

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3789017号
(P3789017)

(45) 発行日 平成18年6月21日(2006.6.21)

(24) 登録日 平成18年4月7日(2006.4.7)

(51) Int. Cl.		F I	
G05D 3/00	(2006.01)	G05D 3/00	P
H02N 2/00	(2006.01)	H02N 2/00	C

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願平8-351527	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成8年12月27日(1996.12.27)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開平10-187245		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成10年7月14日(1998.7.14)	(74) 代理人	100067541
審査請求日	平成15年12月22日(2003.12.22)		弁理士 岸田 正行
前置審査		(72) 発明者	片岡 健一
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	山本 新治
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	林 祺
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータによって駆動される移動手段と、この移動手段の実位置と目標位置との関係に応じて所定周期ごとに前記モータの制御用動作を行う制御手段とを有する位置制御装置において、

前記制御手段は、前記実位置が、前記所定周期における前記移動手段の駆動距離に応じて前記目標位置を挟んで設定された2つの停止許容位置間にあるときに前記モータへの電力の供給を停止させ、前記モータへの電力の供給を停止させた後に前記所定周期よりも長い時間が経過してから前記実位置が前記停止許容位置を超えて前記目標位置側とは反対側にあるときに、前記モータの再起動用動作を行うことを特徴とする位置制御装置。

10

【請求項 2】

前記停止許容位置間の距離が、前記所定周期における前記移動手段の駆動距離よりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の位置制御装置。

【請求項 3】

モータによって駆動される移動手段と、この移動手段の実位置と目標位置との関係に応じて所定周期ごとに前記モータの制御用動作を行う制御手段とを有する位置制御装置において、

前記制御手段は、前記実位置が前記目標位置に一致したとき又は前記実位置が前記目標位置を挟んで直前の周期における前記実位置の反対側にあるときに前記モータへの電力の供給を停止させ、前記モータへの電力の供給を停止させた後に前記所定周期よりも長い時

20

間が経過してから前記実位置が前記目標位置から所定距離を超えて前記目標位置側とは反対側にあるときに、前記モータの再起動用動作を行うことを特徴とする位置制御装置。

【請求項 4】

前記モータは、前記制御手段の再起動用動作によって前記移動手段を前記目標位置側に戻す方向に作動することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 つに記載の位置制御装置。

【請求項 5】

前記制御手段は、前記再起動用動作を行った回数が所定回数を超えたときは、次の再起動用動作を禁止することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の位置制御装置。

10

【請求項 6】

前記制御手段は、前記目標位置が変更されたとき又は所定のリセット操作が行われたときに、前記再起動用動作の回数をリセットすることを特徴とする請求項 5 に記載の位置制御装置。

【請求項 7】

前記制御手段は、前記所定周期ごとに最終目標位置に近づいて設定される中間目標位置に前記実位置を一致させる制御用動作を行うことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載の位置制御装置。

【請求項 8】

前記モータが、電気 - 機械エネルギー変換素子により振動が励起される振動体とこの振動体に接触する接触体とを相対移動させる振動型モータであることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 つに記載の位置制御装置。

20

【請求項 9】

前記電気 - 機械エネルギー変換素子に印加する周波信号の振幅を零に設定することで、前記モータへの電力の供給を停止させることを特徴とする請求項 8 に記載の位置制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、FA 関連のロボットや測量機器のアクチュエータとして用いられるモータ、特に振動型モータに適した位置制御装置に関するものである。

30

【0002】

【従来の技術】

モータには、従来多用されている電磁モータのほかに、電気 - 機械エネルギー変換素子により振動が励起される振動体とこの振動体に接触する接触体とを相対移動させる振動型モータがある。そして、この振動型モータは、特に低速回転時の安定性に優れる等の理由からロボットや各種測量機器における移動部材の位置制御用アクチュエータとして用いられつつある。

【0003】

このように振動型モータによって位置制御を行う制御装置としては、特開昭 63 - 18974 号公報に提案されているように、移動部材の実位置（位置センサによる検出位置）が目標位置に達したときに自動的にモータへの通電をオフするものや、特開昭 63 - 167681 号公報にて提案されているように、オーバーランを予測して実位置が目標位置の少し手前に達した時点でモータへの通電をオフし、移動部材を目標位置に停止させる装置や、特開昭 63 - 209478 号公報にて提案されているように、実位置が目標位置又はその近傍に達したときにモータに逆電圧をかけてモータおよび移動部材を急速に停止させる装置等がある。そして、モータを停止させたものの移動部材の実位置が目標位置に達していなかったりオーバーランしたりした場合は、移動部材の実位置が目標位置に一致するまで再起動を繰り返すか、そのまま制御を終了することで対処していた。

40

【0004】

50

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、移動部材の実位置が目標位置やこれよりも手前の所定位置に一致したときにモータへの通電をオフする構成では、制御装置の動作タイミングに関係なく実位置が目標位置等に一致したときにモータの制御用設定を行えるようにしなければ、動作タイミングの合間に実位置が目標位置等を通り過ぎてそのまま停止制御が行われなくなってしまうという問題が生じる。

【0005】

また、移動部材を急速に停止させる手法では、移動部材の急減速によって生じる衝撃の影響で移動部材が振動するため、移動部材の検出位置が実際の停止位置を中心に振動する。したがって、移動部材が目標位置から外れていると判断されモータが再起動されてしまい、完全に停止するまでの時間が長くなったり、往復運動を繰り返したりしてしまうというおそれがある。

10

【0006】

さらに、停止しているときに移動部材に外部から振動が加わった場合、振動型モータの振動体と接触体との間には相対的な変位がほとんど無いが、移動部材の検出位置が振動して目標位置から外れたと判断されてしまい、モータが再起動されるおそれがある。

【0007】

また、移動部材のオーバーランが大きいと、目標位置にいつまでも停止することができずに持続的に往復運動を繰り返してしまうという問題がある。

【0008】

20

ところで、位置制御の方法として、移動部材の実位置をいきなり最終目標位置に一致させる制御を行わず、最終目標位置に順次近づく中間目標位置を設定し、この中間位置に実位置を一致させる制御を行っていく場合がある。しかし、この場合に、各中間位置に一致した時点でモータが一旦停止してしまうと、最終目標位置に達するまでの移動部材の動きがぎこちなくなるという問題もある。

