

(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2010-141979

(P2010-141979A)

(43) 公開日 平成22年6月24日(2010.6.24)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H02N 2/00	(2006.01)	H02N 2/00	C	2H044
G02B 7/04	(2006.01)	G02B 7/04	E	5H680
H01L 41/083	(2006.01)	H01L 41/08	Q	
H01L 41/187	(2006.01)	H01L 41/18	1O1D	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-313850 (P2008-313850)	(71) 出願人	303000408
(22) 出願日	平成20年12月10日(2008.12.10)		コニカミノルタオプト株式会社
			東京都八王子市石川町2970番地
		(74) 代理人	100067828
			弁理士 小谷 悦司
		(74) 代理人	100115381
			弁理士 小谷 昌崇
		(74) 代理人	100111453
			弁理士 櫻井 智
		(72) 発明者	沖 昭広
			東京都日野市さくら町1番地 コニカミノ
			ルタテクノロジーセンター株式会社内
		(72) 発明者	小坂 明
			東京都日野市さくら町1番地 コニカミノ
			ルタテクノロジーセンター株式会社内
			最終頁に続く

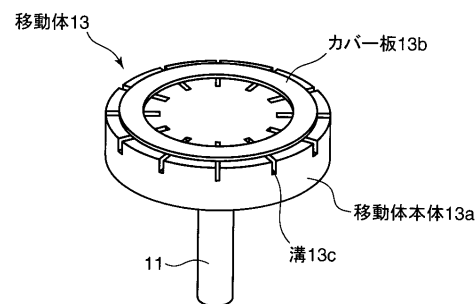
(54) 【発明の名称】 超音波モータ

(57) 【要約】

【課題】エンコーダなどのセンサを用いることなく、移動体の回転位置や回転速度の検出が可能な超音波モータにおいて、S/Nを向上しつつ、駆動性能の低下を抑える。

【解決手段】移動体13が、溝13cの刻設された移動体本体13aにカバー板13bを積層して成り、前記カバー板13bの部分に、振動体(ステータ)が圧電振動によって発生された楕円振動を与えることで該移動体13が回転し、前記溝13cの通過による駆動信号の変化から位置検出を行うようにしたセルフセンシング方式の超音波モータにおいて、前記溝13cを少なくともカバー板13bの幅以上に形成する。したがって、カバー板13bの下方は、必ずその溝13cによる空孔となっており、剛性の変化から、高いS/Nの検出信号を得ることができる。また、そのS/Nの高さから、溝13cの幅を狭くでき、駆動性能の低下(前記楕円振動の減衰)を抑えることができる。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電素子が高周波振動を行う振動体と、前記振動体に加圧接触し、前記高周波振動によって移動される移動体と、検出部とを備え、前記移動体の振動体との接触部には、前記振動体の振動状態を変化させるために該移動体の移動方向と直交するように延びて、かつ該移動体の移動方向に予め定められる間隔で溝が刻設され、その溝を前記振動体の接触部が通過することによる振動体の振動状態の変化を前記検出部で検出することで、前記移動体の位置を検出可能にした超音波モータにおいて、

前記移動体は、前記溝が刻設される移動体本体に、それを覆うカバー板を備えて成り、前記カバー板は、該移動体の移動方向に延びる帯状に形成され、その幅以上に前記溝の長さが設定されていることを特徴とする超音波モータ。

10

【請求項 2】

前記圧電素子は、周方向に分割された駆動電極の形成された圧電層が複数積層されて円柱または角柱状を呈し、各駆動電極には駆動回路から前記駆動電極の位置的なずれ量に対応する位相が互いにずれた高周波の電界が与えられることで、前記振動体はその先端が公転を行い、該振動体の先端に取付けられた接触部材によって前記移動体が該振動体の軸線回りに回転され、

前記移動体本体は円板状に形成され、該移動体本体の中央には出力軸が固着されていることを特徴とする請求項 1 記載の超音波モータ。

20

【請求項 3】

前記溝は前記移動体本体に放射状に形成され、

前記カバー板は、環状に形成されていることを特徴とする請求項 2 記載の超音波モータ。

【請求項 4】

前記各圧電層には、前記駆動電極とともに、各層の同相位置に検出電極が形成され、その検出電極が相互に並列接続されることを特徴とする請求項 2 または 3 記載の超音波モータ。

【請求項 5】

前記各圧電層には周方向に 4 つの前記駆動電極が形成され、

前記各駆動電極に対して、前記駆動回路から、位相が互いに 90°ずれた高周波の電界が与えられることで、前記振動体には屈曲 1 次モードの振動を位相がずれて生じ、

30

前記検出電極は、前記屈曲 1 次モードの振動における 2 箇所節に挟まれた振動の腹の領域を含むことを特徴とする請求項 4 記載の超音波モータ。

【請求項 6】

前記移動体本体とカバー板とは、互いに別の部材から成り、それらが接合されていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の超音波モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波モータに関し、特に DSC (デジタルスチルカメラ) や携帯電話等に搭載可能なマイクロカメラユニット (MCU) のレンズ駆動機構、或いは DVD 等の光ピックアップユニットなどに使用される小型の超音波モータに関する。

40

【背景技術】

【0002】

前記超音波モータは、電磁モータに比較して、高トルクで停止時の保持力が高く、しかも騒音が少ないなどの利点を有するが、速度制御や位置制御を行う場合、位置検出センサを別途搭載する必要があるが、前記のような小型の装置へは、配置や大きさの点で、電磁式のステッピングモータやボイスコイルモータなどに比較して、不利な点があった。しかしながら、この点が改善されれば、電磁式に対して、トルクや効率面で非常に優位なものとなる。

50

【 0 0 0 3 】

そこで、このような問題に対応するために、特許文献 1 が提案された。その従来技術によれば、ロータに突起を設けるとともに、ステータ側の圧電素子に検出用圧電素子を挟み込み、前記突起で発生する面圧のむらによって、振動検出器の出力に現れる前記突起と検出用圧電素子との向きに応じた検出信号から、ロータの回転量を検出できるセルフセンシング方式の超音波モータが提案されている。

【特許文献 1】特開平 6 - 1 3 3 5 7 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

10

上述の従来技術は、エンコーダなどの回転量や回転位置を検出するための手段を別途設けなくてもよいという優れた技術である。しかしながら、ロータとステータ（振動体）との接触状態の変化によるステータ（振動体）の振動状態の変化を圧電素子で検知するので、ロータ接触部のパターンの変化を大きくすると検出感度は上がるが、駆動性能に大きな変化が生じるなどの悪影響を招く。具体的には、前記突起が小さくなる程、検知感度や S / N が高くなるが、駆動力を伝達できる部分の面積が小さくなるとともに、突起の剛性が低下し、摩耗やトルク不足となる。

【 0 0 0 5 】

本発明の目的は、S / N を高くしつつ、駆動性能の低下も抑えることができる位置検出可能な超音波モータを提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の超音波モータは、圧電素子が高周波振動を行う振動体（ステータ）と、前記振動体に加圧接触し、前記高周波振動によって移動される移動体（ロータ）と、検出部とを備え、前記移動体の振動体との接触部には、前記振動体の振動状態を変化させるために該移動体の移動方向と直交するように延びて、かつ該移動体の移動方向に予め定められる間隔、たとえば等間隔で溝が刻設され、その溝を前記振動体の接触部が通過することによる振動体の振動状態の変化を前記検出部で検出することで、前記移動体の位置を検出可能にした超音波モータにおいて、前記移動体は、前記溝が刻設される移動体本体に、それを覆うカバー板を備えて成り、前記カバー板は、該移動体の移動方向に延びる帯状に形成され、その幅以上に前記溝の長さが設定されていることを特徴とする。

