ有する基準電位を $V_{r1}$ 、印加する第2の交流信号がそれぞれ有する基準電位を $V_{r2}$ 、検出電極が有する基準電位を $V_r$ とする。このように電位を設定することで、それぞれを異なる電位とすることにより、更なる高感度、高性能な角速度センサを実現することができる。ここでは、印加する交流信号（キャリア信号）が検出振動子の共振周波数より、十分高いことを想定する。図13(a)、(b)に、それぞれ基準電位 $V_{r1}$ と $V_{r2}$ を基準とした、第1の交流信号と第2の交流信号を示す。

## 【 0 0 4 4 】

角速度がセンサに入力されたら、検出振動子は、参照振動の周波数で、ある最大傾きを持った往復回転振動を行う。この振動が発生したら、基準電位 $V_{r1}$ と基準電位 $V_{r2}$ と、基準電位 $V_r$ の関係を調整することで、その振動を打ち消すことができる。この時の基準電位 $V_{r1}$ と基準電位 $V_{r2}$ と、基準電位 $V_r$ との関係から、検出振動子に印加された静電引力の大きさを換算することができる。この換算した静電引力の大きさから、発生していたコリオリ力の大きさを検出することができる。

30

## 【 0 0 4 5 】

この方式であれば、振動の検出部では、振動しているか、振動していないかを検出するだけでよく、打ち消すために要した静電引力は印加した基準電位差から換算するだけでよいので、高感度、高性能な検出を行うことができる。特に、本実施形態を用いると、構成手段を追加することなく、振動を打ち消すための静電引力を発生することができるため、簡易な構成で高感度、高性能な角速度センサを提供することができる。

40

## 【 0 0 4 6 】

ここで、基準電位 $V_{r1}$ と基準電位 $V_{r2}$ は、それぞれある直流成分に交流信号が足されたもので、電極の基準電位 $V_r$ は直流成分のみで構成することができる。図13(c)、(d)、(e)に、基準電位 $V_{r1}$ と $V_{r2}$ 、 $V_r$ を示す。図で示すように、基準電位 $V_{r1}$ 、 $V_{r2}$ 、 $V_r$ は同じ直流成分を有している。また、基準電位 $V_{r1}$ と $V_{r2}$ の交流成分は、参照振動の周波数であり、 $V_{r1}$ と $V_{r2}$ ではそれぞれ逆相の関係となっている。これにより、参照振動に同期した検出振動子の振動を打ち消すように、電位差により必要な静電引力を発生させることができる。

## 【 0 0 4 7 】

ところで、本実施形態では、検知電極212が1枚である構成で説明したが、これに限るもの

50

ではない。検知電極212を、第1の電極210と第2の電極211に夫々対応して、分割してもよい、すなわち、図1-5の断面図で示すように、検知電極を2枚の検知電極217、218の構成にしてもよい。この場合は、夫々の検知電極217、218の誘導電荷を電圧信号等に変換してから、加算する必要がある。この構成では、1枚の検知電極の面積を小さくできるので、寄生容量等も小さくでき、電荷量測定手段216での信号劣化を低減することができる。

【0048】

また、上記説明では、電極210、211を半円形状、検知電極212を円形状としたが、これに限るものではない。四角形を始め、三角形、多角形と、様々な形状の電極を用いることができる。特に、図1-6の上面図で示すように、検出振動子204の外形に沿った電極210、211にしてもよい。この構成では、検出振動子204の最も大きく変位する部分（検出振動子204の外周付近）に電極を配置するので、検出振動子204の傾きを効果的に検出でき、且つ寄生容量などによる信号劣化を低減することができる。また、図示していないが、ドーナツ形状の検知電極212の構成にしてもよい。この様に、電極や検知電極は、検出振動子上の第1の回転軸から一定距離以上離れた領域と、それに対向する領域に配置することもできる。

【0049】

また、上記説明では、検知電極212を検出振動子204上に、それに対向する場所に電極210、211を配置したが、これに限るものではない。検出振動子204上に電極210、211を配置し、それに対向する場所に検知電極212を配置した構成を用いることもできる。この構成の場合、電荷量測定手段216を下部支持基板208に配置すると、検知電極212と電荷量測定手段216の距離を近づけることができ、配線の寄生容量等による信号劣化を低減できる。

【0050】

また、本実施形態では、参照振動子202と検出振動子204が分離して構成される振動子を用いたが、これに限るものではない。参照振動子202と検出振動子204が一体構成の振動子を用いることもできる。この構成では、参照振動の方向と検出振動の2方向に可動するように、同じ支持部のバネで支持する。そのため、参照振動により励起される、検出振動の方向への振動ノイズが発生しやすくなる。この振動は、角速度検出のエラーとなり、センサの検出性能を劣化させる。具体的には、角速度が0の場合でも、ある値の角速度を誤検出することになり、センサ出力の出力安定性が低下する。

【0051】

しかしながら、本実施形態の方式を用いると、このようにセンサに角速度が入力されていない状態で、検出振動子が振動している場合にも、振動を打ち消して補正することができる。その後で、前述したように角速度により発生した振動を、基準電位の差により打ち消して、角速度を検出することができる。これにより、参照振動の影響による性能低下を抑えた簡易な構成の角速度センサを提供することができる。

【0052】

この際、角速度が入力されていない時の振動の補正は、出荷時に温度と補正值の関係を測定し、センサにテーブルを持たせて温度センサと併用して補正することもできるし、外部から任意のタイミングで振動を発生させないように補正を行ってもよい。

【0053】

また、この構成は、後述する図11に示す第7の実施形態のような物理量センサとすることもできる。すなわち、櫛歯状の電極が間隔を隔てて対向した構成の2箇所の参照振動発生手段部分の外側の部分を夫々第1と第2の電極とし、内側の部分を含む一体の振動子全体を検知電極として、検知電極に作用する物理量を検出するセンサとできる。

【0054】

これらの変形は、構造的に可能な限り、以下の実施形態でも適用可能である。例えば、検知電極を2枚の検知電極の構成にする変形は、図8-2の実施形態以外の後述する実施形態に適用可能である。

