

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-273615

(43) 公開日 平成9年(1997)10月21日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 H 19/02			F 1 6 H 19/02	P
13/12			13/12	

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平8-104510

(22) 出願日 平成8年(1996)4月1日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成8年3月5日  
社団法人精密工学会発行の「1996年度精密工学会春季大会  
学術講演会講演論文集第3分冊」に発表

(71) 出願人 591135853  
毛利 尚武  
愛知県名古屋市天白区八事石坂661-51

(71) 出願人 000106760  
シーケーディ株式会社  
愛知県小牧市大字北外山字早崎3005番地

(72) 発明者 毛利 尚武  
名古屋市天白区久方2-12 豊田工業大学内

(72) 発明者 江南 俊夫  
名古屋市天白区久方2-12 豊田工業大学内

(74) 代理人 弁理士 富澤 孝 (外2名)

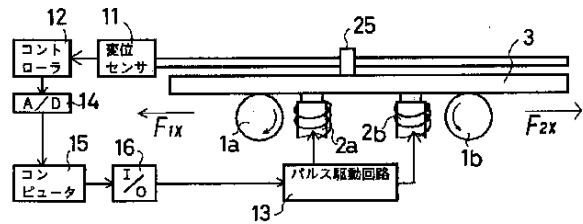
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 差動型摩擦駆動源装置

(57) 【要約】

【課題】 高応答性かつ高出力の差動型摩擦駆動源装置を提供すること。

【解決手段】 差動型摩擦駆動源装置は、(a) 可動部3を第1方向に駆動するために常時回転している第1駆動ローラ1aと、(b) 可動部3を第2方向に駆動するために常時回転している第2駆動ローラ1bと、(c) 可動部3を第1駆動ローラ1a方向に付勢することにより、可動部3を第1方向に駆動する第1電磁石2aと、(d) 可動部3を第2駆動ローラ2b方向に付勢することにより、可動部を第2方向に駆動する第2電磁石2bとを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 可動部を2以上の方向に切り換えて駆動可能な駆動源装置において、前記可動部を第1方向に駆動するために、常時回転している第1回転型アクチュエータと、前記可動部を第2方向に駆動するために、常時回転している第2回転型アクチュエータと、前記可動部を前記第1回転型アクチュエータ方向に付勢することにより、前記可動部を前記第1方向に駆動する第1方向駆動補助手段と、前記可動部を前記第2回転型アクチュエータ方向に付勢することにより、前記可動部を前記第2方向に駆動する第2方向駆動補助手段とを有することを特徴とする差動型摩擦駆動源装置。

【請求項2】 請求項1に記載する差動型摩擦駆動源装置において、前記第1回転型アクチュエータ及び前記第2回転型アクチュエータの駆動方向と直交する方向に駆動するために、常時回転している第3回転型アクチュエータ及び第4回転型アクチュエータと、前記可動部を前記第3回転型アクチュエータ方向に付勢することにより、前記可動部を前記第3方向に駆動する第3方向駆動補助手段と、前記可動部を前記第4回転型アクチュエータ方向に付勢することにより、前記可動部を前記第4方向に駆動する第4方向駆動補助手段とを有することを特徴とする差動型摩擦駆動源装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載する差動型摩擦駆動源装置において、前記第1回転型アクチュエータ及び前記第2回転型アクチュエータが、反対方向に回転される駆動ローラであり、前記第3回転型アクチュエータ及び前記第4回転型アクチュエータが、反対方向に回転される駆動ローラであることを特徴とする差動型摩擦駆動源装置。

【請求項4】 請求項1及至請求項3に記載する差動型摩擦駆動源装置のいずれか1つにおいて、前記各駆動補助手段が、電磁石によるパルスの付勢、圧電素子によるパルスの付勢、または圧縮空気によるパルスの付勢を、可動部に対して行うパルス出力付加手段を有することを特徴とする差動型摩擦駆動源装置。

【請求項5】 請求項1及至請求項4に記載する差動型摩擦駆動源装置のいずれか1つにおいて、前記第1回転型アクチュエータ及び前記第2回転型アクチュエータの回転軸を平行に配置し、前記第3回転型アクチュエータ及び前記第4回転型アクチュエータの回転軸を平行に配置したことを特徴とする差動型摩擦駆動源装置。

【請求項6】 請求項1及至請求項4に記載する差動型摩擦駆動源装置のいずれか1つにおいて、

前記第1回転型アクチュエータ及び前記第2回転型アクチュエータを同軸上に配置し、前記第3回転型アクチュエータ及び前記第4回転型アクチュエータを同軸上に配置したことを特徴とする差動型摩擦駆動源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転型アクチュエータを用いて可動部を2以上の方向に切り換えて駆動可能な差動型摩擦駆動源装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、可動部を駆動するためには、種々の駆動手段が使用されているが、一般的な方法として、(1)誘導電動機のように電磁氣的結合を利用する方法、(2)モータの駆動力を歯車の機械的結合で伝達して駆動ローラを回転させる方法、(3)リニアモータによる方法、(4)流体シリンダによる方法がある。以下にそれらの方法の概略について図面を用いて説明する。誘導電動機の基本的な構成を図22に示す。中心軸であるシャフト101はかご形の導体が組み込まれた回転子102を貫通して固定されている。シャフト101は、両端を一对のベアリング103によって支えられている。回転子102の外周を、2点鎖線で示す固定子104が取り囲んでいる。固定子104はネジなどによって他の機械に固定されている。

【0003】エネルギー供給源である固定子104にはコイルが巻かれており、コイルに通電することによって固定子104に磁界が発生する。その磁界に対して、フレミングの右手の法則により、回転子102中に起電力が発生し電流が流れる。この誘導電流と固定子104の磁界との間にフレミングの左手法則により反時計方向の電磁力が生じ、シャフト101を回転させる力が発生する。ここで、回転子102で大きなパワーを出力するためには、回転子102の体積を大きくして誘導電流を強くする必要がある。しかし、回転子102の体積を大きくすると、回転子102の慣性モーメントが大きくなり、応答性が悪くなる問題がある。

【0004】次に、歯車列を用いてモータの出力トルクを大きくして、駆動ローラに伝達する場合を図23に示す。モータ201はシャフト202を介してピニオン203に連結されており、ピニオン203はギア204に噛合していて、ギア204からシャフト205を介して駆動ローラ206に動力を伝えるよう連結されている。そのため、駆動ローラ206に伝わる慣性モーメントはギア204とピニオン203の歯数比あるいは、ピニオン203の数を増やすことによって大きくなる。そして、慣性モーメントが大きくなると、応答性が悪くなる。しかも、歯車列のバックラッシュ等により停止精度が悪くなり、また高応答性が損なわれる問題がある。

