

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3646154号
(P3646154)

(45) 発行日 平成17年5月11日(2005.5.11)

(24) 登録日 平成17年2月18日(2005.2.18)

(51) Int. Cl.⁷

H02N 2/00

F I

H02N 2/00

C

請求項の数 3 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2002-240864 (P2002-240864)</p> <p>(22) 出願日 平成14年8月21日(2002.8.21)</p> <p>(65) 公開番号 特開2004-80964 (P2004-80964A)</p> <p>(43) 公開日 平成16年3月11日(2004.3.11)</p> <p>審査請求日 平成14年8月21日(2002.8.21)</p>	<p>(73) 特許権者 000001270 コニカミノルタホールディングス株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号</p> <p>(72) 発明者 湯淺 智行 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル ミノルタ株式会社内</p> <p>(72) 発明者 吉田 龍一 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル ミノルタ株式会社内</p> <p>審査官 牧 初</p> <p>(56) 参考文献 特開平04-069071 (JP, A) 特開2000-253683 (JP, A)</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電圧が印加されると伸縮する電気機械変換素子と、
前記電気機械変換素子の伸縮方向一端に固定された駆動摩擦部材と、
前記駆動摩擦部材に摩擦力で係合する係合部材と、
前記電気機械変換素子に電圧を印加する駆動回路であって、該電圧が、最大値又は最小値のいずれか一方の第1の値、最大値と最小値との中間の第2の値、最大値又は最小値のいずれか他方の第3の値の順のサイクルを繰り返すようにする駆動回路とを備え、
前記駆動回路により、前記係合部材が前記駆動摩擦部材に沿って相対的に移動することを特徴とする、駆動装置。

【請求項2】

前記電気機械変換素子と前記駆動摩擦部材とからなる系の共振周期をT、前記駆動回路が前記電気機械変換素子に印加する電圧のサイクルの周期をTd、前記駆動回路が前記第1の値の電圧を印加する時間をta、前記駆動回路が前記第3の値の電圧を印加する時間をtb、n₁は0を含む正の整数、n₂は0を含む正の整数とすると、

$$(n_1 + 1)T - 0.3T \leq t_a \leq (n_1 + 1)T + 0.3T$$

$$0.95(n_2 + 0.5)T - 0.3T \leq t_b \leq 0.95(n_2 + 0.5)T + 0.3T$$

$$t_a + t_b < Td$$

を満たすことを特徴とする、請求項1記載の駆動装置。

【請求項3】

10

20

前記第1の値と前記第3の値とは、絶対値が等しく、符号が異なり、前記第2の値は0ボルトであることを特徴とする、請求項1又は2記載の駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、駆動装置に関し、詳しくは、圧電素子などの電気機械変換素子を用いた駆動装置に関し、例えばカメラにおけるレンズ駆動や精密ステージの駆動などに好適な駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、電機機械変換素子を用いた種々のタイプの駆動装置が提案されている。

【0003】

例えば図1(a)~(c)に模式的に示した素子固定タイプの駆動装置では、電機機械変換素子である圧電素子の伸縮方向一端が固定部材に固定され、他端に駆動摩擦部材が固定されている。駆動摩擦部材は、圧電素子の伸縮に伴って、操出方向と戻り方向とに移動するようになっている。駆動摩擦部材には、移動体が摩擦力によって係合する。

【0004】

圧電素子に電圧を印加して、圧電素子を伸長時と収縮時の速度を異ならせて伸縮させることにより、移動体を駆動する。図1(a)、(b)、(c)は、図1(d)に示した操出波形の電圧を印加したときのA、B、Cにおける状態を、それぞれ示す。

【0005】

図1(d)の区間A-Bにおいて電圧波形が緩やかに上昇するとき、圧電素子は相対的にゆっくり伸び、図1(a)の状態から図1(b)の状態へと変化する。このとき、移動体は、駆動摩擦部材に対して滑ることなく、あるいはほとんど滑ることなく、実質的には駆動摩擦部材とともに一体的に移動する。

【0006】

次に、区間B-Cにおいて電圧波形が急に下降するとき、圧電素子は相対的に急に縮み、駆動摩擦部材は急に初期位置に戻る。このとき、駆動摩擦部材と移動体との間に滑りが生じ、移動体は実質的に移動せず、駆動摩擦部材だけが初期位置に戻る。その結果、移動体は、図1(c)に示すように、図1(a)の初期位置に対して操出方向に移動する。

【0007】

このサイクルの繰り返しにより、移動体は駆動摩擦部材に沿って移動する。

【0008】

なお、急な上昇と緩やかな下降とで構成された戻り波形の電圧を圧電素子に印加すれば、移動体は戻り方向に移動する。

【0009】

圧電素子に鋸波形の電圧を印加する方法としては、次の2つの方法があった。

【0010】

図2は、第1の方法を示す。図2(a)に示すように、波形発生器Wのデジタルアナログ変換器により、例えば8ビット、0-5Vの鋸波形を生成し、それをパワーアンプMに入力し、例えば0-10Vに増幅した駆動用の鋸波形を圧電素子Xに印加する。波形生成器Wを調整することにより、図2(b)に示す繰出し波形や、図2(c)に示す戻り波形の鋸波形を生成することができる。

【0011】

図3及び図4は、第2の方法を示す。図3に示すように、電源電圧Vを圧電素子Xに印加するために、定電流回路A、Dとスイッチ回路B、Cとを備えた回路を用い、定電流回路A、Dとスイッチ回路B、Cと交互に働かせることで、繰出し波形と戻り波形を生成する。

