

(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2005-333720

(P2005-333720A)

(43) 公開日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(51) Int.Cl.⁷

H02N 1/00

F I

H02N 1/00

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2004-149105 (P2004-149105)
 (22) 出願日 平成16年5月19日 (2004.5.19)

(71) 出願人 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100100952
 弁理士 風間 鉄也
 (72) 発明者 金子 新二
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパス株式会社内

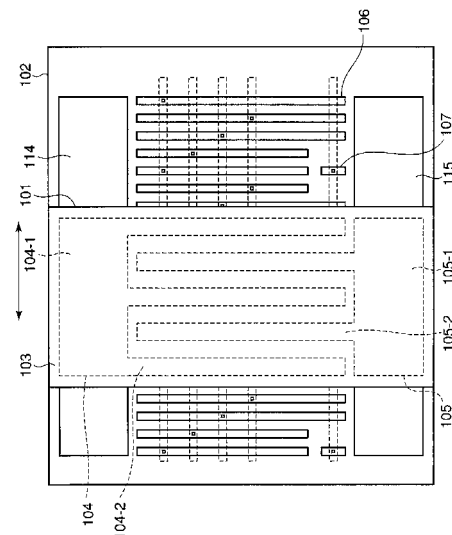
(54) 【発明の名称】 静電アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 負荷の状態に応じて静電アクチュエータの駆動信号を制御することで効率の良い静電アクチュエータを提供すること。

【解決手段】 所定ピッチで配置された駆動電極106を有する固定子102と、所定ピッチで配置された帯状の電極パターン104、105の指部104-2、105-2を有する移動子101と、上記駆動電極106に接続され、周期的に出力電圧が変化する多相の駆動パルス電源と、上記固定子102に対して固定されたセンシング電極107と、上記センシング電極107に接続され、電位変化を検知する電位計測回路とを備え、上記駆動電極106と上記移動子101との間に作用する静電気力によって上記移動子101が変位する静電アクチュエータにおいて、上記駆動パルス電源の駆動信号と上記移動子101の変位に伴い変化する上記電位計測回路の出力信号とを比較する制御回路を更に設ける。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定ピッチで配置された駆動電極を有する固定基板と、
所定ピッチで配置された帯状の可動子電極を有する移動子と、
上記固定基板の駆動電極に接続され、周期的に出力電圧が変化する多相の駆動電源と、
上記固定基板に対して固定された電位検出電極と、
上記電位検出電極に接続され、電位変化を検知する電位変化検知手段と、
を備え、

上記固定基板の駆動電極と上記移動子との間に作用する静電気力によって上記移動子が
変位する静電アクチュエータにおいて、

10

上記駆動電圧源の駆動信号と、上記移動子の変位に伴い変化する上記電位変化検知手段
の出力信号とを比較する比較手段を更に具備することを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項 2】

上記比較手段が、所定周期の上記駆動電源の出力電圧の周期の回数である駆動パルス数
と、上記電位変化検知手段の出力信号の周期の回数である変位パルス数とを比較すること
を特徴とする請求項 1 に記載の静電アクチュエータ。

【請求項 3】

上記比較手段は、上記移動子の目標位置までに必要な上記変位パルス数がカウントされ
るまで、上記駆動電源に上記出力電圧を出力させることを特徴とする請求項 2 に記載の静
電アクチュエータ。

20

【請求項 4】

上記比較手段は、上記駆動パルス数よりも上記変位パルス数が少ない場合は、上記駆動
電源の駆動を停止することを特徴とする請求項 2 に記載の静電アクチュエータ。

【請求項 5】

上記比較手段は、上記駆動パルス数よりも上記変位パルス数が少ない場合は、上記駆動
電源の出力電圧の電圧を高めることを特徴とする請求項 2 に記載の静電アクチュエータ。

【請求項 6】

上記比較手段は、上記駆動パルス数よりも上記変位パルス数が少ない場合は、上記駆動
電源の出力電圧の周波数を低くすることを特徴とする請求項 2 に記載の静電アクチュエー
タ。

30

【請求項 7】

上記比較手段は、上記駆動パルス数と上記変位パルス数とが等しい場合は、上記駆動電
源の出力電圧の電圧を低くすることを特徴とする請求項 2 に記載の静電アクチュエータ。

【請求項 8】

上記比較手段は、上記駆動パルス数と上記変位パルス数とが等しい場合は、上記駆動電
源の出力電圧の周波数を高くすることを特徴とする請求項 2 に記載の静電アクチュエー
タ。

【請求項 9】

上記比較手段が、所定周期の上記駆動電源の出力電圧の周期と上記電位変化検知手段の
出力信号との位相差である位相ズレを求めることを特徴とする請求項 1 に記載の静電アク
チュエータ。