【0055】

要するに、本発明のセンサでは、検出振動子を変位のない検出中立位置に保持する第1と第2の交流信号を第1と第2の電極に夫々供給しつつ、検出振動子の変位時において検知電極に誘導される電荷の信号に基づいて物理量を検出する。従って、この検出原理を適用できる検出振動子と複数の電極とこれらに対向する検知電極を備える物理量センサであれば、本発明のセンサとして構成することができる。

【0056】

(第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態を説明する。図6に示す第2の実施形態の角速度センサは、検出振動子204と参照振動子202、209上に、すべての検知電極と電極が配置されることを特徴とする。それ以外は、第1の実施形態と同じである。図6-1は斜視図、図6-2は直線L2に沿った基板201に垂直な断面の図である。

10

【0057】

本実施形態において、参照振動子202は、スペーサ207を介して参照振動子209に接続されて、両者は一体化している。そして、第1の電極210と第2の電極211は、検知電極212と対向する参照振動子209上に設けられている。その他の構成は、第1の実施形態と同じである。

【0058】

本実施形態の作用、動作を説明する。参照振動子202と一体化しているスペーサ207と参照振動子209は、参照振動子202と共に、参照振動発生手段206によって、回転軸Zを中心として、矢印Aの方向に常時振動(参照振動)させられる。検出振動子204も、支持部205を介して参照振動子202に支持されているため、参照振動子202と同期して矢印Aの方向へ回転往復運動を行う。ここで、第1の電極210と第2の電極211は、参照振動子209上に配置され、検知電極212は検出振動子204上に配置されている。そのため、理想的に参照振動を行っている場合には、第1の電極210と検知電極212、第2の電極211と検知電極212の位置関係は完全に維持される。

20

【0059】

回転軸X回りの角速度が入力されると、検出振動子204において、回転軸Yを中心として矢印Cの方向にコリオリ力が発生する。このコリオリ力により、角速度の大きさを検出することができる原理は、第1の実施形態で説明した通りである。

【0060】

本実施形態の角速度センサでは、検出振動子204が、参照振動子202、209と同じ参照振動を行う。この構成を用いると、参照振動子202、209の振動のブレが発生しても、検知電極212を配置した検出振動子204と、第1と第2の電極210、211を配置した部材(本実施形態では参照振動子209)との機械的な接触が発生することが殆どない。そのため、検知電極212と電極210、211との距離を近づけて配置できるので、静電容量で検出振動子204の傾きを検出する場合は、高感度な傾き検出を行うことができる。

30

【0061】

本実施形態でも、静電容量を検出する際の交流信号により、検出振動子204の振動が励起されにくくなっているため、出力安定性の高い高精度な傾き検出を行うことができる。特に、検出振動子204が参照振動子202、209と同じ参照振動を行う構成で、検出振動子204と参照振動子209を近づけて配置すると、交流信号により発生する静電引力の影響をより受けやすくなる。しかし、本実施形態でも、複数の交流信号の働きにより、検出振動子204が、検出中立位置に保持される。この結果、高感度であるが出力の安定性が悪くなるという点を克服することができる。つまり、本実施形態の角速度センサによれば、高感度で且つ出力安定性の高い角速度検出を行うことができる。

40

【0062】

(第3の実施形態)

本発明の第3の実施形態を説明する。本実施形態の角速度センサは、検出振動子204により検知電極212が構成されていることが第1の実施形態と異なる。それ以外は、第1の実施形態と同じである。

50

## 【 0 0 6 3 】

図7に、本実施形態に係る角速度センサを説明する図を示す。図7は、本実施形態の基板201に垂直な断面の図である。図7において、219は絶縁膜である。それ以外は、第1の実施形態で用いた図1と同じである。

## 【 0 0 6 4 】

検出振動子204には、絶縁膜219が埋め込まれており、他の部分と絶縁されている。この絶縁膜219に囲まれた領域が、検知電極212として用いられる。検出振動子204で形成されたこの検知電極212は、抵抗成分が低くなっており、電極と同等のものとして用いられている。検知電極212からは、図7の上面からの配線（不図示）を用いて、上述した如く検知電極212に誘導される誘導電荷を取り出すことができる。

10

## 【 0 0 6 5 】

この構造により、検知電極212からの誘導電荷をセンサ表側から取り出すのが容易になるため、検出振動子204の設計の自由度を上げることができる。また、検出振動子204内の検知電極212を配線と見立てた時の断面積は非常に大きいため、検知電極212から、検出振動子204表面に配線を取り出すまでの信号の劣化を低減することができる。本実施形態を用いない場合、検知電極212を配置した検出振動子204の面から信号を取り出す配線は、配線幅の狭さによる抵抗成分や配線長による寄生容量に起因する取り出し時の信号劣化を生起する可能性がある。

## 【 0 0 6 6 】

また、本実施形態では、配線の制約なしに、検知電極の形状を検出振動子204の傾き検出に最適な形状に設定することが容易にできる。また、参照振動発生手段206に必要な駆動信号と、非常に微少な誘導電荷を有する検知電極212の絶縁を容易に行うことができ、駆動信号による検出信号への影響による信号劣化を抑えられる。

20

## 【 0 0 6 7 】

この検知電極212を検出振動子204に埋め込む構造は、検出振動子204に絶縁膜219を埋める溝を掘り、ここに絶縁膜219を埋め込むことによって、容易に形成できる。或いは、検出振動子204の検知電極212の部分をくり貫いてしまい、ここの周囲に絶縁膜219を形成した後、導電性の部材を埋め込んで検知電極212を形成してもよい。これにより、埋め込む部材を選択することで、角速度の出力感度に影響を与える検出振動子204の質量を増やすことができる。従って、検知電極212内で検出信号の劣化を更に抑えながら、信号を取り出すことができる。

30

## 【 0 0 6 8 】

この様に、絶縁部により他の領域から絶縁された検出振動子の部分により、電極や検知電極を形成することもできる（電極をこの様にできるのは、電極を検出振動子に設置する変形例の場合である）。本実施形態によると、検知電極212からの配線の取り出し形態に起因する検出信号の劣化が少ない角速度センサを提供することができる。

