

(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2009-189204
(P2009-189204A)

(43) 公開日 平成21年8月20日(2009.8.20)

(51) Int.Cl.

H02N 2/00 (2006.01)

F 1

H02N 2/00

C

テーマコード(参考)

5H680

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2008-28991 (P2008-28991)

(22) 出願日

平成20年2月8日 (2008.2.8)

(71) 出願人 303000408

コニカミノルタオプト株式会社

東京都八王子市石川町2970番地

(74) 代理人 100084146

弁理士 山崎 宏

(74) 代理人 100081422

弁理士 田中 光雄

(74) 代理人 100100170

弁理士 前田 厚司

(72) 発明者 湯浅 智行

東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタオプト株式会社内

F ターム(参考) 5H680 AA06 AA08 AA12 BB13 DD01

DD23 DD27 DD53 DD59 DD73

DD83 FF25 FF33 FF38

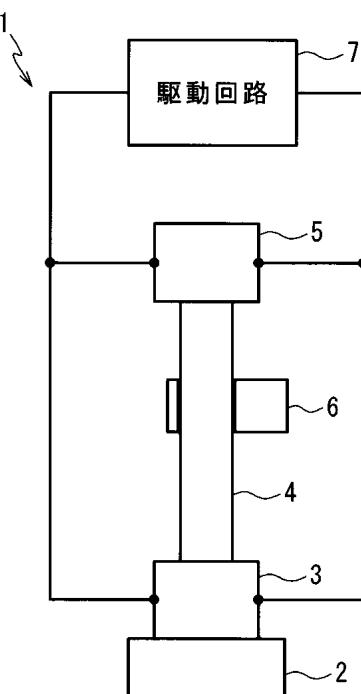
(54) 【発明の名称】 駆動装置

(57) 【要約】

【課題】駆動効率が高く、外力に強い駆動装置を提供する。

【解決手段】駆動装置1は、電圧が印加されると伸縮する第1電気機械変換素子3と、第1電気機械変換素子3に一端が固定された振動部材4と、振動部材4の他端に固定され、電圧が印加されると伸縮する第2電気機械変換素子5と、振動部材4にスライド移動可能に摩擦係合する摩擦係合部材6とを有し、第2電気機械変換素子5にのみ電圧を印加したときの振動部材4の振動の共振点が、第1電気機械変換素子3にのみ電圧を印加したときの振動部材4の振動の共振点の約2倍の周波数となるようとする。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電圧が印加されると伸縮する第1電気機械変換素子と、
前記第1電気機械変換素子に一端が固定された振動部材と、
前記振動部材の他端に固定され、電圧が印加されると伸縮する第2電気機械変換素子と
、
前記振動部材にスライド移動可能に摩擦係合する摩擦係合部材とを有し、
前記第1電気機械変換素子および前記第2電気機械変換素子に印加する電圧の周波数に対する前記振動部材の振幅が、1次共振点および前記1次共振点の約2倍の2次共振点を有することを特徴とする駆動装置。

10

【請求項 2】

前記2次共振点は、前記1次共振点の1.8倍以上、2.2倍以下であることを特徴とする請求項1に記載の駆動装置。

【請求項 3】

前記第1電気機械変換素子および前記第2電気機械変換素子に、前記1次共振点の0.8倍以上、1.2倍以下の周波数の駆動電圧を印加する駆動回路を有することを特徴とする請求項1または2に記載の駆動装置。

【請求項 4】

電圧が印加されると伸縮する第1電気機械変換素子と、
前記第1電気機械変換素子に一端が固定された振動部材と、
前記振動部材の他端に固定され、電圧が印加されると伸縮する第2電気機械変換素子と
、
前記振動部材にスライド移動可能に摩擦係合する摩擦係合部材とを有し、
前記第2電気機械変換素子にのみ電圧を印加したときの前記振動部材の振動の共振点は、前記第1電気機械変換素子にのみ電圧を印加したときの前記振動部材の振動の共振点の約2倍の周波数であることを特徴とする駆動装置。

