(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3719061号
(P3719061)
(45)発行日　平成17年11月24日(2005.11.24)　(24)登録日　平成17年9月16日(2005.9.16)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H02N 2/00	H02N	2/00	C
G04C 3/12	G04C	3/12	A

請求項の数 21　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願平11-250225
(22)出願日　平成11年9月3日(1999.9.3)
(65)公開番号　特開2000-333480(P2000-333480A)
(43)公開日　平成12年11月30日(2000.11.30)
審査請求日　平成15年1月23日(2003.1.23)
(31)優先権主張番号　特願平11-69158
(32)優先日　平成11年3月15日(1999.3.15)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000002369
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　100098084
弁理士　川▲崎▼　研二
(72)発明者　宮澤　修
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
(72)発明者　橋本　泰治
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
(72)発明者　舩坂　司
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】圧電アクチュエータ、時計および携帯機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強板とが積層された振動板と、

前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が駆動対象となる部材に当接するように前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備しており、

前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象となる部材を駆動する

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

【請求項２】

前記振動板は、該振動板の属する平面内で前記支持部材によって回動可能に支持されていることを特徴とする請求項１に記載の圧電アクチュエータ。

【請求項３】

支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強板とが積層された振動板と、

前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、

前記振動板の長手方向の端部が駆動対象となる部材に当接するように前記振動板に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、

前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象となる部材を駆動する
ことを特徴とする圧電アクチュエータ。
【請求項４】
前記振動板は、該振動板の属する平面内で前記支持部材および前記弾性部材によって回動可能に支持されていることを特徴とする請求項３に記載の圧電アクチュエータ。
【請求項５】
前記振動板の回動中心は、前記振動板と前記駆動対象となる部材の当接点から前記駆動対象となる部材の駆動方向と逆方向に伸びる逆方向線と、前記当接点において前記逆方向線と直交する線であり、かつ前記振動板側に伸びる直交線との間に形成される象限内に位置することを特徴とする請求項２または４に記載の圧電アクチュエータ。
【請求項６】
前記圧電素子の振動によって、前記振動板では、その長手方向の縦振動が生じ、この縦振動によって前記振動板が前記駆動対象となる部材から受ける反力によって、前記振動板では、その長手方向とは直交する幅方向の屈曲振動が生じる
ことを特徴とする請求項２または４に記載の圧電アクチュエータ。
【請求項７】
前記振動板に生じる縦振動の共振周波数と屈曲振動の共振周波数とは、ほぼ同じである
ことを特徴とする請求項６に記載の圧電アクチュエータ。
【請求項８】
前記振動板は、前記駆動対象となる部材と当接する前記端部側が他端側よりも細くなるテーパー状に形成されていることを特徴とする請求項１ないし７のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。
【請求項９】
前記補強板は、前記圧電素子よりも前記駆動対象となる部材側に、前記振動板の中央部よりも細く前記駆動対象となる部材側に伸びて前記駆動対象となる部材に当接する延出部を有していることを特徴とする請求項１ないし８のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。
【請求項１０】
前記支持部材の前記取付部は、前記振動板の長手方向の複数箇所に取り付けられていることを特徴とする請求項１ないし９のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。
【請求項１１】
前記支持部材の前記取付部の１つは、前記振動板の振動の節となる位置に取り付けられていることを特徴とする請求項１０に記載の圧電アクチュエータ。
【請求項１２】
前記支持部材の前記取付部の位置を前記振動板の振動に伴う前記支持部材の振動の腹となる位置と略一致するようにしたことを特徴とする請求項１０または１１に記載の圧電アクチュエータ。
【請求項１３】
前記圧電素子の振動による前記振動板の縦振動の共振周波数と、前記振動板が振動した時に前記駆動対象となる部材から受ける反力によって前記振動板に生じる屈曲振動の共振周波数とがほぼ同じになるようにしたことを特徴とする請求項１ないし１２のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。
【請求項１４】
前記補強板は、前記圧電素子よりも薄く形成されていることを特徴とする請求項１ないし１３のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。
【請求項１５】
前記振動板の前記駆動対象となる部材に当接する前記端部は、突起部を有しており、この突起部が前記駆動対象となる部材に当接することを特徴とする請求項１ないし１４のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

【請求項１６】
前記突起部は、前記振動板の長手方向とは直交する幅方向の中心からずれた地点に位置に設けられている
ことを特徴とする請求項１５に記載の圧電アクチュエータ。
【請求項１７】
前記圧電素子は、前記振動板の長手方向の中央部に配置される電極部と、前記振動板の長手方向の両端側に配置される電極が設けられていない無電極部とを有することを特徴とする請求項１ないし１６のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。
【請求項１８】
前記支持部材における前記取付部は、前記振動板の振動の節となる位置に取り付けられていることを特徴とする請求項１ないし１７のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。
【請求項１９】
前記支持部材の前記取付部の位置を前記振動板の振動に伴う前記支持部材の振動の節となる位置と略一致するようにしたことを特徴とする請求項１８に記載の圧電アクチュエータ。
【請求項２０】
請求項１ないし１９のいずれかに記載の圧電アクチュエータを備えることを特徴とする時計。
【請求項２１】
請求項１ないし１９のいずれかに記載の圧電アクチュエータを備えることを特徴とする携帯機器。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、圧電アクチュエータ、ならびにこの圧電アクチュエータを備える時計および携帯機器に関する。
【０００２】
【従来の技術】
圧電素子は、電気エネルギーから機械エネルギーへの変換効率や、応答性に優れていることから、近年、圧電素子の圧電効果を利用した各種の圧電アクチュエータが開発されている。この圧電アクチュエータは、圧電ブザー、プリンタのインクジェットヘッド、あるいは超音波モータなどの分野に応用されている。
【０００３】
図３８は、従来の圧電アクチュエータを用いた超音波モータを模式的に示す平面図である。同図に示すように、この種の超音波モータは、つっつき型と呼ばれるものであって、圧電素子に結合した振動片の先端に、ロータ面を少し傾斜させて接触させてある。このような構成の下、発振部からの交流電圧によって圧電素子が伸縮し、振動片が長さ方向に往復運動すると、ロータの円周方向に分力が発生してロータが回転するようになっている。
【０００４】
また、２個の超音波振動子（圧電素子）を備え、各超音波振動子をそれ自身の電気的な共振周波数で振動させ、この振動により振動片を変位させる技術が知られている（特開平１０－２２５１５１号公報）。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、圧電素子の変位は印加電圧にもよるが微小であり、数μｍ程度であるのが通常であり、上述した共振周波数で振動させる場合でも同様である。このため、なんらかの増幅機構によって変位を増幅してロータに伝達することが行われている。しかし、増幅機構を用いた場合、それ自身を動かすためにエネルギーが消費され、効率が低下するといった問題がある。また、増幅機構を介する場合、安定したロータへの駆動力の伝達が困難となることもある。