## 【 0 0 6 9 】

（第4の実施形態）

図8に示す第4の実施形態は、第1の電極210と第2の電極211間に、静電シールド220が配置されている点が第1の実施形態と異なる。それ以外は、第1の実施形態と同じである。

40

## 【 0 0 7 0 】

図8-1に、本実施形態に係る角速度センサの第1のタイプを示す。図8-1は、図1-1においての直線L1に沿った基板201に垂直な断面の図である。図8-1に示すように、下部支持基板208上の第1の電極210と第2の電極211間に、検出振動子204の回転軸の方向にほぼ沿って伸びる静電シールド220が配置されている。この静電シールド220は、検知電極と電極の上記回転軸の方向の長さ以上に亘って適当な高さでもって形成されている。また、静電シールド220は、検知電極212に印加されている電極基準電位信号 $V_r$ と同電位に保持されている。

## 【 0 0 7 1 】

静電シールド220により、上記静電容量C2とC3の値を極めて小さい値に抑えることがで

50

きる。そのため、検出振動子204の傾きを、純粹に上記静電容量C1とC4の変化として、検知電極212を用いて検出することができる。

【0072】

一方、図8-2は、本実施形態に係る角速度センサの第2のタイプを示す。図8-2(a)は断面図であり、図8-2(b)は上面図である。このタイプでは、検知電極212は第1の検知電極217と第2の検知電極218から構成され、第1検知電極217と第2検知電極218の間に検出振動子204は貫通孔を有している。貫通孔は、回転軸の方向に沿って適当な長さ伸びている。静電シールド220は、その上部が貫通孔内に入り込んでスペーサー207以上の高さでもって適当な長さ伸びている。検出振動子204の往復回転振動を妨げないように、静電シールド220の幅は貫通孔の幅より充分小さく設定されている。この実施形態の静電シールド220は、検出振動子204が有する貫通孔の内側に入り込んでいる構成になっているので、上記静電容量C2とC3の値を、より小さい値に抑えることができる。

10

【0073】

本実施形態に係る角速度センサによると、検出振動子204の傾きを、静電容量C1とC4の変化として直接的に検出することができるので、より高精度に検出振動子204の傾き検出を行うことができる。

【0074】

(第5の実施形態)

図9-1を用いて第5の実施形態を説明する。本実施形態は、第3の電極と第4の電極を配置していることが第1の実施形態と異なる。それ以外は、第1の実施形態と同じである。

20

【0075】

図9-1は、本実施形態に係る角速度センサを説明する断面図である。図9-1において、221は上部支持基板、222は第3の電極、223は第4の電極、224は第2の検知電極である。本実施形態では、第1の実施形態の構成に加えて、上部支持基板221と第3の電極222と第4の電極223と第2検知電極224が構成要素として、追加されている。第1の電極210と第3の電極222、及び第2の電極211と第4の電極223は、夫々、検出振動子204の面内方向に伸びる中心面に対して対称となるように配置されている。検出振動子204の下面には検知電極212が配置され、上面には第2検知電極224が配置されている。そして、上部支持基板221上には、第3の電極222と第4の電極223が配置されている。

【0076】

本実施形態において、上述した信号供給手段から、第1の電極210と第4の電極223には、第1の交流信号301が印加され、第2の電極211と第3の電極222には、第2の交流信号302が印加されている。

30

【0077】

本実施形態の構成を用いることで、検出振動子204は、同じタイミングで上下方向から均一に上記引力を受ける。そのため、一方の方向から同じタイミングで引力を受ける場合に比べて、印加信号301、302による検出振動子204の振動がより起こりにくくなり、検出振動子204が、検出中立位置に保持される。その結果、検出ノイズの発生をより低減できる。このことは、特に高精度に角速度を検出する際に、検出精度を向上させるのに資する。

【0078】

また、図9-1(b)で示すように検出振動子204の傾きが発生した場合、第1の電極210と検知電極212間の距離及び第4の電極223と第2検知電極224間の距離は、近づく。一方、第2の電極211と検知電極212間の距離及び第3の電極222と第2検知電極224間の距離は、離れる。このとき、第1の電極210と第4の電極223には、同じ第1の交流信号301が印加されている。そのため、第1の電極210により検知電極212に誘導される電荷量の変化と、第4の電極223により第2検知電極224に誘導される電荷量の変化は、同じ位相で、傾きがないときに比べて振幅の大きい波形となる。

40

【0079】

一方、第2の電極211と第3の電極222には、同じ第2の交流信号302が印加されている。そのため、第2の電極211により検知電極212に誘導される電荷量の変化と、第3の電極222によ

50

り第2検知電極224に誘導される電荷量の変化は、同じ位相で、傾きがないときに比べて振幅の小さい波形となる。

【0080】

こうして、検出振動子の変位時に、第1と第2の電極に夫々供給される第1と第2の交流信号により検知電極212に電荷が誘導され、第4と第3の電極に夫々供給される第1と第2の交流信号により第2の検知電極224に電荷が誘導される。本実施形態のセンサは、これらの誘導電荷の信号に基づいて物理量である加速度を検出する。

【0081】

これら検知電極212と検知電極224に誘導された電荷を加算して、上記電荷量測定手段216で電圧などの検出信号に変化させることで、上記第1の実施形態での感度に対してほぼ倍

10

【0082】

本実施形態に係る角速度センサによれば、より高感度で、より出力の安定な角速度センサを提供することができる。

【0083】

以上の実施形態は、参照振動子を有し検出振動子が往復回転振動する角速度センサであるが、本発明は検出振動子のみの単純な角速度センサなどの物理量センサに適用することもできる。また、検出振動子が往復並進振動する角速度センサ、加速度センサなどの物理量センサに適用することもできる。

【0084】

20

尚、本実施形態は、図9-2で示すような、電極210、211、222、223が、参照振動子202と一体に形成されているものにも用いることができる。

【0085】

(第6の実施形態)

