

(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2005-291321

(P2005-291321A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int.Cl.⁷

F 1 6 K 31/04

F 1 6 K 37/00

F I

F 1 6 K 31/04

F 1 6 K 31/04

F 1 6 K 37/00

K

A

M

テーマコード (参考)

3 H O 6 2

3 H O 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-105852 (P2004-105852)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004. 3. 31)

(71) 出願人 591136838

株式会社カワデン

大阪府大阪市此花区常吉1丁目1番55号

(74) 代理人 100074206

弁理士 鎌田 文二

(74) 代理人 100084858

弁理士 東尾 正博

(74) 代理人 100087538

弁理士 鳥居 和久

(72) 発明者 田中 丈二

大阪府大阪市城東区新喜多東1-13-2

7-502

(72) 発明者 項 元奇

兵庫県西宮市東町2-3-25-1010

最終頁に続く

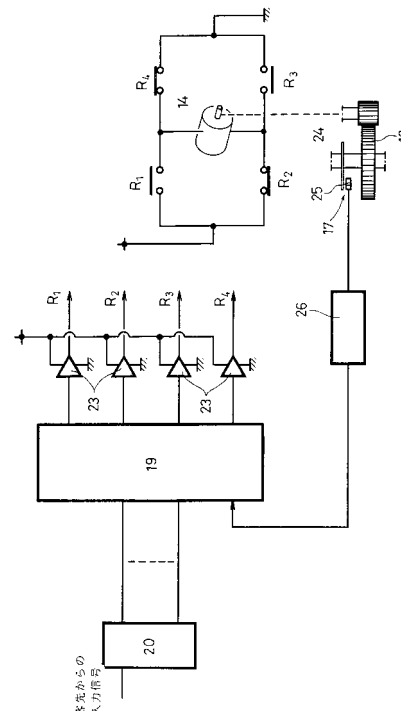
(54) 【発明の名称】 電動アクチュエータとそのアクチュエータを用いた電動弁

(57) 【要約】

【課題】 電動弁の目標開度に達するまでの時間を短縮し、偏差を小さくできるようにすることである。

【解決手段】 設定した開度に近づくと、モータ14を作動する時間を少しずつ短縮して偏差を小さくなる方向へモータ14を正転あるいは逆転させて近づけることにより、大きなゲインで目標まで近づけて短時間で設定（目標）の開度へ到達させる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連結される弁の開閉角角度（位置）を検出するセンサと、前記センサ値に基づき減速手段を介して接続されたモータを制御して弁を設定角度に開閉する制御手段を備え、

前記制御手段は、弁が設定された開閉角に所定の角度（位置）まで近づくと、一旦、モータを停止し、設定角に近づく方向を正方向としてモータを時間 T 作動したのち、逆方向にモータを時間 t ($t < T$) 作動して、その際、弁が設定した開閉角に達した場合はモータを停止し、

一方、前記弁が設定した開閉角を行き過ぎた場合は、モータを時間 $T = T - n$ ($T > n$) として正方向へ作動したのち、逆方向へ時間 t 作動し、その際、弁が設定した開閉角に達した場合はモータを停止し、達しない場合は、 $T = T - n$ ($T > n$) として先の処理を繰り返す電動アクチュエータ。 10

【請求項 2】

上記弁が設定された開閉角に所定の角度（位置）まで近づくと、一旦、モータを停止し、設定角に近づく方向を正方向としてモータを時間 T 作動したのち、逆方向にモータを時間 t ($t < T$) 作動した際、開閉角に達しない場合は、モータを時間 $T = T + n$ ($T > n$) として上記処理を繰り返す請求項 1 に記載の電動アクチュエータ。

【請求項 3】

連結される弁の開閉角角度（位置）を検出するセンサと、前記センサ値に基づき減速手段を介して接続されたモータを制御して弁を設定角度に開閉する制御手段を備え、 20

前記制御手段は、弁が設定した開閉角に所定の角度（位置）まで近づくと、一旦、モータを停止し、設定角に近づく方向を正方向としてモータを時間 T 作動したのち、逆方向にモータを時間 t ($t < T$) 作動して、その際、弁が設定した開閉角に達した場合はモータを停止し、