【0009】

そこで、本願発明は、所定の動作タイミングでの制御用設定により、移動部材を目標位置の近傍に速やかに停止させることができ、また、移動部材の停止後に外部からの振動による誤動作をなくすことができ、さらには、最終目標位置まで制御目標を順次変更する場合の移動部材の動きを滑らかにすることができるようにした位置制御装置を提供することを

30

【0010】**【課題を解決するための手段】**

上記の目的を達成するために、本願発明では、振動型モータ等のモータによって駆動される移動手段と、この移動手段の実位置と目標位置との関係に応じて所定周期ごとにモータの制御用動作を行う制御手段とを有する位置制御装置において、上記制御手段に、上記実位置が、上記所定周期における移動手段の駆動距離に応じ、目標位置を挟んで設定された2つの停止許容位置間にあるときにモータへの電力の供給を停止させ（例えば、電気・機械エネルギー変換素子に印加する周波信号の振幅を零に設定する動作）、モータへの電力の供給を停止させた後に上記所定周期よりも長い時間が経過してから実位置が停止許容位置を超えて目標位置側とは反対側にあるときに、モータの再起動用動作を行わせるようにしている。

40

【0011】

すなわち、例えば停止許容位置間の距離を所定周期における移動手段の移動距離よりも大きくすることにより、まだ停止許容位置間に入っていなかった前回周期（動作タイミング）から停止許容位置間に入った今回周期までの間に移動手段が目標位置を通り過ぎるような場合や、今回周期では目標位置に達しておらず次回周期では停止許容位置間の外に出てしまうような場合でも、それぞれ今回周期での停止用動作に基づくモータの停止制御によってモータを停止させ、移動手段を目標位置の近傍に確実かつ速やかに停止させることができるようにしている。また、本願発明では、モータによって駆動される移動手段と、

50

この移動手段の実位置と目標位置との関係に応じて所定周期ごとに前記モータの制御用動作を行う制御手段とを有する位置制御装置において、制御手段に、実位置が目標位置に一致したとき又は実位置が目標位置を挟んで直前の周期における実位置の反対側にあるときにモータへの電力の供給を停止させ、モータへの電力の供給を停止させた後に上記所定周期よりも長い時間が経過してから実位置が目標位置から所定距離を超えて目標位置側とは反対側にあるときに、モータの再起動用動作を行わせるようにしている。

【0012】

すなわち、移動手段の駆動速度が高速であるような場合でも実位置が目標位置に達したことを読み飛ばすことなく、また少なくとも実位置が目標位置に到達してからモータの停止制御を行い、移動手段を目標位置の近傍に確実に停止させるようにしている。

10

【0013】

上記各発明において、モータへの電力の供給を停止させた後に、移動部材の実位置が停止許容位置から所定距離を超えて目標位置側とは反対側に移動したとき又は、所定周期よりも長い時間が経過してから実位置が停止許容位置を超えて目標位置側とは反対側にあるときに限りモータの再起動用動作を行うようにすることで、目標位置の近傍（例えば、停止許容位置間）で移動部材が停止した後、外力等によって移動手段が振動して多少の外側（目標位置側とは反対側）にずれても再起動を行わず、停止状態を安定的に維持できるようにしている。

【0014】

また、本願発明では、制御手段がモータへの電力の供給を停止させた後、所定周期よりも長い時間が経過してから再起動用動作を行うことにより、停止時のショックにより移動手段が振動し、この振動により一時的に目標位置から遠ざかったような場合でも、振動が収まるまでは再起動が行われるのを防止することができる。

20

【0015】

また、1回の目標位置に対する位置決め制御において、再起動用動作を行った回数が所定回数を超えたときは、次回の再起動用動作を禁止することにより、モータの通電オフ後のオーバーランの距離が長いような場合にいつまでも停止と再起動とが繰り返されることを防止するのが望ましい。

【0016】

この場合、目標位置が変更されたとき又は所定のリセット操作が行われたときには再起動用動作の回数をリセットするようにするのが望ましい。

30

【0017】

また、最終目標位置が制御目標となる前に所定周期ごとに最終目標位置に近づく中間目標位置が制御目標として設定される場合には、中間目標位置に実位置を一致させる制御用動作を行った後に、上述した停止用動作を行うようにして、様々な速度パターンで移動手段を最終目標位置に近づけることができるようにするのが望ましい。

【0020】

【発明の実施の形態】

（第1実施形態）

まず、図2および図3には、本発明の第1実施形態である位置制御装置に用いられる振動型モータ1を示している。この図において、15は圧電部材（電気-機械エネルギー変換素子）であり、後述する交流電圧発生手段11からの90度時間的位相がずれた2相の出力電圧がそれぞれ15a, 15bに印加される。16は円形の弾性部材（振動体）であり、一方の面には圧電部材15が固着されており、他方の面には突起が形成されている。

40

【0021】

17はロータであり、弾性部材16の突起上に不図示の加圧手段によって加圧接触し、弾性部材16の振動によって弾性部材16の外形に沿って回転する。18はロータ17の回転を伝達するための出力軸である。

【0022】

さらに詳述すると、圧電部材15は、図3に示すように複数の電極に分割されており、

50

図 3 の例は圧電部材 1 5 の円形形状に沿って、5 つの波が形成されるように圧電部材 1 5 の分極方向が 1 / 2 波長毎に交互に反転するように決められている。電極区画 1 5 a , 1 5 b は位置的に 1 / 4 波長ずれており、これらに上述のように交流電圧発生手段 1 1 から 90 度時間的位相のずれた 2 相の出力電圧を印加すると、電極区画 1 5 a , 1 5 b に対応する位置に 5 次の固有モードの定在波がそれぞれ形成され、この 2 つの定在波の合成によって、圧電部材 1 5 の円形形状に沿って進行する波（進行波）が形成される。そして、弾性部材 1 6 の突起部によって振動が拡大され、加圧接触されたロータ 1 7 が弾性部材 1 6 の外形に沿って回転する。

【 0 0 2 3 】

図 1 には、本願発明の第 1 実施形態である位置制御装置を示している。なお、この位置制御装置は、ロボットや測量機器における移動部材の制御装置として用いられるものである。