【０００６】
また、腕時計のような小型の携帯機器は電池で駆動されるため、消費電力や駆動電圧を低く抑える必要がある。したがって、そのような携帯機器に圧電アクチュエータを組み込む場合には、特に、そのエネルギー効率が高く、駆動電圧が低いことが要求される。
【０００７】
ところで、時計などにおいて、日や曜などを表示するカレンダー表示機構では、電磁式のステップモータの回転駆動力を運針用の輪列を介して日車などにも間欠的に伝達し、日車を送り駆動するのが一般的である。一方、腕時計は手首にベルトを巻き付けて携帯するものであるから、携帯に便利なように薄型化の要求が古くからある。薄型化を追求するには、カレンダー表示機構の厚さを薄くすることも必要となる。しかし、ステップモータはコイルやロータといった部品を面外方向に組み込んで構成されるので、その厚さを薄くするには限界がある。このため、ステップモータを用いた従来のカレンダー機構は、構造的に薄型化には向かないという問題があった。
【０００８】
特に、カレンダー表示機構のある時計と、係る機構のない時計との間で運針の機械系（いわゆるムーブメント）を共通化するためには、カレンダー表示機構を文字板側に構成する必要があるが、電磁式のステップモータでは文字板側に構成できる程の薄型化が困難である。したがって、従来の時計は、表示機構の有無によって運針の機械系を別々に設計して製造する必要があり、その生産性を向上させる際の問題となっていた。
【０００９】
本発明は、上記の事情を考慮してなされたものであり、圧電素子の振動を効率よく伝達するとともに、小型・薄型化に適しており、かつ駆動力を安定して伝達できる圧電アクチュエータ、ならびにこれを備えた時計および携帯機器を提供することを目的とする。
【００１０】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するため、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、
長手方向を有する板状の圧電素子と補強板とが積層された振動板と、
前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が駆動対象となる部材に当接するように前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備しており、
前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象となる部材を駆動することを特徴としている。
【００１１】
また、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、
長手方向を有する板状の圧電素子と補強板とが積層された振動板と、
前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、
前記振動板の長手方向の端部が駆動対象となる部材に当接するように前記振動板に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、
前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象となる部材を駆動することを特徴としている。
【００１２】
この構成によれば、圧電素子の振動によって振動板が振動する。この振動による振動板の変位に伴って該振動板が当接させられている駆動対象となる部材が駆動させられる。この構成では、長板状の圧電素子を有する振動板を用いているので、低電圧で大きな変位を得ることが可能であり、効率よく駆動することができる。また、振動板に重なって配置される部品等が不要であるため、振動板を薄型化すれば、アクチュエータ全体の薄型化が可能である。また、振動板を駆動対象となる部材に当接させているので、振動板と駆動対象

となる部材の接触状態が安定し、より安定した駆動力の伝達を行うことができる。また、振動板は、補強板と圧電素子を積層した構造となっているため、過大振幅や外力に起因する振動板の破損等を低減することができる。

【００１３】

前記振動板を該振動板の属する平面内で回動可能に支持するようにしてもよい。このときの前記振動板の回動中心を前記振動板と前記駆動対象となる部材の当接点から前記駆動対象となる部材の駆動方向と逆方向に伸びる逆方向線と、前記当接点において前記逆方向線と直交する線であり、かつ前記振動板側に伸びる直交線との間に形成される象限内に位置するようにしてもよい。このようにすれば、外力等によって駆動対象となる部材が逆方向に移動しようとした場合、振動板が回動することにより振動板の端部と駆動対象となる部材が接触状態を維持し、この後振動板が元の位置に戻ることで駆動対象となる部材を逆方向に移動する前の位置に戻すことができる。

一方、前記圧電素子の振動によって、前記振動板では、その長手方向の縦振動が生じ、この縦振動によって前記振動板が前記駆動対象となる部材から受ける反力によって、前記振動板では、その長手方向とは直交する幅方向の屈曲振動が生じるようにしてもよい。このように縦振動および屈曲振動が生じるようにしたとき、前記振動板に生じる縦振動の共振周波数と屈曲振動の共振周波数とは、ほぼ同じであることが好ましい。

【００１７】

前記振動板を、前記駆動対象となる部材と当接する前記端部側が他端側よりも細くなるテーパー状に形成するようにしてもよい。このようにすれば、駆動対象となる部材に当接する端部側の変位を大きくすることが可能となる。駆動対象となる部材と接触する端部に凹凸があり、端部の変位が小さい場合には、この凹凸の影響を受けて駆動量が減少することがあるが、上述したように変位を拡大すれば、凹凸の影響を受けることなくより確実に駆動力を伝達することができる。また、振動板の幅方向の振動が共振して増幅することが抑制される、つまり駆動対象となる部材を駆動する振動を妨げる振動を抑制することができる。従って、より効率よく駆動力を伝達することができる。

【００１８】

また、前記補強板が、前記圧電素子よりも前記駆動対象となる部材側に、前記振動板の中央部よりも細く前記駆動対象となる部材側に伸びて前記駆動対象となる部材に当接する延出部を有するようにしてもよい。このようにすれば、振動板の振動による延出部の変位を大きくすることができ、より効率よく駆動力を伝達することができる。

【００１９】

また、前記支持部材の前記取付部を前記振動板の長手方向の複数箇所に取り付けるようにしてもよい。このようにすれば、振動板の取り付け位置が安定し、より安定した駆動力の伝達が可能となる。

【００２０】

また、前記支持部材の前記取付部の１つを、前記振動板の振動の節となる位置に取り付けるようにしてもよい。このようにすれば、振動板の振動エネルギー損失が減少し、より効率よく駆動力を伝達することができる。

【００２１】

また、前記支持部材の前記取付部の位置を前記振動板の振動に伴う前記支持部材の振動の腹の位置と略一致するようにしてもよい。このようにすれば、振動板を複数箇所で支持した場合にも、振動板の振動を妨げることが減少し、より効率よく駆動力を伝達することができる。

【００２２】

また、前記圧電素子の振動による前記振動板の縦振動の共振周波数と、前記振動板が振動した時に前記駆動対象となる部材から受ける反力によって前記振動板に生じる屈曲振動の共振周波数とがほぼ同じになるようにしてもよい。このようにすれば、圧電素子の振動による振動と、駆動対象となる部材からの反力による振動が共振して、振動板の端部が楕円軌道に沿って移動するようになる。このように端部が楕円軌道に沿って移動すれば、端

部と駆動対象となる部材とが接触する時間が長くなる、つまり接触時の端部の変位が大きくなり、より効率よく駆動力の伝達を行うことができる。

【００２３】

また、前記補強板を前記圧電素子よりも薄く形成するようにしてもよい。このようにすれば、圧電素子の振動を妨げる補強板の影響が減少し、より効率のよい駆動力伝達を行うことができる。

【００２４】

また、前記振動板の駆動対象となる部材に当接する前記端部が突起部を有するようにし、この突起部が前記駆動対象となる部材に当接するようにしてもよい。このようにすれば、駆動対象となる部材が金属部材である場合にも、圧電素子と駆動対象となる部材が接触することに起因するショートなどを防止することができる、また、駆動対象となる部材との接触部であるこの突起部のみを研磨等すればよいので製造・メンテナンス等が容易となる。このような突起部は、前記振動板の長手方向とは直交する幅方向の中心からずれた地点に位置に設けられていることが好ましい。これにより、駆動対象となる部材からの反力により、屈曲振動が生じるからである。

【００２６】

また、前記圧電素子が前記振動板の長手方向の中央部に配置される電極部と、前記振動板の長手方向の両端側に配置される電極が設けられていない無電極部とを有するようにしてもよい。このようにすれば、圧電素子の中央部の電極部にのみ電力を供給すれば、圧電素子中央部の振動が両端側に伝達される。また、圧電素子の中央部の振動によって共振する場合には、両端側の変形量は大きくなり、あえて両端側に電力を供給して両端側の圧電素子を変形させる必要がない。したがって、振動板の変位量、つまり駆動力を維持しつつ、消費電力を低減することができる。

【００２７】

また、前記支持部材における前記取付部を前記振動板の振動の節となる位置に取り付けるようにしてもよい。このようにすれば、振動板の振動エネルギーの損失が減少し、より効率よく駆動力を伝達することができる。また、前記支持部材の前記取付部の位置を前記振動板の振動に伴う前記支持部材の振動の節の位置と略一致するようにしてもよい。

【００３７】

また、本発明に係る時計は、上記圧電アクチュエータを有することを特徴としている。この構成によれば、内蔵される圧電アクチュエータが薄型化に適した構造であるため、時計全体を薄型化が容易となる。また、内蔵される圧電アクチュエータの高効率であるため、時計全体の消費エネルギーを低減することができる。

