

(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2015-128367

(P2015-128367A)

(43) 公開日 平成27年7月9日(2015.7.9)

(51) Int.Cl.

H02N 2/00 (2006.01)
B06B 1/06 (2006.01)
G02B 7/04 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01)

F 1

H02N 2/00
B06B 1/06
G02B 7/04
H01L 41/09

テーマコード(参考)

C 2H044
A 5D107
E 5H680

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2014-227260 (P2014-227260)
(22) 出願日 平成26年11月7日 (2014.11.7)
(31) 優先権主張番号 特願2013-244999 (P2013-244999)
(32) 優先日 平成25年11月27日 (2013.11.27)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100126240
弁理士 阿部 琢磨
(74) 代理人 100124442
弁理士 黒岩 創吾
(72) 発明者 森田 紘光
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ノン株式会社内
F ターム(参考) 2H044 BE04 BE09
5D107 AA15 BB06 CC03 CD01 DE01
DE02
5H680 AA18 BB03 BB13 BC01 CC02
DD15 DD24 DD72 FF24 FF25
FF27 FF30 FF33 FF38

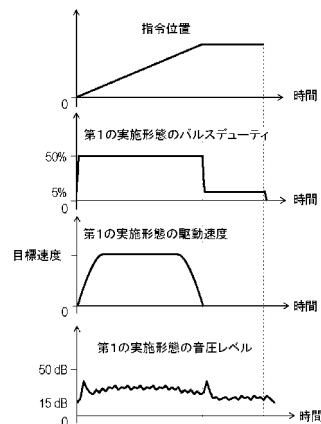
(54) 【発明の名称】振動型アクチュエータの駆動装置、フォーカスレンズ駆動装置、及び撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 振動型アクチュエータの動作開始或いは停止時に発生する異音レベルを低減することのできる振動型アクチュエータの駆動装置を提供する。

【解決手段】 振動型アクチュエータの駆動停止期間において、圧電素子の電極に印加する交流信号の電圧振幅及び位相差の少なくとも一方を、それらの不感帯領域の最小値または最大値に設定する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

振動子の電気 - 機械エネルギー変換素子の第 1 の電極に印加される第 1 の交流信号、及び、前記電気 - 機械エネルギー変換素子電極に印加される第 2 の交流信号を生成する交流信号生成手段と、前記第 1 の交流信号と前記第 2 の交流信号との位相差及び電圧振幅の少なくとも一方を設定する制御手段とを備え、

前記制御手段は、前記振動子の停止状態において、前記第 1 の交流信号と前記第 2 の交流信号の電圧振幅をゼロより大きく、かつ不感帯領域内の値に設定するよう構成されており、

前記不感帯領域は、前記振動体が振動していても、被駆動体に対する駆動力は発生しない、前記電気 - 機械エネルギー変換素子に印加される第 1 の交流信号及び第 2 の交流信号の電圧振幅の領域である振動型アクチュエータの駆動装置。 10

【請求項 2】

前記交流信号生成手段は、2相のパルス信号を生成する駆動信号生成手段と、前記2相のパルス信号に応じた交流信号を生成する昇圧回路を含み、

前記制御手段は、前記2相のパルス信号のパルスデューティを制御することで前記交流信号の電圧振幅を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 3】

振動子の電気 - 機械エネルギー変換素子の第 1 の電極に印加される第 1 の交流信号、及び、前記電気 - 機械エネルギー変換素子電極に印加される第 2 の交流信号を生成する交流信号生成手段と、前記第 1 の交流信号と前記第 2 の交流信号との位相差及び電圧振幅の少なくとも一方を設定する制御手段とを備え、 20

前記制御手段は、振動子の停止状態において、前記第 1 の交流信号と前記第 2 の交流信号の位相差をゼロ以外で、かつ不感帯領域内の値に設定するよう構成されており、

前記不感帯領域は、前記振動体が振動していても、被駆動体に対する駆動力は発生しない、前記電気 - 機械エネルギー変換素子に印加される第 1 の交流信号及び第 2 の交流信号の位相差の領域である振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 4】

前記交流信号生成手段は、2相のパルス信号を生成する駆動信号生成手段と、前記2相のパルス信号に応じた交流信号を生成する昇圧回路を含み、 30

前記制御手段は、前記2相のパルス信号の位相差を制御することにより前記交流信号の位相差を制御することを特徴とする請求項 3 に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 5】

前記制御手段は、前記位相差を、ゼロ以外で、前記不感帯領域内のある値に設定するように構成され、

前記ある値は、前記不感帯領域の下限値と上限値のうち、前記停止状態の後の駆動時の位相差との差が小さい値と、ゼロとの間の領域にある請求項 3 または 4 に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 6】

前記制御手段は、前記振動子が駆動される駆動状態と、前記停止状態とが交互に現れるよう、前記第 1 の交流信号と前記第 2 の交流信号を制御するよう構成されている請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。 40

【請求項 7】

前記交流信号生成手段は、2相のパルス信号を生成する駆動信号生成手段と、前記2相のパルス信号に応じた交流信号を生成する昇圧回路を含む請求項 1、3、5、及び 6 のいずれか 1 項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 8】

前記制御手段は、前記2相のパルス信号の位相差及びパルスデューティを制御することにより、前記交流信号の電圧振幅と位相差を制御する請求項 2、4、及び 7 のいずれか 1

10

20

30

40

50

項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 9】

前記制御手段は、前記振動型アクチュエータの駆動停止期間には前記パルスデューティを、前記不感帯領域の上限値に設定する請求項 1、2、及び 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 10】

前記制御手段は、前記振動型アクチュエータの駆動停止期間には、前記位相差を、前記移動方向に応じて前記不感帯領域の最小或いは最大値に設定する請求項 3 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 11】

前記制御手段は、前記振動子に生じる橈円運動の橈円比を決定し、前記橈円比に基づいて前記交流信号の位相差を決定する請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 12】

前記第 1 の交流信号と前記第 2 の交流信号の位相が同じ時に前記振動子に生じる第 1 の振動モードと、前記第 1 の交流信号と前記第 2 の交流信号の位相が逆の時に前記振動子に生じる第 2 の振動モードを組み合わせることにより前記被駆動体を相対移動させることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 13】

フォーカスレンズと、

前記フォーカスレンズを駆動する振動型アクチュエータと、

前記振動型アクチュエータを駆動する請求項 1 に記載の駆動装置と、
を有する請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のフォーカスレンズ。

【請求項 14】

レンズと、

前記レンズを駆動する振動型アクチュエータと、

前記振動型アクチュエータを駆動する請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の駆動装置と、

前記レンズの光軸上に設けられた撮像素子と、
を有する撮像装置。

【請求項 15】

前記静止状態は、前記レンズの合焦時の前記振動子の一状態である請求項 14 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動型アクチュエータを用いた駆動装置に関し、例えば、カメラのフォーカスレンズのウォブリング駆動に好適な振動型アクチュエータの駆動装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、所定の質点に橈円運動を生じさせ、被駆動体を駆動する振動型アクチュエータに関する様々な提案（例えば、特許文献 1）がされており、例えば図 16 に示すような構成が知られている。

【0003】

図 16 に示すように、この振動型アクチュエータの振動子は、矩形の板状に形成された金属材料から成る弾性体 1 を備え、弾性体 1 の裏面には圧電素子 2 が接合されている。弾性体 1 の上面の所定位置には、複数の突起部 3 が設けられている。この構成によれば、圧電素子 2 に交流電圧を印加することにより、弾性体 1 の長辺方向における 2 次の屈曲振動と、弾性体 1 の短辺方向における 1 次の屈曲振動とが同時に発生し、突起部 3 に橈円運動