【 0 0 2 4 】

同図において、1 は前述した振動型モータ、2 は振動型モータ 1 の回転軸と一体となって回転する送りネジ、3 は送りネジ 2 が回転することで移動するステージ（請求の範囲にいう移動手段）、4 はステージ 3 の移動を補助するガイド、2 4 はこれらを固定するための外枠、5 はステージ 3 の位置を検出するためのリニア・スケール、6 はリニア・スケール 5 に記録された目盛りを読み取るセンサ、7 はセンサ 6 の出力をカウントして位置情報に変換するカウンタである。

【 0 0 2 5 】

8 はステージ 3 の停止位置を指令する目標位置発生手段であり、不図示のホストコンピュータからの指令に応じて目標位置を発生している。9 は目標位置発生手段 8 の出力する目標位置とカウンタ 7 の出力するステージ 3 の実位置との差を計算する比較演算手段、10 は以下で説明する演算及び停止のタイミングを発生するタイミング発生手段、11 は指令された周波数、位相及び電圧で複数の交流電圧を振動型モータ 1 に印加する交流電圧発生手段である。

【 0 0 2 6 】

12 は比較演算手段 9 の出力に応じてタイミング発生手段 10 の出力するタイミング信号（請求の範囲にいう「所定周期」ごとに出力される信号）、例えば 2 k H z のパルス信号に同期して、振動型モータ 1 の回転方向や出力する電圧振幅を交流電圧発生手段 11 に指令する演算指令手段である。

【 0 0 2 7 】

13 は交流電圧発生手段 11 に対してタイミング発生手段 10 の出力するタイミング信号に同期して所定の位置範囲（請求の範囲にいう停止許容位置間）で停止することを指令する停止制御手段である。この停止指令が出力されるのは、比較演算手段 9 の出力が $-P$ （目標位置とこの目標位置に対して一方の側に設定された停止許容位置との差に対応する出力） $\sim +P$ （目標位置とこの目標位置に対して他方の側に設定された停止許容位置との差に対応する出力）の間になったときのみである。

【 0 0 2 8 】

すなわち、比較演算手段 9 からの出力が $-P \sim +P$ の間になると、比較手段 13 a , 13 b の出力が H i になり、論理積素子（AND）13 c の出力が H i になる。そして、タイミング発生手段 10 が出力するタイミング信号に同期して D フリップ・フロップ 13 d が AND 13 c の出力（H i）を検出して H i を出力し、交流電圧発生手段 11 に停止指令を出力する。停止指令を受けた交流電圧発生手段 11 は、交流電圧の振幅を零にし、振動型モータ 1 の回転を停止させてステージ 3 を目標位置の近傍に停止させる。

【 0 0 2 9 】

このように構成された位置制御装置を用いれば、タイミング発生手段 10 が発生するタイミングパルス信号の立ち上がり時点で、ステージ 3 が目標位置を中心とした $-P \sim +P$ の範囲に入っていれば振動型モータ 1 の停止制御を行うので、 P を適当な値（タイミングパルスの周期内でステージ 3 が移動する距離よりも長い距離に対応する値：例えば

10

20

30

40

50

、 $10\ \mu\text{m}$)に設定すれば、タイミングパルス間隔が短くなくても又はリニアスケール5の目盛り間隔が小さくても、ステージ3を目標位置の近傍に確実に、かつ従来のように何度も停止と再起動とを繰り返すことなく速やかに停止させることができる。

【0030】

(第2実施形態)

次に、第2実施形態として、第1実施形態の位置制御装置の機能をソフト的に得る場合について図4に示すフローチャートを用いて説明する。なお、この制御フローは、所定時間(例えば、 1 msec)毎に不図示のマイコンにより実行され、これは第1実施形態において演算指令手段12や停止制御手段13がタイミング発生手段10が出力するタイミング信号に同期して動作することと等価である。

10

【0031】

まず、目標位置が予め設定されている状態で割り込み信号(上記所定時間ごとに出力される信号)が入力されると、ステップ(図では、Sと略す)1~4に進んで、カウンタ7を通じて検出されたステージ3の実位置(1回又は複数回の平均値)と目標位置とを比較する。目標位置とステージ3の実位置との差の絶対値が P 以上であれば、ステップ5~8に進んで、その差の符号によって交流電圧発生手段11に移動方向を指示するとともに、その差をゲイン(G)倍した電圧を出力するように交流電圧発生手段11に指示する。但し、交流電圧発生手段11から出力される電圧は、予め設定された所定の電圧以下となるように制限される。一方、目標位置とステージ3の実位置との差の絶対値が P より小さければ、ステップ9に進んで、交流電圧発生手段11に停止信号を出力する。

20

【0032】

本実施形態によれば、ステージ3の移動速度が速く1回の割り込み周期の間にステージ3が数カウンタパルス分進んで、前回の割り込み周期から今回の割り込み周期の間に目標位置を通り越してしまうような場合でも、ステージ3が目標位置を中心とした $-P \sim +P$ の範囲内に入ることによって振動型モータ1の停止制御が行われるので、 P を適当な値(例えば、 $10\ \mu\text{m}$)に設定すれば、位置制御プログラムの処理時間が長く割り込み周期が長くても又はリニアスケール5の目盛り間隔が小さくても、ステージ3を目標位置の近傍に確実にかつ速やかに停止させることができる。

【0033】

(第3実施形態)

図5は、本願発明第3実施形態である位置制御装置を示している。本実施形態では、停止制御手段23の構成が第1実施形態の停止制御手段13と異なる。

30

【0034】

23aは比較演算手段9からの出力をゼロと比較するコンパレータ、23eはDフリップフロップであり、タイミング発生手段10からのタイミング信号の立ち上がりでコンパレータ23aの出力をラッチする。23fは排他的論理和素子(EXOR)で、Dフリップフロップ23eの出力とコンパレータ23aの出力の排他的論理和をとっている。23gはRSフリップフロップで、上記タイミング信号の立ち上がりでS入力がHiならば出力をHiにして交流電圧発生手段11に停止を指示し、R入力がHiならばその停止を解除するように動作する。

40

【0035】

ここで、 $\text{EXOR } 23f$ の出力がHiになりタイミング信号の立ち上がりで交流電圧発生手段11に停止を指示するのは、Dフリップフロップ23eとコンパレータ23aの出力が異なる場合である。

