

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-173055

(P2012-173055A)

(43) 公開日 平成24年9月10日(2012.9.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 C 19/5747 (2012.01)	GO 1 C 19/56 2 4 7	2 F 1 0 5
HO 1 L 29/84 (2006.01)	HO 1 L 29/84 Z	4 M 1 1 2
GO 1 C 19/5762 (2012.01)	HO 1 L 29/84 A	
	GO 1 C 19/56 2 6 2	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-33665 (P2011-33665)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成23年2月18日 (2011.2.18)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	100091306
			弁理士 村上 友一
		(74) 代理人	100152261
			弁理士 出口 隆弘
		(72) 発明者	金本 啓
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	2F105 AA02 AA08 BB03 CC04 CD03
			CD05 CD06 CD07 CD13
			4M112 AA02 BA07 CA21 CA22 CA24
			CA31 DA03 DA04 DA06 DA07
			EA13 FA01 FA20

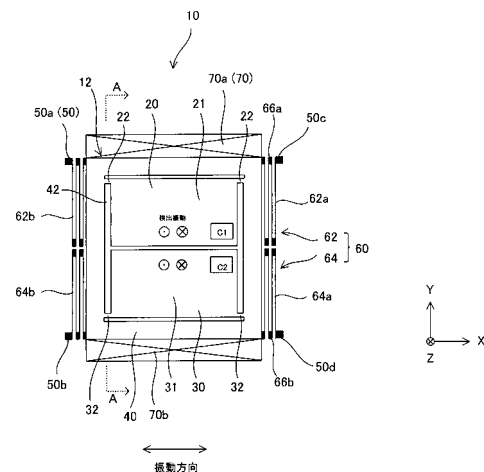
(54) 【発明の名称】 物理量センサー、電子機器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】直線加速度の影響及び検出軸以外の他軸の角速度の影響の少なくとも一方を受けることがない物理量センサーを提供する。

【解決手段】物理量センサー10は、基板と、基板上の空間平面に配置され、回転軸22, 32を有した第1変位部及び第2変位部21, 31と、基板の第1変位部及び第2変位部21, 31の各々に対向する位置に設けられた固定電極部と、第1変位部及び第2変位部の各々の回転軸を支持する支持部40と、パネ部60を介して支持部40を支持する固定部50と、支持部40を振動方向に振動させる駆動部70と、を備え、第1変位部及び第2変位部は、回転軸を軸として空間平面に対して垂直方向に変位可能であり、回転軸の各々は、第1変位部又は第2変位部の重心からずれて設けられ、第1変位部21の回転軸22と第2変位部31の回転軸32とは、重心からのずれの方向が互いに反対である。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、
 前記基板上の空間平面に配置され、回転軸を有した第 1 変位部及び第 2 変位部と、
 前記基板の前記第 1 変位部及び第 2 変位部の各々に対向する位置に設けられた固定電極部と、
 前記第 1 変位部及び第 2 変位部の各々の前記回転軸を支持する支持部と、
 バネ部を介して前記支持部を支持する固定部と、
 前記支持部を振動方向に振動させる駆動部と、を備え、
 前記第 1 変位部及び第 2 変位部は、前記回転軸を軸として前記空間平面に対して垂直方向に変位可能であり、
 前記回転軸の各々は、前記第 1 変位部又は第 2 変位部の重心からずれて設けられ、
 前記第 1 変位部の前記回転軸と前記第 2 変位部の前記回転軸とは、前記重心からのずれの方向が互いに反対であることを特徴とする物理量センサー。

【請求項 2】

前記回転軸の各々は、前記支持部の前記振動方向に平行に配置されたことを特徴とする請求項 1 に記載の物理量センサー。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 変位部は、互に対称となるように配置されたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の物理量センサー。

【請求項 4】

基板と、
 前記基板上の空間平面に配置された第 1 振動体及び第 2 振動体と、を有し、
 前記第 1 振動体は、回転軸を有した第 1 変位部及び第 2 変位部と、前記第 1 変位部及び前記第 2 変位部の前記回転軸の各々を支持する第 1 支持部と、を備え、
 前記第 2 振動体は、回転軸を有した第 3 変位部及び第 4 変位部と、前記第 3 変位部及び前記第 4 変位部の前記回転軸の各々を支持する第 2 支持部と、を備え、
 前記基板の前記第 1 ~ 第 4 変位部の各々に対向する位置に設けられた固定電極部と、
 バネ部を介して前記第 1 支持部及び第 2 支持部の各々を支持する固定部と、
 前記第 1 支持部及び第 2 支持部の各々を振動させる駆動部と、を備え、
 前記第 1 振動体及び前記第 2 振動体は、互いに反対方向に振動し、
 前記第 1 ~ 第 4 変位部は、前記回転軸を軸として前記空間平面に対し垂直方向に変位可能であり、
 前記回転軸の各々は、前記第 1 ~ 第 4 変位部の各々の重心からずれて設けられ、
 前記第 1 変位部の前記回転軸と前記第 2 変位部の前記回転軸とは、前記重心からのずれの方向が互いに反対であり、
 且つ、前記第 3 変位部の前記回転軸と前記第 4 変位部の前記回転軸とは、前記重心からのずれの方向が互いに反対であることを特徴とする物理量センサー。

【請求項 5】

前記第 1 振動体及び第 2 振動体は、連結バネで互いに接続されていることを特徴とする請求項 4 に記載の物理量センサー。

【請求項 6】

前記第 1 変位部とこれに対向する前記固定電極部との間の静電容量を C_1 とし、
 前記第 2 変位部とこれに対向する前記固定電極部との間の静電容量を C_2 とし、
 前記第 3 変位部とこれに対向する前記固定電極部との間の静電容量を C_3 とし、
 前記第 4 変位部とこれに対向する前記固定電極部との間の静電容量を C_4 としたときに、

前記物理量センサーの出力値を
 $(C_1 + C_2) - (C_3 + C_4)$

とすることを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の物理量センサー。

【請求項 7】

前記振動方向に対し平面視で直交する方向の軸回りに発生する角速度を検出することを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の物理量センサー。

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の物理量センサーを備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、物理量センサー、及びそれを用いた電子機器に関する。

