

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5218045号  
(P5218045)

(45) 発行日 平成25年6月26日(2013.6.26)

(24) 登録日 平成25年3月15日(2013.3.15)

(51) Int.Cl. F I  
**HO2N 2/00 (2006.01)** HO2N 2/00 C  
**BO6B 1/06 (2006.01)** BO6B 1/06 Z

請求項の数 16 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-506306 (P2008-506306)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(86) (22) 出願日	平成19年3月20日(2007.3.20)	(74) 代理人	100092576 弁理士 鎌田 久男
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/055642	(72) 発明者	芦沢 隆利 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
(87) 国際公開番号	W02007/108466		
(87) 国際公開日	平成19年9月27日(2007.9.27)		
審査請求日	平成22年3月23日(2010.3.23)	審査官	牧 初
(31) 優先権主張番号	特願2006-78974 (P2006-78974)		
(32) 優先日	平成18年3月22日(2006.3.22)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動アクチュエータ、レンズ鏡筒、カメラシステム及び振動アクチュエータの駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

中空部を有し、弾性変形可能な筒状部材、及び、前記筒状部材の外周及び/又は前記中空部側の内面に設けられ、前記筒状部材の周方向に  $n$  ( $n$  は 3 以上の整数) 分割され、前記筒状部材に駆動信号を入力させる入力電極を有する振動子と、

前記筒状部材の内周側を貫く固定軸と、

前記固定軸の外周側であり且つ前記筒状部材の内側に配置された加圧部材と、

前記固定軸と嵌合し、前記筒状部材に発生する振動の節において前記筒状部材を内周側から径方向に支持するとともに、前記加圧部材により前記固定軸の軸方向に加圧力を受け、前記筒状部材の端面において、前記加圧部材により前記固定軸の軸方向に加圧力を受け、該筒状部材を軸方向に支持する支持部材と、

前記加圧力によって前記振動子の他方の端面に加圧接触され、該振動子の振動によって前記振動子に対して相対移動される相対移動部材と、

前記支持部材と前記筒状部材の端面との間に配置された振動減衰を防止する振動減衰防止部材と、

を備える振動アクチュエータ。

【請求項2】

請求項1に記載の振動アクチュエータにおいて、

前記振動は、前記筒状部材に発生する軸方向に対して垂直方向に変位が生じる曲げ振動であり、前記支持部材は、軸方向に可動で径方向に規制した状態で支持すること、

を特徴とする振動アクチュエータ。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の振動アクチュエータにおいて、  
前記筒状部材は、電気機械変換素子、又は、電気機械変換素子を備える部材であること

を特徴とする振動アクチュエータ。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の振動アクチュエータにおいて、  
前記電気機械変換素子は、前記筒状部材の内側から外側へ又は外側から内側へ向かう方向に分極されていること、

を特徴とする振動アクチュエータ。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載の振動アクチュエータにおいて、  
前記筒状部材は、円筒形状であること、

を特徴とする振動アクチュエータ。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 までのいずれか 1 項に記載の振動アクチュエータにおいて、  
前記入力電極は、1 対の組が前記筒状部材の中心に対して対向配置されていること、  
を特徴とする振動アクチュエータ。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の振動アクチュエータにおいて、  
前記 n 分割された各入力電極に、 $360^\circ / n$  ずつ位相がずれた前記駆動信号を入力させる入力回路を備えること、

を特徴とする振動アクチュエータ。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の振動アクチュエータにおいて、  
前記入力回路は、隣り合う前記各入力電極に、 $360^\circ / n$  位相がずれた前記駆動信号を入力させること、

を特徴とする振動アクチュエータ。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 までのいずれか 1 項に記載の振動アクチュエータにおいて、  
前記筒状部材は、前記相対移動部材との接触端面が首振り運動すること、

を特徴とする振動アクチュエータ。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載の振動アクチュエータにおいて、  
前記駆動信号は、前記筒状部材に軸方向と平行に中立面を持つ、少なくとも、第一の 2 次の曲げモードと、第二の 2 次の曲げモードとを発生させ、

前記第一の 2 次の曲げモードと、前記第二の 2 次の曲げモードとにより、前記筒状部材の駆動面に周方向の駆動力を発生させることを特徴とする振動アクチュエータ。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の振動アクチュエータにおいて、  
前記支持部材は、前記筒状部材を、該筒状部材の端面から 15 ~ 30 % の位置を支持すること、

を特徴とする振動アクチュエータ。

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 11 までのいずれか 1 項に記載の振動アクチュエータにおいて、  
前記振動子と前記相対移動部材との接触端面に設けられた摺動部材を備えること、

を特徴とする振動アクチュエータ。

【請求項 13】

請求項 1 から請求項 12 までのいずれか 1 項に記載の振動アクチュエータを備えるレン

10

20

30

40

50

ズ鏡筒。

【請求項 1 4】

請求項 1 から請求項 1 2 までのいずれか 1 項に記載の振動アクチュエータを備えるカメラシステム。

【請求項 1 5】

中空部を有し、弾性変形可能な筒状部材、及び、前記筒状部材の外周及び／又は前記中空部側の内面に設けられ、前記筒状部材の周方向に  $n$  ( $n$  は 3 以上の整数) 分割され、前記筒状部材に駆動信号を入力させる入力電極を有する振動子と、

前記筒状部材の内周側を貫く固定軸と、

前記固定軸の外周側であり且つ前記筒状部材の内側に配置された加圧部材と、

前記固定軸と嵌合し、前記筒状部材に発生する振動の節において前記筒状部材を内周側から径方向に支持するとともに、前記加圧部材により前記固定軸の軸方向に加圧力を受け、前記筒状部材の端面において、前記筒状部材を軸方向に支持する支持部材と、

前記加圧力によって前記振動子の他方の端面に加圧接触され、前記振動子によって移動される相対移動部材と、

前記支持部材と前記筒状部材の端面との間に配置された振動減衰を防止する振動減衰防止部材と、

を備える振動アクチュエータを駆動する振動アクチュエータの駆動方法であって、

前記  $n$  分割された各入力部に、 $360^\circ / n$  ずつ位相がずれた前記駆動信号を入力させて駆動すること、

を特徴とする振動アクチュエータの駆動方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載の振動アクチュエータの駆動方法において、