40

【請求項 10】

上記比較手段は、上記位相ズレが所定の値を超えたときは、上記駆動電源の駆動を停止
することを特徴とする請求項 9 に記載の静電アクチュエータ。

【請求項 11】

上記比較手段は、上記位相ズレが所定の値を超えたときは、上記駆動電源の出力電圧の
電圧を高めることを特徴とする請求項 9 に記載の静電アクチュエータ。

【請求項 12】

上記比較手段は、上記位相ズレが所定の値を超えたときは、上記駆動電源の出力電圧の
周波数を低くすることを特徴とする請求項 9 に記載の静電アクチュエータ。

50

【請求項 13】

上記比較手段は、上記位相ズレが所定の値よりも小さい場合は、上記駆動電源の出力電圧の電圧を低くすることを特徴とする請求項 9 に記載の静電アクチュエータ。

【請求項 14】

上記比較手段は、上記位相ズレが所定の値よりも小さい場合は、上記駆動電源の出力電圧の周波数を高くすることを特徴とする請求項 9 に記載の静電アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固定子と移動子との間に作用する静電気力により移動子を移動させる静電アクチュエータに関する。 10

【背景技術】

【0002】

乱調や脱調を防止し、しかも基準位置を再現性よく正確に設定できるようにした静電アクチュエータとしては、例えば特許文献 1 に開示されている方法が知られている。

【0003】

この特許文献 1 に開示の方法によれば、図 9 に示すように、多数の固定子電極 21 を一方向に所定間隔で配列した固定子 2 と、固定子電極 21 に対向して配置される多数の可動子電極 11 を上記一方向に所定間隔で配列して構成した可動子 1 (移動子) と、固定子 2 と可動子 1 との間に介在させた絶縁体層と、可動子電極 11 と固定子電極 21 との間に生じるクーロン力により可動子 1 が固定子 2 に対して上記一方向に移動するように固定子電極 21 と可動子電極 11 とに駆動電圧を印加する駆動電圧制御手段 (スイッチ 4、直流電源 5、切換制御部 6) と、固定子 2 に対する可動子 1 の変位量を検出し変位量に応じた駆動電圧が固定子電極 21 と可動子電極 11 とに印加されるように駆動電圧制御手段をフィードバック制御する位置検出手段 (位置判定部 7、センシング電極 12, 22) とを備えている。 20

【特許文献 1】特許第 2899133 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

実際に駆動できる速度や負荷は電圧に依存し、高速動作あるいは高負荷での動作には高電圧が必要となるが、その場合は昇圧回路でのロスが大きくなり、消費電力が増大する。 30

【0005】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、負荷の状態に応じて静電アクチュエータの駆動信号を制御することで効率の良い静電アクチュエータを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の静電アクチュエータの一態様は、
所定ピッチで配置された駆動電極を有する固定基板と、
所定ピッチで配置された帯状の可動子電極を有する移動子と、
上記固定基板の駆動電極に接続され、周期的に出力電圧が変化する多相の駆動電源と、
上記固定基板に対して固定された電位検出電極と、
上記電位検出電極に接続され、電位変化を検知する電位変化検知手段と、
を備え、 40

上記固定基板の駆動電極と上記移動子との間に作用する静電気力によって上記移動子が変位する静電アクチュエータにおいて、

上記駆動電圧源の駆動信号と、上記移動子の変位に伴い変化する上記電位変化検知手段の出力信号とを比較する比較手段を更に具備することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、負荷の状態に応じて静電アクチュエータの駆動信号を制御することで効率の良い静電アクチュエータを提供することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 0 8 】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図面を参照して説明する。

【 0 0 0 9 】

〔 第 1 実施形態 〕

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る静電アクチュエータの構成を示す平面図であり、この静電アクチュエータにおいては、移動子 1 0 1 が固定子 1 0 2 の上部に配置されている。ここで、移動子 1 0 1 は、固定子 1 0 2 に対して、図中の矢印の方向に変位する。 10

【 0 0 1 0 】

移動子 1 0 1 は、樹脂フィルム 1 0 3 の中に電極パターン 1 0 4 及び 1 0 5 が形成された構成となっており、その電極パターン 1 0 4 , 1 0 5 は、図示したように両側部の基部 1 0 4 - 1 , 1 0 5 - 1 と交差指状の指部 1 0 4 - 2 , 1 0 5 - 2 とから成っている。

【 0 0 1 1 】

図 2 は、説明を容易にするために、固定子 1 0 2 のみを図示したものである。

【 0 0 1 2 】

即ち、固定子 1 0 2 は、樹脂又はガラス基板の両面に金属電極が形成された構成で、表面側（移動子 1 0 1 が配置される側）に、帯状の駆動電極 1 0 6 とセンシング電極 1 0 7 とが形成されている。また、基板の裏面には駆動配線 1 0 8 , 1 0 9 , 1 1 0 , 1 1 1 が形成され、コンタクト孔 1 1 2 を介して駆動電極 1 0 6 に電氣的に接続されている。ここで、図示したように駆動電極 1 0 6 は 4 本周期で駆動配線 1 0 8 , 1 0 9 , 1 1 0 , 1 1 1 に対して接続されている。また、センシング電極 1 0 7 は、駆動電極 1 0 6 の 8 本分にあたる周期で配置され、固定子 1 0 2 上の移動子 1 0 1 の変位方向において、駆動配線 1 0 8 に接続された駆動電極 1 0 6 に対応した部位に形成されている。そして、センシング電極 1 0 7 が配置された近傍においては駆動電極 1 0 6 は形成されていない。また、センシング電極 1 0 7 は、基板の裏面に配置されたセンシング配線 1 1 3 に、コンタクト孔 1 1 2 を介して電氣的に接続されている。なお、特に図示しないが、センシング配線 1 1 3 は電位計測回路に接続されているものとする。 20 30