30

【 0 0 0 7 】

上記の構成によれば、圧電素子が高周波振動を行う振動体（ステータ）と、前記振動体に加圧接触し、前記高周波振動によって移動される移動体（ロータ）と、検出部とを備え、前記移動体の振動体との接触部には、前記振動体の振動状態を変化させるために該移動体の移動方向と直交するように延びて、かつ該移動体の移動方向に予め定められる間隔たとえば等間隔で溝が刻設され、その溝を前記振動体の接触部が通過することによる振動体の振動状態の変化を前記検出部が振動体を構成する圧電素子の振動変化として検出することで、エンコーダなどのセンサレスで、該移動体の回転位置（回転量）や回転速度の検出を可能にしたセルフセンシング方式の超音波モータにおいて、前記移動体を、前記溝が刻設される移動体本体に、それを覆うカバー板を備えて構成し、さらに前記カバー板を該移動体の移動方向に延びる帯状に形成し、その幅以上に前記溝の長さを設定する。

40

【 0 0 0 8 】

したがって、溝が刻設されている部分では前記カバー板の下方は、必ずその溝による空洞となっており、検出域となる溝部分と、それ以外の非検出域となる部分とにおける移動体の剛性の変化を、大きく取ることができるので、前記検出部では高い S / N の検出信号を得ることができ、確実に位置検出を行うことができる。また、前記のように移動体の回転位置や回転速度の検出が可能なセルフセンシング方式を実現するために形成される溝の通過を高感度に検出することができるので、前記検出域と非検出域との差を必要以上に大きくしなくてもよく、前記検出域（溝）の形成による駆動性能の低下を最小限に抑えるこ

50

とができる。

【0009】

また、本発明の超音波モータでは、前記圧電素子は、周方向に分割された駆動電極の形成された圧電層が複数積層されて円柱または角柱状を呈し、各駆動電極には駆動回路から前記駆動電極の位置的なずれ量に対応する位相が互いにずれた高周波の電界が与えられることで、前記振動体はその先端が公転を行い、該振動体の先端に取付けられた接触部材によって前記移動体が該振動体の軸線回りに回転され、前記移動体本体は円板状に形成され、該移動体本体の中央には出力軸が固着されていることを特徴とする。

【0010】

上記の構成によれば、前記駆動回路から位相が互いにずれた高周波の電界が与えられることで、前記圧電素子には屈曲1次モードの（首振り）振動が生じ、前記振動体はその先端が公転を行い、該振動体の先端に取付けられた接触部材によって前記移動体が該振動体の軸線回りに回転される。

【0011】

したがって、円筒や角筒状の超音波モータを構成することができる。またその場合、前記溝は前記移動体本体に放射状に形成され、前記カバー板は、環状に形成される。

【0012】

さらにまた、本発明の超音波モータでは、前記各圧電層には、前記駆動電極とともに、各層の同相位置に検出電極が形成され、その検出電極が相互に並列接続されることを特徴とする。

【0013】

上記の構成によれば、圧電素子が複数n層の圧電層が積層されて構成される場合、その各層に、しかも同相位置に前記検出電極を形成し、相互に並列に接続することで、該検出電極と前記圧電層を挟んで反対側の面に形成されるGND電極との間の容量がn倍に増加することになる。

【0014】

したがって、検出感度を一層高めることができるとともに、ノイズに対する耐性を高めることができる。

【0015】

また、本発明の超音波モータでは、前記各圧電層には周方向に4つの前記駆動電極が形成され、前記各駆動電極に対して、前記駆動回路から、位相が互いに90°ずれた高周波の電界が与えられることで、前記振動体には屈曲1次モードの振動を位相がずれて生じ、前記検出電極は、前記屈曲1次モードの振動における2箇所の節に挟まれた振動の腹の領域を含むことを特徴とする。

【0016】

上記の構成によれば、前記圧電素子を複数の圧電層が積層された円柱または角柱状に形成し、その軸直角断面すなわち各圧電層の表裏面において、4つの駆動領域と1つ以上の検出領域とに分極し、駆動回路から位相が互いに90°ずれた高周波の電界が与えられることで、前記圧電素子には屈曲1次モードの（首振り）振動が生じる。その振動を、変形が最も大きい領域である振動の腹の部分を含むように形成した検出電極で検出することで、検出感度を高めることができる。

【0017】

好ましくは、前記移動体本体とカバー板とは、互いに別の部材から成り、それらが接合されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明の超音波モータは、以上のように、圧電素子が高周波振動を行う振動体（ステータ）と、前記振動体に加圧接触し、前記高周波振動によって移動される移動体（ロータ）と、検出部とを備え、前記移動体の振動体との接触部には、前記振動体の振動状態を変化させるために該移動体の移動方向と直交するように延びて、かつ該移動体の移動方向に等

10

20

30

40

50

間隔で繰返して、溝が刻設され、その溝を前記振動体の接触部が通過することによる振動体の振動状態の変化を前記検出部が振動体を構成する圧電素子の振動変化として検出することで、エンコーダなどのセンサレスで、該移動体の回転位置（回転量）や回転速度の検出を可能にしたセルフセンシング方式の超音波モータにおいて、前記移動体を、前記溝が刻設される移動体本体に、それを覆うカバー板を備えて構成し、さらに前記カバー板を該移動体の移動方向に延びる帯状に形成し、その幅以上に前記溝の長さを設定する。

【 0 0 1 9 】

それゆえ、溝が刻設されている部分では前記カバー板の下方は、必ずその溝による空孔となっており、検出域となる溝部分と、それ以外の方検出域となる部分とにおける移動体の剛性の変化を、大きく取ることができるので、前記検出部では高い S / N の検出信号を得ることができ、確実に位置検出を行うことができる。また、前記のように移動体の回転位置や回転速度の検出が可能なセルフセンシング方式を実現するために形成される溝の通過を高感度で検出することができるので、前記検出域と方検出域との差を必要以上に大きくしなくてもよく、前記検出域（溝）の形成による駆動性能の低下を最小限に抑えることができる。

10

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

〔 実施の形態 1 〕

図 1 は、本発明の実施の一形態に係る超音波モータ 1 を用いるレンズ駆動ユニット 2 の概略構成図である。このレンズ駆動ユニット 2 は、D S C（デジタルスチルカメラ）やデジタルビデオカメラのズーム用、或いは D V D のピックアップレンズの収差補正用などに用いられ、厚さ W 1 が、たとえば 3 ～ 5 mm の小型の超音波モータである。円筒型の該超音波モータ 1 は、レンズユニットのフレーム 3 に取付けられ、その出力軸はリードスクリー 1 1 となって直動レンズ送り機構を構成している。前記フレーム 3 にはまた、リードスクリー 1 1 と並行に案内軸 4 , 5 が設けられており、それらの案内軸 4 , 5 上を摺動自在の案内部材 6 にレンズ 7 が保持されている。前記案内部材 6 には前記リードスクリー 1 1 が噛合しており、該リードスクリー 1 1 が回転することで、案内部材 6 、したがってレンズ 7 が、リードスクリー 1 1（超音波モータ 1）および案内軸 4 , 5 の軸線（図の左右）方向に摺動変位する。