【0005】次に、リニアモータの構造について図24

10

20

30

40

50

に示す。図24は地上一次型（ロングステータ型）のリニアモータの図である。一次側301には電機子コイル302が組み込まれていて、一次側301と可動子303は磁氣的結合によって結合されている。大きなパワーを得るためには、可動子303を一次側301と強固に磁気結合する必要がある。そのため、可動子303が大きくなり慣性も大きくなるため、応答性が悪くなる問題がある。

【0006】次に油圧、空圧シリンダを利用した直動式アクチュエータを図25に示す。油圧式、空圧式とも構造はほとんど同じで、ピストンロッド401はシリンダチューブ403内にあるピストン402と直結しており、シリンダチューブ403は流体404で充填され、流体404の出入りする2つのポート405が設けられている。この場合、エネルギー供給源である流体404をピストン402と結合することによってパワーを得る。ピストンの面積を大きくすることにより、大きな力を得ることができるが、供給する流体の量が多くなり、応答性が低下する。さらに、油圧式の場合はサージ圧力が発生し負荷圧に対する安全対策が必要となる。また、空圧式の場合、空気が圧縮性の気体であるため、位置制御が難しく、負荷の変動に対して作動速度が影響を受け易いため、精密な制御が難しい問題がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、従来のアクチュエータには、次のような共通の問題がある。すなわち、重量の大きい部を移動するためにパワーを大きくしようとすると機構要素の拡大が必要であり、その結果、機構要素の慣性が大きくなって応答性が損なわれる。逆に高応答性を実現しようとすると、機構要素の軽量化、低慣性化を行わねばならない。このようにパワーの増加と高応答性は相反する命題であった。この理由はアクチュエータとアクチュエータのエネルギー源が分離できないことによると考えられる。

【0008】本発明は、上記問題点を解決し、高応答性かつ高精度の駆動源装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明の差動型摩擦駆動源装置は以下のような構成を有している。

(1) 可動部を2以上の方向に切り換えて駆動可能な駆動源装置であって、(a) 可動部を第1方向に駆動するために常時回転している第1回転型アクチュエータと、(b) 可動部を第2方向に駆動するために常時回転している第2回転型アクチュエータと、(c) 可動部を第1回転型アクチュエータ方向に付勢することにより、可動部を第1方向に駆動する第1方向駆動補助手段と、(d) 可動部を第2回転型アクチュエータ方向に付勢することにより、可動部を第2方向に駆動する第2方向駆動補助手段とを有している。

【0010】(2) (1)に記載する装置において、(a) 第1回転型アクチュエータ及び第2回転型アクチュエータの駆動方向と直交する方向に駆動するために、常時回転している第3回転型アクチュエータ及び第4回転型アクチュエータと、(b) 可動部を第3回転型アクチュエータ方向に付勢することにより、可動部を第3方向に駆動する第3方向駆動補助手段と、(c) 可動部を第4回転型アクチュエータ方向に付勢することにより、可動部を第4方向に駆動する第4方向駆動補助手段とを有することを特徴とする。ここで、第3回転アクチュエータ及び第4回転アクチュエータを、第1回転アクチュエータ及び第2回転アクチュエータに対して、直角でない任意の角度で配置しても良い。

【0011】(3) (1)または(2)に記載する装置において、前記第1回転型アクチュエータ及び前記第2回転型アクチュエータが、反対方向に回転される駆動ローラであり、前記第3回転型アクチュエータ及び前記第4回転型アクチュエータが、反対方向に回転される駆動ローラであることを特徴とする。

(4) (1)及至(3)に記載する装置のいずれか1つにおいて、前記各駆動補助手段が、電磁石によるパルスの付勢、圧電素子による付勢、または圧縮空気によるパルスの付勢を、可動部に対して行うパルス出力付加手段を有することを特徴とする。

【0012】(5) (1)及至(4)に記載する装置のいずれか1つにおいて、前記第1回転型アクチュエータ及び前記第2回転型アクチュエータの回転軸を平行に配置し、前記第3回転型アクチュエータ及び前記第4回転型アクチュエータの回転軸を平行に配置したことを特徴とする。

(6) (1)及至(4)に記載する装置のいずれか1つにおいて、前記第1回転型アクチュエータ及び前記第2回転型アクチュエータを同軸上に配置し、前記第3回転型アクチュエータ及び前記第4回転型アクチュエータを同軸上に配置したことを特徴とする。

【0013】上記の構造を採用することによって、本発明の差動型摩擦駆動源装置は、次のように作用する。第1回転型アクチュエータである第1駆動ローラと、第2回転型アクチュエータである第2駆動ローラとを反対方向に常時回転させておき、薄鉄板等の可動部をそれらの上に載置させておく。その状態では、一対の駆動ローラにより、薄鉄板に対して反対方向に等しい摩擦力が加わっているときは移動しない。一対の駆動ローラの薄板に及ぼす摩擦力のわずかな違いによって、定常的に振動する。

【0014】ここで、第1方向駆動補助手段、例えば第1電磁石により、薄鉄板を第1駆動ローラの方向に吸引して付勢する。これにより、薄鉄板が第1駆動ローラから受ける摩擦力が強くなり推進力が強くなるため、薄鉄板は、第1駆動ローラの駆動する第1方向に駆動され

る。逆に、第2方向駆動補助手段、例えば第2電磁石により、薄鉄板を第2駆動ローラの方向に吸引して付勢する。これにより、薄鉄板が第1駆動ローラから受ける摩擦力が強くなり推進力が強くなるため、薄鉄板は、第2駆動ローラの駆動する第2方向に駆動される。

【0015】これにより、駆動ローラからの摩擦力による推進力を受ける手段と、駆動ローラとを完全に分離しているため、駆動ローラの慣性を極めて大きくすると、巨大なパワーと高応答性の両方を同時に実現できる。ここで、上記電磁石への通電をパルス的に行うことにより、薄鉄板は、各駆動ローラから、摩擦力×時間=力積に相当するエネルギーを受け取る。回転エネルギー源である駆動ローラは常時回転しているので、駆動ローラの慣性を大きくとっても応答性が問題となることはなく、薄鉄板に瞬時に大きなエネルギーが伝達されるために、巨大なパワーと応答性が同時に実現できる。推進力を受ける手段とエネルギー源である駆動ローラが分離されているために、可動部が駆動ローラの慣性の影響を受けることがないからである。

【0016】さらに、第1駆動ローラと第2駆動ローラの回転方向と直交する方向で、相反する方向に設けた第3駆動ローラ及び第4駆動ローラに対して、第3電磁弁及び代4電磁弁を同様に作用させることにより、薄鉄板等の可動部を2次的に任意の方向に移動させることが可能となる。各駆動ローラの変速をさせることにより、可動部の移動速度を可変することができる。ただし、この場合第1駆動ローラと第2駆動ローラの回転速度は、同じとする。また、第3駆動ローラと第4駆動ローラの回転速度は、同じとする。各電磁弁に通電しない状態で可動部を停止させておくためである。