【0036】

つまり、コンパレータ23aの出力は比較演算手段9の出力の符号が正の場合にHiとなり、負の場合にLoとなるから、比較演算手段9の出力の符号が変化したときに交流電圧発生手段11に停止が指示されることになる。従って、ステージ3の移動速度が速くても、目標位置を読み飛ばしてしまうことなく、ステージ3を目標位置に到達させた後に確実に停止させることができる。

50

【 0 0 3 7 】

また、停止しているステージ 3 を再起動するには、不図示の指令手段からの起動信号を H_i にして、タイミング発生手段 10 の発生するタイミング信号の 1 周期以上の時間 H_i に保ち、 L_o に戻せばよい。

【 0 0 3 8 】

(第 4 実施形態)

次に、第 4 実施形態として、第 3 実施形態の位置制御装置の機能をソフト的に得る場合について図 6 に示すフローチャートを用いて説明する。なお、この制御フローは、所定時間 (例えば、1 m s e c) 毎に不図示のマイコンにより実行され、これは第 3 実施形態において演算指令手段 12 や停止制御手段 23 がタイミング発生手段 10 が出力するタイミン

10

【 0 0 3 9 】

まず、タイミング発生手段 10 からの割り込み信号によって、割り込み処理がスタートすると、ステップ 11 ~ 13 に進んで、目標位置とカウンタ 7 により検出されたステージ 3 の実位置との差を演算するとともに、ステップ 14 に進んで、演算結果の符号を前回の割り込み時に演算して記憶した符号と比較する。

【 0 0 4 0 】

符号が同じであれば、ステップ 15 ~ 20 に進んで、現在の符号を記憶レジスタに記憶するとともに、目標位置とステージ 3 の実位置との差をゲイン (G) 倍し、2 相の交流電圧間の位相差を交流電圧発生手段 11 に指示する。但し、位相差の絶対値は上限が 90° で

20

【 0 0 4 1 】

一方、符号が異なっていれば交流電圧発生手段 11 に停止を指示する。

【 0 0 4 2 】

本実施形態によれば、振動型モータ 1 は印加電圧の位相差の方向で回転方向が決まり、位相差が 0° では停止し、 90° では最高速が出るようになっているので、ステージ 3 は、目標位置と実位置との差が大きいほど高速度で、小さいほど低速度で目標位置に近づき、目標位置の近傍にスムーズに停止することができる。

【 0 0 4 3 】

(第 5 実施形態)

30

図 7 には、本願発明の第 5 実施形態である位置制御装置のうち停止制御手段 33 を示している。なお、本実施形態の位置制御手段における停止制御手段 33 以外の部分の構成は、第 1 実施形態の位置制御装置と同じである。

【 0 0 4 4 】

33 a , 33 b , 33 h , 33 i はそれぞれコンパレータで、33 c は論理積素子 (AND) 、33 j は論理和素子 (OR) である。33 g は RS フリップフロップである。

【 0 0 4 5 】

コンパレータ 33 a , 33 b と AND 33 c は、比較演算手段 9 からの入力が $- P_1 \sim + P_1$ の範囲であるときにのみ AND 33 c の出力が H_i になり、 RS フリップフロップ 33 g の S 入力を H_i にして交流電圧発生手段 11 に停止を指示するように構成され

40

【 0 0 4 6 】

一方、コンパレータ 33 h , 33 i と OR 33 j は、比較演算手段 9 からの入力が $- P_2 \sim + P_2$ の範囲から外れると OR 33 j の出力が H_i になり、 RS フリップフロップ 33 g の R 入力を H_i にしてタイミング発生手段 10 からのタイミング信号に同期して交流電圧発生手段 11 に停止解除を指令するように構成されている。これにより、第 1 実施形態では、ステージ 3 が $- P_1 \sim + P_1$ の範囲の境界近傍に停止している場合、軽度の振動でも P_1 越えたと判断して振動型モータ 1 が再起動されることになるが、 $- P_2 < - P_1$, $+ P_1 < + P_2$ として、 $- P_2$, $+ P_2$ を適当な値に設定して

50

おけば、このようなことがなくなり、停止時の安定性が改善される。

【0047】

(第6実施形態)

図8には、本願発明の第6実施形態である位置制御装置のうち停止制御手段43を示している。なお、本実施形態の位置制御手段における停止制御手段43以外の部分の構成は、第1実施形態の位置制御装置と同じである。

【0048】

本実施形態では、基本的には第5実施形態と同様に、比較演算手段9からの入力 $P1 \sim +$ $P1$ の範囲で交流電圧発生手段11に停止が指示され、比較演算手段9からの入力 $P2 \sim +$ $P2$ の範囲から外れると停止解除が指示されるように構成されている。

10

【0049】

ただし、停止が指示されてから停止解除が支持されるまでの時間は、少なくともタイミング発生手段10からのタイミング信号の1周期分の時間より長く設定されている。

【0050】

具体的には、Dフリップフロップ43l, 43mによってシフトレジスタを構成し、交流電圧発生手段11への停止信号をタイミング信号の2クロック分遅延させ、AND43kによって2クロック遅れた停止信号とOR43jからの再起動信号の論理積をとってRSフリップフロップ43gのR入力に入れることで、少なくともステージ3が停止してから2クロック分の時間の間は再起動できないようにしている。

20

【0051】

なお、再起動の禁止時間は、上記シフトレジスタを構成するDフリップフロップの数を変えたり、タイマを用いて別途時間を計測して上記遅延時間を設定したりすることによって任意の時間に設定できる。

【0052】

本実施形態によれば、ステージ3の停止時に発生する機械的な振動が大きくても、この振動がある程度おさまってから振動型モータ1を再起動するか否かを決定できるので、 $P1$ 、 $P2$ を比較的小さな値、例えば $10\mu m$ 、 $40\mu m$ に設定でき、位置精度や位置分解能を改善することができる。

【0053】

30

(第7実施形態)

図9には、本願発明の第7実施形態である位置制御装置のうち停止制御手段53を示している。なお、本実施形態の位置制御手段における停止制御手段53以外の部分の構成は、第1実施形態の位置制御装置と同じである。

【0054】

本実施形態では、第6実施形態のものに加えて、ステージ3の剛性が弱く、制御の安定性が悪い場合でも確実に停止させる手段として、プリセット可能なダウンカウンタ53nを設けている。