【００３８】

また、本発明に係る携帯機器は、上記圧電アクチュエータを有することを特徴としている。

この構成によれば、内蔵される圧電アクチュエータが薄型化に適しているため、機器全体の薄型化が容易となるとともに、高効率の圧電アクチュエータを搭載しているので電池寿命が長くなり、携帯機器として好適である。

【００３９】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

Ａ．第１実施形態

Ａ－１．腕時計のカレンダー表示機構

まず、図１は本発明の第１実施形態に係る圧電アクチュエータを備える腕時計のカレンダー表示機構を示す図である。同図に示すように、このカレンダー表示機構は、圧電アクチュエータＡ１、ロータ１００、中間車１０１、および日や曜が表記されたリング状の日車１０２を備えている。

【００４０】

地板（支持体）１０３に軸支されるロータ１００は、圧電アクチュエータＡ１によって図

中矢印Ｙで示す方向に回転駆動させられるようになっている。このロータ１００には、地板１０３に軸支される中間車１０１が噛合されており、中間車１０１には日車１０２が噛合されている。この構成により、圧電アクチュエータＡ１に駆動されるロータ１００の回転に伴って日車１０２が図中矢印Ｚで示す方向に回転させられるようになっている。

【００４１】

次に、上述したカレンダー表示機構を組み込んだ時計の構成について図２を用いて説明する。同図において、斜線部分に上述したカレンダー表示機構が組み込まれている。カレンダー表示機構（斜線部分）の上側には、円盤状の文字板２０１が設けられている。この文字板２０１の外周部の一部には、日付を表示するために窓部２０２が設けられており、窓部２０２から日車１０２に表記された日付が覗けるようになっている。文字板２０１の下側には、運針２０３を駆動するムーブメント２０４が設けられている。この構成の下、日車１０２が回転させられることにより、上述した窓部２０２に表示される日や曜等の表示が切り換わるようになっている。

【００４２】

Ａ－２．圧電アクチュエータの構成

次に、図３および図４を参照して、本実施形態に係る圧電アクチュエータについて説明する。図３に示すように、圧電アクチュエータＡ１は、図の左右方向に長く形成された長板状の振動板１０と、この振動板１０を地板１０３（図１参照）に支持する支持部材１１とを備えている。

【００４３】

振動板１０の長手方向の端部３５には、突起部３６がロータ１００側に向けて突設されており、この突起部３６がロータ１００の側面に接触している。このような突起部３６を設けることにより、ロータ１００との接触面の状態等を維持するために突起部３６に対してのみ研磨等の作業を行えばよいので、ロータ１００との接触部の管理が容易となる。また、突起部３６としては、導体または非導体のものを用いることができるが、非導体から形成するようにすれば、一般的に金属から形成されるロータ１００と接触しても圧電素子３０，３１がショートしないようにすることができる。

【００４４】

振動板１０の長手方向の中央よりもややロータ１００側には、支持部材１１の一端部（取付部）３７が取り付けられている。支持部材１１の他端部（固定部）３８は、ネジ３９により地板１０３（図１参照）に支持されている。この構成の下、支持部材１１は、その弾性力によって振動板１０をロータ１００側に付勢した状態で支持しており、これにより振動板１０の突起部３６はロータ１００の側面に当接させられている。

【００４５】

図４に示すように、振動板１０は、２つの圧電素子３０，３１の間に、これらの圧電素子３０，３１よりも肉厚の小さいステンレス鋼などの補強板３２を配置した積層構造となっている。このように圧電素子３０，３１の間に補強板３２配置することにより、振動板１０の過振幅や外力に起因する振動板１０の損傷を低減することができる。また、補強板３２としては、圧電素子３０，３１よりも肉厚の小さいものを用いることにより、圧電素子３０，３１の振動を極力妨げないようにしている。

【００４６】

上下に配置された圧電素子３０，３１の面上には、それぞれ電極３３が配置されている。この電極３３を介して圧電素子３０，３１に、後述する導通構成から電圧が供給されるようになっている。ここで、圧電素子３０，３１としては、チタン酸ジルコニウム酸鉛（ＰＺＴ（商標））、水晶、ニオブ酸リチウム、チタン酸バリウム、チタン酸鉛、メタニオブ酸鉛、ポリフッ化ビニリデン、亜鉛ニオブ酸鉛（（Pb(Zn1/3-Nb2/3)03 1-x-Pb Ti 03 x)xは組成により異なる。x=0.09程度）、スカンジウムニオブ酸鉛（（Pb((Sc1/2Nb1/2)1-x Tix)) 03)xは組成により異なる。x=0.09程度）等の各種のものを用いることができる。

【００４７】

振動板１０は、後述する駆動回路から電極３３を介して圧電素子３０，３１に交流電圧が

印加されると、圧電素子３０，３１が伸縮することによって振動するようになっている。その際、図５に示すように、振動板１０が長手方向に伸縮する縦振動で振動するようになっており、これにより振動板１０は図３中矢印で示す方向に振動することになる（無負荷状態、つまり突起部３６がロータ１００に接触していない状態）。また、上述したように振動板１０を長板状の圧電素子３０，３１が積層された構造とし、並列接続して駆動することにより、低駆動電圧でより大きな変位を得ることができる。

【００４８】

Ａ－３．圧電アクチュエータの動作

次に、上記構成の圧電アクチュエータＡ１の動作について説明する。まず、図示せぬ駆動回路から振動板１０に電圧が印加されると、圧電素子３０，３１の伸縮によって撓み振動し、図３に示すように、突起部３６がロータ１００と当接した状態で振動板１０が矢印方向に振動する。この振動による突起部３６に伴ってロータ１００が図中矢印方向に回転させられる。このようにロータ１００が回転させられることにより、中間車１０１を介して日車１０２が回転させられ（図１参照）、表示される日や曜が切り換わるようになっている。

【００４９】

ここで、圧電アクチュエータＡ１では、ロータ１００と当接させられる突起部３６が図中一点鎖線で示す振動板１０の中心線からずれた位置に設けられているため、ロータ１００の側面からの反力によって振動板１０には、図６に示すような屈曲振動が生じるようになっている。この屈曲振動と圧電素子３０，３１の伸縮によって生じる縦振動との振動周波数が略一致する、つまり共振するように印加電圧、振動板１０の形状および突起部３６の位置などを設定すれば、振動板１０に生じる振動の振幅が大きくなる。このように圧電素子３０，３１の伸縮による縦振動と上述した屈曲振動とを共振させれば、図７に示すように、突起部３６が楕円軌道に沿って移動するようになる。すなわち、縦振動と共振する屈曲振動を励振させれば、より大きな楕円軌道に沿って突起部３６が移動することになる。このように大きな楕円軌道に沿って突起部３６が移動するようにすれば、突起部３６がロータ１００と接触する時間が長くなり、接触時の突起部３６の変位が大きくなる。従って、圧電素子３０，３１の伸縮による縦振動と共振するような屈曲振動を誘発させれば、より高効率の駆動力伝達を行うことができる。

【００５０】

また、この圧電アクチュエータＡ１では、突起部３６は支持部材１１の弾性力によってロータ１００側に付勢されているので、ロータ１００と突起部３６との間に十分な摩擦が得られるようになっている。これにより、突起部３６とロータ１００とがスリップすることが低減され、突起部３６からロータ１００への安定した駆動力伝達が可能となる。さらに、寸法誤差や経時変化などがあっても接触を保つことができる。なお、上述したロータ１００からの反力による屈曲振動を誘発するためには、振動板１０におけるロータ１００との接触部、つまり突起部３６が振動板１０の中心線からずれていればよく、突起部３６を図示の位置以外に設けるようにしてもよい。

