(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3600084号
(P3600084)
(45)発行日　平成16年12月8日(2004.12.8)　(24)登録日　平成16年9月24日(2004.9.24)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G05B 19/18　G05B 19/18　C
G05D 3/00　G05D 3/00　Q

請求項の数 6　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願平11-274983
(22)出願日　平成11年9月28日(1999.9.28)
(65)公開番号　特開2001-100819(P2001-100819A)
(43)公開日　平成13年4月13日(2001.4.13)
審査請求日　平成13年9月21日(2001.9.21)

(73)特許権者　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号
(74)代理人　100089118
弁理士　酒井　宏明
(72)発明者　溝上　悟史
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

審査官　所村　美和

(56)参考文献　特開平１０－１３６６８２（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０４６２２５（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】位置駆動制御システムおよび同期・同調位置駆動制御方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の軸を夫々駆動する複数のサーボモータと、一つの位置指令制御装置と、前記各サーボモータを駆動制御する複数個の位置駆動制御部を有し、前記位置指令制御装置より位置指令を与えられる位置駆動制御装置と、を具備した位置駆動制御システムにおいて、
前記位置指令制御装置から入力される各軸の位置指令、各位置駆動制御部から入力される各軸の理論位置フィードバック値および各軸の実位置フィードバック値を格納する共有メモリを有し、
前記各位置駆動制御部は、
前記共有メモリからの自軸の位置指令に基づき自軸の理論位置フィードバック値および理論速度フィードバック値を生成して前記共有メモリに出力する理論位置・速度制御手段と、
自軸の前記理論位置・速度制御手段からの理論位置フィードバック値と自軸のサーボモータに接続されている位置検出器が出力する実位置フィードバック値とから自軸の速度指令を生成する位置制御手段と、
他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得し、該取得した他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差に応じて自軸の軸間修正速度指令値を生成する軸間修正速度制御部と、
自軸の前記位置制御手段からの速度指令に自軸の前記軸間修正速度制御部からの軸間修正速度指令値を加えることにより自軸の前記位置制御手段からの速度指令を修正し、修正さ

れた速度指令に基づいてトルク指令を生成する速度制御手段と、
他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得し、該取得した他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差と自軸の前記理論位置・速度制御手段からの理論速度フィードバック値とに応じて自軸の軸間修正トルク指令を生成する軸間修正トルク制御部と、
自軸の前記速度制御手段からのトルク指令に自軸の前記軸間修正トルク制御部からの軸間修正トルク指令値を加えることにより前記速度制御手段からのトルク指令を修正し、修正されたトルク指令に基づいて当該サーボモータを駆動するトルク制御部と、
を有することを特徴とする位置駆動制御システム。
【請求項２】
前記軸間修正速度制御部および前記軸間修正トルク制御部は、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分をＰＩＤ補償するＰＩＤ補償器を具備し、ＰＩＤ補償の下に、軸間修正速度、指令値軸間修正トルク指令値を生成することを特徴とする請求項１に記載の位置駆動制御システム。
【請求項３】
前記軸間修正速度制御部は、円弧補間制御・直線補間制御時には、自軸の理論位置フィードバック値と他軸の理論位置フィードバック値との比率を加味して軸間修正速度指令値を生成することを特徴とする請求項１または２に記載の位置駆動制御システム。
【請求項４】
複数の軸を夫々駆動する複数のサーボモータと、一つの位置指令制御装置と、前記各サーボモータを駆動制御する複数個の位置駆動制御部を有し、前記位置指令制御装置より位置指令を与えられる位置駆動制御装置と、を具備した位置駆動制御システムにおける同期・同調位置駆動制御方法において、
前記位置指令制御装置から入力される各軸の位置指令、各位置駆動制御部から入力される各軸の理論位置フィードバック値および各軸の実位置フィードバック値を格納する共有メモリを設け、
前記各位置駆動制御部において、
前記共有メモリからの自軸の位置指令に基づき自軸の理論位置フィードバック値および理論速度フィードバック値を生成して前記共有メモリに出力し、
前記生成した自軸の理論位置フィードバック値と自軸のサーボモータに接続されている位置検出器が出力する実位置フィードバック値とから自軸の速度指令を生成し、
他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得し、該取得した他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差に応じて自軸の軸間修正速度指令値を生成し、
前記生成された自軸の速度指令に前記生成された自軸の軸間修正速度指令値を加えることにより自軸の速度指令を修正し、修正された速度指令に基づいてトルク指令を生成し、
他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得し、該取得した他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差と前記生成された自軸の理論速度フィードバック値とに応じて自軸の軸間修正トルク指令を生成し、
前記生成された自軸のトルク指令に前記生成された自軸の軸間修正トルク指令値を加えることにより自軸のトルク指令を修正し、修正されたトルク指令に基づいて当該サーボモータを駆動することを特徴とする同期・同調位置駆動制御方法。
【請求項５】
他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分をＰＩＤ補償し、ＰＩＤ補償の下に、前記軸間修正速度および前記指令値軸間修正トルク指令値を生成することを特徴とする請求項４に記載の同期・同調位置駆動制御方法。
【請求項６】
円弧補間制御・直線補間制御時には、自軸の理論位置フィードバック値と他軸の理論位置フィードバック値との比率を加味して前記軸間修正速度指令値を生成することを特徴とす