【 0 0 1 3 】

また、図 3 は、図 2 における A - A ' 線及び B - B ' 線における断面図である（この図では移動子 1 0 1 の断面も併せて記載している）。この図から分かるように、移動子 1 0 1 の帯状電極となる電極パターン 1 0 4 , 1 0 5 の指部 1 0 4 - 2 及び 1 0 5 - 2 の周期は、固定子 1 0 2 の駆動電極 1 0 6 の周期の 2 倍である。

【 0 0 1 4 】

また、固定子 1 0 2 の駆動電極 1 0 6 及びセンシング電極 1 0 7 が形成された領域の両側には誘導電極 1 1 4 及び誘導電極 1 1 5 が形成されている。そして、移動子 1 0 1 が配置された状態では、電極パターン 1 0 4 の基部 1 0 4 - 1 と誘導電極 1 1 4 とが、また電極パターン 1 0 5 の基部 1 0 5 - 1 と誘導電極 1 1 5 とがそれぞれ対向する。このため、誘導電極 1 1 4 に電圧を印加すると静電誘導によってそれに対向する電極パターン 1 0 4 の基部 1 0 4 - 1 に電荷が誘起され、結果として電極パターン 1 0 4 の指部 1 0 4 - 2 は誘導電極 1 1 4 の電圧に応じた電位となる。同様に、誘導電極 1 1 5 に電圧を印加すると、静電誘導によってそれに対向する電極パターン 1 0 5 の基部 1 0 5 - 1 に電荷が誘起され、結果として電極パターン 1 0 5 の指部 1 0 5 - 2 は誘導電極 1 1 5 の電圧に応じた電位となる。 40

【 0 0 1 5 】

ここで、特に図示はしないが、固定子 1 0 2 の誘導電極 1 1 4 , 1 1 5 及び駆動配線 1 0 8 , 1 0 9 , 1 1 0 , 1 1 1 には、外部の駆動回路に接続するための配線が形成されている。ここで、上述のように電極パターン 1 0 4 , 1 0 5 の指部 1 0 4 - 2 , 1 0 5 - 2 50

の電位は誘導電極 114, 115 の電圧に応じた電位となるので、結果として、移動子 101 に配線を接続することなく、電極パターン 104, 105 の指部 104-2, 105-2 の電位を制御することが可能となる。

【0016】

次に、本実施形態に係る静電アクチュエータの動作について、図 4 を用いて説明する。この図は、該静電アクチュエータの電極の結線について模式的に示したもので、固定子 102 では、駆動電極 106 は A, B, C, D の各相の配線に接続される、ここで、図 2 の説明から、A, B, C, D の各相の配線は駆動配線 108, 109, 110, 111 に接続された配線に対応している。

【0017】

図示したように、A 相, C 相の配線には、交流電源 116 の出力をトランス 117 で昇圧した電圧が印加される。ここで、C 相には A 相より位相が 180° 遅れた信号が印加されることになる。B 相, D 相の配線には、上記交流電源 116 の出力を位相シフト 118 で位相を 90° 遅らせた出力をトランス 119 で昇圧した電圧が印加される。ここで、D 相には B 相より位相が 180° 遅れた信号が印加されることになる。従って、A 相, B 相, C 相, D 相には 4 相交流電圧が印加されることになる。

【0018】

一方、移動子 101 では、電極パターン 104, 105 の指部 104-2, 105-2 の電位は上述のように固定子 102 の誘導電極 114, 115 に印加される電圧によって制御されるので、図 2 の説明から、配線 U, V は誘導電極 114, 115 に接続された配線に対応することになる。配線 U には、交流電源 120 の出力をトランス 121 で昇圧した電圧が印加され、配線 V の電位は接地されている。

【0019】

ここで、図示したように電極パターン 104, 105 の指部 104-2, 105-2 のピッチは、駆動電極 106 のピッチの丁度 2 倍となっており、移動子 101 は交流電源 116 と交流電源 120 の周波数差に応じた速度で変位する。また、交流電源 116 及び交流電源 120 の周波数は、両者の周波数差と比較して十分に大きいものとする。

【0020】

次に、本実施形態における変位検知方法について、図 5 及び図 6 を用いて説明する。

【0021】

即ち、図 5 は、連続した任意の時刻 t_1 , t_2 , t_3 , t_4 におけるセンシング電極 107 と移動子 101 との位置関係を示している。前述の説明のように、電極パターン 104 の指部 104-2 には配線 U に対応した交流電圧が印加されているので、この指部 104-2 がセンシング電極 107 の直上に位置するときには、静電誘導によって、センシング電極 107 に交流電位が誘起される。このセンシング電極 107 に接続された電位計測回路（図示せず）は、その交流電圧を整流して直流を出力する機能を有するものとする。一方、センシング電極 107 の直上に指部 104-2 が存在しない場合や、電極パターン 105 の指部 105-2（接地された配線 V に対応する）が存在する場合には、このような静電誘導は起こらない。

【0022】

従って、時刻 t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 における電位計測回路の出力を模式的に示すと、図 6 のようになる。なお、時刻 t_1 における値が時刻 t_5 における値よりも大きいのは、時刻 t_1 ではセンシング電極 107-1 及び 107-2 の 2 つの電極の直上に電極パターン 104 の指部 104-2 が存在するのに対して、時刻 t_5 では直上に指部 104-2 が存在するセンシング電極は 107-2 のみであるためである。