【0012】

詳しくは、例えば図4(a)に示したデジタル回路を構成し、図4(b)に示したように

10

20

30

40

50

、端子 a , b , c , d に制御信号を入力することにより、繰出し波形と戻り波形を生成する。

【 0 0 1 3 】

すなわち、端子 a に H i 信号を入力し、定電流回路 A を介して圧電素子 X に印加する電圧を徐々に上昇させた後、端子 b に H i 信号を入力し、スイッチ回路 B を介して圧電素子 X を接地し、圧電素子 X に印加する電圧を急に下げ、符号 1 0 , 1 2 で示す繰出し波形を生成する。

【 0 0 1 4 】

あるいは、端子 c に H i 信号を入力し、スイッチ回路 C を介して電源電圧 V を圧電素子 X に印加した後、端子 d に H i 信号を入力し、定電流回路 D を介して接地することにより、符号 1 4 , 1 6 で示す戻り波形を生成する。

10

【 0 0 1 5 】

【 発明が解決しようとする課題 】

第 1 の方法では波形発生器 W とパワーアンプ M が必要であり、第 2 の方法では定電流回路 A , D やスイッチ回路 B , C が必要であり、回路が複雑になり、コストがかかっていた。また、安定した低速駆動が困難であった。

【 0 0 1 6 】

したがって、本発明が解決しようとする技術的課題は、簡単な回路構成で安定した低速駆動が可能な駆動装置を提供することである。

【 0 0 1 7 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明は、上記技術的課題を解決するために、以下の構成の駆動装置を提供する。

20

【 0 0 1 8 】

駆動装置は、電気機械変換素子と、駆動摩擦部材と、係合部材と、駆動回路とを備える。前記電気機械変換素子は、電圧が印加されると伸縮する。前記駆動摩擦部材は、前記電気機械変換素子の伸縮方向一端に固定される。前記係合部材は、前記駆動摩擦部材に摩擦力で係合する。前記駆動回路は、前記電気機械変換素子に電圧を印加し、該電圧が、最大値又は最小値のいずれか一方の第 1 の値、最大値と最小値との中間の第 2 の値、最大値又は最小値のいずれか他方の第 3 の値の順のサイクルを繰り返すようにする。前記駆動回路により、前記係合部材が前記駆動摩擦部材に沿って相対的に移動する。

30

【 0 0 1 9 】

一般に、圧電素子、電歪素子、磁歪素子、静電アクチュエータなどの電気機械変化素子は、電圧、電流、電界、磁界、静電気などの電気的エネルギーを、伸縮、曲げ、ねじれ、歪みなど機械的エネルギーに変換する。

【 0 0 2 0 】

上記構成において、電気機械変換素子に印加する電圧が、第 1 の値から第 2 の値を経て第 3 の値に変化するとき、電圧の変化が相対的に小さく、電気機械変換素子は相対的に緩やかに伸長又は収縮し、駆動摩擦部材と係合部材との間で実質的には滑りが生じず、両者が一体的に移動する。一方、第 3 の値から第 1 の値に最大振幅で変化するとき、電圧の変化が相対的に大きく、電気機械変換素子は相対的に急激に収縮又は伸長し、駆動摩擦部材と係合部材との間で相対的な滑りが生じる。このサイクルの繰り返しにより、所望の一方向に駆動することができる。

40

【 0 0 2 1 】

上記構成によれば、第 2 の値（中間値）の電圧を印加する時間を変えても、電圧が第 3 値から第 1 値に最大振幅で変化するときの滑り量はほとんど同じであり、滑りが生じる頻度（サイクルの周期）が変わるだけである。したがって、第 2 値を印加する時間を長くすることにより、安定した低速駆動が可能である。また、電気機械変換素子に印加する電圧を上記のように切り替える回路は、簡単な構成で実現することができる。

【 0 0 2 2 】

なお、第 2 の値は、サイクル毎に多少の値の変動があっても駆動特性に与える影響は少な

50

いので、必ずしも一定値であることは要しない。また、電気機械変換素子に印加する電圧が第3の値から第1の値に変化する時間は、駆動摩擦部材と係合部材との間で相対的な滑りが生じる程度の短時間であればよく、この条件を満たす限り、変化の途中で0ボルト状態をわずかの時間保持してもよい。

【0023】

好ましくは、前記電気機械変換素子と前記駆動摩擦部材とからなる系の共振周期を T 、前記駆動回路が前記電気機械変換素子に印加する電圧のサイクルの周期を T_d 、前記駆動回路が前記第1の値の電圧を印加する時間を t_a 、前記駆動回路が前記第3の値の電圧を印加する時間を t_b 、 n_1 は0を含む正の整数、 n_2 は0を含む正の整数とすると、

$$(n_1 + 1)T - 0.3T \leq t_a \leq (n_1 + 1)T + 0.3T \quad \cdots (1)$$

$$0.95(n_2 + 0.5)T - 0.3T \leq t_b \leq 0.95(n_2 + 0.5)T + 0.3T \quad \cdots (2)$$

$$t_a + t_b < T_d \quad \cdots (3)$$

を満たす。

【0024】

上記構成のように、電気機械変換素子に第1の値の電圧を印加する時間と第3の値の電圧を印加する時間が、電気機械変換素子と駆動摩擦部材とからなる系の共振周期と一定の関係にあるときには、効率よく駆動することができる。