【0017】駆動ローラと対向する駆動補助手段としては、電磁弁の代わりに圧縮空気を吹き出すノズルを用いても良い。この場合は、第1方向駆動補助手段、例えば第1ノズルから圧縮空気を噴出することにより、薄鉄板を第1駆動ローラの方向に付勢する。これにより、薄鉄板が第1駆動ローラから受ける摩擦力が強くなり推進力が強くなるため、薄鉄板は、第1駆動ローラの駆動する第1方向に駆動される。逆に、第2方向駆動補助手段、例えば第2ノズルから圧縮空気を噴出することにより、薄鉄板を第2駆動ローラの方向に付勢する。これにより、薄鉄板が第2駆動ローラから受ける摩擦力が強くなり推進力が強くなるため、薄鉄板は、第2駆動ローラの駆動する第2方向に駆動される。

【0018】また、電磁弁の代わりに圧電素子を利用しても良い。その場合は、例えば、圧電素子に通電しない状態では、可動部と駆動ローラとが接触しない状態としておき、圧電素子に通電することにより圧電素子が伸びて駆動ローラが可動部と所定の圧力で接触するようにする。これにより、駆動ローラと可動部との間で摩擦力が発生し、可動部が駆動される。

【0019】また、電磁石を使用する場合に、電磁石を可動部を挟んで駆動ローラと対向する位置に配設しても良い。この場合、第1駆動ローラの対向する位置に第2電磁石を配置し、第2駆動ローラに対向する位置に第1電磁石を配置する。そして、第1電磁石により、薄鉄板を第2駆動ローラの反対方向に吸引する。これにより、薄鉄板が第2駆動ローラから受ける摩擦力が弱くなり推進力が弱くなるため、薄鉄板は、第1駆動ローラの駆動する第1方向に駆動される。逆に、薄鉄板を第1駆動ローラの反対方向に吸引する。これにより、薄鉄板が第1駆動ローラから受ける摩擦力が弱くなり推進力が弱くなるため、薄鉄板は、第2駆動ローラの駆動する第2方向に駆動される。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態である差動型摩擦駆動源装置を、図面に基づいて詳細に説明する。図1は本発明の第1の実施の形態の差動型摩擦駆動源装置を説明するものである。なお、差動型摩擦駆動源装置に適用するアクチュエータの作動は、差動型フリクションドライブ機構という機構であり、以下の文では差動型フリクションドライブ機構をDFDM(Differential Friction Drive Mechanism)と呼称する。DFDMの概念を図1に示す。対象物である可動部3は、回転軸に対して平行に並べられた、互いに逆方向に常時回転している一対の回転型アクチュエータである第1駆動ローラ1a、第2駆動ローラ1bの上にのせられている。さらに、第1回転型アクチュエータである第1駆動ローラ1aの近傍には、可動部3に対向して第1パルス圧力付加装置である第1電磁石2aが設けられている。また、第2回転型アクチュエータである第2駆動ローラ1bの近傍には、可動部3に対向して第2電磁石2bが設けられている。

【0021】可動部3は、可動部3上に取り付けられたピックアップ25を介して、可動部3の位置を検出するための変位センサ11に接続している。変位センサ11は、変位センサ11のコントローラ12に接続している。コントローラ12は、A/D変換器14に接続している。A/D変換器14は、パソコン15に接続している。パソコン15は、I/O16を介して、電磁石2a、2bへの通電を制御するためのパルス分配回路13に接続している。パルス分配回路13は、電磁石2a、2bのコイルに接続している。上記のハードウェアの構成により行われる制御の機能を、図28にブロック図で示す。すなわち、パソコン15のソフトは、一対のPID制御器17a、17bとして作用することにより、電磁石2a、2bにパルスの電流を流している。

【0022】ここで、第1駆動ローラ1aは、図示しないモータによって常時一定の速度で時計回りに回転している。また、第2駆動ローラ1bは、図示しないモータによって常時一定の速度で反時計回りに回転している。

また、第1電磁石2 a及び第2電磁石2 bは、パルス分配回路1 3よりパルスのに通電されることにより、鉛直方向下向き、すなわち駆動ローラ1 a、1 bの方向に向かう力を可動部3に付勢する。従って、電磁石2 a、2 bにパルスのに通電することにより、可動物体の運動は簡単なパルス配分によって制御することができる。例えば、第1電磁石2 aを入力1、第2電磁石2 bを入力2、可動部3を出力、と考えると、図6に示すような制御が可能である。

【0023】可動部3は、駆動ローラ1 a及び駆動ローラ1 bによって、重力の反力に比例した2つの摩擦力F<sub>1x</sub>、F<sub>2x</sub>を受けている。これらの摩擦力F<sub>1x</sub>及び摩擦力F<sub>2x</sub>はお互いに逆向きである。可動部3に係る駆動力は釣り合っているときは、通常状態においては可動部3は移動しない。摩擦力にわずかな差があるときには、定常的に振動する。定常的に振動しているときは、例えば、可動部3が右方向に移動すると、可動部3の重心が右方向に移動するために、摩擦力F<sub>2x</sub>>F<sub>1x</sub>となり、左方向へ戻そうとする力を受ける。左方向へ移動したときは、摩擦力F<sub>1x</sub>>F<sub>2x</sub>となり、右方向へ可動部3を戻そうとする力を受ける。そのために可動部3は、駆動ローラ及び駆動ローラ1 b間の外に外れることはない。また、この摩擦駆動源を紙面内で傾けたときには、可動部3の中心がずれるが、ある角度内で滑り落ちることではない。この差動型摩擦駆動源は、大域的に安定である。ここで、摩擦力F<sub>1x</sub>は左方向へ可動部3を駆動しようとする力、摩擦力F<sub>2x</sub>は右方向へ可動部3を駆動しようとする力である。ここで、鉛直力の大きさを制御することにより、摩擦力を変化させることができるため、可動部3に対して左右方向に任意の推力を与えることができ、可動部3を精密な制御で移動させることができる。

【0024】本発明者らは、DFDMの基本特性を確認するために次のような基礎実験を行った。すなわち、駆動ローラ1 a及び駆動ローラ1 b上に載せられた可動部3に外部から衝撃を加えた時の応答について、図2に示すような実験を行った。この実験の目的は、常時反対方向に回転している駆動ローラ1 a、2 a上に載置した可動部3に対してパルスの駆動力を与えた場合の可動部3の挙動特性を確認することである。図2は実験装置の構成を示すブロック図で、左側の第1駆動ローラ2 1は時計方向に回転し、右側の第2駆動ローラ2 2は反時計方向に回転している。第1駆動ローラ2 1及び第2駆動ローラ2 2は、同一回転数となるように、直流電源3 0\*