【0023】

ここで、この電位計測回路の出力波形において例えば適当な閾値によって波形の立ち下がりをつかみとることによって、センシング電極 107 上を電極パターン 104 の指部 104-2 が通過する回数をカウントして移動子 101 の変位をモニタすることができる。

【0024】

10

20

30

40

50

また、本実施形態のように、センシング電極 107 を離散的に複数配置して、移動子 101 がどの位置に存在する場合においても、少なくとも一つのセンシング電極 107 が移動子 101 の電極パターン 104 の指部 104-2 の直下に存在するようにできる。このセンシング電極 107 の必要な間隔については、移動子 101 の変位方向の長さに依存し、移動子 101 と固定子 102 の長さや可動範囲によっては一つのセンシング電極 107 で常に移動子変位のモニタが可能である場合もある。

【0025】

このように、センシング電極 107 を一つもしくは比較的少数とすることによって、固定子 102 の移動子 101 に対向する部位に対するセンシング電極 107 が占める面積の割合を小さくすることが可能で、これによって固定子 102 の移動子 101 に対向する部位に対する駆動電極 106 が占める面積の割合を大きくして、変位モニタ機構を内包することによる駆動力の低下を抑制することができる。

10

【0026】

以上のように、本実施形態においては、駆動出力が大きく変位モニタ機能を内包した静電アクチュエータを得ることができる。

【0027】

次に、本実施形態に係る静電アクチュエータの、変位モニタ機能を用いた制御方法について説明する。

【0028】

上記したように、センシング電極 107 に接続された不図示の電位計測回路は、静電誘導によってセンシング電極 107 に誘起された交流電圧を整流して直流を出力する。図示しない制御回路は、その電位計測回路の出力に応じて、上記交流電源 116, トランス 117, 位相シフタ 118, 及びトランス 119 で構成された駆動パルス電源を制御する。ここで、起動時の駆動パルスは所定の標準電圧及び標準周波数とするが、制御回路は、A 相の駆動パルスと、電位計測回路の出力波形からカウントされるパルス数（以下、変位パルス数と称する）とを比較して、例えば下記のような駆動制御を行なうことができる。

20

【0029】

1. 移動子 101 の目標位置までに必要な変位パルス数がカウントされるまで駆動パルスを出力する。これによって、脱調が生じた場合にであっても目的の位置で移動子 101 を停止させることができる。

30

【0030】

2. A 相の駆動パルス数よりも変位パルス数が少ない場合は脱調と判断して、駆動を停止する。

【0031】

3. A 相の駆動パルス数よりも変位パルス数が少ない場合は脱調と判断して、駆動パルス電源からより高電圧の駆動パルスを印加する。ただし、印加電圧には上限値を設ける。

【0032】

4. A 相の駆動パルス数よりも変位パルス数が少ない場合は脱調と判断して、駆動パルス電源からより低い周波数の駆動パルス印加する。ただし、駆動周波数には下限値を設ける。

40

【0033】

5. A 相の駆動パルス数と変位パルス数とが等しい場合は駆動力に余裕があると判断して、消費電力を抑制するために駆動パルス電源からより低電圧の駆動パルスを印加する。ただし、印加電圧には下限値を設ける。

【0034】

6. A 相の駆動パルス数と変位パルス数とが等しい場合は駆動力に余裕があると判断して、駆動速度を増大させるために駆動パルス電源からより高い周波数の駆動パルスを印加する。ただし、駆動周波数には上限値を設ける。

【0035】

このように、脱調時には駆動を停止したり、駆動電圧の増大による駆動力の増加や、駆

50

動周波数の低減による駆動速度の低下によって脱調を回避する。また、低負荷時にあっては、駆動電圧の低減によって消費電力を抑制したり、駆動周波数の増加によって駆動速度を向上させるなどの制御が可能となる。

【 0 0 3 6 】

また、A相の駆動パルス波形と電位計測回路の出力波形とを比較してその位相差（以下、位相ズレと称する）を求めると、この値は移動子101に対する負荷に応じた値となるので、例えば下記のような駆動制御を行なうことができる。

【 0 0 3 7 】

7．位相ズレが所定の値を超えたときは過負荷と判断して、駆動を停止する。

【 0 0 3 8 】

8．位相ズレが所定の値を超えたときは過負荷と判断して、駆動パルス電源からより高電圧の駆動パルスを印加する。ただし、印加電圧には上限値を設ける。

【 0 0 3 9 】

9．位相ズレが所定の値を超えたときは過負荷と判断して、駆動パルス電源からより低い周波数の駆動パルス印加する。ただし、駆動周波数には下限値を設ける。

【 0 0 4 0 】

10．位相ズレが所定の値よりも小さい場合は駆動力に余裕があると判断して、消費電力を抑制するために駆動パルス電源からより低電圧の駆動パルスを印加する。ただし、印加電圧には下限値を設ける。

【 0 0 4 1 】

11．位相ズレが所定の値よりも小さい場合は駆動力に余裕があると判断して、駆動速度を増大させるために駆動パルス電源からより高い周波数の駆動パルスを印加する。ただし、駆動周波数には上限値を設ける。