一方、前記弁が設定した開閉角に達していない場合は、一旦、モータを停止したのち、モータを時間 $T = T - n$ ($T > n$) として正方向へ作動したのち、逆方向へ時間 t 作動し、その際、弁が設定した開閉角に達した場合はモータを停止し、達しない場合は、 $T = T - n$ ($T > n$) として先の処理を繰り返す電動アクチュエータ。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかの電動アクチュエータに弁を連結した電動弁。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電動アクチュエータとそのアクチュエータを用いた電動弁に関するものである。

【背景技術】

【0002】

流体制御用の弁（バルブ）には、ボール弁、バタフライ弁、ダンパー弁とがあって、これらの弁に電動アクチュエータをカップリングで一体になるように連結して電動弁を構成するようになっている。 40

【0003】

そのため、これらの電動弁では、例えば、ポテンシオメータやマイクロスイッチなどで弁の閉止位置を検出し、弁が閉じると電動アクチュエータを停止する。このとき、閉じた弁は、フリーな状態となるので、流体圧などに対抗する必要から、バネ（ダンパー弁では重りが主）などで閉止力を付与するようにしている。

【0004】

一方、電動アクチュエータによる弁の開閉制御は、（例えば、特許文献 1）の図 7 で示すように、位置検出器 1 が検出した弁体 2 の検出信号と目標開度信号（設定角度）とを比較回路 3 で比較し、その比較した差でもってモータ 4 を駆動するようにしている。

【特許文献 1】特開平 5-39885 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記の開閉制御による方法では、目標開度に近くなると、目標開度と検出信号との差が小さくなる。そのため、この差でもって駆動するモータへの出力信号が小さくなり、目標開度に達するまでに時間を要したり、ゲイン不足で一定の偏差を生ずる問題がある。特に、閉止力を付与するバネは一定の力で閉止方向へ弁を引っ張るので、目標開度に達するまでの時間や、目標開度との間の偏差を増加させる問題がある。

【0006】

そこで、この発明の課題は、目標開度に達するまでの時間を短縮し、偏差を小さくできるようにすることである。 10

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するため、この発明では、連結される弁の開閉角角度（位置）を検出するセンサと、前記センサ値に基づき減速手段を介して接続されたモータを制御して弁を設定角度に開閉する制御手段を備え、前記制御手段は、弁が設定された開閉角に所定の角度（位置）まで近づくと、一旦、モータを停止し、設定角に近づく方向を正方向としてモータを時間 T 作動したのち、逆方向にモータを時間 t ($t < T$) 作動して、その際、弁が設定した開閉角に達した場合はモータを停止し、一方、前記弁が設定した開閉角を行き過ぎた場合は、モータを時間 $T = T - n$ ($T \gg n$) として正方向へ作動したのち、逆方向 20
へ時間 t 作動し、その際、弁が設定した開閉角に達した場合はモータを停止し、達しない場合は、 $T = T - n$ ($T \gg n$) として先の処理を繰り返す構成を採用することができる。

【0008】

このような構成を採用することにより、設定された開度に近づくと、モータを作動あるいは停止して、大きなゲインで目標まで近づけることができる。そして、設定された開度を行き過ぎると、モータを作動する時間を少しずつ短縮して偏差が小さくなる方向へモータを正転あるいは逆転させて近づけるので短時間で設定（目標）の開度へ到達できる。

【0009】

このとき、上記弁が設定された開閉角に所定の角度（位置）まで近づくと、一旦、モータを停止し、設定角に近づく方向を正方向としてモータを時間 T 作動したのち、逆方向にモータを時間 t ($t < T$) 作動した際、開閉角に達しない場合は、モータを時間 $T = T + n$ ($T \gg n$) として上記処理を繰り返す構成を採用することができる。 30

【0010】

このような構成を採用することにより、設定された開閉角に達しない場合は、モータを作動する時間を少しずつ増加させることができるので、負荷の重さに係わらず、短時間で設定（目標）の開度へ到達できる。