\*を電源とした速度制御回路2 9で制御されている。可動部2 3の変位は、可動部2 3に接しているピックアップ2 5を介して磁歪式リニア変位センサ2 6を用いて測定している。変位信号は変位センサ2 6のコントローラ2 7を介してデジタルオシロスコープ2 8に取り込まれている。変位信号を移動平均した後に、速度信号及び加速度信号を求めた。

【0025】なお、この実験で用いられた可動部2 3の大きさは、長手方向における長さ350mm、幅19.8mm、高さ2.95mmであり、重さ168.4gで材質はステンレス鋼である。また、駆動ローラ2 1及び駆動ローラ2 2はいずれも、直径18.00mm、回転速度200rpmであり、材質は黄銅である。図2における可動部2 3はパルス制御を行わない場合、鉛直方向の重力のみの影響を受け、両輪における摩擦力の僅かな違いによって定常的に振動する。この振動周期T<sub>0</sub>はこの実験では、T<sub>0</sub>=0.85sであった。この状態で差動型摩擦駆動源装置のシステム全体を紙面内で傾けたところ、可動部2 3の中心がずれるが、ある角度内では可動部2 3が滑り落ちることはない。

【0026】次に、スチールボールからなる振子2 4によって、可動部2 3に対して図2の右端に衝撃的な外力を加えた。この際の可動部2 3の運動の様子を図3に示す。横軸は時間、縦軸は、変位(a)、速度(b)、加速度(c)の変化を示している。定常的な単振動(図3 AB間)を行っている可動部2 3に、右方向から振子2 4で衝撃力を加える(図3 B)。衝撃力を印可した直後は、可動部2 3が過渡的に左側に大きく変位し、最大速度(図3 C)に達した後、重心が左へ移動したことにより駆動ローラ2 1での摩擦力が増加したため左側での最大変位点で一旦停止するが、このときに右側の最大変位点(図3 D)となっている。その後、再び右側方向へ移動を始めるが、右側の最大変位点(図3 G)に到達する過程で可動部2 3は、駆動ローラ2 1の周速度を越えようとするため進行方向と逆向きに摩擦がかかり加速せず、等速運動(図3 EF間)を行っている。この速度はほぼ駆動ローラ2 1及び駆動ローラ2 2の周速度と一致しており、このときの加速度は零となっている。その後定常的な単振動へと移行している(図3 G以降)。

【0027】次に、上記実験を図4に示すDFDMの力学モデルにより検証を行った。すなわち、DFDMを理論的に解明する。可動部の運動方程式m a = Fにおける外力は次のように場合分けされる。

$$v > 0, |v| < |r\omega| : F = -\mu g m x / l + f(t) \quad (1)$$

$$v > 0, |v| > |r\omega| : F = -\mu g m + f(t) \quad (2)$$

$$v < 0, |v| < |r\omega| : F = -\mu g m x / l + f(t) \quad (3)$$

$$v < 0, |v| > |r\omega| : F = \mu g m + f(t) \quad (4)$$

ここで、m：可動部の質量、μ：摩擦係数、a：可動部重心の加速度、r：駆動ローラ2 1、2 2の半径、w：駆動ローラ2 1、2 2の角速度、g：可動部重心にかか

る動力加速度、x：可動部重心の原点Oからの変位、v：可動部重心の速度、2 1：各駆動ローラの中心間距離、f(t)：衝撃力を表している。

【0028】なお  $f(t) = 0$  の場合の可動部の振動周期  $T_0$  は、

$$T_0 = 2\pi / \omega_0 = 2\pi \sqrt{1 / \mu g}$$

であり、先に示した条件では、 $T_0 = 0.85$  s となり、図3の実験結果とよく一致している。なお、このモデルに基づくシミュレーション結果を図5に示す。このシミュレーション結果は図3に示す実験結果とよく一致していることが確かめられた。

【0029】上記結果により、2つのお互いに逆方向に回転する駆動ローラ上の可動部は、外部から加わる衝撃力に対しても速やかに安定な自由振動に移行しうることが確認された。また、本機構のモデルを作成しシミュレーションを行ったところ、実験結果と同様の結果が得られ、仮定したモデルが正しいことが明らかになった。すなわち、DFDMが理論的なシミュレーション結果と良く一致することがわかった。

【0030】差動型摩擦駆動源装置が駆動対象とする可動部の形状は、図1に示すように平板状部材だけでなく、図7に示す可動部4のような曲面形状、図8に示す可動部5のような円筒形状あるいは楕円筒形状、あるいはそれに近い形の閉じた中空筒形状、あるいは図9に示す可動部6のようなワイヤー形状、図10に示す薄いフィルム7に適用しても同様である。

【0031】次に、一对の駆動ローラを同軸上に配置した第2の実施の形態について説明する。図11は第2の実施の形態の構成を示す。可動部8は、お互いに逆方向に常時回転している2つの回転型アクチュエータである駆動ローラ1a及び駆動ローラ1bの上にのせられている。ここで、駆動ローラ1aと駆動ローラ1bとの回転軸は同軸上に配置されている。さらに、第1の実施の形態と同様に、駆動ローラ1aの近傍にパルス圧力付加装置である電磁石2aが設けられている。また、駆動ローラ1bの近傍に電磁石2bが設けられている。

【0032】ここで、駆動ローラ1aは、図示しないモータによって常時一定の速度で時計回りに回転している。また、駆動ローラ1bは、図示しないモータによって常時一定の速度で反時計回りに回転している。また、電磁石2a及び電磁石2bは、通電されることにより、鉛直方向下向き、すなわち駆動ローラ1a、1bの方向に向かう力を可動部3に付勢する。電磁石2a、2bにパルス的に通電することにより、物体の運動は簡単なパルス配分によって制御することができる。この場合には、第1の実施の形態の場合とは異なり幅の広いものが扱えるようになる。また、移動方向に場所をとらないために、可動部が曲面を有する場合に、Rの小さい部材であっても駆動が可能である。また、第1の実施の形態と同様に、第2の実施の形態の場合も扱うことのできる可動部の形状は図11に示す可動部8のような平面状部材だけでなく、図12に示す可動部9のような曲面形状、図13に示すような円筒形状あるいは楕円筒形状、あるいはそれに近い閉じた筒形状可動部10、図14に示す

(5)