隣り合う前記各入力部に、 $360^\circ / n$  位相がずれた前記駆動信号を入力させて駆動すること、

を特徴とする振動アクチュエータの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動アクチュエータ、レンズ鏡筒、カメラシステム及び振動アクチュエータの駆動方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、振動波モータは、圧電体の伸縮を利用して弾性体の駆動面に進行性振動波を発生させるものであり、この進行性振動波によって駆動面には楕円運動が生じる。弾性体の駆動面には、移動子が加圧接触しており、移動子は、楕円運動によって摩擦駆動される。

一方、進行性振動波以外の振動を利用した振動波モータ等も知られている(例えば、特許文献 1)。このタイプの振動波モータは、円柱状の振動子を屈曲振動させ、この屈曲振動によって、振動子の端面に加圧接触している移動子が摩擦駆動されるものである。

【0003】

近年、振動波モータは、径の大きさを従来の  $1/3 \sim 1/5$  倍程度にして、小型化、軽量化される傾向がある。この小型化に対して、従来の進行性振動波を用いた振動波モータでは、径が小さくなり、かつ、振動振幅の絶対値も小さくなることから、出力性能が低下してしまう可能性があった。

また、振動波モータは、振動源として、圧電素子等の電気機械変換素子を用いることが一般的である。圧電素子は、電圧の印加により伸び縮みの変位を発生するが、電圧  $1V$  当たりの発生変位は、数  $nm$  程度と非常に小さく、移動子を駆動できる程度までの変位を得るためには、駆動信号の電圧が少なくとも  $80 \sim 100V$   $p-p$  程度必要となり、電圧が高圧化する傾向にあった。

【0004】

10

20

30

40

50

特に、特許文献1の形状の振動子では、印加する電極間が離れていて、かつ、静電容量が小さいため、より高い電圧が必要であった。

また、振動波モータは、非可聴である振動波域(20kHz以上)の駆動信号を用いるのが一般的であるので、振動波域の駆動信号を圧電素子が振動できる電圧まで昇圧するためには、回路が大型化したり、製造コストが高くなったりする恐れがあった。

【特許文献1】特公平7-2229号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の課題は、低電圧で駆動することができる振動アクチュエータ、レンズ鏡筒、カメラシステム及び振動アクチュエータの駆動方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、以下のような解決手段により前記課題を解決するである。なお、理解を容易にするために、本発明の一実施例を示す図面に対応する符号を付して説明するが、これに限定されるものではないである。

請求項1に記載の発明は、中空部を有し、弾性変形可能な筒状部材、及び、前記筒状部材の外面及び/又は前記中空部側の内面に設けられ、前記筒状部材の周方向に $n$ ( $n$ は3以上の整数)分割され、前記筒状部材に駆動信号を入力させる入力電極を有する振動子と、前記筒状部材の内周側を貫く固定軸と、前記固定軸の外周側であり且つ前記筒状部材の内側に配置された加圧部材と、前記固定軸と嵌合し、前記筒状部材に発生する振動の節において前記筒状部材を内周側から径方向に支持するとともに、前記加圧部材により前記固定軸の軸方向に加圧力を受け、前記筒状部材の端面において、前記加圧部材により前記固定軸の軸方向に加圧力を受け、該筒状部材を軸方向に支持する支持部材と、前記加圧力によって前記振動子の他方の端面に加圧接触され、該振動子の振動によって前記振動子に対して相対移動される相対移動部材と、前記支持部材と前記筒状部材の端面との間に配置された振動減衰を防止する振動減衰防止部材と、を備える振動アクチュエータである。

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の振動アクチュエータにおいて、前記振動は、前記筒状部材に発生する軸方向に対して垂直方向に変位が生じる曲げ振動であり、前記支持部材は、軸方向に可動で径方向に規制した状態で支持すること、を特徴とする振動アクチュエータである。

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の振動アクチュエータにおいて、前記筒状部材は、電気機械変換素子、又は、電気機械変換素子を備える部材であること、を特徴とする振動アクチュエータである。

請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の振動アクチュエータにおいて、前記電気機械変換素子は、前記筒状部材の内側から外側へ又は外側から内側へ向かう方向に分極されていること、を特徴とする振動アクチュエータである。

請求項5に記載の発明は、請求項1から請求項4までのいずれか1項に記載の振動アクチュエータにおいて、前記筒状部材は、円筒形状であること、を特徴とする振動アクチュエータである。

請求項6に記載の発明は、請求項1から請求項5までのいずれか1項に記載の振動アクチュエータにおいて、前記入力電極は、1対の組が前記筒状部材の中心に対して対向配置されていること、を特徴とする振動アクチュエータである。

請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の振動アクチュエータにおいて、前記 $n$ 分割された各入力電極に、 $360^\circ/n$ ずつ位相がずれた前記駆動信号を入力させる入力回路を備えること、を特徴とする振動アクチュエータである。

請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の振動アクチュエータにおいて、前記入力回路は、隣り合う前記各入力電極に、 $360^\circ/n$ 位相がずれた前記駆動信号を入力させること、を特徴とする振動アクチュエータである。

請求項9に記載の発明は、請求項1から請求項8までのいずれか1項に記載の振動アク

10

20

30

40

50

チュエータにおいて、前記筒状部材は、前記相対移動部材との接触端面が首振り運動すること、を特徴とする振動アクチュエータである。

請求項 10 に記載の発明は、請求項 1 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載の振動アクチュエータにおいて、前記駆動信号は、前記筒状部材に軸方向と平行に中立面を持つ、少なくとも、第一の 2 次の曲げモードと、第二の 2 次の曲げモードとを発生させ、前記第一の 2 次の曲げモードと、前記第二の 2 次の曲げモードとにより、前記筒状部材の駆動面に周方向の駆動力を発生させることを特徴とする振動アクチュエータである。