10

【背景技術】**【0002】**

近年、カーナビゲーションシステムや、ビデオカメラの手振れ補正などの姿勢制御に、角速度を検出する角速度センサーが多く用いられている。このような角速度センサーには、素子が形成された面内の軸まわりの角速度を検出する方式のものがある。

【0003】

特許文献 1 に開示の角速度センサーは、X Y 平面に円環状の駆動質量と、その中心に配置されたアンカーと、アンカーが固定された基板と、前記駆動質量の X 軸方向に対向配置された一対の第 1 質量部と、前記駆動質量の Y 軸方向に対向配置された一対の第 2 質量部と、前記基板上で前記第 1 の質量部及び第 2 の質量部と対向して配置された検出電極と、

20

【0004】

このような構成により、駆動質量を、X Y 平面に垂直な Z 軸方向のアンカー軸まわりに交互に繰り返す回動駆動させて、X 軸まわり又は Y 軸まわりの角速度が加わったときに、コリオリ力が作用して、シーソー状の第 1 の質量部又は第 2 の質量部が回転することによる角速度を検出するものである。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2009 / 0100930 号明細書

30

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、特許文献 1 に開示の角速度センサーによれば、回動駆動によって遠心力が発生し、特に回転方向が変わる際に、シーソー状の検出電極が振動してしまうという問題がある。検出電極が振動すると出力が発生するため、角速度が加わっていない場合にも出力が生じてしまうという問題があった。

【0007】

そこで本発明は、駆動によって検出電極が振動することがなく、例えばセンサーを角速度センサーとして用いたときに、出力値としての角速度以外の物理量である直線加速度の影響及び検出軸以外の他軸の角速度の影響の少なくとも一方を受けない物理量センサー、電子機器を提供することを目的としている。

40

【課題を解決するための手段】**【0008】**

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の適用例として実現することが可能である。

【0009】

[適用例 1] 基板と、前記基板上の空間平面に配置され、回転軸を有した第 1 変位部及び第 2 変位部と、前記基板の前記第 1 変位部及び第 2 変位部の各々に対向する位置に設けられた固定電極部と、前記第 1 変位部及び第 2 変位部の各々の前記回転軸を支持する支持

50

部と、バネ部を介して前記支持部を支持する固定部と、前記支持部を振動方向に振動させる駆動部と、を備え、前記第 1 変位部及び第 2 変位部は、前記回転軸を軸として前記空間平面に対して垂直方向に変位可能であり、前記回転軸の各々は、前記第 1 変位部又は第 2 変位部の重心からずれて設けられ、前記第 1 変位部の前記回転軸と前記第 2 変位部の前記回転軸とは、前記重心からのずれの方向が互いに反対であることを特徴とする物理量センサー。

上記構成によれば、例えば、物理量センサーを角速度センサーとして用いた場合に、検出軸まわりの角速度のみを検出して、ノイズとなる検出軸以外の他軸の角速度が検出されない。従って物理量検出を高精度に行うことができる。

【 0 0 1 0 】

[適用例 2] 前記回転軸の各々は、前記支持部の前記振動方向に平行に配置されたことを特徴とする適用例 1 に記載の物理量センサー。

上記構成によれば、例えば、物理量センサーを角速度センサーとして用いた場合に、検出軸回りに角速度が発生したときに各変位部を基板上の空間平面に対し垂直方向に変位し易くなり、物理量検出を高精度に行うことができる。

【 0 0 1 1 】

[適用例 3] 前記第 1 及び第 2 変位部は、互に対称となるように配置されたことを特徴とする適用例 1 又は適用例 2 に記載の物理量センサー。

上記構成によれば、各変位部の静電容量の絶対値が同じになり、差動検出により変位を検出することができる。

【 0 0 1 2 】

[適用例 4] 基板と、前記基板上の空間平面に配置された第 1 振動体及び第 2 振動体と、を有し、前記第 1 振動体は、回転軸を有した第 1 変位部及び第 2 変位部と、前記第 1 変位部及び前記第 2 変位部の前記回転軸の各々を支持する第 1 支持部と、を備え、前記第 2 振動体は、回転軸を有した第 3 変位部及び第 4 変位部と、前記第 3 変位部及び前記第 4 変位部の前記回転軸の各々を支持する第 2 支持部と、を備え、前記基板の前記第 1 ~ 第 4 変位部の各々に対向する位置に設けられた固定電極部と、バネ部を介して前記第 1 支持部及び第 2 支持部の各々を支持する固定部と、前記第 1 支持部及び第 2 支持部の各々を振動させる駆動部と、を備え、前記第 1 振動体及び前記第 2 振動体は、互いに反対方向に振動し、前記第 1 ~ 第 4 変位部は、前記回転軸を軸として前記空間平面に対し垂直方向に変位可能であり、前記回転軸の各々は、前記第 1 ~ 第 4 変位部の各々の重心からずれて設けられ、前記第 1 変位部の前記回転軸と前記第 2 変位部の前記回転軸とは、前記重心からのずれの方向が互いに反対であり、且つ、前記第 3 変位部の前記回転軸と前記第 4 変位部の前記回転軸とは、前記重心からのずれの方向が互いに反対であることを特徴とする物理量センサー。

上記構成によれば、例えば、物理量センサーを角速度センサーとして用いた場合に、検出軸まわりの角速度のみを検出して、ノイズとなる検出軸以外の他軸の角速度及び直線加速度が検出されない。従って適用例 1 と比較して物理量検出を高精度に行うことができる。

【 0 0 1 3 】

[適用例 5] 前記第 1 振動体及び第 2 振動体は、連結バネで互いに接続されていることを特徴とする適用例 4 に記載の物理量センサー。

上記構成によれば、第 1 振動体と第 2 振動体の振動効率を高めることができる。

【 0 0 1 4 】

[適用例 6] 前記第 1 変位部とこれに対向する前記固定電極部との間の静電容量を C_1 とし、前記第 2 変位部とこれに対向する前記固定電極部との間の静電容量を C_2 とし、前記第 3 変位部とこれに対向する前記固定電極部との間の静電容量を C_3 とし、前記第 4 変位部とこれに対向する前記固定電極部との間の静電容量を C_4 としたときに、前記物理量センサーの出力値を $(C_1 + C_2) - (C_3 + C_4)$ とすることを特徴とする適用例 4 又は適用例 5 に記載の物理量センサー。

