

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4134599号
(P4134599)

(45) 発行日 平成20年8月20日 (2008. 8. 20)

(24) 登録日 平成20年6月13日 (2008. 6. 13)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 5 D 3/00 (2006. 01)
H 0 2 P 5/52 (2006. 01)G 0 5 D 3/00 Q
H 0 2 P 5/52 A

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-152346 (P2002-152346)
 (22) 出願日 平成14年5月27日 (2002. 5. 27)
 (65) 公開番号 特開2003-345442 (P2003-345442A)
 (43) 公開日 平成15年12月5日 (2003. 12. 5)
 審査請求日 平成17年4月18日 (2005. 4. 18)

(73) 特許権者 000006622
 株式会社安川電機
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 (74) 代理人 100123788
 弁理士 宮崎 昭夫
 (74) 代理人 100127454
 弁理士 緒方 雅昭
 (74) 代理人 100088328
 弁理士 金田 暢之
 (74) 代理人 100106297
 弁理士 伊藤 克博
 (74) 代理人 100106138
 弁理士 石橋 政幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 同期制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

同一の位置指令に基づいて複数のサーボモータを同期駆動して1つの可動部の動作を制御するための同期制御装置であって、

前記複数のサーボモータのそれぞれに対応して設けられ、入力された位置指令に基づいて各サーボモータの制御をそれぞれ行うサーボコントローラと、

前記サーボコントローラに対応して設けられ、前記位置指令に基づいて、モデルトルク情報、モデル速度情報、モデル位置情報を生成し、生成した前記モデルトルク情報と、対応して設けられたサーボコントローラにおけるモータトルク情報との差に一定のゲインを乗算して位相補償をした信号を該サーボコントローラにおけるトルク指令に帰還し、生成した前記モデル速度情報と、対応して設けられた前記サーボコントローラにおけるモータ速度情報との差に一定のゲインを乗算して位相補償をした信号を該サーボコントローラにおける速度指令に帰還し、生成した前記モデル位置情報と、対応して設けられたサーボコントローラにおけるモータ位置情報との差に一定のゲインを乗算した信号を該サーボコントローラに入力された前記位置指令に加算するモータ制御装置モデルと、

を備えた同期制御装置。

【請求項 2】

前記モータ制御装置モデルが、

入力された前記位置指令からモデル位置情報を減算して出力する第1の減算器と、

前記第1の減算器からの出力に位置ゲインを乗算してモデル速度指令として出力するモ

デル乗算器と、

前記モデル乗算器からのモデル速度指令から前記モデル速度情報を減算して出力する第2の減算器と、

前記第2の減算器からの出力を積分することにより得られたモデルトルク情報を出力する第1のモデル積分器と、

前記第1のモデル積分器からのモデルトルク情報に、サーボモータ、負荷および速度ゲインを表した伝達関数を乗算することにより得られたモデル速度情報を出力するモデル速度制御部と、

前記モデル速度制御部からのモデル速度情報に対して積分演算を行うことにより得られたモデル位置情報を出力する第2のモデル積分器と、

前記第2のモデル積分器からのモデル位置情報から、対応するサーボコントローラにより制御されるサーボモータのモータ位置情報を減算して出力する第3の減算器と、

前記第3の減算器の出力に一定のゲインを乗算した信号を、対応するサーボコントローラに入力された前記位置指令に加算するための信号として出力する第1の乗算器と、

前記モデル速度制御部からのモデル速度情報から、対応するサーボコントローラからのモータ速度情報を減算して出力する第4の減算器と、

前記第4の減算器の出力に一定のゲインを乗算した信号を、対応するサーボコントローラにおける速度指令に帰還するための信号として出力する第2の乗算器と、

前記第1のモデル積分器からのモデルトルク情報から、対応するサーボコントローラからのモータトルク情報を減算して出力する第5の減算器と、

前記第5の減算器の出力に一定のゲインを乗算した信号を、対応するサーボコントローラにおけるトルク指令に帰還するための信号として出力する第3の乗算器と、

から構成されている、請求項1記載の同期制御装置。

【請求項3】

前記サーボコントローラが、

制御を行っているサーボモータのモータ位置情報からモータ速度を検出しモータ速度情報として出力する差分演算器と、

入力された前記位置指令から、制御を行っているサーボモータのモータ位置情報を減算するとともに、対応するモータ制御装置モデルにおける第1の乗算器からの出力を加算して出力する第1の演算器と、