【0025】

好ましくは、前記第1の値と前記第3の値とは、絶対値が等しく、符号が異なる。前記第2の値は0ボルトである。

【0026】

上記構成によれば、駆動回路の部品の種類を減らし、構成をより簡単にすることができる。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態として第1～第3実施例を図5～図15に基づいて説明する。

【0028】

まず、第1実施例について、図5～図13を参照しながら説明する。

【0029】

図5は、本実施例の駆動装置20の構成を示す(a)分解斜視図及び(b)組立斜視図である。

【0030】

駆動装置20は、不図示の機器の固定部材(例えば、XY駆動テーブルのベース)に取り付ける固定部材24と、例えば積層形の圧電素子22と、固定部材24に摺動可能に支持される駆動軸26と、不図示の被駆動部材(例えば、XY駆動テーブルのステージ)に結合される駆動ユニット28とを備える。圧電素子22は、その伸縮方向の一方の端面が固定部材24に固着結合され、その伸縮方向の他方の端面には駆動軸26の一方の軸端面が固着結合されている。駆動軸26には、スライダ28c、摩擦部材28b、板ばね28aからなる駆動ユニット28が、摩擦力で係合するようになっている。この駆動装置20は、駆動回路30により、圧電素子22に適宜波形の電圧を印加し、駆動軸26を軸方向に往復振動させ、駆動ユニット28を駆動軸26に沿って所定方向に動かすことができる。

【0031】

つまり、圧電素子22は電機機械変換素子として機能し、駆動軸26は駆動摩擦部材として機能し、駆動ユニット28は移動体又は係合部材として機能する。

【0032】

図5は、本実施例の駆動装置20の電気回路図である。

【0033】

駆動回路30は、制御回路32と、4個のスイッチ素子 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 とを含み

10

20

30

40

50

、圧電素子 2 2 の端子間に電圧を印加する。

【 0 0 3 4 】

スイッチ素子 Q 1 ~ Q 4 は、M O S 型 F E T であり、各ゲートは、制御回路 3 2 の端子 S c 1 ~ S c 4 にそれぞれ接続され、H i 又は L o の信号が入力される。スイッチ素子 Q 1 , Q 3 は P チャンネル F E T であり、ソースとドレイン間は、ゲートに L o 信号が入力されるとオン（導通状態）になり、H i 信号が入力されるとオフ（遮断状態）になる。スイッチ素子 Q 2 , Q 4 は N チャンネル F E T であり、ソースとドレイン間は、ゲートに H i 信号が入力されるとオン（導通状態）になり、L o 信号が入力されるとオフ（遮断状態）になる。

【 0 0 3 5 】

スイッチ素子 Q 1 のソースとスイッチ素子 Q 3 のソースとは、それぞれ、接続点 3 4 を介して、電源電圧 V p に接続されている。スイッチ素子 Q 1 のドレインは、接続点 3 5 を介して、スイッチ素子 Q 2 のドレインに接続されている。スイッチ素子 Q 3 のドレインは、接続点 3 6 を介して、スイッチ素子 Q 4 のドレインに接続されている。スイッチ素子 Q 2 のソースとスイッチ素子 Q 4 のソースとは、それぞれ、接続点 3 7 を介して、接地されている。圧電素子 2 2 の各端子は、それぞれ接続点 3 5 , 3 6 に接続される。

【 0 0 3 6 】

次に、制御回路 3 2 の動作について、図 7 を参照しながら説明する。図 7 (a) は制御回路 3 2 の端子 S c 1 , S c 2 の電圧（すなわち、スイッチ素子 Q 1 , Q 2 のゲート電圧）を示す。図 7 (b) は制御回路 3 2 の端子 S c 3 , S c 4 の電圧（すなわち、スイッチ素子 Q 3 , Q 4 のゲート電圧）を示す。図 7 (c) は、圧電素子 2 2 の端子間に印加される駆動電圧 V load を示す。駆動電圧 V load は、図 6 において矢印 3 8 で示した方向を正とする。

【 0 0 3 7 】

図 7 に示すように、駆動回路 3 0 が、第 1 ~ 第 3 期間からなる周期 T d のサイクルを繰り返すことにより、駆動ユニット 2 8 を操出方向又は戻り方向に駆動することができる。

【 0 0 3 8 】

図 7 (a) ~ (c) は、操出方向に駆動する場合を示す。

【 0 0 3 9 】

長さ t b₁ の第 1 期間では、図 7 (a) において符号 4 0 で示すように端子 S c 1 , S c 2 は L o となり、図 7 (b) に示すように端子 S c 3 , S c 4 は引き続き H i であり、図 6 の回路において、スイッチ素子 Q 1 , Q 4 がオン、すなわち導通状態、スイッチ素子 Q 2 , Q 3 がオフ、すなわち遮断状態となる。これにより、接続点 3 6 がスイッチ素子 Q 4 を介して接地され、接続点 3 5 はスイッチ素子 Q 1 を介して電源電圧 V p に接続される。したがって、圧電素子 2 2 の両端間の駆動電圧 V load は、図 7 (c) において符号 4 4 で示すように + V p となる。