10

20

30

40

50

上記構成によれば、差動容量出力を検出して、角速度を高精度に検出することができる。

【 0 0 1 5 】

[適用例 7] 前記振動方向に対し平面視で直交する方向の軸回りに発生する角速度を検出することを特徴とする適用例 1 ないし適用例 6 のいずれか 1 例に記載の物理量センサー。

上記構成によれば、検出軸まわりの角速度のみを検出して、検出軸以外の他軸の角速度が検出されない。従って角速度を高精度で検出できる物理量センサーが得られる。

【 0 0 1 6 】

[適用例 8] 適用例 1 ないし適用例 7 のいずれか 1 例に記載の物理量センサーを備えたことを特徴とする電子機器。

上記構成によれば、物理量を高精度で検出することができる物理量センサーを備えた電子機器が得られる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 本発明の物理量センサーの第 1 実施形態を示す構成概略図である。

【 図 2 】 図 1 における A - A 断面拡大図である。

【 図 3 】 本発明の物理量センサーの第 2 実施形態を示す構成概略図である。

【 図 4 】 物理量センサーの作用の説明図である。

【 図 5 】 本発明の物理量センサーの第 3 実施形態を示す構成概略図である。

【 図 6 】 本発明の物理量センサーの第 4 実施形態を示す構成概略図である。

【 図 7 】 本発明の物理量センサーの第 5 実施形態を示す構成概略図である。

【 図 8 】 本発明の物理量センサーを備える電子機器を適用した携帯電話機の説明図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 8 】

本発明の物理量センサー、電子機器の実施形態を添付の図面を参照しながら、以下詳細に説明する。

図 1 は本発明の物理量センサーの第 1 実施形態を示す構成概略図である。図 2 は図 1 における A - A 断面拡大図である。なお各図では、説明の便宜上、互いに直交する 3 つの軸として、X 軸、Y 軸、Z 軸を図示している。また以下では、X 軸（第 1 軸）に平行な方向を X 軸方向、Y 軸（第 2 軸）に平行な方向を Y 軸方向、Z 軸（第 3 軸）に平行な方向を Z 軸方向という。

【 0 0 1 9 】

本発明の物理量センサー 10 は、振動系構造体 12 上に、第 1 及び第 2 変位部 20, 30 と、回転軸 22, 32 と、支持部 40 と、固定部 50 と、支持部 40 と固定部 50 を接続するバネ部 60 と、駆動部 70 と、を主な基本構成として形成されている。なお本実施形態の物理量センサー 10 は、X 軸、Y 軸又は Z 軸のいずれか 1 軸まわりの角速度を検出可能なセンサーであり、以下、一例として、X 軸方向に沿って振動可能とし、Y 軸まわりに作用する回転を検出可能な角速度センサーの構成について説明する。

【 0 0 2 0 】

振動系構造体 12 は、シリコンを主材料として構成されていて、シリコン基板（シリコンウエハ）上に薄膜形成技術（例えば、エピタキシャル成長技術、化学気相成長技術等の堆積技術）や各種加工技術（例えばドライエッチング、ウェットエッチング等のエッチング技術）を用いて所望の外形形状に加工することにより、前述した各部が一体的に形成されている。或いは、シリコン基板とガラス基板を張り合わせた後に、シリコン基板のみを所望の外形形状に加工することで、前述の各部を形成することもできる。振動系構造体 12 の主材料をシリコンとすることにより、優れた振動特性を実現できるとともに、優れた耐久性を発揮することができる。またシリコン半導体デバイス作製に用いられる微細な加工技術の適用が可能となり、物理量センサー 10 の小型化を図ることができる。

【 0 0 2 1 】

第 1 及び第 2 変位部 2 0 , 3 0 は、Z 軸を法線とする X Y 平面視において、矩形の板状に形成され、X Y 平面の空間平面を Z 軸方向に変位する変位板 2 1 , 3 1 を備えている。変位板 2 1 , 3 1 は、回転軸 2 2 , 3 2 で支持部 4 0 に連結されている。回転軸 2 2 , 3 2 は、図 2 に示すように各変位板 2 1 , 3 1 の重心からずれた位置に形成している。回転軸 2 2 , 3 2 は共に、振動方向である X 軸方向に延在して設けられている。回転軸 2 2 , 3 2 は、外力が加わったときにその軸まわりにねじり変形させ変位板 2 1 , 3 1 を Z 方向に回転させる。

【 0 0 2 2 】

このような構成により、第 1 及び第 2 変位部 2 0 , 3 0 は、回転軸 2 2 , 3 2 に対し重力 (Z 軸方向の外力) による回転方向が互いに逆方向に回転するように取り付けられている。換言すると、回転軸 2 2 の変位板 2 1 の重心からのずれの方向と、回転軸 3 2 の変位板 3 1 の重心からのずれの方向とは、互いに反対方向であるとも言える。

【 0 0 2 3 】

支持部 4 0 は、第 1 及び第 2 変位部 2 0 , 3 0 を支持するフレームである。第 1 実施形態の支持部 4 0 は、第 1 及び第 2 変位部 2 0 , 3 0 の外周を囲む開口 4 2 を備え、変位板 2 1 , 3 1 の揺動側 (自由端側) が互いに内側を向くように回転軸 2 2 , 3 2 を介して支持している。なお、支持部 4 0 の形状はフレーム形状に限定されずに、他の形状でも適用可能である。

【 0 0 2 4 】

固定部 5 0 は、支持部 4 0 の外側に複数設けられている。本実施形態では Z 軸を法線とする平面視にて、矩形状に配置した固定部 5 0 a , 5 0 b , 5 0 c , 5 0 d で囲まれる領域の中に支持部 4 0 を設けている。