【 0 0 4 2 】

このように、負荷が大きい時には駆動を停止したり、駆動電圧の増大による駆動力の増加や、駆動周波数の低減による駆動速度の低下によって脱調を回避する。また、低負荷時にあっては、駆動電圧の低減によって消費電力を抑制したり、駆動周波数の増加によって駆動速度を向上させるなどの制御が可能となる。

【 0 0 4 3 】

以上のように、本実施形態においては、内包された変位モニタ機能によって負荷の状態等に応じた静電アクチュエータの制御が可能である。

【 0 0 4 4 】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態について説明する。上記第1実施形態の方法では、移動子101の移動方向の判別はできなかったが、本実施形態はそれを可能とするためのものである。

【 0 0 4 5 】

図7は、本実施形態に係る静電アクチュエータにおける固定子201の構成を示している。ここで、図示しない移動子は、上記第1実施形態における移動子101と同様である。固定子201においても上記第1実施形態の固定子102と類似しており、よって、同様の部分には同じ参照番号を付し、その説明は省略する。

【 0 0 4 6 】

本実施形態における固定子201が上記第1実施形態の固定子102と異なる点は、上記第1実施形態にあってはセンシング電極107は駆動電極106のA相に対応する部位のみに設けられていたのに対して、本実施形態ではB相に対応する部位にも設けられていることである。即ち、A相に対応するセンシング電極107-Aに加えて、B相に対応するセンシング電極107-Bが形成されており、コンタクト孔112を介して第1センシング配線113-A、第2センシング配線113-Bに接続されている。また、特に図示はしないが、外部リード線によって、第1センシング配線113-Aは第1電位計測回路に、第2センシング配線113-Bは第2電位計測回路にそれぞれ接続されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

本実施形態における移動子 1 0 1 の駆動方法は、上記第 1 実施形態と全く同様である。

【 0 0 4 8 】

ここで、駆動パルスと第 1 電位計測回路及び第 2 電位計測回路の出力波形について、第 1 実施形態における図 6 と同様に図 8 に模式的に示す。第 1 センシング電極 1 0 7 - A と第 2 センシング電極 1 0 7 - B とは、駆動電極 1 0 6 の 1 / 4 周期分だけずれているので、それに応じた時間遅れを伴った出力となる。このため、両者を比較することで方向判別が可能となる。

【 0 0 4 9 】

このように、本実施形態においては、駆動出力が大きく、方向判別を含んだ変位センシング機能を内包した静電アクチュエータを得ることができる。 10

【 0 0 5 0 】

以上実施形態に基づいて本発明を説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形や応用が可能なことは勿論である。

【 0 0 5 1 】

(付記)

前記の具体的実施形態から、以下のような構成の発明を抽出することができる。

【 0 0 5 2 】

(1) 所定ピッチで配置された駆動電極を有する固定基板と、

所定ピッチで配置された帯状の可動子電極を有する移動子と、 20

上記固定基板の駆動電極に接続され、周期的に出力電圧が変化する多相の駆動電源と、

上記固定基板に対して固定された電位検出電極と、

上記電位検出電極に接続され、電位変化を検知する電位変化検知手段と、

を備え、

上記固定基板の駆動電極と上記移動子との間に作用する静電気力によって上記移動子が変位する静電アクチュエータにおいて、

上記駆動電圧源の駆動信号と、上記移動子の変位に伴い変化する上記電位変化検知手段の出力信号とを比較する比較手段を更に具備することを特徴とする静電アクチュエータ。

【 0 0 5 3 】

(対応する実施形態) 30

この (1) に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第 1 及び第 2 実施形態が対応する。ここで、それらの実施形態において、駆動電極 1 0 6 が上記駆動電極に対応し、固定子 1 0 2 又は 2 0 1 が上記固定基板に対応し、電極パターン 1 0 4 , 1 0 5 の指部 1 0 4 - 2 , 1 0 5 - 2 が上記可動子電極に対応し、移動子 1 0 1 が上記移動子に対応し、交流電源 1 1 6 , トランス 1 1 7 , 位相シフタ 1 1 8 , 及びトランス 1 1 9 でなる駆動パルス電源が上記駆動電源に対応し、センシング電極 1 0 7 又は 1 0 7 - A , 1 0 7 - B が上記電位検出電極に対応し、図示しない電位計測回路が上記電位変化検知手段に対応し、図示しない制御回路が上記比較手段に対応する。

【 0 0 5 4 】

(作用効果) 40

この (1) に記載の静電アクチュエータによれば、駆動電圧源の駆動信号と、上記移動子の変位に伴い変化する上記電位変化検知手段の出力信号とを比較することで負荷の状態を検出でき、よって、その検出結果に応じて静電アクチュエータの駆動信号を制御することが可能となるので、効率の良い静電アクチュエータを提供することができる。

【 0 0 5 5 】

(2) 上記比較手段が、所定周期の上記駆動電源の出力電圧の周期の回数である駆動パルス数と、上記電位変化検知手段の出力信号の周期の回数である変位パルス数とを比較することを特徴とする (1) に記載の静電アクチュエータ。

【 0 0 5 6 】

(対応する実施形態) 50

この(2)に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第1及び第2実施形態が対応する。

【0057】

(作用効果)