【 0 0 4 0 】

長さ t a₁ の第 2 期間では、図 7 (a) に示すように端子 S c 1 , S c 2 は H i となり、図 7 (b) において符号 4 2 で示すように端子 S c 3 , S c 4 は L o となり、スイッチ素子 Q 1 , Q 4 がオフ、すなわち遮断状態、スイッチ素子 Q 2 , Q 3 がオン、すなわち導通状態となる。これにより、接続点 3 5 がスイッチ素子 Q 2 を介して接地され、接続点 3 6 はスイッチ素子 Q 3 を介して電源電圧 V p に接続される。したがって、駆動電圧 V load は、図 7 (c) において符号 4 6 で示すように - V p となる。

【 0 0 4 1 】

長さ (T d - t a₁ - t b₁) の第 3 期間では、図 7 (a) に示すように端子 S c 1 , S c 2 は引き続き H i であり、図 7 (b) に示すように端子 S c 3 , S c 4 は H i となり、スイッチ素子 Q 1 , Q 3 がオフ、すなわち遮断状態、スイッチ素子 Q 2 , Q 4 がオン、すなわち導通状態となる。これにより、接続点 3 5 がスイッチ素子 Q 2 , Q 4 を介して接続点 3 6 に接続され、圧電素子 2 2 の端子間が短絡する。したがって、駆動電圧 V load は、図 7 (c) において符号 4 8 で示すように 0 ボルトとなる。

10

20

30

40

50

【0042】

駆動ユニット28は、駆動電圧Vloadの1サイクル中の2回の相対的に小さい立ち上がり46x, 48xで、駆動軸26とともに操出方向に送られる。駆動電圧Vloadの相対的に大きい立ち下がり44xで、駆動軸26は急激に戻り方向に変位し、このとき駆動ユニット28はほぼその場にとどまる。これを繰り返すことで、駆動ユニット28を駆動軸26に沿って操出方向に駆動することができる。

【0043】

なお、駆動電圧Vloadは、符号46で示す $-V_p$ が第1の値、符号48で示す0ボルトが第2の値、符号44で示す $+V_p$ が第3の値である。

【0044】

図7(d)~(f)は、戻り方向に駆動する場合を示す。

【0045】

長さ t_{b_2} の第1期間では、図7(a)に示すように端子Sc1, Sc2はHiのままであり、図7(b)において符号43で示すように端子Sc3, Sc4はLoとなり、図6の回路において、スイッチ素子Q1, Q4がオフ、すなわち遮断状態、スイッチ素子Q2, Q3がオン、すなわち導通状態となる。これにより、接続点35がスイッチ素子Q2を介して接地され、接続点36はスイッチ素子Q3を介して電源電圧Vpに接続される。したがって、駆動電圧Vloadは、図7(f)において符号45で示すように $-V_p$ となる。

【0046】

長さ t_{a_2} の第2期間では、図7(d)において符号41で示すように端子Sc1, Sc2はLoとなり、図7(b)に示すように端子Sc3, Sc4はHiとなり、スイッチ素子Q1, Q4がオン、すなわち導通状態、スイッチ素子Q2, Q3がオフ、すなわち遮断状態となる。これにより、接続点36がスイッチ素子Q4を介して接地され、接続点35はスイッチ素子Q1を介して電源電圧Vpに接続される。したがって、圧電素子22の端子間の駆動電圧Vloadは、図7(f)において符号47で示すように $+V_p$ となる。

【0047】

長さ $(T_d - t_{a_2} - t_{b_2})$ の第3期間では、図7(a)に示すように端子Sc1, Sc2はHiとなり、図7(b)に示すように端子Sc3, Sc4は引き続きHiであり、スイッチ素子Q1, Q3がオフ、すなわち遮断状態、スイッチ素子Q2, Q4がオン、すなわち導通状態となる。これにより、接続点35がスイッチ素子Q2, Q4を介して接続点36に接続され、圧電素子22の端子間が短絡する。したがって、駆動電圧Vloadは、図7(f)において符号49で示すように0ボルトとなる。

【0048】

駆動ユニット28は、駆動電圧Vloadの1サイクル中の2回の相対的に小さい立ち下がり47x, 49xで、駆動軸26とともに戻り方向に送られる。駆動電圧Vloadの相対的に大きい立ち上がり45xで、駆動軸26は急激に操出方向に変位し、このとき駆動ユニット28はほぼその場にとどまる。これを繰り返すことで、駆動ユニット28を駆動軸26に沿って戻り方向に駆動することができる。

【0049】

なお、駆動電圧Vloadは、符号47で示す $+V_p$ が第1の値、符号49で示す0ボルトが第2の値、符号45で示す $-V_p$ が第3の値である。

【0050】

図8~図10は、圧電素子22と駆動軸26とからなる系の共振周波数 $1/T$ が230kHzの駆動装置20について、電源電圧Vpを3V、駆動周波数 $1/T_d$ を30kHz、 t_{a_1} を $1.0T(4.35\mu\text{sec})$ 、 t_{b_1} を $1.5T(6.52\mu\text{sec})$ で操出方向に駆動したときの、駆動電圧Vloadの値(ボルト)、駆動軸26の軸方向変位(nm)、駆動ユニット28の軸方向変位(nm)をそれぞれ示す。横軸は時間(μ 秒)である。

【0051】

この条件の場合、駆動ユニット28は駆動電圧Vloadの波形の1周期で約30nm動き、平均速度は約 1mm/sec である。

10

20

30

40

50

【0052】

図11は、 t_{a1} を $1.0T$ ($4.35\mu\text{sec}$)、 t_{b1} を $1.5T$ ($6.52\mu\text{sec}$)とし、駆動周波数 $1/Td$ を変化させたときの駆動ユニット28の速度を示す。駆動周波数 $1/Td$ を変化させても、駆動電圧 V_{load} の波形の1周期での移動量は変わらないため、駆動ユニット28の平均速度は駆動周波数 $1/Td$ と略リニアな関係になる。