前記第1の演算器からの出力に位置ゲインを乗算して速度指令として出力する第4の乗算器と、

前記第4の乗算器から出力された速度指令から、前記差分演算器から出力されたモータ速度情報を減算するとともに、対応するモータ制御装置モデルにおける第2の乗算器からの出力を加算して出力する第2の演算器と、

前記第2の演算器からの出力を積分することにより得られたトルク指令を出力する積分器と、

前記積分器から出力されたトルク指令から、前記差分演算器から出力されたモータ速度情報を減算するとともに、対応するモータ制御装置モデルにおける第3の乗算器からの出力を加算してモータトルク情報として出力する第3の演算器と、

前記第3の演算器から出力されたモータトルク情報に速度ゲインを乗算することにより、サーボモータを制御するための電圧を生成する第5の乗算器と、

から構成されている、請求項2記載の同期制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、同一の位置指令に基づいて複数のサーボモータを同期駆動して1つの可動部の動作を制御するための同期制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

重量が大きい可動部を１つのサーボモータにより制御する場合、トルクが足りず、目標とする加速度及び速度が得られない場合がある。このような場合には、複数のサーボモータを同期駆動して、１つの可動部を複数のサーボモータにより制御することが行われる。そして、複数のサーボモータを同期駆動するために同期制御装置が用いられている。このような同期制御装置の従来の構成は、特開平１１－３０５８３９号公報の「複数のサーボモータの制御方法」等の開示されているように、機器の可動部に複数の推進軸をボールネジなどで螺合させ、この推進軸をそれぞれサーボモータによって駆動制御するものであった。

【０００３】

このような従来の同期制御装置の構成を図６に示す。この従来の同期制御装置は、図６に示されるように、サーボコントローラ３２、３３と、減算器５１、加算器５２と、位置補正ゲイン乗算器３１と、サーボモータ５、８と、エンコーダ４、９と、推進軸であるボールねじ１０、１１と、可動部であるテーブル１２とから構成されている。

10

【０００４】

この従来の同期制御装置では、テーブル１２に螺合されたボールねじ１０、１１をサーボモータ５、８によってそれぞれ所定の方向に同期回転させることにより、テーブル１２の動作の制御を行っている。

【０００５】

また、サーボコントローラ３２は、位置制御器２４と、速度制御器２８と、電流制御器２９と、電圧増幅器３０と、差分演算器３７と、減算器４８～５０とから構成されている。また、サーボコントローラ３３は、速度制御器３４と、電流制御器３５と、電圧増幅器３６と、差分演算器３８と、減算器５３、５４とから構成されている。

20

【０００６】

サーボコントローラ３２における減算器４９、速度制御器２８、減算器５０、電流制御器２９、電圧増幅器３０、差分演算器３７によりサーボモータ５を駆動する方法は、サーボコントローラ３３でサーボモータ８を駆動する方法と同じため、サーボコントローラ３２の説明のみ行う。

【０００７】

サーボコントローラ３２では、エンコーダ４は、サーボモータ５のモータ位置を検出してモータ位置情報として出力する。差分演算器３７は、エンコーダ４により検出されたモータ位置情報からモータ速度を検出し、モータ速度情報として出力する。減算器４８は位置指令１からエンコーダ４により検出されたモータ位置情報を減算して出力する。位置制御器２４は、減算器４８の出力に位置ゲインを乗算して速度指令を算出して出力する。減算器４９は、位置制御器２４により算出された速度指令から差分演算器３７により求められたモータ速度情報を減算して速度偏差を求める。速度制御器２８は、減算器４９により求められた速度偏差に比例、積分制御等の速度ループ処理を行ってトルク指令を算出する。減算器５０は、速度制御器２８からのトルク指令に、電圧増幅器３０からの電流フィードバック値を減算する。電流制御器２９は、減算器５０からの値を電流指令に変換する処理を行っている。電圧増幅器３０は、電流制御器２９からの電流指令から各相の電圧値を算出してサーボモータ５の制御を行うとともに、減算器５０に電流フィードバック値を出力している。

30

40

【０００８】

減算器５１は、サーボコントローラ３２におけるモータ位置情報と、サーボコントローラ３３におけるモータ位置情報との差を求めている。位置補正ゲイン乗算器３１は、減算器５１の出力に位置補正ゲインを乗算して補正值として出力する。加算器５２は、位置制御器２４からの速度指令に位置補正ゲイン乗算器３１からの補正值を加算した指令信号を、サーボコントローラ３３に対する速度指令として出力する。