る請求項４または５に記載の同期・同調位置駆動制御方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
この発明は、リニア式サーボモータおよび回転式サーボモータによって機械の位置を同調および同期制御する位置駆動制御システムおよび同期・同調位置制御方法に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
図４は、従来における位置駆動制御システムのハードウェア構成を示している。位置駆動制御システムは、位置指令制御装置１と、位置駆動制御装置１０と、サーボモータ２０と、サーボモータ２０のそれぞれに接続され、各モータの現在位置を検出する位置検出器２１とにより構成されている。
【０００３】
位置指令制御装置１は、位置指令制御用のＣＰＵ２と、位置指令制御用のシステムプログラムメモリ３と、ユーザープログラムメモリ４と、パラメータメモリ５とにより構成されている。位置駆動制御装置１０は、各サーボモータ２０、換言すれば各軸（１軸～ｎ軸）毎に位置駆動制御部30_1～30_nを有し、各軸の位置駆動制御部30_1～30_nは、位置駆動制御用のＣＰＵ１１と、位置駆動制御用のシステムプログラムメモリ１２と、出力ポート１３と、入力ポート１４と、ＰＷＭ電力変換部１５と、２ポートメモリ１６とにより構成されている。
【０００４】
位置指令制御装置１は、ユーザープログラムメモリ４に格納されているユーザープログラムに基づき、ＣＰＵ２がシステムプログラムメモリ３に格納されている位置指令制御用システムプログラムを実行することにより、位置指令を生成し、各位置駆動制御部３０の２ポートメモリ１６に書き込む。
【０００５】
位置駆動制御装置１０は、位置駆動制御部３０の２ポートメモリ１６に書き込まれた位置指令に対し、位置駆動制御用のＣＰＵ１１が位置駆動制御用のシステムプログラムメモリ１２に格納されているシステムプログラムを実行することにより、出力ポート１３を介してＰＷＭ電力変換部１５によりサーボモータ２０を駆動し、位置検出器２１の情報を入力ポート１４を介して入手する。
【０００６】
つぎに、図５に示されている制御ブロック図を用いて従来における位置駆動制御装置について説明する。位置駆動制御装置は、理論位置制御・理論速度制御を行うものであり、このような位置駆動制御装置の動作については、電気学会Ｄ部門誌（産業応用部門）平成６年２月号に記載の「規範モデルを用いた電動機の２自由度位置制御」において説明されている。理論位置制御・理論速度制御を行う位置駆動制御装置の各軸の位置駆動制御部は、理論位置・速度制御部５０と、位置制御部６０と、速度制御部７０と、トルク制御部８０とにより構成される。
【０００７】
理論位置・速度制御部５０は、位置指令制御装置１より与えられる位置指令から理論位置フィードバック値Ｐｉを減算して理論位置偏差を算出する理論位置偏差演算器１２６と、理論位置偏差演算器１２６によって算出された理論位置偏差に理論位置ゲインＰＧ１を乗じて理論速度指令を算出生成する理論位置制御器１２７と、理論位置制御器１２７によって出力された理論速度指令から理論速度フィードバック値Ｖｉを減算して理論速度偏差を算出する理論速度偏差演算器１２８とを有している。
【０００８】
理論位置・速度制御部５０は、さらに、理論速度偏差演算器１２８によって算出された理論速度偏差に理論速度ゲインＶＧ１を乗じて理論トルク指令を算出生成する理論速度制御

器１２９と、理論速度制御器１２９によって出力された理論トルク指令が所定値以内になるように制限する理論トルク指令制限器１３０と、理論トルク指令制限器１３０により出力された理論トルク指令から理論速度フィードバック値Ｖｉを算出するための理論速度制御用前回値一時バックアップメモリ１３２および理論速度制御用加算器１３１と、理論速度フィードバック値Ｖｉから理論位置フィードバック値Ｐｉを算出する理論位置制御用積分器１３３とから構成される。

【０００９】

位置制御部６０は、理論位置・速度制御部５０からの理論位置フィードバック値Ｐｉから位置検出器２１が出力する実位置フィードバック値Ｐｒを減算して実位置偏差を算出する実位置偏差演算器１１０と、実位置偏差演算器１１０によって算出された理論位置偏差に実位置ゲインＰＧ２を乗じて実速度指令を算出生成する実位置制御器１１１とから構成される。

【００１０】

速度制御部７０は、位置制御部６０からの実速度指令と理論位置・速度制御部５０からの理論速度フィードバック値Ｖｉとを加算し、位置検出器２１が出力する実位置フィードバック値Ｐｒを微分器１１４によって微分することにより得られる実速度フィードバック値Ｖｒを減算して実速度偏差を算出する実速度偏差演算器１１３と、実速度積分ゲイン設定器１１５、実速度制御用加算器１１６、実速度微分ゲイン設定器１１７、実速度制御用積分器１１８、実速度制御器１１９、実速度制御用前回値一時バックアップメモリ１２０とによるＰＩＤ補償器と、機械系共振抑制フィルタ１２１と、ローパスフィルタ１２２とから構成される。

【００１１】

トルク制御部８０は、速度制御部７０からの実トルク指令と理論位置・速度制御部５０からの理論トルク指令を加算するトルク指令加算器１２４と、トルク指令加算器１２４からの最終トルク指令が所定値以内になるように制限するトルク指令制限器１２５と、ＰＷＭ電力変換部１５とから構成されている。

【００１２】

上述の理論位置・速度制御部５０、位置制御部６０、速度制御部７０、トルク制御部８０は、ソフトウェア的に構成され、システムプログラムメモリ１２（図４参照）に格納されている位置駆動制御用システムプログラムを位置駆動制御用のＣＰＵ１１が実行することにより具現されるが、これらはハードウェア的に構成されるようにしてもよい。