薄いフィルム38にも同様に適用できる。

【0033】次に、2対、4つの駆動ローラを用いた第3の実施の形態を説明する。図15は第3の実施の形態の実施例で、常時反対方向に回転する駆動ローラ1a及び駆動ローラ1bを回転軸同士を平行にして並べ、さらに駆動ローラ1a及び駆動ローラ1bの駆動方向と直交する方向であって、相反する方向に常時一定速度で回転する駆動ローラ1c及び駆動ローラ1dを同じく回転軸同士を平行にして設け、その上に可動部32をのせる。さらに第1の実施の形態と同様に、駆動ローラ1aの近傍にパルス圧力付加装置である電磁石2aが設けられている。また、駆動ローラ1bの近傍に電磁石2bが設けられている。また、駆動ローラ1cの近傍に電磁石2cが設けられている。また、駆動ローラ1dの近傍に電磁石2dが設けられている。

【0034】ここで、駆動ローラ1aは、図示しないモータによって常時計回りに回転している。また、駆動ローラ1bは、図示しないモータによって常時反時計回りに回転している。また、駆動ローラ1dは、図示しないモータによって常時計回りに回転している。また、駆動ローラ1cは、図示しないモータによって常時一定の速度で反時計回りに回転している。また、電磁石2a及び電磁石2bは、通電されることにより、鉛直方向下向き、すなわち駆動ローラ1a、1bの方向に向かう力を可動部32に付勢する。電磁石2a、2bにパルス的に通電することにより、可動部32の運動は簡単なパルス配分によって制御することができる。また、電磁石2c及び電磁石2dは、通電されることにより、鉛直方向下向き、すなわち駆動ローラ1c、1dの方向に向かう力を可動部32に付勢する。電磁石2c、2dにパルス的に通電することにより、可動部32の運動は簡単なパルス配分によって制御することができる。

【0035】このように、駆動ローラ1a、1b、1c、1dと電磁石2a、2b、2c、2dの4組の差動型摩擦駆動源装置を用いることにより、可動部32を2次元的に任意の方向に移動させることが可能である。この場合には第1実施の形態とは異なり、もっと幅の広い可動部が扱え、その形状は、図15に示す可動部32のような平面形状だけでなく、図16に示す可動部33のような曲面形状、図17に示す薄いフィルム34にでも応用が可能である。

【0036】次に上記とは別に、2対、4つの駆動ローラを用いた第4の実施の形態を説明する。図18は第4の実施の形態で、相反する方向に常時一定速度で回転する駆動ローラ1a及び駆動ローラ1bを回転軸上に並べ、さらに駆動ローラ1a及び駆動ローラ1bの回転方向と直交する方向で、相反する方向に常時回転する駆動ローラ1c及び駆動ローラ1dを同じく回転軸上に設

け、その上に可動部35をのせる。さらに第1の実施の形態と同様に、駆動ローラ1aの近傍にパルス圧力付加装置である電磁石2aが設けられている。また、駆動ローラ1bの近傍に電磁石2bが設けられている。また、駆動ローラ1cの近傍に電磁石2cが設けられている。また、駆動ローラ1dの近傍に電磁石2dが設けられている。

【0037】ここで、駆動ローラ1aは、図示しないモータによって常時計回りに回転している。また、駆動ローラ1bは、図示しないモータによって常時反時計回りに回転している。また、駆動ローラ1dは、図示しないモータによって常時計回りに回転している。また、駆動ローラ1cは、図示しないモータによって常時反時計回りに回転している。また、電磁石2a及び電磁石2bは、通電されることにより、鉛直方向下向き、すなわち駆動ローラ1a、1bの方向に向かう力を可動部35に付勢する。電磁石2a、2bにパルスの通電することにより、可動部35の運動は簡単なパルス配分によって制御することができる。また、電磁石2c及び電磁石2dは、通電されることにより、鉛直方向下向き、すなわち駆動ローラ1c、1dの方向に向かう力を可動部35に付勢する。電磁石2c、2dにパルスの通電することにより、可動部35の運動は簡単なパルス配分によって制御することができる。

【0038】このように、駆動ローラ1a、1b、1c、1dと電磁石2a、2b、2c、2dの4組の差動型摩擦駆動源装置を用いることにより、可動部35を2次元的に任意の方向に移動させることが可能である。この場合には、もっと幅の広い可動部が扱え、その形状は、図18に示す可動部35のような平面形状だけでなく、図19に示す可動部36のような曲面形状、図20に示す薄いフィルム37にでも応用が可能である。

【0039】以上詳細に説明したように、本実施の形態の差動型摩擦駆動源装置によれば、(a)可動部3を第1方向に駆動するために常時回転している第1駆動ローラ1aと、(b)可動部3を第2方向に駆動するために常時回転している第2駆動ローラ1bと、(c)可動部3を第1駆動ローラ1a方向に付勢することにより、可動部3を第1方向に駆動する第1電磁石2aと、(d)可動部3を第2回駆動ローラ1b方向に付勢することにより、可動部3を第2方向に駆動する第2電磁石2bとを有しているため、常時回転している駆動ローラとの摩擦力をパルスの変化させることにより、高い応答性かつ高精度で可動部3を左右方向に駆動することができる。

【0040】また、駆動ローラの速度を変化させることにより、可動部3の速度を零速度から高速まで可変速できる。また、駆動ローラ1の慣性を大きくとることによって、小型な駆動系であっても安定な運動が保証できる。また、可動部3と駆動ローラ1とが歯車やベルト等

を分けて機械的に結合されていないために、外部からわずかな力で巨大な接触力を得ることができる。これにより可動部の瞬発的な運動が実現できる。

【0041】さらに、本実施の形態の差動型摩擦駆動源装置によれば、(a)第1駆動ローラ1a及び第2駆動ローラ1bの駆動方向と直交する方向に駆動するため、常時回転している第3駆動ローラ1c及び第4駆動ローラ1dと、(b)可動部3を第3駆動ローラ1c方向に付勢することにより、可動部3を第3方向に駆動する第3電磁石2cと、(c)可動部3を第4駆動ローラ1d方向に付勢することにより、可動部3を第4方向に駆動する第4電磁石2dとを有しているため、常時回転している駆動ローラとの摩擦力をパルスの変化させることにより、高い応答性かつ高精度で可動部3を前後方向及び左右方向に駆動することができる。

【0042】以上、上記実施の形態では本発明を具体化した摩擦駆動源装置の一例を示したが、この実施例にとられることなく色々な応用が可能である。例えば、第3実施の形態及び第4実施の形態では、駆動ローラ1を4つ用いたが、2つが1セットとなり相反する方向に回転していれば、5つ以上の複数個用いても同様である。また、図21に示すように、一对の軸受43で保持された丸棒42に対して、わずかに離間して第1駆動ローラ1a及び第2駆動ローラ1bを設ける。そして、各駆動ローラの軸を移動軸により平行移動可能に保持して、移動軸を圧電素子により保持する。そして、圧電素子に通電することにより、各駆動ローラを丸棒42に接触させる方法を用いても同様である。