20

【請求項 5】

前記第2電気機械変換素子にのみ電圧を印加したときの前記振動部材の振動の共振点は、前記第1電気機械変換素子にのみ電圧を印加したときの前記振動部材の振動の共振点の1.8倍以上、2.2倍以下であることを特徴とする請求項4に記載の駆動装置。

30

【請求項 6】

前記第1電気機械変換素子および前記第2電気機械変換素子に、前記第1電気機械変換素子にのみ電圧を印加したときの前記振動部材の振動の共振点の0.8倍以上、1.2倍以下の周波数の駆動電圧を印加する駆動回路を有することを特徴とする請求項4または5に記載の駆動装置。

【請求項 7】

前記駆動電圧は、略矩形波であることを特徴とする請求項3または6に記載の駆動装置。

【請求項 8】

前記第1電気機械変換素子または前記第2電気機械変換素子の前記振動部材の反対側に錘が固定されていることを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の駆動装置。

40

【請求項 9】

電圧が印加されると伸縮し、質量がa、単体において正弦波電圧に対する伸縮の振幅が極大となる共振周波数が f_{p_1} である第1電気機械変換素子と、

前記第1電気機械変換素子の伸縮方向片側に一端が固定され、質量がbである振動部材と、

電圧が印加されると伸縮し、質量がc、単体において正弦波電圧に対する伸縮の振幅が極大となる共振周波数が f_{p_2} であり、前記振動部材の他端に伸縮方向片側が固定された第2電気機械変換素子と、

前記第1電気機械変換素子の伸縮方向反対側に固定された質量dの錘と、

50

前記振動部材に摺動可能に摩擦係合する摩擦係合部材とを有し、
次の式を略満足することを特徴とする駆動装置。

【数1】

$$2f_{p1}\sqrt{d^3 + 4d^2(a+b+c) + 4d(a+b+c)^2} \\ = f_{p2}\sqrt{a^3 + 4a^2(b+c+d) + 4a\{b^2 + (c+d)^2 + 3b(c+d)\} + 8b(c+d)(b+c+d)}$$

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電気機械変換素子の伸縮によって軸状の振動部材を前後非対称に振動させることにより、振動部材に摩擦係合する摩擦係合部材を振動部材に対してすべり移動させる振動型の駆動装置が公知である。振動型の駆動装置では、電気機械変換素子に鋸歯波を入力して振動部材を非対称に振動させる場合と、周波数の高い矩形波状の電圧を入力して、電気機械変換素子の周波数特性によって、振動部材の非対称な鋸歯波に近い波形の振動を得る場合がある。

【0003】

20

鋸歯波 $f(t)$ をフーリエ展開すると、 $f(t) = 2 \sin(t) - \sin(2t) + 2/3 \sin(3t) + \dots$ と表すことができる。これより、振動部材を鋸歯状に振動させるためには、電気機械変換素子の伸縮の周波数特性が、基本周波数および2次高調波（倍調波）においてゲインが高く、2次高調波の応答の位相が基本周波数の応答の位相に比べて 180° 遅れることが分かる。

【0004】

このような周波数特性を実現するために、特許文献1では、2つの電気機械変換素子を錐を挟んで接合することで、周波数比が略 $1 : 2$ となるような2つの共振点を形成している。しかしながら、このような構成は、部品点数が多くなるという問題点がある。

【0005】

30

また、錐により慣性モーメントが大きくなったり電気機械変換素子に片持ちに支持された振動部材に対して、例えば、摩擦係合部材を介して、軸方向に直角方向の外力が作用したとき、電気機械変換素子と振動部材との接合部には大きな曲げモーメントが加わり、接合部が破損する危険性があるという問題もある。

【特許文献1】特開2005-318720号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前記問題点に鑑みて、本発明は、駆動効率が高く、外力に強い駆動装置を提供することを課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記課題を解決するために、本発明による駆動装の第1の態様は、電圧が印加されると伸縮する第1電気機械変換素子と、前記第1電気機械変換素子に一端が固定された振動部材と、前記振動部材の他端に固定され、電圧が印加されると伸縮する第2電気機械変換素子と、前記振動部材にスライド移動可能に摩擦係合する摩擦係合部材とを有し、前記第1電気機械変換素子および前記第2電気機械変換素子に印加する電圧の周波数に対する前記振動部材の振幅が、1次共振点および前記1次共振点の約2倍の2次共振点を有するものとする。