図10を用いて第6の実施形態の角速度センサを説明する。本実施形態は、参照振動子を欠き検出振動子のみを有することが第1の実施形態と異なる。それ以外は、第1の実施形態と同じである。

【0086】

図10は、本実施形態に係る物理量センサを説明するための図である。図10-1は斜視図で、図10-2は直線L2に沿った基板301に垂直な断面の図である。図10において、300は基板、304は検出振動子、305は検出振動子304の支持部、307はスペーサー、308は下部支持基板、310は第1の電極(下部電極)、311は第2の電極(下部電極)、312は検知電極(上部電極)である。

30

【0087】

第1の実施形態の図3で説明した第1と第2の交流信号301、302のこと、図4と図5で説明した検出振動子304に誘導される電荷のこと、検出振動子304の傾きの検出原理のことは、第1の実施形態で説明した通りである。本実施形態では、検出振動子304の往復回転振動軸の回りの角速度などの物理量を原因として該回転振動軸の回りに加わる力による検出振動子304の傾きの大きさを検出することにより、角速度などの物理量の大きさを検出する。

【0088】

40

本実施形態でも、検出振動子304の傾きを感度良く測定できて、高精度な物理量センサを実現することができる。

【0089】

(第7の実施形態)

図11を用いて第7の実施形態の加速度センサなどの物理量センサを説明する。本実施形態は、参照振動子を欠き往復並進振動可能な検出振動子のみを有する。

【0090】

図11は、本実施形態に係る物理量センサを説明するための斜視図である。図11において、351は基板、354は、検知電極を兼ねるA方向に往復並進振動可能な検出振動子、355は検出振動子354の支持部、360は櫛歯状の第1の電極、361は櫛歯状の第2の電極である。また、3

50

64は、基板351内で電極を形成するための絶縁部、370と371は、夫々、櫛歯状の電極360、361に間隔を隔てて対向する検知電極（検出振動子）354の櫛歯状の電極部である。

【0091】

本実施形態においても、第1の実施形態の図3で説明した第1と第2の交流信号301、302のこと、図4と図5で説明した検出振動子354に誘導される電荷のこと、検出振動子354の変位の検出原理のことは、第1の実施形態で説明した通りである。第6の実施形態と本実施形態の検知電極と電極は、形態と配置関係が異なるのみで、動作原理は同じである。本実施形態では、検出振動子354の並進振動方向の加速度などの物理量を原因として検出振動子354に加わる力による検出振動子354の変位の大きさを検出することにより、加速度などの物理量の大きさを検出する。

10

【0092】

本実施形態でも、検出振動子354の並進変位を感度良く測定できて、高精度な物理量センサを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1-1】本発明のセンサについて、第1の実施形態の角速度センサを説明する斜視図である。

【図1-2】第1の実施形態を説明する断面図である。

【図1-3】第1の実施形態を説明する上面図である。

【図1-4】第1の実施形態を説明する断面図である。

20

【図1-5】第1の実施形態の変形例を説明する断面図である。

【図1-6】第1の実施形態の変形例を説明する上面図である。

【図2】本発明の交流信号を説明する図である。

【図3】図2の交流信号との比較例を説明する図である。

【図4】本発明の交流信号により検知電極に誘導される電荷を説明する図である。

【図5】検出振動子が傾くときに本発明の交流信号により検知電極に誘導される電荷を説明する図である。

【図6-1】本発明のセンサについて、第2の実施形態の角速度センサを説明する斜視図である。

【図6-2】第2の実施形態を説明する断面図である。

30

【図7】本発明のセンサについて、第3の実施形態の角速度センサを説明する断面図である。

【図8-1】本発明のセンサについて、第4の実施形態の角速度センサを説明する断面図である。

【図8-2】本発明のセンサについて、第4の実施形態の角速度センサを説明する図である。

【図9-1】本発明のセンサについて、第5の実施形態の角速度センサを説明する断面図である。

【図9-2】第5の実施形態の変形例を説明する断面図である。

【図10-1】本発明のセンサについて、第6の実施形態の物理量センサを説明する斜視図である。

40

【図10-2】本発明のセンサについて、第6の実施形態の物理量センサを説明する断面図である。

【図11】本発明のセンサについて、第7の実施形態の物理量センサを説明する平面図である。

【図12-1】角速度センサについて、背景技術とその課題を説明する上面図である。

【図12-2】角速度センサについて、背景技術とその課題を説明する断面図である。

【図12-3】角速度センサについて、背景技術とその課題を説明する断面図である。

【図13】本発明の基準電位を説明する図である。

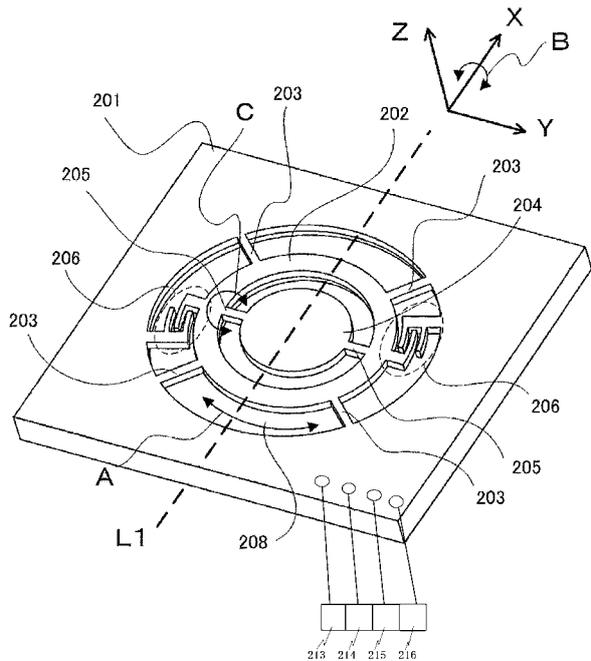
【符号の説明】

50

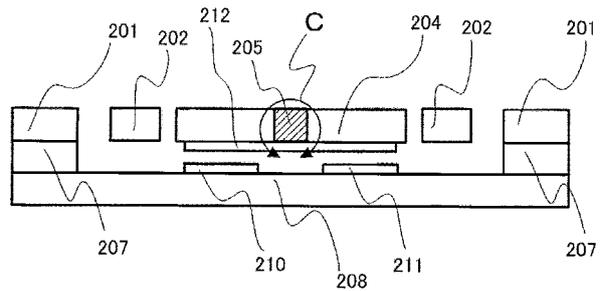
【 0 0 9 4 】

- 202、209 参照振動子
- 204、304、354 検出振動子
- 206 参照振動発生手段
- 210、211、222、223、310、311、360、361 電極（第1の電極、第2の電極、第3の電極、第4の電極）
- 212、217、218、224、312 検知電極（第2の検知電極）
- 213 駆動信号供給手段
- 214、215 信号供給手段（第1の信号供給手段、第2の交流信号供給手段）
- 216 電荷量測定手段
- 301 第1の交流信号
- 302 第2の交流信号

