

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4128248号
(P4128248)

(45) 発行日 平成20年7月30日(2008.7.30)

(24) 登録日 平成20年5月23日(2008.5.23)

(51) Int.Cl.

H02N 2/00 (2006.01)

F1

H02N 2/00

C

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-201561
 (22) 出願日 平成9年7月28日(1997.7.28)
 (65) 公開番号 特開平11-46488
 (43) 公開日 平成11年2月16日(1999.2.16)
 審査請求日 平成16年7月27日(2004.7.27)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100100952
 弁理士 風間 鉄也
 (74) 代理人 100097559
 弁理士 水野 浩司
 (72) 発明者 阿部 千幹
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
 リンパス光学工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波モータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の圧電素子を弾性体上に配列し、これら圧電素子に伸縮振動の周波数及び屈曲振動の周波数の各駆動信号を印加して前記弾性体に前記伸縮振動及び前記屈曲振動の両方を伝達する超音波モータにおいて、

前記弾性体を大振幅振動させる粗動動作又は前記弾性体を小振幅振動させる微動動作に切り換える粗動微動切換手段と、

この粗動微動切換手段による微動動作への切換動作に応じて前記圧電素子に印加する駆動信号を前記屈曲振動の周波数に切り換える駆動信号切換手段とを有することを特徴とする超音波モータ。

【請求項2】

前記微動動作の場合、前記複数の圧電素子に対して前記屈曲振動の周波数を含む所定周波数範囲の時間的に短い微小駆動信号を印加することを特徴とする請求項1記載の超音波モータ。

【請求項3】

複数の圧電素子を弾性体上に配列し、これら圧電素子に伸縮振動の周波数及び屈曲振動の周波数の各駆動信号を印加して前記弾性体に前記伸縮振動及び前記屈曲振動の両方を伝達する超音波モータにおいて、

前記弾性体を大振幅振動させる粗動動作又は前記弾性体を小振幅振動させる微動動作に切り換える粗動微動切換手段を具備し、

前記粗動微動切換手段から微動動作に切り換える指示を受けた場合は、前記複数の圧電素子に対して前記屈曲振動の周波数に一致させたバースト波である時間的に短い駆動信号を印加し、

前記粗動微動切換手段から粗動動作に切り換える指示を受けた場合は、前記複数の圧電素子に対して連続した又は時間的に長い駆動信号を印加することを特徴とする超音波モータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学機器や精密機械等の各種駆動装置に使用される超音波モータに関する。

10

【0002】

【従来の技術】

近年、光学機器や精密機械等の分野では、超音波モータが使用されるようになっている。この超音波モータは、これまでの電磁型モータに比べて小型でありながら高トルクが得られるなど種々の利点を有しており、その種類が回転型とリニア型とに大別できる。

【0003】

図5はかかる超音波モータのうち特開平6-105571号公報に開示されている超音波リニアモータにおける超音波振動子の構造を示す斜視図である。

この超音波リニアモータは、電気-機械エネルギー変換素子である圧電素子を駆動源として並進運動を発生可能にしたもので、直方体形状の基本弾性体1の上面に一对の圧電素子群2a、2bを配設してこれらを保持用弾性体3により保持し、これと共に基本弾性体1の下面に一对の摺動部材4a、4bを配設した構成となっている。

20

【0004】

このような構成において、圧電素子群2a、2bに正弦波電圧が印加されると、基本弾性体1には、図6に示すように長手方向に沿って伸縮振動が励起され、これと同時に図7に示すように基本弾性体1の長手方向に伝播する二次の定在波から成る横波の屈曲振動が励起される。

【0005】

ここで、超音波振動子の基本的な動作方法として、伸縮振動の一次共振周波数と横波である二次の屈曲振動の周波数とが一致するように基本弾性体1の長さ及び幅の各寸法が設定されている。

30

【0006】

これにより、上記のように圧電素子群2a、2bに正弦波電圧が印加されると、基本弾性体1上における横波の屈曲振動の最大屈曲点（振動の腹の位置）では、伸縮振動と屈曲振動との変位が合成され、基本弾性体1上の質点が楕円形の軌跡に沿って移動する。