請求項 11 に記載の発明は、請求項 10 に記載の振動アクチュエータにおいて、前記支持部材は、前記筒状部材を、該筒状部材の端面から 15 ~ 30 % の位置を支持すること、を特徴とする振動アクチュエータである。

10

請求項 12 に記載の発明は、請求項 1 から請求項 11 までのいずれか 1 項に記載の振動アクチュエータにおいて、前記振動子と前記相対移動部材との接触端面に設けられた摺動部材を備えること、を特徴とする振動アクチュエータである。

請求項 13 に記載の発明は、請求項 1 から請求項 12 までのいずれか 1 項に記載の振動アクチュエータを備えるレンズ鏡筒である。

請求項 14 に記載の発明は、請求項 1 から請求項 12 までのいずれか 1 項に記載の振動アクチュエータを備えるカメラシステムである。

請求項 15 に記載の発明は、中空部を有し、弾性変形可能な筒状部材、及び、前記筒状部材の外面及び/又は前記中空部側の内面に設けられ、前記筒状部材の周方向に  $n$  ( $n$  は 3 以上の整数) 分割され、前記筒状部材に駆動信号を入力させる入力電極を有する振動子と、前記筒状部材の内周側を貫く固定軸と、前記固定軸の外周側であり且つ前記筒状部材の内側に配置された加圧部材と、前記固定軸と嵌合し、前記筒状部材に発生する振動の節において前記筒状部材を内周側から径方向に支持するとともに、前記加圧部材により前記固定軸の軸方向に加圧力を受け、前記筒状部材の端面において、前記筒状部材を軸方向に支持する支持部材と、前記加圧力によって前記振動子の他方の端面に加圧接触され、前記振動子によって移動される相対移動部材と、前記支持部材と前記筒状部材の端面との間に配置された振動減衰を防止する振動減衰防止部材と、を備える振動アクチュエータを駆動する振動アクチュエータの駆動方法であって、前記  $n$  分割された各入力部に、 $360^\circ / n$  ずつ位相がずれた前記駆動信号を入力させて駆動すること、を特徴とする振動アクチュエータの駆動方法である。

20

30

請求項 16 に記載の発明は、請求項 15 に記載の振動アクチュエータの駆動方法において、隣り合う前記各入力部に、 $360^\circ / n$  位相がずれた前記駆動信号を入力させて駆動すること、を特徴とする振動アクチュエータの駆動方法である。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、低電圧で駆動することができる振動子、振動アクチュエータ、レンズ鏡筒、カメラシステム及び振動アクチュエータの駆動方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】実施例 1 の振動波モータを示す図である。

40

【図 2】実施例 1 の振動子を示す図である。

【図 3】振動子 10 の駆動原理を説明する図である。

【図 4】振動子 10 の駆動原理を説明する図である。

【図 5】圧電体 11 の端面の A 点が楕円運動することを説明する図である。

【図 6】振動波モータ 100 の駆動制御装置を説明するブロック図である。

【図 7】4 つの駆動信号を説明する図である。

【図 8】実施例 1 のカメラシステムを示す図である。

【図 9】実施例 2 の振動波モータを示す模式図である。

【符号の説明】

【0009】

50

1 : カメラシステム、2 : カメラボディ、3 : レンズ鏡筒、10 : 振動子、11 : 圧電体、12 : 摺動板、13 : 外周電極パターン、13 - 1 : 第1電極、13 - 2 : 第2電極、13 - 3 : 第3電極、13 - 4 : 第4電極、14 : 内周電極パターン、15 : 中空部分、20 : 移動子、30 : 出力ギア、40 : ゴム部材、50 : 固定軸、60 : ベアリング、70 : 振動子支持部材、80 : 加圧用ナット、90 : 駆動制御装置、100, 100A : 振動波モータ。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面等を参照して、本発明の実施例をあげて、さらに詳しく説明する。なお、以下の実施例では、振動アクチュエータとして、振動波モータを例にとって説明する。

10

【実施例1】

【0011】

図1は、実施例1の振動波モータを示す断面図である。

実施例1の振動波モータ100は、超音波の振動域を利用した超音波モータであり、振動子10と、移動子20と、出力ギア30と、ゴム部材40と、固定軸50と、ベアリング60と、振動子支持部材70等とを備え、本実施例では、振動子10が固定され、移動子20が駆動される。

【0012】

振動子10は、圧電体11と、摺動板12とを備える。

圧電体11は、弾性変形可能な円筒形状の部材である(詳細は、後述する)。

20

摺動板12は、移動子20との接触端面に接合されたリング状の円板であり、アルミニウム、真鍮、鉄、ステンレス鋼等の金属材料によって形成され、摺動面には、摺動性を高めるためのNiP等の表面処理が施されている。

移動子20は、振動子10の振動によって回転駆動される部材であり、アルミニウム等の軽金属によって形成され、摺動面には、耐摩耗性向上のためのアルマイト等の表面処理が施されている。

【0013】

出力ギア30は、ゴム部材40を介して移動子20に結合され、移動子20と一体に回転するギアである。

ゴム部材40は、移動子20と出力ギア30との間に設けられ、ゴムによる摩擦力で移動子20と出力ギア30との回転方向の滑りを防止する機能と、移動子20からの振動を出力ギア30へ伝えないための振動吸収機能とを有し、ブチルゴム、プロピレンゴム、シリコンゴム等が好適である。

30

固定軸50は、振動子10及び移動子20の内周を軸方向に貫く部材であり、フランジ51と、軸状突起部52とを備える。

フランジ51は、固定軸50の上端に設けられ、この振動波モータ100を不図示の装置に固定できるように、複数個のねじ孔51a(図1では、1個のみ図示してある)が設けられた部分である。