【0043】また、本発明により、直進移動ではなくて、回転駆動を伝達することも可能である。すなわち、図26及び図27に示すように、出力回転軸52に対して、互いに反対方向に回転する一对の駆動回転軸53a、53bを設ける。そして、出力回転軸52に取り付けた非磁性体からなる駆動伝達円板55と、駆動回転軸53a、53bに取り付けた磁性体からなる駆動伝達円板51a、51bとを僅かに接触させた状態とする。また、電磁石2a、2bを図26に示す位置に設ける。この電磁石2a、2bを励磁することにより、駆動伝達円板51a、51bを吸引して、駆動伝達円板55と接触させ摩擦駆動する方式である。これにより、回転伝達に本発明を応用することができる。

【0044】また、反対方向に回転する一对の駆動ローラ1a、1bを駆動するのを、1つのモータで行うことも可能である。すなわち、図29に示すように、モータの駆動軸61からプーリ62を介して駆動軸1a、1bを回転させることができる。また、図30に示すように、反転用ギア63を介することにより、駆動軸1a、1bを反対方向に回転させることができる。

【0045】

【発明の効果】本発明の差動型摩擦駆動源装置によれ

ば、(a) 可動部を第1方向に駆動するために常時回転している第1回転型アクチュエータと、(b) 可動部を第2方向に駆動するために常時回転している第2回転型アクチュエータと、(c) 可動部を第1回転型アクチュエータ方向に付勢することにより、可動部を第1方向に駆動する第1方向駆動補助手段と、(d) 可動部を第2回転型アクチュエータ方向に付勢することにより、可動部を第2方向に駆動する第2方向駆動補助手段とを有しているため、常時回転している回転型アクチュエータとの摩擦力をパルス的に変化させることにより、高い応答性かつ高精度で可動部を左右方向に駆動することができる。

【0046】また、回転型アクチュエータの速度を変化させることにより、可動部の速度を零速度から高速まで可変速できる。また、回転型アクチュエータの慣性を大きくとることによって、小型な駆動系であっても安定な運動が保証できる。また、可動部と回転型アクチュエータとが歯車やベルト等を分けて機械的に結合されていないために、外部からわずかな力で巨大な接触力を得ることができる。これにより可動部の瞬発的な運動が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施の形態である摩擦駆動源装置の構成を示すブロック図である。

【図2】実験装置の構成を示すブロック図である。

【図3】実験データを示すデータ図である。

【図4】実験における力学的モデル図である。

【図5】力学的モデルに基づくシミュレーション結果を示す図面である。

【図6】可動部の制御方法を示すタイミング図である。

【図7】第1実施の形態の第1応用例である可動部が曲板形状である差動型摩擦駆動源装置を示す図面である。

【図8】第1実施の形態の第2応用例である可動部が円筒筒形状である差動型摩擦駆動源装置を示す図面である。

【図9】第1実施の形態の第3応用例である可動部がワイヤ形状である差動型摩擦駆動源装置を示す図面である。

【図10】第1実施の形態の第4応用例である可動部がフィルム形状である差動型摩擦駆動源装置を示す図面である。

【図11】本発明の第2実施の形態である差動型摩擦駆動源装置の部分的構成を示すブロック図である。

【図12】第2実施の形態の第1応用例である可動部が曲板形状である差動型摩擦駆動源装置を示す図面である。

【図13】第2実施の形態の第2応用例である可動部が円筒筒形状である差動型摩擦駆動源装置を示す図面である。

【図14】第1実施の形態の第3応用例である可動部がフィルム形状である差動型摩擦駆動源装置を示す図面である。

【図15】本発明の第3実施の形態である差動型摩擦駆動源装置の部分的構成を示すブロック図である。

【図16】第3実施の形態の第1応用例である可動部が曲板形状である差動型摩擦駆動源装置を示す図面である。

【図17】第3実施の形態の第2応用例である可動部がフィルム形状である差動型摩擦駆動源装置を示す図面である。

【図18】本発明の第4実施の形態である差動型摩擦駆動源装置の部分的構成を示すブロック図である。

【図19】第4実施の形態の第1応用例である可動部が曲板形状である差動型摩擦駆動源装置を示す図面である。

【図20】第4実施の形態の第2応用例である可動部がフィルム形状である差動型摩擦駆動源装置を示す図面である。

【図21】圧電素子を用いた場合の実施の形態の構成を示す図面である。

【図22】通常のモータの斜視図である。

【図23】歯車列を用いて回転型アクチュエータのトルクを大きくしているモータの斜視図である。

【図24】リニアモータの構造を示した図面である。

【図25】油圧及び空圧式シリンダを用いたアクチュエータの構造を示す図面である。

【図26】本発明を回転駆動に応用した場合の実施の形態を示す平面図である。

【図27】図26の正面図である。

【図28】制御装置の機能を示すブロック図である。

【図29】駆動ローラを回転させる機構を説明する第一説明図である。

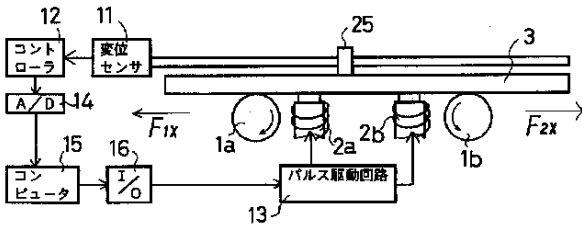
【図30】駆動ローラを回転させる機構を説明する第二説明図である。

【符号の説明】

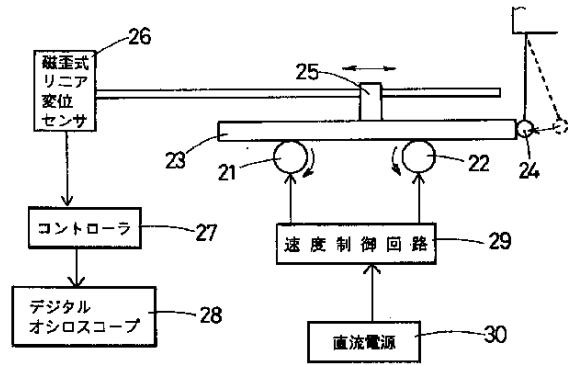
- 1 a、1 b、1 c、1 d 駆動ローラ
- 2 a、2 b、2 c、2 d 電磁石
- 3 可動部
- 11 変位センサ
- 12 コントローラ
- 13 パルス分配回路
- 21、22 駆動ローラ