20

【 0 0 2 1 】

図 2 は、前記超音波モータ 1 の構造を示す軸線方向断面図である。この超音波モータ 1 は、圧電素子 1 2 a が高周波振動を行う振動体（ステータ）1 2 と、前記振動体 1 2 に加圧接触し、前記高周波振動によって移動される移動体（ロータ）1 3 と、前記振動体 1 2 を移動体 1 3 に押圧する加圧部材 1 4 と、それらを収納する有底円筒状のケース 1 5 と、前記移動体 1 3 に一体的またはかしめなどによって固着される前記リードスクリー 1 1 と、前記リードスクリー 1 1 を枢支する一対の軸受け部材 1 6 , 1 7 とを備えて構成される。

30

【 0 0 2 2 】

一方の軸受け部材 1 6 は、前記有底円筒状のケース 1 5 の開口端を閉塞し、前記リードスクリー 1 1 の基端部 1 1 a をラジアル方向に支持し、他方の軸受け部材 1 7 は、フレームに取付けられたキャップ 1 8 に嵌り込む玉軸受けから成り、リードスクリー 1 1 の遊端部 1 1 b に形成された凹面 1 1 c が嵌り込み、該遊端部 1 1 b をラジアル方向およびスラスト方向に支持する。

40

【 0 0 2 3 】

前記振動体 1 2 は、前記圧電素子 1 2 a に、移動体 1 3 側に接触部材 1 2 b を、その反対側に安定のための錘部材 1 2 c を備えて構成され、不図示の規制部材によって、ケース 1 5 に対して回転が規制されながら、移動体 1 3 との軸心が位置決めされて保持される。前記加圧部材 1 4 によって、振動体 1 2 は移動体 1 3 側（図中右方）に付勢され、接触部材 1 2 b が移動体 1 3 に押付けられる。これに対して、前記第 2 の軸受け部材 1 7 は、前記移動体 1 3 からリードスクリー 1 1 への押圧力によるキャップ 1 8 からの反力を回転

50

中心で受け止め、摩擦ロスを最小限に抑えられるようになっている。そして、前記キャップ 18 には、フレーム 3 との間にネジ 18 a が刻設されており、ネジ 18 a の回転量によってキャップ 18 が図中左右方向に移動し、押圧力を調整可能であり、その調整後、接着によって該キャップ 18 はフレーム 3 に固定される。

【0024】

図 3 は、前記振動体 12 の六面図であり、(a) は上面図であり、(b) は正面図であり、(c) は側面図であり、(d) は底面図である。前述のとおり、振動体 12 は、積層型の圧電素子 12 a に、移動体 13 側に接触部材 12 b を、その反対側に錘部材 12 c を備え、それらが接着で結合されて構成される。接着剤には、剛性が高く、接着力の高いエポキシ系接着剤が使用される。接触部材 12 b は、耐摩耗性の高いアルミナ、ジルコニアなどによるセラミックスから成る。この接触部材 12 a は、3 つの球面状の接触部 12 d が、該圧電素子 12 の周方向に等間隔 (120° 間隔) で形成され、前述の加圧部材 14 の押圧力によって、前記球面状の接触部 12 d の各頂点 12 e が移動体 13 に接触する。前記錘部材 12 c は、後述するような圧電素子 12 a の屈曲振動による基端側の振れを抑えるために、比重の高いタングステン、或いは銅や鉄系のタングステン合金などから成る。

【0025】

図 4 は、前記積層型の圧電素子 12 a の一層当りの表裏両面を示す平面図および底面図である。各層 12 f は、PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) から成る圧電層 12 g を挟んで、一方の面 (図 4 (a)) には、周方向に等間隔 (90° 間隔) に、図示しない駆動回路からの駆動信号が入力される駆動電極 I A, I B, I C, I D が形成されるとともに、後述する該圧電素子の屈曲変位の最も大きいできるだけ外周側の領域を含むように、図示しない検出回路へ検出信号を出力する検出電極 I S が形成され、他方の面 (図 4 (b)) には共通にベタの GND 電極 I G が形成される。これらの内部の電極 I A, I B, I C, I D; I S および I G は、銀パラジウムの印刷などで形成され、積層される圧電層 12 g の層間で、前記駆動電極 I A, I B, I C, I D および検出電極 I S と、GND 電極 I G とが交互に形成される。

【0026】

各層 12 f における電極 I A, I B, I C, I D; I S および I G は、銀や金などをスクリーン印刷や蒸着などで形成された外部電極 O A, O B, O C, O D; O S および O G によって、それぞれ共通に接続される。その外部電極 O A, O B, O C, O D; O S および O G には、リード線やフレキシブル基板 (図 3 の例ではリード線 12 h) などがハンダや導電性接着剤などで接合され、図示しない前記駆動回路や検出回路との間で駆動信号の入力や検出信号の出力が行われる。これら外部電極 O A, O B, O C, O D; O S および O G の形成の関係で、圧電素子 12 a は、円柱または角柱状、特に四角柱が好ましい。前記各層 12 f ならびにそれに形成された電極 I A, I B, I C, I D; I S および I G は、積層後に、同方向に分極される。

【0027】

このように構成される圧電素子 12 a に対して、前記図示しない駆動回路から各駆動電極 I A, I B, I C, I D と GND 電極 I G との間に、前記等間隔 (90° 間隔) に対応する位相が互いに 90° ずれた高周波の電界が与えられることで、各駆動電極 I A, I B, I C, I D の領域は、90° 位相がずれた伸縮振動を行う。そして、前記駆動信号の周波数を共振周波数に近付けると、該圧電素子 12 a には図 5 で示すような屈曲 1 次モードの振動が、前記 90° 位相がずれて励起される。

【0028】

ここで、前述のように圧電素子 12 a の基端側には錘部材 12 c が取付けられるとともに、加圧部材 14 を介してケース 15 に固定されており、前記屈曲振動によって、先端側の接触部 12 d は公転運動 (首振り振動) を行う。その結果、接触部 12 d の各頂点 12 e には、図 6 において参照符号 12 r で示すように、互いに位相が 120° ずれた楕円振動が生成され、移動体 13 は、加圧部材 14 による押圧力とこの楕円振動 12 r とによっ

10

20

30

40

50

て発生する摩擦力で、圧電素子 12 a の軸線回りに回転駆動される。前記図 3 と同様に、図 6 (a) は振動体 12 の上面図であり、図 6 (b) は正面図である。

【 0029 】

これに対して、図 7 は前記移動体 13 の斜視図であり、図 8 は前記移動体 13 と振動体 12 の接触部材 12 b との接触部付近を展開して示す断面図である。なお、これらの図 7 および図 8 は、図 3 および図 6 とは上下関係が逆になっている。移動体 13 は、前記回転を取出す軸としての前記リードスクリー 11 と、前記リードスクリー 11 に固着される移動体本体 13 a と、前記移動体本体 13 a に積層されるカバー板 13 b とを備えて構成され、前記移動体本体 13 a のカバー板 13 b 側の面において、半径方向に延びて周方向に等間隔に溝 13 c が形成されて構成される。そして、この溝 13 c が構造的に不均一な部分であり、検出域 13 d となる。また、前記溝 13 c が形成されていない部分が構造的に均一な部分であり、駆動 (通常) 域 13 e となる。