【0007】

従って、かかる基本弾性体1上の最大屈曲点にそれぞれ摺動部材4a、4bを配置すると、これら摺動部材4a、4bは、図8に示すように伸縮振動と屈曲振動との変位の合成により楕円形の軌跡に沿って移動し、例えば被駆動体5を矢印（イ）方向に駆動するものとなる。

40

【0008】

一方、超音波モータとして例えば特開平6-327275号公報には、基本弾性体1の伸縮振動の一次共振周波数と横波である二次の屈曲振動の周波数とにおいて、屈曲振動周波数を伸縮振動周波数よりも低く設定することで、駆動周波数に対して稼動範囲を広く安定に動作することが記載されている。

【0009】

この場合、これら屈曲振動周波数と伸縮振動周波数との周波数差は、伸縮振動周波数が例えば54~55kHz程度の範囲としてその3%程度が望ましいとしている。

【0010】

又、この公知例には、屈曲周波数が伸縮周波数よりも低い場合でも、モータに加わる負荷

50

の有無に拘らず、伸縮周波数付近で駆動することでモータの最大速度が得られる例が記載されている。

【 0 0 1 1 】

さらに、超音波モータとして例えば特開平 8 - 2 1 4 5 7 1 号公報には、超音波モータを微小時間のバースト波の駆動信号により微小駆動する例が記載されている。

【 0 0 1 2 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、上記のように屈曲振動周波数を伸縮振動の一次共振周波数よりも低く設定する超音波モータでは、バースト波の駆動信号により定在波型の超音波モータを微小駆動した場合、次のような問題が生じる。

10

【 0 0 1 3 】

すなわち、超音波モータにおける超音波振動子の共振周波数は、ネットワークアナライザ等で簡単に測定できるものであり、その測定によると、例えば特開平 6 - 3 2 7 2 7 5 号公報では、伸縮共振周波数よりも屈曲共振周波数を 3 % 程度低くすることが望ましいとしているが、実際には、伸縮と屈曲との共振周波数の差を 3 % と設計し、その超音波振動子を組み立てた場合、基本弾性体 1 の素材のばらつき、加工ばらつき、組み立てばらつき等により伸縮振動周波数と屈曲振動周波数との差は上記 3 % に対して 2 ~ 5 % 程度の周波数差になることが分かる。

【 0 0 1 4 】

又、仮に伸縮と屈曲との両周波数を一致させるように設定したとしても、上記の如く基本弾性体 1 の素材のばらつき、加工や組み立てのばらつき等により伸縮と屈曲との両周波数は一致せずに 0 ~ 2 % 程度の誤差は生じる。

20

【 0 0 1 5 】

このような現状を踏まえて、伸縮振動と屈曲振動との変位の合成による基本弾性体 1 における各摺動部材 4 a、4 b の橢円振動を説明すると、超音波モータを駆動する方法には、圧電素子群 2 a、2 b に微小時間のバースト波の駆動信号を印加して微小駆動する方法と、連続信号又は十分時間的に長い駆動信号を圧電素子群 2 a、2 b に印加する方法とがあるが、このうちバースト波駆動信号で微小駆動させた場合、伸縮振動と屈曲振動との合成により形成される橢円振動は、連続信号により形成される橢円振動に比べて振幅が著しく小さくなる。特に伸縮振動周波数で駆動した場合には、屈曲振動周波数で駆動した場合に比べて、被駆動体 5 と平行な振幅成分が多く駆動体 5 に食い込む垂直成分が小さくなる。

30

【 0 0 1 6 】

このため、超音波モータでは、被駆動体 5 に食い込む垂直方向の振幅により発生する垂直抗力による摩擦力が駆動力となるが、この摩擦力が小さく駆動ミスとなる可能性が高くなり、微小駆動する際の動作安定性が損なわれる。

【 0 0 1 7 】

例えば、このような超音波モータを顕微鏡と組み合わせる電動ステージにオープンループ制御で適用すると、この顕微鏡では、例えば倍率 6 0 倍や 1 0 0 倍といった高倍対物レンズで試料を観察する場合、かなりの微小なステージの動作が要求され、これに併せて試料の交換や観察位置の探査のために高速な粗動動作も要求されるため、速い粗動動作に注目して伸縮振動周波数で駆動させた場合、上記の駆動ミスによりステージが動かない、又は動作がかなり不安定になり、試料の観察に大きな支障を来す。