【 0 0 2 5 】

バネ部 6 0 は、支持部 4 0 と固定部 5 0 とを連結している。第 1 実施形態のバネ部 6 0 は、第 1 及び第 2 バネ部 6 2 , 6 4 から構成されている。第 1 バネ部 6 2 は、一对のバネ部 6 2 a , 6 2 b から構成されており、各バネ部 6 2 a , 6 2 b は Y 軸方向に往復しながら X 軸方向に延在する形状をなしている。またバネ部 6 2 a , 6 2 b は、Z 軸を法線とする平面視にて、支持部 4 0 の中心と交わる Y 軸に対して対称的に設けられている。各バネ部 6 2 a , 6 2 b をこのような形状とすることにより、第 1 バネ部 6 2 を Y 軸方向及び Z 軸方向への変形を抑制しつつ、振動方向である X 軸方向にスムーズに伸縮させることができる。また、第 2 バネ部 6 4 の構成は、支持部 4 0 の中心と交わる X 軸に対して、第 1 バネ部 6 2 と対称的に設けられ、一对のバネ部 6 4 a , 6 4 b から構成されている。各バネ部 6 4 a , 6 4 b をこのような形状とすることにより、第 2 バネ部 6 4 を Y 軸方向及び Z 軸方向への変形を抑制しつつ、振動方向である X 軸方向にスムーズに伸縮させることができる。

【 0 0 2 6 】

駆動部 7 0 は、支持部 4 0 を X 軸方向に所定の周波数で振動させる機能を備えている。すなわち駆動部 7 0 は、支持部 4 0 を + X 軸方向に変位させる状態と、- X 軸方向に変位させる状態とを繰り返すように振動させている。駆動部 7 0 a , 7 0 b は、図示しない駆動電極と固定電極から構成され、第 1 及び第 2 変位部 2 0 , 3 0 のそれぞれに形成しているが、支持部 4 0 を X 方向に振動させることができる構成であれば、いずれか一方の変位部だけでも良い。固定電極は駆動電極を介して X 軸方向に対向配置された櫛歯状の一对の電極片を有している。このような構成の駆動部 7 0 は、図示しない電源によって、電極片に電圧を印加することにより、各駆動電極と各電極片との間に静電力を発生させ、バネ部 6 0 を伸縮させつつ、支持部 4 0 を所定の周波数で X 軸方向に振動させている。なお駆動部 7 0 は、静電駆動方式、圧電駆動方式、又は磁場のローレンツ力を利用した電磁駆動方式等を適用することができる。

【 0 0 2 7 】

図 2 に示す基板 7 4 は、振動系構造体 1 2 を支持するものである。基板 7 4 は、シリコ

10

20

30

40

50

ンを主材料として構成されているが、シリコンに限定されず、例えば、水晶や、各種ガラスであってもよい。基板 7 4 は板状であって、上面に固定部 5 0 を接合させている。これにより振動系構造体 1 2 を基板 7 4 上に固定・支持させることができる。なお基板 7 4 と振動系構造体 1 2 の隙間は、外力によって変位する第 1 及び第 2 変位部 2 0, 3 0 が接触することがない距離に設定している。基板 7 4 と振動系構造体 1 2 の接合方法は、特に限定されず、直接接合や、陽極接合等の各種接合方法を用いて接合することができる。なお、固定部 5 0 は、基板 7 4 上に限定されず、基板 7 4 以外の部材（例えば、パッケージなど）に設けても良い。また基板 7 4 の上面であって、第 1 及び第 2 変位部 2 0, 3 0 と対向する箇所には、下部電極（固定電極部）7 6 を設けている。第 1 及び第 2 変位部 2 0, 3 0 と、基板 7 4 に固定された第 1 及び第 2 変位部 2 0, 3 0 と Z 軸方向に離間して対向配置された下部電極 7 6 により、トランスデューサーが形成される。

10

【0028】

図 3 は本発明の物理量センサーの第 2 実施形態を示す構成概略図である。図示のように第 2 実施形態の物理量センサー 1 0 0 は、振動系構造体 1 2 0 上に 2 つの振動体と、各振動体に設けられた 4 つの変位部を備えている。具体的に物理量センサー 1 0 0 は、センサーの振動方向に沿って第 1 及び第 2 変位部 2 0, 3 0 を有する第 1 振動体 1 4 と、第 3 及び第 4 変位部 8 0, 9 0 を有する第 2 振動体 1 6 から構成されている。なお、振動系構造体 1 2 0 は、シリコンを主材料として構成されていて、シリコン基板（シリコンウエハ）上に薄膜形成技術や各種加工技術を用いて所望の外形形状に加工することにより、各部が一体的に形成されている。第 1 及び第 2 変位部 2 0, 3 0 の構成は、第 1 実施形態の構成と同様であり、その詳細な説明を省略する。また第 3 及び第 4 変位部 8 0, 9 0 の基本構成は、第 1 及び第 2 変位部 2 0, 3 0 と同様である。但し、第 1 及び第 2 の変位部 2 0, 3 0 と第 3 及び第 4 変位部 8 0, 9 0 の間には、第 3 パネ部（連結パネ）6 6 を形成している。第 3 パネ部 6 6 は、一对のパネ部 6 6 a, 6 6 b から構成されており、各パネ部 6 6 a, 6 6 b は Y 軸方向に往復しながら X 軸方向に延在する形状をなしている。またパネ部 6 6 a, 6 6 b は、Z 軸を法線とする X Y 平面視にて、第 1 支持部 4 4 と第 2 支持部 4 6 の中心と交わる X 軸に対して対称的に設けられている。各パネ部 6 6 a, 6 6 b をこのような形状とすることにより、第 1 パネ部 6 2 を Y 軸方向及び Z 軸方向への変形を抑制しつつ、X 軸方向にスムーズに伸縮させることができる。

20

【0029】

また第 2 実施形態の物理量センサー 1 0 0 の駆動部 7 2 は、第 1 実施形態の駆動部 7 0 と基本構成は同じである。しかし、第 1 及び第 2 変位部 2 0, 3 0 の駆動部 7 2 a, 7 2 b と、第 3 及び第 4 変位部 8 0, 9 0 の駆動部 7 2 c, 7 2 d に対して、位相が 1 8 0 度ずれた交番電圧を印加することにより、各駆動電極と各電極片との間にそれぞれ静電力を発生させ、第 1 ~ 第 3 パネ部 6 2, 6 4, 6 6 を X 軸方向に伸縮させつつ、第 1 及び第 2 変位部 2 0, 3 0 と、第 3 及び第 4 変位部 8 0, 9 0 が互いに逆位相でかつ所定の周波数で X 軸方向に振動させている。なお、駆動部 7 2 a, 7 2 b は、どちらか一方のみ形成されていれば良い。駆動部 7 2 c, 7 2 d についても同様である。