【０００９】

図６に示した従来の同期制御装置では、サーボモータ５側の速度指令を、サーボモータ５とサーボモータ８の位置偏差に基づいて位置補償したものをサーボモータ８に対する速度

50

指令として用いるようにしているので、２つのサーボモータ５、８の同期制御を実現することができる。

【００１０】

具体的には、サーボモータ５とサーボモータ８の位置に差が生じた場合には、サーボコントローラ３３への速度指令はその差を補償するような値に修正されるためサーボモータ５、８は同期制御されることとなる。

【００１１】

このような従来の同期制御装置を構成しようとした場合、サーボモータ５、８を制御するための２つのサーボコントローラ３２、３３だけでなく、モータ位置の補償を行うために、位置補正ゲイン乗算器３１、加算器５２、減算器５１等の構成が必要となる。上記のような補償演算を行わない場合でも、サーボコントローラ３２からサーボコントローラ３３へ速度指令を入力する必要があるが、サーボモータ５側のサーボコントローラ３２で上記の補償演算を行う場合、サーボモータ８のモータ位置をサーボコントローラ３２に入力するための回路の追加がさらに必要となる。また、逆に、サーボコントローラ３３で補償演算を行う場合も同様に、サーボモータ５のモータ位置をサーボコントローラ３３に入力するための回路を追加する必要がある。

【００１２】

サーボコントローラ内部で演算して補償データを作成する場合には、払い出しのタイミングをソフトデバッグ時に考慮することができ、調整が容易であるが、サーボコントローラ外部において補償データを作成する場合には、調整が困難である。そのため、サーボコントローラ間のネットワークを通して、データの授受を行う場合、補償データを払い出すタイミングがうまく合わずに同期制御の性能が劣化するという問題がある。また、サーボコントローラ３２による制御は位置制御であり、サーボコントローラ３３による制御は速度制御であるため、両方のサーボモータ５、８をととも位置制御により制御する構成に比べて、定常状態及び過渡状態での位置偏差が発生するという問題もある。さらに、ボールねじ１０を第１軸とし、ボールねじ１１を第２軸とした場合、この２軸間の干渉が負荷外乱となり発振が起こってしまう場合もある。

【００１３】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の同期制御装置では、下記のような問題点があった。

（１）サーボモータを制御するためのサーボコントローラ以外にも、位置補償を行うための回路が必要となる。

（２）同期制御性能の劣化、位置偏差の発生、発振等の可能性があり安定した制御を実現することができない。

【００１４】

本発明の目的は、サーボコントローラ以外の回路を必要とすることなく安定した制御を実現することができる同期制御装置を提供することである。

【００１５】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の同期制御装置は、同一の位置指令に基づいて複数のサーボモータを同期駆動して１つの可動部の動作を制御するための同期制御装置であって、

前記複数のサーボモータのそれぞれに対応して設けられ、入力された位置指令に基づいて各サーボモータの制御をそれぞれ行うサーボコントローラと、

前記サーボコントローラに対応して設けられ、前記位置指令に基づいて、モデルトルク情報、モデル速度情報、モデル位置情報を生成し、生成した前記モデルトルク情報と、対応して設けられたサーボコントローラにおけるモータトルク情報との差に一定のゲインを乗算して位相補償をした信号を該サーボコントローラにおけるトルク指令に帰還し、生成した前記モデル速度情報と、対応して設けられた前記サーボコントローラにおけるモータ速度情報との差に一定のゲインを乗算して位相補償をした信号を該サーボコントローラに

おける速度指令に帰還し、生成した前記モデル位置情報と、対応して設けられたサーボコントローラにおけるモータ位置情報との差に一定のゲインを乗算した信号を該サーボコントローラに入力された前記位置指令に加算するモータ制御装置モデルと、
を備えている。

【0016】

本発明によれば、サーボコントローラを対応するモータ制御装置モデル通りに動作させていることにより、外乱抑制を行うことができる。そのため、発振状態となることを防ぐことができ、安定した制御を実現することができる。

【0017】

また、本発明によれば、2軸間の干渉をそれぞれの軸の外乱とみなし、この外乱を抑制するような構成にしているため、両軸間の位置補正を行わずにそれぞれ独立して制御しても同期制御を実現することができる。そのため、位置補償を行うための回路をサーボコントローラ以外に必要とすることなく、1軸用のサーボコントローラを複数組み合わせるのみで同期制御装置を容易に実現することができる。

【0018】

また、前記モータ制御装置モデルを、
入力された前記位置指令からモデル位置情報を減算して出力する第1の減算器と、
前記第1の減算器からの出力に位置ゲインを乗算してモデル速度指令として出力するモデル乗算器と、