【0053】

図12及び図13は、駆動周波数 $1/Td$ を 30kHz で、 t_{a1} と t_{b1} を変更したときの駆動ユニット28の速度を示す。

【0054】

図12は、 $t_{a1}/T=0.5, 0.7, 1.0, 1.3, 1.5$ について、 t_{b1}/T と駆動ユニット28の速度との関係を示す。図13は、 $t_{a1}/T=1.5, 1.7, 2.0, 2.3, 2.5$ について、 t_{b1}/T と駆動ユニット28の速度との関係を示す。

【0055】

図12及び図13から、 t_{a1} と t_{b1} が系の共振周波数 $1/T$ と一定の関係にあるとき、効率よく駆動することができることが分かる。これは、系の共振をうまく利用することによる、あるいは、系の共振の悪影響を避けことによるものと考えられる。

【0056】

具体的には、 n_1, n_2 が0を含む正の整数とすると、

$$(n_1 + 1)T - 0.3T \leq t_{a1} \leq (n_1 + 1)T + 0.3T \quad \dots (4)$$

$$0.95(n_2 + 0.5)T - 0.3T \leq t_{b1} \leq 0.95(n_2 + 0.5)T + 0.3T \quad \dots (5)$$

$$t_{a1} + t_{b1} < Td \quad \dots (6)$$

の条件を満たす場合、効率よく駆動できる。

【0057】

特に、

$$t_{a1} = (n_1 + 1)T \quad (n_1 = 0, 1) \quad \dots (7)$$

$$t_{b1} = 0.95(n_2 + 0.5)T \quad (n_2 = 0, 1, 2) \quad \dots (8)$$

で最もよく動く。

【0058】

なお、図8～図13は、操出方向に駆動する場合を示したが、戻り方向に駆動する場合も同様の特性を有する。

【0059】

次に、第2実施例について、図14を参照しながら説明する。

【0060】

第2実施例は、第1実施例と同じ駆動回路30を用いるが、圧電素子22に印加する駆動電圧の波形が第1実施例とは異なる。以下では、第1実施例との相違点を中心に説明し、第1実施例と同じ部分には同じ符号を用いる。

【0061】

操出方向の駆動の場合には、図14(a)～(c)に示すように、端子 S_{c1}, S_{c2} が L_0 となる第1期間(符号50で示す)と、端子 S_{c3}, S_{c4} が L_0 となる第2期間(符号52で示す)との間に、わずかな時間 t を設ける。これにより、駆動電圧 V_{load} は、符号54で示す $+V_p$ から、符号56で示す $-V_p$ まで変化する途中に、極めて短時間ではあるが、符号58で示すように0ボルトとなり、圧電素子22の端子間を短絡する。

【0062】

戻り方向の駆動の場合には、図14(d)～(f)に示すように、端子 S_{c3}, S_{c4} が L_0 となる第1期間(符号53で示す)と、端子 S_{c1}, S_{c2} が L_0 となる第2期間(符号51で示す)との間に、わずかな時間 t を設ける。これにより、駆動電圧 V_{load} は、符号57で示す $-V_p$ から、符号55で示す $+V_p$ まで変化する途中に、極めて短時間ではあるが、符号59で示すように0ボルトとなり、圧電素子22の端子間を短絡する。

【0063】

圧電素子 2 2 に印加する電圧を $-V_p$ から $+V_p$ に、又は $+V_p$ から $-V_p$ に直ちに切り替えるのではなく、圧電素子 2 2 の端子間を短絡するためのわずかな時間 t を設けることにより、電源電圧 V_p から圧電素子 2 2 に電圧を印加するときの電圧差が半分になる。これにより、消費電力を小さくすることができる。時間 t が、圧電素子 2 2 と駆動軸 2 6 とからなる系の共振周期 T より十分に小さければ、駆動軸 2 6 の変位にほとんど影響を与えることはなく、駆動特性への実質的な影響はない。

【 0 0 6 4 】

第 2 実施例によれば、消費電力を第 1 実施例に対して約 $2/3$ にすることができる。

【 0 0 6 5 】

次に、第 3 実施例について、図 1 5 を参照しながら説明する。

10

【 0 0 6 6 】

第 1 及び第 2 実施例のような方法で駆動した場合、駆動速度の向上に限界がある。

【 0 0 6 7 】

そこで、第 3 実施例では、第 1 実施例と同じ駆動回路 3 0 を用いて、低速駆動時には、第 1 実施例と同様に駆動する一方、高速駆動時には、矩形波形の電圧を圧電素子 2 2 に印加して駆動する。

【 0 0 6 8 】

すなわち、低速駆動時には、例えば操出方向の駆動の場合、図 1 5 に示すように、第 1 実施例の図 7 (a) ~ (c) と同様に駆動する。

【 0 0 6 9 】

20

高速駆動時には、端子 S_{c1} , S_{c2} が L_o となる第 1 期間 (符号 6 0 で示す) と、端子 S_{c3} , S_{c4} が L_o となる第 2 期間 (符号 6 2 で示す) とを交互に繰り返す。これにより、駆動電圧 V_{load} は、 $+V_p$ (符号 6 4 で示す) と $-V_p$ (符号 6 6 で示す) を交互に繰り返す矩形波形となる。