【0008】

50

この構成によれば、振動部材の両端に質量のある電気機械変換素子を固定したことで、振動部材に外力が作用したとき、両方の電気機械変換素子に対して力が分散して作用するため、接合部が破損しにくい。また、振動部材の両端にそれぞれ電気機械変換素子を設けたことで駆動電圧に対する振動部材の振動が2つの共振点を有するようにし、2次共振点が1次共振点の約2倍となるようにしたので、1次共振点を基本周波数とし、2次高調波を含む駆動電圧により、効率よく振動部材を鋸歯状に振動させて摩擦係合部材をすべり移動させられる。

【0009】

また、本発明の第1の態様の駆動装置は、前記2次共振点が、前記1次共振点の1.8倍以上、2.2倍以下であることが好ましく、前記第1電気機械変換素子および前記第2電気機械変換素子に、前記1次共振点の0.8倍以上、1.2倍以下の周波数の駆動電圧を印加する駆動回路を有してもよい。10

【0010】

この構成によれば、駆動電圧の基本波および2次高調波によって振動部材の大きな変位が得られ、摩擦係合部材を効率よくすべり移動させられる。

【0011】

また、本発明による駆動装の第2の態様は、電圧が印加されると伸縮する第1電気機械変換素子と、前記第1電気機械変換素子に一端が固定された振動部材と、前記振動部材の他端に固定され、電圧が印加されると伸縮する第2電気機械変換素子と、前記振動部材にスライド移動可能に摩擦係合する摩擦係合部材とを有し、前記第2電気機械変換素子にのみ電圧を印加したときの前記振動部材の振動の共振点は、前記第1電気機械変換素子にのみ電圧を印加したときの前記振動部材の振動の共振点の約2倍周波数であるものとする。20

【0012】

本発明の駆動装置では、いずれか一方の電気機械変換素子に電圧を印加したときの共振点は、2つの電気機械変換素子に電圧を印加したときの周波数応答における共振点と合致する。このため、第2電気機械変換素子にのみ電圧を印加したときの共振点を第1電気機械変換素子にのみ電圧を印加したときの共振点の2倍の周波数にすることで、1次共振点の2倍の共振周波数を有する共振点を設けることができ、基本波と2次高調波とを含む駆動電圧によって効率的な駆動ができる。

【0013】

また、本発明の第2の態様の駆動装置は、前記第2電気機械変換素子にのみ電圧を印加したときの前記振動部材の振動の共振点が、前記第1電気機械変換素子にのみ電圧を印加したときの前記振動部材の振動の共振点の1.8倍以上、2.2倍以下であることが好ましく、さらに、前記第1電気機械変換素子および前記第2電気機械変換素子に、前記第1電気機械変換素子にのみ電圧を印加したときの前記振動部材の振動の共振点の0.8倍以上、1.2倍以下の周波数の駆動電圧を印加する駆動回路を有してもよい。30

【0014】

この構成によれば、駆動電圧の基本波および2次高調波によって振動部材の大きな変位が得られ、摩擦係合部材を効率よくすべり移動させられる。

【0015】

また、本発明の駆動装置において、前記駆動電圧は、略矩形波であってもよい。40

【0016】

この構成によれば、駆動回路が簡単に構成できる。

【0017】

また、本発明の駆動装置において、前記第1電気機械変換素子または前記第2電気機械変換素子の前記振動部材の反対側に錘が固定されてもよい。

【0018】

この構成によれば、錘を振動部材の振動の原点にすることで、効率的な摩擦係合部材の駆動ができる。

【0019】

10

20

30

40

50

また、本発明の駆動装置は、電圧が印加されると伸縮し、質量がa、単体において正弦波電圧に対する伸縮の振幅が極大となる共振周波数が f_{p1} である第1電気機械変換素子と、一端が前記第1電気機械変換素子の伸縮方向片側に固定され、質量がbである振動部材と、電圧が印加されると伸縮し、質量がc、単体において正弦波電圧に対する伸縮の振幅が極大となる共振周波数が f_{p2} であり、前記振動部材の他端に伸縮方向片側が固定された第2電気機械変換素子と、前記第1電気機械変換素子の伸縮方向反対側に固定された質量dの錘と、前記振動部材に摺動可能に摩擦係合する摩擦係合部材とを有し、次の式を略満足するものとする。