前記モデル乗算器からのモデル速度指令から前記モデル速度情報を減算して出力する第2の減算器と、

前記第2の減算器からの出力を積分することにより得られたモデルトルク情報を出力する第1のモデル積分器と、

前記第1のモデル積分器からのモデルトルク情報に、サーボモータ、負荷および速度ゲインを表した伝達関数を乗算することにより得られたモデル速度情報を出力するモデル速度制御部と、

前記モデル速度制御部からのモデル速度情報に対して積分演算を行うことにより得られたモデル位置情報を出力する第2のモデル積分器と、

前記第2のモデル積分器からのモデル位置情報から、対応するサーボコントローラにより制御されるサーボモータのモータ位置情報を減算して出力する第3の減算器と、

前記第3の減算器の出力に一定のゲインを乗算した信号を、対応するサーボコントローラに入力された前記位置指令に加算するための信号として出力する第1の乗算器と、

前記モデル速度制御部からのモデル速度情報から、対応するサーボコントローラからのモータ速度情報を減算して出力する第4の減算器と、

前記第4の減算器の出力に一定のゲインを乗算した信号を、対応するサーボコントローラにおける速度指令に帰還するための信号として出力する第2の乗算器と、

前記第1のモデル積分器からのモデルトルク情報から、対応するサーボコントローラからのモータトルク情報を減算して出力する第5の減算器と、

前記第5の減算器の出力に一定のゲインを乗算した信号を、対応するサーボコントローラにおけるトルク指令に帰還するための信号として出力する第3の乗算器と
から構成するようにしてもよい。

【0019】

さらに、前記サーボコントローラを、
制御を行っているサーボモータのモータ位置情報からモータ速度を検出しモータ速度情報として出力する差分演算器と、

入力された前記位置指令から、制御を行っているサーボモータのモータ位置情報を減算するとともに、対応するモータ制御装置モデルにおける第1の乗算器からの出力を加算して出力する第1の演算器と、

前記第1の演算器からの出力に位置ゲインを乗算して速度指令として出力する第4の乗算器と、

10

20

30

40

50

前記第４の乗算器から出力された速度指令から、前記差分演算器から出力されたモータ速度情報を減算するとともに、対応するモータ制御装置モデルにおける第２の乗算器からの出力を加算して出力する第２の演算器と、

前記第２の演算器からの出力を積分することにより得られたトルク指令を出力する積分器と、

前記積分器から出力されたトルク指令から、前記差分演算器から出力されたモータ速度情報を減算するとともに、対応するモータ制御装置モデルにおける第３の乗算器からの出力を加算してモータトルク情報として出力する第３の演算器と、

前記第３の演算器から出力されたモータトルク情報に速度ゲインを乗算することにより、サーボモータを制御するための電圧を生成する第５の乗算器と

10

から構成するようにしてもよい。

【００２０】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【００２１】

図１は本発明の一実施形態の同期制御装置の構成を示すブロック図である。図１において、図６中の構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略するものとする。

【００２２】

本実施形態の同期制御装置は、サーボモータ５、８のそれぞれに対応して設けられているサーボコントローラ３、７と、サーボコントローラ３、７に対応してそれぞれ設けられているモータ制御装置モデル２、６と、エンコーダ４、９と、ボールねじ１０、１１と、テーブル１２とから構成されている。

20

【００２３】

本実施形態による同期制御装置では、図６に示した従来の同期制御装置と同様に、テーブル１２に螺合されたボールねじ１０、１１をサーボモータ５、８によってそれぞれ所定の方向に同期回転させることにより、可動部であるテーブル１２の動作の制御を行っている。

【００２４】

本実施形態の同期制御装置では、モータ制御装置モデル２、サーボコントローラ３、サーボモータ５、エンコーダ４、ボールねじ１０からなる制御系と、モータ制御装置モデル６、サーボコントローラ７、サーボモータ８、エンコーダ９、ボールねじ１１からなる制御系とは全く同様な構成となっているため、１軸分の制御系の構成および動作のみを説明する。図２に、１軸分の制御系であるモータ制御装置モデル２、サーボコントローラ３の構成を示す。

30

【００２５】

エンコーダ４は、モータ５の位置を検出し、検出されたモータ位置情報をモータ制御装置モデル２およびサーボコントローラ３に出力している。

【００２６】

モータ装置モデル２は、サーボコントローラをモデル化したものであり、位置指令１に基づいて、モデルトルク情報、モデル速度情報、モデル位置情報を生成し、生成したモデルトルク情報と、対応して設けられたサーボコントローラ３におけるモータトルク情報との差に一定のゲインを乗算して位相補償をした信号をサーボコントローラ３におけるトルク指令に帰還し、生成したモデル速度情報と、対応して設けられたサーボコントローラ３におけるモータ速度情報との差に一定のゲインを乗算して位相補償をした信号をサーボコントローラ３における速度指令に帰還し、生成したモデル位置情報と、対応して設けられたサーボコントローラ３におけるモータ位置情報との差に一定のゲインを乗算した信号をサーボコントローラ３に入力された位置指令１に加算する処理を行っている。