30

【0030】

なお、第 2 実施形態の物理量センサー 1 0 0 は、第 1 ~ 第 4 変位部 2 0, 3 0, 8 0, 9 0 のそれぞれに対向する下部電極 7 6 との間に発生する静電容量をそれぞれ C 1 ~ C 4 とした場合、その出力を、 $(C 1 + C 2) - (C 3 + C 4)$ となるように設定している。

40

【0031】

次に上記構成による本発明の物理量センサー 1 0, 1 0 0 の作用について以下説明する。図 4 は物理量センサーの作用の説明図である。なお、図 4 では変位板に加わる力の状態により A ~ G に場合分けして表記している。

【0032】

まず、物理量センサーに対する入力がゼロの場合（状態 A）、第 1 ~ 第 4 変位部 2 0, 3 0, 8 0, 9 0 の回転軸 2 2, 3 2, 8 2, 9 2 の延びる方向と、振動方向が同じため、変位板の自重による傾き以外に第 1 ~ 第 4 変位部 2 0, 3 0, 8 0, 9 0 は変動しない

50

。従ってトランスデューサーの容量変化は起こらないため出力はゼロとなる。

【 0 0 3 3 】

次に物理量センサーに対する X 軸まわりの角速度が入力された場合（状態 B）、第 1 ～ 第 4 変位部 2 0 , 3 0 , 8 0 , 9 0 の回転軸 2 2 , 3 2 , 8 2 , 9 2 の軸方向は、振動方向と同じ方向に形成されているため、コリオリ力は発生しない。従って、トランスデューサーの容量変化は起こらないため出力はゼロとなる。

【 0 0 3 4 】

次に物理量センサーに対する Y 軸まわりの角速度が入力された場合（状態 C）について説明する。ここで第 1 振動体 1 4 の第 1 及び第 2 変位部 2 0 , 3 0 が - X 軸方向へ振動し、第 2 の振動体 1 6 の第 3 及び第 4 変位部 8 0 , 9 0 が + X 軸方向へ振動し、Y 軸まわりに角速度が入力されたと仮定する。一般にコリオリ力 $F_{cor i}$ は、

10

【数 1】

$$F_{cor i} = 2 m v \times \Omega$$

であらわすことができる。ここで m : 質量、 v : 速度、 Ω : 角速度をそれぞれ示している。

【 0 0 3 5 】

第 1 及び第 2 変位部 2 0 , 3 0 では、- X 軸方向へ振動させつつ、Y 軸まわりの角速度 y が加わると、- Z 軸方向のコリオリ力が作用して、変位板 2 1 , 3 1 が - Z 軸方向に回転し、これにより、変位板 2 1 , 3 1 と下部電極 7 6 の間の静電容量 C_1 , C_2 が変化する。また第 3 及び第 4 変位部 8 0 , 9 0 では、+ X 軸方向へ振動させつつ、Y 軸まわりの角速度 y が加わると、+ Z 軸方向のコリオリ力が作用して、変位板 2 1 , 3 1 が + Z 軸方向に回転し、これにより変位板 8 1 , 9 1 と下部電極 7 6 の間の静電容量 C_3 , C_4 が変化する。このように第 1 及び第 2 変位部 2 0 , 3 0 と第 3 及び第 4 変位部 8 0 , 9 0 では、コリオリ力の向きが逆方向となり、第 1 ～ 第 4 変位部 2 0 , 3 0 , 8 0 , 9 0 の静電容量 $C_1 \sim C_4$ の出力は、 $(C_1 + C_2) - (C_3 + C_4)$ により、Y 軸まわりの角速度に応じた容量変化を検出することができる。

20

【 0 0 3 6 】

次に物理量センサーに対する Z 軸まわりの角速度が入力された場合（状態 D）について説明する。ここで第 1 振動体 1 4 の第 1 及び第 2 変位部 2 0 , 3 0 が - X 軸方向へ振動し、第 2 振動体 1 6 の第 3 及び第 4 変位部 8 0 , 9 0 が + X 軸方向へ振動し、Z 軸まわりに角速度が入力されたと仮定する。

30

【 0 0 3 7 】

第 1 及び第 2 変位部 2 0 , 3 0 では、- X 軸方向へ振動させつつ、Z 軸まわりの角速度 z が加わると、+ Y 軸方向のコリオリ力が作用する。このとき第 1 及び第 2 変位部 2 0 , 3 0 の回転軸 2 2 , 3 2 は、各変位板 2 1 , 3 1 の重心からずれた位置に形成し、重心からのずれの方向が互いに反対に形成している。このため、変位板 2 1 は - Z 軸方向へ押下られ、変位板 3 1 は + z 軸方向へ押し上げられる。これにより、変位板 2 1 , 3 1 と下部電極 7 6 の間の静電容量 C_1 , C_2 が変化する。

【 0 0 3 8 】

第 3 及び第 4 変位部 8 0 , 9 0 では、+ X 軸方向へ振動させつつ、Z 軸まわりの角速度 z が加わると、- Y 軸方向のコリオリ力が作用する。このとき第 3 及び第 4 変位部 8 0 , 9 0 の回転軸 8 2 , 9 2 は、各変位板 8 1 , 9 1 の重心からずれた位置に形成し、重心からのずれの方向が互いに反対に形成している。このため、変位板 8 1 は + Z 軸方向へ押し上げられ、変位板 9 1 は - Z 軸方向へ押し下げられる。これにより変位板 8 1 , 9 1 と下部電極 7 6 の間の静電容量 C_3 , C_4 が変化する。

40

【 0 0 3 9 】

この結果、第 1 ～ 第 4 変位部 2 0 , 3 0 , 8 0 , 9 0 の静電容量 $C_1 \sim C_4$ の出力は、 $C_1 - C_4 = 0$ 及び $C_2 - C_3 = 0$ で、 $(C_1 + C_2) - (C_3 + C_4) = (C_1 - C_4) - (C_2 - C_3) = 0$ となり、Z 軸方向に作用するコリオリ力は検出されない。