【0055】

ダウンカウンタ53nのLD入力には再起動許可信号が入っており、この信号がHiになると、予め設定されている上限の再起動回数がData入力からダウンカウンタ53nに入力される。これにより、=0出力はHiになる。

40

【0056】

比較演算手段9の出力が $P2 \sim +$ $P2$ の間に入っていなければ、RSフリップフロップ53gの出力は、タイミング発生手段10からのタイミング信号の立ち上がりで、交流電圧発生手段11に停止解除を指示する。そして、比較演算手段9の出力が $P1 \sim +$ $P1$ の間に入ると、交流電圧発生手段11に停止が指示される。

【0057】

ここで、ステージ3の剛性が弱くて、停止しても十分に振動が収まらないために、目標位置との差が $P2 \sim +$ $P2$ の範囲から外れ、再度交流電圧発生手段11に停止解除

50

が指令されると、停止と停止解除とが繰り返されることになるが、ダウンカウンタ 5 3 n のクロック入力に、停止する毎に立ち上がりパルスが入力されて、再起動回数がその立ち上がりパルスごとに 1 ずつ減算される。そして、ダウンカウンタ 5 3 n のデータがゼロになると、= 0 出力が L o になる。これにより、AND 5 3 k の入力が L o になって、以後、再起動許可信号が H i になるまで再起動が禁止され、停止後の振動によってステージ 3 の位置が - P 2 ~ + P 2 に対応する位置の外に出ても、即振動型モータ 1 の再起動が行われることはなく、停止時の安定性を確保することができる。

【 0 0 5 8 】

なお、再起動許可信号は、図 1 に示した目標位置発生手段 8 が発生する位置指令が変化したときに発生するように構成してもよい。

10

【 0 0 5 9 】

(第 8 実施形態)

図 1 0 には、本発明の第 8 実施形態である位置制御装置を示している。本実施形態の位置制御装置においても、第 1 実施形態の装置と同様に、目標位置発生手段 8 が発生した信号に対応する目標位置とステージ 3 の実位置との差が、- P ~ + P の範囲に入ったときに停止制御手段 6 3 によって交流電圧発生手段 1 1 に停止が指示され、ステージ 3 を停止させる。但し、ステージ 3 が移動している最中の動作が第 1 実施形態の装置と異なる。

【 0 0 6 0 】

1 9 は中間目標位置発生手段である。この中間目標位置発生 1 9 は、目標位置発生手段 8 からの目標位置指令が変化した場合に、変化前の目標位置から変化後の最終目標位置までの間の中間目標位置を、タイミング信号発生手段 1 0 の出力するタイミング信号に同期して最終目標位置に徐々に近付けるよう出力する。

20

【 0 0 6 1 】

2 0 はカウンタ 7 が出力するステージ 3 の実位置と中間目標位置発生手段 1 9 の出力との差を検出する比較演算手段である。この比較演算手段 2 0 の出力は、演算指令手段 1 2 に入力され、演算指令手段 1 2 は、交流電圧発生手段 1 1 の出力電圧を制御して、ステージ 3 の実位置が中間目標位置発生手段 1 9 の発生する中間目標位置と一致するように制御する。

【 0 0 6 2 】

ここで、中間目標位置を速く最終目標位置に近付ければ、ステージ 3 は高速で最終目標位置に向かって移動し、中間目標位置を遅く最終目標位置に近付ければ、ステージ 3 は低速で最終目標位置に向かって移動する。このように、中間目標位置の最終目標位置に近づく速度を代えることにより、様々な速度パターンでステージ 3 を最終目標位置に向かって移動させることができる。

30

【 0 0 6 3 】

しかも、中間目標位置とステージ 3 の実位置とが一致しても振動型モータ 1 の停止指令は出力されないので、最終目標位置への移動途中で停止と起動とを繰り返すようなぎこちない動きをすることなく、最終目標位置までスムーズにステージ 3 を移動させることができる。

【 0 0 6 4 】

図 1 1 および図 1 2 には、目標位置発生手段 8 の出力 (最終目標位置) が位置 A から位置 B に変化したときの中間目標位置発生手段 1 9 の出力 (中間目標位置) の例を表している。図 1 1 は中間目標位置 (つまりはステージ 3) を等速で最終目標位置に近づけた場合の例であり、図 1 2 は中間目標位置を加減速をして滑らかに最終目標位置に近づけた場合の例である。

40

【 0 0 6 5 】

なお、本実施形態では、交流電圧発生手段 1 1 が出力する電圧の振幅を変えて振動型モータ 1 の回転速度を変化させていたが、代わりに交流電圧の周波数を変えて回転速度を変化させてもよい。

【 0 0 6 6 】

50

図 1 3 には、交流電圧の周波数と回転速度との関係を示しており、振動型モータ 1 の共振周波数 (F_r) より高い周波数域では、共振周波数 (F_r) に近いほど振動型モータ 1 の回転速度が速い。従って、電圧振幅を大きくする代わりに、周波数を振動型モータ 1 の共振周波数 (F_r) より高い周波数域で共振周波数 (F_r) に近い周波数にすれば、振動型モータ 1 の回転速度を速くすることができ、電圧振幅を小さくする代わりに周波数を共振周波数 (F_r) より高い周波数域で共振周波数 (F_r) から離すことによって振動型モータ 1 の回転速度を遅くすることができる。

【 0 0 6 7 】

なお、本実施形態の位置制御装置に、第 3 , 5 , 6 , 7 実施形態の停止制御手段 2 3 , 3 3 , 4 3 , 5 3 を用いても同様の効果がある。

10

【 0 0 6 8 】

(第 9 実施形態)

図 1 4 には、第 1 ~ 第 8 実施形態における交流電圧発生手段 1 1 の構成例を示しており、図 1 5 には各部の波形を示している。1 1 a は振動型モータ 1 の固有振動数より高い所定周波数を発生する発振器、1 1 b は後述するスイッチング素子をドライブするパルス発生器である。このパルス発生器 1 1 b は、図 1 5 に示すように、発振器 2 1 からの C K 入力信号を 4 分周して 9 0 ° の位相のずれた P 1 , P 2 のパルスを発生し、D i r 信号によって位相を 9 0 ° 又は - 9 0 ° に切り替え、S t o p 信号でゼロにするように構成されている。