40

【００２７】

このような動作を行うモータ制御装置モデル２の具体的な構成を図２を参照して説明する

50

。モータ制御装置モデル 2 は、図 2 に示されるように、スイッチ 1 3 と、モデル乗算器 1 4 と、モデル積分器 1 5 と、モデル速度制御部 1 6 と、モデル積分器 1 7 と、位相進み遅れフィルタ 1 8、2 0、2 2 と、乗算器 1 9、2 1、2 3 と、減算器 4 0 ~ 4 4 とから構成されている。

【 0 0 2 8 】

スイッチ 1 3 は位置指令 1 を減算器 4 0 に出力するか否かを決定する機能を備えていて、このスイッチ 1 3 のオン / オフにより本実施形態による機能の有効 / 無効が決定される。

【 0 0 2 9 】

減算器 4 0 は、スイッチ 1 3 を介して入力された位置指令 1 からモデル積分器 1 7 からのモデル位置情報を減算してモデル乗算器 1 4 に出力する。モデル乗算器 1 4 は、減算器 4 0 からの出力に位置ゲイン K_p を乗算してモデル速度指令として出力する。減算器 4 1 は、モデル乗算器 1 4 からのモデル速度指令から、モデル速度制御部 1 6 からのモデル速度情報を減算してモデル積分器 1 5 に出力する。モデル積分器 1 5 は、減算器 4 1 からの出力を積分することにより得られたモデルトルク情報を出力している。

【 0 0 3 0 】

モデル速度制御部 1 6 は、モデル積分器 1 5 からのモデルトルク情報に、サーボモータ、負荷および速度ゲインを表した伝達関数 $K_v / (s + K_v)$ を乗算することにより得られたモデル速度情報を出力している。モデル積分器 1 7 は、モデル速度制御部 1 6 からのモデル速度情報に対して積分演算を行うことにより得られたモデル位置情報を減算器 4 2 に出力している。

【 0 0 3 1 】

減算器 4 2 は、モデル積分器 1 7 からのモデル位置情報から、対応するサーボコントローラ 3 により制御されるサーボモータ 5 のモータ位置情報である、エンコーダ 4 により検出されたモータ位置情報を減算して位相進み遅れフィルタ 1 8 に出力している。乗算器 1 9 は、位相進み遅れフィルタ 1 8 を介して入力された、モデル位置情報とモータ位置情報との差にゲイン α を乗算している。乗算器 1 9 の出力は、サーボコントローラ 3 に入力される位置指令 1 に加算される。

【 0 0 3 2 】

減算器 4 3 は、モデル速度制御部 1 6 からのモデル速度情報から、サーボコントローラ 3 からのモータ速度情報を減算して位相進み遅れフィルタ 2 0 に出力している。乗算器 2 1 は、位相進み遅れフィルタ 2 0 を介して入力された、モデル速度情報とモータ速度情報との差にゲイン β を乗算している。乗算器 2 1 の出力は、乗算器 2 4 からの出力である速度指令に加算される。

【 0 0 3 3 】

減算器 4 4 は、モデル積分器 1 5 からのモデルトルク情報から、サーボコントローラ 3 からのモータトルク情報を減算して位相進み遅れフィルタ 2 2 に出力している。乗算器 2 3 は、位相進み遅れフィルタ 2 2 を介して入力された、モデルトルク情報とモータトルク情報との差にゲイン γ を乗算している。乗算器 2 3 の出力は、積分器 2 5 からの出力であるトルク指令に加算される。

【 0 0 3 4 】

また、サーボコントローラ 3 は、乗算器 2 4 ~ 2 6 と、差分演算器 2 7 と、演算器 4 5 ~ 4 7 とから構成されている。

【 0 0 3 5 】

差分演算器 2 7 は、エンコーダ 4 により検出されたモータ位置情報からモータ速度を検出し、モータ速度情報として出力する。演算器 4 5 は、位置指令 1 からエンコーダ 4 により検出されたモータ位置情報を減算するとともに、モータ制御装置モデル 2 における乗算器 1 9 からの出力を加算して乗算器 2 4 に入力する。