【数1】

$$2f_{p1}\sqrt{d^3 + 4d^2(a+b+c) + 4d(a+b+c)^2} = f_{p2}\sqrt{a^3 + 4a^2(b+c+d) + 4a\{b^2 + (c+d)^2 + 3b(c+d)\} + 8b(c+d)(b+c+d)}$$

【0020】

この構成によれば、振動部材の振幅が極大となる電圧の共振周波数が2つでき、その周波数の比が略1:2になる。このため、矩形波状の駆動電圧によって、振動部材を鋸歯状に変位させることができ、摩擦係合部材を効率よくすべり移動させることができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、振動部材の両端に電気機械変換素子を設けたことで、電圧入力に対して振動部材の振幅が2つの極大点を有し、振動部材を鋸歯状に振動させて摩擦係合部材を効率よくすべり移動させることができる。また、振動部材の両端に電気機械変換素子を設けたことで、摩擦係合部材や振動部材に作用した外力が第1電気機械変換素子と第2電気機械変換素子とに分散して作用するため、振動部材と電気機械変換素子との接合部が破損しにくい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

これより、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明の1つの実施形態である駆動装置1の概略を示す。駆動装置1は、錘2と、電圧が印加されると伸縮し、その伸縮方向片側が錘2に固定された第1電気機械変換素子3と、第1電気機械変換素子4の伸縮方向反対側に一端が固定された軸状の振動部材4と、電圧が印加されると伸縮し、その伸縮方向片側が振動部材4の他端に固定された第2電気機械変換素子5と、振動部材4に摩擦力によって係合し、振動部材4上ですべり変位可能な摩擦係合部材6と、第1電気機械変換素子3および第2電気機械変換素子5に所定波形の駆動電圧を印加可能な駆動回路7とを有する。

【0023】

錘2は、直径2mm、高さ2.5mmのタングステン合金からなり、質量cが141.1mgである。第1電気機械変換素子3は、1mm、高さ3mmのPZTからなる圧電素子であり、質量aが24mg、単体（両端をフリーにした状態）で伸縮の振幅が最も大きくなる正弦波電圧の周波数（共振周波数） f_{p1} が348kHzである。振動部材4は、直径1mm、高さ9.5mmのCFRPからなり、質量bが11.6mgである。第2電気機械変換素子5は、1mm、高さ2mmのPZTからなる圧電素子であり、質量dが20mg、単体（両端をフリーにした状態）での共振周波数 f_{p2} が290kHzである。摩擦係合部材6は、亜鉛からなり、不図示のねね部材により振動部材4に摩擦係合している。

【0024】

図2に、駆動回路7の構成を示す。駆動回路7は、実配線して構成された布線回路部8と、マイコンからなる制御部9とからなる。布線回路部8は、トランジスタ10, 11, 12, 13を有し、並列に接続された第1電気機械変換素子3と第2電気機械変換素子5との一方の電極に、電源Vp(V)を接続し、第1電気機械変換素子3と第2電気機械変

10

20

30

40

50

換素子 5との他方の電極を接地することで、第1電気機械変換素子3および第2電気機械変換素子5に±V_p(V)、波高2V_p(V)の矩形波電圧を印加可能なフルブリッジ回路である。

【0025】

制御部9は、トランジスタ10,12をオンし、トランジスタ11,13をオフ、或いは、トランジスタ10,12をオフし、トランジスタ11,13をオンするような制御信号を出力することで、先に説明したように、布線回路部8に第1電気機械変換素子3および第2電気機械変換素子5に±V_p(V)を印加させるようプログラムされている。