【 0 0 4 0 】

50

次に物理量センサーに対する X 軸方向の加速度が入力された場合（状態 E）、第 1 ～ 第 4 変位部 2 0, 3 0, 8 0, 9 0 の回転軸 2 2, 3 2, 8 2, 9 2 の軸方向は、X 軸方向の加速度と同じ方向に形成されているため、変位部は変位しない。従って、トランスデューサーの容量変化は起こらないため出力はゼロとなる。

【 0 0 4 1 】

次に物理量センサーに対する + Y 軸方向の加速度が入力された場合（状態 F）、第 1 及び第 2 変位部 2 0, 3 0 では、- X 軸方向へ振動させつつ、+ Y 軸方向の加速度が加わる。第 1 及び第 2 変位部 2 0, 3 0 の回転軸 2 2, 3 2 は、各変位板 2 1, 3 1 の重心からずれた位置に形成し、重心からのずれの方向が互いに反対に形成している。このため、変位板 2 1 は + Z 軸方向へ押し上げられ、変位板 3 1 は - Z 軸方向へ押し下げられる。これにより、変位板 2 1, 3 1 と下部電極 7 6 の間の静電容量 C 1, C 2 が変化する。

10

【 0 0 4 2 】

また第 3 及び第 4 変位部 8 0, 9 0 では、+ X 軸方向へ振動させつつ、+ Y 軸方向の加速度が加わる。第 3 及び第 4 変位部 8 0, 9 0 の回転軸 8 2, 9 2 は、各変位板 8 1, 9 1 の重心からずれた位置に形成し、重心からのずれの方向が互いに反対に形成している。このため、変位板 8 1 は + Z 軸方向へ押し上げられ、変位板 9 1 は - Z 軸方向へ押し下げられる。これにより変位板 8 1, 9 1 と下部電極 7 6 の間の静電容量 C 3, C 4 が変化する。

【 0 0 4 3 】

この結果、第 1 ～ 第 4 変位部 2 0, 3 0, 8 0, 9 0 の静電容量 C 1 ～ C 4 の出力は $C 1 - C 3 = 0$ 、 $C 2 - C 4 = 0$ となり、Y 軸方向に作用する加速度は検出されない。なお物理量センサーに - Y 軸方向の加速度が入力された場合でも、第 1 ～ 第 4 変位部 2 0, 3 0, 8 0, 9 0 の静電容量 C 1 ～ C 4 の出力は、 $C 1 - C 3 = 0$ 及び $C 2 - C 4 = 0$ で、 $(C 1 + C 2) - (C 3 + C 4) = (C 1 - C 3) + (C 2 - C 4) = 0$ となり、Y 軸方向に作用する加速度は検出されない。

20

【 0 0 4 4 】

最後に、物理量センサーに対する + Z 軸方向の加速度が入力された場合（状態 G）、第 1 及び第 2 変位部 2 0, 3 0 では、- X 軸方向へ振動させつつ、+ Z 軸方向の加速度が加わることにより、変位板 2 1 と変位板 3 1 が - Z 軸方向に回転し、これにより変位板 2 1, 3 1 と下部電極 7 6 の間の静電容量 C 1, C 2 が変化する。また第 3 及び第 4 変位部 8 0, 9 0 では、+ X 軸方向へ振動させつつ、+ Z 軸方向の加速度が加わることにより、変位板 8 1 と変位板 9 1 が - Z 軸方向に回転し、これにより変位板 8 1, 9 1 と下部電極 7 6 の間の静電容量 C 3, C 4 が変化する。この結果、第 1 ～ 第 4 変位部 2 0, 3 0, 8 0, 9 0 の静電容量 C 1 ～ C 4 は全て同じ値で、出力は $C 1 + C 2 = C 3 + C 4$ となり、+ Z 軸方向に作用する加速度は検出されない。なお物理量センサーに - Z 軸方向の加速度が入力された場合でも、第 1 ～ 第 4 変位部 2 0, 3 0, 8 0, 9 0 の静電容量 C 1 ～ C 4 は全て同じ値で、出力は $C 1 + C 2 = C 3 + C 4$ となり、Z 軸方向に作用する加速度は検出されない。

30

【 0 0 4 5 】

なお、回転軸と同じ軸方向を除く角速度及び加速度は、第 2 実施形態に係る物理量センサー 1 0 0 で適用することができるが、Z 軸方向の加速度を除く場合であれば、第 1 実施形態に係る物理量センサーであっても適用することができる。

40

【 0 0 4 6 】

このような物理量センサーによれば、検出軸まわりの角速度のみを検出して、ノイズとなる検出軸以外の他軸の角速度が検出されない。従って物理量検出を高精度に行うことができる。

【 0 0 4 7 】

図 5 は本発明の物理量センサーの第 3 実施形態を示す構成概略図である。図示のように第 3 実施形態の物理量センサー 1 0 0 a は、第 1 及び第 2 変位部 2 0 a, 3 0 a の回転軸 2 2 a, 3 2 a が互いに近接する側であって、変位板 2 1 a, 3 1 a の揺動側（自由端側

50

）が、外側を向くように第 1 支持部 4 4 に固定している。また第 3 及び第 4 変位部 8 0 a , 9 0 a の回転軸 8 2 a , 9 2 a が互いに近接する側であって、変位板 8 1 a , 9 1 a の揺動側（自由端側）が、外側を向くように第 2 支持部 4 6 に固定している。このとき第 1 ~ 第 4 変位部 2 0 a , 3 0 a , 8 0 a , 9 0 a の回転軸 2 2 a , 3 2 a , 8 2 a , 9 2 a の各々は、前記第 1 ~ 第 4 変位部 2 0 a , 3 0 a , 8 0 a , 9 0 a の各々の重心からずれて設けられている。また第 1 変位部 2 0 a の回転軸 2 2 a と第 2 変位部 3 0 a の回転軸 3 2 a とは、重心からのずれの方向が互いに反対となり、且つ、第 3 変位部 8 0 a の回転軸 8 2 a と第 4 変位部 9 0 a の回転軸 9 2 a とは、重心からのずれの方向が互いに反対となるように配置させている。その他の構成は第 2 実施形態の物理量センサー 1 0 0 の構成と同一であり、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

