(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4413498号
(P4413498)
(45)発行日　平成22年2月10日(2010.2.10)　(24)登録日　平成21年11月27日(2009.11.27)

(51)Int.Cl.　F I
F16H 19/02 (2006.01)　F16H 19/02 P

請求項の数 6　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願2003-3480(P2003-3480)
(22)出願日　平成15年1月9日(2003.1.9)
(65)公開番号　特開2004-218662(P2004-218662A)
(43)公開日　平成16年8月5日(2004.8.5)
審査請求日　平成17年8月23日(2005.8.23)

(73)特許権者　000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込１丁目３番６号
(74)代理人　100112128
弁理士　村山　光威
(72)発明者　小原　隆
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内

審査官　広瀬　功次

(56)参考文献　特開平０２－２８３９５２（ＪＰ，Ａ）
実開平０１－０６９９６０（ＪＰ，Ｕ）
特開平１１－１９５２４７（ＪＰ，Ａ）
実開平０５－０３４３４６（ＪＰ，Ｕ）
最終頁に続く

(54)【発明の名称】摩擦駆動装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
駆動軸と、この駆動軸に対して傾き角度をもって傾斜する少なくとも２つの従動軸のそれぞれに設けられて前記駆動軸の外周にころがり接触するローラと、前記駆動軸の回転により前記従動軸と前記ローラと共に移動する移動体と、この移動体に固定され、前記駆動軸が貫通しかつ前記従動軸が固定される固定板と、前記移動体を前記駆動軸の軸線方向に案内する案内機構とを備えた摩擦駆動装置において、
前記各従動軸を、前記駆動軸の軸線に対して円周方向に等角配置すると共に、前記駆動軸に対して傾き角度θをもって傾斜させて設置し、前記固定板における前記少なくとも２つの従動軸のうちの２つの従動軸の固定端から、この従動軸に設けられた前記ローラと前記駆動軸との接触点までの距離をそれぞれＬａ，Ｌｂとし、前記駆動軸の直径をＤとした場合に、Ｌａ＝Ｌｂ－（π・Ｄ／３）・θの関係を有するように構成した摩擦駆動装置であって、
前記従動軸の一端を球面軸受にて支持し、他端を、該従動軸に設けたローラが前記駆動軸外周から前記球面軸受の中心である回動支持点を支点として離間する方向に押圧する第１の弾性体および前記駆動軸外周の接線方向に押圧する第２の弾性体による自由支持とし、前記回動支持点を挟んで前記ローラと反対側に前記移動体に固定され、前記駆動軸の軸線と直角方向において前記第１の弾性体の押圧力による前記回動支持点回りのモーメント力を相殺する方向に前記従動軸を押圧する第１の押圧手段と、前記駆動軸外周の接線方向で前記第２の弾性体の押圧力による前記回動支持点回りのモーメント力を相殺する方向に

前記従動軸を押圧する第２の押圧手段と、前記第１の押圧手段を押圧／開放し、前記ローラを前記従動軸の軸線方向に移動／固定するように制御するための第１の出力手段と、前記駆動軸の１回転当たりの原点検出信号と前記ローラ移動量検出手段の出力信号に基づいて、前記ローラが軸線方向に移動可能な前記従動軸に設けられたローラを軸線方向に固定した従動軸に対する傾き角度誤差を算出する角度誤差算出手段と、その算出角度に相当する出力信号を現在印加信号から増減した補正信号を前記第２の押圧手段に印加する第２の出力手段とからなる角度補正手段とを備えたことを特徴とする摩擦駆動装置。

【請求項２】

前記第１の出力手段を、定電圧回路と、この定電圧回路の出力信号が入力され、かつ外部信号によりオン／オフする切換スイッチと、前記第１の押圧手段の変形部に設けた変形量測定手段と、前記切換スイッチの出力信号である押圧伸縮設定信号と前記変形量測定手段の出力信号である現在押圧伸縮量とを比較してサーボ制御するサーボ制御手段とから構成したことを特徴とする請求項１記載の摩擦駆動装置。

【請求項３】

前記第１の出力手段を、可変電圧回路と、この可変電圧回路の出力信号が入力され、かつ外部信号によりオン／オフする切換スイッチと、前記第１の押圧手段と前記回動支持点と前記ローラ間に設けられて、前記従動軸の外周部に該従動軸の押圧方向の変形量を検出する変形量測定手段と、前記切換スイッチの出力信号である押圧設定信号と前記変形量測定手段の出力信号である現在押圧量とを比較してサーボ制御するサーボ制御手段とから構成したことを特徴とする請求項１記載の摩擦駆動装置。

【請求項４】

前記第１の出力手段を、１つのデジタル／アナログ変換器と、前記第１の押圧手段と前記回動支持点と前記ローラ間に設けられて、前記従動軸の外周部に該従動軸の押圧方向の変形量を検出する変形量測定手段と、前記デジタル／アナログ変換器の出力信号である押圧設定信号と変形量測定手段の出力信号である現在押圧量とを比較してサーボ制御するサーボ制御手段から構成したことを特徴とする請求項１記載の摩擦駆動装置。

【請求項５】

前記第２の出力手段を、デジタル信号／アナログ変換器と、押圧板の変形部に設けた変形量測定手段と、前記デジタル信号／アナログ変換器の出力信号である押圧伸縮設定信号と前記変形量測定手段の出力信号である現在押圧伸縮量を比較してサーボ動作を行うサーボ制御手段とから構成したことを特徴とする請求項１記載の摩擦駆動装置。

【請求項６】

前記移動体に固定された固定板における前記従動軸を押圧する方向に設けられた第１の案内部と、この第１の案内部に嵌合するように設けられた第３の押圧板と、前記固定板における前記従動軸を押圧する方向に設けられた第１の調整ネジと、この第１の調整ネジが螺合する前記第３の押圧板に設けられた雌ネジ部とを備えて前記従動軸を押圧する方向の位置調整を可能にし、

前記固定板における前記従動軸を前記駆動軸外周の接線方向に押圧する方向に設けられた第２の案内部と、この第２の案内部に嵌合するよう設けられた第４の押圧板と、前記固定板における前記従動軸を前記駆動軸外周の接線方向に押圧する方向に設けられた第２の調整ネジとを備えて、前記第４の押圧板における後端側面によって前記従動軸を前記駆動軸外周の接線方向に押圧する方向に位置調整することを可能にしたことを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載の摩擦駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、駆動軸を回転させることによって移動体を進退させる摩擦駆動装置に係り、特に光ディスク原盤に対してトラックピッチを正確に露光する移動体であるスライドテーブルを具備する光ディスク原盤露光装置における移動体駆動部に適用される摩擦駆動装置に関する。

【０００２】
【従来の技術】
従来、光ディスク原盤露光用のスライドテーブル装置においては、高精度送りを実現するための発明が数多くなされている（特許文献１～３）。
【０００３】
光ディスク原盤露光用のスライドテーブル装置では、静圧軸受を介してスライドテーブルを進退自在に設けたエアスライド式のスライドテーブル装置が用いられている。スライドテーブルの駆動は、ボイスコイル型のリニアモータが一般的に用いられ、位置検出器として干渉レーザ測長器あるいはリニアスケールを使用した閉ループ制御方式が採用されている。また、半導体検査装置等の静止状態を必要とするものでは、送り方向の剛性を必要とするためスライドテーブルの駆動にボールネジなどを用いる。
【０００４】
近年の光ディスクの高密度化に伴い、より高解像の露光を実現するために従来のレーザビームから電子線などを用いた露光法が登場し、それに伴い真空環境への対応、および、より高精度な送りが必要になってきている。
【０００５】
摩擦駆動機構のツイストローラ方式は、駆動軸と従動軸との間の交差角を微小にすることにより、他の機構では得られない小さなリードを実現することが可能になり、高い位置決め分解能が期待できることから、次世代の送り機構として特許文献、非特許文献に様々な機構が提案されている。
【０００６】
例えば特許文献４に記載の発明は、軸体と、この軸体を相対的に回転および進退自在に貫通させた進退部品とを備え、進退部品として進退部品本体内に軸体に転接する樽形のローラを周方向に並べて複数個設け、これらのローラを、両端面においてボールを介して進退部品本体と予圧板との間に回転自在に支持する構成であり、進退部品本体とローラ端面との少なくとも一方、および予圧板とローラ端面との少なくとも一方が、ボールが回転自在に嵌まる円錐面状のボール支持凹部でボールの支持を行わせる構成である。また、予圧板をローラ側へ付勢すると共に円周方向に付勢する弾性体を設けることにより、耐外乱性が高く、速度むらがなく、安定送りが行え、また駆動源において停止時における静止性能の向上を図ることができる装置としている。
【０００７】
特許文献５に記載の発明は、テーブルとなるスライド体を基台に対して静圧直動軸受で静圧支持し、基台に対してスライド体をスライド自在に駆動する摩擦進退駆動装置を設けるものであり、摩擦進退駆動装置は、回転駆動される主軸と、この主軸の周りに複数設けられて各々傾き角度を持って接するローラとを備え、このローラに主軸に対する予圧を与える予圧手段を設けて、速度むらが生じることなく、安定した送りが行え、外乱にも強く、分解能の向上を図り、これにより高密度の書き込みを可能にした光ディスクマスタリング装置用のスライドテーブル装置としている。
【０００８】
特許文献６に記載の発明は、主軸と、この主軸の外周に傾き角度をもって転がり接触するローラと、主軸の回転に伴いローラと共に移動するスライド体とを備えたものであり、モータの回転は減速機で減速して主軸に伝達し、この減速機を、第１、第２の駆動側軸から摩擦車への回転伝達で減速する構成にして、回転駆動源の回転むらの影響を少なくすると共に、回転伝達系における位相ずれを少なくし、精密な位置決めを可能としている。
【０００９】
非特許文献１に記載された技術によれば、空気静圧軸受により案内されたテーブルを、両端を空気静圧軸受にて支持された駆動軸と、その駆動軸の軸線に対してわずかな交差角を備えて設置された従動軸と、従動軸回りに複数の玉軸受にて回動支持されたローラとからなる機構によって、約７０μｍのリードにおいて位置決め分解能２ｎｍを実現している。
【００１０】