10

20

30

40

50

が励起される。そして、突起部3に被駆動体4を加圧接触させることにより、被駆動体4を突起部3の橜円運動によって直線的に駆動することができるようになっている。

【0004】

圧電素子2は、図17に示すように、分極処理されて2つの電極A1、A2を備えている。この2つの電極A1、A2に同相の交流電圧V1、V2を印加することにより、図18(a)に示すように、矩形の弾性体3において長辺方向と平行な方向に延びた2本の節を有する1次の屈曲振動を励振する。また、2つの電極A1、A2に逆相の交流電圧V1、V2を印加することにより、図18(b)に示すように、矩形の弾性体1の短辺方向と平行な方向に延びた3本の節を有する2次の屈曲振動を励振する。そして、1次と2次の屈曲振動(振動モード)の組み合わせにより突起部3に橜円運動を励振し、この際に突起部3に被駆動体4を加圧接触させることで、被駆動体4を直線的に駆動することができるようになっている。

10

【0005】

ここで、図18(a)に示す1次の屈曲振動によって、突起部3には被駆動体4との加圧接触する接触面と垂直な方向に振動の振幅(以下、Z軸振幅と呼ぶ)が変化する振動が励起される。また、図18(b)に示す2次の屈曲振動によって、突起部3には被駆動体4の駆動方向と平行な方向に振動の振幅(以下、X軸振幅と呼ぶ)が変化する振動が励起される。1次の屈曲振動と2次の屈曲振動を組み合わせることにより、突起部3に図19に示すように橜円運動が励起することができ、Z軸振幅とX軸振幅の大きさの比が、橜円運動の橜円比を表す。そして、印加する交流電圧V1、V2の位相差を変更することにより、X軸振幅の大きさを変え、交流電圧V1、V2の電圧振幅を変更することにより、Z軸振幅の大きさを変えることで、突起部3の励起する橜円運動の橜円比を調整することができる。

20

【0006】

また、圧電素子2に印加する交流電圧の周波数を振動子の共振周波数に近づけることにより、駆動速度を速くすることができる。また、印加する交流電圧の周波数を振動子の共振周波数から遠ざけることにより、駆動速度を遅くすることができる。例えば、上記の図16に示した振動型アクチュエータの基本的構成において、駆動周波数と駆動速度の関係は、図20に示すような関係になる。即ち、振動子の共振周波数を駆動速度のピークとし、共振周波数よりも高周波側ではなだらかに駆動速度が減少し、且つ低周波側では急激に駆動速度が減少するようなアクチュエータ特性となる。

30

【0007】

このような振動型アクチュエータは、圧電素子2に印加する2つの交流電圧V1、V2の周波数を変化させることによって、周波数による速度制御(周波数制御)を行うことが可能である。また、交流電圧V1、V2の位相を変化させることによって、位相差による速度制御(位相差制御)を行うことが可能である。さらに圧電素子2に印加する2つの交流電圧V1、V2の電圧振幅の大小を変化させることによって、電圧による速度制御(電圧制御)を行うことが可能である。

30

【0008】

従って、上述した周波数制御、位相差制御、及び電圧制御を組み合わせて振動型アクチュエータの速度制御を行うことができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平10-210775号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、橜円比制御などの速度制御により振動型アクチュエータを移動や停止させる時には、図21に示すように点A及び点Bにおいて急激に振動が変動する現象が生じ

50

る。これは、振動型アクチュエータの加圧接触部における摩擦力に対して、振動型アクチュエータの駆動力が不十分なために起こる現象である。この現象が起こった際に発生する異音は比較的大きい。特にカメラのフォーカスレンズ駆動に応用した場合に必要な微小往復駆動動作（ウォブリング動作）時にはレンズの光軸方向へ移動と停止が継続して何度も繰り返され、その度に異音が発生するために無視できない問題となる。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一様態は、電気 - 機械エネルギー変換素子の第1の電極に印加される第1の交流信号、及び、前記電気 - 機械エネルギー変換素子電極に印加される第2の交流信号を生成する交流信号生成手段と、前記第1の交流信号と前記第2の交流信号との位相差及び電圧振幅の少なくとも一方を設定する制御手段とを備え、前記制御手段は、駆動停止期間における前記位相差及び電圧振幅の少なくとも一方を、それらの不感帯領域内で制御することを特徴とする振動型アクチュエータの駆動装置に関する。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、振動波アクチュエータの停止状態において、振動波アクチュエータの加圧接触する接触面と垂直な方向の振動の振幅を小さくすることで、停止状態で発生する異音を低減することができる。また、振動波アクチュエータの移動開始時及び停止時の楕円比の急激な変動を抑えることで、その際に発生する異音を低減することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明を適用した振動型アクチュエータの駆動機構を、フォーカスレンズ駆動装置を例として示した図。

【図2】第1の実施形態における振動型アクチュエータの駆動装置のブロック図及び回路図。

【図3】パルスデューティと不感帯の関係を説明するための図。

【図4】第1の実施形態におけるフローチャート図。

【図5】従来の振動型アクチュエータの駆動装置における指令位置と交流信号のパルスデューティ、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図。

30

【図6】第1の実施形態における指令位置とパルスデューティ、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図。

【図7】第2実施形態における振動型アクチュエータの駆動装置のブロック図及び回路図。

【図8】位相差と不感体との関係を説明するための図。

【図9】第2の実施形態におけるフローチャート図。

【図10】従来の振動型アクチュエータの駆動装置における指令位置と交流信号の位相差、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図。

【図11】第2の実施形態における指令位置と交流信号の位相差、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図。

40

【図12】従来の振動型アクチュエータの駆動装置における指令位置と交流信号の位相差、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図。

【図13】第3の実施形態における指令位置と交流信号の位相差、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図。

【図14】第4の実施形態のフローチャートを示した図。

【図15】第4の実施形態における指令位置と交流信号の位相差、パルスデューティ、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図。

【図16】従来の振動型アクチュエータの基本的な構成を示す外観斜視図。

【図17】図16の振動型アクチュエータにおける圧電素子の分極領域を示す模式図。

【図18】振動子の振動モードを示す斜視図。

【図19】弾性体の突起部に励起する楕円運動を説明するための図。

50

【図20】振動型アクチュエータの駆動周波数と駆動速度の関係を示す図。

【図21】振動型アクチュエータの指令位置と駆動速度の関係を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明の実施の形態について、以下に図面を参照して説明する。

【0015】

(第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態では、駆動周波数(交流信号の周波数)を調整することにより速度制御を行う振動型アクチュエータの駆動装置について説明する。

【0016】

まず本実施の形態を適用した振動型アクチュエータによる被駆動体の駆動機構を、撮像装置であるカメラにおけるフォーカスレンズ駆動機構を例として、図1を用いて説明する。

【0017】

本実施の形態の振動型アクチュエータによる被駆動体の駆動機構は以下を少なくとも有する。即ち、駆動機構は、電気・機械エネルギー変換素子と少なくとも2か所の接触部が形成された弾性体とを有する振動子が固定された被駆動体と、この被駆動体を摺動自在に保持する、平行に配された第一ガイドバーと第二ガイドバーとを備えている。

【0018】

そして、この電気・機械エネルギー変換素子に対する駆動電圧の印加によって生成された振動子の接触部の橈円運動によって、振動子と該振動子の接触部と接触する第二ガイドバーとの間に相対移動力を発生させる。これによって、被駆動体を第一及び第二ガイドバーに沿って移動可能に構成されている。なお、振動子の具体的構成及び動作原理は図16に示される構成と同様である。

【0019】

具体的には、図1に示すように、本実施の形態の振動型アクチュエータによる被駆動体の駆動機構100は、以下を有する。即ち、駆動機構は、主にレンズホルダ102、レンズ106、振動子101、加圧磁石105、2つのガイドバー103、104及び不図示の基体から構成される。この駆動機構によりオートフォーカス時にレンズ106がその光軸方向に移送させられる。撮像装置が光軸上に設けられている(不図示)。

【0020】

2本のガイドバーで構成された第一のガイドバー103、第二ガイドバー104は、互いに平行に配置されるようにこれらの各ガイドバーの両端が、不図示の基体により保持固定されている。