10

【0048】

このような構成の第 3 実施形態の物理量センサー 1 0 0 a によっても、物理量センサーを角速度センサーとして用いた場合に、検出軸まわりの角速度のみを検出して、ノイズとなる検出軸以外の他軸の角速度が検出されない。従って物理量検出を高精度に行うことができる。また第 1 及び第 2 変位部 2 0 a , 3 0 a の回転軸 2 2 a , 3 2 a が第 1 支持部 4 4 の内側に、第 3 及び第 4 変位部 8 0 a , 9 0 a の回転軸 8 2 a , 9 2 a が第 2 支持部 4 6 の内側にそれぞれ取り付けられた構成となり、変位板同士が接触して破損することのない形態とすることができる。

【0049】

図 6 は本発明の物理量センサーの第 4 実施形態を示す構成概略図である。図示のように第 4 実施形態の物理量センサー 1 0 0 b は、第 1 ~ 第 4 変位部 2 0 b , 3 0 b , 8 0 b , 9 0 b を、Z 軸を法線とする X Y 平面視にて、X 軸方向に並べて配置している。このとき、第 1 ~ 第 4 変位部 2 0 b , 3 0 b , 8 0 b , 9 0 b の回転軸 2 2 b , 3 2 b , 8 2 b , 9 2 b の各々は、前記第 1 ~ 第 4 変位部 2 0 b , 3 0 b , 8 0 b , 9 0 b の各々の重心からずれて設けられている。また第 1 変位部 2 0 b の回転軸 2 2 b と第 2 変位部 3 0 b の回転軸 3 2 b とは、重心からのずれの方向が互いに反対となり、且つ、第 3 変位部 8 0 b の回転軸 8 2 b と第 4 変位部 9 0 b の回転軸 9 2 b とは、重心からのずれの方向が互いに反対となるように配置させている。その他の構成は第 2 実施形態の物理量センサー 1 0 0 の構成と同一であり、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

20

【0050】

このような構成の第 4 実施形態の物理量センサー 1 0 0 b によっても、物理量センサーを角速度センサーとして用いた場合に、検出軸まわりの角速度のみを検出して、ノイズとなる検出軸以外の他軸の角速度が検出されない。従って物理量検出を高精度に行うことができる。

30

【0051】

図 7 は本発明の物理量センサーの第 5 実施形態を示す構成概略図である。図示のように第 5 実施形態の物理量センサー 1 0 0 c は、Z 軸を法線とする X Y 平面視にて、第 1 及び第 2 支持部 4 4 a , 4 6 a を略 H 型形状に形成し、± Y 軸方向の 2 つの凹部に第 1 ~ 第 4 変位部 2 0 c , 3 0 c , 8 0 c , 9 0 c を取り付けられている。また駆動部 7 0 a , 7 0 b は、第 1 及び第 2 支持部 4 4 a , 4 6 a にそれぞれ取り付けた構成としている。このとき、第 1 ~ 第 4 変位部 2 0 c , 3 0 c , 8 0 c , 9 0 c の回転軸 2 2 c , 3 2 c , 8 2 c , 9 2 c の各々は、前記第 1 ~ 第 4 変位部 2 0 c , 3 0 c , 8 0 c , 9 0 c の各々の重心からずれて設けられている。また第 1 変位部 2 0 c の回転軸 2 2 c と第 2 変位部 3 0 c の回転軸 3 2 c とは、重心からのずれの方向が互いに反対となり、且つ、第 3 変位部 8 0 c の回転軸 8 2 c と第 4 変位部 9 0 c の回転軸 9 2 c とは、重心からのずれの方向が互いに反対となるように配置させている。その他の構成は第 2 実施形態の物理量センサー 1 0 0 の構成と同一であり、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

40

【0052】

このような構成の第 5 実施形態の物理量センサー 1 0 0 c によっても、物理量センサーを角速度センサーとして用いた場合に、検出軸まわりの角速度のみを検出して、ノイズと

50

なる検出軸以外の他軸の角速度が検出されない。従って物理量検出を高精度に行うことができる。また第１～第４変位部２０ｃ，３０ｃ，８０ｃ，９０ｃが第１及び第２支持部４４ａ，４６ａの外側に取り付けられた構成となり、変位板を支持部の枠内に配置した構成の物理量センサーよりも、配線の寄生容量を小さくすることができる。

【００５３】

図８は本発明の物理量センサーを備える電子機器を適用した携帯電話機の説明図である。図示のように携帯電話機５００は、複数の操作ボタン５０２、受話口５０４、および送信口５０６を備え、操作ボタン５０２と受話器５０４との間には、表示部５０８が配置されている。このような携帯電話機５００には角速度検出手段（ジャイロセンサー）として機能する物理量センサー１０，１００，１００ａ，１００ｂ，１００ｃが内蔵されている。