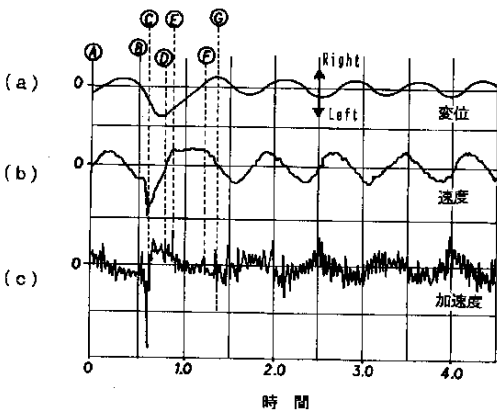
【図1】



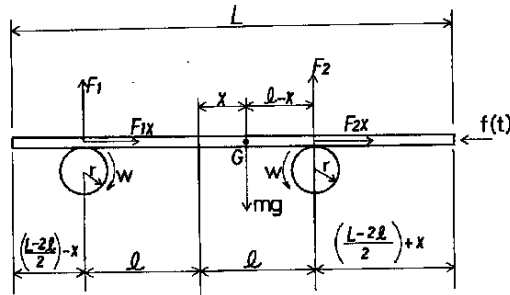
【図2】



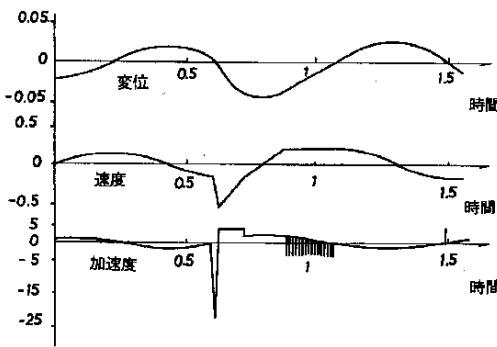
【図3】



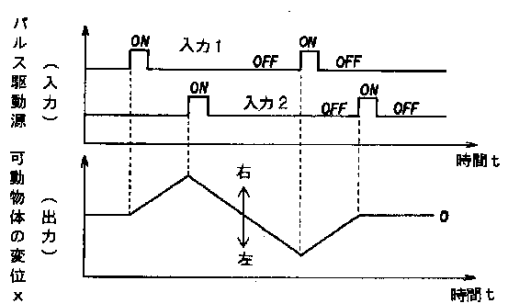
【図4】



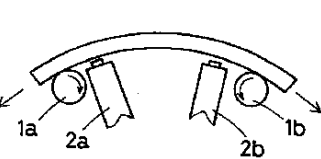
【図5】



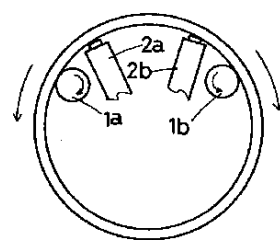
【図6】



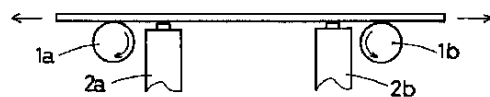
【図7】



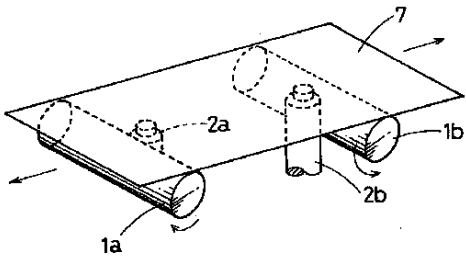
【図8】



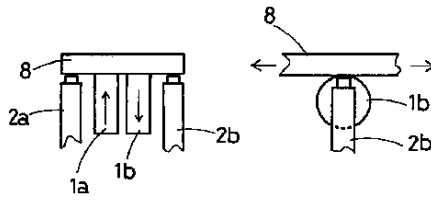
【図9】



【図10】

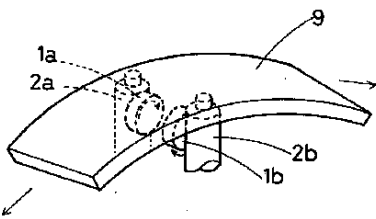


【図11】

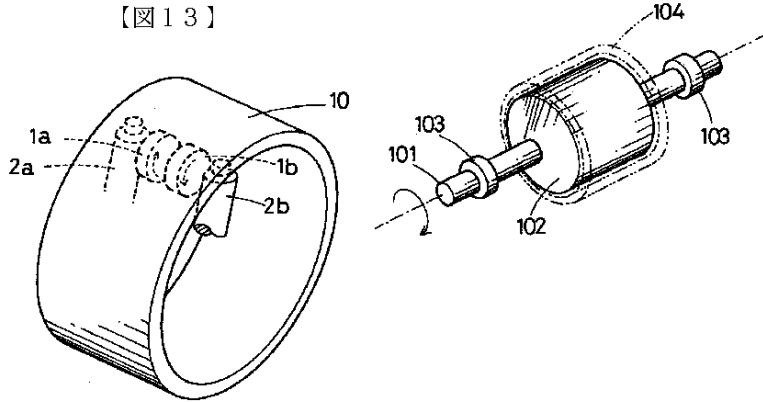


【図22】

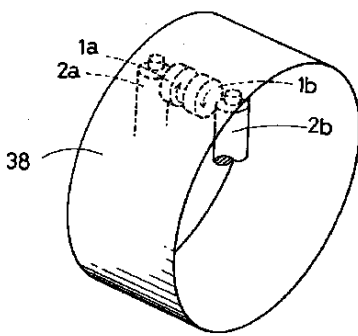
【図12】



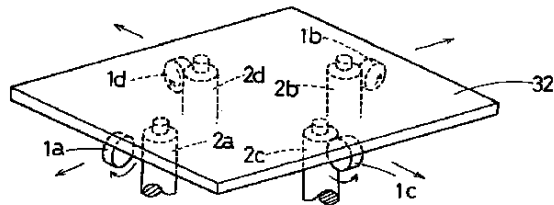
【図13】



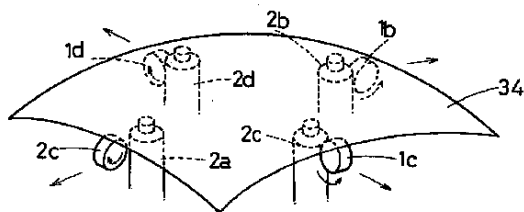
【図14】



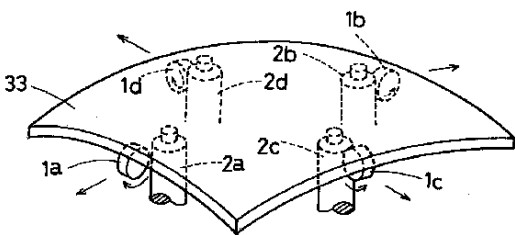