40

【 0 0 1 8 】

又、例えば顕微鏡と組み合わせて微小な動作をするマイクロマニピュレータに応用する場合も同様に、微小駆動時の動作安定性を欠くことになり、マイクロマニピュレータを用いた作業に大きな支障を来すばかりでなく、その作業そのものが不可能になることがある。

【 0 0 1 9 】

そこで本発明は、伸縮振動周波数と屈曲振動周波数とに差がある場合、バースト波駆動信号で微小動作させるときでも安定動作できる超音波モータを提供することを目的とする。

50

【 0 0 2 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、複数の圧電素子を弾性体上に配列し、これら圧電素子に伸縮振動の周波数及び屈曲振動の周波数の各駆動信号を印加して弾性体に伸縮振動及び屈曲振動の両方を伝達する超音波モータにおいて、弾性体を大振幅振動させる粗動動作又は弾性体を小振幅振動させる微動動作に切り換える粗動微動切換手段と、この粗動微動切換手段による微動動作への切換動作に応じて圧電素子に印加する駆動信号を前記屈曲振動の周波数に切り換える駆動信号切換手段を有する。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

(1) 以下、本発明の第 1 の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、図 5 と同一部分には同一符号を付してある。

図 1 は超音波モータにおける超音波振動子の構造を示す斜視図である。

【 0 0 2 3 】

基本弾性体 1 の上面には、一对の圧電素子群 2 a、2 b が配設され、これらが保持用弾性体 3 により保持されている。又、基本弾性体 1 の下面には、一对の摺動部材 4 a、4 b が配設されている。なお、これら摺動部材 4 a、4 b は、基本弾性体 1 における二次の定在波の最大屈曲点（振動の腹の位置）付近に配置されている。

【 0 0 2 4 】

一方、図 2 はかかる超音波モータの駆動回路の構成図である。

正弦波発生器 1 0 には、正弦波周波数指示器 1 1 が接続されている。

この正弦波周波数指示器 1 1 は、予め測定された超音波振動子周波数データを保持し、基本弾性体 1 の共振周波数の正弦波 S S を正弦波発生器 1 0 に対して指示する機能を有している。

【 0 0 2 5 】

例えば、この正弦波周波数指示器 1 1 は、正弦波周波数指示器 1 1 の指示により、超音波振動子の伸縮振動の周波数例えば 5 7 k H z、超音波振動子の屈曲振動の周波数例えば 5 5 k H z に一致した正弦波 S S を発生する機能を有している。

【 0 0 2 6 】

又、この正弦波周波数指示器 1 1 は、圧電素子群 2 a、2 b を微小振動させて駆動する場合、複数の圧電素子群 2 a、2 b に対して屈曲振動の周波数の時間的に短い微小駆動信号、すなわち屈曲周波数 5 5 k H z に一致させたバースト波の駆動信号を発生させるための正弦波 S S を正弦波発生器 1 0 に対して指示する機能を有している。

【 0 0 2 7 】

この正弦波発生器 1 0 により発生した正弦波 S S は、2 分岐されて、一方の正弦波 S S が第 1 の乗算器 1 2 に直接供給され、他方の正弦波 S S が移相器 1 3 を通して第 2 の乗算器 1 4 に供給されている。

【 0 0 2 8 】

移相器 1 3 は、正弦波 S S を位相角 $\pi/2$ 又は $-\pi/2$ だけ移相する機能を有している。又、トリガ信号発生器 1 5 は、超音波振動子を駆動するためのトリガ信号 T S を発生し、このトリガ信号 T S を正弦波発生器 1 0 及びゲート信号発生器 1 6 に供給する機能を有している。

【 0 0 2 9 】

このうちゲート信号発生器 1 6 は、トリガ信号 T S の入力に同期して、バースト波を生成するためのゲート信号 G S を発生し、このゲート信号 G S を第 1 及び第 2 の乗算器 1 2、1 4 に供給する機能を有している。