【００５１】

また、本実施形態に係る圧電アクチュエータＡ１では、図８中破線で示す振動板１０の中心線の振幅の節となる位置、つまり振幅が極小となる位置に支持部材１１の端部３７が取り付けられている。具体的には、振動板１０の長手方向の中央部よりもロータ１００側に取り付けられている。これは、振動板１０が上述したように長方形状の場合、無負荷時には振動板１０の長手方向の中央部が振動の節になるが、上述したようにロータ１００からの反力等の影響により、実際には図８に示したように、振動の節は中央部よりもロータ１００側に位置することになるからである。このように振動板１０を振動の節となる位置で支持することにより、振動エネルギーの損失が減少し、より高効率の駆動力伝達が可能となる。また、振動板１０の振動に伴う支持部材１１の振動の節の位置が支持部材１１の端部３７とほぼ一致するようにすれば、振動エネルギーの損失をさらに低減することができる。

【００５２】
さらに、本実施形態に係る圧電アクチュエータＡ１では、圧電素子３０，３１と補強板３２とが積層された構造の振動板１０が増幅部材を介さずにロータ１００を回転駆動することができるので、構成が簡易となり、装置の小型化が容易となる。また、圧電アクチュエータＡ１の機械的な構成要素は、振動板１０と支持部材１１だけであり、厚さ方向（図１の紙面垂直方向）に部品等を積層されていないため、薄型化も容易である。
【００５３】
また、圧電アクチュエータＡ１では、ロータ１００を図中矢印で示す方向にのみ駆動する構成であり、逆方向へロータ１００を駆動するための別の振動板や、振動板のロータ１００への当接方向を変化させる機構などがない、すなわち振動板１０の振動を妨げる要素が少ないため、より効率よく駆動力を伝達することができる。
【００５４】
また、本実施形態に係る圧電アクチュエータＡ１では、ロータ１００を一方向にのみ駆動する構成であるため、ロータ１００の逆方向への回転を規制する必要があるが、外力等によってロータ１００が逆回転しようとすることがある。例えば、突起部３６とロータ１００との間の摩擦力を越える逆回転力が生じた場合、両者が滑ってしまい、ロータ１００の逆回転を許容することになる。しかし、本実施形態に係る圧電アクチュエータＡ１では、図９に示すように、支持部材１１が剛体ではなく弾性を有しているので、ロータ１００が逆回転しようとした場合には、ロータ１００の逆回転とともに、突起部３６がロータ１００と接触した状態で振動板１０が回動することを許容するようになっている。そして、支持部材１１の弾性力によって振動板１０が図中一点鎖線で示す下の位置に戻る。このとき、突起部３６とロータ１００とが接触しているため、振動板１０の戻りに合わせてロータ１００も正方向に戻るようになる。従って、ロータ１００の逆回転を規制することができる。ここで、図１０に示すように、本実施形態では、振動板１０の回動中心をロータ１００と突起部３６の接触点Ａから点Ａにおけるロータ１００の駆動方向と逆方向に伸びる線Ｂと、点Ａにおいて線Ｂと直交する線Ｃとによって形成される象限内に回動中心が位置するように設定されており、具体的には上述した象限内に属する支持部材１１の端部３８を中心として振動板１０が回動することを許容するようになされている。このような位置に回動中心を設けることにより、上述したように振動板１０によって回動および復帰動作が行われ、ロータ１００の逆回転を抑制することができる。
【００５５】
また、上述したように圧電アクチュエータＡ１をカレンダー表示機構に適用した場合には、圧電アクチュエータＡ１自体の小型化が容易であるため、カレンダー表示機構全体の寸法の大型化を招くことなく、ロータ１００の径を大型にすることも可能となる。従って、圧電素子３０，３１に印可する電圧を大きくすることなく、圧電アクチュエータＡ１から得られるロータ１００の回転トルクを大きくすることができる。
【００５６】
Ａ－４．圧電アクチュエータの変形例
なお、本発明に係る圧電アクチュエータは、上述した実施形態に限定されるものではなく、以下のような種々の変形も可能である。
【００５７】
Ａ－４－１．第１の変形例
上述した実施形態に示した圧電アクチュエータＡ１では、振動板１０におけるロータ１００との接触部に突起部３６を設けるようにしていたが、図１１に示すように、長方形状の振動板１０のロータ１００側の頂点を切り欠いた切り欠き部９０を形成し、切り欠き部９０をロータ１００の側面と当接させるようにしてもよい。この場合にも、上述した突起部３６と同様に切り欠き部９０の表面状態の管理が容易となる。
【００５８】
Ａ－４－２．第２の変形例
また、上述した実施形態では、圧電素子３０，３１の全面上に電極３３を設けるようにし

ていたが、図１２に示すように、圧電素子３０，３１の中央部付近にのみ電極３３を配置し、両端側には電極３３を配置しないようにしてもよい。つまり、圧電素子３０，３１がその面上に電極を有する電極部と、その両端側に位置する無電極部を有する構成とするようにしてもよい。このようにすれば、ロータ１００への駆動力を維持しつつ、低駆動電圧化が可能となる。これは、振動板１０をその固有振動周波数で振動させた場合、その振動による振動板１０の両端側の変位は十分大きく、その部分に電圧を印可して両端側の圧電素子３０，３１を伸縮させても、さらに変位を大きくするものとはならないためである。

【００５９】

Ａ－４－３．第３の変形例

また、上述した実施形態では、長方形状の振動板１０を用いるようにしていたが、図１３に示すように、ロータ１００側が細くなるテーパー状の振動板９５を用いるようにしてもよい。このような形状の振動板９５を作製する場合、上述した振動板１０と同様にテーパー状の圧電素子と補強板を積層すればよい。このような振動板９５を用いれば、振動板１０のロータ１００側の端部９６の変位が大きくなり、駆動力の伝達効率が向上する。また、図の上下方向である幅方向の長さが不均一になるため、振動板１０の幅方向の共振を抑制する、すなわち幅方向の振動を低減することができる。

【００６０】

Ａ－４－４．第４の変形例

また、図１４に示すように、振動板１０からロータ１００側に延出するホーン部（延出部）１１０を設けるようにしてもよい。このようなホーン部１１０を設ける場合には、図１５に示すように、補強板３２を図示のようにホーン部１１０を含んだ形状に作製し、これの上下にそれぞれ圧電素子３０，３１を積層するようにすればよい。この構成の下、振動板１０を振動させれば、図１４中破線で示すような振幅で振動板１０およびホーン部１１０が振動する。従って、ロータ１００と当接するホーン部１１０の先端の変位が大きくなり、効率よく駆動力付与を行うことができる。なお、ホーン部１１０は図１４に示すような形状に限らず、図１６に示すような形状のものであってもよい。

【００６１】

Ａ－４－５．第５の変形例

また、図１７に示すように、振動板１０の突起部３６とロータ１００との接線、つまり振動初期状態での突起部３６からロータ１００への押し付け力Ｆの方向と垂直な線Ｓ、つまりロータ１００と突起部３６との当接点における駆動方向線上に支持部材１１の端部３８、つまり地板１０３に固定される部分がほぼ位置するようにしてもよい。このような位置関係となるように振動板１０、支持部材１１およびロータ１００を配置すれば、突起部３６のロータ１００への押し付け力等を調整するために、ネジ３９で固定された端部３８を中心に支持部材１１および振動板１０の位置の微調整を行った場合にも、ロータ１００と突起部３６との接触位置や角度が変化せず、常に安定した駆動力付与を行うことができる。また、形状、位置ずれおよび経時変化などに起因する振動板とロータの接触角度の変化を防止することができる。