【0011】

また、連結される弁の開閉角角度（位置）を検出するセンサと、前記センサ値に基づき減速手段を介して接続されたモータを制御して弁を設定角度に開閉する制御手段を備え、 40

前記制御手段は、弁が設定した開閉角に所定の角度（位置）まで近づくと、一旦、モータを停止し、設定角に近づく方向を正方向としてモータを時間 T 作動したのち、逆方向にモータを時間 t ($t < T$) 作動して、その際、弁が設定した開閉角に達した場合はモータを停止し、一方、前記弁が設定した開閉角に達していない場合は、一旦、モータを停止したのち、モータを時間 $T = T - n$ ($T \gg n$) として正方向へ作動したのち、逆方向へ時間 t 作動し、その際、弁が設定した開閉角に達した場合はモータを停止し、達しない場合は、 $T = T - n$ ($T \gg n$) として先の処理を繰り返す構成を採用することができる。

【0012】

このような構成を採用することにより、モータを作動する時間を少しずつ短縮して偏差が小さくなる方向へモータを正転あるいは逆転させて近づけるので、設定（目標）の開度 50

との定常偏差を小さくできる。

【0013】

このとき、上記の電動アクチュエータに弁を連結する構成を採用すれば、レスポンスが速く、しかも精度の高い電動弁を提供できる。

【発明の効果】

【0014】

この発明は、以上のように構成したことにより、目標開度に達するまでの時間を短縮し、かつ、偏差を小さくできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、この発明の最良の実施の形態を図面に基づいて説明する。

この形態の電動弁は、図1に示すように、電動アクチュエータ10と弁で構成されており、電動アクチュエータ10はカップリング12を介して弁11と連結されている。

【0016】

電動アクチュエータ10は、図2に示すように、減速機構13、モータ14、モータ駆動基板（モータドライバ）15、デジタルポジショナー16、角度センサ17及び電源18で構成されており、図3のブロック図で模式的に示すことができる。

【0017】

減速機構13は、モータ14の回転力を弁11へ伝達するためのもので、ここでは、平歯車を組み合わせた減速ギヤ群で構成している。

【0018】

モータ14は、ここでは、始動トルクが大きく、かつ、簡単な回路で可逆回転ができるブラシ付直流モータを使用しており、例えば、レバーシブル（誘導電動）モータや信頼性が高く、寿命の長いDCブラシレスモータを使用すればなお好ましい。

【0019】

モータ駆動基板15は、モータ14のドライブ回路をモジュール化したもので、右回転（CW）、左回転（CCW）などのコントロール端子を備えており、前記端子にコントロール信号（例えば「H」または「L」に対応する電流あるいは電圧レベル信号）を入力することにより、モータ14を可逆運転できるものである。そのため、図3に示すように、ブリッジによる可逆回路として説明する。

【0020】

デジタルポジショナー16は、図3に示すように、マイクロコンピュータ19、A/D変換器20、ソリッドステートリレー（SSR）23など、あるいはこれと同等の回路を備え、客先入力、センサ入力及びモータ出力を備えたプログラム可能なもので（所謂シーケンサ）、客先制御盤から弁11を制御（開閉）するための例えば、電流入力信号（信号範囲4～20mA）を受け取り、その信号と後述する角度センサ17から入力される弁11の現在位置とを比較して、正回転あるいは逆回転信号をモータ駆動基板15へ出力する。

【0021】

角度センサ17は、弁11の開度の絶対位置を検出できるアブソリュート式のものであればどのようなものでも使用することができる。例えば、シャフトエンコーダやポテンシオメータなどを使用することができるが、ここでは、図4（a）のように渦巻き曲線状（例えば、インボリュート曲線）の金属板24と検出コイル25を使用して渦電流を利用したものを使用している。

【0022】

すなわち、図4（a）のように、金属板24に対向させた検出コイル25に高周波パルス（イ）を印加し、フィルタを介してコイル25の波形を検出すると、コイル25の検出する波形は、金属板24に発生する渦電流の磁界により、図4のように立ち上がり及び立ち下がりが緩やかになった波形となる。この状態で、金属板24を回転させて回転した金属板24が前記コイル25に覆い被さる面積が変化すると、前記コイル25の電流波形の