【 0 0 3 0 】

制御回路 1 7 は、移相器 1 3 及びトリガ信号発生器 1 5 に対して動作制御するための指示を与える機能を有している。

次に上記の如く構成された装置の作用について説明する。

10

20

30

40

50

【0031】

正弦波発生器10は、正弦波周波数指示器11から指示された基本弾性体1の共振周波数の正弦波に従って、超音波振動子の伸縮振動周波数例えば57kHz、又は屈曲振動周波数例えば55kHzに一致した正弦波SSを連続して発生する。

【0032】

この正弦波SSは、2分岐されて、一方の正弦波SSが第1の乗算器12に直接供給され、他方の正弦波SSが移相器13に供給される。

この移相器13は、制御回路17から指示された駆動方向制御信号に従い、正弦波SSを位相角 $\pi/2$ 又は $-\pi/2$ だけ移相し、その移相された正弦波SS'を第2の乗算器14に供給する。

10

【0033】

一方、トリガ信号発生器15は、制御回路17の指示に従い、超音波振動子を駆動するためのトリガ信号TSを発生し、正弦波発生器10及びゲート信号発生器16に供給する。

【0034】

ゲート信号発生器16は、トリガ信号TSの入力に同期して、バースト波を生成するためのゲート信号GSを発生し、このゲート信号GSを第1及び第2の乗算器12、14に供給する。

【0035】

このうち第1の乗算器12は、正弦波発生器10から発生された正弦波SSとゲート信号GSとを乗算し、ゲート信号GSにより変調された変調正弦波を出力し、これをA相の駆動信号ASとして超音波振動子の圧電素子群2aに印加する。

20

【0036】

一方、第2の乗算器14は、移相器13により移相された正弦波SS'とゲート信号GSとを乗算し、ゲート信号GSにより変調された変調正弦波を出力し、これをB相の駆動信号BSとして超音波振動子の圧電素子2bに印加する。

【0037】

このように超音波振動子の圧電素子群2a、2bに駆動信号AS、BSが印加されることにより、基本弾性体1には、長手方向に沿って伸縮振動が励起され、これと同時に基本弾性体1の長手方向に伝播する二次の定在波から成る横波の屈曲振動が励起される。

【0038】

ここで、図3(a)(b)は超音波モータの超音波振動子に駆動信号AS、BSを印加して超音波振動を励起したときに発生する各摺動部材4a、4bの楕円振動を示している。

30

【0039】

同図に示す一方の楕円振動の軌跡 a_1 、 a_2 は連続信号又は十分時間的に長い駆動信号を圧電素子群2a、2bに印加した場合の各摺動部材4a、4bの軌跡であり、他方の楕円振動の軌跡 b_1 、 b_2 は微小動作を超音波モータにさせるときの時間的に短い微小駆動信号を圧電素子群2a、2bに印加した場合の各摺動部材4a、4bの軌跡である。

【0040】

これと共に同図(a)は駆動信号の周波数が超音波モータの超音波振動子の伸縮振動の周波数57kHzで駆動した場合の軌跡を示し、同図(b)は超音波振動子の屈曲振動の周波数55kHzで駆動した場合の軌跡を示している。

40

【0041】

なお、横方向に引かれている点線は、超音波モータにより駆動される被駆動体5との位置関係を示している。

同図から分かるように伸縮振動周波数57kHzで駆動した場合は、楕円振動が被駆動体5の長手方向に平行な横に長い楕円振動となる。

【0042】

一方、屈曲振動周波数55kHzで駆動した場合は、楕円振動が被駆動体5の法線方向と平行な垂直に長い楕円振動となる。

一般に知られているように摩擦力は、界面を形成する2種材料の摩擦係数と2種部材の間

50

に働く垂直抗力との積で求められる。

【 0 0 4 3 】

ここで、連続した又は時間的に十分に長い駆動信号 A S、B S で超音波モータを駆動した場合、図 3 に示すように伸縮振動周波数で駆動しようが、屈曲振動周波数で駆動しようが楕円振動の振幅は大きく、被駆動体 5 にめり込む垂直方向の振幅成分も十分に大きく、その結果として垂直抗力も大きくなる。