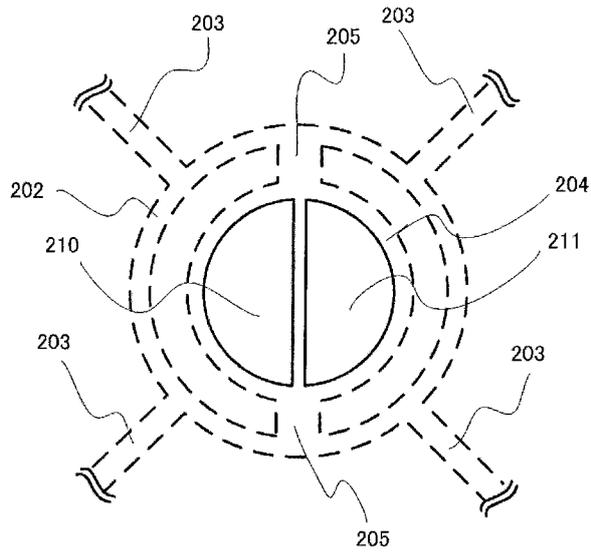
【 図 1 - 1 】



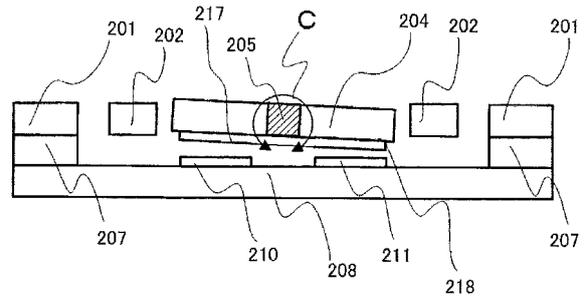
【 図 1 - 2 】



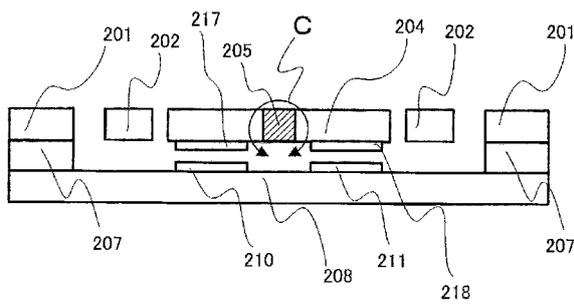
【図 1 - 3】



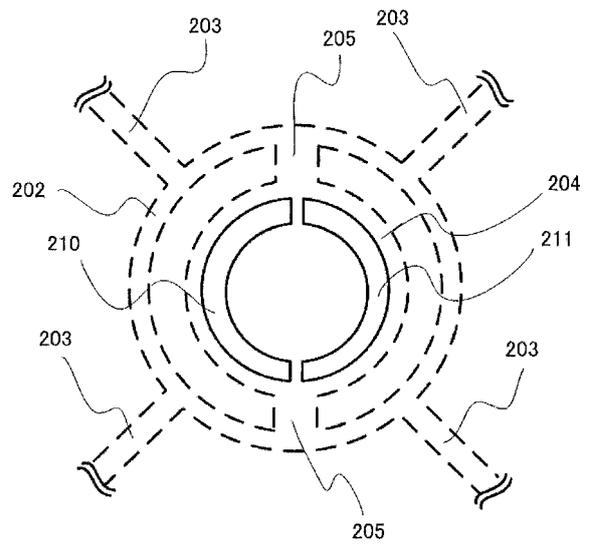
【図 1 - 4】



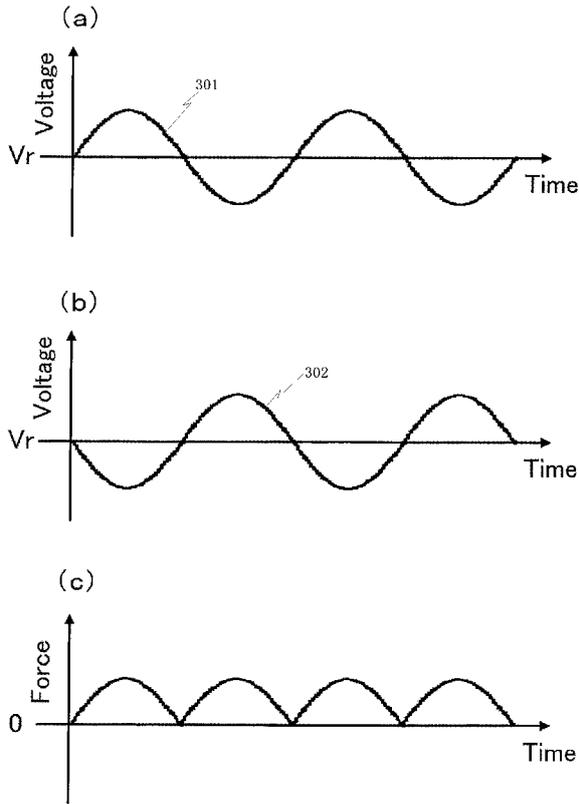
【図 1 - 5】



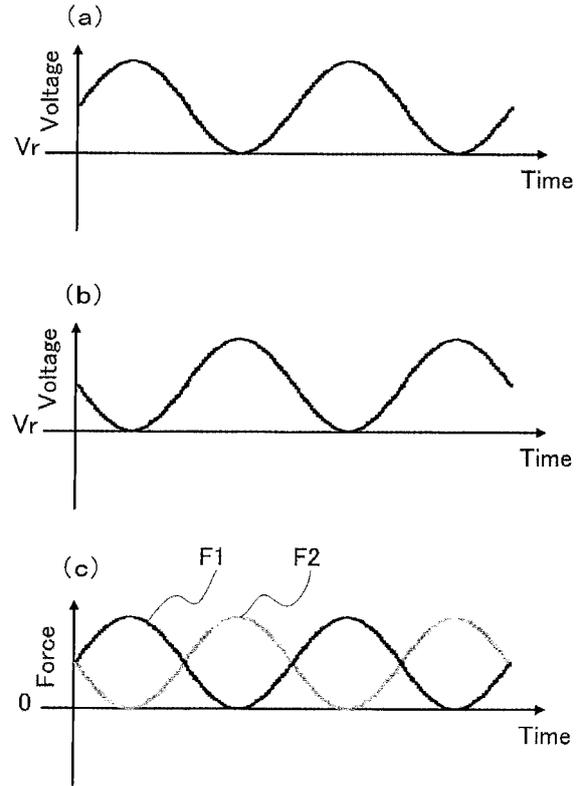
【図 1 - 6】



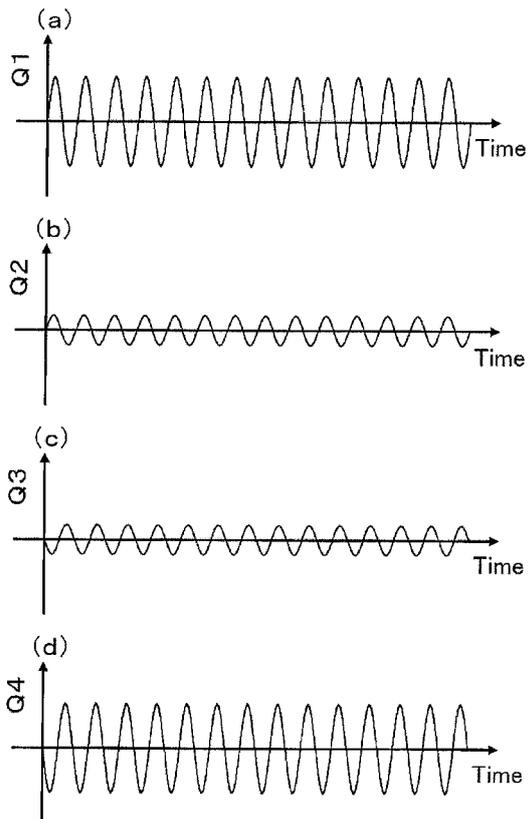