【特許文献１】
特開２００２－２５１２８号公報
【特許文献２】
特開２００２－９２９７３号公報
【特許文献３】
特開２００２－２７９７００号公報
【特許文献４】
特開平８－１８４３６０号公報
【特許文献５】
特開平１１－１９５２４７号公報
【特許文献６】
特開平１１－１９５２４８号公報
【非特許文献１】
水本他著，「ツイストローラ摩擦駆動装置を用いた超精密位置決めシステムの開発」，1995年度精密工学会秋期大会論文集
【００１１】
【発明が解決しようとする課題】
ところで、特許文献４に記載の発明の場合、ローラが駆動軸心に対して等角（１２０度）に配置される構成であるため、ローラ端面を支持している固定板および対向板に各々形成される円錐面状のボール支持凹部の機械的な位置誤差のために、各ローラ軸心と駆動軸とのなす角度にばらつきを生じやすい。
【００１２】
このことは、ローラ軸芯と駆動軸心とがなす角度を大きく、言い換えるとリード（軸方向に進む距離）を比較的大きく取る場合（例えば数ｍｍ）には問題とならないが、ローラ軸芯と駆動軸とのなす角度を小さく、言い換えるとリードを小さく取る場合（例えば数百μｍ）に、各ローラ軸芯と駆動軸とのなす角度にばらつきがあると、駆動軸と従動軸のローラとの間においてリード誤差によるすべりを生じる。
【００１３】
また、駆動軸とローラの接触点は、駆動軸の外周上におけるローラの転動軌跡が、各ローラで異なるため、駆動軸の加工誤差などによる微小な曲がり、あるいは駆動軸の軸心と進退部品の案内機構間に組立誤差などによる通り誤差がある場合、リードＬを大きく取ると大きなすべりを生じる。これが閉ループ制御の外乱となるため、制御上好ましくないと共に、光ディスク原盤露光などに適用するとトラックピッチ精度などが悪くなり、露光品質上好ましくない。
【００１４】
さらに、特許文献４に記載の発明では、予圧板をローラ側へ付勢すると共に円周方向に付勢する弾性体を設ける構成としており、ローラの軸体に対する予圧量の調整は、進退部品本体に設けたネジ部を有する孔部と予圧板に設けた孔部を連通させた位置として、その連通孔部分に弾性体を設けて、進退部品本体に設けたネジ部のイモネジを締めることによる弾性体の圧縮変形力を利用している。このような構成の場合、ローラの軸体に対する現在予圧量を定量的に確認することができないため、適正な予圧量にするために試行錯誤することになり、またローラあるいは軸体の磨耗による経年変化に伴う予圧の再調整も困難となり、部品交換時の予圧量の再現性もなく、組立性が悪いという問題がある。
【００１５】
特許文献５に記載の発明では、ローラに主軸に対する予圧を与える予圧手段を設けているが、基台に固定される静圧直動軸受の固定部と摩擦進退駆動装置の主軸との間に真直性に誤差がある状態で組み立てられるおそれがある。この場合、スライド体が送り方向に動作すると、予圧をかけられて固定されているだけで、剛性が最も低いローラと主軸との間において、その真直誤差を吸収することになるため、ローラの主軸に対する予圧量が移動位置と共に変化する。

【００１６】
駆動軸と１つのローラ間に働く駆動軸方向の駆動力Ｆは、駆動軸外周とローラ間の動摩擦係数をμ、予圧をＮとするとＦ＝μＮとなる。したがって、各々のローラと駆動軸外周で発生する駆動力にもばらつきを生じ、これにより、各々の駆動力にもばらつきを生じるため、各ローラの軸心と駆動軸とがなす角度のばらつきと相乗して、駆動軸と従動軸のローラとの間ですべりを生じ、これが閉ループ制御の外乱となるため制御上好ましくなく、光ディスク原盤露光などに適用する場合には、トラックピッチ精度などが悪くなり、露光品質上好ましくない。
【００１７】
特許文献６に記載の発明では、スライド体を基台に対して静圧直動軸受で静圧支持する構成にし、また、非特許文献１に記載の技術では、空気静圧軸受により案内されたテーブルを、両端を空気静圧軸受にて支持する構成としているが、送り，回転構成要素である静圧軸受が非常に高価であるため、装置コストが高くなる。
【００１８】
本発明は、前記従来の問題が生じることなく、高精度送りを実現することができる光ディスク原盤露光装置などに適用することを可能にした摩擦駆動装置を提供することを目的にする。
【００１９】
【課題を解決するための手段】
前記目的を達成するため、請求項１に記載の発明は、駆動軸と、この駆動軸に対して傾き角度をもって傾斜する少なくとも２つの従動軸のそれぞれに設けられて前記駆動軸の外周にころがり接触するローラと、前記駆動軸の回転により前記従動軸と前記ローラと共に移動する移動体と、この移動体に固定され、前記駆動軸が貫通しかつ前記従動軸が固定される固定板と、前記移動体を前記駆動軸の軸線方向に案内する案内機構とを備えた摩擦駆動装置において、前記各従動軸を、前記駆動軸の軸線に対して円周方向に等角配置すると共に、前記駆動軸に対して傾き角度θをもって傾斜させて設置し、前記固定板における前記少なくとも２つの従動軸のうちの２つの従動軸の固定端から、この従動軸に設けられた前記ローラと前記駆動軸との接触点までの距離をそれぞれＬａ，Ｌｂとし、前記駆動軸の直径をＤとした場合に、Ｌａ＝Ｌｂ－（π・Ｄ／３）・θの関係を有するように構成した摩擦駆動装置であって、前記従動軸の一端を球面軸受にて支持し、他端を、該従動軸に設けたローラが前記駆動軸外周から前記球面軸受の中心である回動支持点を支点として離間する方向に押圧する第１の弾性体および前記駆動軸外周の接線方向に押圧する第２の弾性体による自由支持とし、前記回動支持点を挟んで前記ローラと反対側に前記移動体に固定され、前記駆動軸の軸線と直角方向において前記第１の弾性体の押圧力による前記回動支持点回りのモーメント力を相殺する方向に前記従動軸を押圧する第１の押圧手段と、前記駆動軸外周の接線方向で前記第２の弾性体の押圧力による前記回動支持点回りのモーメント力を相殺する方向に前記従動軸を押圧する第２の押圧手段と、前記第１の押圧手段を押圧／開放し、前記ローラを前記従動軸の軸線方向に移動／固定するように制御するための第１の出力手段と、前記駆動軸の１回転当たりの原点検出信号と前記ローラ移動量検出手段の出力信号に基づいて、前記ローラが軸線方向に移動可能な前記従動軸に設けられたローラを軸線方向に固定した従動軸に対する傾き角度誤差を算出する角度誤差算出手段と、その算出角度に相当する出力信号を現在印加信号から増減した補正信号を前記第２の押圧手段に印加する第２の出力手段とからなる角度補正手段とを備えたことを特徴とし、この構成によって、加工，組み付け誤差などによる駆動軸の曲がりなどがあっても、駆動軸と各従動軸のローラとの間において、リード誤差によるすべりが発生せず、さらに、加工，組み付け誤差などによる機械的な位置誤差のために生じる各従動軸と駆動軸とのなす交差角度のばらつきを補正できるようにしているため、各ローラの軸芯と駆動軸とのなす角度を精密に設定することができ、駆動軸と各従動軸のローラとの間でリード誤差によるすべりが発生せず、安定した送り制御を実現することができ、送り精度を向上させることができる。