軸状突起部52は、固定軸50の下端に設けられ、モータ回転時の固定軸50の振れを防止する部分である。

40

【0014】

ベアリング60は、固定軸50に挿入されて固定され、出力ギア30を回転可能に支持する部材である。

振動子支持部材70は、圧電体11を径方向及び軸方向に支持しており、軸方向の支持のため、圧電体11との間に、圧電体11の振動を振動子支持部材70に伝達しにくく、かつ、圧電体11に触れることで振動が減衰しにくいフェルト71を配置している。なお、フェルト71は、不織布等であってもよい。

また、振動子支持部材70は、径方向の支持のため、圧電体11の内面の一部と接合されている。さらに、振動子支持部材70は、固定軸50と軸嵌合しており、固定軸50に設けられた加圧用ナット80で加圧バネ81を締め付けることより、振動子10の摺動板

50

12と移動子20とを加圧接触させている。

【0015】

次に、実施例1の振動子について説明する。

図2は、実施例1の振動子を示す図である。図2(A)は、振動子の外観図であり、図2(B)は、図2(A)の振動子を上方から見た図である。

実施例1の振動子10は、圧電体11と、外周電極パターン13と、内周電極パターン14等とを備える。

なお、図1で説明したように、圧電体11の端面には、摺動板12が接合されているが、図2では、省略している。

【0016】

圧電体11は、薄肉(0.1~0.5mm程度が好ましい)の円筒形状の部材であり、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する圧電素子や電歪素子等の電気機械変換素子によって構成され、物理信号の一例である交流電圧等の駆動信号が入力されることによって、長手方向に伸縮する。また、図2(B)における圧電体11の直径は、5~15mmであることが好ましい。

圧電体11は、中空部分15を有する。外周電極パターン13は、圧電体11の外周面(すなわち、中空部分15と接しない側の面)に設けられ、圧電体11の周方向(円周に沿った方向)に4分割されている。外周電極パターン13は、圧電体11に駆動信号を入力させる入力電極である。また、各外周電極パターン(第1電極13-1、第2電極13-2、第3電極13-3、第4電極13-4)は、長方形形状の電極パターンであり、各電極の中心が、圧電体11の円周の中心に対してそれぞれ90°ずれた位置に配置され、第1電極13-1と第3電極13-3、及び、第2電極13-2と第4電極13-4は、対向配置されている。

第1電極13-1、第2電極13-2、第3電極13-3、第4電極13-4は、配置される位置は異なるが、大きさ、特性等は同じものである。そして、圧電体11の円筒形状の中心線(軸線)に対して、第1電極13-1と第3電極13-3とは、対称な位置に配置されており、また、第2電極13-2と第4電極13-4とも対称な位置に配置されている。

内周電極パターン14は、圧電体11の内周面(すなわち、中空部分15と接する面)の略全面に設けられた非分割の入力電極である。

圧電体11の分極は、外周電極パターン13と内周電極パターン14とを用いて、同方向に分極する。図2(B)は、その一例であり、内周側を-、外周側を+として圧電体11に電圧をかけることによって、圧電体11は、圧電体11の周縁の厚み部分の内側から外側へ向かう方向(矢印A方向)に分極されている。

【0017】

図3及び図4は、振動子10の駆動原理を説明する図である。

図3は、図2(A)における振動子10を縦方向に切ったときの断面図であり、第1電極13-1側から見た図を示している。図3に示すように、対向配置されている第4電極13-4、第2電極13-2に、それぞれ、+電圧と-電圧とを与え、内周電極パターン14をGND(グラウンド)とした場合、+側の第4電極13-4側の圧電体11は、軸方向(矢印B方向)に伸び、-側の第2電極13-2側の圧電体11は、軸方向の矢印B方向と反対方向(矢印C方向)に縮む。

このような対向する側面が逆方向に伸び縮みすることにより、圧電体11には、軸線に対して2次の曲げモードの変位が生じる。

【0018】

次に、交流電圧を与えた場合について説明する。

図4(A)に示すように、まず、第4電極13-4に+電圧を与え、第2電極13-2に-電圧を与えると、+側の第4電極13-4側の圧電体11は、軸方向に伸び、-側の第2電極13-2側の圧電体11は、軸方向に縮む。これにより、圧電体11は、破線Dの状態となる。

10

20

30

40

50

これとは逆に、第4電極13-4に-電圧を与え、第2電極13-2に+電圧を与えると、-側の第4電極13-4側の圧電体11は、軸方向に縮み、+側の第2電極13-2側の圧電体11は、軸方向に伸びる。これにより、圧電体11は、破線Eの状態となる。

交流電圧は、+電位と-電位とが時間経過とともに繰り返して出力されるため、第2電極13-2と第4電極13-4に対して、互いに電圧の極性が反対となるように交流電圧を印加した場合、圧電体11には、軸線に対して、図面上の左右方向(矢印F方向)に変位する2次の曲げモードの振動が発生する。

【0019】

一方、第1電極13-1、第3電極13-3に交流電圧を与えた場合について説明する。

図4(B)に示すように、まず、第1電極13-1に+電圧を与え、第3電極13-3に-電圧を与えると、+側の第1電極13-1側の圧電体11は、軸方向に伸び、-側の第3電極13-3側の圧電体11は、軸方向に縮む。これにより、圧電体11はたわみ、端面は傾きながら後方に移動して、破線Gの状態となる。

ついで、第1電極13-1に-電圧を与え、第3電極13-3に+電圧を与えると、-側の第1電極13-1側の圧電体11は、軸方向に縮み、+側の第3電極13-3側の圧電体11は、軸方向に伸びる。これにより、圧電体11はたわみ、端面を前に見せるように傾きながら前方に移動して、破線Hの状態となる。

交流電圧は、+電位と-電位とが時間経過とともに繰り返して出力されるため、第1電極13-1と第3電極13-3に対して、互いに電圧の極性が反対となるように交流電圧を印加した場合、圧電体11には、軸線に対して、図面上の前後方向(矢印I方向)に変位する2次の曲げモードの振動が発生する。