10

20

30

40

50

勾配も変化する。例えば、図4(b)のT1及びT2のような勾配の変化は、面積に応じて発生する渦電流によるものなので、変化した波形の立ち上がり時間及び立ち下がり時間を元のパルスを用いて検波すれば、その電圧値から面積が分かり、面積から軸の回転位置が分かる。そのため、ここでは、カップリング12の上部の軸に金属板24を取り付け、その金属板24に対向させて検出コイル25を設けるとともに、例えば、A/D変換器26を介してデジタルポジショナー16のマイクロコンピュータ19に入力することにより、弁11の開度を検出できるようにしている。その際、マイクロコンピュータ19内に例えば、変換テーブルを設けたり、あるいは角度センサ17の出力にアンプを設けるようにすれば、弁11の開度とセンサ出力を対応させることができるので、後述する客先制御盤からの設定開度を指示する入力信号と比較して制御するようにできる。

10

【0023】

弁11は、ボール弁、バタフライ弁、ダンパー弁などどのような弁でも使用可能であるので、ここでは、バタフライ弁を使用している。

【0024】

この形態は、上記のように構成されており、以下、その制御方法を図5のフローチャートに基づいて説明する。

【0025】

例えば、制御をスタート（「処理」100：以下「処理」省略）すると、電動アクチュエータ10のマイクロコンピュータ19は、A/D変換器20から入力される客先からの入力（制御）信号と、角度センサ17からの開度信号を比較する。いま、客先の制御盤から弁11の開閉信号として、例えば、12mAの制御信号が入力されると、この信号は、例えば、抵抗などで電圧に変換され、A/D変換器20でデジタル信号に変換されて、マイクロコンピュータ19に入力される。一方、角度センサ17からの信号は、A/D変換器26でデジタル信号に変換されてマイクロコンピュータ19に入力されており、このとき、弁11の開度が例えば、15°（動作範囲：0～90°）の場合、弁11の位置が45°となるようにブリッジのリレーR1、R3またはR2、R4をオンにしてモータ14を作動する（110）。そして、モータ14が減速機構13を介して回転する弁11の開度が15°から45°の近くの所定の角度（この角度は大きすぎると設定値に達するのに時間がかかるので、実験や経験などにより適宜決めることができる）まで達したことを検出すると（120）、一旦、モータ14を停止する（130）。次に、設定角度に近づく方向を正方向として、弁11が正方向へ回転するようにブリッジのリレーR1、R3またはR2、R4を時間Tだけオンにしてモータ14へ通電する（140）。そして、時間Tが経過すると（150）、今度は弁11が逆方向へ回転するようにブリッジのリレーR1、R3またはR2、R4を時間tの間オンにする（160）。このとき、 $T \gg t$ であり、例えば $T = 30\text{ms}$ とすると $t = 2\text{ms}$ 程度である。このように逆方向に回転させるのは行き過ぎ量を考慮して、弁11を瞬時に停止させるためである。そして、時間tが経過すると（170）、弁が設定した開度の45°で停止したかを算出して（180）、45°で（許容できる定常偏差内で）停止していれば、モータ14をオフにして（190）処理を終了し（200）、次の入力に向けて待機する。

20

30

【0026】

一方、処理（180）で設定した角度との間に偏差が生じていると、その偏差が設定値を越えて行き過ぎているかを見て（210）、行き過ぎていれば弁（負荷）が軽いことなので、正方向（設定角に近づく方向）へ弁11を回転させるように、今度は $T = T - n$ （ $n \ll T$ ）として（210）処理130～180を繰り返し、nだけ短くした時間T（ $T = T - n$ ）で、モータ14をオンにする。実際、弁11は45°を越えて止まることが多いので、その場合は、例えば、弁11が戻るように逆向きに28msの間オンにしたのち、正の向きに2msオンする。そして、弁11が設定した開度の45°で停止したかを算出して（180）、45°で停止していれば、モータ14をオフにして（190）処理を終了し（200）待機する。