【００１３】

つぎに、各制御部の動作について説明する。位置指令制御装置１からの位置指令は、指定速度に基づき一定時間間隔で、漸進的に位置指令が変化する指令であり、理論位置・速度制御部５０は、この位置指令と理論位置ゲインＰＧ１と理論速度ゲインＶＧ１に基づき理論的な応答性を持つよう、理論トルク指令と理論速度フィードバック値Ｖｉと理論位置フィードバック値Ｐｉを出力する。

【００１４】

位置制御部６０は、理論位置フィードバック値Ｐｉに基づいて実位置フィードバック値Ｐｒとの実位置偏差が常に零になるよう実速度指令を出力する。

【００１５】

速度制御部７０は、理論速度フィードバック値Ｖｉと実速度指令とを加算した値に基づいて実速度フィードバック値Ｖｒとの実速度偏差が常に零になるよう実トルク指令を出力する。

【００１６】

トルク制御部８０は、理論トルク指令と実トルク指令とを加算した値からトルク指令制限器１２５の範囲内における最終トルク指令をＰＷＭ電力変換部１５に渡し、これに基づいてＰＷＭ電力変換部１５がサーボモータ２０を駆動する。これにより、位置指令制御装置１からの位置指令に追従してサーボモータ２０の位置駆動制御が行われる。

【００１７】

このとき、位置指令制御装置１からの位置指令への追従は、各位置駆動制御部自体のみの動作により実行される。

【００１８】

【発明が解決しようとする課題】

従来のサーボ位置駆動制御システムにおいては、同期制御および同調制御時には、位置指令制御装置からの指令位置に基づき、各軸のサーボ位置駆動制御部が個々の独立した制御により指令位置に対し追従しているため、同期制御および同調制御している複数の駆動軸に対し負荷変動による外乱が個々別々に存在すると、外乱に応じた速度変動が発生し、正確な同調が取れなくなり、また、複数軸補間による軌跡制御の実施時には、正確な軌跡にならない等の問題点があった。

【００１９】

この発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、複数軸による同期制御および同調制御時の各駆動軸への負荷変動により速度変動が生じた場合でも、速度変動が生じた駆動軸の状態を把握して正確な同調および補間軌跡を維持することができる位置駆動制御システムおよび同期・同調位置制御方法を得ることを目的としている。

【００２１】

【課題を解決するための手段】

この発明よる位置駆動制御システムは、複数の軸を夫々駆動する複数のサーボモータと、一つの位置指令制御装置と、前記各サーボモータを駆動制御する複数個の位置駆動制御部を有し、前記位置指令制御装置より位置指令を与えられる位置駆動制御装置と、を具備した位置駆動制御システムにおいて、前記位置指令制御装置から入力される各軸の位置指令、各位置駆動制御部から入力される各軸の理論位置フィードバック値および各軸の実位置フィードバック値を格納する共有メモリを有し、前記各位置駆動制御部は、前記共有メモリからの自軸の位置指令に基づき自軸の理論位置フィードバック値および理論速度フィードバック値を生成して前記共有メモリに出力する理論位置・速度制御手段と、自軸の前記理論位置・速度制御手段からの理論位置フィードバック値と自軸のサーボモータに接続されている位置検出器が出力する実位置フィードバック値とから自軸の速度指令を生成する位置制御手段と、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得し、該取得した他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差に応じて自軸の軸間修正速度指令値を生成する軸間修正速度制御部と、自軸の前記位置制御手段からの速度指令に自軸の前記軸間修正速度制御部からの軸間修正速度指令値を加えることにより自軸の前記位置制御手段からの速度指令を修正し、修正された速度指令に基づいてトルク指令を生成する速度制御手段と、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得し、該取得した他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差と自軸の前記理論位置・速度制御手段からの理論速度フィードバック値とに応じて自軸の軸間修正トルク指令を生成する軸間修正トルク制御部と、自軸の前記速度制御手段からのトルク指令に自軸の前記軸間修正トルク制御部からの軸間修正トルク指令値を加えることにより前記速度制御手段からのトルク指令を修正し、修正されたトルク指令に基づいて当該サーボモータを駆動するトルク制御部とを有するものである。

【００２２】

つぎの発明による位置駆動制御システムは、前記軸間修正速度制御部および前記軸間修正トルク制御部は、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分をＰＩＤ補償するＰＩＤ補償器を具備し、ＰＩＤ補償の下に、軸間修正速度、指令値軸間修正トルク指令値を生成するものである。

【００２３】

つぎの発明による位置駆動制御システムは、前記軸間修正速度制御は、円弧補間制御・直線補間制御時には、自軸の理論位置フィードバック値と他軸の理論位置フィードバック値との比率を加味して軸間修正速度指令値を生成するものである。