【0020】

そして、これらの2つの2次の曲げモードの振動を組み合わせ、両振動の時間的位相を $90^\circ$ ( $\pi/2$ )ずらす(すなわち、第1電極13-1と第3電極13-3に対して印加する交流電圧と、第2電極13-2と第4電極13-4に対して印加する交流電圧との時間的位相を $90^\circ$ ずらす)と、図4(C)に示すように、圧電体11の上下の端面に、圧電体11の中心軸Jを中心とした円運動状(矢印K方向)の振動が発生し、圧電体11の端面が首振り運動する。

【0021】

図5は、圧電体11の端面のA点が楕円運動することを説明する図であって、図5(A)は、圧電体11の端面のA点、B点を示す図であり、図5(B)は、A点、B点の変位を示す図である。ここで、左右方向とは、図中のx軸方向であり、上下方向とは、図中のy軸方向であり、前後方向とは、図中のz軸方向である。

図5(A)に示すように、A点は、第1電極13-1の中央の上方の1点であり、B点は、第2電極13-2の中央の上方の1点であり、A点とB点とは、圧電体11の円周方向の中心に対して $90^\circ$ ずれた位置にある。

そして、第1電極13-1及び第2電極13-2に、時間的位相が $90^\circ$ ずれた(すなわち、時間的位相差が $90^\circ$ である)駆動信号を与えると、A点及びB点は、振動を開始する。

【0022】

図5(B)に示すように、位相 $t=0$ の時点では、A点の変位は上側(y軸に沿って上方向)に向けて最大である。一方、B点の変位は0である。したがって、A点は、上側(y軸に沿って上方向)にのみ変位する。なお、A点は、前後方向(z軸方向)にも変位が発生するが、ここでは、省略して説明する。

$t=(1/2)$ の時点では、A点の上下方向(y軸方向)の変位は0である。一方、B点の変位は上側(y軸に沿って上方向)に向けて最大である。このとき、圧電体11は、湾曲するので(図3参照)、B点は、わずかではあるが左側(x軸に沿って左方向)にも移動し、これにともない、A点も、わずかに左側(x軸に沿って左方向)に移動する。

$t=(2/2)$ の時点では、A点の変位は下側(y軸に沿って下方向)に向けて最大

10

20

30

40

50



である。一方、B点の変位は0である。したがって、A点は、下側（y軸に沿って下方向）にのみ変位する。

$t = (3/2)$  の時点では、 $t = (1/2)$  の時点と同様の原理で、A点は、わずかに右側（x軸に沿って右方向）に移動する。

この一連の流れを繰り返すことによって、圧電体11の端面のA点は、矢印L方向に楕円運動する。また、A点が楕円運動するのと同様に、A点以外の圧電体11の端面の各点も楕円運動する。そして、圧電体11の端面に、楕円運動が連続的に発生することにより、圧電体11に加圧接触されている不図示の移動子が回転駆動される。

#### 【0023】

図6は、振動波モータ100の駆動制御装置を説明するブロック図であり、図7は、4つの駆動信号を説明する図である。

振動波モータ100の駆動制御装置90は、外周電極パターン13（図2参照）に駆動信号を入力させる入力回路を備える装置であり、発振器91と、移相器92と、増幅部93（93-1～93-4）と、検出部94と、制御部95とを備える。

#### 【0024】

発振器91は、制御部95の指令により所望の周波数の駆動信号を発生する部分である。

移相器92は、発振器91で発生した駆動信号を90°ずつ位相がずれた異なる4つの駆動信号に分割する部分である。

4つの駆動信号は、図7に示すように、A相、B相、C相、D相に分けられる。A相、B相、C相、D相は、それぞれ時間的位相が90°ずれており、A相に対してC相が逆位相、B相に対してD相が逆位相といった関係となっている。具体的には、A相とB相とが90°位相がずれ、A相とC相とが180°位相がずれ、A相とD相とが270°位相がずれている。

#### 【0025】

図6に示すように、増幅部93（93-1～93-4）は、移相器92によって分割された4つの駆動信号をそれぞれ所望の電圧に昇圧する部分である。増幅部93-1～93-4から出力される4つの駆動信号は、それぞれ外周電極パターン13の第1電極13-1、第2電極13-2、第3電極13-3、第4電極13-4に入力される。そして、これらの電極を介して圧電体11に伝達される。

検出部94は、光学式エンコーダや磁気エンコーダ等により構成され、振動波モータ100の駆動によって駆動される被駆動体（移動子20、出力ギア30、あるいはそれらの駆動に伴って駆動される部材）の位置や速度を検出する部分である。

制御部95は、この振動波モータ100が搭載される装置のCPUからの駆動指令を基に、振動波モータ100の駆動を制御する部分である。また、制御部95は、検出部94からの検出信号を受け、その値を基に、位置情報と速度情報とを得て、目標位置に位置決めされるように発振器91の周波数を制御する。

#### 【0026】

そして、駆動制御装置90は、以下のように動作する。

まず、制御部95に目標位置が伝達される。発振器91では、駆動信号が発生され、その信号は、移相器92により90°ずつ位相がずれた4つの駆動信号に分割され、増幅部93により所望の電圧に増幅される。

そして、90°ずつ位相がずれた駆動信号が、各外周電極パターンに入力される。このとき、隣り合う各外周電極パターンには、90°ずつ位相がずれた駆動信号が入力される。具体的には、A相の駆動信号は、第1電極13-1へ印加され、B相の駆動信号は、第2電極13-2へ印加され、C相の駆動信号は、第3電極13-3へ印加され、D相の駆動信号は、第4電極13-4へ印加される。

#### 【0027】

圧電体11に対して、A相とC相の駆動信号を印加することで、圧電体11に第1定在波が発生し、B相とD相の駆動信号を印加することで、圧電体11に第2定在波が発生し

10

20

30

40

50

、第1定在波と第2定在波とを組み合わせることによって、円運動状の振動が励振され、圧電体11の端面が首振り運動する。

圧電体11の端面には、摺動板12が配置され、摺動板12に加圧接触している移動子20は、この首振り運動によって摩擦的に回転駆動される。

振動波モータ100の駆動により駆動される被駆動体には、検出部94が配置されていて、そこから、電気パルスの信号が発生し、制御部95に伝達される。制御部95は、この信号を基に、現在の位置と現在の速度とを得ることができ、これらの位置情報、速度情報及び目標位置情報を基に、発振器91の駆動周波数が制御される。