【００２４】
請求項２に記載の発明は、請求項１記載の摩擦駆動装置において、第１の出力手段を、定電圧回路と、この定電圧回路の出力信号が入力され、かつ外部信号によりオン／オフする切換スイッチと、第１の押圧手段の変形部に設けた変形量測定手段と、前記切換スイッチの出力信号である押圧伸縮設定信号と前記変形量測定手段の出力信号である現在押圧伸縮量とを比較してサーボ制御するサーボ制御手段とから構成したことを特徴とし、この構成によって、ローラの駆動軸外周への押圧（予圧）動作と、各従動軸と駆動軸との交差角度を補正する角度補正動作を再現性よく行うことができるため、さらに安定した送り制御を実現することができ、送り精度を向上させることができる。
【００２５】
請求項３に記載の発明は、請求項１記載の摩擦駆動装置において、第１の出力手段を、可変電圧回路と、この可変電圧回路の出力信号が入力され、かつ外部信号によりオン／オフする切換スイッチと、第１の押圧板と回動支持点と前記ローラ間に設けられて、前記従動軸の外周部に該従動軸の押圧方向の変形量を検出する変形量測定手段と、前記切換スイッチの出力信号である押圧設定信号と変形量測定手段の出力信号である現在押圧量とを比較してサーボ制御するサーボ制御手段から構成したことを特徴とし、この構成によって、ローラの駆動軸に対する予圧量を従動軸の変形量に置換した信号で予圧サーボをしているため、適正な予圧条件に瞬時に設定することができ、ローラあるいは駆動軸の磨耗による経年変化に伴う予圧の再調整が容易になり、部品交換時の予圧量再現性が良好であって、組立性を向上させることができる。
【００２６】
請求項４に記載の発明は、請求項１記載の摩擦駆動装置において、第１の出力手段を、１つのデジタル／アナログ変換器と、前記第１の押圧手段と回動支持点と前記ローラ間に設けられて、前記従動軸の外周部に該従動軸の押圧方向の変形量を検出する変形量測定手段と、前記デジタル／アナログ変換器の出力信号である押圧設定信号と変形量測定手段の出力信号である現在押圧量とを比較してサーボ制御するサーボ制御手段から構成したことを特徴とし、この構成によって、前記と同様に、ローラの駆動軸に対する予圧量を従動軸の変形量に置換した信号で予圧サーボをしているため、適正な予圧条件に瞬時に設定することができ、ローラあるいは駆動軸の磨耗による経年変化に伴う予圧の再調整が容易になり、部品交換時の予圧量再現性が良好であって、組立性を向上させることができる。
【００２７】
請求項５に記載の発明は、請求項１記載の摩擦駆動装置において、第２の出力手段を、デジタル信号／アナログ変換器と、押圧板の変形部に設けた変形量測定手段と、前記デジタル信号／アナログ変換器の出力信号である押圧伸縮設定信号と前記変形量測定手段の出力信号である現在押圧伸縮量を比較してサーボ動作を行うサーボ制御手段とから構成したことを特徴とし、この構成によって、ローラの駆動軸外周への押圧（予圧）動作と、各従動軸と駆動軸との交差角度を補正する角度補正動作を再現性よく行うことができるため、さらに安定した送り制御を実現することができ、送り精度を向上させることができる。
【００２８】
請求項６に記載の発明は、請求項１～５のいずれか１項に記載の摩擦駆動装置において、移動体に固定された固定板における従動軸を押圧する方向に設けられた第１の案内部と、この第１の案内部に嵌合するように設けられた第１の押圧板と、前記固定板における前記従動軸を押圧する方向に設けられた第１の調整ネジと、この第１の調整ネジが螺合する前記第１の押圧板に設けられた雌ネジ部とを備えて前記従動軸を押圧する方向の位置調整を可能にし、前記固定板における前記従動軸を前記駆動軸外周の接線方向に押圧する方向に設けられた第２の案内部と、この第２の案内部に嵌合するよう設けられた第２の押圧板と、前記固定板における前記従動軸を前記駆動軸外周の接線方向に押圧する方向に設けられた第２の調整ネジとを備えて、前記第２の押圧板における後端側面によって前記従動軸を前記駆動軸外周の接線方向に押圧する方向に位置調整することを可能にしたことを特徴とし、この構成によって、大きな交差角度でも角度補正動作が行えるようにしているため

、広いリード条件範囲において安定した送り制御を実現することができ、送り構成要素としての汎用性を高くすることができる。

【００２９】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【００３０】

図１は本発明の実施形態１を説明するための摩擦駆動装置の平面図、図２は実施形態１の摩擦駆動装置の右側面図、図３は実施形態１の摩擦駆動装置の一部を断面して示す縦断面図、図４は実施形態１の要部を説明するための斜視図である。

【００３１】

図２に示すように、空気圧によるサーボマウンタなどからなる除振機構（図示せず）上に設けられたベース１には、送り方向と直角方向に離間して下端が固定された複数の支柱２が立設されており、各支柱２の上端には、送り方向に配置した案内機構を構成するころがり軸受（例えば球体，円筒ローラなど）３を介して移動体４が固定されている。移動体４には、上部にターンテーブル５を固定し、図示しない外部より供給される圧縮空気によりラジアル，スラスト方向に静圧浮上するエアスピンドル６が固定されており、エアスピンドル６には回転駆動モータ７を介して、出力が１周を数千等分割したＡ相，Ｂ相パルス、および１周に１回発生するＺ相パルスとから構成される光学式ロータリーエンコーダ８が固定されており、外部からの回転駆動モータ７への通電信号により回転自在になっている。

【００３２】

移動体４の左側端部の下部には、出力が移動方向をある分解能のＡ相，Ｂ相パルスから構成される光学式リニアエンコーダなどからなり、図２に示すように、移動体４の送り方向の位置を計測する受光部９とスケール１０とから構成される位置検出手段１１が配設されており、スケール１０が取付板１２を介して移動体４に固定され、また、受光部９が取付板１３を介してベース１に固定されている。

【００３３】

なお、本例では、スケール１０が移動体４に固定され、受光部９がベース１に固定されているが、受光部９を移動体４に固定し、スケール１０をベース１に固定する構成にしてもよい。

【００３４】

図３に示すように、移動体４の送り方向に延出する突出部１４の下部には、駆動軸１５が貫通する通孔部を設けた相対向する一対の固定板１６が固定されている。駆動軸１５の外周には、同心状に設けた３つの従動軸１７が駆動軸１５の軸線に対して円周方向に等角配置され、かつ駆動軸１５の軸心と従動軸１７の軸心とが微小角度になるように設けられている。各従動軸１７には、駆動軸１５に対してころがり接触するローラ１８が、対向したころがり軸受（例えばアンギュラ軸受など）１９を介して軸受止め体２０にて軸線方向に固定するように設けられている。

【００３５】

図５，図６に示す駆動軸の展開図のように、他方の固定板１６における従動軸１７の固定端から、各ローラ１８と駆動軸１５外周との接触点（１５－ａ～１５－ｃ）までの距離をそれぞれＬａ，Ｌｂ，Ｌｃとし、駆動軸１５の軸心と各従動軸１７の軸心とのなす角度をθとし、駆動軸１５の直径をＤとした場合に、下記の式（数１）を満足するように各部材が設けられている。

【００３６】

【数１】

$$Lb = La - (\pi \cdot D / 3) \cdot \theta$$

$$Lc = Lb - (\pi \cdot D / 3) \cdot \theta = La - (2 \cdot \pi \cdot D / 3) \cdot \theta$$

図３に示すように、駆動軸１５の右側端部は段付き形状になっており、第１の段付部１５ａの外周が、ベース１に固定されたハウジング２１の左側円筒孔部において、同心状にそ

の外輪が固定された一対のころがり軸受（例えばアンギュラ軸受など）２２の内周部に嵌合されており、駆動軸１５に設けたネジ部においてころがり軸受２２の内周部が軸受止め体２３にて固定されている。

【００３７】

また、駆動軸１５の第２の段付部１５ｂの外周は、カップリング部材（例えばオルダム式など）２４を介して送り駆動モータ２５に連結されている。送り駆動モータ２５は、ハウジング２１の右側円筒孔部に固定され、また出力が１周を数千等分割したＡ相，Ｂ相パルスと、１周に１回発生するＺ相パルスとから構成されるロータリーエンコーダ２６を具備している。

【００３８】

さらに、駆動軸１５の左側端部１５ｃは、ベース１に固定された支持体２７の貫通孔に、同心状にかつ外輪が軸心方向に移動可能となるように固定されたころがり軸受（例えば深溝玉軸受など）２８の内輪に嵌合されている。

【００３９】

前記構成の実施形態１において、送り駆動モータ２５に通電すると、駆動軸１５の外周に前記接触点１５－ａ～１５－ｃにて接触しているローラ１８が転動し、移動体４が送り方向に移動する。このときの動作について、図６（ａ），（ｂ）に示す本実施形態と同様の構成をなす従来例の場合と比較して説明する。

【００４０】

従来例では、ローラ１８の駆動軸１５の外周上における接触点１５－ａ’～１５－ｃ’は図６（ａ）に示すような配置であり、ローラ１８の転動軌跡はＡ，Ｂ，Ｃの軌跡となり、異なる軌跡上を転動する。この場合、図６（ｂ）に示すように、駆動軸１５に微小な曲がりがあると、駆動軸１５が１回転したときの１５－ａ’，１５－ｃ’の軸線方向移動距離（これをリード量という）、すなわちリード量Ｌａ’とＬｃ’はＬａ’＞Ｌｃ’となってローラ１８にすべりを生じる。一方、本実施形態の前記式（数１）を満足するように設けられた接触点（１５－ａ～１５－ｃ）の配置では、図６（ｂ）に示すように、駆動軸１５の外周上で同一の軌跡上を転動することになるため、駆動軸１５に曲がりがあっても同じリード量となり、ローラ１８のすべりは生じない。

【００４１】

実施形態１では、駆動軸１５の軸心と従動軸１７の軸心とがなす角度を固定条件とした場合の構成を示した。次に本発明の実施形態２として、駆動軸１５の軸心と従動軸１７の軸心とがなす角度を可変とした場合の構成について説明する。

【００４２】

図７は実施形態２の摩擦駆動装置の一部を断面して示す縦断面図、図８は実施形態２の図７におけるＢ－Ｂ’線断面図、図９は実施形態２の図８におけるＹ－Ｏ－Ｙ’線断面図、図１０は実施形態２の図８におけるＺ－Ｏ－Ｚ’線断面図、図１１は実施形態２の移動量検出手段の構成を示すブロック図である。なお、以下の説明において、既に説明して重複する部分については同一符号を付すなどして詳しい説明は省略する。