【００６２】

Ａ－４－６．第６の変形例

また、図１８に示すように、２つの支持部材１１で振動板１０の長手方向の両端側をそれぞれ支持するようにしてもよい。このようにすれば、振動板１０の幅方向（図の上下方向）の振動を抑制する、つまりロータ１００の駆動に必要となる図の左右方向の振動の妨げとなる振動を抑制することができる。この場合、図１９に示すように支持部材１１における端部３７が振動板１０の振動に伴う支持部材１１の振動の腹となる位置とほぼ一致する、例えば支持部材１１の長さを支持部材１１の振動波長の１／４となる長さにすれば、振動板１０の図の左右方向の振動を妨げとなることが減少し、効率がさらに向上する。

【００６３】

また、このように２つの支持部材１１で振動板１０を支持する場合、図２０に示すように、いずれか一方の支持部材１１で振動板１０の振動の節となる位置を支持し、他方の支持

部材１１で振動板１０におけるロータ１００側の端部を支持するようにしてもよい。このようにすれば、一方の支持部材１１は振動の節を支持するようにしているので、振動エネルギーの損失が減少するとともに、他方の支持部材１１はロータ１００との接触部付近での幅方向の振動を抑制することができる。

【００６４】

Ａ－４－７．第７の変形例

また、上述した実施形態では、支持部材１１が振動板１０をロータ１００側に付勢するようにしていたが、図２１に示すように、ばね部材（弾性部材）１８０を設けて振動板１０をロータ１００側に付勢するようにしてもよい。同図に示すように、振動板１０の図の上側には支持部材１１が取り付けられており振動板１０の下側には、ばね部材１８０の一端が取り付けられている。ばね部材１８０の他端は、地板１０３（図１参照）に立設されたピン１８１に支持されている。これにより、振動板１０は図の上側であるロータ１００側に付勢され、突起部３６がロータ１００の側面に当接させられるようになっている。このようにばね部材１８０を設けて振動板１０をロータ１００側に付勢するようにすれば、上述した実施形態の圧電アクチュエータＡ１と同様に安定した駆動力の伝達を行うことができる。

【００６５】

このように振動板１０を支持する支持部材１１と振動板１０をロータ１００側に付勢するばね部材１８０を設けた場合にも、図２２に示すように、上述した実施形態と同様に線Ｂと線Ｃによって形成される象限内、例えば図示のように端部３８の位置を中心として振動板１０が回動できるようにしておけばよい。このようにすれば、外力によってロータ１００が逆回転しようとした場合にも、図２３に示すように、振動板１０がロータ１００の逆回転に伴って回動した後、振動板１０が元の位置に戻ることにより、振動板１０の戻りに伴ってロータ１００が正方向に戻り、ロータ１００の逆回転を抑制することができる。

【００６６】

なお、このように支持部材１１とばね部材１８０を設けた場合にも、図２４に示すように、振動板１０をテーパー状に形成してもよいし、またホーン部（図１４参照）を設けるようにしてもよい。

【００６７】

Ａ－４－８．第８の変形例

また、上述した実施形態においては、振動板１０が補強板３２の上下に圧電素子３０，３１をそれぞれ積層した構造となっていたが、これに限らず、１つの圧電素子２５１の上下にそれぞれ補強板３２を積層するようにしてもよい。この場合、図２５に示すように、上層の補強板３２を支持部材１１ａで支持し、下層の補強板３２を支持部材１１ｂで支持するようにし、補強板３２および、支持部材１１ａ，１１ｂを導電体で形成すればよい。この構成の下、駆動回路２５０から支持部材１１ａ，１１ｂおよび補強板３２を介して駆動電圧を圧電素子２５１に供給するようにしてもよい。このようにすれば、支持部材１１ａ，１１ｂが振動板１０をロータ１００側に付勢しながら支持する機能に加えて圧電素子２５１に駆動電圧を供給する導通機能を有することになる。従って、別に圧電素子２５１に駆動電圧を供給するための導通構成を設ける必要がなくなり、構成が簡易となる。また、振動板１０の振動の妨げとなる導通部品等が不要となり、効率のよい駆動力伝達を行うことができる。

【００６８】

Ａ－４－９．第９の変形例

また、図２６および図２７に示すように、補強板３２とその上下に圧電素子３０，３１をそれぞれ積層した振動板１０を用いる場合にも、導電体から形成される支持部材１１ｃ，１１ｄを介して駆動回路２５０から圧電素子３０，３１に駆動電圧を供給するようにしてもよい。

【００６９】

支持部材１１ｃは、振動板１０側で２つに分岐する形状になされており、上側（図２６の

紙面手前側）に分岐した上端部２６０、および下側（図の紙面奥側）に分岐した下端部２６１を有している。上端部２６０は、圧電素子３０の面上に形成された電極３３にはんだや導電性接着剤等により取り付けられており、下端部２６１は、圧電素子３１の面上に形成された電極３３にはんだや導電性接着剤等により取り付けられている。一方、支持部材１１ｄは、補強板３２に取り付けられており、これにより駆動回路２５０から圧電素子３０，３１に駆動電圧が供給されるようになっている。この場合にも、上述したように支持部材１１ｃ，１１ｄが振動板１０を支持する機能を有するとともに、圧電素子３０，３１への導通機能を有することになり、構成が簡易となるとともに、効率のよい駆動力伝達を行える。

【００７０】

Ａ－５．圧電アクチュエータへの導通構成

次に、上述した様々な態様の圧電アクチュエータの圧電素子に駆動回路から駆動電圧を供給する導通構成について説明する。上述した第８および第９の変形例で説明したように、導電体から形成される支持部材を介して駆動回路から圧電素子に駆動電圧を供給するようにしてもよいが、図２８に示すような導通構成で圧電素子に駆動電圧を供給するようにしてもよい。同図に示すように、この導通構成では、Ｃ字状の弾性導通部材２８０で振動板１０の上下面（電極３３）を挟持させ、補強板３２から駆動回路２５０に配線を接続している。このような弾性導通部材２８０を用いれば、簡易な構成でありながら、駆動回路２５０から上下に積層された圧電素子３０，３１に駆動電圧を供給することができる。

【００７１】

また、図２９および図３０に示すように、振動板１０に導線２９０を巻き付けるようにし、巻き付けた導線２９０を介して駆動回路２５０から駆動電圧を圧電素子３０，３１に供給するようにしてもよい。このようにしても簡易な導通構成で圧電素子３０，３１に駆動電圧を供給することができる。なお、上述したように弾性導通部材２８０や導線２９０を介して電圧を供給する場合、振動板１０の積層構造は、上下面に電極が配置される構造であってもよいし、上下面に導体かなる補強板が配置される構造のものであってもよい。また、圧電素子と補強板の積層構造である振動板以外にも、圧電素子に電圧を供給する場合にも、上述した弾性導通部材２８０や導線２９０を用いることができる。

【００７２】

Ｂ．第２実施形態

次に、本発明の第２実施形態に係る圧電アクチュエータについて説明する。図３１に示すように、第２実施形態に係る圧電アクチュエータは、第１実施形態に係る圧電アクチュエータＡ１の振動板１０の代わりに振動板３１０を備えた構成となっている。

【００７３】

図３２に示すように、振動板３１０は、第１実施形態における振動板１０と同様に補強板３２の上下に圧電素子３０，３１それぞれ積層した構造であるが、図３３に示すように、圧電素子３０，３１上に電極３３ａ，３３ｂ，３３ｃ，３３ｄが配置されている点で振動板１０と異なっている。同図に示すように、振動板３１０では、圧電素子３０を（図示はしないが圧電素子３１も同じ）４つの領域に分割し、分割された領域上にそれぞれ電極３３ａ，３３ｂ，３３ｃ，３３ｄを配置している。