【0026】

図3に、駆動回路7を切り離して、第1電気機械変換素子3にのみ可変周波数正弦波電源を接続し、正弦波電圧を印加したときの振動部材4の振幅と、振動の正弦波電圧に対する位相との周波数特性を示す。図示するように、第1電気機械変換素子3のみに正弦波電圧を印加した場合、振動部材4は約90kHzで共振し、その振幅が極大となる。

【0027】

この共振周波数f₁は、第1電気機械変換素子3の単体時の共振周波数f_{p1}を用いて、次の式で表すことができる。

【数2】

$$f_1 = f_{p1} \sqrt{\frac{a(a+b+c+d)^2}{a^3 + 4a^2(b+c+d) + 4a\{b^2 + (c+d)^2 + 3b(c+d)\} + 8b(c+d)(b+c+d)}}$$

【0028】

図4に、第2電気機械変換素子5にのみ可変周波数正弦波電源を接続し、正弦波電圧を印加したときの振動部材4の振幅と、振動の正弦波電圧に対する位相との周波数特性を示す。図示するように、第2電気機械変換素子5のみに正弦波電圧を印加した場合、振動部材4は約180kHzで共振し、その振幅が極大となる。

【0029】

この共振周波数f₂は、第2電気機械変換素子5の単体時の共振周波数f_{p2}を用いて、次の式で表すことができる。

【数3】

$$f_2 = f_{p2} \sqrt{\frac{a(a+b+c+d)^2}{d^3 + 4d^2(a+b+c) + 4d(a+b+c)^2}}$$

【0030】

さらに、図5に、駆動装置1の駆動回路7に代えて、第1電気機械変換素子3および第2電気機械変換素子に並列に可変周波数正弦波電源を接続し、正弦波電圧を印加したときの振動部材4の振幅と、振動の正弦波電圧に対する位相との周波数特性を示す。図示するように、この場合の周波数応答は、第1電気機械変換素子3にのみに正弦波電圧を印加したときのグラフ(図3)と第2電気機械変換素子5にのみに正弦波電圧を印加したときのグラフ(図4)とを重ね合わせたような特性となる。つまり、駆動装置1の周波数特性は、第1電気機械変換素子3にのみに正弦波電圧を印加したときの共振点f₁で1次共振し、第2電気機械変換素子5にのみに正弦波電圧を印加したときの共振点f₂で2次共振する。また、2次共振点f₂における振動部材4の位相は、1次共振点f₁における振動部材4の位相に比べて、90°以上遅れている。

【0031】

第1電気機械変換素子3にのみに正弦波電圧を印加したときの共振周波数、つまり、駆動装置1の1次共振点f₁と、第2電気機械変換素子5にのみに正弦波電圧を印加したときの共振周波数、つまり、駆動装置1の1次共振周波数f₁と2次共振周波数f₂との比が略1:2であるので、駆動装置1の振動部材4は、1次共振周波数f₁の成分を基本波

10

20

30

40

50

とし、2次高調波成分を含む波形に対して、その利得が大きくなる。

【0032】

このように、2次共振点 f_2 を1次共振点 f_1 の2倍にするには、数2および数3より導かれる、次の関係式を満たすようにすればよい。

【数4】

$$2f_{p1}\sqrt{d^3 + 4d^2(a+b+c) + 4d(a+b+c)^2} \\ = f_{p2}\sqrt{a^3 + 4a^2(b+c+d) + 4a\{b^2 + (c+d)^2 + 3b(c+d)\} + 8b(c+d)(b+c+d)}$$

【0033】

図6に、駆動回路7の出力を、周波数90kHz、デューティ比0.33の矩形波電圧としたときの振動部材4の振動波形を示す。駆動装置1の周波数特性は、概略、基本波と位相が遅れた2次高調波とを重ねた波形になる。すなわち、振動部材4の振動波形は、図示するように、伸縮方向によって速度が非対称な、急峻に伸長してから緩慢に収縮する鋸歯状ものとなる。