【００４３】

図９，図１０に示すように、本例では３つの従動軸における１つの従動軸１７ａには軸線方向にローラ１８ａを固定し、他の従動軸１７ｂ，１７ｃには軸線方向に移動可能にローラ１８ｂ，１８ｃを設けている。なお、図９，図１０において図法上、構成部材が左右対称に記載されるが、両部位は同一構成である。

【００４４】

前記他の従動軸１７ｂ，１７ｃにおいて、内周面と従動軸１７ｂ，１７ｃの外周面とですべり軸受３０を構成する移動リング３１が同心状に設けられており、移動リング３１の一端に、外周部が固着され、かつ前記一端と対向する従動軸１７ｂ，１７ｃの一端に内周部が固着された円盤状の弾性板３２が設けられ、これらから移動手段３３が構成されており、ローラ１８ｂ，１８ｃが従動軸１７ｂ，１７ｃの軸線方向に対して移動可能であるような構成としている。

【００４５】
前記他の従動軸１７ｂ，１７ｃには、その軸線と直角方向に貫通孔３４と図中右端部より同心状に孔部が設けられており、また前記孔部と外周が略嵌合し、図示しない例えばＯリングなどを外周に備え、かつ先端部がテーパ状の突き出しピン３５が、例えば圧縮コイルバネ３６を介して設けられ、さらに貫通孔３４に嵌合し、かつ突き出しピン３５のテーパ部に接触する複数の鋼球３７が設けられている。
【００４６】
前記構成にて、従動軸１７ｂ，１７ｃの右端部に設けた給気口３８より圧縮空気などを供給すれば突き出しピン３５が従動軸１７ｂ，１７ｃの軸線左方向に移動し、テーパ部にて接触している鋼球３７が、従動軸１７ｂ，１７ｃの軸線に対して直交する方向に移動して移動リング３１の内周面を押圧し、移動リング３１に従動軸１７ｂ，１７ｃが固定される。
【００４７】
なお、図８において、Ａ，Ｂは、従動軸１７ａ～１７ｃの端部を互いに直交する方向に支持固定するための固定板である。
【００４８】
さらに、円盤状の弾性板３２の内外周間において、その半径方向のひずみを検出するひずみゲージ３９が設けられている。図１１はひずみゲージ３９を用いた移動量検出手段の構成を示すブロック図であり、図９，図１０に示すように、前記各部に設けられた一対のひずみゲージ３９は、それぞれブリッジ回路４０に接続されており、ブリッジ回路４０の出力信号は増幅器４１に接続され、その出力信号が、例えば表示器４２に接続されており、移動可能なローラ１８ｂ，１８ｃの移動量を弾性板３２の変形量として検出できるように構成されており、全体として移動量検出手段４３を構成している。
【００４９】
以上の構成によれば、駆動軸１５の軸心と従動軸１７ｂ，１７ｃの軸心とがなす角度に応じて、従動軸１７ｂ，１７ｃの右端部に設けた給気口３８からの圧縮空気の供給をオフにした状態にて、移動量検出手段４３を参照しながら各従動軸１７ａ～１７ｃの軸受止め体２０の締め付け力を変更し、従動軸１７ｂ，１７ｃの右端部に設けた給気口３８より圧縮空気を供給してローラ１８ｂ，１８ｃを固定することにより、ローラ１８ｂ，１８ｃの軸方向の位置を調整することが可能となり、駆動軸１５の軸心と各従動軸１７ａ～１７ｃの軸心とを任意の角度に設定することが可能になる。
【００５０】
実施形態１，２は、駆動軸１５の軸心と従動軸１７ａ～１７ｃの軸心とがなす角度の形成誤差が小さい場合において対応することができる。
【００５１】
そこで本発明の実施形態３として、組立誤差などにより駆動軸１５の軸心と従動軸１７ａ～１７ｃの軸心とがなす角度の形成誤差が大きい場合の角度補正手段について説明する。
【００５２】
図１２は本発明の実施形態３を説明するための摩擦駆動装置の一部を断面して示す縦断面図、図１３は実施形態３の図１２におけるＡ－Ａ’線断面図、図１４は実施形態３の図１２におけるＢ－Ｂ’線断面図である。
【００５３】
図１２において、各従動軸１７の右側端部は、図１４に示すように、一方の固定板１６の凹部に、駆動軸１５の軸線に対して円周方向に等角配置されて固定され、ローラ１８が駆動軸１５の外周から離間する方向に従動軸１７を押圧する第１の押圧板４６と、駆動軸１５の外周接線方向に従動軸１７を押圧する第２の押圧板４７が設けられている。第１の押圧板４６と第２の押圧板４７には、図１５に示すように、それぞれ押圧端部に球４５が設けられたコイルスプリングなどの弾性体４８が設けられており、各従動軸１７の右側端部を自由支持する構成となっている。
【００５４】

本実施形態では、固定板１６に対して分離された第１の押圧板４６，第２の押圧板４７に弾性体４８を設けているが、固定板１６に前記弾性体４８を直接設けてるようにしてもよい。

【００５５】

他方の固定板１６の右側面には、図１２，図１３，図１６に示すように、各従動軸１７の左側端部外周を、その内周に嵌合する軸受（例えば球面軸受など）４９が駆動軸１５の軸線に対して円周方向に等角配置されて固定されており、各従動軸１７は、前記軸受４９の回動支持点５０を含む平面内において回動可能な構成となっている。

【００５６】

また、他方の固定板１６の凹部には、回動支持点５０を挟むようにして、ローラ１８と反対側に、駆動軸１５の軸線と直交する方向で第１の押圧板４６の弾性体４８の押圧力による回動支持点５０回りのモーメント力を相殺する方向に従動軸１７を押圧する、図１７（ａ）に示すように、第１の圧電素子５１を伸縮方向に固定し、かつ従動軸１７を押圧する側の固定端に変形部５２を設けた第３の押圧板５３からなる第１の押圧手段５４が設けられている。さらに、他方の固定板１６の凹部には、駆動軸１５外周の接線方向で第２の押圧板４７の弾性体４８における押圧力による回動支持点５０回りのモーメント力を相殺する方向に従動軸１７を押圧する図１７（ｂ）に示すような第２の圧電素子５５を伸縮方向に固定し、かつ従動軸１７を押圧する側の固定端に変形部５６を設けた第４の押圧板５７からなる第２の押圧手段５８が駆動軸１５の軸線に対して円周方向に等角配置されて固定されている。

【００５７】

以上のような構成により、適当な通電電圧を第１の圧電素子５１，第２の圧電素子５５の順に印加すると、図１８の点線に示すように、従動軸１７の軸心は駆動軸１５の軸心とに対してある角度θで交差した状態で、ローラ１８の外周と駆動軸１５の外周がころがり接触する。

【００５８】

駆動軸１５が１回転当たりに移動体４を移動する移動量Ｌ（リード量）は、

【００５９】

【数２】

$$L = \pi \cdot D \cdot \theta$$

で表され、例えばＤ＝３０ｍｍ条件における交差角度とリード量Ｌとの関係は、図１９の両対数グラフに示すように線形になる。

【００６０】

次に、従動軸１７の角度を補正する実施形態３における角度補正手段を図２０の制御ブロック図を参照して説明する。

【００６１】

割り込み用信号としてロータリーエンコーダ２６において１周に１回発生するＺ相パルス信号６０が入力されるＣＰＵ（中央演算処理ユニット）６１には、動作プログラムが書き込まれたＲＯＭ（リード・オンリー・メモリ）６２と、データを記憶するＲＡＭ（ランダム・アクセス・メモリ）６３と、Ｚ相パルス信号の立ち上がりをトリガー信号として位置検出手段１１のＡ，Ｂ相出力信号が入力されるカウンタ６４が接続されている。

【００６２】

各第１の圧電素子５１にそれぞれ接続される駆動アンプ６５と、固定の定電圧を出力する定電圧回路６６と、定電圧回路６６の出力信号を外部信号によってＯＮ／ＯＦＦするスイッチ６７とによって第１の出力手段６８が構成されており、各スイッチ６７を介して駆動アンプ６５の入力信号がＣＰＵ６１から出力される。さらに、ＣＰＵ６１の出力信号はＤ／Ａ（デジタル／アナログ）変換器６９と駆動アンプ７０を介して各第２の圧電素子５５に入力するようになっており、Ｄ／Ａ変換器６９と駆動アンプ７０にて第２の出力手段７１を構成している。

【００６３】

また、ＣＰＵ６１にはリード量Ｌのデータと、その設定許容誤差データεを入力するデータ入力部７２が接続されており、図２０に示す構成全体によって角度補正手段７３を構成している。

【００６４】

前記構成の実施形態３におけるＣＰＵ６１のコントロールに基づく動作フローを図２１，図２２に示すフローチャートを参照して説明する。

【００６５】

図２１において、ＣＰＵ６１は、予め入力されたリード量データＬとその設定許容誤差データεを読み込み（Ｓ１）、図示しない装置全体のホストコンピュータからの指令信号７４ａを待ち（Ｓ２）、ホストコンピュータよりの指令信号７４ａがＯＮされると、ＣＰＵ６１に具備させた機能である角度算出手段７５にて前記（数２）の式に基づいて交差角度θの計算を行う（Ｓ３）。その後、スイッチ６７の駆動信号がＯＦＦされて各第１の圧電素子５１への信号がＯＦＦされ、第１の押圧手段５４が開放される（Ｓ４）。ステップ（Ｓ４）において、ｉ＝ａ，ｂ，ｃとは、駆動アンプ６５，Ｄ／Ａ変換器６９などの設置数に対応する数を示す。