【0021】

振動子101は、金属で形成された板状の弾性体と、電気・機械エネルギー変換素子とを一体に接合して形成される。また、102は被駆動体であり、円筒状のホルダ部102a、振動子101及び加圧磁石105を保持固定する保持部102b、第一ガイドバー103と嵌合してガイドの作用をなす第一のガイド部102c、保持部102bと第二ガイドバー104を挟んで対向する係合部102bを有する。

【0022】

なお、振動子101の少なくとも2箇所の接触部は第二ガイドバー104と加圧磁石105の磁力により加圧接触されている。

【0023】

次に本実施の形態に係わる振動型アクチュエータの駆動装置について、図2を用いて説明する。図2は本発明の第1の実施形態に関わる振動型アクチュエータの駆動装置の構成を示すブロック図及び回路図である。

【0024】

図2(a)に示すように振動型アクチュエータ201は、振動子202及び被駆動体203を備える。被駆動体203は、振動子202の突起部に励起する橈円運動により駆動

10

20

30

40

50

される。位置検出手段 204 は、振動子 202 と被駆動体 203 の相対位置を検出するものであり、例えば、振動子 202 または被駆動体 203 の位置を検出する検出手段を用いることができ、具体的には、例えばリニアエンコーダを用いることができる。位置検出手段 204 の出力側には制御手段 205 が接続されている。制御手段 205 は図 2 (b) に示すように、位置指令生成手段 209、比較手段 210、操作量決定知手段 211、及び駆動周波数決定手段 213 を有する。比較手段 210 は、位置検出手段 204 の検出位置と位置指令生成手段 209 から出力された目標位置を比較する。本発明では、この検出位置と目標位置との偏差が制御偏差である。

【0025】

操作量決定手段 211 は、比較手段 210 の比較結果から、振動型アクチュエータの操作量を演算する。操作量決定手段 211 は例えば P I D 制御器で構成されている。操作量決定手段 211 の出力側には交流信号の周波数を設定する駆動周波数決定手段 213 が接続されている。また、駆動周波数決定手段 213 は操作量決定手段 211 の出力から振動子 202 に印加する交流信号の駆動周波数を設定する。即ち、本実施の形態においては、制御偏差に応じて駆動周波数を調整することにより被駆動体の速度制御が行われる。

10

【0026】

さらに、駆動周波数決定手段 213 の出力側が駆動信号生成手段 206 に接続されている。駆動信号生成手段 206 は、駆動周波数決定手段 213 で決定された駆動周波数を有する 2 相のパルス信号を生成する。また駆動信号生成手段 206 は、パルスデューティ決定手段 208 に接続されている。パルスデューティ決定手段は、駆動信号生成手段 206 で生成される 2 相のパルス信号それぞれのパルスデューティを設定可能に構成されている。この交流信号のパルスデューティの割合を設定することで、設定された割合に応じて出力される交流信号の電圧振幅が変化する。なお、パルスデューティとは、パルス幅をパルス周期で除した値である。

20

【0027】

ここでの 2 相のパルス信号のパルスデューティは上限の閾値として 50% に設定されている。このパルスデューティが上限の閾値に近いほど、振動型アクチュエータの突起部に生じる楕円運動の振幅が大きくなり、被駆動体の移動速度が速くなる。駆動信号生成手段 206 の出力側には昇圧回路 207 が接続されている。

30

【0028】

昇圧回路 207 は、図 2 (c) に示すようにドライバ IC 214 内のスイッチング素子、コイル 215、トランス 216 から構成される。そして、昇圧回路 207 は、駆動信号生成手段 206 で生成された 2 相のパルス信号によりスイッチングした信号をトランス 216 により昇圧し、昇圧された 2 相の交流信号が振動子 202 の圧電素子の複数の電極に印加する。

40

【0029】

次にパルスディーティの不感帯について図 3 を用いて説明する。図 3 は振動型アクチュエータに印加する交流信号のパルスデューティと駆動速度の関係を示した図である。例えば図 3 に示すように、圧電素子に印加される交流信号の駆動周波数、位相差を一定としてパルスデューティを変化させると、パルスデューティの増減に対して駆動速度が所定の関係で変化する。交流信号のパルスデューティが 0 に近付くほど Z 軸振幅は小さくなり、駆動速度が減少するが、領域 Q では振動子の接触面との摩擦力に対して振動型アクチュエータの駆動力が小さい状態となるため、振動型アクチュエータは停止状態となる。この領域 Q は不感帯領域とも呼ばれる。なお、領域 Q の範囲は振動型アクチュエータの特性により変動するため、予め振動型アクチュエータの特性を把握し、その特性に応じた領域 Q の範囲を設定する。

【0030】

次に、第 1 の実施形態に関わる制御動作について、図 4 を用いて説明する。図 4 はカメラのフォーカスレンズ駆動に応用した場合において微小往復駆動動作（以下、ウォブリング動作と呼ぶ）時のフローチャートを示した図である。

50

【0031】

図4に示すように、ウォブリング動作をする際には、駆動状態となる前にパルスデューティを所定の割合に設定(S101)し、予め交流信号が印加された状態から開始する(S102)。ここで、図3に示すように不感帯領域内のパルスデューティの値の上限値が5%である場合、このパルスデューティの所定の割合を、例えば5%に設定することができる。このパルスデューティの値を不感帯領域内の値に設定した場合には、振動子の接触面との摩擦力に対して振動型アクチュエータの駆動力が不十分となり、振動子は振動するものの振動子と被駆動体は相対移動しない状態となる。また、この状態においては振動が維持された状態であるため、駆動開始する際には動摩擦力が支配的となり、大きな力を要することなく移動することができる。なお、パルスデューティの値を不感帯領域外の0%とした場合には、停止状態から駆動開始するため静止摩擦力が支配的となり、一時的に大きな力が必要となる。このため、駆動開始時に発生する異音が大きくなる。

10

【0032】

以上のことから、駆動開始時(駆動開始期間)には、交流信号のパルスデューティの値を、駆動信号が圧電素子が入力されても振動子と被駆動体が相対移動しない領域である、不感帯領域内の値に設定することが好ましい。また、図3に示すように不感帯領域Qでは駆動信号の入力に対する駆動速度が0であり、振動子と被駆動体を相対移動させる際にはパルスデューティを速度の生じる領域までスイープする必要がある。

20

【0033】

ここで、パルスデューティのスイープ量が大きい場合、振動子(振動型駆動装置)の駆動開始時に、瞬間に振動子に大きな入力があり、異音が発生することがある。つまり、振動子停止時のパルスデューティと、その後の振動子の駆動開始時における交流信号のパルスデューティとの差が大きい場合、駆動開始時にパルスデューティを大きく変化させることになるため、振動子に瞬間に大きな入力があり、異音が発生することがある。従って、振動子が停止状態の時に、パルスデューティを不感帯領域の上限または下限の値とすることで、その後の駆動開始時の異音の発生をより効果的に抑制することができる。そのため、例えば、予めパルスデューティを、不感帯領域の上限値である5%に設定することが好ましい。

20

【0034】

ここで、振動子が停止状態の際、パルスデューティの値が不感帯領域Q内で、かつ0より大きければ、その後の駆動開始時の異音の発生を抑制することができる。例えば、パルスデューティの値が、不感帯領域の上限値の半分から上限値の間とすることで、発生する異音をより効果的に抑制することができる。

30

【0035】

このように駆動開始時にパルスデューティは、0より大きく、不感帯領域内の値とすることで、異音発生を抑制することができ、不感帯領域の上限値の半分から上限値(上記の例では2.5~5.0%)の間の値とすることで、より異音発生を低減することができる。更に、不感帯領域の上限値に設定することで、より効果的に異音の発生を低減することができる。