【 0 0 6 9 】

20

1 1 c は可変電源であり、演算指令手段 1 2 からの電圧指令によって出力電圧が変わるように構成されている。P 1 , P 2 は M O S F E T Q 1 , Q 2 のゲート端子に接続されており、トランス T 1 , T 2 の 1 次側の電流をスイッチングしている。トランス T 1 , T 2 の 2 次側は振動型モータ 1 の圧電部材 1 5 a , 1 5 b に接続されている。なお、2 次側には、1 0 0 V 程度の電圧が発生する。また、この電圧は、可変電源 1 1 c の出力電圧によって変化し、電圧を大きくすることで振動型モータ 1 が速く回転するように構成されている。

【 0 0 7 0 】

なお、上記各実施形態では、リニアスケール 5 を用いてステージ 3 の位置を検出したが、本願発明では、送りネジ 2 の回転角を検出するロータリーエンコーダ等を回転軸に直接

30

【 0 0 7 1 】

また、本願発明は、ステージ 3 を不図示の固定台に固定し、外枠 2 4 が振動型モータ 1 と一体となって移動する場合にも適用することができ、同様の効果を得ることができる。

【 0 0 7 2 】

【 発明の効果 】

以上説明したように、本願発明によれば、モータを停止させた後に、移動部材の実位置が停止許容位置から所定距離を超えて目標位置側とは反対側に移動したときに限りモータの再起動用動作を行うようにすれば、目標位置の近傍 (例えば、停止許容位置間) で移動部材が停止した後、急減速によって生じる衝撃の影響で移動部材が振動しても多少外側 (目標位置側とは反対側) にずれても再起動が行われない構成とすることができる。あるいは、目標位置の近傍で移動部材が停止した後、外力等によって移動手段が振動して多少外側 (目標位置側とは反対側) にずれても再起動が行われない構成とすることができる。よって、停止状態を安定的に維持することができる。

40

また、モータを停止させた後に、所定周期よりも長い時間が経過してから再起動用動作を行うようにすれば、停止時のショックにより移動手段が振動し、この振動により一時的に目標位置から遠ざかっても、振動が収まるまで再起動が行われてしまうことを防止することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態である位置制御装置の構成図である。

50

【図 2】振動型モータの構成図である。

【図 3】振動型モータの構成図である。

【図 4】本発明の第 2 実施形態である位置制御装置の制御フローチャートである。

【図 5】本発明の第 3 実施形態である位置制御装置の構成図である。

【図 6】本発明の第 4 実施形態である位置制御装置の制御フローチャートである。

【図 7】本発明の第 5 実施形態である位置制御装置の構成図である。

【図 8】本発明の第 6 実施形態である位置制御装置の構成図である。

【図 9】本発明の第 7 実施形態である位置制御装置の構成図である。

【図 10】本発明の第 8 実施形態である位置制御装置の構成図である。

【図 11】上記第 8 実施形態の位置制御装置による中間目標位置の変化を示すグラフ図である。 10

【図 12】上記第 8 実施形態の位置制御装置による中間目標位置の変化を示すグラフ図である。

【図 13】振動型モータの周波数と回転速度の関係を示すグラフ図である。

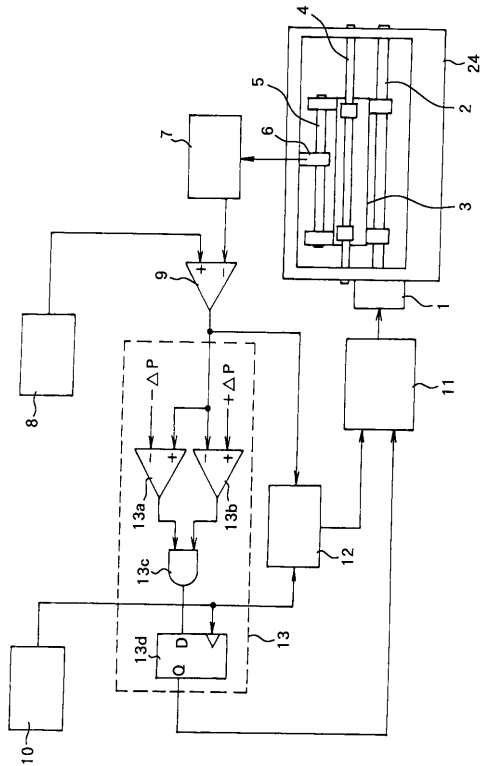
【図 14】上記各実施形態の位置制御装置に用いられる交流電圧発生手段の回路図である。

【図 15】上記交流電圧発生手段の各部の波形を示すタイムチャートである。

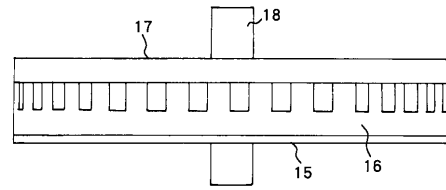
【符号の説明】

- | | | |
|------------------------|-----------|----|
| 1 | 振動型モータ | |
| 2 | 送りネジ | 20 |
| 3 | ステージ | |
| 4 | ガイド | |
| 5 | リニアスケール | |
| 6 | センサ | |
| 7 | カウンタ | |
| 8, 19 | 目標位置発生手段 | |
| 9, 20 | 比較演算手段 | |
| 10 | タイミング発生手段 | |
| 11 | 交流電圧発生手段 | |
| 12 | 演算指令手段 | 30 |
| 13, 23, 33, 43, 53, 63 | 停止制御手段 | |
| 15 | 圧電部材 | |
| 16 | 弾性部材 | |
| 17 | ロータ | |
| 18 | 出力軸 | |