40

【0027】

50

また、設定角 45° に停止できなければ、さらに、時間 T ($T = T - n$) を n だけ短くして (210)、処理 130~180 を繰り返す。

【0028】

他方、処理 210 で設定角を越えない場合は、弁（負荷）が重いことなので（この設定では、）、正方向（設定角に近づく方向）へ弁 11 を回転させるように、今度は $T = T + n$ ($n < T$) として、処理 130~180 を繰り返し、 n だけ長くした時間 T ($T = T + n$) で、モータ 14 をオンにする。そして、処理 (180) で設定した角度を行き過ぎると、今度は $T = T - n$ ($n < T$) として (210) 処理 130~180 を繰り返し、 n だけ短くした時間 T ($T = T - n$) で、モータ 14 をオンにする。弁 11 が設定した開度で停止すると (180)、モータ 14 をオフにして (190) 処理を終了し (200) 待機する。 10

【0029】

このように、設定の開度に近づくと、モータ 14 を作動あるいは停止することにより、大きなゲインで目標まで近づけることができる。その際、モータ 14 を作動する時間を少しずつ短縮して偏差が小さくなる方向へモータ 14 を正転あるいは逆転させて近づけるので、短時間で設定（目標）の開度へ到達できる。また、負荷の重さに応じてモータの作動時間を変えられるので、負荷の重さに係わらず、短時間で設定（目標）の開度へ到達できる。

【0030】

また、図 6 のように制御することもできる。 20

すなわち、制御をスタート (300) し、客先の制御盤から弁 11 の開閉信号として、例えば、12mA の制御信号が入力されると、先と同じように、弁 11 の開度が例えば、 15° （動作範囲： $0 \sim 90^\circ$ ）の場合、弁 11 の位置が 45° となるようにブリッジのリレー R1、R3 または R2、R4 をオンにしてモータ 14 を作動する (310)。そして、モータ 14 が減速機構 13 を介して回転する弁 11 の開度が 15° から 45° の近くの所定の角度まで達したことを検出すると (320)、一旦、モータ 14 を停止する (330)。次に、設定角度に近づく方向を正方向として、弁 11 が正方向へ回転するようにブリッジのリレー R1、R3 または R2、R4 を時間 T だけオンにしてモータ 14 へ通電する (340)。そして、時間 T が経過すると (350)、今度は行き過ぎ量を考慮して弁 11 が逆方向へ回転するようにブリッジのリレー R1、R3 または R2、R4 を時間 t の間オンにする (360)。このとき、 $T \gg t$ である。そして、時間 t が経過すると (370)、弁 11 が、設定した開度の 45° で停止したかを算出して (380)、 45° で停止していれば、モータ 14 をオフにして (390) 処理を終了し (400)、次の入力に向けて待機する。 30

【0031】

一方、処理 (380) で設定した角度との間に偏差が生じていると（設定角に達していても）、正方向（設定角に近づく方向）へ弁 11 が回転するように、今度は $T = T - n$ として (310) 処理 330~380 を繰り返す。そして、 n だけ短くした時間 T ($T = T - n$) で、モータ 14 をオンにする。次に、弁 11 が設定した開度の 45° で停止したかを算出して (380)、 45° で停止していれば、モータ 14 をオフにして (390) 処理を終了し (400) 待機する。 40

【0032】

処理 (380) で、設定角 45° に停止できなければ、時間 T ($T = T - n$) を n だけ短くして (310)、処理 330~380 を繰り返す。

【0033】

このように、設定した開度に近づくと、モータ 14 を作動する時間を少しずつ短縮して偏差が小さくなる方向へモータ 14 を正転あるいは逆転させて近づける。このように最初から、作動時間を短縮して近づけるので、図 5 のものに比べてゲインは小さくなるが、行き過ぎ量を小さくできる。そのため、多少スピードは劣るが、図 5 のものに比べて設定角（目標値）との定常偏差を小さくできる。 50