【 0 0 4 4 】

この結果、超音波モータによって被駆動体 5 を駆動するのに十分な摩擦力が被駆動体 5 界面と各摺動部材 4 a、4 b との間に得られる。

一方、微小駆動信号 A S、B S で駆動した場合、楕円振動の振幅は小さい。従って、伸縮振動周波数で駆動した場合、楕円振動の軌跡が被駆動体 5 の長手方向と平行なために、垂直方向に寄与する垂直方向の楕円振動の振幅が小さくなる。このため、超音波モータで被駆動体 5 を駆動するのに十分な駆動力が確保できず、微小動作が不安定となる。

【 0 0 4 5 】

これに対し、屈曲振動周波数で駆動した場合、被駆動体 5 の法線方向の振動振幅が大きく、伸縮振動周波数で駆動した場合に比べて、被駆動体 5 と各摺動部材 4 a、4 b との間に働く垂直抗力が大きい。

【 0 0 4 6 】

これにより、超音波モータを微小駆動信号で駆動する場合、屈曲振動周波数で駆動した方が発生する垂直抗力が大きく、その結果として駆動のための摩擦力が大きく十分な駆動力が確保でき、安定した微小動作ができる。

【 0 0 4 7 】

従って、基本弾性体 1 を微小振動させて駆動する場合、正弦波周波数指示器 1 1 は、複数の圧電素子群 2 a、2 b に対して屈曲振動周波数の時間的に短い微小駆動信号、すなわち屈曲周波数 5 5 k H z に一致させたバースト波の駆動信号を発生させるための正弦波 S S を正弦波発生器 1 0 に対して指示する。

【 0 0 4 8 】

この屈曲周波数 5 5 k H z に一致させたバースト波駆動信号を発生させるための正弦波 S S による微小駆動信号 A S、B S がそれぞれ圧電素子群 2 a、2 b に印加されることにより、基本弾性体 1 には、長手方向に沿って伸縮振動が励起され、これと同時に基本弾性体 1 の長手方向に伝播する二次の定在波から成る横波の屈曲振動が励起され、各摺動部材 4 a、4 b は、図 3 (b) に示す楕円振動の軌跡 b_2 に沿って移動し、被駆動体 5 を駆動する。

【 0 0 4 9 】

このように上記第 1 の実施の形態においては、基本弾性体 1 を微小振動させて駆動する場合、圧電素子群 2 a、2 b に対して屈曲振動周波数 5 5 k H z に一致させた時間的に短い微小駆動信号、すなわちバースト波駆動信号を印加するようにしたので、このバースト波駆動信号で微小動作させるときでも、楕円振動による被駆動体 5 に食い込む垂直方向の振幅成分が大きく得られ、安定した駆動力を発生させることができる。

【 0 0 5 0 】

例えば、このような超音波モータを顕微鏡の視野下で微小針を用いて細胞等を操作するマイクロマニピュレータに応用した場合、マイクロマニピュレータの操作者は非常に微細な動作を安定かつ滑らかに動作させることが実現でき、快適なマニピュレーションを行うことができる。

【 0 0 5 1 】

又、上記超音波モータを例えば顕微鏡に組み付けて細胞、試料等を多次元に移動せしめるステージに応用すれば、顕微鏡並びに多次元ステージの操作者は非常に微細な動作を安定かつ滑らかに動作させることが実現でき、快適な操作を行うことができる。

(2) 次に本発明の第 2 の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、図 1 及び図 2 と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

超音波モータにおける超音波振動子の構造は図 1 に示す構造と同一であり、かつ図 2 はかかる超音波モータの駆動回路の構成図である。

粗微動動作切換指示器 1 8 は、基本弾性体 1 を大振幅振動させる粗動動作又は弾性体 1 を小振幅振動させる微動動作に切り換える指示を正弦波周波数指示器 1 1 及びゲート信号発生器 1 6 に対して発する機能を有している。

【 0 0 5 3 】

次に上記の如く構成された装置の作用について説明する。

粗動動作させる場合、粗微動動作切換指示器 1 8 は、大振幅振動させる粗動動作に切り換える指示を正弦波周波数指示器 1 1 及びゲート信号発生器 1 6 に対して発する。

10

【 0 0 5 4 】

これにより正弦波発生器 1 0 は、正弦波周波数指示器 1 1 から指示された基本弾性体 1 の伸縮振動の周波数 5 7 k H z の正弦波に従ってその正弦波 S S を連続して発生する。