この(2)に記載の静電アクチュエータによれば、駆動パルス数と変位パルス数とを比較することで、脱調の発生や低負荷を検出できる。

【0058】

(3) 上記比較手段は、上記移動子の目標位置までに必要な上記変位パルス数がカウントされるまで、上記駆動電源に上記出力電圧を出力させることを特徴とする(2)に記載の静電アクチュエータ。

10

【0059】

(対応する実施形態)

この(3)に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第1及び第2実施形態が対応する。

【0060】

(作用効果)

この(3)に記載の静電アクチュエータによれば、脱調が生じた場合にであっても目的の位置で移動子を停止させることができる。

【0061】

(4) 上記比較手段は、上記駆動パルス数よりも上記変位パルス数が少ない場合は、上記駆動電源の駆動を停止することを特徴とする(2)に記載の静電アクチュエータ。

20

【0062】

(対応する実施形態)

この(4)に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第1及び第2実施形態が対応する。

【0063】

(作用効果)

この(4)に記載の静電アクチュエータによれば、脱調時に、駆動を停止することによって、その脱調を回避することができる。

【0064】

30

(5) 上記比較手段は、上記駆動パルス数よりも上記変位パルス数が少ない場合は、上記駆動電源の出力電圧の電圧を高めることを特徴とする(2)に記載の静電アクチュエータ。

【0065】

(対応する実施形態)

この(5)に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第1及び第2実施形態が対応する。

【0066】

(作用効果)

この(5)に記載の静電アクチュエータによれば、脱調時に、駆動電圧の増大による駆動力の増加によって、その脱調を回避することができる。

40

【0067】

(6) 上記比較手段は、上記駆動パルス数よりも上記変位パルス数が少ない場合は、上記駆動電源の出力電圧の周波数を低くすることを特徴とする(2)に記載の静電アクチュエータ。

【0068】

(対応する実施形態)

この(6)に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第1及び第2実施形態が対応する。

【0069】

50

(作用効果)

この(6)に記載の静電アクチュエータによれば、脱調時に、駆動周波数の低減による駆動速度の低下によって、その脱調を回避することができる。

【0070】

(7) 上記比較手段は、上記駆動パルス数と上記変位パルス数とが等しい場合は、上記駆動電源の出力電圧の電圧を低くすることを特徴とする(2)に記載の静電アクチュエータ。

【0071】

(対応する実施形態)

この(7)に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第1及び第2実施形態が対応する。 10

【0072】

(作用効果)

この(7)に記載の静電アクチュエータによれば、低負荷時にあっては、駆動電圧の低減によって消費電力を抑制することができる。

【0073】

(8) 上記比較手段は、上記駆動パルス数と上記変位パルス数とが等しい場合は、上記駆動電源の出力電圧の周波数を高くすることを特徴とする(2)に記載の静電アクチュエータ。

【0074】

(対応する実施形態)

この(8)に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第1及び第2実施形態が対応する。 20

【0075】

(作用効果)

この(8)に記載の静電アクチュエータによれば、低負荷時にあっては、駆動周波数の増加によって駆動速度を向上させることができる。

【0076】

(9) 上記比較手段が、所定周期の上記駆動電源の出力電圧の周期と上記電位変化検知手段の出力信号との位相差である位相ズレを求めることを特徴とする(1)に記載の静電アクチュエータ。 30

【0077】

(対応する実施形態)

この(9)に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第1及び第2実施形態が対応する。

【0078】

(作用効果)

この(9)に記載の静電アクチュエータによれば、位相ズレを求めることで、負荷の大きさ検出できる。

【0079】

(10) 上記比較手段は、上記位相ズレが所定の値を超えたときは、上記駆動電源の駆動を停止することを特徴とする(9)に記載の静電アクチュエータ。 40

【0080】

(対応する実施形態)

この(10)に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第1及び第2実施形態が対応する。

【0081】

(作用効果)

この(10)に記載の静電アクチュエータによれば、負荷が大きい時には駆動を停止することによって、脱調を回避することができる。 50

【 0 0 8 2 】

(1 1) 上記比較手段は、上記位相ズレが所定の値を超えたときは、上記駆動電源の出力電圧の電圧を高めることを特徴とする (9) に記載の静電アクチュエータ。

【 0 0 8 3 】

(対応する実施形態)

この (1 1) に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第 1 及び第 2 実施形態が対応する。

【 0 0 8 4 】

(作用効果)

この (1 1) に記載の静電アクチュエータによれば、負荷が大きい時には、駆動電圧の増大による駆動力の増加によって、脱調を回避することができる。 10

【 0 0 8 5 】

(1 2) 上記比較手段は、上記位相ズレが所定の値を超えたときは、上記駆動電源の出力電圧の周波数を低くすることを特徴とする (9) に記載の静電アクチュエータ。

【 0 0 8 6 】

(対応する実施形態)

この (1 2) に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第 1 及び第 2 実施形態が対応する。

【 0 0 8 7 】

(作用効果)

この (1 2) に記載の静電アクチュエータによれば、負荷が大きい時には、駆動周波数の低減による駆動速度の低下によって、脱調を回避することができる。 20

【 0 0 8 8 】

(1 3) 上記比較手段は、上記位相ズレが所定の値よりも小さい場合は、上記駆動電源の出力電圧の電圧を低くすることを特徴とする (9) に記載の静電アクチュエータ。