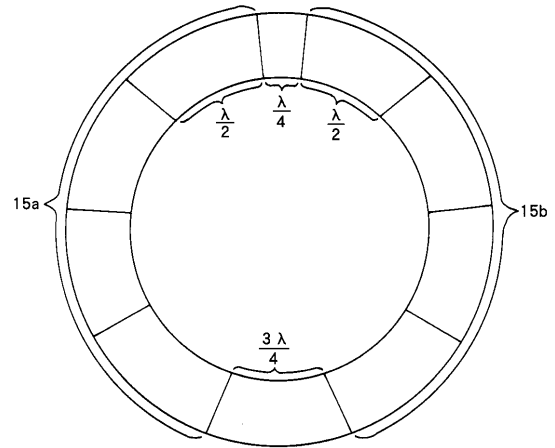
【図 1】



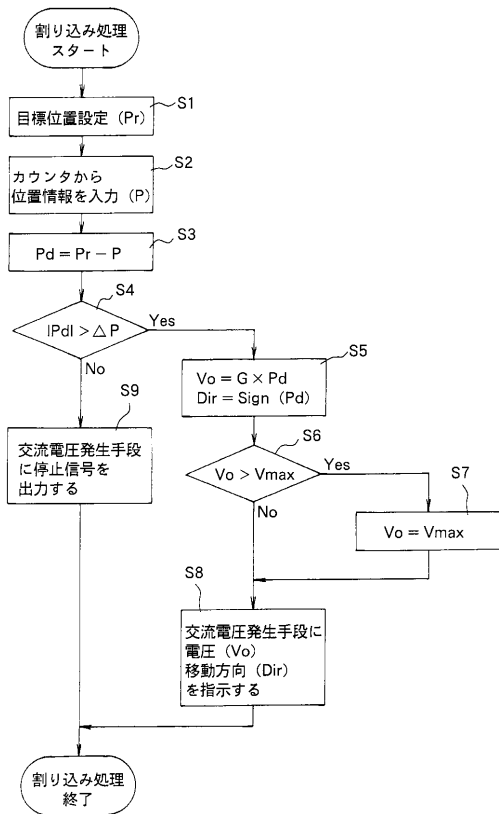
【図 2】



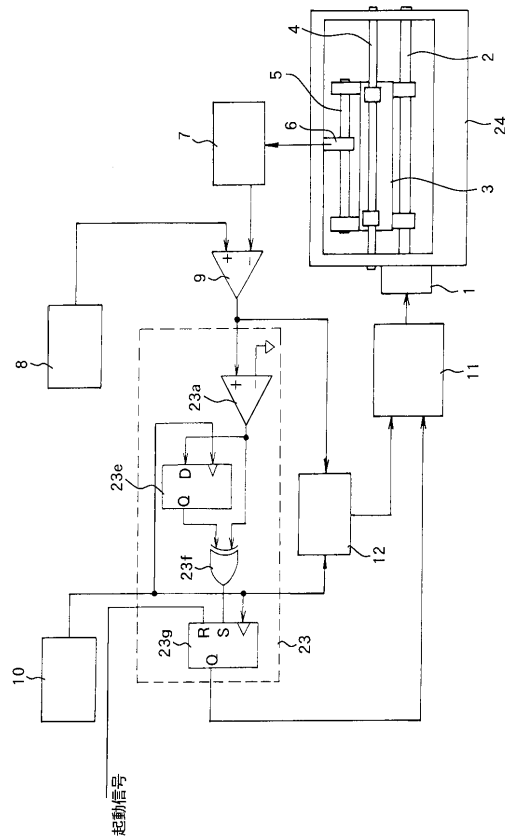
【図 3】



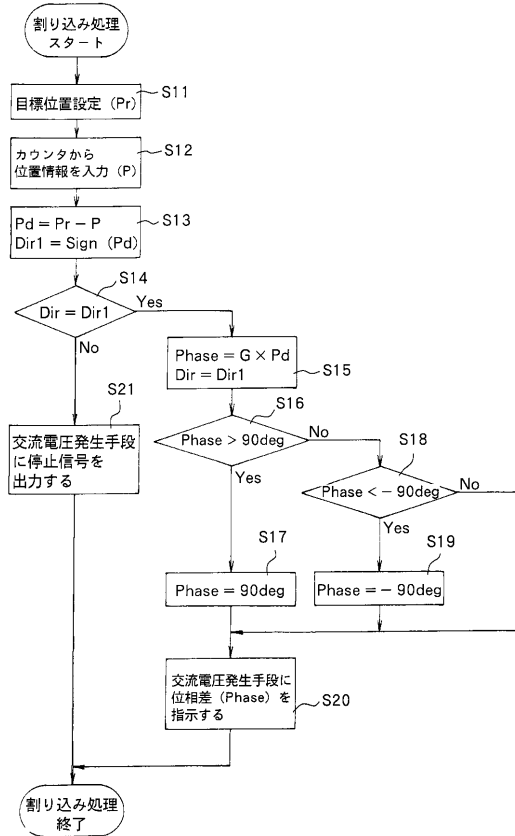
【図 4】



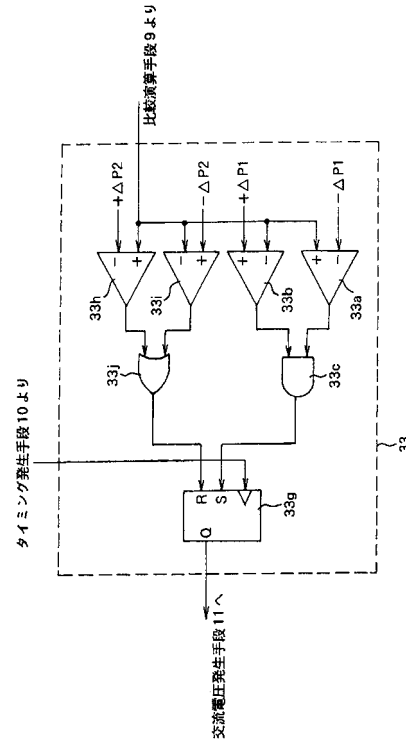
【図 5】



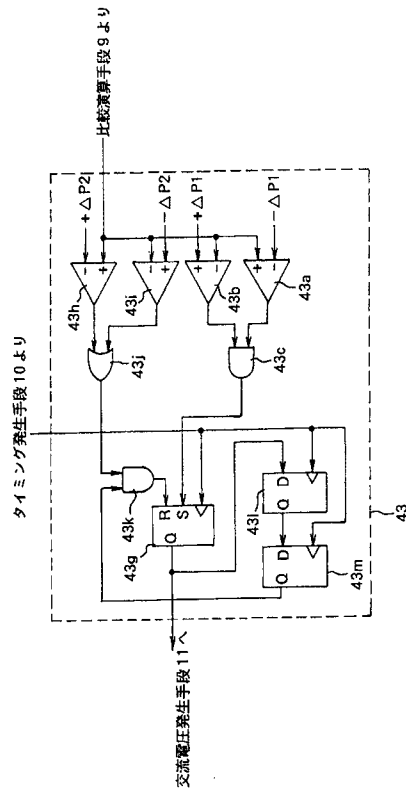
【図 6】



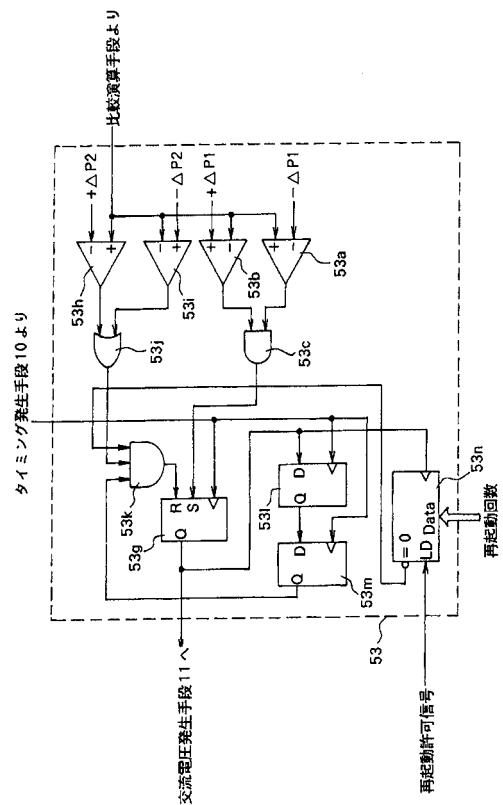
【図 7】



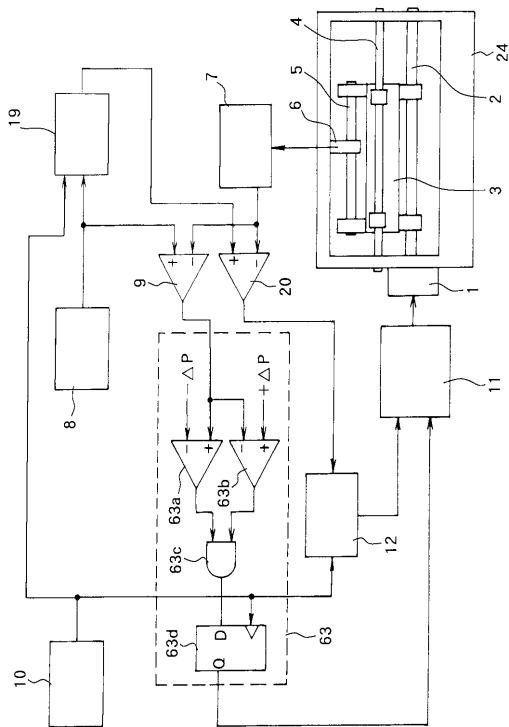
【図 8】



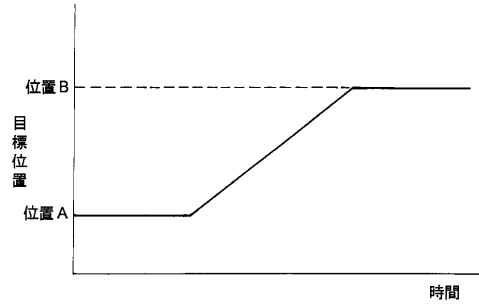
【図 9】