【 0 0 5 5 】

又、ゲート信号発生器 1 6 は、粗動動作に切り換える指示を受け、連続した又は時間的に十分に長い駆動信号を発生するためのゲート信号 G S を第 1 及び第 2 の乗算器 1 2、1 4 に供給する。

【 0 0 5 6 】

このうち第 1 の乗算器 1 2 は、正弦波発生器 1 0 から発生された伸縮振動の周波数 5 7 k H z の正弦波 S S とゲート信号 G S とを乗算し、ゲート信号 G S により変調された変調正弦波を出力し、これが A 相の駆動信号 A S として超音波振動子の圧電素子群 2 a に印加される。

20

【 0 0 5 7 】

一方、第 2 の乗算器 1 4 は、移相器 1 3 により移相された正弦波 S S ' とゲート信号 G S とを乗算し、ゲート信号 G S により変調された変調正弦波を出力して、これが B 相の駆動信号 B S として超音波振動子の圧電素子 2 b に印加される。

【 0 0 5 8 】

このように超音波振動子の圧電素子群 2 a、2 b に駆動信号 A S、B S が印加されることにより、基本弾性体 1 には、長手方向に沿って伸縮振動が励起され、これと同時に基本弾性体 1 の長手方向に横波の屈曲振動が励起される。

30

【 0 0 5 9 】

これにより、各摺動部材 4 a、4 b は、被駆動体 5 の垂直方向及び水平方向の両方向に大きな振幅を持って楕円振動する。この場合、被駆動体 5 と各摺動部材 4 a、4 b との間には、超音波モータが被駆動体 5 を駆動するのに十分な摩擦力が得られる。そして、超音波モータの動作方向である被駆動体 5 と平行方向への楕円振動の振幅も大きいので、粗動動作として十分な動作速度が得られる。

【 0 0 6 0 】

一方、微小振動させて駆動する場合、粗微動動作切換指示器 1 8 は、小振幅振動させる微動動作に切り換える指示を正弦波周波数指示器 1 1 及びゲート信号発生器 1 6 に対して発するものとなり、この後の動作は、上記第 1 の実施の形態で説明したのと同様であり、ここでは省略する。

40

【 0 0 6 1 】

このように上記第 2 の実施の形態においては、大振幅振動させる粗動動作又は小振幅振動させる微動動作に切り換える粗微動動作切換指示器 1 8 を備えたので、上記第 1 の実施の形態の効果と同様な効果を奏することは言うまでもなく、微動駆動と粗動駆動との駆動周波数をそれぞれ基本弾性体 1 の屈曲振動周波数又は伸縮振動周波数にすることで、微動動作時の動作安定性と粗動動作時の効率の速い動作速度を得ることができる。

【 0 0 6 2 】

例えば、伸縮振動周波数が 5 7 . 0 k H z で、屈曲振動周波数が 5 5 . 0 k H z の基本弾性体 1 を用いて顕微鏡下で微小針により細胞等に操作を加えるマイクロマニピュレータを

50

構成すると、細胞へ何等かの操作をする微動動作時には、屈曲振動周波数で安定した微動動作を実現し、微小針のポジショニングである粗動動作時には伸縮振動周波数に切り換えて粗動動作させることで素早いポジショニングができ、極めて作業効率のよいマイクロマニピュレータが実現できる。

【 0 0 6 3 】

なお、本発明は、上記第 1 及び第 2 の実施の形態に限定されるものでなく次の通り変形してもよい。

例えば、微動駆動する周波数を厳密に超音波振動子（基本弾性体 1）の屈曲振動周波数例えば 55.0 kHz とせず、例えば屈曲振動周波数から上限 + 2 %、下限 - 5 % の範囲で駆動することが可能である。この場合、屈曲振動周波数に対して上限 + 1 %、下限 - 3 % の範囲で駆動することが望ましく、さらに言えば上限 + 0 %、下限 - 2 % の範囲で駆動することが望ましい。

10

【 0 0 6 4 】

例えば、超音波振動子の屈曲振動周波数が厳密に知られていない場合や、超音波振動子の組み立てによるばらつき誤差で屈曲振動周波数が変動する場合が考えられる。

【 0 0 6 5 】

このような場合、上記第 1 の実施の形態で説明したように厳密に屈曲振動周波数で駆動することが不可能になることが有り得るが、上記のように屈曲振動周波数に対して上限、下限の範囲を設けておけば、屈曲振動周波数で駆動するのと同様の効果を得ることができる。