【 0 0 7 0 】

圧電素子 2 2 に矩形波形の電圧を印加して駆動すると、高速で駆動することが可能である。矩形波形の周波数やデューティ比を小さくすれば、一応、低速駆動が可能である。しかし、低速駆動時には、駆動力が小さくなり、安定した駆動が困難となる。一方、第 1 又は第 2 実施例と同様の方法では、安定した低速駆動を行うことができる。低速と高速で駆動方法を切り替えることで、駆動速度の制御可能範囲を広くすることができる。

30

【 0 0 7 1 】

例えば、第 1 実施例で用いた駆動装置 2 0 において、低速駆動時に第 1 実施例の駆動条件で駆動すると、駆動ユニット 2 8 の速度は、約 $1 \text{ mm} / \text{sec}$ である (図 1 1 参照) 。高速駆動時に、例えば、駆動周波数が 150 kHz 、デューティ比が 0.3 の矩形波形の駆動電圧 V_{load} を圧電素子 2 2 に印加したとき、駆動ユニット 2 8 の速度は、約 $12 \text{ mm} / \text{sec}$ である。

【 0 0 7 2 】

第 3 実施例によれば、同じ回路を用いて、安定した低速駆動時と高速駆動時との両方を実現できる。

【 0 0 7 3 】

40

以上説明したように、簡単な回路構成で安定した低速駆動が可能である。

【 0 0 7 4 】

なお、本発明は上記各実施例に限定されるものではなく、その他種々の態様で実施可能である。

【 0 0 7 5 】

例えば、圧電素子 2 2 に印加する電圧波形を形成する回路は、上記実施例に限るものではない。上記実施例では、例えば、 -3 、 0 、 $+3$ 、 -3 、 0 、 $+3$ 、 -3 、 0 、 $+3$ 、 ... ボルトの電圧を印加することができるが、回路によっては、例えば -3 、 0.5 、 $+3$ 、 -3 、 -0.5 、 $+3$ 、 -3 、 0.3 、 $+3$ 、 ... ボルトのように中間値 (第 2 の値) がばらつくことがある。そのような場合でも、例えば ± 0.5 ボルト程度であれば、機能的に問

50

題なく駆動することができる。

【0076】

また、本発明は、電気機械変換素子を固定する素子固定タイプの駆動装置に限らず、係合部材を固定するタイプのものや、駆動摩擦部材を固定するタイプのもの、自走式のものなど、電気機械変換素子を用いた種々のタイプの駆動装置に広く適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 駆動装置の説明図である。

【図2】 従来例の第1の方法の説明図である。

【図3】 従来例の第2の方法の説明図である。

【図4】 従来例の第2の方法の説明図である。

【図5】 本発明の第1実施例の駆動装置を示す(a)分解斜視図及び(b)組立斜視図である。

【図6】 図5の駆動装置の回路図である。

【図7】 図6の回路におけるタイミングチャート及び電圧の波形図である。

【図8】 圧電素子に印加する電圧の波形図である。

【図9】 駆動軸の変位図である。

【図10】 駆動ユニットの変位図である。

【図11】 駆動周波数と駆動ユニットの速度との関係を示すグラフである。

【図12】 電圧印加時間と駆動ユニットの速度との関係を示すグラフである。

【図13】 電圧印加時間と駆動ユニットの速度との関係を示すグラフである。

【図14】 本発明の第2実施例を示すタイミングチャート及び電圧の波形図である。

【図15】 本発明の第3実施例を示す電圧の波形図である。

【符号の説明】

20 駆動装置

22 圧電素子(電気機械変換素子)

26 駆動軸(駆動摩擦部材)

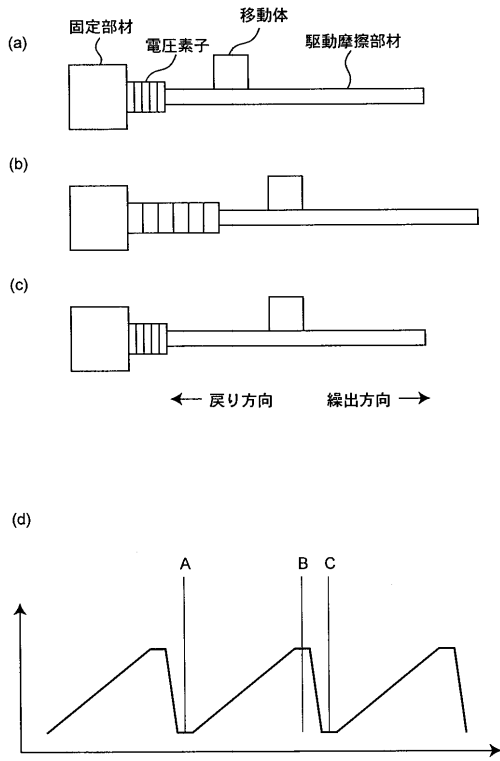
28 駆動ユニット(係合部材)