40

【0036】

次に、目標位置を設定(S103)し、PID制御などの位置フィードバック制御を用いて、振動型アクチュエータを駆動し、振動子202または被駆動体203を目標位置まで移動させるための駆動を行う(S104)。そして、パルスデューティを所定値である5%から上限値である50%まで徐々に増加させる(S105)。次に、振動子202と被駆動体203の相対位置が目標位置に到達したかを判定(S106)し、到達した場合はパルスデューティを上限の50%から所定値の5%に向けて徐々に減少させ(S107)(駆動停止期間)、目標位置で停止している間はその値を維持する。目標位置に到達していない場合は、パルスデューティを上限の50%のまま、PID制御などの位置フィードバック制御を用いて、振動子202と被駆動体203の相対位置を目標位置まで移動させる(S104)。最後に、ウォブリング動作の終了の判定(S108)をし、終了であ

50

る場合は P I D 制御などの位置フィードバック制御を停止 (S 1 0 9) して電源を OFF (S 1 1 0) する。継続してウォブリング動作を行う場合は、次の目標位置を設定 (S 1 0 3) し、P I D 制御などの位置フィードバック制御を用いて、目標位置に向けて振動子 2 0 2 または被駆動体 2 0 3 の移動を開始する。

【 0 0 3 7 】

次に、第 1 の実施形態を適用した際の効果について、図 5 を用いて説明する。図 5 は従来のウォブリング動作時の振動型アクチュエータの指令位置とパルスデューティ、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図である。図 6 は第 1 の実施形態を適用したウォブリング動作時の振動型アクチュエータの指令位置とパルスデューティ、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図である。10

【 0 0 3 8 】

図 5 に示すように、従来のウォブリング動作開始時は振動型アクチュエータを移動させるためにパルスデューティを 0 % から 5 0 % まで増加している。またウォブリング動作停止時にはパルスデューティを 5 0 % に一定としている。さらにウォブリング動作終了時にはパルスデューティを 0 % まで減少している。この場合、前述した信号のパルスデューティの不感帯である領域 Q (図 3 参照) も含めて P I D 制御などの位置フィードバック制御をするため、接触部における橜円運動の Z 軸振幅の急激な変化により、異音が生じる。またウォブリング動作停止時はパルスデューティを上限の 5 0 % に一定としているため、振動型アクチュエータが停止状態であっても、必要以上に Z 軸振幅を生じることで異音の音圧レベルが増加する。20

【 0 0 3 9 】

これに対して第 1 の実施形態を適用した場合、図 6 に示すようにウォブリング動作開始時 (駆動開始期間) には、パルスデューティを例えば 5 % から上限値である 5 0 % まで上げる。またウォブリング動作停止時 (駆動停止期間) にはパルスデューティを上限値である 5 0 % から例えば 5 % まで下げる。さらにウォブリング動作終了時にはパルスデューティを 0 % まで下げる。このようにパルスデューティを、不感帯を除いた領域で調整して急激な変化を抑えることで、ウォブリング動作開始時及び停止時に発生する異音の音圧レベルを減少することができる。さらにウォブリング動作の停止状態ではパルスデューティを例えば 5 % として Z 振幅を最小限に抑えることで、停止状態での音圧レベルを最小限に抑えると共に移動開始時の異音の音圧レベルを減少することができる。30

【 0 0 4 0 】

つまり、振動型アクチュエータの停止状態において、振動型アクチュエータの振動子と被駆動体が加圧接触する接触面と垂直な方向の振動の振幅を小さくすることで、停止状態で発生する異音を低減することができる。また、振動型アクチュエータの駆動開始時及び停止時の橜円比の急激な変動を抑えることで、その際に発生する異音を低減することができる。

【 0 0 4 1 】

ここでは、昇圧回路に入力される交流信号のパルスデューティ を制御することで駆動信号である交流信号の電圧振幅を制御する例を説明したが、電圧振幅を制御することができればよく、本願はこの様態に限定されない。例えば、昇圧回路に入力される交流信号の絶対値を制御することでも、振動子に印加される交流信号の電圧振幅を制御することができる。40

【 0 0 4 2 】

(第 2 の実施形態)

本発明の第 2 の実施形態では、圧電素子の複数の電極に印加される複数の交流信号の周波数 (駆動周波数) とそれら交流信号間の位相差の調整により速度制御を行う振動型アクチュエータの駆動装置について説明する。

【 0 0 4 3 】

本実施の形態ではウォブリング動作により振動型アクチュエータが連続して同方向へ移動する際に騒音を低減するための方法について述べる。50

【0044】

図7(a)に示すように振動型アクチュエータ701は、振動子702及び被駆動体703を備える。被駆動体703は、振動子702の突起部に励起する橜円運動により駆動される。位置検出手段704は、実施の形態1と同様に、振動子702と被駆動体703の相対位置を検出するものであり、例えば、リニアエンコーダにて構成される。位置検出手段704の出力側には制御手段705が接続されている。制御手段705は、図7(b)に示すように、位置指令生成手段709、比較手段710、操作量決定手段711、橜円比決定手段712、及び駆動周波数決定手段713を有する。比較手段710は、位置検出手段704の検出位置と位置指令生成手段709から出力された目標位置を比較する。操作量決定手段711は、比較手段710の比較結果から、振動型アクチュエータの操作量を演算する。操作量決定手段711は、例えばPID制御器で構成されている。操作量決定手段711の出力側には、橜円運動における橜円の比率を設定する橜円比決定手段712と、交流信号の周波数を設定する駆動周波数決定手段713が接続されている。橜円比決定手段712は、操作量決定手段711の出力から、被駆動体の移動方向と平行な方向に振動する振幅(以下、X軸振幅と呼ぶ)の比率を設定し、その比率を実現する交流信号の位相差を設定する。また、駆動周波数決定手段713は、操作量決定手段711の出力から振動子702に印加する交流信号の駆動周波数を設定する。即ち、本実施の形態においては、制御偏差に応じて交流信号の位相差と周波数を調整することにより被駆動体の速度制御が行われる。

10

【0045】

さらに、橜円比決定手段712及び駆動周波数決定手段713の出力側が駆動信号生成手段706に接続されている。駆動信号生成手段706は、周波数決定手段で決定された周波数で、かつ橜円比決定手段712で決定された橜円比(位相差)を有する2相のパルス信号を生成する。また駆動信号生成手段706は、パルスデューティ決定手段708に接続されている。パルスデューティ決定手段708は、駆動信号生成手段706で生成された2相のパルス信号のパルスデューティを設定可能に構成されている。この2相のパルス信号のパルスデューティの割合を設定することで、設定された割合に応じて出力される交流信号の電圧振幅が設定される。ここでは、パルスデューティは上限の閾値として50%に設定されている。

20

【0046】

駆動信号生成手段706の出力側には昇圧回路707が接続されている。昇圧回路707は図7(c)に示すようにドライバIC714内のスイッチング素子、コイル715、トランス716から構成される。そして、昇圧回路707は、駆動信号生成手段706で生成された2相のパルス信号によりスイッチングした信号をトランス716により昇圧し、昇圧された2相の交流信号は振動子702の圧電素子の複数の電極に印加する。

30

【0047】

次に橜円比の不感帯について図8を用いて説明する。図8は振動型アクチュエータに印加する交流信号の位相差と駆動速度の関係を示した図である。図8に示すように、圧電素子に印加される交流信号のパルスデューティ、駆動周波数を一定として橜円運動の橜円比を変化させるために交流信号の位相差を増減させると駆動速度が所定の関係で変化する。位相差が0に近付くほどX軸振幅(駆動方向の振幅)は小さくなり、駆動速度が減少するが、不感帯領域Pでは振動子の接触面との摩擦力に対して振動型アクチュエータの駆動力が小さい状態となるため、振動型アクチュエータは停止状態となる。なお、パルスデューティを減少させ、Z軸振幅(突き上げ方向、すなわち振動子と被駆動体の加圧方向の振幅)を小さくすると、この位相差の不感帯領域Pの範囲は広くなる。逆にパルスデューティを増加させ、Z軸振幅を大きくすると、この位相差の不感帯領域Pの範囲は狭くなる。