10

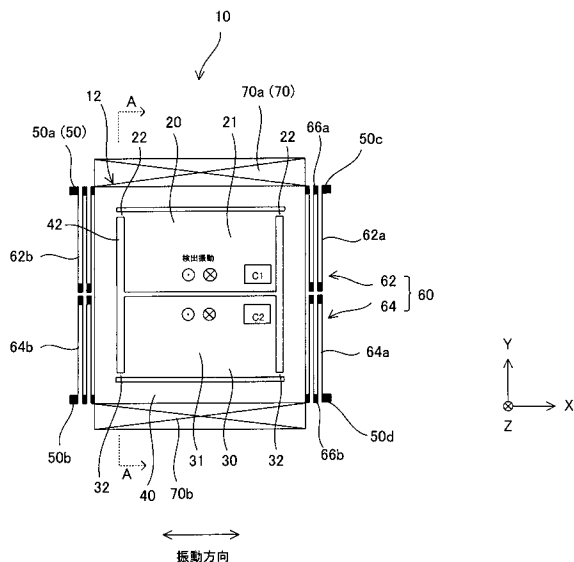
【符号の説明】

【００５４】

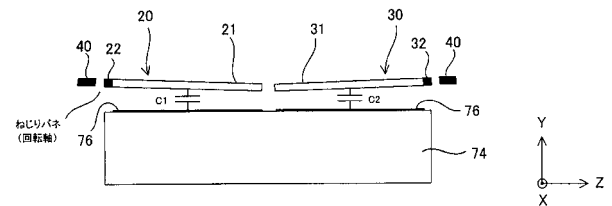
１０，１００，１００ａ，１００ｂ，１００ｃ・・・物理量センサー、１２，１２０・・・振動系構造体、１４・・・第１振動体、１６・・・第２振動体、２０，２０ａ，２０ｂ，２０ｃ・・・第１変位部、２１，２１ａ，２１ｂ，２１ｃ・・・変位板、２２，２２ａ，２２ｂ，２２ｃ・・・回転軸、３０，３０ａ，３０ｂ，３０ｃ・・・第２変位部、３１，３１ａ，３１ｂ，３１ｃ・・・変位板、３２，３２ａ，３２ｂ，３２ｃ・・・回転軸、４０・・・支持部、４２・・・開口、４４，４４ａ・・・第１支持部、４６，４６ａ・・・第２支持部、５０・・・固定部、６０・・・バネ部、６２・・・第１バネ部、６４・・・第２バネ部、６６・・・第３バネ部（連結バネ）、７０・・・駆動部、７２・・・駆動部、７４・・・基板、７６・・・下部電極、８０，８０ａ，８０ｂ，８０ｃ・・・第３変位部、９０，９０ａ，９０ｂ，９０ｃ・・・第４変位部、５００・・・携帯電話機、５０２・・・操作ボタン、５０４・・・受話口、５０６・・・送信口、５０８・・・表示部。

20

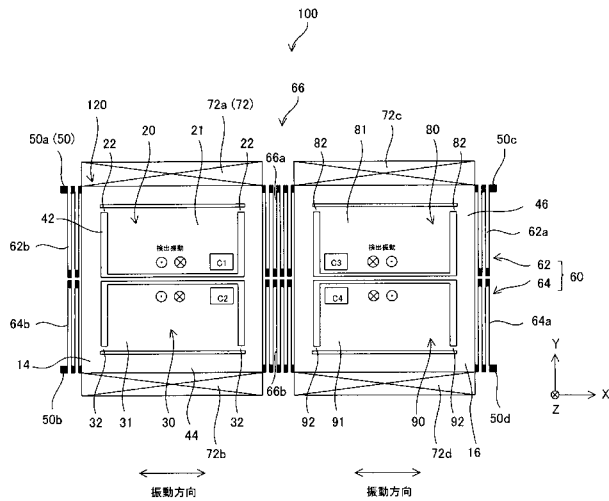
【図１】



【図２】



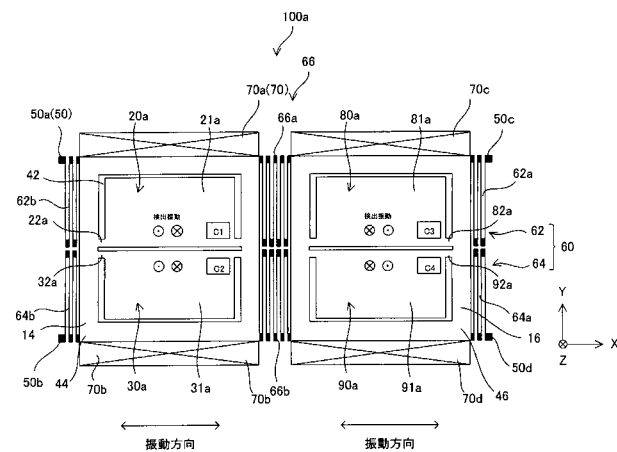
【図 3】



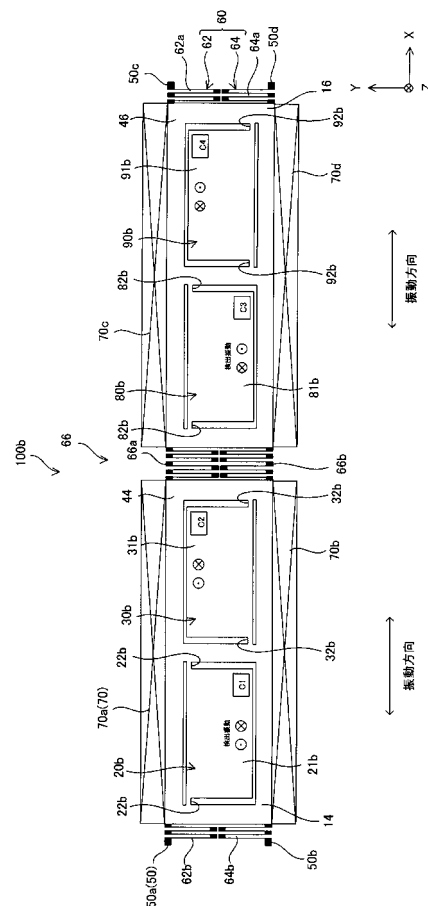
【図 4】

状態	入力	第1変位部20 (C1)	第2変位部30 (C2)	第3変位部80 (C3)	第4変位部90 (C4)	出力 (C1+C2)-(C3+C4)
A	なし					出力ゼロ
B	X軸 角速度					出力ゼロ
C	Y軸 角速度					角速度に応じた出力
D	Z軸 角速度					C1-C4=0 C2-C3=0 出力ゼロ
E	X軸 加速度					出力ゼロ
F	Y軸 加速度					C1-C3=0 C2-C4=0 出力ゼロ
G	Z軸 加速度					C1+C2=C3+C4 出力ゼロ

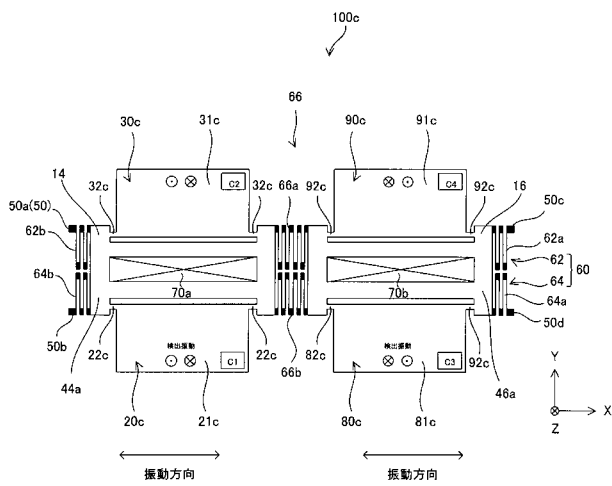
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