10

【 0030 】

前記移動体 13 の作成は、ステンレスなどの金属から成る移動体本体 13 a に、機械加工やエッチングなどで溝 13 c を形成した後、ステンレスなどから成る薄板のカバー板 13 b を積層して行われる。前記カバー板 13 b には、耐摩耗性を向上させるために、窒化処理などが施されている。前記移動体本体 13 a へのカバー板 13 b の積層は、薄い接着層などで接合したり、スポット溶接などで結合することで行われ、移動体本体 13 a とカバー板 13 b とが、ずれなく一体で回転するようになっていけばよい。このように構成することで、円筒の本体から出力軸が延びる通常の円筒型のモータと同じ形状の超音波モータ 1 を実現することができる。

20

【 0031 】

上述のように構成される超音波モータ 1 において、前記図 8 は振動体 12 による移動体 13 の駆動の様子を模式的に示す図である。この図 8 を参照して、圧電素子 12 a を共振状態で駆動すると、接触部 12 d の頂点 12 e の楕円振動 12 r によって、移動体 13 は矢符 13 f で示す図の左方に移動 (回転) され、前記頂点 12 e は移動体 13 の前記駆動域 13 e と検出域 13 d との上を交互に通過する。ここで、溝 13 c 、すなわち検出域 13 d は、頂点 12 e が同じタイミングで通過するように、すなわち 120° 毎の頂点 12 e に対して、検出域 13 d は、 $120^\circ / n$ (n は整数で、図 8 では $n = 4$) 毎に形成されている。

30

【 0032 】

これによると、前記検出電極 IS から出力される検出電圧の電圧と位相とは、それぞれ図 9 (a) および図 9 (b) で示すようになる。先ず図 9 (a) は、検出電圧の振幅値を示すもので、参照符号 11 が駆動域 13 e に対応し、参照符号 12 が検出域 13 d に対応している。検出電圧が最大値、すなわち歪が最大となる周波数 f_0 が共振点で、その近傍で振幅値は大きく変化する。駆動は、その近傍の周波数 f_0' で行われている。検出域 13 d に入ると、共振周波数は低周波側の f_0'' ヘシフトし、圧電素子 12 a の歪も少なくなる。これによって、振幅は V だけ低下する。これは、駆動域 13 e と検出域 13 d とで移動体 13 の接触部のばね定数が異なるためで、駆動域 13 e ではカバー板 13 b の直下に移動体本体 13 a があるので、接触点での剛性が高いのに対して、検出域 13 d ではカバー板 13 b の直下は空隙であり、接触点での圧を該カバー板 13 b の弾性で支える構造となり、剛性が低下しているためである。なお、剛性 = 押圧している力 / カバー板 13 b のたわみと定義する。こうして、圧電素子 12 a の共振周波数は低下し、駆動域 13 e 上と検出域 13 d 上とでは、圧電素子 12 a の共振状態が変化する。

40

【 0033 】

また、図 9 (b) は、駆動信号に対する検出電圧の位相差を示すもので、参照符号 21 が駆動域 13 e に対応し、参照符号 22 が検出域 13 d に対応している。上述と同様の理由で、検出域 13 d に入り、共振周波数が低周波側ヘシフトすると、検出電圧の位相は、 90° だけ進む。図 10 は、その位相差を説明するための図であり、図 10 (a) は駆動域 13 e の通過中を示し、図 10 (b) は検出域 13 d の通過中を示す。共に、駆動信

50

号を実線で、検出電圧を破線で示す。駆動域 1 3 e を通過中の偏差 1 に対して、剛性が低下する検出域 1 3 d の通過中は、偏差 2 は大きく、すなわち前記位相差（遅れ）は大きくなる。

【0034】

これを利用して、この超音波モータ 1 の駆動回路 2 1 , 3 1 は、それぞれ図 1 1 および図 1 2 で示すように構成することができる。図 1 1 は、前記検出電極 I S の図 9 (a) で示す検出電圧の振幅値に基づいて位置検出を行うもので、図 1 2 は図 9 (b) で示す位相差に基づいて位置検出を行うものである。共に、駆動部 2 2 および位置検出部 2 3 , 3 3 ならびに制御部 2 4 , 3 4 を備えて構成される。

【0035】

前記駆動部 2 2 は、駆動回路 2 1 , 3 1 間で共通で、駆動電圧発生部 2 5 と、位相シフト部 2 6 と、フィルタ部 2 7 とを備えて構成される。駆動電圧発生部 2 5 は、圧電素子 1 2 a を駆動するのに十分なパワーの高周波信号を生成可能である。その高周波信号は、位相シフト部 2 6 に入力されて、前述のとおり、互いに位相が 90° ずれた 4 相の駆動信号が作成され、高調波除去用のフィルタ 2 7 を介して、前記各駆動電極 I A , I B , I C , I D と GND 電極 I G との間に印加される。

【0036】

位置検出部 2 3 は、前記振幅検出を行うために、振幅検出部 2 8、偏差算出部 2 9 および位置演算部 3 0 を備えて構成される。振幅検出部 2 8 は、前記検出電極 I S から出力される検出電圧の振幅値（出力電圧）を検出し、偏差算出部 2 9 は、その振幅値と既知の理想振幅値（最適駆動の振幅値）との偏差を演算し、その演算結果から、位置演算部 3 0 は、移動体 1 3 の回転位置（回転量）や回転速度を検出する。制御部 2 4 は、前記駆動電圧発生部 2 5 に、正逆所望の方向の前記駆動信号を発生させる。

【0037】

これに対して、もう 1 つの位置検出部 3 3 は、前記位相検出を行うために、位相差検出部 3 8、偏差算出部 3 9 および前記位置演算部 4 0 を備えて構成される。位相差検出部 3 8 は、前記検出電極 I S から出力される検出電圧と、いずれかの相への駆動信号との位相差を検出し、偏差算出部 3 9 は、その位相差と所定の位相差（最適駆動の位相差）との偏差を演算し、その演算結果から、位置演算部 4 0 は、移動体 1 3 の回転位置（回転量）や回転速度を検出する。

【0038】

上述のように構成される超音波モータ 1 において、注目すべきは、本実施の形態では、前記図 7 で示すように、移動体 1 3 において、前記カバー板 1 3 b が、該移動体 1 3 の移動方向に延びる帯状、すなわち超音波モータ 1 が前述のように円筒型であるので、環（リング）状に形成され、その幅以上に前記溝 1 3 c の長さが設定されていることである。