【0034】

ところで、従来の比例制御（目標値との偏差）で弁11を制御するものでは、電動アクチュエータ10に口径の異なる弁11を取り付けたり、同一の弁11でも流体の圧力や使用環境によって、負荷が変化すると目標値との誤差が増大する。すなわち、従来のものでは、目標値近辺でのゲインが小さくなるので、十分な設計を行わないと、負荷が軽くても目標値を越えて止まる確率が高くなったり、負荷が重過ぎると、モータ14への通電時間が短過ぎて弁11が反応しないことも生じる。

【0035】

一方、本願の制御では、弁11を目標まで近づける時間を加減しながら目標値に向かって制御するため、負荷に合わせた制御ができるので、電動アクチュエータ10に口径の異なる弁11を取り付けたり、同一の弁11でも流体の圧力や使用環境によって、負荷が変化しても追従できる。 10

【0036】

したがって、アクチュエータ10がハンチングするようなことが無くなり、無駄な動作がないため、最終的には制御性が高いだけでなく、電動弁の寿命も長くできる。

【産業上の利用可能性】

【0037】

このように弁を目標まで近づける時間を加減しながら目標値に向かって制御するため、例えば、デジタルポジショナーのマイクロコンピュータに時間Tあるいは時間nを記憶するメモリ回路を設けるなどして、作動時間Tと減算する時間nを変えて目標値に収束させる時間を評価できるようにすれば、最適制御を行う学習機能を付与した制御方法を提供できる。 20

