

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3983591号
(P3983591)

(45) 発行日 平成19年9月26日(2007.9.26)

(24) 登録日 平成19年7月13日(2007.7.13)

(51) Int.Cl.

F I

H O 2 P 5/46 (2006.01)

H O 2 P 5/46

H

H O 2 P 1/58 (2006.01)

H O 2 P 1/58

H O 2 P 5/52 (2006.01)

H O 2 P 5/52

D

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-122370 (P2002-122370)
 (22) 出願日 平成14年4月24日(2002.4.24)
 (65) 公開番号 特開2003-319675 (P2003-319675A)
 (43) 公開日 平成15年11月7日(2003.11.7)
 審査請求日 平成16年12月3日(2004.12.3)

(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7番3号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 澤木 潤
 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 天坂 康種

(56) 参考文献 特開平06-086596 (JP, A)
 特開2000-184788 (JP, A)
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

始動時に磁極位置を確定する磁極位置確定処理を要する第1および第2のモータを連結してこれら第1および第2のモータを同期運転制御するモータ制御装置において、

前記第1のモータのロータ変位を検出する第1の検出器と、

前記第2のモータのロータ変位を検出する第2の検出器と、

前記第1の検出器のロータ変位をロータ磁極位置に変換し、変換したロータ磁極位置が、入力される位置または速度指令に追従するような第1の電流指令値を演算して前記第1のモータに出力すると共に、前記ロータ変位および第1の電流指令値に基づき前記第1のモータについての前記磁極位置確定処理を実行する第1のモータ制御手段と、

前記第2の検出器のロータ変位をロータ磁極位置に変換し、変換したロータ磁極位置が、入力される前記位置または速度指令に追従するような第2の電流指令値を演算して前記第2のモータに出力すると共に、前記ロータ変位および第2の電流指令値に基づき前記磁極位置確定処理を実行する第2のモータ制御手段と、

始動指令の入力時に前記第1のモータ制御手段から第1のモータへの第1の電流指令値の印加と前記第2のモータ制御手段から第2のモータへの第2の電流指令値の印加が時間的に重複しないように、第1および第2のモータへの第1および第2の電流指令値の印加を交互に遮断する電流遮断手段と、

を備え、

第1のモータ制御手段は、第2のモータへの第2の電流指令値の印加が遮断されている

10

20

ときに、第1のモータについての前記磁極位置確定処理を実行し、第2のモータ制御手段は、第1のモータへの第1の電流指令値の印加が遮断されているときに、第2のモータについての前記磁極位置確定処理を実行し、

前記第1及び第2のモータの磁極位置の確定処理が終了し、第1および第2のモータが同期運転中となるまでは、前記位置または速度指令をサーボロック状態とすることを特徴とするモータ制御装置。

【請求項2】

前記第1及び第2のモータが速度または位置指令値に追従して前記同期運転中であることを示す同期完了信号の出力を始動指令に対して少なくとも前記第1及び第2のモータの磁極位置の確定処理に要する所定時間遅延させる完了遅延手段を備え、この同期完了信号の出力後に前記位置または速度指令のサーボロック状態を中止することを特徴とする請求項1に記載のモータ制御装置。

10

【請求項3】

始動時に磁極位置を確定する磁極位置確定処理を要する第1のモータと前記磁極位置確定処理を要しない第2のモータとを連結してこれら第1および第2のモータを同期運転制御するモータ制御装置において、

前記第1のモータのロータ変位を検出する第1の検出器と、

前記第2のモータのロータ変位を検出する第2の検出器と、

前記第1の検出器のロータ変位をロータ磁極位置に変換し、変換したロータ磁極位置が、入力される位置または速度指令に追従するような第1の電流指令値を演算して前記第1のモータに出力すると共に、前記ロータ変位および第1の電流指令値に基づき前記第1のモータについての前記磁極位置確定処理を実行する第1のモータ制御手段と、

20

前記第2の検出器のロータ変位をロータ磁極位置に変換し、変換したロータ磁極位置が、入力される前記位置または速度指令に追従するような第2の電流指令値を演算して前記第2のモータに出力する第2のモータ制御手段と、