【 図 2 】



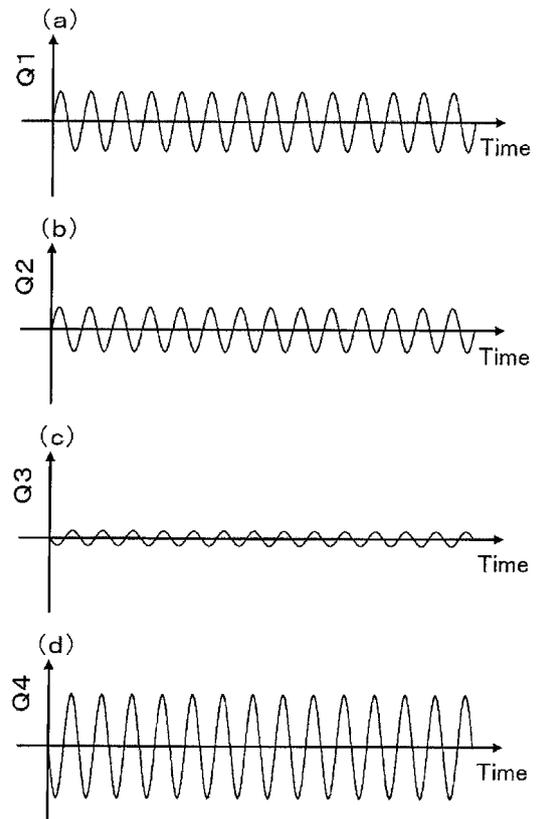
【 図 3 】



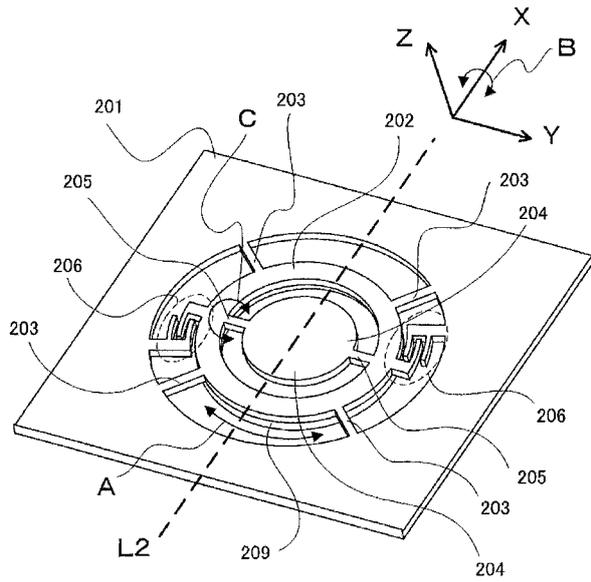
【 図 4 】



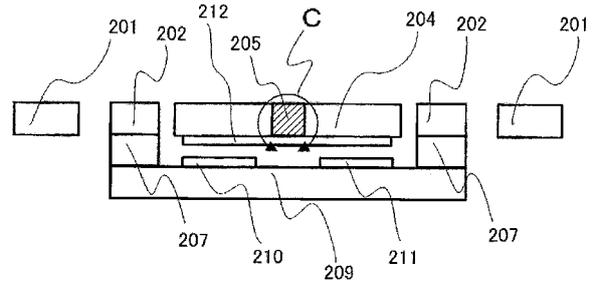
【 図 5 】



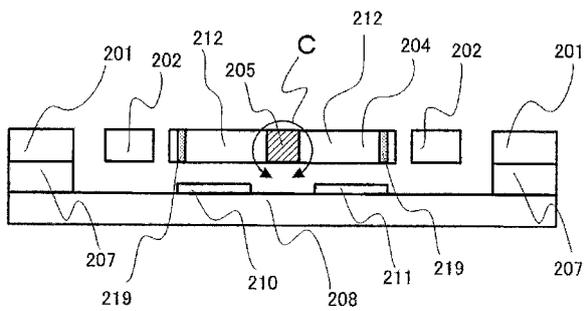
【図 6 - 1】



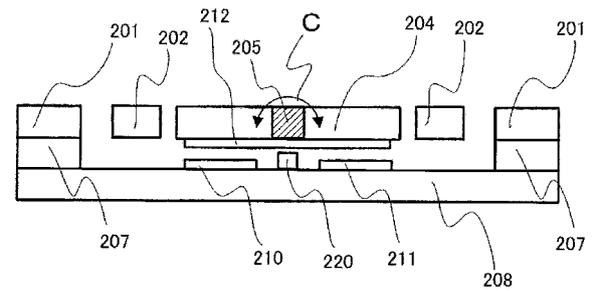
【図 6 - 2】



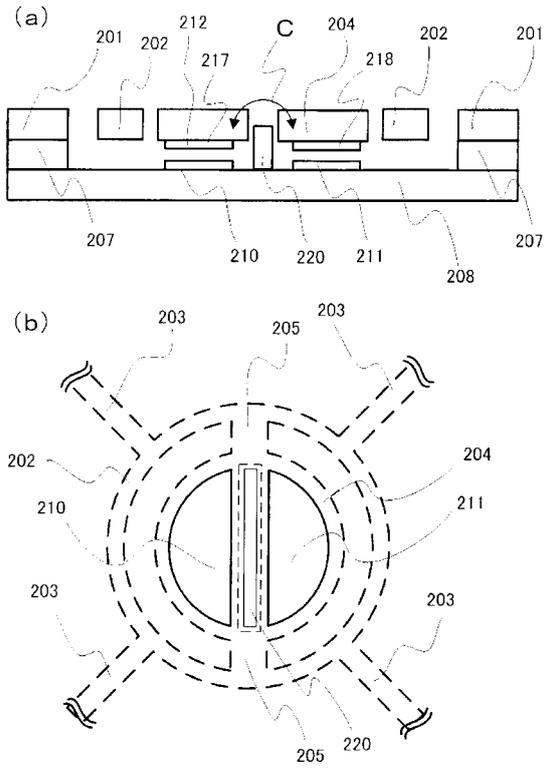
【図 7】



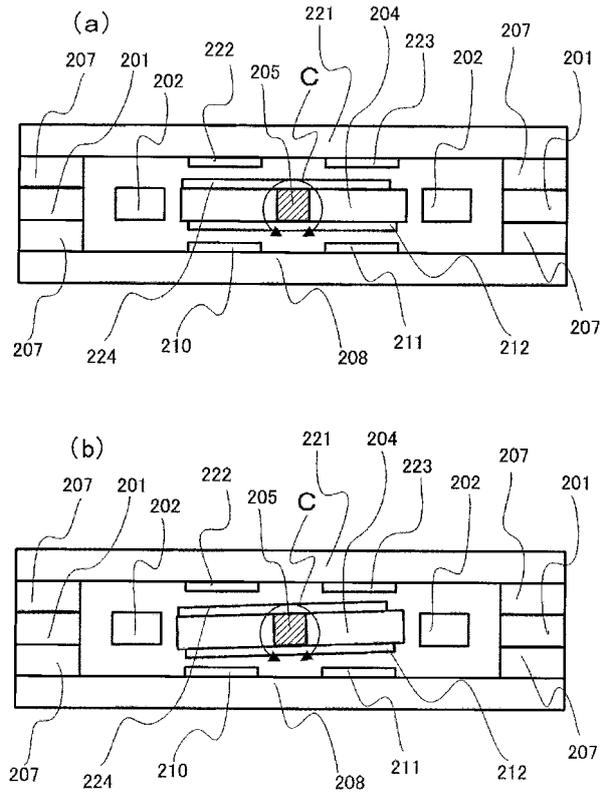
【図 8 - 1】