【0039】

したがって、溝 1 3 c が刻設されている部分では前記カバー板の下方は、必ずその溝 1 3 c による空孔となっており、検出域 1 3 d となる溝 1 3 c 部分と、それ以外の非検出域となる駆動（通常）域 1 3 e 部分とにおける移動体 1 3 の剛性の変化を、大きく取ることができるので、前記振幅検出部 2 8 や位相差検出部 3 8 では高い S / N の検出信号を得ることができ、確実に位置検出を行うことができる。また、前記のように移動体 1 3 の回転位置や回転速度の検出が可能なセルフセンシング方式を実現するために形成される溝 1 3 c の通過を高感度に出検することができるので、前記検出域 1 3 d と非検出域である駆動（通常）域 1 3 e との差を必要以上に大きくしなくてもよく、前記検出域 1 3 d（溝 1 3 c）の形成による駆動性能の低下を最小限に抑えることができる。具体的には、前記カバー板 1 3 b の厚さを厚く、または、溝 1 3 c の幅を狭くすることで、検出域 1 3 d の剛性を上げ、該検出域 1 3 d を接触部 1 2 d の頂点 1 2 e が通過する際の駆動性能の低下（楕円振動 1 2 r の減衰）を軽減することができる。

【0040】

図 1 3 は、環（リング）状のカバー板 1 3 b の幅と、移動体本体 1 3 a における溝 1 3

10

20

30

40

50

cの長さとの関係を説明するための図である。超音波モータ1の径 移動体本体13aの径が、たとえば3mmに対して、前記カバー板13bの幅W2は、0.5mm程度であり、これに対して、そのカバー板13bの端部から溝13cの端部までの隙間eが、図13(a)で示されるように+であるときには図13(c)で示すように前記検出域13dでの剛性は小さく一定であり、図13(b)で示されるように-であるときには図13(c)で示すように前記検出域13dでの剛性はその重なり量(eの値)が大きくなる程、大きくなってゆく。したがって、非検出域である駆動(通常)域13eでの剛性との差、すなわちS/Nは、前記隙間eが+であれば良好に得られることが理解される。

【0041】

表1には、前記図13(c)のグラフの基データを示す。すなわち、シミュレーション条件としては、溝13cの幅を0.2mmとし、カバー板13bの材料をステンレス、厚さを50μm、幅Wを0.5mmとし、押圧力を1Nとしたとき、前記重なり量(eの値)を変化させて、得られた撓み(μm)に前記押圧力から、剛性を求めた結果が前記図13(c)のグラフとなる。

【0042】

【表 1】

e(mm)	-0.25	-0.2	-0.1	-0.05	0	0.05	0.1
たわみ(μm)	0.044	0.0447	0.0627	0.0767	0.171	0.171	0.171
剛性(N/μm)	22.72727	22.37136	15.94896	13.03781	5.847953	5.847953	5.847953

10

20

30

40

【0043】

ここで、図14には、前記特許文献1と本実施の形態における検出素子の構造の比較を模式的に示す。図14(a)は、特許文献1の構造を示すもので、圧電素子の変位によって弾性体101が共振し、圧電素子の変位を拡大するようになっている。圧電素子の外

50

部には、検出用の電極が１層または２層形成されている。２層の場合は、位置分解能を上げるために、１層ずつ信号処理が行われるので、実質、この図１４（ａ）の構成となる。

【００４４】

これに対して、本実施の形態では、圧電素子１２ａ自身が共振変位を拡大し、しかも前述のように積層構造で、図１４（ｂ）で示すように、各圧電層１２ｇに、駆動電極ＩＡ，ＩＢ，ＩＣ，ＩＤと領域分割して検出電極ＩＳとを形成し、しかもその検出電極ＩＳを複数層に亘って同相位置に形成し、外部電極ＯＳで並列に接続している。

【００４５】

したがって、検出電極ＩＳと圧電層１２ｇを挟んで反対側の面に形成されるＧＮＤ電極ＯＳとの間の容量が等しく、各層１２ｆの歪が等しいとすると、本実施の形態の方が、層数ｎ倍の電荷が発生し、仮に、同量のノイズ（図中Ｑｎ）が発生したとすると、約層数ｎ倍のＳ／Ｎを得ることができる。また、各層１２ｆ内の歪みの最も大きい部分に検出電極ＩＳを形成するので、効率良く信号を取出すことができ、これによってもまた、感度が高くなる。

【００４６】

また、特許文献１の場合は、最も歪が大きくなる振動の腹は、棒状の弾性体１０１の中央部１０１ａにあり、端部に設けられる圧電素子で検出できる歪の量は、比較的小さいものとなり、効率的に電荷を取り出せる構造となっていない。これに対して、本実施の形態では、圧電素子１２ａ自身が共振し、その変位を拡大する構成であるとともに、前記屈曲１次モードの振動における２箇所（両端部）に挟まれた変形が最も大きい振動の腹となる中央部１２ｋ付近にも前記検出電極ＩＳは形成されており、検出感度を高めることができ、また高分解能に対応することができる。

【００４７】

さらに、特許文献１の構成では、別途に検出用の圧電層を設ける必要があり、振動体が長くなる。これに対して、本実施の形態では、駆動電極ＩＡ，ＩＢ，ＩＣ，ＩＤと同一の面内で検出電極ＩＳを分極配置しているので、振動体（圧電素子１２ａ）を長くする必要はない。また、前記駆動電極ＩＡ，ＩＢ，ＩＣ，ＩＤと検出電極ＩＳとの双方を前記振動の腹の位置に配置できるので、効率良く振動を励起できるとともに、感度良く検出を行うことができる。

【００４８】

さらにまた、特許文献１のように、検出電極を設けず、インピーダンス整合素子（コイル）を用いて圧電素子に掛かる電圧の変化を検出するような構成の場合、インピーダンス整合素子の周波数特性と振動体の周波数特性との双方によって、その変化の度合いが決まるので、個体差などによって、容易かつ安定に検出することは困難である。また、前記インピーダンス整合素子を付加する必要があり、回路規模が大きくなる。これに対して、本実施の形態では、前記個体差などに左右されることなく、安定した検出が可能である。

【００４９】

上述の説明では、検出電極ＩＳからの出力を電圧として取出したけれども、該検出電極ＩＳとＧＮＤ電極ＩＧとの間を短絡する電流検出で出力を取出すこともできる。その場合、外部ノイズＱｎに対して、電圧による取出しよりも強くなるが、特許文献１では、電荷の発生量が小さいので、電流レベルが非常に小さく、検出が困難となる。

【００５０】

[実施の形態２]

図１５は、本発明の実施の他の形態に係る積層型の圧電素子１２ｘの一層当りの表裏両面を示す平面図および底面図である。この圧電素子１２ｘは、前述の図４で示す圧電素子１２ａに類似し、対応する部分には同一の参照符号を付して示し、その説明を省略する。注目すべきは、この圧電素子１２ｘの各層１２ｆは、ＰＺＴ（チタン酸ジルコン酸鉛）から成る四角形の圧電層１２ｇを挟んで、一方の面（図１５（ａ））には図示しない駆動回路からの駆動信号が入力される駆動電極ＩＡ，ＩＢ，ＩＣおよび図示しない検出回路へ検出信号を出力する検出電極ＩＳが形成され、他方の面（図１５（ｂ））には共通にベタの

10

20

30

40

50

GND電極IGが形成されることである。そして、前述の駆動回路21, 31から各駆動電極IA, IB, ICとGND電極IGとの間に、前記各駆動電極IA, IB, ICの位置的な位相に対応する位相がずれた駆動信号(0° - 90° - 180°、または0° - 90° - 180°)による高周波の電界が与えられることで、圧電素子12xには振幅の方向差が生じるものの、前述の図5で示すような屈曲1次モードの振動を生じる。圧電素子12a, 12xの楕円振動の励起には、最低3電極あれば可能であり、このように構成することで、出力は低下するが、外部電極OA, OB, OC; OGの数を減らすことができる。また、圧電素子12a, 12xは、円柱状に形成されてもよい。