40

【0048】

また、図8に示す不感帯領域Pは正負が均等な割合となっているが、振動型アクチュエータの特性によりこの割合は変動するため、予め振動型アクチュエータの特性を把握し、その特性に応じた不感帯領域Pの範囲を設定する。

50

【 0 0 4 9 】

次に、第2の実施形態に関する制御動作について、図9を用いて説明する。図9は第2の実施の形態を適用したウォブリング動作時の動作フローチャートを示した図である。

【 0 0 5 0 】

図9に示すように、ウォブリング動作を行う際には、駆動状態となる前に予め交流信号を印加された状態から開始する(S201)。次に目標位置を設定(S202)し、振動子702と被駆動体703の相対移動方向を判定(S203)する。移動方向が順方向である場合、交流信号の位相差を例えば図8に示す不感帯領域の最大値である20°に設定(S204)する。移動方向が逆方向である場合には、交流信号の位相差を図8に示す不感帯領域の最小値である-20°に設定(S205)する。

10

【 0 0 5 1 】

この位相差を不感帯領域内の値に設定した場合には、振動子の接触面との摩擦力に対して振動型アクチュエータの駆動力が不十分となり、振動子は振動するが振動体と被駆動体が相対移動しない状態となる。これらの振動が維持された状態から駆動開始する際には動摩擦力が支配的となるため、大きな力を要することなく移動することができる。しかし位相差の値を不感帯領域外である0°とした場合には、停止状態から駆動開始するため静止摩擦力が支配的となり、一時的に大きな力が必要となることでその際に発生する異音が大きくなる。そのため、駆動開始時には少しでも駆動信号の入力があると共に、振動型アクチュエータが移動しない状態である不感帯領域内の値に設定することが好みしい。

20

【 0 0 5 2 】

また、図8に示すように不感帯である領域Pでは入力に対する駆動速度が0であり、振動型アクチュエータを移動する際には位相差を速度の生じる領域までスイープする必要がある。ここで、位相差のスイープ量が大きい場合、振動子(振動型駆動装置)の駆動開始時に振動子に入力される交流信号の変化が大きく、異音が発生することがある。つまり、振動子停止時の位相差と、その後の振動子の駆動開始における交流信号の位相差の差が大きい場合、駆動開始時に位相差を大きく変化させることになるため、振動子への入力の変化が大きく、異音が発生することがある。従って、振動子が停止状態の時に、位相差を不感帯領域の上限または下限の値とすることで、その後の駆動開始時の異音の発生をより効果的に抑制することができる。例えば、予め位相差を、20°もしくは-20°に設定することが好みしい。

30

【 0 0 5 3 】

ここで、振動子が停止状態の際、位相差の値が不感帯領域Q内で、0よりもその後の駆動開始時の位相差の値に近い値であれば、駆動開始時に発生する可能性のある異音の発生をより効果的に抑制することができる。更に、位相差の値が、不感帯領域の上限値の半分から上限値、または下限値と下限値と0の中間値の間の値とすることで、発生する異音をより効果的に抑制することができる。ここで、位相差を上限値側の領域内のとするか、下限値側の領域内の値とするかは、停止状態の後の駆動開始時の位相差の値によって決まり、具体的には、設定する位相差の値と駆動開始時の位相差との値の差が小さくなる領域の値とすることができます。

40

【 0 0 5 4 】

このように駆動開始時に位相差を、0以外の不感帯領域内の値とすることで、異音発生を抑制することができ、不感帯領域の上限値の半分から上限値の間(10~20°)、または下限値から下限値と0の中間の値の間(-10~-20°)の値とすることで、より異音発生を低減することができる。更に、不感帯領域の上限値に設定することで、より効果的に異音の発生を低減することができる。

【 0 0 5 5 】

次に、PID制御などの位置フィードバック制御を用いて、交流信号の駆動周波数と位相差(橋円比)を位置偏差に応じた値に設定(S206)する。S206においてはPID制御で決定した交流信号の位相差が図8に示す不感帯領域Pとならないようにリミッタを設けている。そして、振動型アクチュエータが目標位置に到達したかを判定(S207)

50

)し、到達した場合はP I D制御などの位置フィードバック制御を停止(S 2 0 8)する。振動型アクチュエータの駆動方向が判定され(S 2 0 9)、交流信号の位相差を判定された振動型アクチュエータの駆動方向に応じて不感帯領域内の値まで徐々に増減させる。例えば駆動方向が順方向である場合には、交流信号の位相差を例えば図8に示す不感帯領域の最大値である20°に設定(S 2 1 0)する。駆動方向が逆方向である場合には、交流信号の位相差を図8に示す不感帯領域の最小値である-20°に設定(S 2 1 1)する。目標位置に到達していない場合は、P I D制御などの位置フィードバック制御を用いて、振動型アクチュエータを目標位置まで移動させる。最後に、ウォブリング動作の終了の判定(S 2 1 2)をし、終了の場合は交流信号の印加を停止し、電源をOFF(S 2 1 3)する。継続してウォブリング動作を行う場合には、本実施の形態の場合は、駆動方向が前回と同方向であるため、停止状態において設定されている交流信号の位相差を維持する。そして次の目標位置を設定し、P I D制御などの位置フィードバック制御を用いて目標位置に向けて振動型アクチュエータの駆動を開始する。

【0056】

次に、第2の実施形態を適用した際の効果について、図10を用いて説明する。図10は従来のウォブリング動作時の振動型アクチュエータの指令位置と交流信号の位相差、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図である。図11は第2の実施形態を適用したウォブリング動作時の振動型アクチュエータの指令位置と交流信号の位相差、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図である。

【0057】

図10に示すように従来のウォブリング動作では、交流信号の位相差は0度を基準としてP I D制御などの位置フィードバック制御により、位置偏差に応じた値に設定している。そのため、振動型アクチュエータの移動開始時や停止時には、前述したように交流信号の位相差は不感帯を持っているため、接触部における橈円運動のX軸振幅が急な変動をすることで音圧レベルが増加する。これに対して、第2の実施形態を適用する場合、図11に示すようにウォブリング動作開始時には、交流信号の位相差を例えば20°から制御を開始し、停止時には20°まで減少させる。このようにすることで、振動型アクチュエータの振動の急な変動を抑えることができるため、移動開始時や停止時に発生する異音の音圧レベルを減少することができる。またウォブリング動作の停止状態では交流信号の位相差を20°に維持する。このようにすることで、停止状態において発生する異音の音圧レベルを増加させることなく、次の目標位置へ移動を開始する際の振動型アクチュエータの振動の急激な変動を抑えることができる。

【0058】

つまり第2の実施形態では、交流信号の位相差の基準とする値をオフセットすることで、P I D制御などの位置フィードバック制御による振動型アクチュエータの振動の急激な変動を抑えている。その結果、移動開始時や停止時に発生する異音の音圧レベルを減少することができる。

【0059】

(第3の実施形態)

本発明の第3の実施形態における振動型アクチュエータの駆動装置について説明する。

【0060】

本実施の形態では実施の形態2で説明した連続した同方向への駆動に対し、逆方向へ駆動する際に騒音を低減するための方法について述べる。その他の所は第2の実施形態と同様であるため、詳細は省略する。

【0061】

まず第3の実施形態に関わる制御動作について、図9を用いて説明する。

【0062】

図9に示すように、ウォブリング動作を行う際には、駆動状態となる前に予め交流信号を印加された状態から開始する(S 2 0 1)。次に目標位置を設定(S 2 0 2)し、振動型アクチュエータの駆動方向を判定(S 2 0 3)する。駆動方向が順方向である場合、交