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】実施形態の一部切欠正面図

【図2】実施形態のブロック図

【図3】実施形態のブロック図

【図4】（a）、（b）実施形態の作用説明図

【図5】実施形態のフローチャート

【図6】実施形態のフローチャート 30

【図7】従来例のブロック図

【符号の説明】

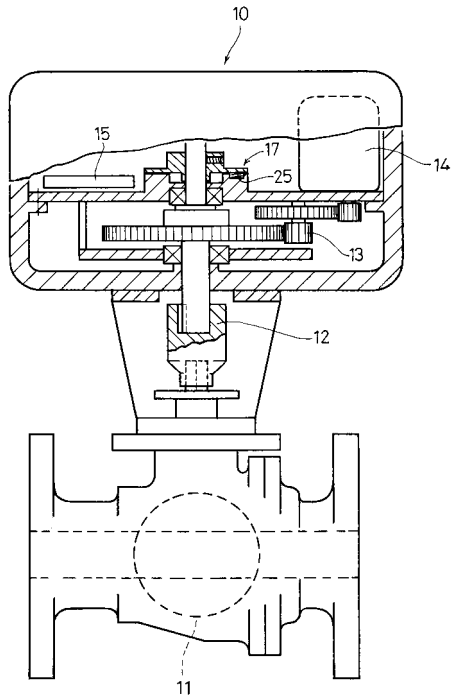
【0039】

10 電動アクチュエータ

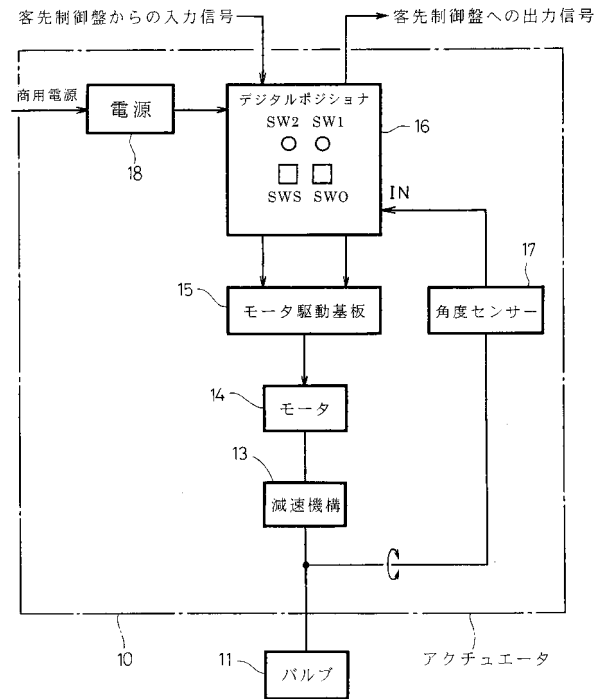
11 弁

17 角度センサ

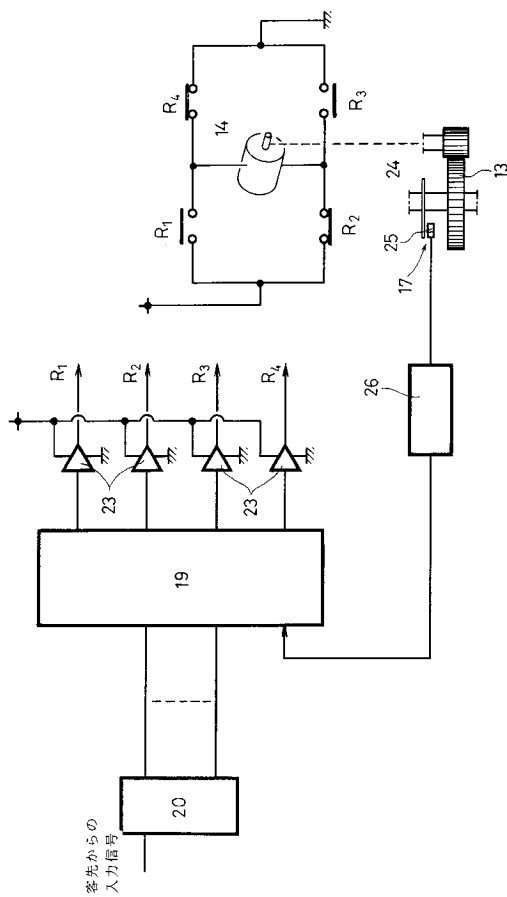