20

【 0 0 6 6 】

又、粗動駆動する周波数を厳密に超音波振動子の伸縮振動周波数にする必要もなく、例えば伸縮振動周波数に対して上限 + 6 %、下限 - 6 % の範囲で駆動することで同様の効果を得ることができ、この場合、伸縮振動周波数に対して上限 + 3 %、下限 - 3 % の範囲で駆動することが望ましく、さらに言えば上限 + 2 %、下限 - 2 % の範囲で駆動することが望ましい。

【 0 0 6 7 】

又、超音波振動子の伸縮振動周波数が厳密に知られていない場合でも、上記第 2 の実施の形態で説明したのと同様に厳密に伸縮振動周波数で駆動することが不可能になることが有り得るが、この場合でも、伸縮振動周波数に対して上限、下限の範囲で駆動することで同様の効果を奏することができる。

30

【 0 0 6 8 】

【発明の効果】

以上詳記したように本発明によれば、伸縮振動周波数と屈曲振動周波数とに差がある場合、パースト波駆動信号で微小動作させるときでも安定動作できる超音波モータを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係わる超音波モータにおける超音波振動子の第 1 の実施の形態を示す斜視図。

【図 2】同超音波モータの駆動回路の構成図。

40

【図 3】伸縮・屈曲振動の周波数で駆動したときの楕円軌跡を示す模式図。

【図 4】本発明に係わる超音波モータの第 2 の実施の形態を示す駆動回路の構成図。

【図 5】従来の超音波リニアモータにおける超音波振動子の構造を示す斜視図。

【図 6】基本弾性体の長手方向に沿って励起される伸縮振動を示す模式図。

【図 7】基本弾性体の長手方向に伝播する横波の屈曲振動を示す模式図。

【図 8】伸縮振動と屈曲振動との変位の合成による楕円形の軌跡を示す図。

【符号の説明】

1 ... 基本弾性体、

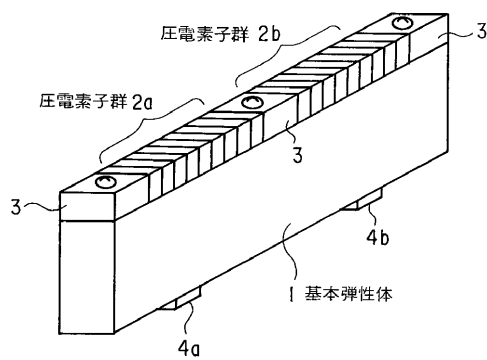
2 a , 2 b ... 圧電素子群、

4 a , 4 b ... 摺動部材、

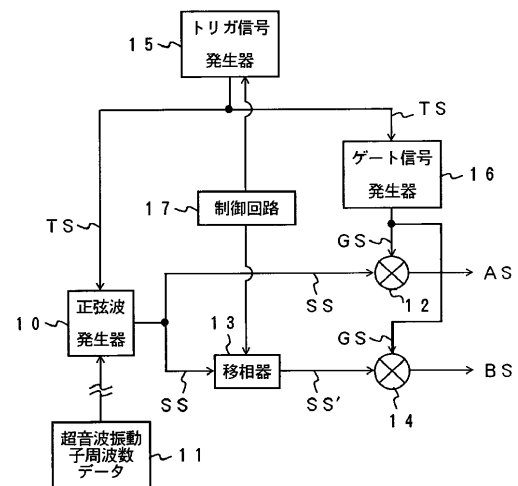
50

- 1 0 ...正弦波発生器、
- 1 1 ...正弦波周波数指示器、
- 1 2 ...第 1 の乗算器、
- 1 3 ...移相器、
- 1 4 ...第 2 の乗算器、
- 1 5 ...トリガ信号発生器、
- 1 6 ...ゲート信号発生器、
- 1 7 ...制御回路、
- 1 8 ...粗微動動作切換指示器。