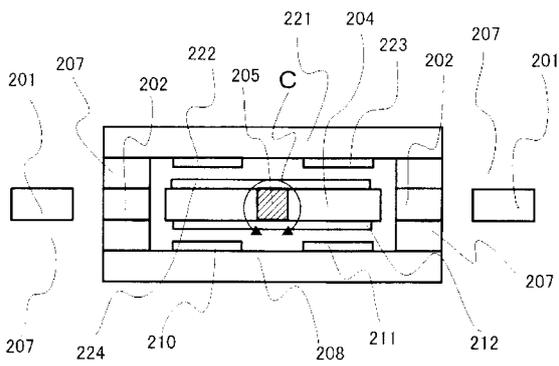
【図 8 - 2】



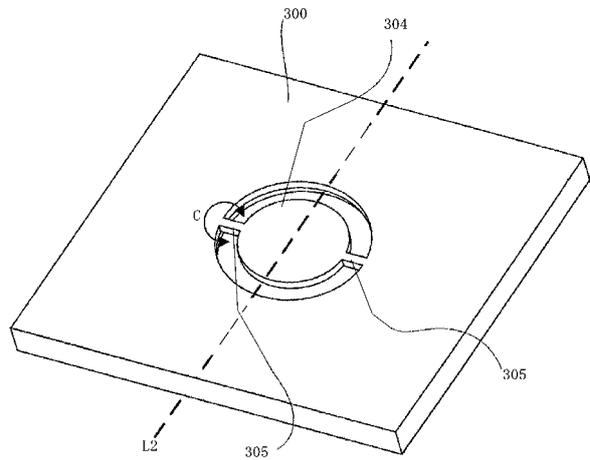
【図 9 - 1】



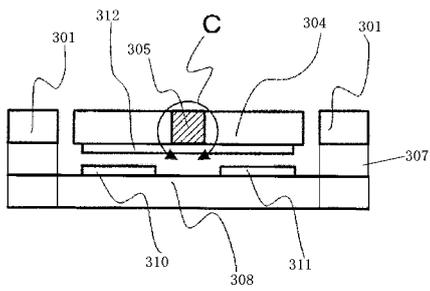
【図 9 - 2】



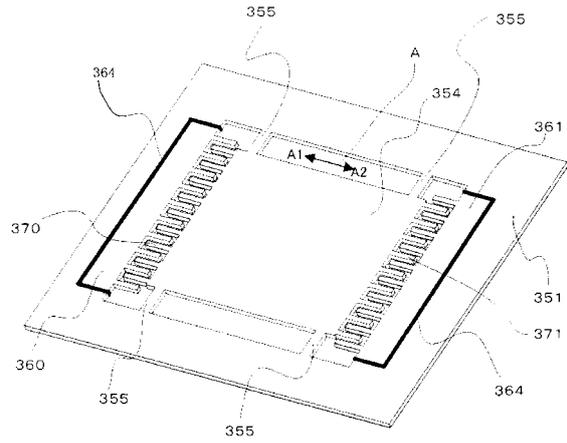
【図 10 - 1】



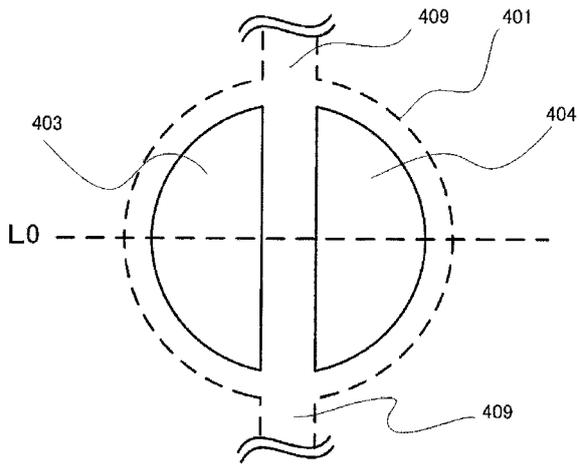
【図10-2】



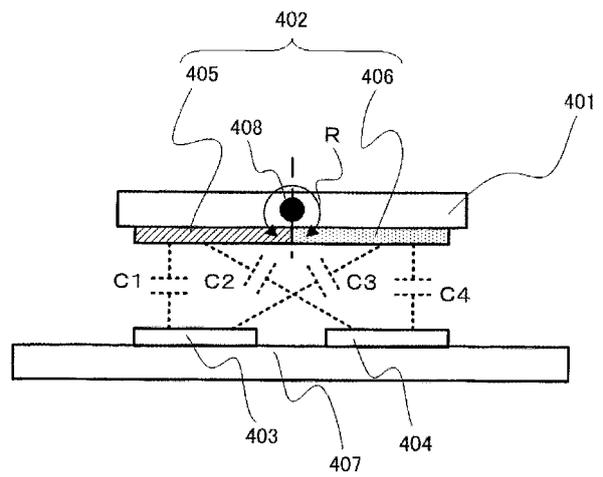
【図11】



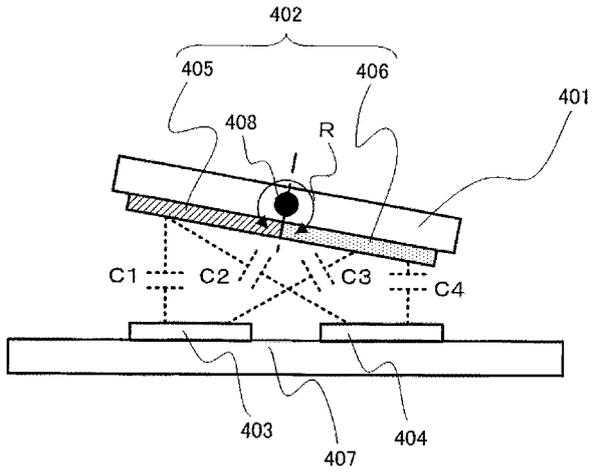
【図12-1】