【００６６】

図２２のフローに移行し、Ｄ／Ａ変換器６９に対して角度算出手段７５によって計算された交差角度θに相当するデジタルデータが送出され（Ｓ５）、駆動アンプ７０を介して第２の圧電素子５６に計算された交差角度θに相当する変位電圧が印加される。その後、スイッチ６７への駆動信号がＯＮされて、第１の圧電素子５１へ適当な電圧に設定された定電圧回路６６の出力信号が駆動アンプ６５を介して通電され、第１の押圧手段５４が従動軸１７を押圧する（Ｓ６）。この状態で、送り駆動モータ２５が回転開始し（Ｓ７）、ロータリーエンコーダ２６のＺ相パルス信号の立ち上がりをトリガー信号として、駆動軸１５が１回転することによる移動体４の移動量Ｘｉが取り込まれ（Ｓ８）、その後、相対角度誤差を算出するＣＰＵ６１に具備させた機能である誤差算出手段７６にて角度誤差（差分データΔθｉ）が求められる（Ｓ９）。そして、ＣＰＵ６１に具備させた機能である電圧補正手段７７により、移動体４の移動量Ｘｉが、あらかじめ設定された設定許容誤差データε以下であれば（Ｓ１０のＹＥＳ）、その角度データθｉをＲＡＭ６３に記憶し（Ｓ１１）、大きい場合（Ｓ１０のＮｏ）おいて、差分データΔθｉが０よりも大きい場合は設定された角度データからΔθｉを減じ（Ｓ１２）、また差分データΔθｉが０よりも小さい場合には、設定された角度データにΔθｉを加える（Ｓ１３）。電圧補正手段７７において、これらの動作がε≧Ｘｉとなるまで、繰り返して行われる。

【００６７】

ステップ（Ｓ４）～（Ｓ１３）はサブルーチンになっており、前記動作が図２０において各駆動アンプ６５，各Ｄ／Ａ変換器６９ごとに順に行われ、全てが完了するとスイッチ６７の駆動信号がＯＦＦされ、第１の圧電素子５１への信号がＯＦＦされて、第１の押圧手段５４が開放される。記憶された各角度データθｉに相当するデジタルデータが、それぞれ各Ｄ／Ａ変換器６９に出力され（Ｓ１４）、その後、スイッチ６７の駆動信号がＯＮされて第１の圧電素子５１への信号がＯＮされ、第１の押圧手段５４が従動軸１７を押圧する（Ｓ１５）。

【００６８】

ここで、送り駆動モータ２５を駆動させ（Ｓ１６）、再度、ロータリーエンコーダ２６のＺ相パルス信号における立ち上がりをトリガー信号として移動体４の移動量Ｘｆが取り込まれ（Ｓ１７）、移動量Ｘｆが設定された設定許容誤差データε以下であることを確認し（Ｓ１８）、ホストコンピュータへ設定完了信号７４ｂをＯＮにして（Ｓ１９）、動作完了する。

【００６９】

前記実施形態３の構成によれば、加工，組み付け誤差などによる機械的な位置誤差のために、各従動軸１７の軸心と駆動軸１５の軸心とがなす交差角度にばらつきが生じても、各従動軸１７の角度位置を補正することができる。

【００７０】
次に、本発明の実施形態４，５について説明する。実施形態１～３にて既に説明した重複部分については説明を省略する。
【００７１】
実施形態３の構成要素である圧電素子において、一般的に印加電圧に対する変位量の関係は、図２３に示すように履歴特性をもっている。そのため、第１の圧電素子５１への印加電圧が比較的小さい場合には第１の押圧手段５４における開放時の残変位量Ｄｐは非常に小さいので問題とならないが、印加電圧が比較的大きい場合、言い換えるとローラ１８における駆動軸１５に対する押圧量（これを一般的に予圧と呼ぶ）を大きくすると、残変位量Ｄｐが大きくなるため完全に開放できない場合が生じる。
【００７２】
そこで実施形態４では、図２４（ａ）に示すように、第３の押圧板５３における変形部５２に、例えば、抵抗値の変化によってその変形量を検出する歪みゲージなどの変形量測定手段７８を設け、その変形量測定手段７８の出力信号と定電圧回路６６の設定電圧とを比較してサーボ制御する構成としている。
【００７３】
図２５は実施形態４のサーボ制御系の構成を示すブロック図であり、定電圧回路６６の出力信号は、駆動信号がＣＰＵ６１から入力され、ＯＮ時に定電圧回路６６の出力信号が入力され、かつＯＦＦ時に０Ｖ（ＧＮＤ）に接続するスイッチ８０を介して差動アンプ８１に入力される。さらに、変形量測定手段７８の出力信号は、抵抗値変化を検出するブリッジ回路８２と、ブリッジ回路８２の微少信号を増幅する増幅器８３を介して前記差動アンプ８１に入力され、差動アンプ８１でスイッチ８０に接続されている定電圧回路６６の出力信号、あるいは０Ｖ（ＧＮＤ）信号と引き算され、その出力信号が、補償回路８４とゲイン調整器８５を介して第１の圧電素子５１の駆動アンプ６５に入力される。前記スイッチ８０以降から駆動アンプ６５までで第１の出力手段６８のサーボ制御手段８６を構成している。
【００７４】
前記駆動アンプ６５の入力信号と第１の押圧手段５４の変位量とにおける周波数特性は図２６に示すように２次系であり、補償回路８４を調整することにより一般的なサーボ系の安定指標値である位相余裕４０度以上とゲイン余裕１５ｄＢ以上に設定している。
【００７５】
前記実施形態４の構成によれば、第１の圧電素子５１の印加電圧が比較的大きくても、言い換えるとローラ１８の駆動軸１５に対する押圧量が大きくても、サーボ制御手段８６が目標値となる定電圧回路６６の出力信号あるいは回路の０Ｖ（ＧＮＤ）信号と、変形量測定手段７８からの出力信号とを比較して目標値に収束するため図２３にて説明した残変位量Ｄｐが生じなくなる。
【００７６】
実施形態４で説明したのと同様の理由で、第２の圧電素子５５にも履歴特性がある。そのため大きなリード量を設定した場合、実施形態３にて説明した電圧補正手段７７による補正動作に時間がかかってしまう。
【００７７】
そこで実施形態５では、図２４（ｂ）に示すように、第４の押圧板５７における変形部５６に、例えば、抵抗値の変化によってその変形量を検出する歪みゲージなどの変形量測定手段７９を設け、図２７に示すように、Ｄ／Ａ変換器６９の出力信号を目標値とする、前記実施形態４のサーボ制御手段８６と同様の構成のサーボ制御手段８８を設けている。
【００７８】
前記実施形態５の構成では、目標値となるＤ／Ａ変換器６９の出力信号と変形量測定手段７９からの出力信号を比較して目標値に収束するため既述した残変位量Ｄｐが生じなくなる。
【００７９】

前記実施形態３～５では、従動軸１７と駆動軸１５の押圧調整範囲、および交差角度調整範囲は、第１の押圧手段５４，第２の押圧手段５８に用いている第１の圧電素子５１と第２の圧電素子５５における最大伸縮量内に限定されるため、例えば、大きなリード設定条件の時は対応できなくなる。

【００８０】

そこで本発明の実施形態６として、大きなリード設定条件に対しても対応できる構成について説明する。

【００８１】

図２８は実施形態６の摩擦駆動装置の一部を断面して示す縦断面図、図２９は実施形態６の図２８におけるＡ－Ａ’線断面図、図３０は実施形態６の図２８におけるＢ－Ｂ’断面図、図３１は実施形態６の図２８におけるＣ－Ｃ’線断面図、図３２は実施形態６の図２８におけるＤ－Ｄ’断面図である。

【００８２】

実施形態６では、移動体４の突出部１４の下部に固定された一方の固定板４５ｂの凹部に、従動軸１７を押圧する方向に第１の案内部９０を設けており、この案内部９０に嵌合するように設けた第３の押圧板５３と、従動軸１７を押圧する方向に固定板１６に設けた第１の調整ネジ９１と、第３の押圧板５３に設けた雌ネジ部とによって、従動軸１７を押圧する方向に位置調整可能であるように構成している。

【００８３】

さらに前記固定板１６の凹部に、従動軸１７を駆動軸１５外周の接線方向に押圧する方向に第２の案内部９２を設けており、この案内部９２に嵌合するように設けた第４の押圧板５７と、固定板４５ｂに従動軸１７を駆動軸１５外周の接線方向に押圧する方向に設けた第２の調整ネジ９３と、第４の押圧板５７の後端側面によって、従動軸１７を駆動軸１５外周の接線方向に押圧する方向に位置調整可能であるような構成にしている。

【００８４】

また、第３の押圧板５３と第４の押圧板５７との位置調整後は、図３１に示すように、それぞれ第１の固定具９４と第２の固定具９５にて送り方向に固定する構成としている。

【００８５】

実施形態６では、図３０，図３２に示すように、他方の固定板１６に、図１４，図１５にて説明した第１の押圧板４６，第２の押圧板４７、および球４５，弾性体４８などを設ける構成にしており、さらに図２９，図３１にて説明した構成と同様に、第１の押圧板４６と第２の押圧板４７に調整ネジ９６，９７を設け、かつ固定具９８，９９にて固定する構成としているが、弾性体４８の変形ストロークが十分に大きい場合は、この構成にする必要はない。