#### 【0028】

このように、本実施例の振動子10及び振動波モータ100によれば、以下のような効果がある。

(1) 圧電体11の変位は、電界(電圧[V]/厚み[m])に比例する。本実施例では、圧電体11を薄肉の円筒形状としているので、厚みの値が非常に小さくなり、低電圧化しても強い電界が得られ、結果として、大きな変位を得られるようになる。したがって、低電圧で駆動することができ、また、低電圧で駆動しても出力性能を損なうことのない振動子10及び振動波モータ100を提供することができる。

(2) 圧電体11の静電容量は、薄いほど大きくなり、電極面積が大きいほど大きくなる。本実施例では、圧電体11を薄肉の円筒形状とし、圧電体11の外周面、内周面の略全面に各電極を設けているので、圧電体11の静電容量を大きくすることができ、低電圧で駆動しても強い電界が得られ、大きな出力を確保することができる。

#### 【0029】

(3) 圧電体11の分極時には、分極方向を一方向のみとしたので、製造工数が減り、分極後の変形も少なくすることができ、低コストで寸法精度のよい圧電体11を製造することができる。

(4) 本実施例では、第1電極13-1と第3電極13-3、及び、第2電極13-2と第4電極13-4を対向配置し、振動の励振を対向している2電極に共同で行わせるようにしたので、大きな振動振幅が効率よく得られ、低電圧駆動を達成することができる。

#### 【0030】

図8は、実施例1のカメラシステムを示す図である。

実施例1のカメラシステム1は、撮像素子8を有するカメラボディ2と、レンズ7を有するレンズ鏡筒3とを備える。レンズ鏡筒3は、カメラボディ2に着脱可能な交換レンズである。なお、本実施例では、レンズ鏡筒3は、交換レンズである例を示したが、これに限らず、例えば、カメラボディと一体型のレンズ鏡筒としてもよい。

#### 【0031】

レンズ鏡筒3は、レンズ7、カム筒6、ギア4、5、振動波モータ100等を備える。本実施例では、振動波モータ100は、カメラシステム1のフォーカス動作時にレンズ7を駆動する駆動源として用いられており、振動波モータ100から得られた駆動力は、ギア4、5を介してカム筒6に伝えられる。レンズ7は、カム筒6に保持されており、振動波モータ100の駆動力により、光軸方向へ移動して、焦点調節を行うフォーカスレンズである。

このような構成において、レンズ鏡筒3の光学系(撮像光学系)により撮像素子8の撮像面に被写体像が結像される。このとき、振動波モータ100を駆動することにより、レンズ7を駆動し、オートフォーカス動作を行う。そして、撮像素子8は、撮像面に結像された被写体像を電気信号に変換し、その信号が画像処理部で処理されることによって、画像データが生成される。

#### 【0032】

このように、本実施例のカメラシステム1によれば、低電圧で駆動することができる振動波モータ100を備えているので、高比率の電圧昇化装置を設ける必要がなく、昇圧による電力ロスも発生せず、消費電力を抑えたカメラシステムとすることができる。

#### 【実施例2】

## 【 0 0 3 3 】

図 9 は、実施例 2 の振動波モータを示す模式図である。

なお、前述した実施例 1 と同様な機能を果たす部分は、重複する説明を適宜省略する。

図 1 の説明において、振動子支持部材 7 0 が、圧電体 1 1 の内面の一部と接合されていることを記載した。本実施例では、この接合位置（すなわち、支持位置）を規定する。

実施例 2 の振動波モータ 1 0 0 A では、圧電体 1 1 の支持位置 M を、軸方向の長さ（一方向の端面から他方の端面の長さ）に対して、端面から 2 2 . 4 % の位置としている。図 9 において、圧電体 1 1（圧電体 1 1 の内面の位置を示す）に対して、上側の端面から 2 2 . 4 % の位置と下側の端面から 2 2 . 4 % の位置とに振動子支持部材 7 0 の支持位置 M を設けている。

10

この支持位置 M は、圧電体 1 1 の振動モードである 2 次の曲げモードの振動変位が 0 になる位置（圧電体 1 1 に発生する振動の節の位置）である。なお、支持の位置は、軸方向の長さに対して、端面から 2 2 . 4 % が最適であるが、範囲としては 1 5 ~ 3 0 % の範囲で支持すれば、実用的には問題ない。

また、本実施例では、圧電体 1 1 の内面側で支持する構成としたが、外面側で支持する構成としてもよい。

## 【 0 0 3 4 】

このように、実施例 2 の振動波モータ 1 0 0 A によれば、振動変位が 0 になる位置で圧電体 1 1 を支持するので、支持による振動減衰を小さくすることができ、支持損失を小さくすることによって、さらなる低電圧駆動が達成できる。

20

## 【 0 0 3 5 】

（変形例）

本実施例は、以下の変形も可能である。

（ 1 ）外周電極パターン 1 3 は、4 分割する例で説明したが、3 分割でも、5 分割以上でもよい。

（ 2 ）外周電極パターン 1 3 を分割し、内周電極パターン 1 4 を非分割とする例で説明したが、これとは逆に、外周電極パターン 1 3 を非分割とし、内周電極パターン 1 4 を分割してもよい。この場合は、内周電極パターン 1 4 に電圧を与えて駆動する。