【 0 0 3 6 】

乗算器 2 4 は、演算器 4 5 からの出力に位置ゲイン K_p を乗算して速度指令として出力する。演算器 4 6 は、乗算器 2 4 から出力された速度指令から、差分演算器 2 7 から出力さ

10

20

30

40

50

れたモータ速度情報を減算するとともに、乗算器 2 1 からの出力を加算して積分器 2 5 に入力する。

【 0 0 3 7 】

積分器 2 5 は、演算器 4 6 からの出力を積分することにより得られたトルク指令を演算器 4 7 に出力している。演算器 4 7 は、積分器 2 5 から出力されたトルク指令から、差分演算器 2 7 から出力されたモータ速度情報を減算するとともに、乗算器 2 3 からの出力を加算してモータトルク情報として乗算器 2 6 に入力している。乗算器 2 6 は、演算器 4 7 から出力されたモータトルク情報に速度ゲイン K_v を乗算することにより、サーボモータ 5 を制御するためのトルク指令を生成している。

【 0 0 3 8 】

次に、本実施形態の同期制御装置と従来の同期制御装置とを用いたシミュレーションの結果を図 3、図 4、図 5 に示す。

【 0 0 3 9 】

図 3 は、2 つのサーボモータ 5、8 により、ボールねじ 1 0、1 1 を駆動して 1 つのテーブル 1 2 の動作を制御することを模擬したシミュレーションモデルを示す図である。図 3 中の番号は、図 1 の番号に対応し、図 1 中のサーボモータ 5、8、ボールねじ 1 0、1 1、テーブル 1 2 のモデルをそれぞれ伝達関数により表している。ボールねじ 1 0、1 1 のモデルを表した伝達関数は、ボールねじのバネ特性を含んだものとなっている。また、サーボモータ 5、ボールねじ 1 0、テーブル 1 2 およびモータ 8、ボールねじ 1 1、テーブル 1 2 はそれぞれ 2 慣性モデルである。それぞれの共振周波数が異なる場合において、従来の同期制御装置では振動が発生する。送り速度を 60 m/min とする速度指令を積算したものを位置指令データとするシミュレーションを実行した。

【 0 0 4 0 】

従来の同期制御装置を用いたシミュレーション結果を図 4 に示し、本実施形態の同期制御装置を用いたシミュレーション結果を図 5 に示す。

【 0 0 4 1 】

図 4 (a)、図 5 (a) は速度の応答波形を表し、図 4 (b)、図 5 (b) は 2 軸間のトルク応答の差を表している。また、図 4 (c)、図 5 (c) は 2 軸間の速度応答の差を表し、図 4 (d)、図 5 (d) は 2 軸間の位置の差を表している。

【 0 0 4 2 】

図 4 に示されるように従来の同期制御装置は発振しているが、本実施形態の同期制御装置では、図 5 を参照すると、トルク差 (図 5 (b))、速度差 (図 5 (c))、パルス偏差 (図 5 (d)) のピーク値が図 4 と比較して $1/10 \sim 1/100$ 程度となり振動が抑制されていることがわかる。

【 0 0 4 3 】

ここで、トルク差、速度差、パルス偏差とは、サーボコントローラ 3 とサーボコントローラ 7 における、それぞれのトルク、モータ速度、パルスの差を取ったものである。

【 0 0 4 4 】

次に、本実施形態の同期制御装置によれば、発振が抑制される理由について以下に説明する。

【 0 0 4 5 】

従来の同期制御装置では、2 軸間の干渉があるため、高速送りを行うと同期誤差が多くなるという問題と、2 軸それぞれの動特性が一致しない場合には図 4 に示すように発振状態となるという問題があった。これに対して、本実施形態の同期制御装置では、サーボコントローラ 3、7 をモータ制御装置モデル 2、6 通りに動作させている。そして、モータ制御装置モデル 2、6 は、発振するような要素を含んでいないため、指令系での発振はあり得ない。また、モータ制御装置モデル 2、6 には負荷外乱は発生しないため、サーボコントローラ 3、7 をそれぞれモータ制御装置モデル 2、6 通りに動作させることにより、外乱抑制ができる。そのため、発振状態となることを防ぐことができる。

【 0 0 4 6 】

また、本実施形態の同期制御装置では、２軸間の干渉をそれぞれの軸の外乱とみなし、この外乱を抑制するような構成にしているため、両軸間の位置補正を行わずにそれぞれ独立して制御しても同期制御を実現することができる。そのため、本実施形態の同期制御装置によれば、ボールねじ１０、１１の各軸毎にそれぞれ独立してモータ制御装置モデルおよびサーボコントローラからなる制御装置を構成することができるので、１軸で使っていたサーボコントローラを新たに同期制御装置用のコントローラに置き換えることが容易に行える。また、一方の制御装置から他方の制御装置に対して信号を引き出す必要がないため、信号線が少なくすみ、同期制御のための部品点数が少なくすむ。また、モータ制御装置モデルのパラメータは、２軸とも同じであるため、調整は１軸分ですむという利点もある。