【００８６】

前記構成の実施形態６によれば、設定する大きなリード条件に対して実施形態３～５にて説明した角度補正動作を行う前に、手動にて第３の押圧板５３と第４の押圧板５７を、それぞれ第１の調整ネジ９１と第２の調整ネジ９３により設定リード近傍に位置調整して、第１の圧電素子５１と第２の圧電素子５５の最大伸縮量内に入るように設定した後、角度補正動作を行う。

【００８７】

前記実施形態３～６では、ローラ１８の駆動軸１５に対する押圧（以降は予圧と称する）力を直接制御せず、第１の圧電素子５１の伸縮量を指令値通りに設定する構成にしたが、この場合、ローラ１８の駆動軸１５に対する現在予圧量が定量的に確認できない。

【００８８】

そこで、本発明の実施形態７として、ローラ１８の駆動軸１５に対する予圧を制御する構成を説明する。

【００８９】

図３３は実施形態７の摩擦駆動装置における要部を示す断面図であり、第３の押圧板５３，回動支持点５０（図１２参照）と、ローラ１８との間における従動軸１７の外周部に、

該従動軸１７の押圧方向における変形量を検出する変形量測定手段１００を設けている。

【００９０】

図３４は実施形態７の可変押圧制御手段の構成を示すブロック図であり、第１の出力手段６８は、可変電圧回路１０１と、一端子に０Ｖ、他端子に可変電圧回路１０１の出力信号が入力し、外部信号によりＯＮ／ＯＦＦする切換スイッチ１０２と、従動軸１７における押圧方向の変形量を検出する変形量測定手段１００と、切換スイッチ１０２の出力信号１０３である押圧設定信号と変形量測定手段１００の出力信号１０４である現在押圧量とを比較する作動アンプ８１などからなる図２３と同様の構成のサーボ制御手段８６から構成されている。

【００９１】

前記構成の実施形態７では、各従動軸１７に設けたローラ１８の駆動軸１５への予圧量を従動軸１７の押圧方向の変形量として検出している。この場合、押圧は従動軸１７の弾性変形内で行われ、第１の圧電素子５１への印加電圧に対する予圧量の関係は線形になることは言うまでもない。また実施形態７では、可変電圧回路１０１の出力を予圧設定信号としているため、予圧量を手動にて自在に設定することができる構成となっている。

【００９２】

図３５は実施形態７における第１の出力手段６８の変形例を示すブロック図であり、図３５に示す構成例では、図３４に示す第１の出力手段６８の構成における可変電圧回路１０１と、スイッチ１０２の部分を、ＣＰＵ６１に接続されたＤ／Ａ変換器１０５として、その出力信号１０６である押圧設定信号と、変形量測定手段１００の出力信号１０４である現在押圧量とを比較してサーボ制御する構成にしている。この構成では、角度調整時の押圧開放は、Ｄ／Ａ変換器１０５の出力が０Ｖとなるデジタルデータが出力されるときであり、例えば適正な予圧設定条件データをＲＯＭ６２（図１５参照）に格納されるプログラム内に定数として記述しておけば、適正な予圧を瞬時に設定することができ、ローラ１８あるいは駆動軸１５の磨耗による経年変化に伴う予圧の再調整作業などを行わなくてよくなる。

【００９３】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、少なくとも２つの従動軸を、前記駆動軸の軸線に対して円周方向に等角配置すると共に、前記駆動軸に対して傾き角度θをもって傾斜させて設置し、前記固定板における前記少なくとも２つの従動軸のうちの２つの従動軸の固定端から、この従動軸に設けられた前記ローラと前記駆動軸との接触点までの距離をそれぞれＬａ，Ｌｂとし、前記駆動軸の直径をＤとした場合に、Ｌａ＝Ｌｂ－（π・Ｄ／３）・θの関係を有するように構成したことによって、加工，組み付け誤差などによる駆動軸の曲がりなどがあっても、駆動軸と各従動軸のローラとの間において、リード誤差によるすべりが発生せず、さらに、加工，組み付け誤差などによる機械的な位置誤差のために生じる各従動軸と駆動軸とのなす交差角度のばらつきを補正できるようにしているため、各ローラの軸芯と駆動軸とのなす角度を精密に設定することができ、駆動軸と各従動軸のローラとの間でリード誤差によるすべりが発生せず、安定した送り制御を実現することができ、送り精度を向上させることができる摩擦駆動装置が実現する。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施形態１を説明するための摩擦駆動装置の平面図

【図２】実施形態１の摩擦駆動装置の右側面図

【図３】実施形態１の摩擦駆動装置における一部を断面して示す縦断面図

【図４】実施形態１における要部を説明するための斜視図

【図５】実施形態１における駆動軸の展開図

【図６】実施形態１における駆動軸の展開図

【図７】本発明の実施形態２の摩擦駆動装置の一部を断面して示す縦断面図

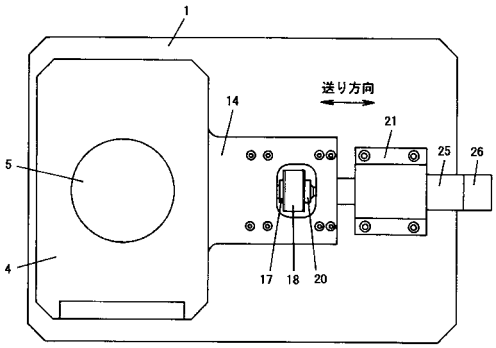
【図８】実施形態２の図７におけるＢ－Ｂ’線断面図

【図９】実施形態２の図８におけるＹ－Ｏ－Ｙ’線断面図

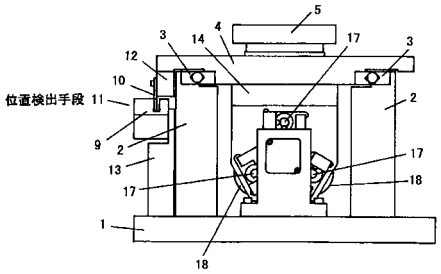
【図１０】実施形態２の図８におけるＺ－Ｏ－Ｚ’線断面図
【図１１】実施形態２における移動量検出手段の構成を示すブロック図
【図１２】本発明の実施形態３を説明するための摩擦駆動装置の一部を断面して示す縦断面図
【図１３】実施形態３の図１２におけるＡ－Ａ’線断面図
【図１４】実施形態３の図１２におけるＢ－Ｂ’線断面図
【図１５】実施形態３における弾性体設置部近傍を拡大して示す説明図
【図１６】実施形態３における回動支持点部分を示す断面図
【図１７】実施形態３における押圧板部分を拡大して示す説明図
【図１８】実施形態３における従動軸と駆動軸との交差角の説明図
【図１９】実施形態３における交差角とリード量との関係を示す図
【図２０】実施形態３における角度補正手段の構成を示すブロック図
【図２１】実施形態３におけるＣＰＵのコントロールに基づく動作フローを示すフローチャート
【図２２】図２１のフローチャートにおけるサブルーチンのフローチャート
【図２３】一般的な圧電素子の印加電圧－変位量の関係を示す図
【図２４】本発明の実施形態４を説明するための摩擦駆動装置における要部の構成図
【図２５】実施形態４におけるサーボ制御系の構成を示すブロック図
【図２６】実施形態４における駆動アンプの入力信号に対する押圧手段の変位量の周波数特性図
【図２７】本発明の実施形態５の摩擦駆動装置におけるサーボ制御系の構成を示すブロック図
【図２８】本発明の実施形態６の摩擦駆動装置の一部を断面して示す縦断面図
【図２９】実施形態６の図２８におけるＡ－Ａ’線断面図
【図３０】実施形態６の図２８におけるＢ－Ｂ’断面図
【図３１】実施形態６の図２８におけるＣ－Ｃ’線断面図
【図３２】実施形態６の図２８におけるＤ－Ｄ’断面図
【図３３】本発明の実施形態７を説明するための摩擦駆動装置における要部を示す断面図
【図３４】実施形態７における可変押圧制御手段の構成を示すブロック図
【図３５】実施形態７における第１の出力手段の変形例の構成を示すブロック図
【符号の説明】
３　ころがり軸受
４　移動体
５　ターンテーブル
１１　位置検出手段
１５　駆動軸
１７　従動軸
１６　固定板
１８　ローラ
２５　送り駆動モータ
２６　ロータリーエンコーダ
３９　ひずみゲージ
４３　移動量検出手段
４５　球
４６　第１の押圧板
４７　第２の押圧板
４８　弾性体
５１　第１の圧電素子
５３　第３の押圧板
５４　第１の押圧手段

５５　第２の圧電素子
５７　第４の押圧板
５８　第２の押圧手段
６１　ＣＰＵ
６４　カウンタ
６５　駆動アンプ
６６　定電圧回路
６７　スイッチ
６８　第１の出力手段
６９　Ｄ／Ａ変換器
７０　駆動アンプ
７１　第２の出力手段
７２　データ入力部
７３　角度補正手段
７５　角度算出手段
７６　誤差算出手段
７７　電圧補正手段
７８　変形量測定手段
８１　作動アンプ
８２　ブリッジ回路
８３　増幅器
８４　補償回路
８５　ゲイン調整器
８６，８８　サーボ制御手段
９０　第１の案内部
９１　第１の調整ネジ
９２　第２の案内部
９３　第２の調整ネジ
９４　第１の固定具
９５　第２の固定具
１０１　可変電圧回路
１０２　スイッチ
１０５　Ｄ／Ａ変換器