10

20

30

40

50

流信号の位相差を例えば図8に示す不感帯領域の最大値である20°に設定(S204)する。駆動方向が逆方向である場合には、交流信号の位相差を図8に示す不感帯領域の最小値である-20°に設定(S205)する。次に、PID制御などの位置フィードバック制御を用いて、交流信号の駆動周波数と位相差(橜円比)を位置偏差に応じた値に設定(S206)する。S206においてはPID制御で決定した交流信号の位相差が図8に示す不感帯領域Pとならないようにリミッタを設けている。

【0063】

そして、振動型アクチュエータが目標位置に到達したかを判定(S207)し、到達した場合はPID制御などの位置フィードバック制御を停止(S208)する。この際にはS209にて判定された振動型アクチュエータの駆動方向に応じて交流信号の位相差の値まで徐々に増減させる。例えば駆動方向が順方向である場合には、交流信号の位相差を例えば図8に示す不感帯領域の最大値である20°に設定(S210)する。駆動方向が逆方向である場合には、交流信号の位相差を図8に示す不感帯領域の最小値である-20°に設定(S211)する。目標位置に到達していない場合は、PID制御などの位置フィードバック制御を用いて、振動型アクチュエータを目標位置まで移動させる。

10

【0064】

最後に、ウォブリング動作の終了の判定(S212)をし、終了の場合は交流信号の印加を停止し、電源をOFF(S213)する。継続してウォブリング動作を行う場合には次の駆動方向が逆方向であるため、停止状態において交流信号の位相差を増減させる。例えばS209の判定により振動型アクチュエータの駆動方向が順方向から逆方向への切り替えであればS210で設定した値を正負反転した-20°まで徐々に減少させる。また、逆方向から順方向への切り替えであればS211で設定した値を正負反転した20°まで徐々に増加させる。そして次の目標位置を設定し、PID制御などの位置フィードバック制御を用いて目標位置に向けて振動型アクチュエータの移動を開始する。

20

【0065】

次に、第3の実施形態を適用した際の効果について、図12を用いて説明する。図12は従来のウォブリング動作時の振動型アクチュエータの指令位置と交流信号の位相差、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図である。図13は第3の実施形態を適用したウォブリング動作時の振動型アクチュエータの指令位置と交流信号の位相差、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図である。

30

【0066】

図12に示すように従来のウォブリング動作では、交流信号の位相差は0度を基準としてPID制御などの位置フィードバック制御により、位置偏差に応じた値に設定している。そのため、振動型アクチュエータの移動開始時や停止時には、前述したように交流信号の位相差は不感帯を持っているため、接触部における橜円運動のX軸振幅が急な変動をすることで音圧レベルが増加する。これに対して、第3の実施形態を適用する場合、図13に示すようにウォブリング動作開始時には、交流信号の位相差を例えば20°から制御を開始し、停止時には20°まで減少させる。このようにすることで、振動型アクチュエータの振動の急な変動を抑えることができるため、移動開始時や停止時に発生する異音の音圧レベルを減少することができる。また駆動方向を切り替える場合においても、ウォブリング動作の停止状態において交流信号の位相差を制御し、20°から-20°まで減少させる。このようにすることで、停止状態において発生する異音の音圧レベルを増加させることなく、次の目標位置へ移動を開始する際に振動型アクチュエータの振動の急激な変動を抑えることができる。

40

【0067】

(第4の実施形態)

本発明の第4の実施形態では、圧電素子の複数の電極に印加される複数の交流信号の周波数(駆動周波数)とそれら交流信号間の位相差の調整により速度制御を行う振動型アクチュエータの駆動装置について説明する。先の第3実施形態と異なるのは、被駆動体の停止時において位相差とパルスデューティの両方を調整する点にある。

50

【0068】

なお、振動型アクチュエータの駆動装置のブロック図及び回路図は第2、第3の実施形態と同様であるため、詳細は省略する。

【0069】

まず、第4の実施形態に関わる制御動作について、図14を用いて説明する。図14は第3の実施の形態を適用したウォブリング動作時の動作フローチャートを示した図である。

【0070】

図14に示すように、ウォブリング動作をする際には、駆動状態となる前にパルスデューティを所定の割合に設定(S301)し、予め交流信号を印加された状態から開始する(S302)。このパルスデューティの所定の割合は、例えば図3に示すように不感帯領域内の最大値である5%に設定する。次に目標位置を設定(S303)し、振動型アクチュエータの駆動方向を判定(S304)する。駆動方向が順方向である場合、交流信号の位相差を例えば図8に示す不感帯領域の最大値である20°に設定(S305)する。駆動方向が逆方向である場合には、交流信号の位相差を図8に示す不感帯領域の最小値である-20°に設定(S306)する。そして、PID制御などの位置フィードバック制御を用いて、交流信号の駆動周波数と位相差を位置偏差に応じた値に設定(S307)し、振動型アクチュエータを目標位置まで移動させる。

10

【0071】

S307においてはPID制御で決定した交流信号の位相差が不感帯領域Pとならないようにリミッタを設けている。また、パルスデューティを図3に示す5%から上限値である50%まで徐々に増加させる(S308)。そして、振動型アクチュエータが目標位置に到達したかを判定(S309)し、到達した場合はPID制御などの位置フィードバック制御を停止(S310)する。この際にはS311にて判定された振動型アクチュエータの駆動方向に応じて交流信号の位相差の値まで徐々に増減させる。例えば駆動方向が順方向である場合には、交流信号の位相差を例えば図8に示す不感帯領域の最大値である20°に設定(S312)する。駆動方向が逆方向である場合には、交流信号の位相差を図8に示す不感帯領域の最小値である-20°に設定(S313)する。そして交流信号のパルスデューティを上限の50%から図3に示す所定の割合の5%に向けて徐々に減少させ(S314)、停止している間はその値を維持する。目標位置に到達していない場合は、PID制御などの位置フィードバック制御を用いて、振動型アクチュエータを目標位置まで移動させる。最後に、ウォブリング動作の終了の判定(S315)をし、終了の場合は交流信号の印加を停止して電源をOFF(S316)する。継続してウォブリング動作を行う場合には次の駆動方向が前回と同方向であるため、停止状態において設定されている交流信号の位相差を維持する。

20

【0072】

そして、次の目標位置を設定し、PID制御などの位置フィードバック制御を用いて目標位置に向けて振動型アクチュエータの移動を開始する。

30

【0073】

次に、第4の実施形態を適用した際の効果について、図15を用いて説明する。図15は第4の実施形態を適用したウォブリング動作時の振動型アクチュエータの指令位置と交流信号の位相差、パルスデューティ、駆動速度、音圧レベルの関係を示した図である。

40

【0074】

第4の実施形態を適用した場合、例えば図15に示すように交流信号の位相差とパルスディーティの両方を所定値に設定することで、X軸振幅とZ軸振幅の急な変動を抑え、移動開始や停止時に発生する異音の音圧レベルをより確実に低減することができる。つまり第4の実施形態では、交流信号の位相差とパルスディーティを各々の不感帯領域において調整することで、PID制御などの位置フィードバック制御をした際の振動型アクチュエータの振動の急な変動を抑えている。その結果、移動開始時や停止時に発生する異音の音圧レベルを確実に減少することができる。

50

【0075】

なお、上述の実施の形態では、図15を用いてウォブリング動作により振動型アクチュエータが連続して同方向へ移動する際の交流信号の制御方法を示した。しかし、逆方向へ移動する際には第3の実施形態で示したような交流信号の位相差の制御方法に変更することで同様の効果を得ることができる。

【0076】

なお、本発明における交流信号を生成する手段は、上記の駆動信号生成手段と昇圧回路とかなる構成に対応する。また、本発明における調整手段は、上記の制御手段或いはこの制御手段とパルスデューティ決定回路からなる構成に対応する。