【0051】

本発明の範囲は上述の実施形態によって限定されるべきではなく、特許請求の範囲の記載およびこれと均等なものの範囲内で様々な変形が可能なことは、当該技術分野における通常の知識を持つ者には明らかである。

【0052】

ここで、特許第3060081号公報には、進行波型の超音波モータで、環状の摩擦材が示されている。しかしながら、この先行技術は、前記進行波型につき、進行波を伝える圧電振動子が大きな歯形を呈しているのに対して、本願発明では、接触部12dが小さく、カバー板13bが無いと、該接触部12dが溝13cに落ち込んでしまい、機能が著しく阻害される。したがって、本願発明とこの先行技術とは前提構成が異なり、先行技術でロータとステータとの間に介在される前記摩擦材は、トルク減少を改善するためのもので、少なくとも前記の歯の部分の部分を覆っていればよく、環状の歯列に合わせて、前記摩擦材も環状に形成されていると思われる。そして、溝で切れている例(図7)もあることから、本実施の形態のカバー板13bおよび溝13cのように、形状について格別に考慮されているものではない。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】本発明の実施の一形態に係る超音波モータを用いるレンズ駆動ユニットの概略構成図である。

【図2】前記超音波モータの構造を示す軸線方向断面図である。

【図3】前記超音波モータにおける振動体の六面図である。

【図4】前記振動体における積層型の圧電素子の一層当りの表裏両面を示す平面図および底面図である。

【図5】前記圧電素子の屈曲1次モードの変形の様子を示す斜視図である。

【図6】前記圧電素子の変形による振動体の振動の様子を示す図である。

【図7】前記超音波モータにおける移動体の斜視図である。

【図8】前記振動体の振動による移動体の駆動を説明するための展開図である。

【図9】前記移動体の回転位置の検出メカニズムを説明するためのグラフである。

【図10】位相差から位置検出を行う様子を説明するための波形図である。

【図11】本発明の実施の一形態の駆動回路のブロック図である。

【図12】本発明の実施の一形態の駆動回路のブロック図である。

【図13】本発明による環(リング)状のカバー板と、移動体本体の溝の長さとの関係を説明するための図である。

【図14】特許文献1と本実施の形態とにおける検出素子の構造の比較を模式的に示す図である。

【図15】本発明の実施の他の形態に係る積層型の圧電素子の一層当りの表裏両面を示す平面図および底面図である。

【符号の説明】

【0054】

- 1 超音波モータ
- 2 レンズ駆動ユニット
- 3 フレーム

10

20

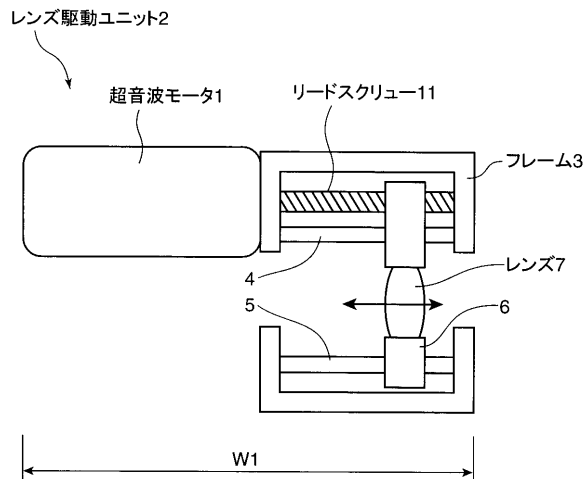
30

40

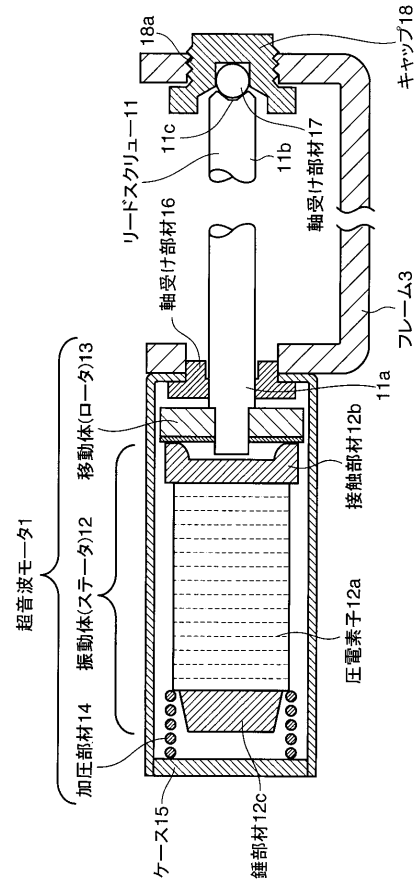
50

6	案内部材	
7	レンズ	
1 1	リードスクリュー	
1 2	振動体（ステータ）	
1 2 a , 1 2 x	圧電素子	
1 2 b	接触部材	
1 2 c	錘部材	
1 2 d	接触部	
1 2 e	頂点	
1 2 g	圧電層	10
1 3	移動体（ロータ）	
1 3 a	移動体本体	
1 3 b	カバー板	
1 3 c	溝	
1 3 d	検出域	
1 3 e	駆動（通常）域	
1 4	加圧部材	
1 5	ケース	
1 6 , 1 7	軸受け部材	
2 1 , 3 1	駆動回路	20
2 2	駆動部	
2 3 , 3 3	位置検出部	
2 4 , 3 4	制御部	
2 5	駆動電圧発生部	
2 6	位相シフト部	
2 7	フィルタ部	
2 8	振幅検出部	
2 9 , 3 9	偏差算出部	
3 0 , 4 0	位置演算部	
3 8	位相差検出部	30
I A , I B , I C , I D	駆動電極	
I G	G N D 電極	
I S	検出電極	
O A , O B , O C , O D ; O S ; O G	外部電極	