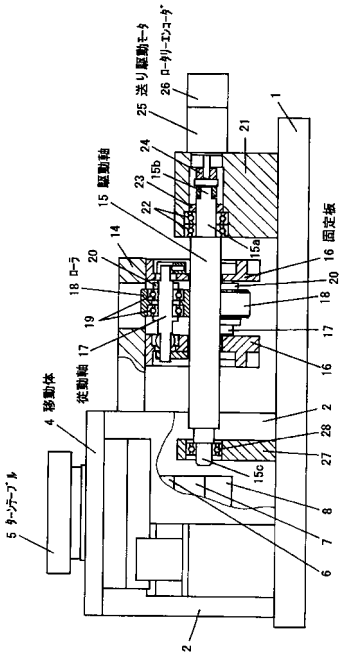
【図１】



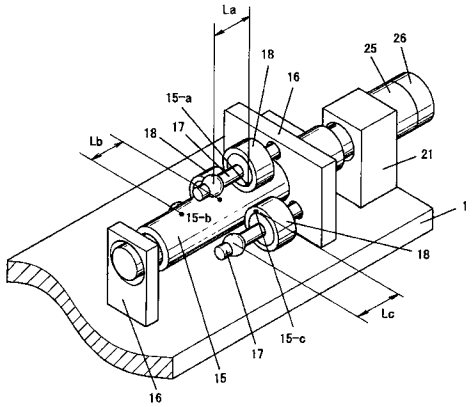
【図２】



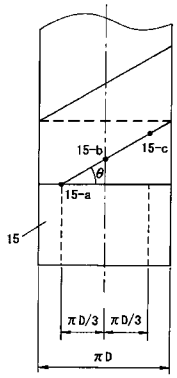
【図３】



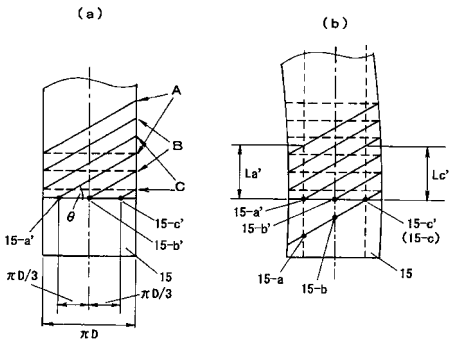
【図４】



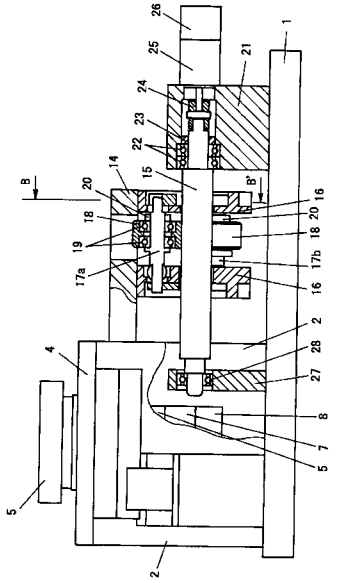
【図５】



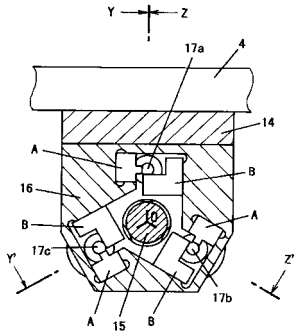
【図６】



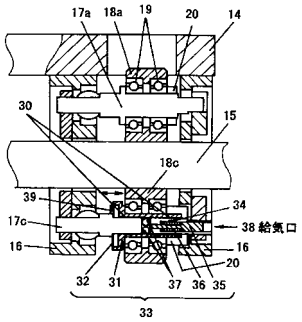
【図７】



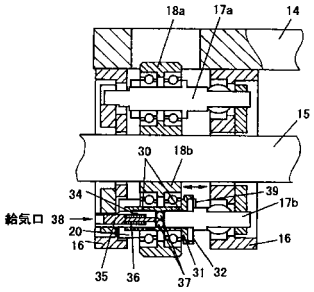
【図８】



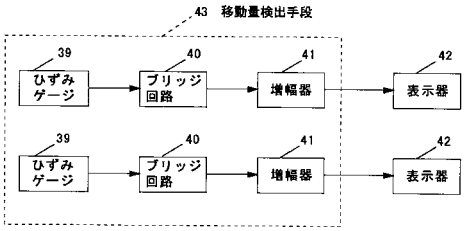
【図９】



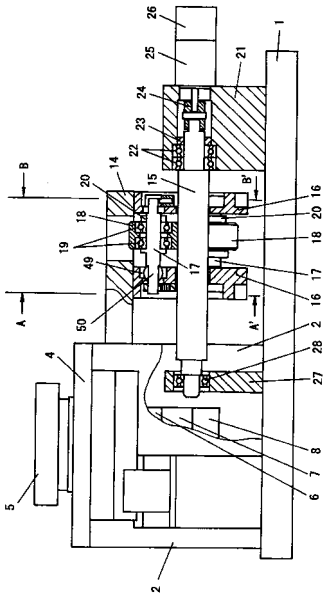
【図１０】



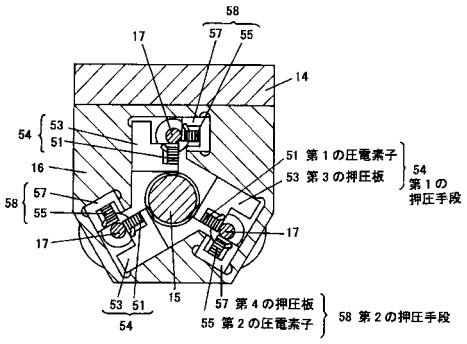
【図１１】



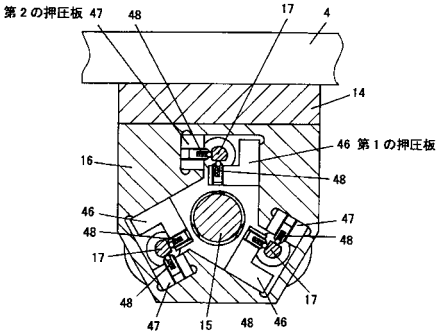
【図１２】



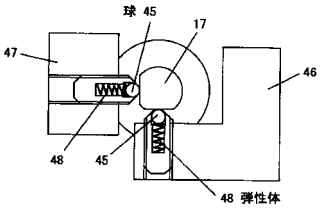
【図１３】



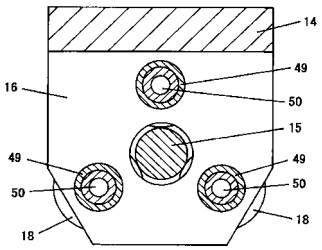
【図１４】



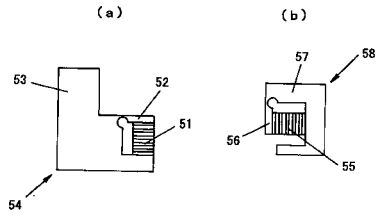
【図１５】



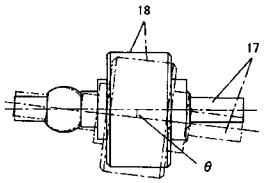
【図１６】



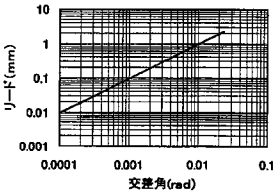
【図１７】



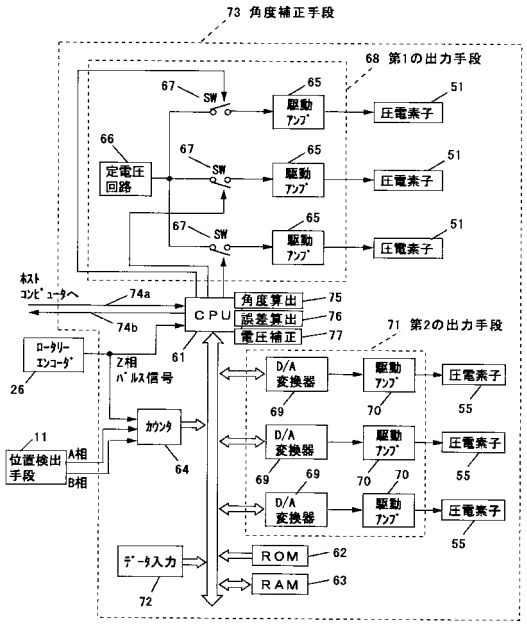