【 0 0 8 9 】

(対応する実施形態)

この (1 3) に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第 1 及び第 2 実施形態が対応する。

【 0 0 9 0 】

(作用効果)

この (1 3) に記載の静電アクチュエータによれば、低負荷時にあっては、駆動電圧の低減によって消費電力を抑制することができる。 30

【 0 0 9 1 】

(1 4) 上記比較手段は、上記位相ズレが所定の値よりも小さい場合は、上記駆動電源の出力電圧の周波数を高くすることを特徴とする (9) に記載の静電アクチュエータ。

【 0 0 9 2 】

(対応する実施形態)

この (1 4) に記載の静電アクチュエータに関する実施形態は、第 1 及び第 2 実施形態が対応する。 40

【 0 0 9 3 】

(作用効果)

この (1 4) に記載の静電アクチュエータによれば、低負荷時にあっては、駆動周波数の増加によって駆動速度を向上させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 4 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態に係る静電アクチュエータの構成を示す平面図である。

【 図 2 】 固定子の平面図である。

【 図 3 】 図 2 における A - A ' 線及び B - B ' 線断面図である。

【 図 4 】 第 1 実施形態に係る静電アクチュエータの電極の結線について模式的に示した図 50

である。

【図５】連続した任意の時刻 t_1 , t_2 , t_3 , t_4 におけるセンシング電極と移動子との位置関係を示す図である。

【図６】時刻 t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 における電位計測回路の出力を模式的に示す図である。

【図７】本発明の第２実施形態に係る静電アクチュエータの構成を示す平面図である。

【図８】時刻 t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 における第１及び第２電位計測回路の出力を模式的に示す図である。

【図９】従来の静電アクチュエータの構成を示す図である。

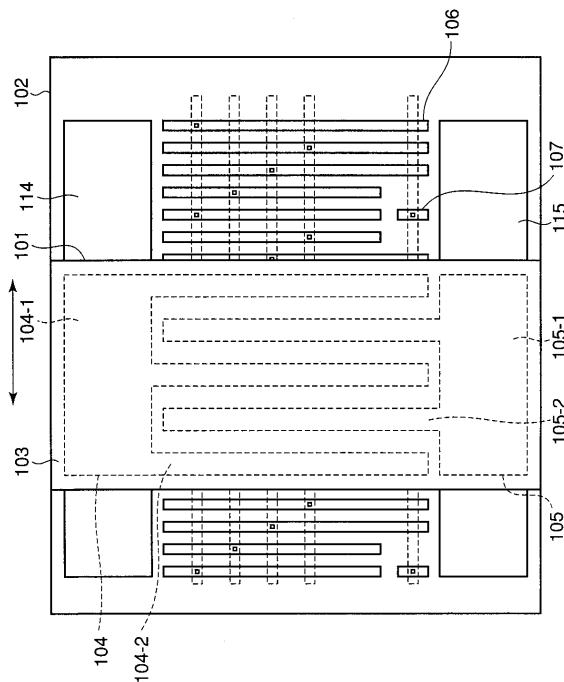
【符号の説明】

10

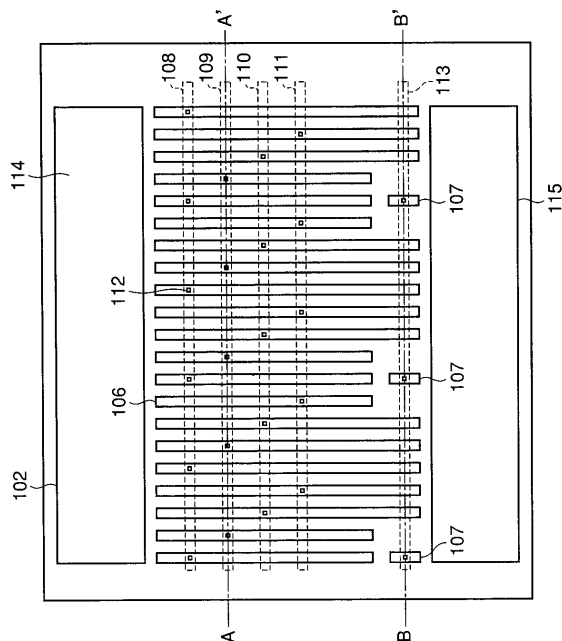
【 0 0 9 5 】

1 0 1 ... 移動子、 1 0 2 , 2 0 1 ... 固定子、 1 0 3 ... 樹脂フィルム、 1 0 4 , 1 0 5 ... 電極パターン、 1 0 4 - 1 , 1 0 5 - 1 ... 基部、 1 0 4 - 2 , 1 0 5 - 2 ... 指部、 1 0 6 ... 駆動電極、 1 0 7 , 1 0 7 - 1 , 1 0 7 - 2 , 1 0 7 - A , 1 0 7 - B ... センシング電極、 1 0 8 , 1 0 9 , 1 1 0 , 1 1 1 ... 駆動配線、 1 1 2 ... コンタクト孔、 1 1 3 ... センシング配線、 1 1 4 , 1 1 5 ... 誘導電極、 1 1 6 , 1 2 0 ... 交流電源、 1 1 7 , 1 1 9 , 1 2 1 ... トランス、 1 1 8 ... 位相シフタ。