【図15】



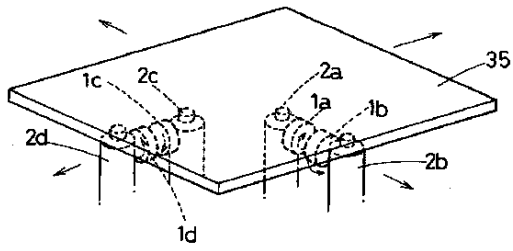
【図17】



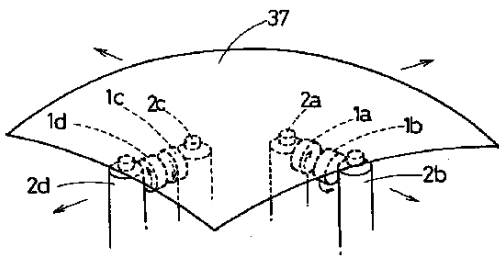
【図16】



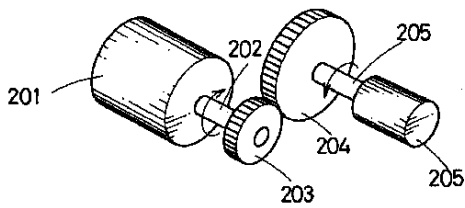
【図18】



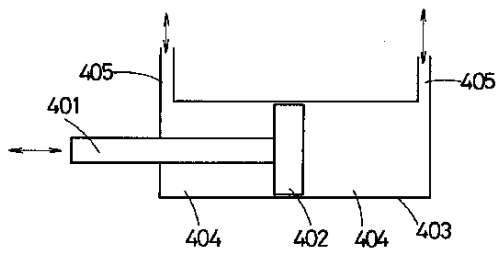
【図20】



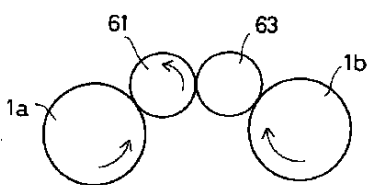
【図23】



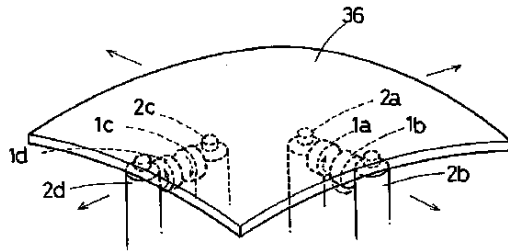
【図25】



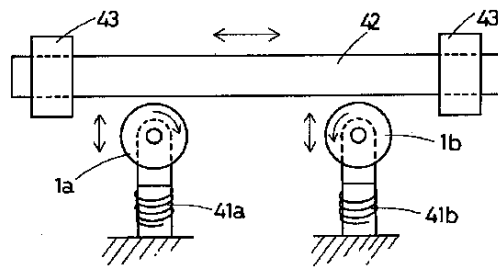
【図30】



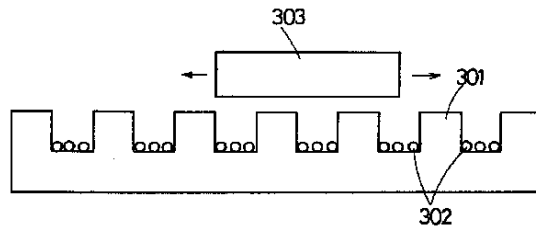
【図19】



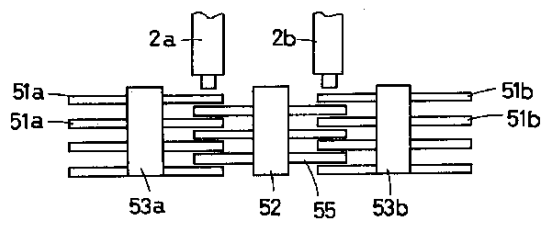
【図21】



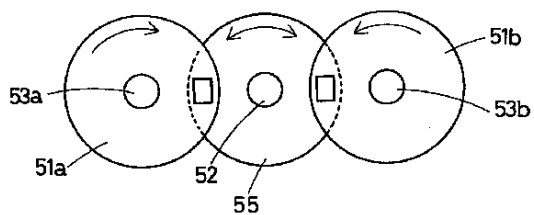
【図24】



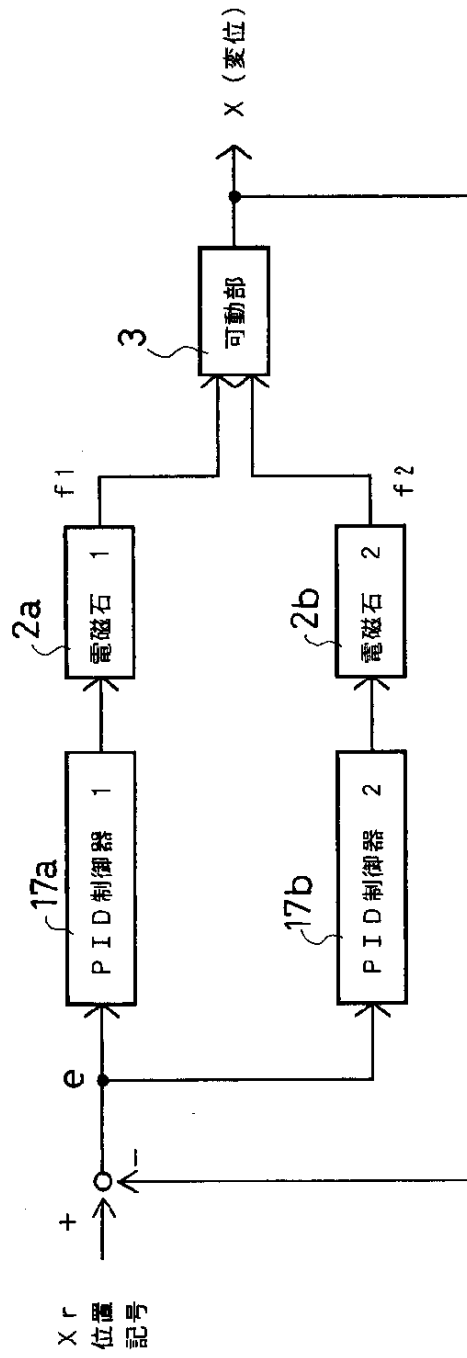
【図26】



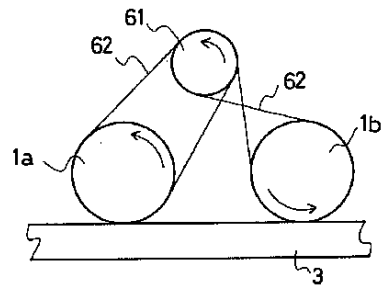
【図27】



【図28】



【図29】



---

フロントページの続き

(72)発明者 古谷 克司  
名古屋市天白区久方2-12 豊田工業大学  
内

(72)発明者 佐藤 益矛  
愛知県小牧市大字北外山字早崎3005番地  
シーケーディ株式会社内