【００２５】

つぎの発明による同期・同調位置駆動制御方法は、複数の軸を夫々駆動する複数のサーボモータと、一つの位置指令制御装置と、前記各サーボモータを駆動制御する複数個の位置駆動制御部を有し、前記位置指令制御装置より位置指令を与えられる位置駆動制御装置と、を具備した位置駆動制御システムにおける同期・同調位置駆動制御方法において、前記位置指令制御装置から入力される各軸の位置指令、各位置駆動制御部から入力される各軸の理論位置フィードバック値および各軸の実位置フィードバック値を格納する共有メモリを設け、前記各位置駆動制御部において、前記共有メモリからの自軸の位置指令に基づき自軸の理論位置フィードバック値および理論速度フィードバック値を生成して前記共有メモリに出力し、前記生成した自軸の理論位置フィードバック値と自軸のサーボモータに接続されている位置検出器が出力する実位置フィードバック値とから自軸の速度指令を生成し、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得し、該取得した他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差に応じて自軸の軸間修正速度指令値を生成し、前記生成された自軸の速度指令に前記生成された自軸の軸間修正速度指令値を加えることにより自軸の速度指令を修正し、修正された速度指令に基づいてトルク指令を生成し、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得し、該取得した他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差と前記生成された自軸の理論速度フィードバック値とに応じて自軸の軸間修正トルク指令を生成し、前記生成された自軸のトルク指令に前記生成された自軸の軸間修正トルク指令値を加えることにより自軸のトルク指令を修正し、修正されたトルク指令に基づいて当該サーボモータを駆動するものである。

【００２６】

つぎの発明による同期・同調位置駆動制御方法は、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分をＰＩＤ補償し、ＰＩＤ補償の下に、前記軸間修正速度および前記指令値軸間修正トルク指令値を生成するものである。

【００２７】

つぎの発明による同期・同調位置駆動制御方法は、円弧補間制御・直線補間制御時には、自軸の理論位置フィードバック値と他軸の理論位置フィードバック値との比率を加味して前記軸間修正速度指令値を生成するものである。

【００２８】

【発明の実施の形態】

以下に添付の図を参照して、この発明にかかる位置駆動制御システムおよび同期・同調位置駆動制御方法の実施の形態を詳細に説明する。なお、以下に説明するこの発明の実施の形態において、上述の従来例と同一あるいは同等の構成部分については、上述の従来例に付した符号と同一の符号を付してその説明を省略する。

【００２９】

図１は、この発明による位置駆動制御システムのハードウェア構成を示している。この位置駆動制御システムは、位置指令制御装置１と位置駆動制御装置１０との間に共有メモリ４０を有しており、共有メモリ４０は図２に示されているようなメモリテーブルＡを格納している。

【００３０】

共有メモリ４０として、各軸の位置駆動制御部30_1～30_n毎に２ポートメモリを用意しており、位置指令制御装置１から位置駆動制御部30_1～30_nにデータを送信するときには、位置指令制御装置１が送り先の位置駆動制御部の２ポートメモリの受信エリアに送信データを書き込む。各軸の位置駆動制御部30_1～30_nは、常時、この受信エリアの内容を監視しており、データが書き込まれていれば、これを読み取る。位置駆動制御部30_1～30_nが位置指令制御装置１にデータを送信するときには、自２ポートメモリの送信エリアに送信データを書き込む。位置指令制御装置１は、各軸の位置駆動制御部30_1～30_nの送信エリアを常時監視し、データが書き込まれていれば、これを読み取る。

【００３１】

また、位置駆動制御部30_1～30_nが他の位置駆動制御部にデータを送信するときには

、自２ポートメモリの送信エリアに送信データを書き込む。位置指令制御装置１は各軸の位置駆動制御部３０$_1$～３０$_n$の送信エリアを常時監視し、データが書き込まれていれば、これを読み取る。読み取られた内容が他の位置駆動制御部に送るべきデータであれば、位置指令制御装置１は送り先の位置駆動制御部の２ポートメモリの受信エリアに送信データを書き込む。各軸の位置駆動制御部３０$_1$～３０$_n$は、常時、この受信エリアの内容を監視しており、データが書き込まれていれば、これを読み取る。

【００３２】

以上のようにして、このシステムにおいて共有メモリとして要求される機能を代行することが可能であり、共有メモリ４０として上述のような構成のものを用いてもよい。

【００３３】

共有メモリ４０が保持するメモリテーブルＡは、各軸の位置駆動制御部３０$_1$～３０$_n$の現在の制御状態を示すデータを格納しており、理論位置フィードバック値（Ｐｉ）を格納するエリアと、実位置フィードバック値（Ｐｒ）を格納するエリアと、理論速度フィードバック値（Ｖｉ）を格納するエリアと、位置指令制御装置１からの位置指令が格納されるエリアが各軸の位置駆動制御部３０$_1$～３０$_n$毎に割り付けられている。これにより、位置指令制御装置１は、位置指令を共有メモリ４０を介して各軸の位置駆動制御部３０$_1$～３０$_n$に対し出力する。

【００３４】

メモリテーブルＡに格納される各軸の制御状態データは、他の位置駆動制御部において負荷変動があった場合における軸間修正速度指令および軸間修正トルク指令の算出に使用される。

【００３５】

図３は、この発明による位置駆動制御部を示すブロック図である。この位置駆動制御部は、図５に示す従来装置と比べて、軸間修正速度・トルク制御部９０が付加され、速度制御部７０’に軸間修正速度指令演算器１１２が付加されている。なお、理論位置・速度制御部５０と、位置制御部６０と、トルク制御部８０は、図５に示した従来装置のものと実質的に同一である。

【００３６】

軸間修正速度指令演算器１１２は、実速度偏差演算器１１３の前段にあり、位置制御部６０よりの実速度指令から後述する軸間修正速度指令Ｖｔを減算して実速度指令を補正し、この補正後の実速度指令を実速度偏差演算器１１３に与える。