【0034】

このように振動部材4が振動する場合、摩擦係合部材6は、振動部材4が伸長するときには、自身の慣性力によってその場に留まろうとして、振動部材4上ですべり移動し、振動部材4が収縮するときには、振動部材4に摩擦係合したまま振動部材4と共に絶対位置を移動する。

【0035】

また、図7に、駆動回路7の出力のデューティ比を、0.33の補数である0.67に変更したときの振動部材4の振動波形を示す。この場合、図示するように、振動部材4の振動波形は、デューティ比が0.33の場合の波形の伸長方向と収縮方向と逆にした対称な波形になっている。これにより、駆動装置1は、摩擦係合部材6を、デューティ比が0.33の場合と反対方向に、デューティ比が0.33の場合と同じ速度ですべり変位させることができる。

【0036】

本実施形態の駆動装置1は、振動部材4の変位が極大となる周波数で駆動されるので、ゲインが大きく、摩擦係合部材6を効率よく移動させることができる。

【0037】

図8に、駆動装置1の1次共振周波数 f_1 と2次共振周波数 f_2 との比(f_2/f_1)と、摩擦係合部材6の移動速度との関係を示す。図示するように、2次共振点 f_2 が1次共振点 f_1 の1.8倍以上、2.2倍以下であれば、1次共振周波数 f_1 を基本周波数とする矩形波によって摩擦係合部材6をすべり変位させることができるが、この範囲を外れると、摩擦係合部材6をすべり変位させることができなくなる。この摩擦係合部材6をすべり変位させることができる周波数の範囲は、数2および数3で予測される共振点と実際の共振点との各構成要素の加工誤差やそれらを固定する接着剤の影響による誤差をカバーすることができる十分な許容範囲を有する。

【0038】

図9に、駆動装置1の駆動電圧の周波数 f_d を、駆動装置1の1次共振周波数 f_1 からずらした場合の摩擦係合部材6の移動速度を示す。図示するように、駆動装置1は、駆動電圧の周波数 f_d が、駆動装置1の1次共振点 f_1 の0.8倍以上、1.2倍以上であれば、摩擦係合部材6を駆動できる。

【0039】

さらに、本実施形態の駆動装置1は、摩擦係合部材6に外力が作用した場合、その外力が振動部材4を通して、第1電気機械変換素子3と第2電気機械変換素子5との接合部にモーメントを作用させる。つまり、摩擦係合部材6に作用した外力は、第1電気機械変換素子3と第2電気機械変換素子5とに分散して受け止められるので、振動部材4との接合部に過大な応力が作用しにくく、破損の危険性が低い。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】**【0040】**