30 駆動回路

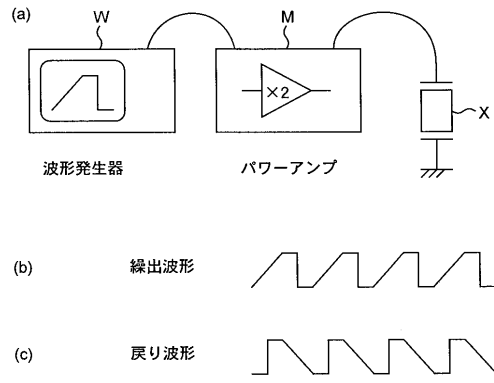
10

20

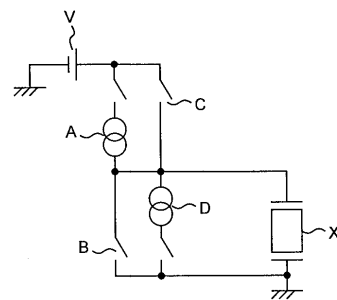
【図 1】



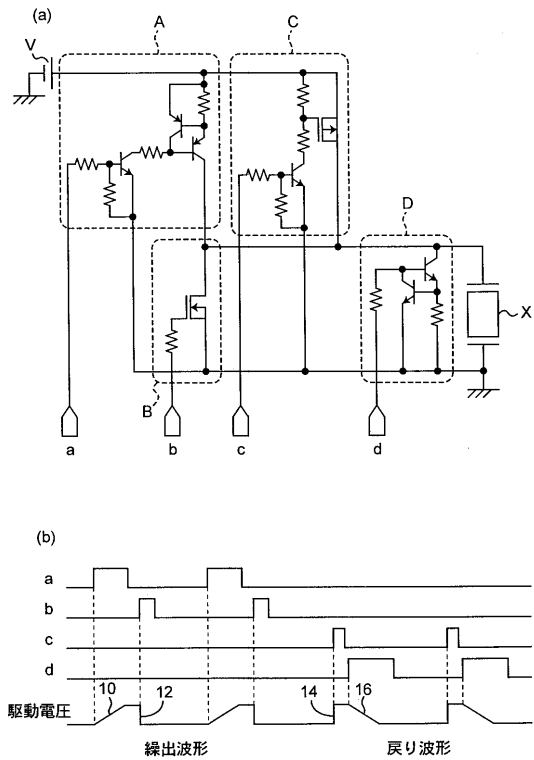
【図 2】



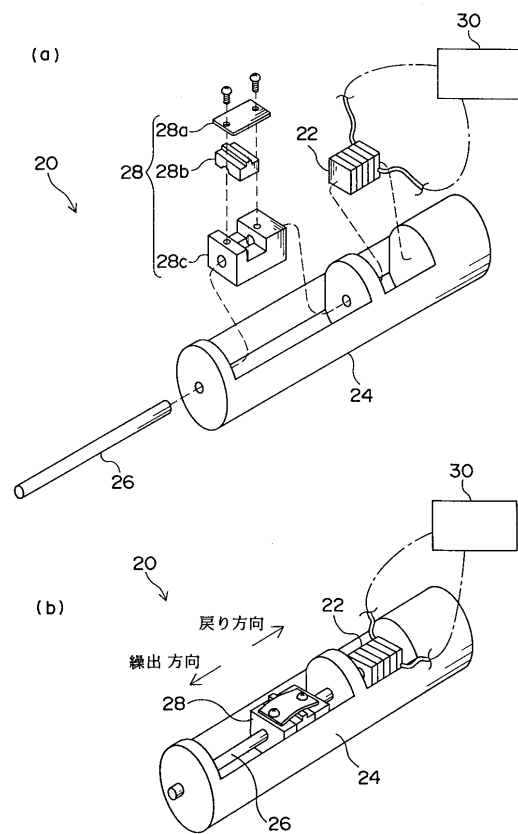
【図 3】



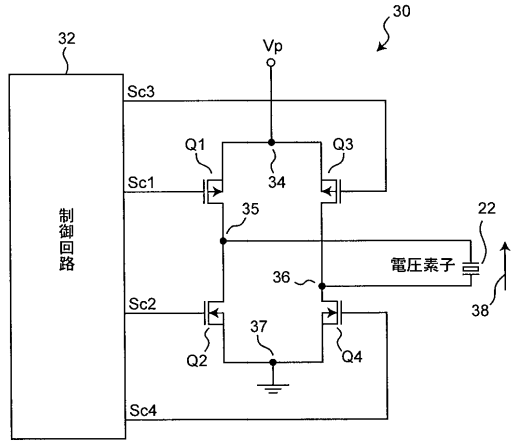
【図 4】



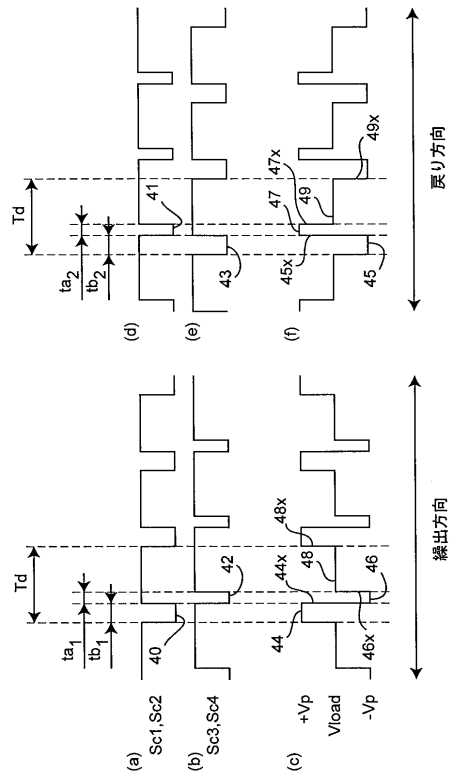
【図 5】



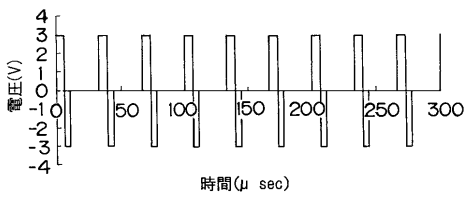
【 図 6 】



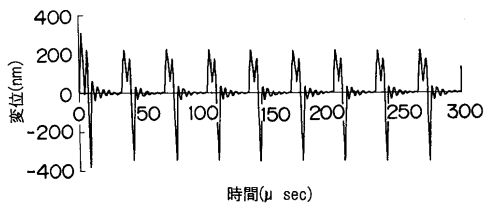