【００３７】

軸間修正速度・トルク制御部９０は、他軸の駆動制御軸理論位置フィードバック（以下、他駆動制御軸理論位置フィードバックと云う）Ｐｉ’の入力部１３４と、他軸の駆動制御軸実位置フィードバック（以下、他駆動制御軸実位置フィードバックと云う）Ｐｒ’の入力部１３５と、他駆動制御軸理論位置フィードバックＰｉ’と他駆動制御軸実位置フィードバックＰｒ’の偏差を検出する他駆動制御軸実位置偏差演算器１００とを有している。

【００３８】

軸間修正速度・トルク制御部９０は、さらに、軸間修正速度・トルク算出用積分ゲインＫＩを設定する積分ゲイン設定器１０１、軸間修正速度・トルク算出用加算器１０２、軸間修正速度・トルク算出用微分ゲインＫＤを設定する微分ゲイン設定器１０３、軸間修正速度・トルク算出用積分器１０４、軸間修正速度・トルク算出用比例ゲインＫＰを設定する比例ゲイン設定器１０５、軸間修正速度・トルク算出用前回値一時バックアップメモリ１０６により構成されるＰＩＤ補償器を有している。ＰＩＤ補償器とは、比例＋積分＋微分動作を行う補償器である。

【００３９】

軸間修正速度・トルク制御部９０は、さらに、上述のＰＩＤ補償器の演算値から軸間修正速度指令Ｖａを算出生成する軸間修正速度指令生成器１０７と、ＰＩＤ補償器の演算値から軸間修正トルク指令Ｔａを算出生成する軸間修正トルク指令生成器１０９と、軸間修正速度指令生成器１０７が出力する軸間修正速度指令Ｖａから軌跡補間制御時の軸間修正速

度指令Ｖｔを算出生成する軸間修正速度指令生成器１０８と、理論位置・速度制御部５０からの理論トルク指令より軸間修正トルク指令Ｔａを減算する軸間修正トルク指令演算器１２３とを有しており、軸間修正トルク指令演算器１２３が軸間修正後の理論トルク指令をトルク制御部８０のトルク指令加算器１２４に与える。

【００４０】

ここで、第１軸および第２軸の２軸により駆動される２軸運転の場合を例にとり、図３に示されている位置駆動制御部を第１軸駆動用の位置駆動制御部30_1とすると、図３において、他軸駆動制御軸Ｐｉ’と記されている入力部１３４に第２軸のＰｉ２が入力され、他軸駆動制御軸Ｐｒ’と記されている入力部１３５に第２軸のＰｒ２が入力される。

【００４１】

第２軸を駆動する位置駆動制御部30_2も、図２に示されている位置駆動制御部と同様の位置駆動制御部により構成され、位置駆動制御部30_2では、他軸駆動制御軸Ｐｉ’と記されている入力部１３４に第１軸のＰｉ１が入力され、他軸駆動制御軸Ｐｒ’と記されている入力部１３５に第１軸のＰｒ１が入力される。

【００４２】

なお、図５に示した制御ブロック図においては、負荷変動がない場合には、駆動制御軸理論位置フィードバック値Ｐｉと駆動制御軸実位置フィードバック値Ｐｒとは一致しているが、図２に示されている制御ブロック図では、第１軸に負荷変動がなく、第２軸の駆動制御軸理論位置フィードバック値Ｐｉ２と駆動制御軸実位置フィードバック値Ｐｒ２とが一致していれば、第１軸の駆動制御軸理論位置フィードバック値Ｐｉ１と駆動制御軸実位置フィードバック値Ｐｒ１とは一致している。

【００４３】

つぎに、軸間修正速度・トルク制御部９０に組み込まれている上述のＰＩＤ補償器と、軸間修正速度指令生成器１０７による軸間修正速度指令Ｖａの算出方法について説明する。

【００４４】

軸間修正速度指令Ｖａは、他駆動制御軸理論位置フィードバックＰｉ’と、他駆動制御軸実位置フィードバックＰｒ’と、軸間修正速度・トルク算出用比例ゲインＫＰと、軸間修正速度・トルク算出用積分ゲインＫＩと、軸間修正速度・トルク算出用微分ゲインＫＤと、軸間修正速度指令比率ゲインαに基づき、次式（１）により算出できる。

【００４５】

$$Va = KP\left(1 + KI/s + KD \cdot s\right)\left(Pi' - Pr'\right)\alpha \quad \cdots (1)$$

Ｖａ　：軸間修正速度指令
ＫＰ　：軸間修正速度・トルク算出用比例ゲイン
ＫＩ　：軸間修正速度・トルク算出用積分ゲイン
ＫＤ　：軸間修正速度・トルク算出用微分ゲイン
ｓ　：微分項
Ｐｉ’：他駆動制御軸理論位置フィードバック値
Ｐｒ’：他駆動制御軸実位置フィードバック値
α　：軸間修正速度指令比率ゲイン

他駆動制御軸の負荷変動による他駆動制御軸理論位置フィードバック値Ｐｉ’と、他駆動制御軸実位置フィードバック値Ｐｒ’は、共有メモリ４０のメモリテーブルＡより取得することができる。

【００４６】

つぎに、ＰＩＤ補償器と、軸間修正トルク指令生成器１０９による軸間修正トルク指令Ｔａの算出方法について説明する。

【００４７】

軸間修正トルク指令Ｔａは、他駆動制御軸理論位置フィードバックＰｉ’と、他駆動制御軸実位置フィードバックＰｒ’と、軸間修正速度・トルク算出用比例ゲインＫＰと、軸間修正速度・トルク算出用積分ゲインＫＩと、軸間修正速度・トルク算出用微分ゲインＫＤと、軸間修正トルク指令比率ゲインβに基づき、次式（２）により算出できる。