【００７４】

このように圧電素子３０の４つの領域上に配置された電極３３ａ，３３ｂ，３３ｃ，３３ｄに駆動電圧を供給する導通構成について図３４を用いて説明する。同図に示すように、スイッチ（選択手段）３４１のオン／オフを切り換えることによって、電源３４０から駆動電圧を全ての電極３３ａ，３３ｂ，３３ｃ，３３ｄに供給するモードと、電源３４０から電極３３ａ，３３ｄに供給するモードとを切り換えることができるようになっている。

【００７５】

ここで、スイッチ３４１がオンになされ、全ての電極３３ａ，３３ｂ，３３ｃ，３３ｄに駆動電圧を供給するモードが選択された場合には、図３５（ａ）に示すように、上述した第１実施形態と同様に振動板３１０が長手方向に伸縮して、振動板３１０の長手方向に縦

振動するようになっている（以下、縦振動モードとする）。一方、スイッチ３４１がオフになされ、電極３３ａ，３３ｄにのみ駆動電圧を供給するモードが選択された場合には、駆動電圧が印加された領域のみの圧電素子が伸縮し、図３５（ｂ）に示すように、振動板３１０は振動板３１０の属する平面内で幅方向（図の上下方向）に屈曲振動するようになっている（以下、屈曲振動モードとする）。このように、スイッチ３４１を切り換えることによって振動板３１０の振動モードを選択することができるようになっている。

【００７６】

第２実施形態に係る圧電アクチュエータでは、上述したように２つの振動モードを切り換えることが可能な振動板３１０を用いてロータ１００を駆動しており、振動モードを切り換えることによりロータ１００の駆動方向を切り換えることができきるようになっている。縦振動モードが選択されている場合には、図３６に示すように、振動板３１０の縦振動によって、ロータ１００と突起部３６の当接部から図中右向きの駆動力が付与され、これによりロータ１００が図中反時計回りに回転させられる。

【００７７】

一方、屈曲振動モードが選択された場合、図３７に示すように、振動板３１０の屈曲振動によって、ロータ１００と突起部３６との当接部から図中上向きの駆動力が付与され、これによりロータ１００が図中時計回りに回転させられるようになっている。

【００７８】

第２実施形態に係る圧電アクチュエータでは、スイッチ３４１を切り換えることにより、ロータ１００を正方向および逆方向に駆動することができる。上述したように振動板３１０の振動モードを切り換えることにより、駆動方向の切り換えを行うようにしたので、駆動方向毎に振動板を設けたり、振動板と駆動対象であるロータとの位置関係を調節する調節機構を設けたりする必要がない。従って、構成の複雑化および装置の大型化を招くことなく、駆動方向を正逆に切り換えることが可能である。

【００７９】

なお、第２実施形態に係る圧電アクチュエータにおいても、上述した第１実施形態と同様に種々の変形が可能である。例えば、振動板３１０に突起部３６の代わりに切り欠き部を設けるようにしてもよい（図１１参照）。また、振動板３１０の突起部３６とロータ１００との接線上に支持部材１１の端部３８が位置するようにしてもよい（図１７参照）。また、支持部材１１に加えてばね部材を設けるようにし、このばね部材によって振動板３１０をロータ１００側に付勢するようにしてもよい（図２１参照）。

【００８０】

Ｃ．変形例

なお、上述した様々な実施形態においては、圧電アクチュエータが円盤状のロータを回転駆動する構成となっていたが、駆動対象はこれに限定されるものではなく、例えば略直方体状の部材に上述した振動板を当接させ、この直方体状部材をその長手方向に駆動するようにしてもよい。

【００８１】

また、上述した様々な実施形態に係る圧電アクチュエータは、時計のカレンダー表示機構に搭載される以外にも、電池駆動される時計以外の携帯機器に搭載して用いることも可能である。

【００８２】

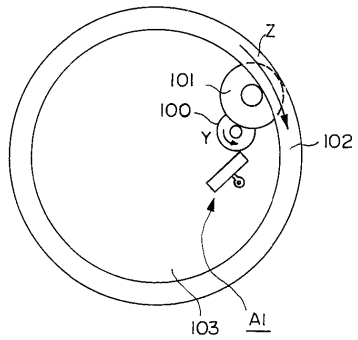
【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、長板状の圧電素子を有する振動板を用いているので、低電圧で大きな変位を得ることが可能であり、駆動対象を効率よく駆動することができる。また、振動板に重なって配置される部品等が不要であるため、振動板を薄型化すれば、アクチュエータ全体の薄型化が可能である。また、振動板を駆動対象に当接させているので、振動板と駆動対象の接触状態が安定し、より安定した駆動力の伝達を行うことができる。また、振動板は、補強板と圧電素子を積層した構造となっているため、過大振幅や外力に起因する振動板の破損等を低減することができる。

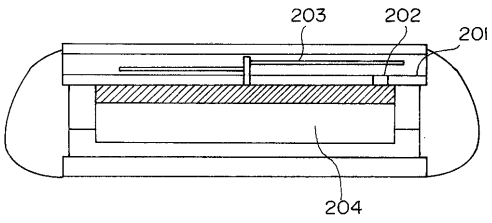
【図面の簡単な説明】
【図１】　本発明の第１実施形態に係る圧電アクチュエータを備えた時計のカレンダー表示機構を示す平面図である。
【図２】　前記カレンダー表示機構を組み込んだ時計の概略構成を示す側断面図である。
【図３】　前記圧電アクチュエータの全体構成を示す平面図である。
【図４】　前記圧電アクチュエータの構成要素である振動板を示す側断面図である。
【図５】　前記振動板が縦振動する様子を示す図である。
【図６】　前記振動板が振動した場合に、前記カレンダー表示機構のロータからの反力によって屈曲振動する様子を示す図である。
【図７】　前記屈曲振動時における前記振動板に設けられた突起部の軌道を説明するための図である。
【図８】　前記振動板の振動時における振幅を説明するための図である０。
【図９】　前記ロータが逆回転しようとした場合の、前記振動板の状態を説明するための図である。
【図１０】　前記振動板を回動自在に支持する回動中心の位置を説明するための図である。
【図１１】　前記圧電アクチュエータの第１の変形例を示す平面図である。
【図１２】　前記圧電アクチュエータの第２の変形例における振動板を示す側断面図である。
【図１３】　前記圧電アクチュエータの第３の変形例を示す平面図である。
【図１４】　前記圧電アクチュエータの第４の変形例を示す平面図である。
【図１５】　前記圧電アクチュエータの第４の変形例の振動板の製造方法を説明するための図である。
【図１６】　前記圧電アクチュエータの第４の変形例の他の変形例を示す図である。
【図１７】　前記圧電アクチュエータの第５の変形例を示す平面図である。
【図１８】　前記圧電アクチュエータの第６の変形例を示す平面図である。
【図１９】　前記圧電アクチュエータの第６の変形例の構成要素である支持部材の振幅を説明するための図である。
【図２０】　前記圧電アクチュエータの第６の変形例の他の例を示す平面図である。
【図２１】　前記圧電アクチュエータの第７の変形例を示す平面図である。
【図２２】　前記圧電アクチュエータの第７の変形例の構成要素である振動板を回動自在に支持する回動中心の位置を説明するための図である。
【図２３】　前記第７の変形例において、前記ロータが逆回転しようとした場合の、前記振動板の振動板の状態を説明するための図である。
【図２４】　前記圧電アクチュエータの第７の変形例の他の例を示す平面図である。
【図２５】　前記圧電アクチュエータの第８の変形例を示す図である。
【図２６】　前記圧電アクチュエータの第９の変形例を示す平面図である。
【図２７】　前記圧電アクチュエータの第９の変形例を示す側面図である。
【図２８】　前記圧電アクチュエータに駆動電圧を供給する導通構成を示す図である。
【図２９】　前記圧電アクチュエータに駆動電圧を供給する導通構成の他の例を示す平面図である。
【図３０】　前記圧電アクチュエータに駆動電圧を供給する導通構成の他の例を示す側面図である。
【図３１】　本発明の第２実施形態に係る圧電アクチュエータ全体構成を示す平面図である。
【図３２】　前記第２実施形態に係る圧電アクチュエータの構成要素である振動板を示す側面図である。
【図３３】　前記第２実施形態に係る圧電アクチュエータの前記振動板を示す平面図である。
【図３４】　前記第２実施形態に係る圧電アクチュエータに駆動電圧を供給する導通構成