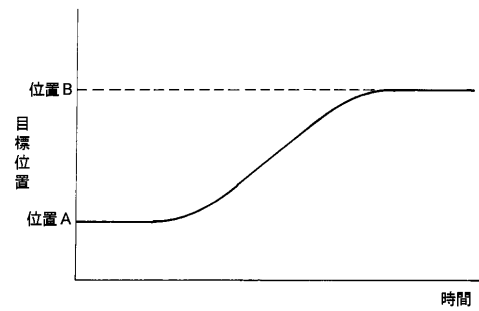
【図 10】



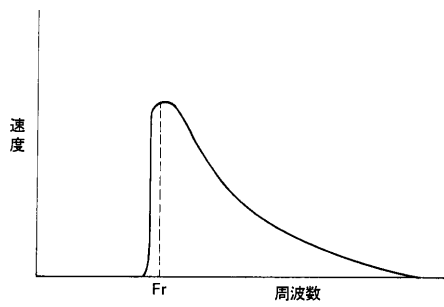
【図 11】



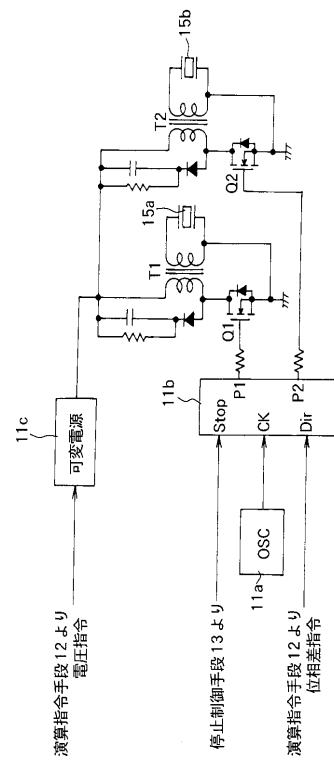
【図 12】



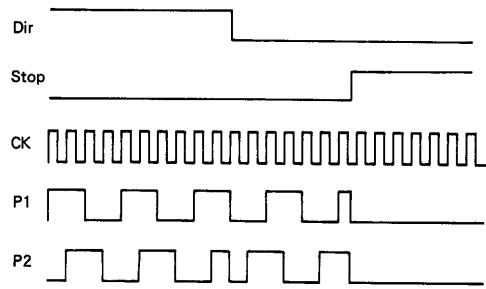
【図 13】



【図 14】



【 図 15 】



フロントページの続き

審査官 渡邊 豊英

- (56)参考文献 特開平04 - 207984 (JP, A)
特開昭60 - 263768 (JP, A)
特開平07 - 170775 (JP, A)
特開昭60 - 263769 (JP, A)
特開平07 - 123745 (JP, A)
特開平04 - 245301 (JP, A)
特開昭63 - 083806 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05D 3/00,

H02N 1/00-2/00