【 図 7 】



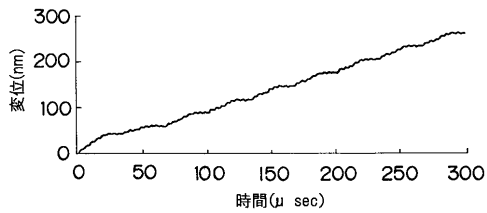
【 図 8 】



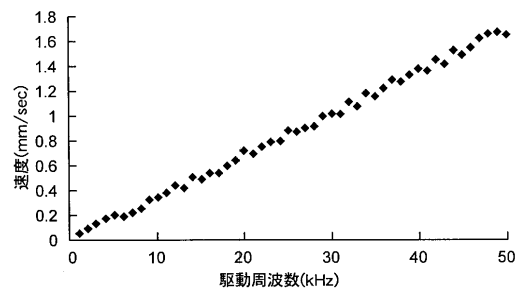
【 図 9 】



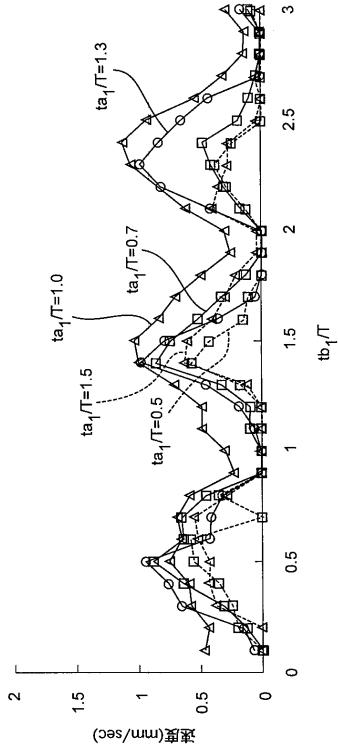
【 図 10 】



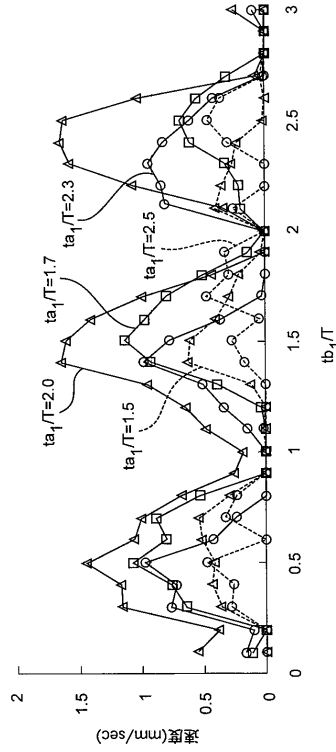
【 図 11 】



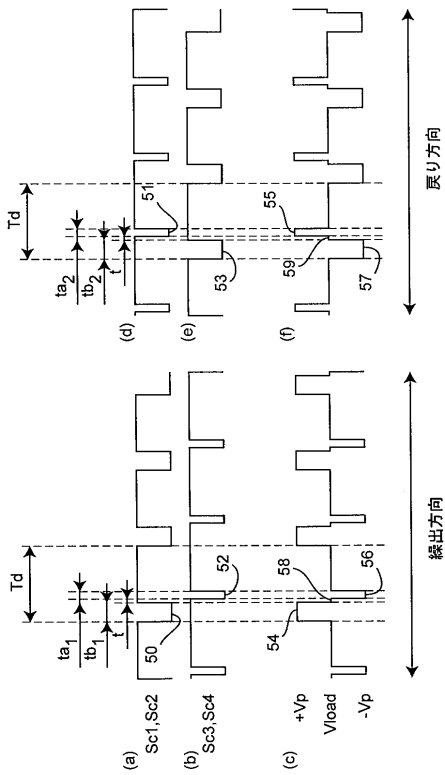
【 図 1 2 】



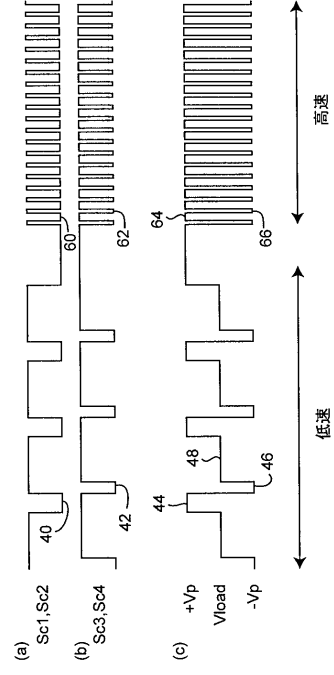
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H02N 2/00-2/16