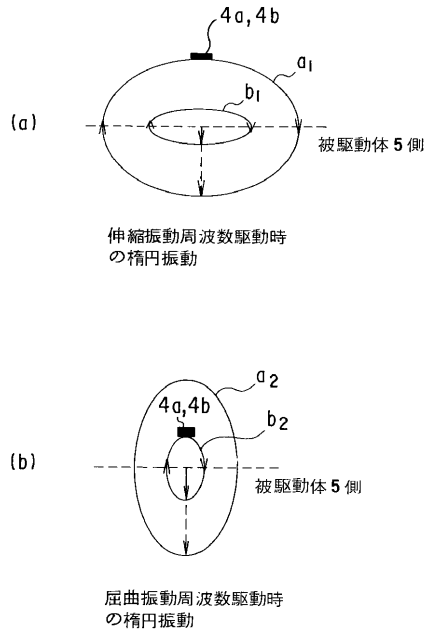
【図 1】



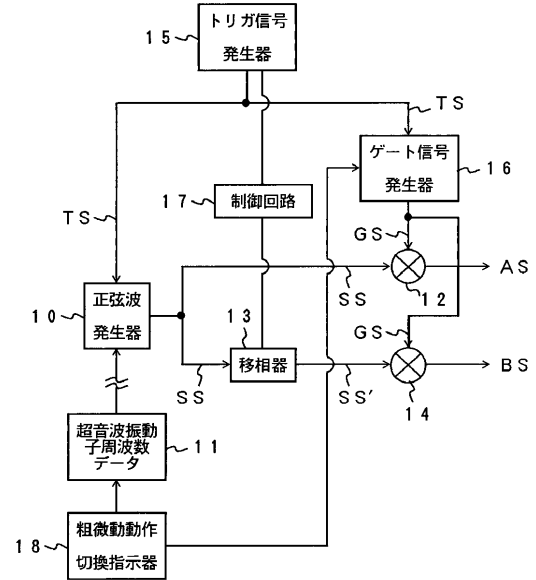
【図 2】



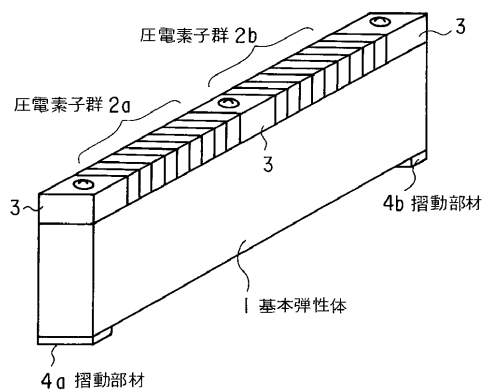
【図 3】



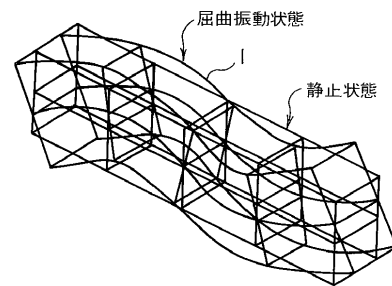
【図 4】



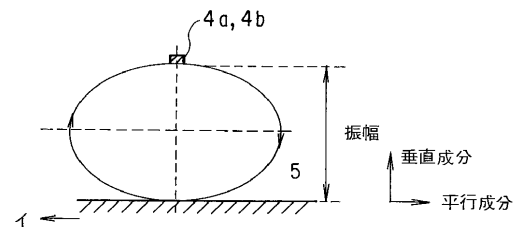
【図 5】



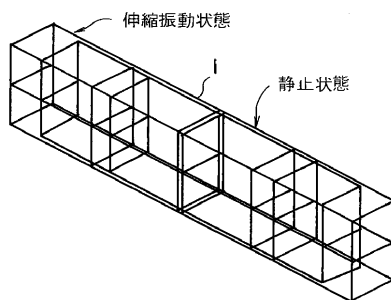
【図 7】



【図 8】



【図 6】



フロントページの続き

審査官 森山 拓哉

- (56)参考文献 特開平 0 7 - 3 3 7 0 4 6 (J P , A)
特開平 0 6 - 3 2 7 2 7 5 (J P , A)
特開平 0 7 - 2 7 4 5 5 2 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 1 4 5 7 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H02N 2/00