10

【００４７】

本実施形態の同期制御装置では、可動部であるテーブル１２を２つのサーボモータ５、８により駆動制御する場合を用いて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、３つ以上のサーボモータにより可動部を同期駆動するような場合にも同様に本発明を適用することができるものである。

【００４８】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、下記のような効果を得ることができる。

（１）位置補償を行うための回路をサーボコントローラ以外に必要とすることなく複数のサーボモータの同期制御を行うことができる。

20

（２）同期制御性能の劣化、位置偏差の発生、発振状態の発生等を不正で安定した同期制御を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施形態の同期制御装置の構成を示すブロック図である。

【図２】図１に示した同期制御装置における１軸分の制御系であるモータ制御装置モデル２、サーボコントローラ３の構成を示した図である。

【図３】２つのサーボモータ５、８により、ボールねじ１０、１１を駆動して１つのテーブル１２の動作を制御することを模擬したシミュレーションモデルを示す図である。

【図４】従来の同期制御装置を用いたシミュレーション結果を示す図である。

【図５】本実施形態の同期制御装置を用いたシミュレーション結果を示す図である。

30

【図６】従来の同期制御装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- １ 位置指令
- ２ モータ制御装置モデル
- ３ サーボコントローラ
- ４ エンコーダ（Ｅ）
- ５ モータ（Ｍ）
- ６ モータ制御装置モデル
- ７ サーボコントローラ
- ８ モータ（Ｍ）
- ９ エンコーダ（Ｅ）
- １０、１１ ボールねじ
- １２ テーブル
- １３ スイッチ
- １４ モデル乗算器
- １５ モデル積分器
- １６ モデル速度制御部
- １７ モデル積分器
- １８ 位相進み遅れフィルタ
- １９ 乗算器（ α ）

40

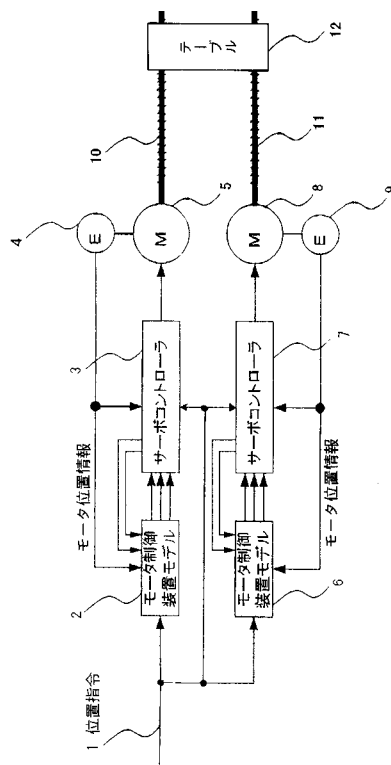
50

- 2 0 位相進み遅れフィルタ
 2 1 乗算器 (β)
 2 2 位相進み遅れフィルタ
 2 3 乗算器 (γ)
 2 4 乗算器 (K_p)
 2 5 積分器
 2 6 乗算器 (K_v)
 2 7 差分演算器
 2 8 速度制御器
 2 9 電流制御器
 3 0 電圧増幅器
 3 1 位置補正ゲイン乗算器
 3 2、3 3 サーボコントローラ
 3 4 速度制御器
 3 5 電流制御器
 3 6 電圧増幅器
 3 7、3 8 差分演算器
 4 0 ~ 4 4 減算器
 4 5 ~ 4 7 演算器
 4 8 ~ 5 1 減算器
 5 2 加算器
 5 3、5 4 減算器