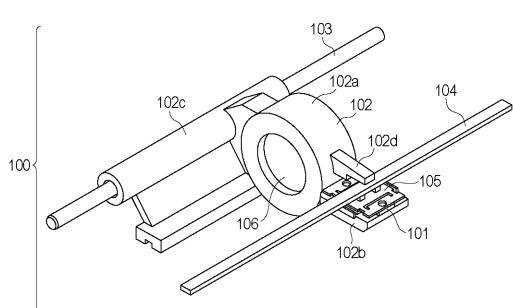
【符号の説明】

【0077】

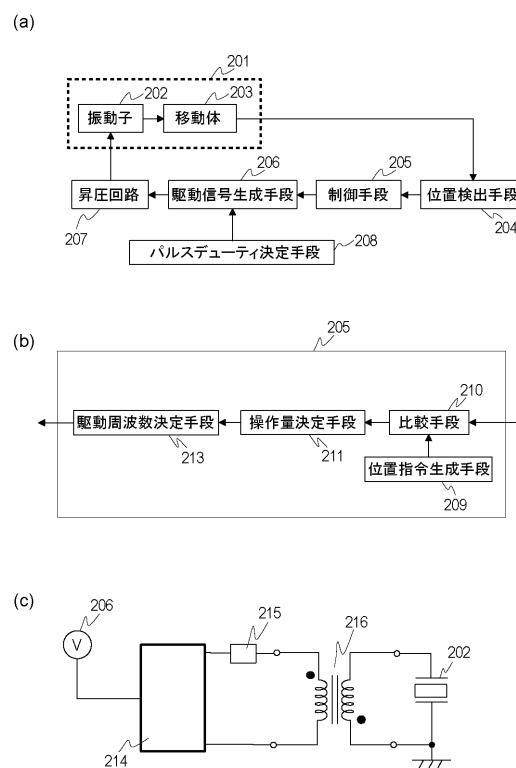
- 201 振動波アクチュエータ
- 202 振動子
- 203 移動体
- 204 位置検出手段
- 205 制御手段
- 206 駆動信号生成手段
- 207 昇圧回路
- 208 パルスデューティ決定手段

10

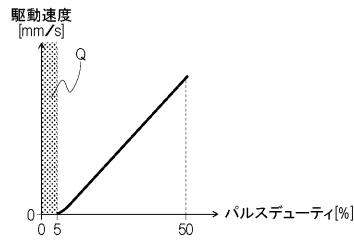
【図1】



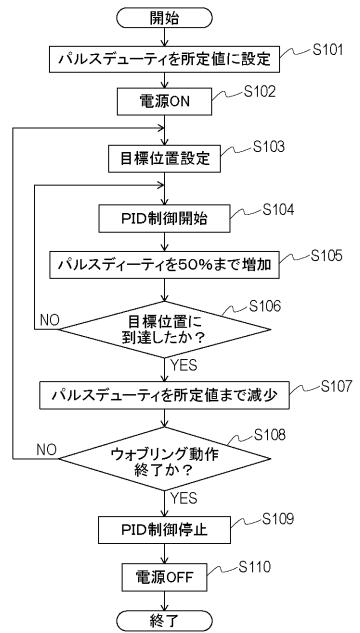
【図2】



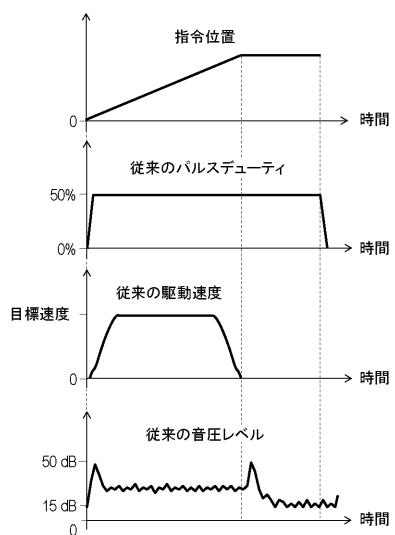
【図3】



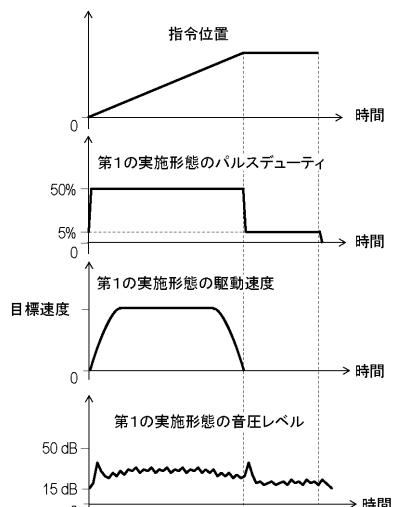
【図4】



【図5】

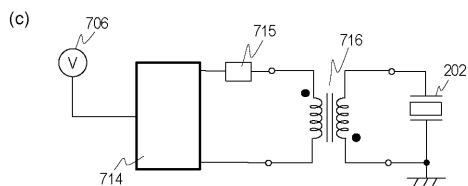
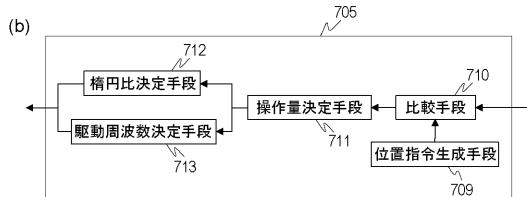
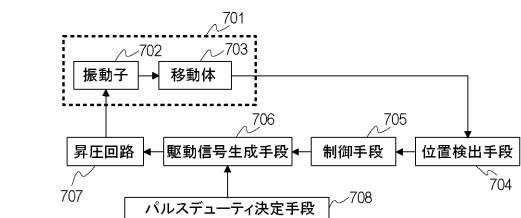


【図6】

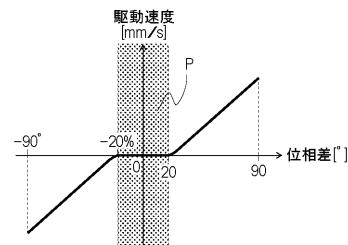


【図7】

(a)

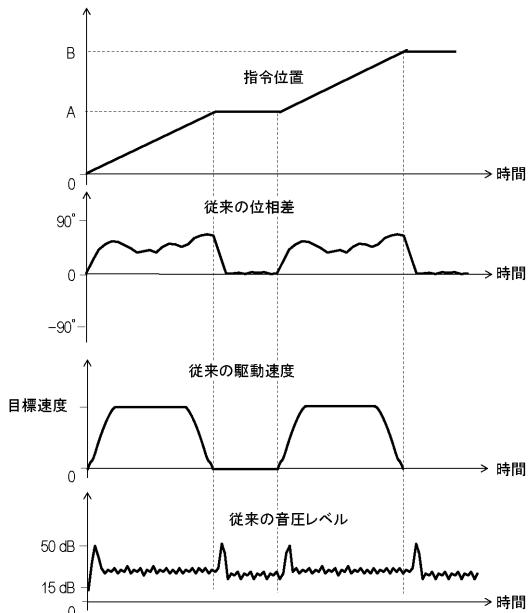
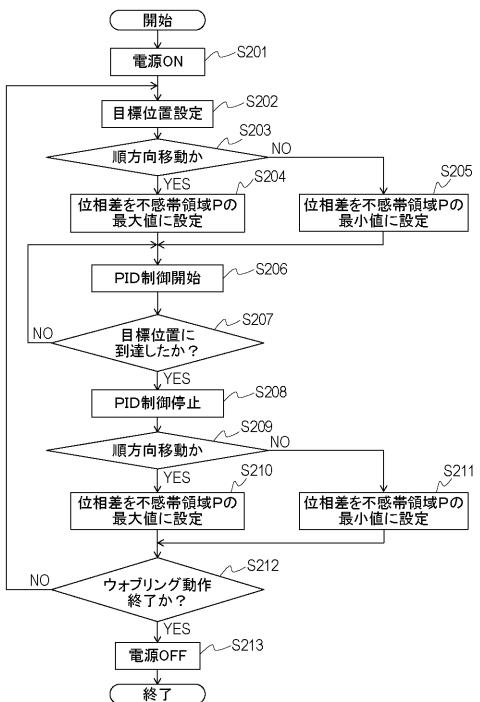