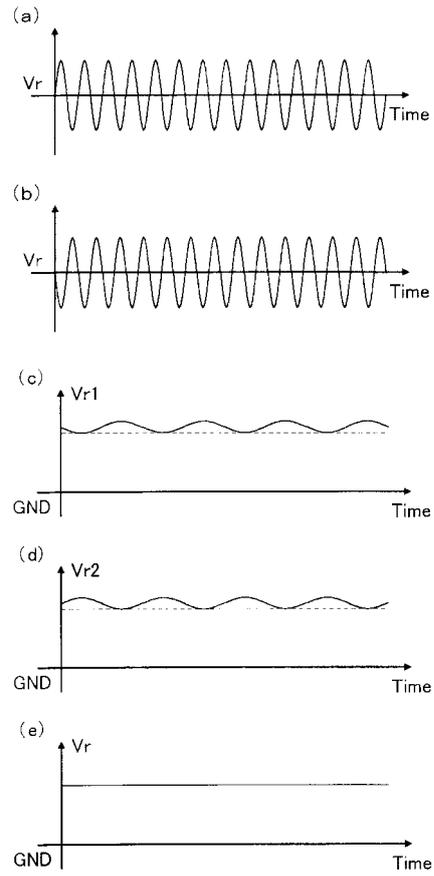
【図12-2】



【図 12 - 3】



【図 13】



---

フロントページの続き

審査官 梶田 真也

- (56)参考文献 特開2005-098892(JP,A)  
特開2005-043309(JP,A)  
特表2000-509812(JP,A)  
米国特許第06374672(US,B1)  
特開平08-178952(JP,A)  
特開2001-201348(JP,A)  
特開2005-114394(JP,A)  
特開平11-142164(JP,A)  
特表平7-502592(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 19/00 - 19/72