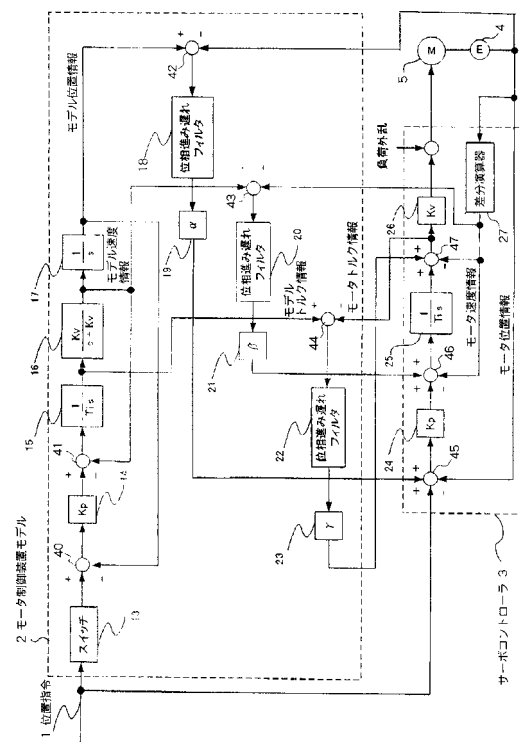
10

20

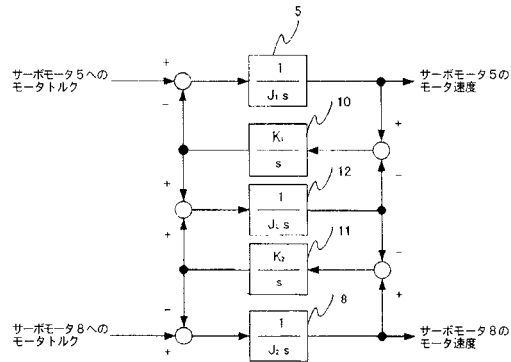
【図 1】



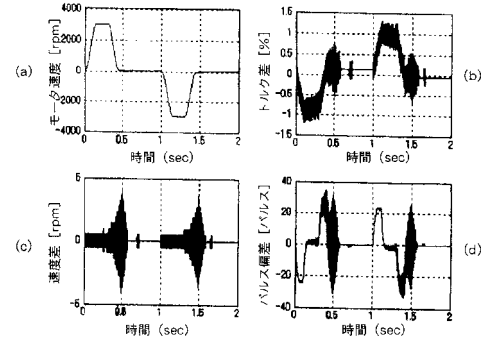
【図 2】



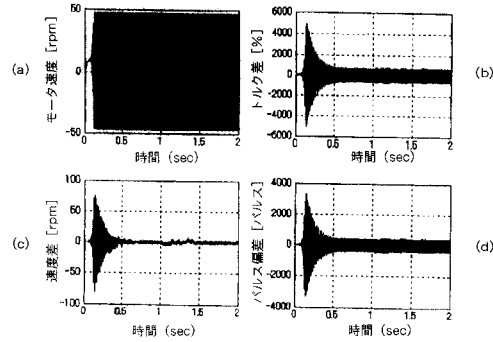
【図 3】



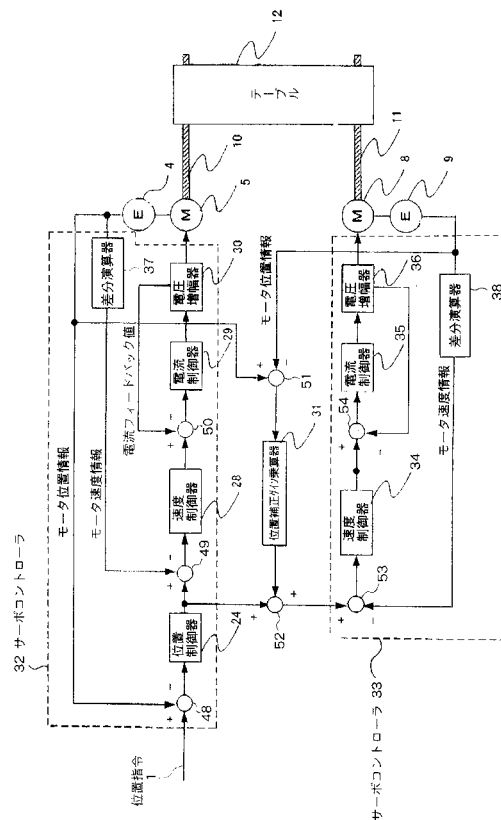
【図 5】



【図 4】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 村田 健一

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

審査官 佐々木 一浩

(56)参考文献 特開平 1 1 - 3 0 5 8 3 9 (J P , A)

特開平 1 0 - 0 0 4 6 9 2 (J P , A)

特開昭 6 2 - 2 4 5 3 0 1 (J P , A)

特開平 0 3 - 0 6 3 7 0 4 (J P , A)

特開平 0 8 - 2 9 7 5 1 2 (J P , A)

特開平 0 8 - 1 4 7 0 3 8 (J P , A)

特開平 0 4 - 3 3 7 8 1 1 (J P , A)

特開平 0 4 - 0 0 7 6 1 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G05D 3/00

H02P 5/52