（ 3 ）圧電体 1 1 は、弾性体の内外周に設けて振動子としてもよい。

（ 4 ）圧電体 1 1 は、円筒形状の例で説明したが、多角形状の筒状部材であってもよい

30

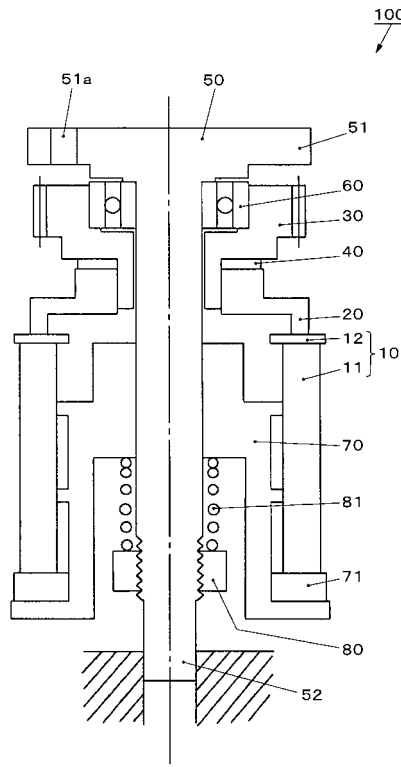
。（ 5 ）圧電体 1 1 は、圧電体 1 1 の周縁の厚み部分の内側から外側へ向かう方向に分極する例で説明したが、外側から内側へ向かう方向に分極してもよい。

（ 6 ）上述した実施例では、カメラシステムのオートフォーカスの駆動源を例にして説明したが、カメラシステムの撮像系の一部を駆動して手振れを補正する手振れ補正機構の駆動源や、複写機の駆動部、自動車のハンドルチルト装置、時計の駆動装置等に適用することができる。

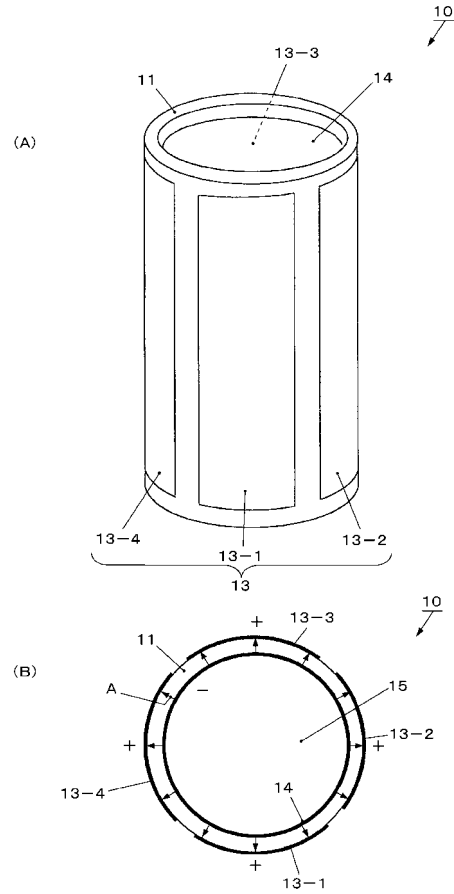
なお、上述した各実施例及び変形例は、適宜組み合わせることもできるが、詳細な説明は省略する。また、本発明は、以上説明した各実施例によって限定されることはない。