を示す図である。
【図３５】　（ａ）は前記第２実施形態に係る圧電アクチュエータの前記振動板が縦振動する様子を示す図であり、（ｂ）は前記振動板が屈曲振動する様子を示す図である。
【図３６】　前記第２実施形態に係る圧電アクチュエータの前記振動板が縦振動した時の、前記ロータの駆動方向を説明するための図である。
【図３７】　前記第２実施形態に係る圧電アクチュエータの前記振動板が屈曲振動した時の、前記ロータの駆動方向を説明するための図である。
【図３８】　従来の圧電アクチュエータを用いた超音波式モータを模式的に示す平面図である。
【符号の説明】
１０……振動板、１１……支持部材、１１ａ，１１ｂ，１１ｃ，１１ｄ……支持部材、３０……圧電素子、３１……圧電素子、３２……補強板、３３……電極、３５……端部、３６……突起部、３７……端部（取付部）、３８……端部（固定部）、９０……切り欠き部、９５……振動板、９６……端部、１００……ロータ、１０１……中間車、１０２……日車、１０３……地板（支持体）、１１０……ホーン部（延出部）、１８０……ばね部材（弾性部材）、２５０……駆動回路、２５１……圧電素子、２８０……弾性導通部材、２９０……導線、３１０……振動板、３４０……電源、３４１……スイッチ（選択手段）