【図8】

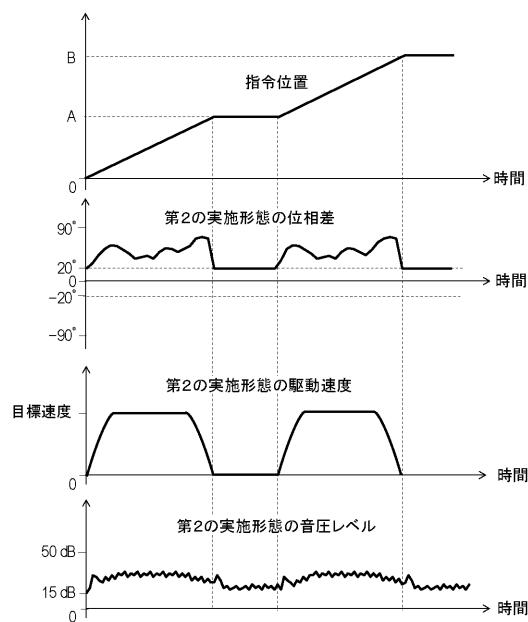


【図9】

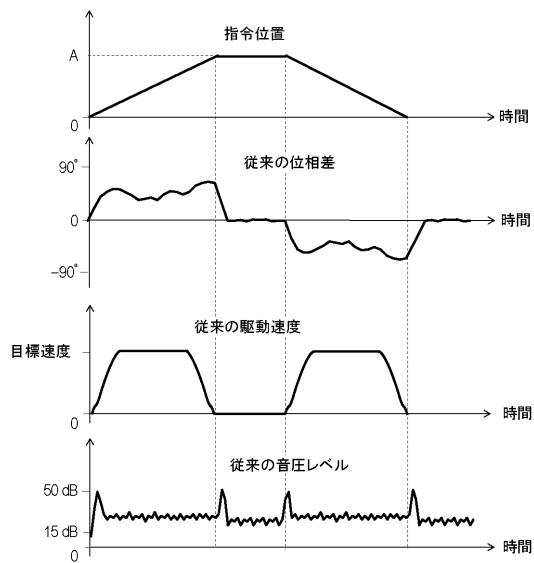
【図10】



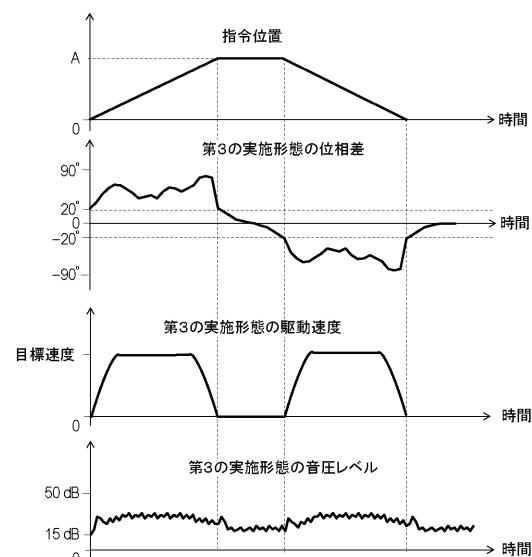
【図 1 1】



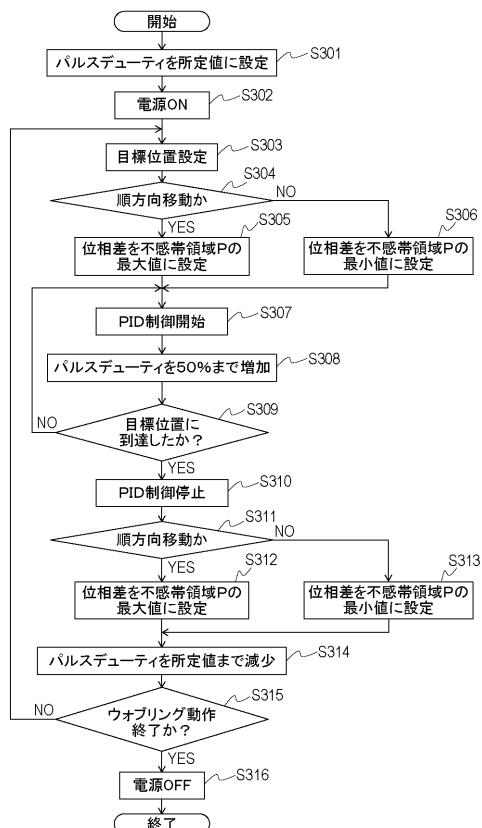
【図 1 2】



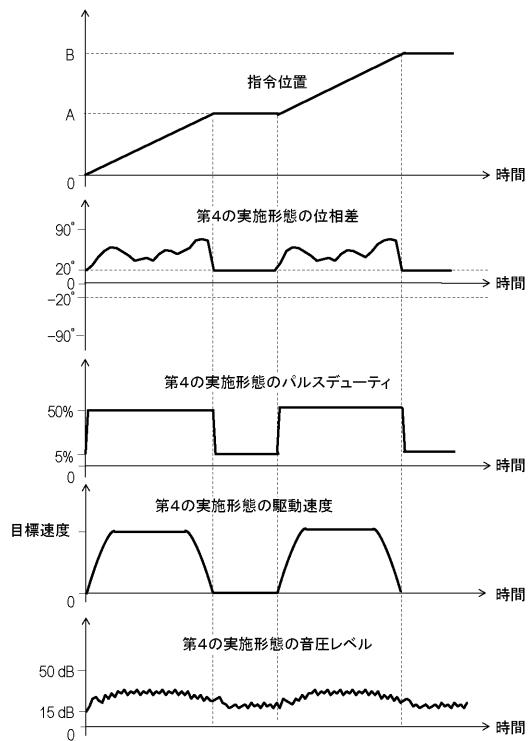
【図 1 3】



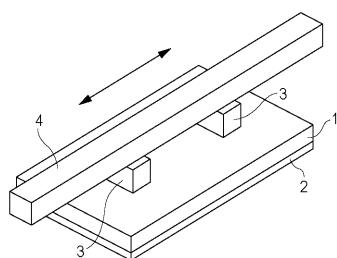
【図 1 4】



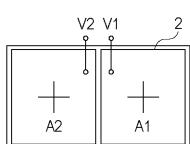
【図 1 5】



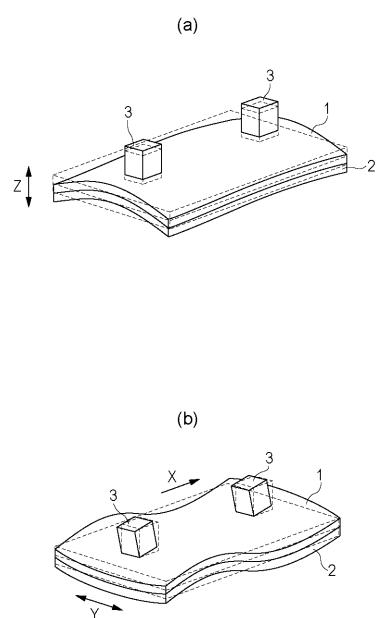
【図 1 6】



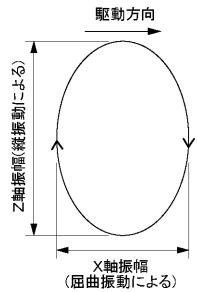
【図 1 7】



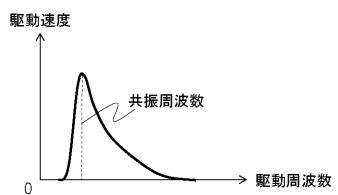
【図 1 8】



【図 19】



【図 20】



【図 21】