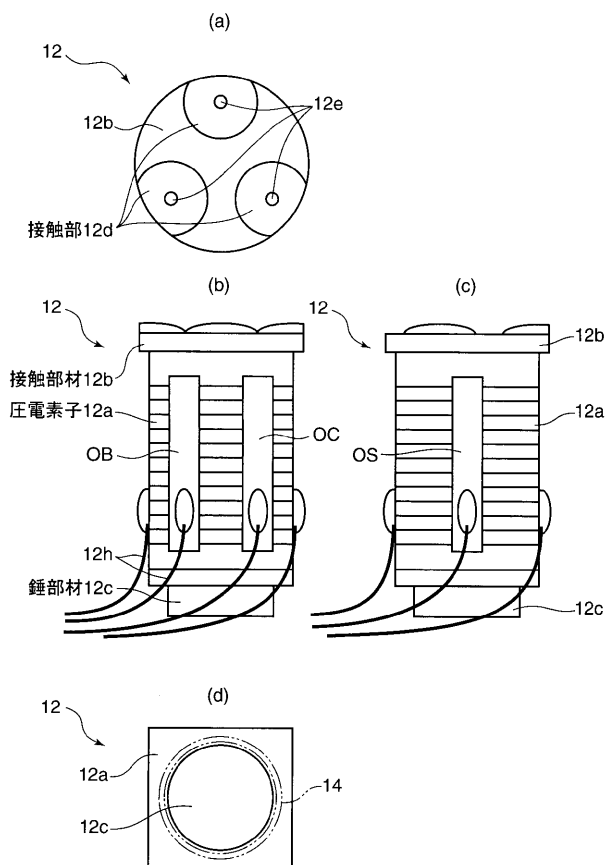
【図 1】



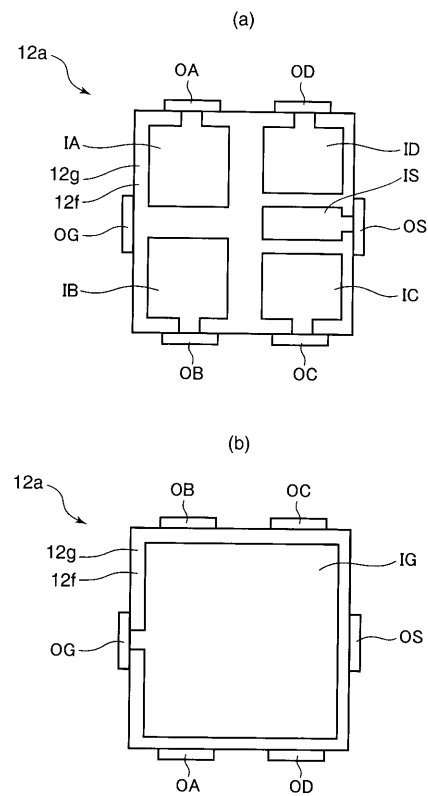
【図 2】



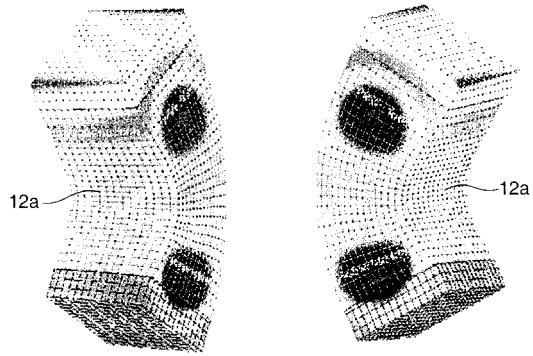
【図 3】



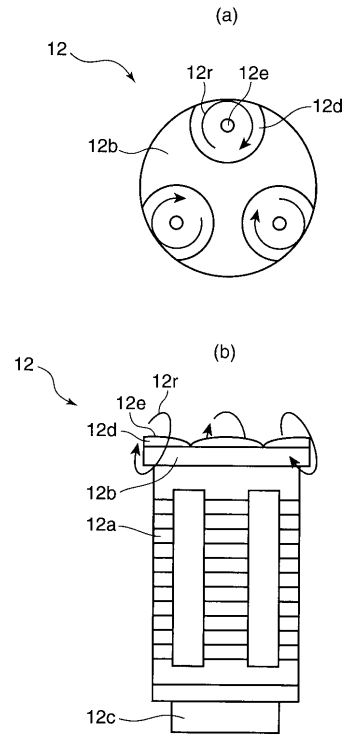
【図 4】



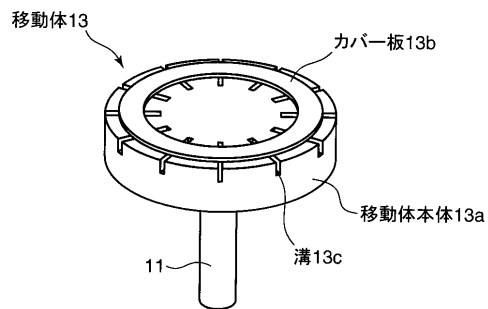
【図5】



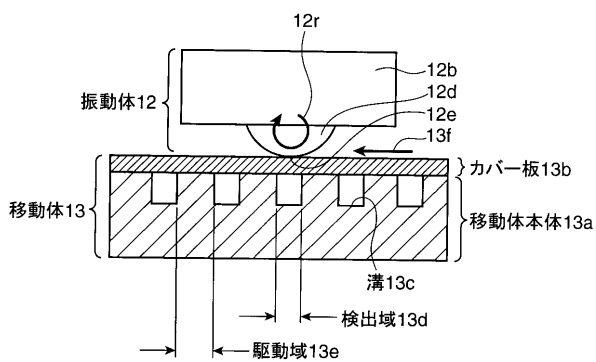
【図6】



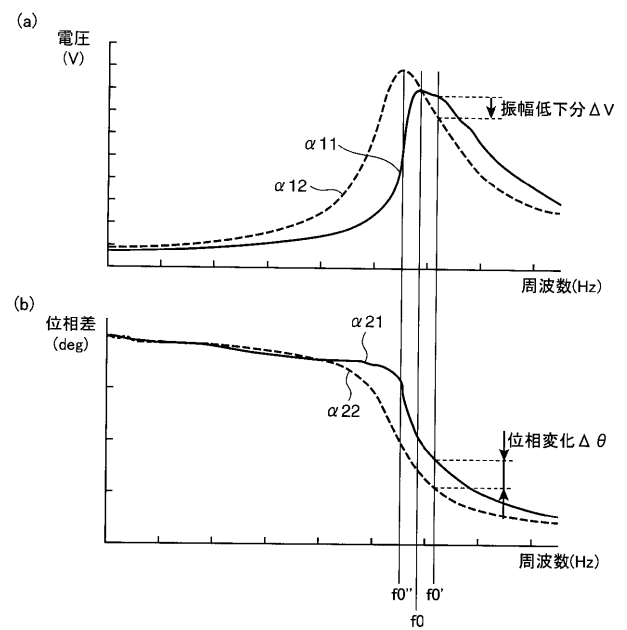
【図7】



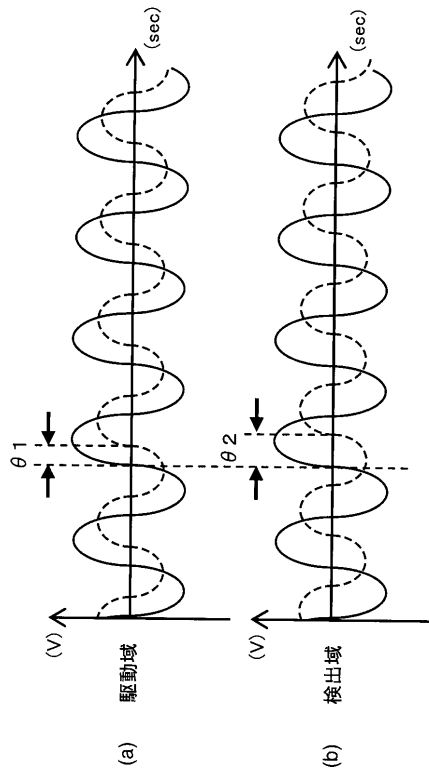
【図8】



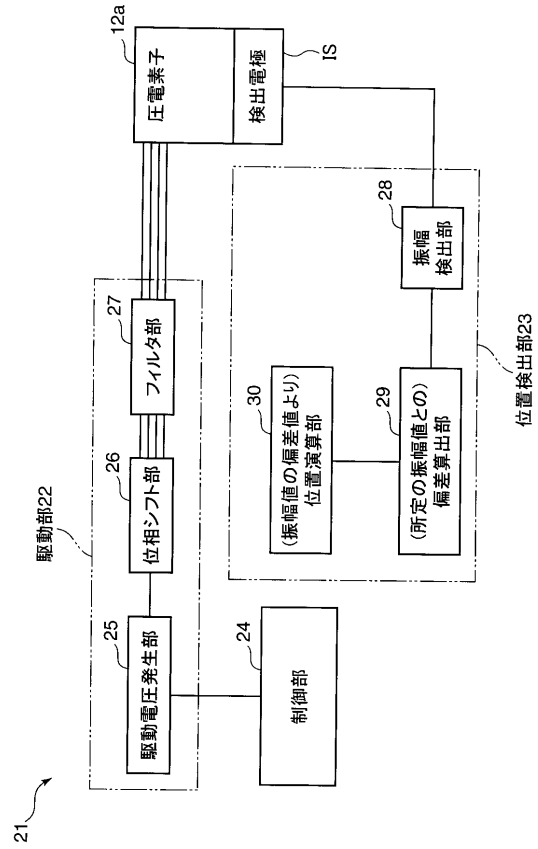
【図9】



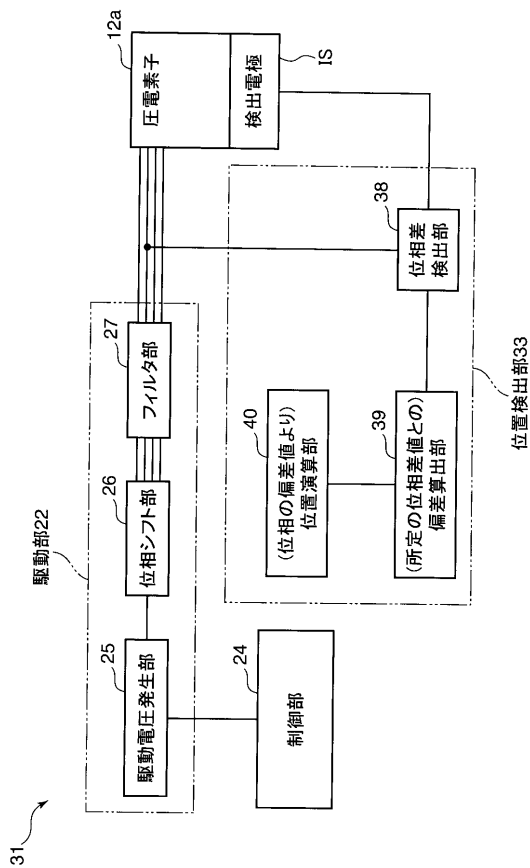
【図 10】



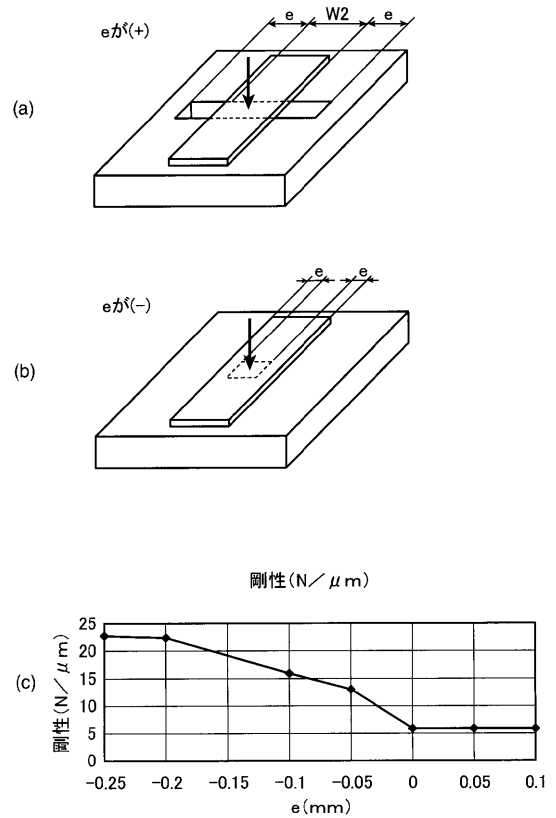
【図 11】