【図 1】



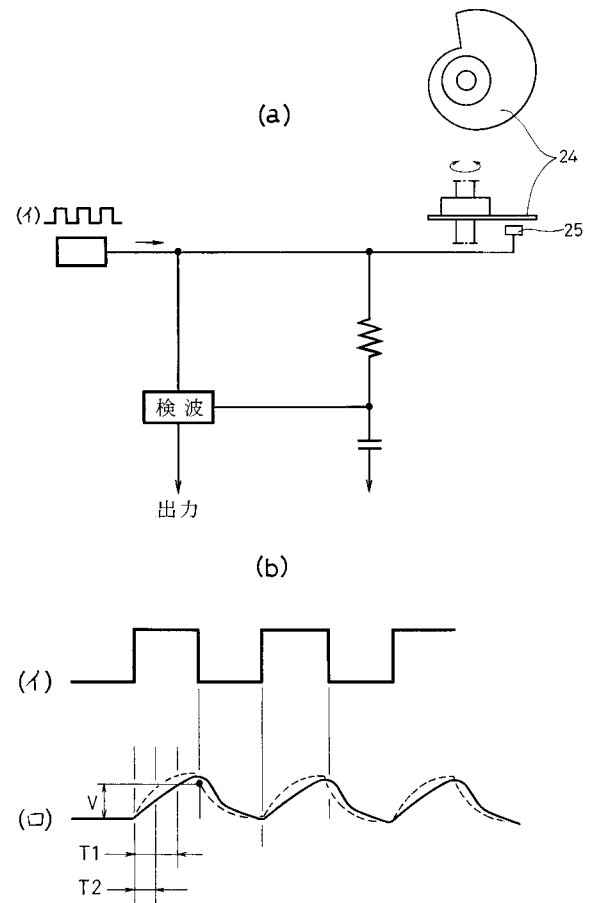
【図 2】



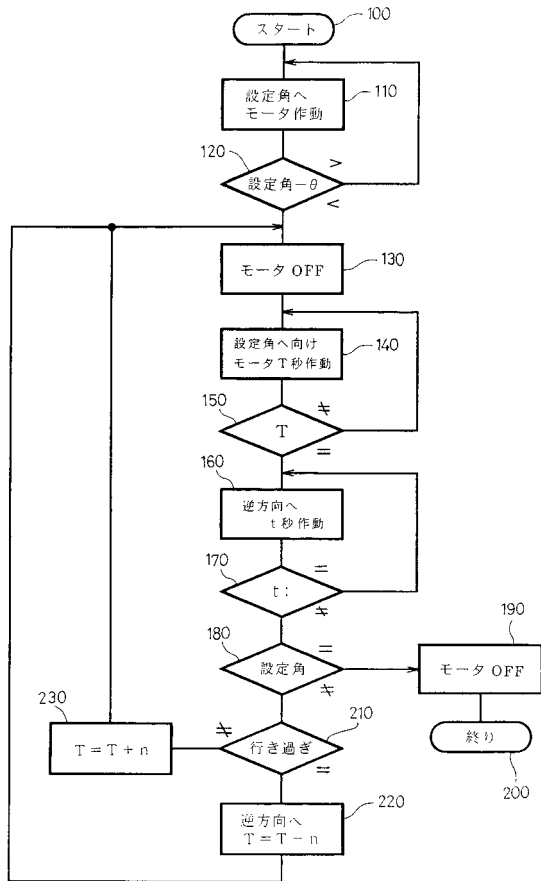
【図 3】



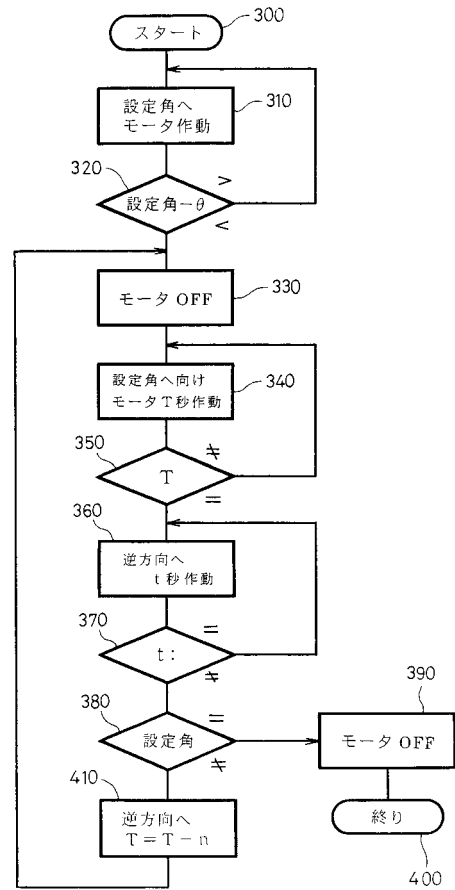
【図 4】



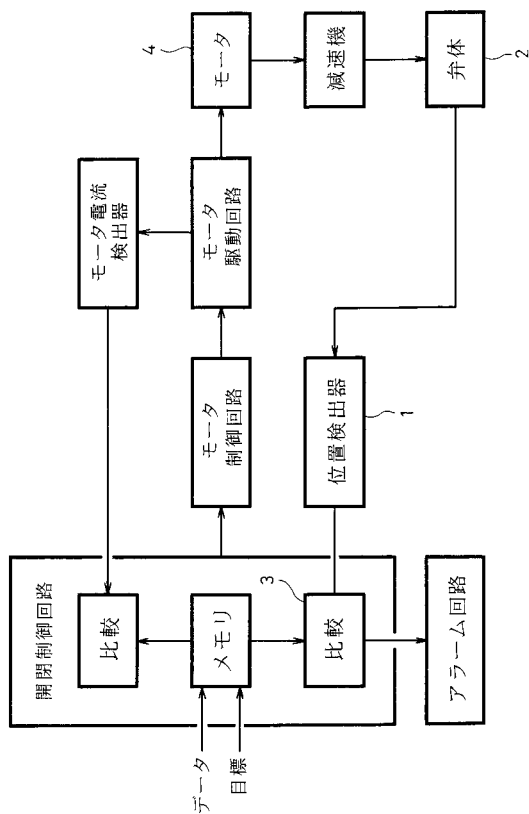
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 金高 浩春

大阪府大阪市阿倍野区松崎町3-9-28-603

Fターム(参考) 3H062 AA02 BB04 CC01 FF08

3H065 AA01 BB12