【００４８】
Ｔａ＝ＫＰ（１＋ＫＩ／ｓ＋ＫＤ・ｓ）（Ｐｉ’－Ｐｒ’）β　…（２）
Ｖａ　：軸間修正速度指令
ＫＰ　：軸間修正速度・トルク算出用比例ゲイン
ＫＩ　：軸間修正速度・トルク算出用積分ゲイン
ＫＤ　：軸間修正速度・トルク算出用微分ゲイン
ｓ　：微分項
Ｐｉ’：他駆動制御軸理論位置フィードバック値
Ｐｒ’：他駆動制御軸実位置フィードバック値
β　：軸間修正トルク指令比率ゲイン
この場合も、他駆動制御軸の負荷変動による他駆動制御軸理論位置フィードバック値Ｐｉ’と、他駆動制御軸実位置フィードバック値Ｐｒ’は、共有メモリ４０のメモリテーブルＡより取得することができる。
【００４９】
上述のような同期・同調位置駆動制御により、負荷変動による外乱によって速度変動があった駆動制御軸が存在した場合、他の同調制御軸が速度変動があった駆動制御軸の理論位置フィードバック値と実際の位置フィードバック値の差分をＰＩＤ補償器により軸間修正速度指令および軸間修正トルク指令を算出し、これらが加味されたトルク指令にてサーボモータが駆動されるから、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従し、全同調制御軸の正確な同調制御ができる。
【００５０】
つぎに、円弧補間制御・直線補間制御時における軸間修正速度指令生成器１０８の軸間修正速度指令Ｖｔの算出方法について説明する。
【００５１】
軸間修正速度指令Ｖｔは、軸間修正速度指令Ｖａと、自軸の理論速度フィードバック値Ｖｉ１と、他軸の理論速度フィードバック値Ｖｉ２に基づき、次式（３）によって算出できる。
【００５２】
Ｖｔ＝Ｖａ・Ｖｉ２／Ｖｉ１　…（３）
ただし、上式は自軸と他軸の補間制御時で、
Ｖｔ　：軌跡補間制御時の軸間修正速度指令
Ｖａ　：軸間修正速度指令
Ｖｉ１：自軸の理論速度フィードバック値
Ｖｉ２：他軸の理論速度フィードバック値
であり、他駆動制御軸の負荷変動による自軸の理論速度フィードバック値Ｖｉ１と、他軸の理論速度フィードバック値Ｖｉ２は、メモリテーブルＡより取得することができる。
【００５３】
位置制御部６０が生成する実速度指令から軸間修正速度指令Ｖｔを減じ、理論位置・速度制御部５０からの理論トルク指令より軸間修正トルク指令Ｔａを減じるようにしている。すなわち、他軸の負荷変動の状況を示す（Ｐｉ’－Ｐｒ’）に従って、自軸の動きを変化させるようにしている。
【００５４】
たとえば、自軸がＸＹテーブルのＸ軸を駆動し、他軸がＹ軸を駆動している場合に、Ｙ軸に負荷変動があっても、Ｘ軸はこの負荷変動に合わせて運転されるので、軌跡の変化の発生を防止することができる。Ｙ軸のモータの駆動システムも図３と同様の構成とし、入力部１３４、１３５にはＸ軸のモータの駆動システムからのデータを入力するようにすれば、Ｘ軸に負荷変動があっても、Ｙ軸はこの負荷変動に合わせて運転することができる。
【００５５】
上述したように、速度変動があった駆動制御軸理論速度フィードバック値と他の駆動制御軸の理論速度フィードバック値との比率により軸間修正速度指令および軸間修正トルク指

令を算出し、これらを加味されたトルク指令にてサーボモータが駆動されるから、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従し、全軌跡補間制御軸の正確な軌跡補間制御ができる。

【００５６】

なお、軸間修正速度指令比率ゲインαおよび軸間修正トルク指令比率ゲインβは実験的に決定するようにしている。また、図２において、定数γは、Ｖｉ２／Ｖｉ１である。

【００５７】

以上の説明においては、自軸と他軸との２軸について説明したが、他軸が複数ある場合も、それぞれの軸に対する軸間修正トルク指令Ｔａ、軸間修正速度指令Ｖｔを求め、加え合わせることにより同様に対処することができる。

【００５８】

なお、軸間修正速度指令は、自軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分が他軸のそれよりも小さい場合にのみ算出すればよく、また、同調制御が３軸以上の複数軸に及ぶ場合においては、軸間修正速度指令の算出を全駆動制御軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分が最大である駆動制御軸を基準として決定すればよい。

【００５９】

また、以上の説明では、軸間修正速度指令Ｖａおよび軌跡補間制御時の軸間修正速度指令Ｖｔおよび軸間修正トルク指令Ｔａの軸間修正による同調制御時および軌跡補間制御時における他駆動軸の負荷変動による自軸の追従手段について説明したが、他駆動制御軸理論位置フィードバック値Ｐｉと、他駆動制御軸実位置フィードバック値Ｐｒを無視することにより、単独軸でのサーボモータの位置駆動制御も可能であることは云うまでもなく、この発明による位置駆動制御システムは、同調制御、補間制御、単独運転制御の、どの制御モードでも対応可能である。