40

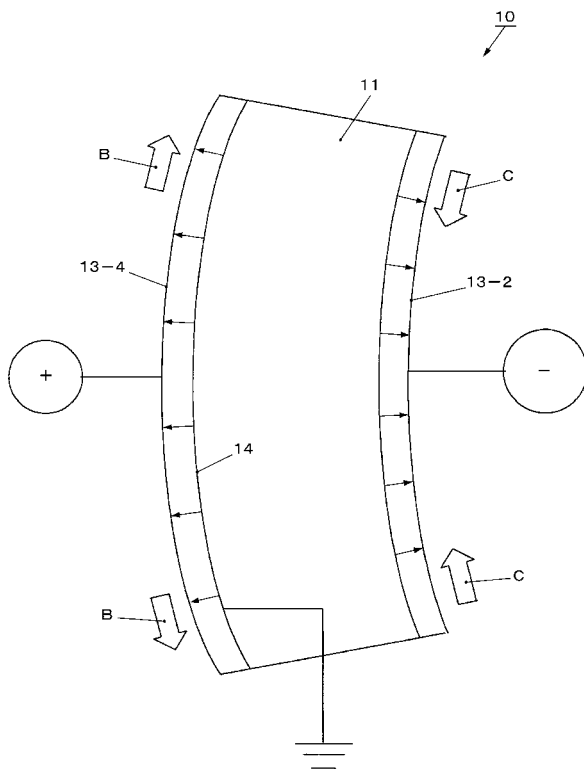
【図1】



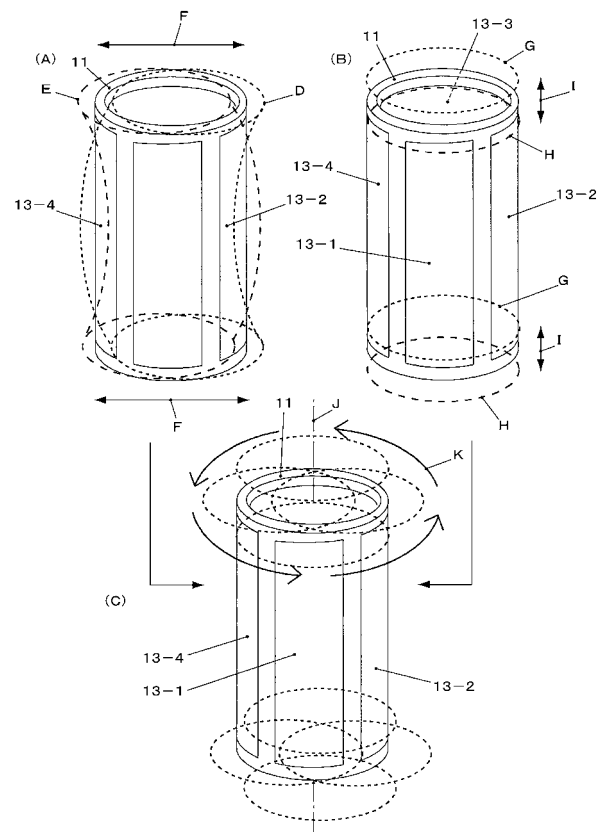
【図2】



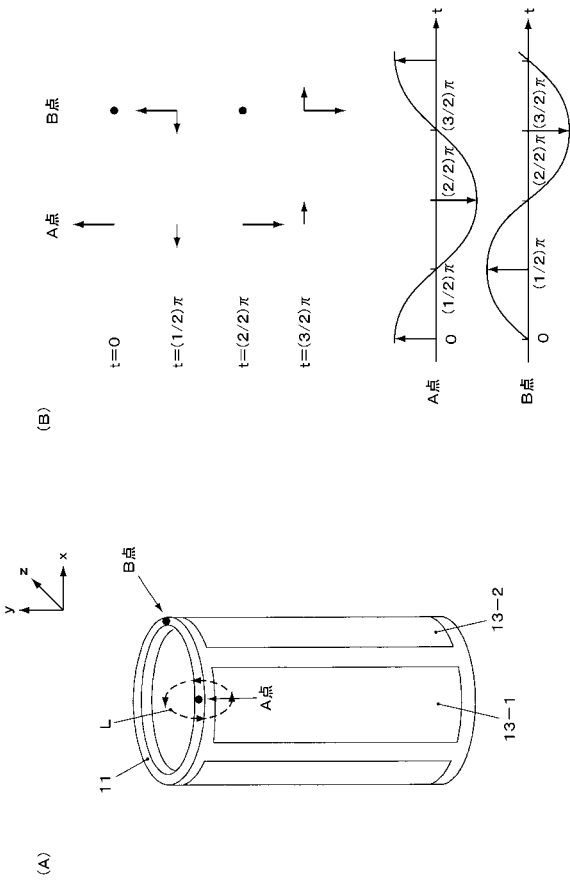
【図3】



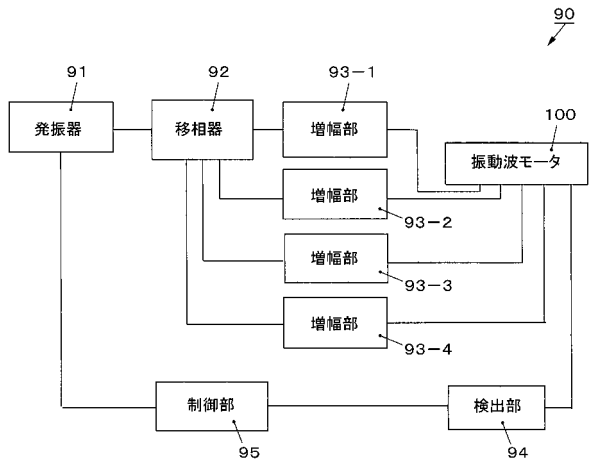
【図4】



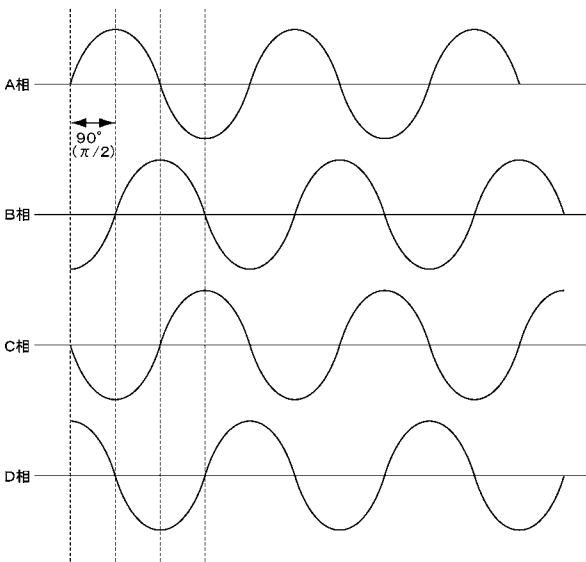
【図5】



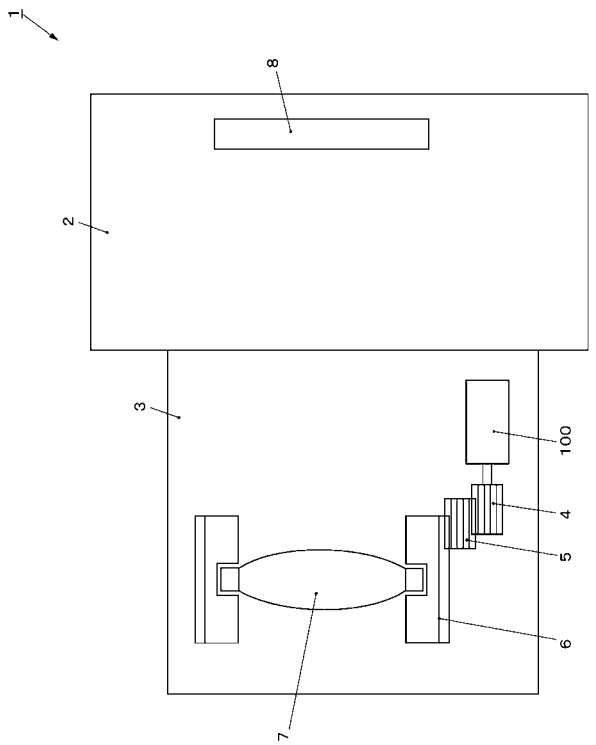
【図6】



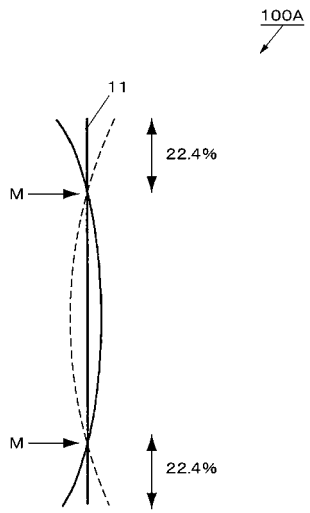
【図7】



【図8】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-272420(JP,A)  
特開2002-357760(JP,A)  
特開平7-231684(JP,A)  
特開昭63-242182(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02N 2/00 - 2/16