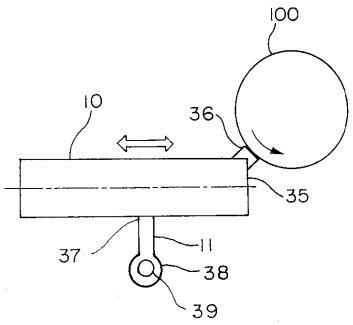
【図１】



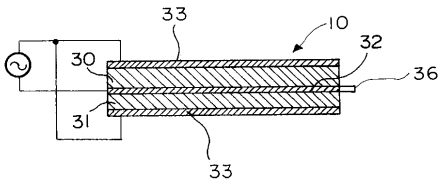
【図２】



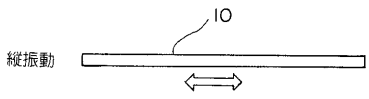
【図３】



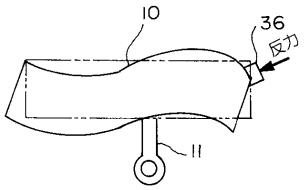
【図４】



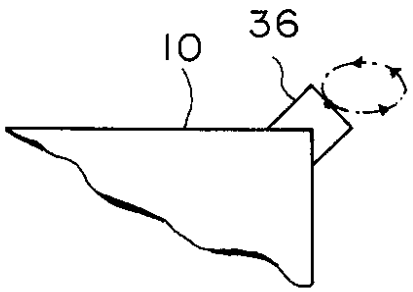
【図５】



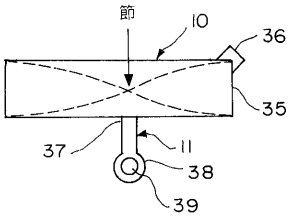
【図６】



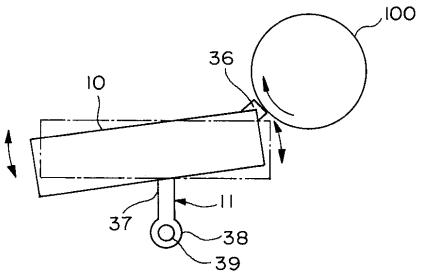
【図７】



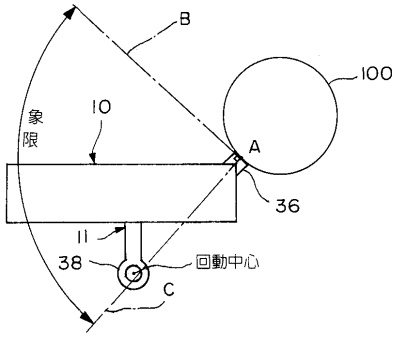
【図８】



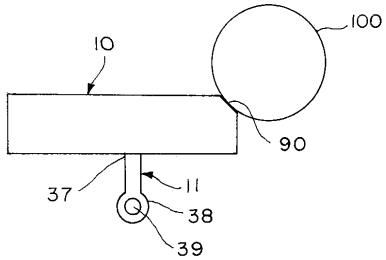
【図９】



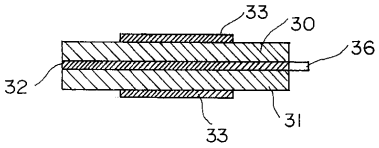
【図１０】



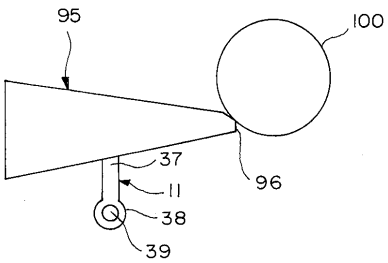
【図１１】



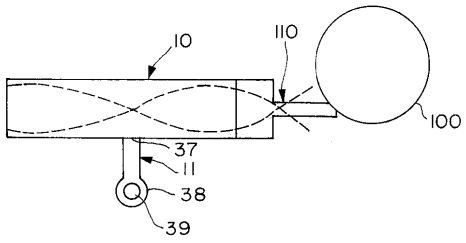
【図１２】



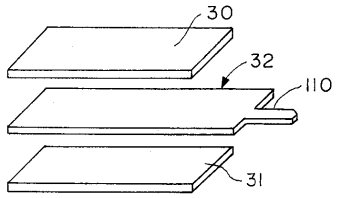
【図１３】



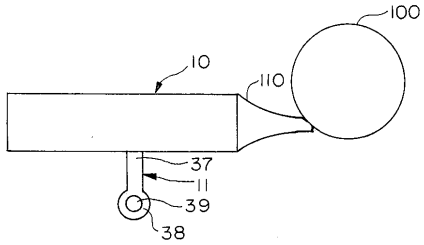
【図１４】



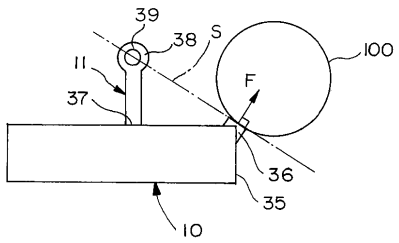
【図１５】



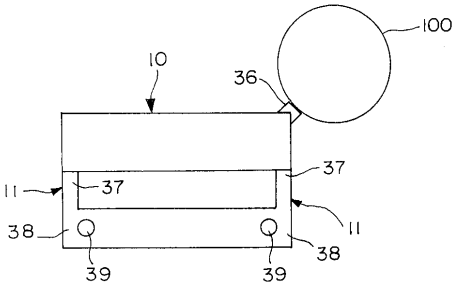
【図１６】



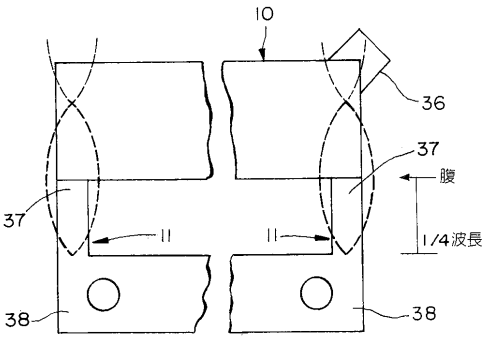
【図１７】



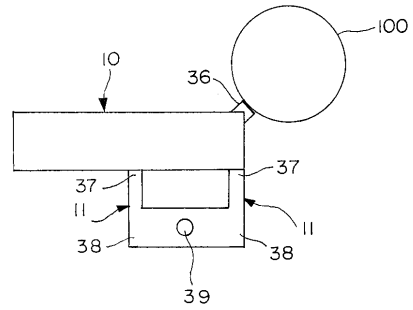
【図１８】



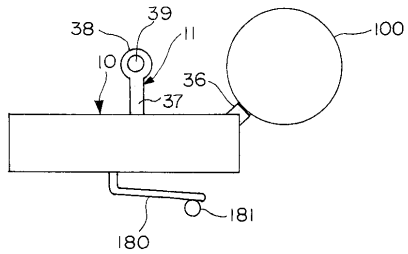
【図１９】



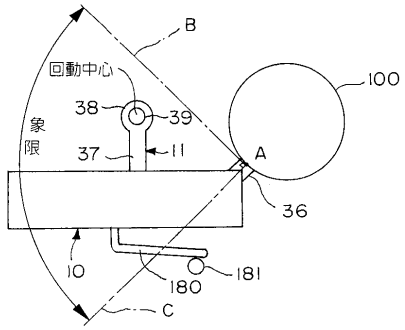
【図２０】



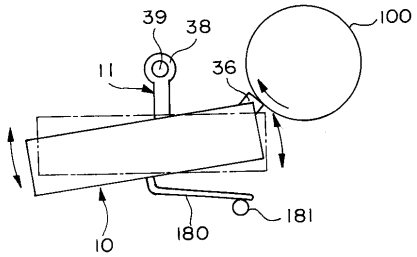
【図２１】



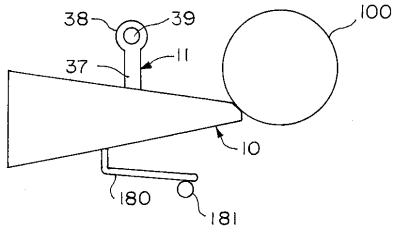
【図２２】



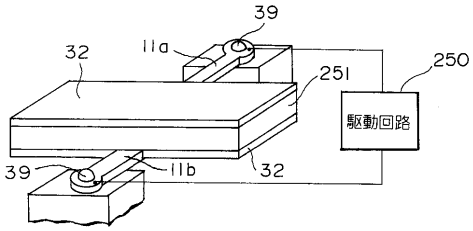
【図２３】



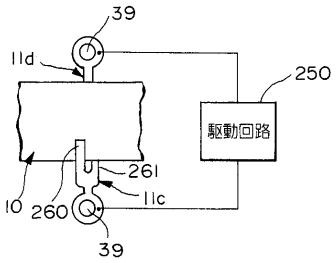
【図２４】



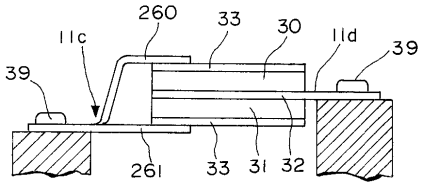
【図２５】



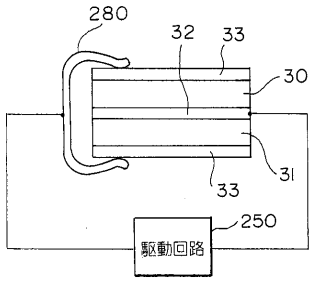
【図２６】



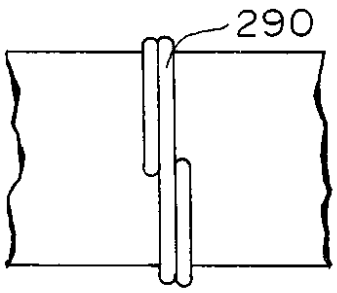
【図２７】



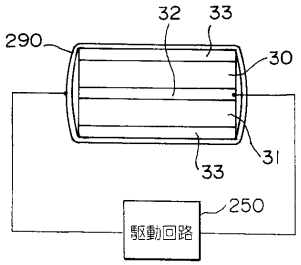
【図２８】



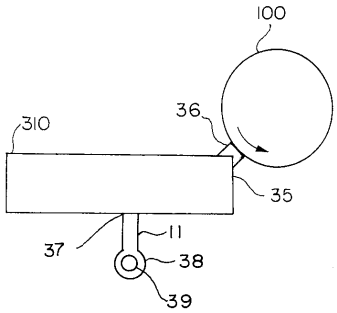
【図２９】



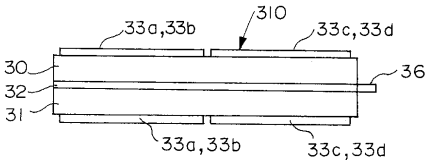
【図３０】



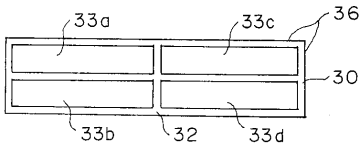
【図３１】



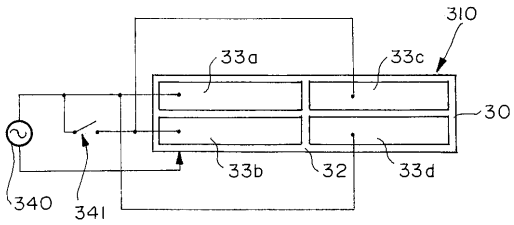
【図３２】



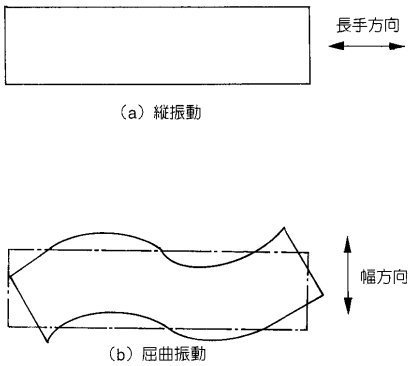
【図３３】



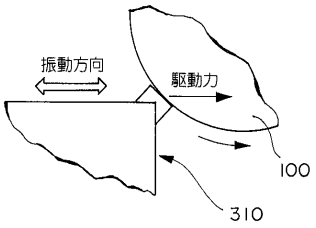
【図３４】



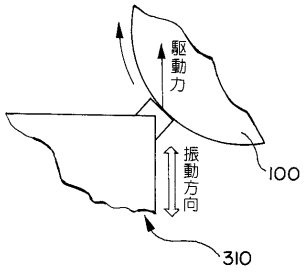
【図３５】



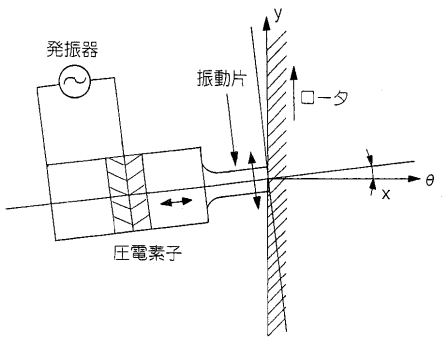
【図３６】



【図３７】



【図３８】



フロントページの続き

(72)発明者　古畑　誠
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

審査官　牧　初

(56)参考文献　実開昭６０－１５０７５７（ＪＰ，Ｕ）
特開昭６０－１７８６７７（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－０８４０７８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H02N 2/00-2/16