【図１８】



【図１９】

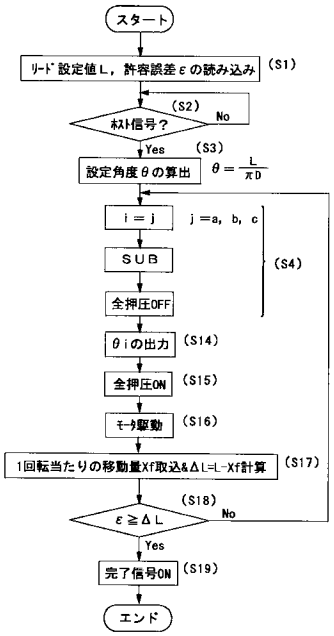


【図２０】

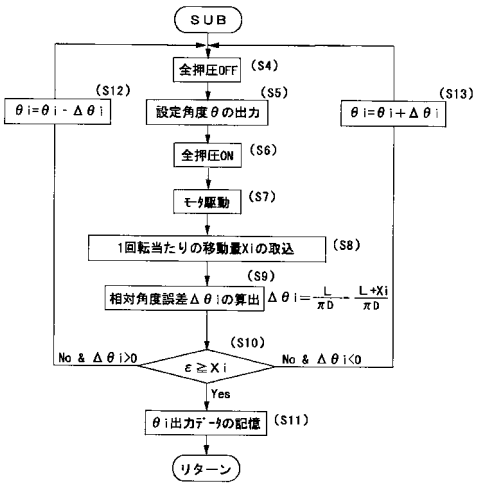


【図２１】

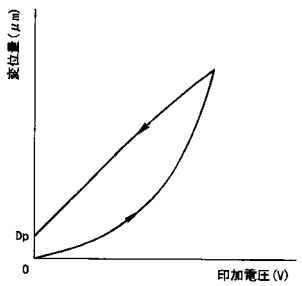
【図２１】



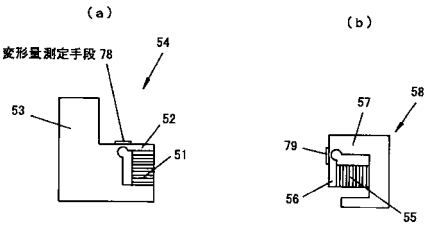
【図２２】



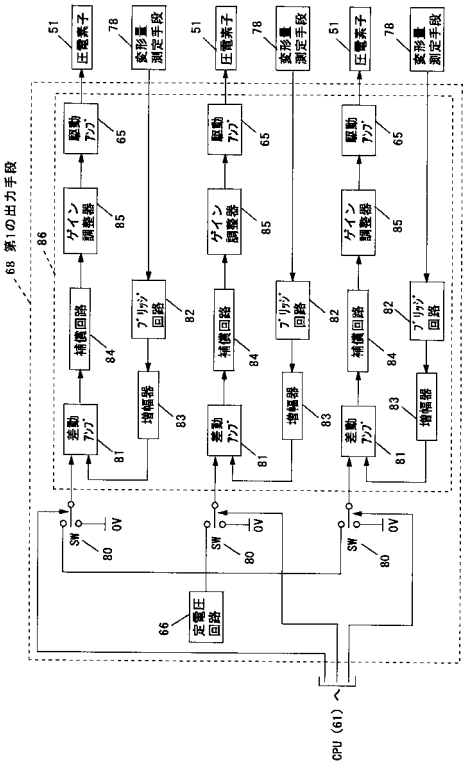
【図２３】



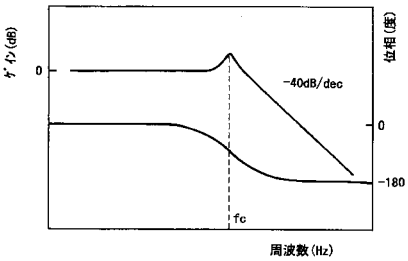
【図２４】



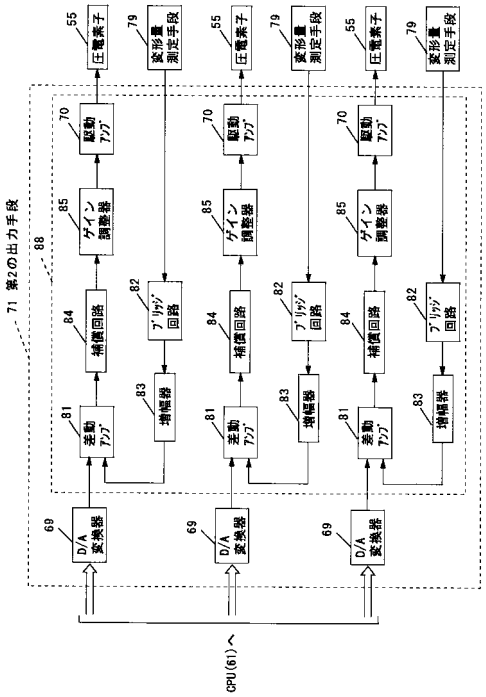
【図２５】



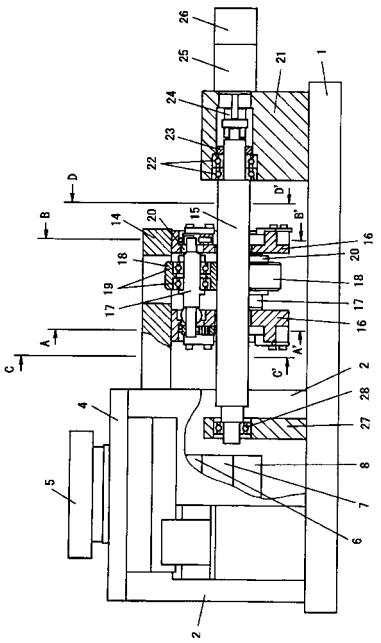
【図２６】



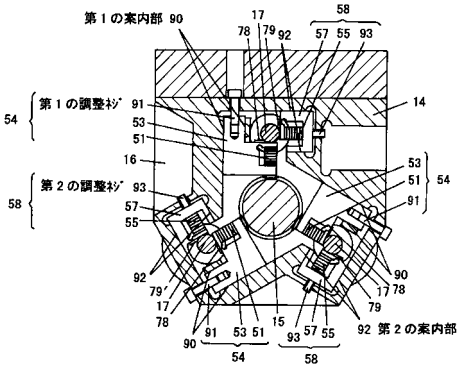
【図２７】



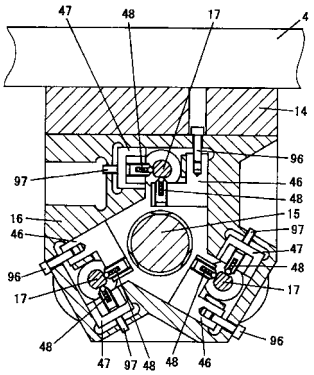
【図２８】



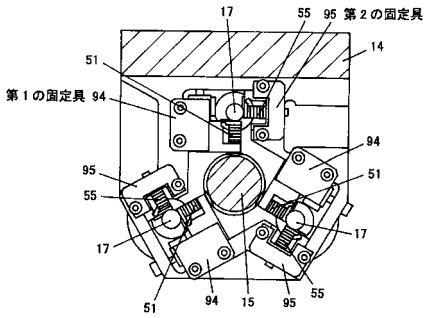
【図２９】



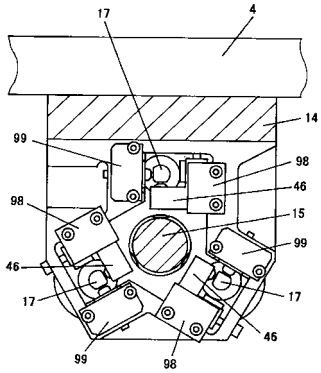
【図３０】



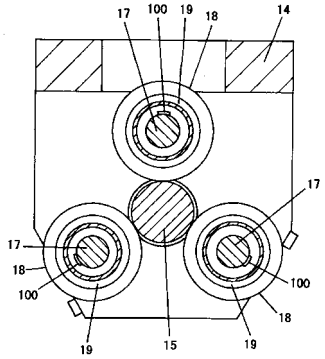
【図３１】



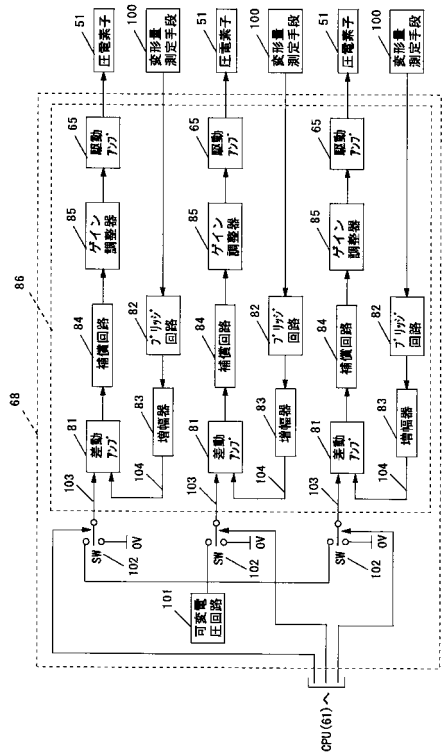
【図３２】



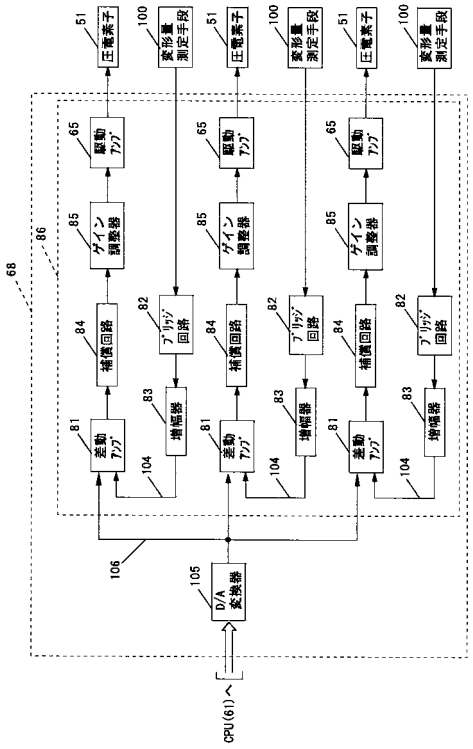
【図３３】



【図３４】



【図３５】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
F16H 19/00-37/16
G11B 7/26
G11B 25/00-25/10