【００６１】

【発明の効果】

この発明による位置駆動制御システムによれば、軸間修正速度制御部が他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値とを共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差に応じて軸間修正速度指令値を生成し、速度制御手段が位置制御手段からの速度指令を軸間修正速度指令値により修正し、修正された速度指令に基づいてトルク指令を生成し、また、軸間修正トルク制御部が他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差と理論速度フィードバック値に応じて軸間修正トルク指令を生成し、トルク制御部がトルク指令を軸間修正トルク指令値により修正し、修正されたトルク指令に基づいてサーボモータを駆動するから、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従して全同調制御軸の正確な同調制御を行うことができる。

【００６２】

つぎの発明による位置駆動制御システムによれば、軸間修正速度制御部および前記軸間修正トルク制御部は、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分をＰＩＤ補償器によってＰＩＤ補償して軸間修正速度、指令値軸間修正トルク指令値を生成するから、高精度、高応答性の軸間修正制御が行われ、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従して全同調制御軸の正確な同調制御を応答性よく行うことができる。

【００６３】

つぎの発明による位置駆動制御システムによれば、円弧補間制御・直線補間制御時には、軸間修正速度制御部が自軸の理論位置フィードバック値と他軸の理論位置フィードバック値との比率を加味して軸間修正速度指令値を生成するから、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従し、全軌跡補間制御軸の正確な軌跡補間制御を行うことができる。

【００６５】

つぎの発明による同期・同調位置駆動制御方法によれば、他軸の理論位置フィードバック

値と実位置フィードバック値を共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差に応じて軸間修正速度指令値を生成し、速度指令を軸間修正速度指令値により修正し、修正された速度指令に基づいてトルク指令を生成し、また、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差と理論速度フィードバック値に応じて軸間修正トルク指令を生成し、トルク指令を軸間修正トルク指令値により修正し、修正されたトルク指令に基づいてサーボモータを駆動するから、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従して全同調制御軸の正確な同調制御を行うことができる。

【００６６】

つぎの発明による同期・同調位置駆動制御方法によれば、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分をＰＩＤ補償器によってＰＩＤ補償して軸間修正速度、指令値軸間修正トルク指令値を生成するから、高精度、高応答性の軸間修正制御が行われ、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従して全同調制御軸の正確な同調制御を応答性よく行うことができる。

【００６７】

つぎの発明による同期・同調位置駆動制御方法によれば、円弧補間制御・直線補間制御時には、自軸の理論位置フィードバック値と他軸の理論位置フィードバック値との比率を加味して軸間修正速度指令値を生成するから、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従し、全軌跡補間制御軸の正確な軌跡補間制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】この発明による位置駆動制御システムの一つの実施の形態を示すハードウェア構成図である。

【図２】この発明による位置駆動制御システムにおいて使用される共有メモリの内部テーブルの構造を示す説明図である。

【図３】この発明による位置駆動制御システムの一つの実施の形態を示す制御ブロック図である。

【図４】従来における位置駆動制御システムのハードウェア構成を示す図である。

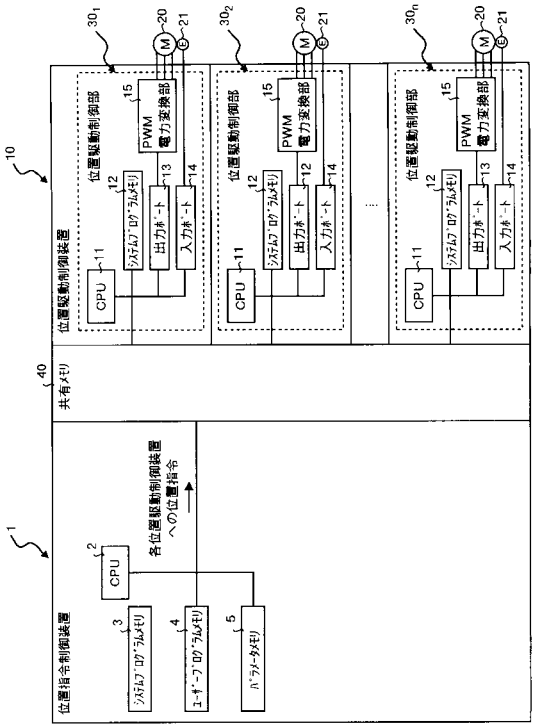
【図５】従来における位置駆動制御システムの制御系を示すブロック図である。

【符号の説明】

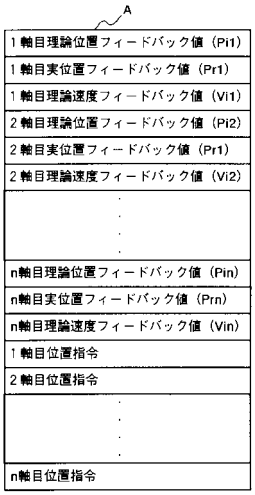
１　位置指令制御装置、２　位置指令制御用のＣＰＵ、３　位置指令制御用のシステムプログラムメモリ、４　ユーザープログラムメモリ、５　パラメータメモリ、１０　位置駆動制御装置、１１　位置駆動制御用のＣＰＵ、１２　位置駆動制御用のシステムプログラムメモリ、１３　出力ポート、１４　入力ポート、１５　ＰＷＭ電力変換部、２０　サーボモータ、２１　位置検出器、30_1～30_n　位置駆動制御部、４０　共有メモリ、５０　理論位置・速度制御部、６０　位置制御部、７０’　速度制御部、８０　トルク制御部、９０　軸間修正速度・トルク制御部、１００　他駆動制御軸実位置偏差演算器、１０１　積分ゲイン設定器、１０２　軸間修正速度・トルク算出用加算器、１０３　微分ゲイン設定器、１０４　軸間修正速度・トルク算出用積分器、１０５　比例ゲイン設定器、１０６　軸間修正速度・トルク算出用前回値一時バックアップメモリ、１０７軸間修正速度指令生成器、１０８　軸間修正速度指令生成器、１０９　軸間修正トルク指令生成器、１１０　実位置偏差演算器、１１１　実位置制御器、１１２　軸間修正速度指令演算器、１１３　実速度偏差演算器、１１４　微分器、１１５　実速度積分ゲイン設定器、１１６　実速度制御用加算器、１１７　実速度微分ゲイン設定器、１１８　実速度制御用積分器、１１９　実速度制御器、１２０　実速度制御用前回値一時バックアップメモリ、１２１　機械系共振抑制フィルタ、１２２　ローパスフィルタ、１２３　軸間修正トルク指令演算器、１２４トルク指令加算器、１２５　トルク指令制限器、１２６　理論位置偏差演算器、１２７　理論位置制御器、１２８　理論速度偏差演算器、１２９　理論速度制御器、１３０　理論トルク指令制限器、１３１　理論速度制御用加算器、１３２理論速度制御用前回値一時バックアップメモリ、１３３　理論位置制御用積分器、１３４　入力部、１３