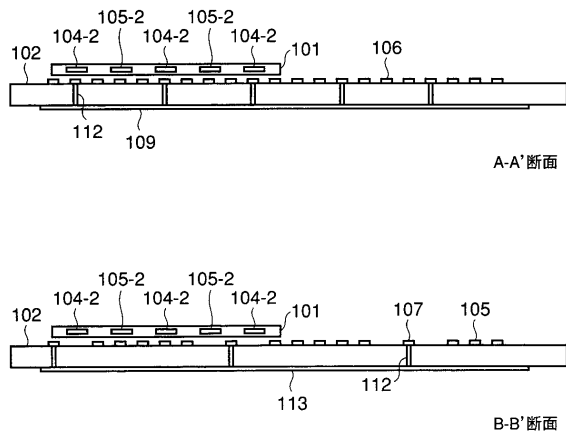
【 図 1 】



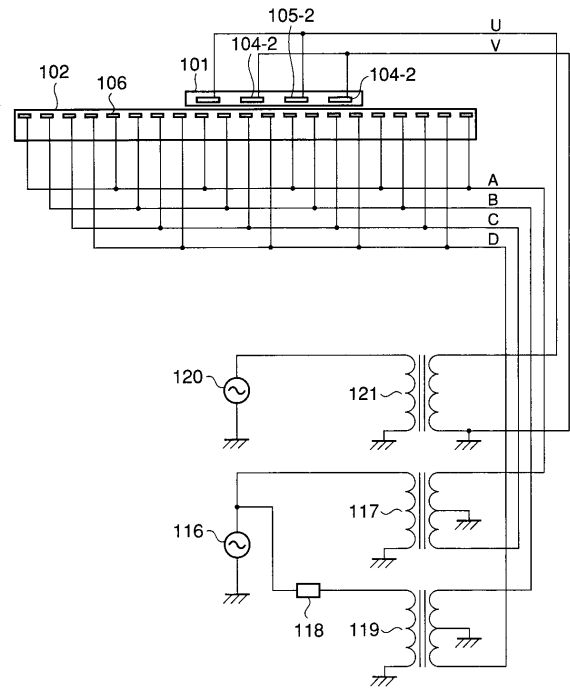
【 図 2 】



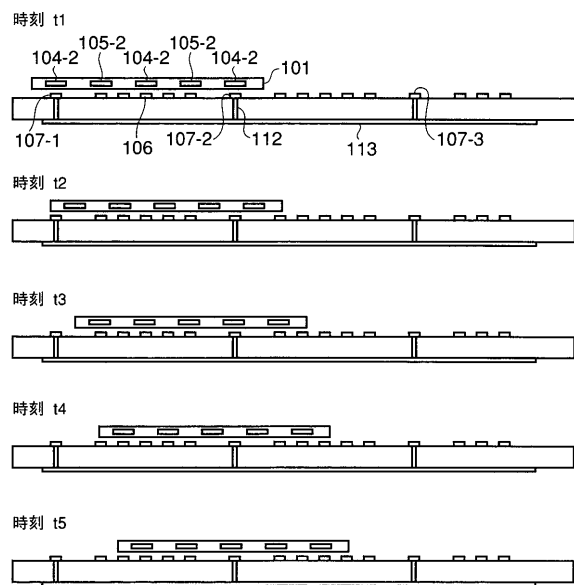
【図 3】



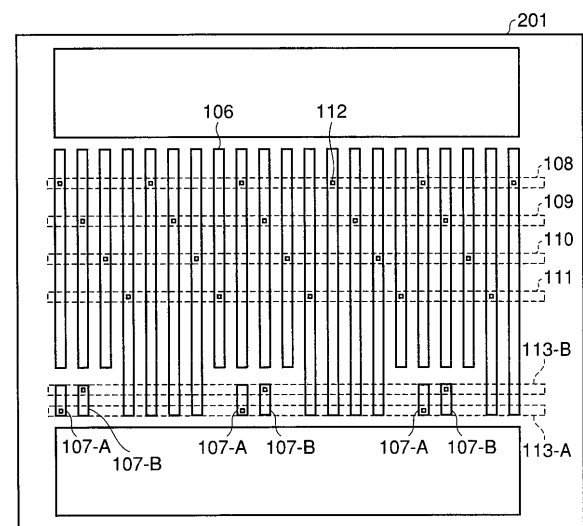
【図 4】



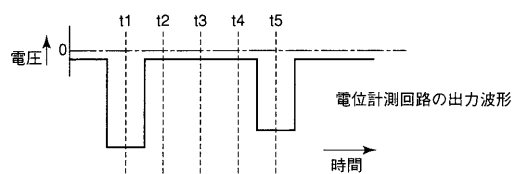
【図 5】



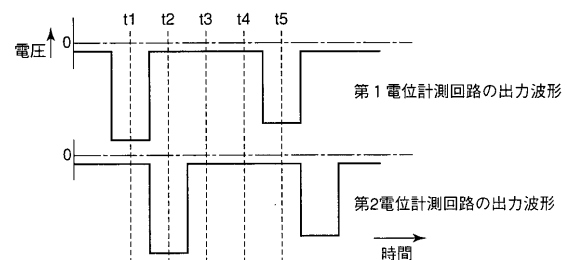
【図 7】



【図 6】



【図 8】



【図 9】