【図1】本発明の実施形態の駆動装置の概略図。

【図2】図1の駆動装置1の駆動回路の回路図。

【図3】図1の駆動装置の第1電気機械変換素子のみへの電圧入力に対する振動部材の変位の周波数特性を示すグラフ。

【図4】図1の駆動装置の第2電気機械変換素子のみへの電圧入力に対する振動部材の変位の周波数特性を示すグラフ。

【図5】図1の駆動装置の電圧入力に対する振動部材の変位の周波数特性を示すグラフ。

【図6】図1の駆動装置の駆動電圧のデューティ比を0.33としたときの振動部材の振動波形を示すグラフ。

【図7】図1の駆動装置の駆動電圧のデューティ比を0.67としたときの振動部材の振動波形を示すグラフ。

【図8】図1の駆動装置において2次共振点をずらした場合の振動部材の振幅変化を示すグラフ。

【図9】図1の駆動装置において駆動周波数をずらした場合の振動部材の振幅変化を示すグラフ。

【符号の説明】**【0041】**

1 ... 駆動装置

20

2 ... 錘

3 ... 第1圧電素子

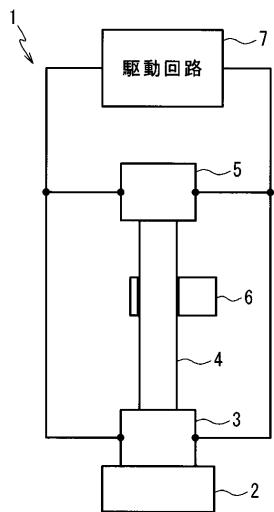
4 ... 振動部材

5 ... 第2圧電素子

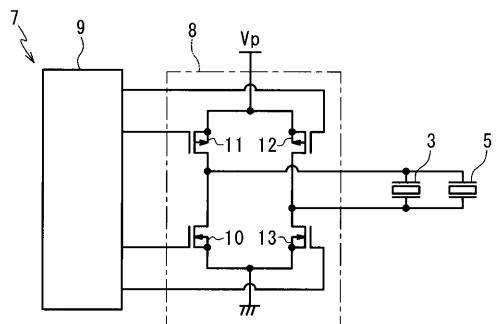
6 ... 摩擦係合部材

7 ... 駆動回路

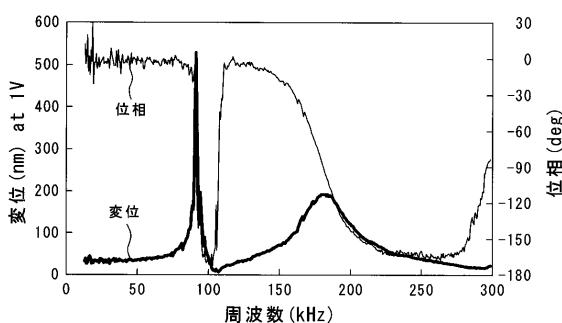
【図1】



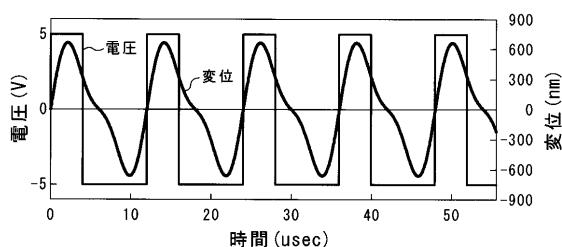
【図2】



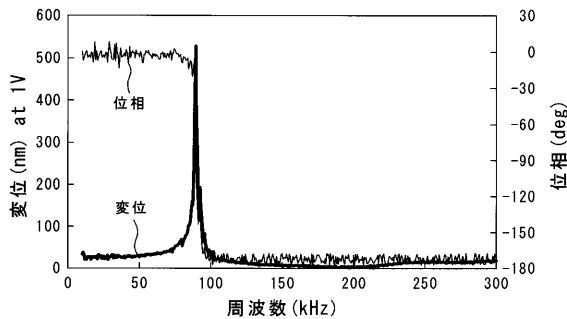
【図5】



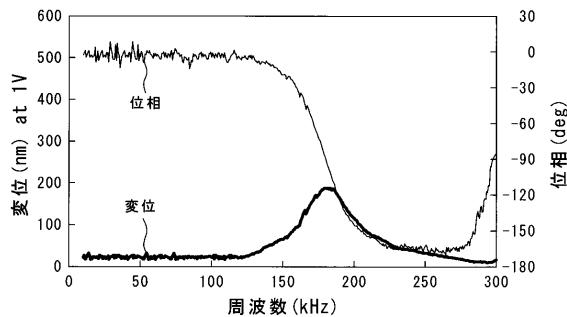
【図6】



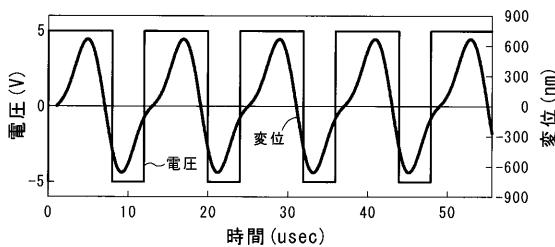
【図3】



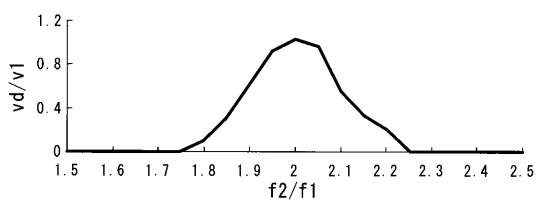
【図4】



【図7】



【図8】



【図9】