5　入力部。

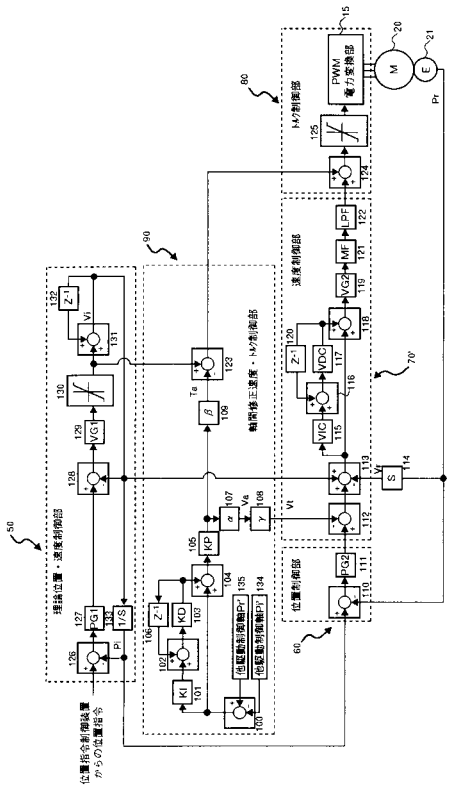
【図１】


位置駆動制御装置
位置駆動制御部
CPU
PWM
電力変換部
出力ポート
入力ポート
共有メモリ
位置指令制御装置
各位置駆動制御装置への位置指令

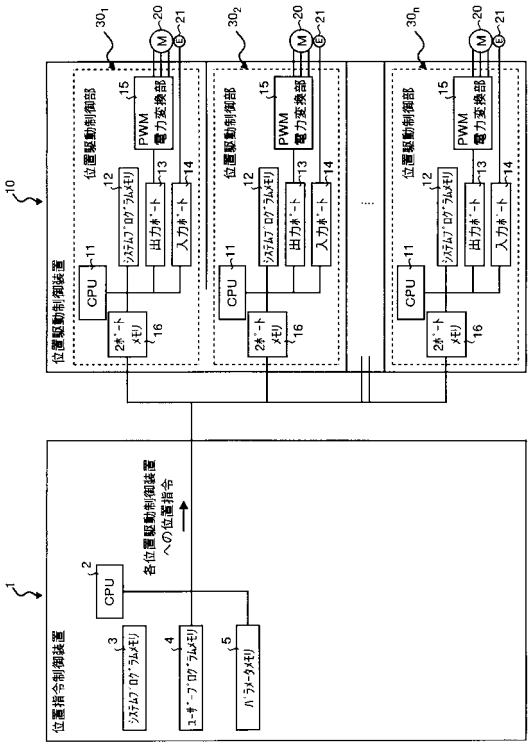
【図２】


A
1軸目理論位置フィードバック値（Pi1）
1軸目実位置フィードバック値（Pr1）
1軸目理論速度フィードバック値（Vi1）
2軸目理論位置フィードバック値（Pi2）
2軸目実位置フィードバック値（Pr1）
2軸目理論速度フィードバック値（Vi2）
n軸目理論位置フィードバック値（Pin）
n軸目実位置フィードバック値（Prn）
n軸目理論速度フィードバック値（Vin）
1軸目位置指令
2軸目位置指令
n軸目位置指令

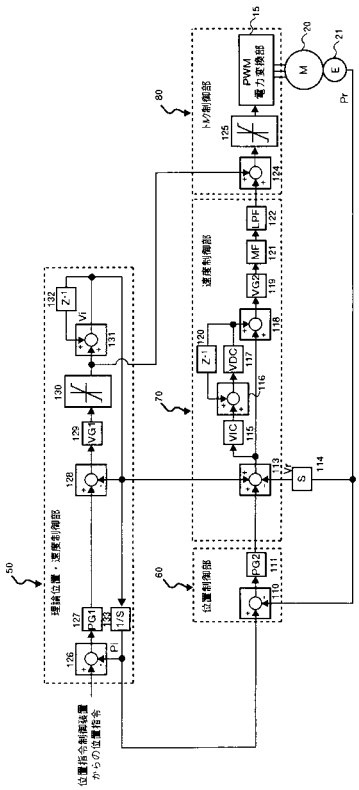
【図３】



【図４】



【図５】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
G05B 19/18
G05D 3/00