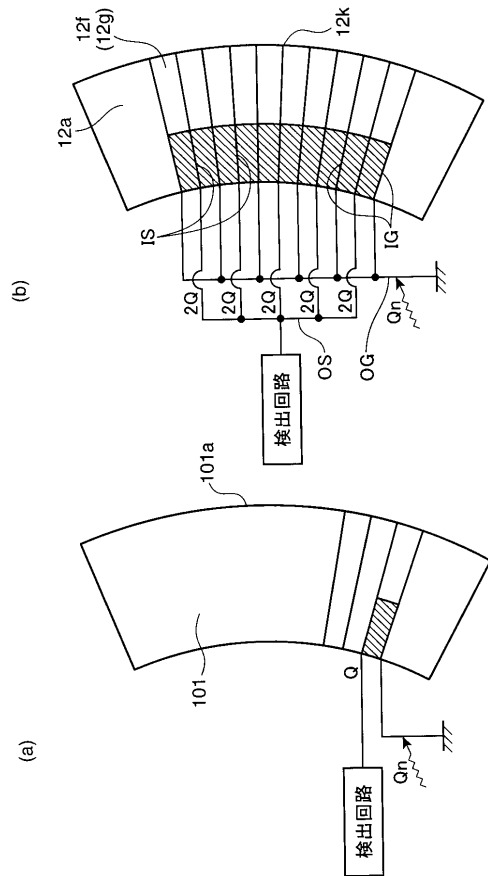
【図 12】



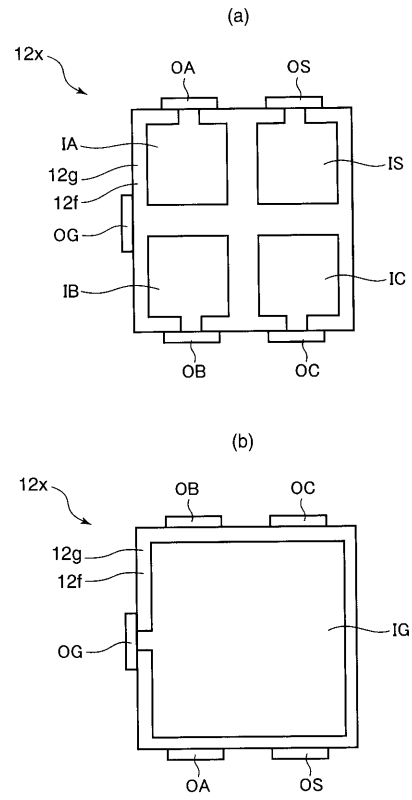
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

- (72)発明者 栃本 茂昭
東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内
- (72)発明者 松尾 隆
東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内
- (72)発明者 浦谷 勝一
東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内
- (72)発明者 今井 梢平
東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内

F ターム(参考) 2H044 BE05

5H680 AA12 BB15 BC01 CC02 DD02 DD15 DD23 DD37 DD62 DD66
DD88 DD92 EE22 FF25 FF27 FF30 FF36