始動指令の入力時に前記第1のモータ制御手段から第1のモータへの第1の電流指令値の印加と前記第2のモータ制御手段から第2のモータへの第2の電流指令値の印加が時間的に重複しないように、第2のモータに対するモータ電流の印加開始を、始動指令に対して第1のモータについての磁極位置確定処理に要する所定の期間の間遅延させる指令遅延手段と、

30

を備え、

第1のモータ制御手段は、始動指令の入力直後に、第1のモータについての前記磁極位置確定処理を実行し、

前記第1のモータの磁極位置の確定処理が終了し、第1および第2のモータが同期運転中となるまでは、前記位置または速度指令をサーボロック状態とすることを特徴とするモータ制御装置。

【請求項4】

前記第1、第2のモータが速度または位置指令値に追従して前記同期運転中であることを示す同期完了信号の出力を始動指令に対して少なくとも前記所定の期間遅延させる完了遅延手段を備え、この同期完了信号の出力後に前記位置または速度指令のサーボロック状態を中止することを特徴とする請求項3に記載のモータ制御装置。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、永久磁石同期モータ、誘導モータなどの2つのモータを連結して同期運転させるモータ制御装置に関し、特に始動時のモータトルク干渉を防止するようにしたモータ制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

2つのモータの回転軸間に開閉チャックを介してワークを装着してワークを回転駆動した

50

り、あるいは2つのモータのモータ軸間にギア、ボールネジのような動力変換機構を連結して動力変換機構を駆動するようなモータ駆動方式があり、このようなモータ駆動方式では、互いに連結された2つのモータを同期運転させる必要がある。

【0003】

図4は、この種のモータ同期運転回路の従来技術を示すものであり、2つのモータA、Bの各回転軸には、開閉チャック3を介してワーク2が連結されている。各モータA、Bには、エンコーダなどの位置検出器4A、4Bが設けられ、各検出器4A、4Bからはロータの変位信号A、Bが出力される。磁極位置変換手段11A、11Bは、変位信号A、Bをロータの磁極位置信号PA、PBに変換して、演算手段6A、6Bに出力する。演算手段6A、6Bは、始動指令STにより始動され、入力された速度または位置指令Qに追従するように、磁極位置変換手段11Aおよび11Bから得られる磁極位置信号PA、PBに応じて電流指令値を演算し、これらの電流指令値を増幅器8Aおよび8Bを介してモータA、Bに出力する。演算手段6A、6Bから出力されるゲート信号GA、GBがONになったときに、増幅器8Aおよび8BからモータA、Bにモータ電流IAおよびIBが供給される。

10

【0004】

このような従来のもータ制御回路では、2つのモータA、Bの同期運転を始動する際には、図5に示すようなタイムチャートに従って駆動される。

【0005】

すなわち、上位制御装置より始動指令STが2つのモータA、Bに対して同時に入力される。演算手段6Aおよび6Bは、始動指令STが入力されると、即座に増幅器8Aおよび8Bに対するゲート信号GAおよびGBをそれぞれONにする。同時に、演算手段6Aおよび6Bは、速度または位置指令Qに追従するように、磁極位置変換手段11Aおよび11Bから得られる磁極位置信号PA、PBに応じて電流指令値を演算し、演算した電流指令値を増幅器8Aおよび8Bに出力する。これにより、モータAおよびBにはモータ電流IAおよびIBの印加が開始されると共にモータ電流IAおよびIBに応じたモータトルクが発生される。始動指令STが入力された後、モータAおよびBが速度または位置指令Qに対して一定の偏差内に追従した時、演算手段6Aおよび6Bは、同期完了信号SYAおよびSYBを出力して同期運転中になる。また、同期完了信号SYAおよびSYBを出力するまでは、上位制御装置に対して、次に入力すべき速度または位置指令Qの変化を待機させる。

20

30

【0006】

なお、図5の場合は、位置指令を0すなわちサーボロックとしており、始動指令STを入力した後も、モータAおよびBの変位AおよびBは0であるため、始動指令STの後、演算手段6A、6Bは直ちに同期完了信号SYAおよびSYBを出力する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のもータ制御装置においては、モータA、Bのいずれか一方または両方に永久磁石同期モータを使用した場合、永久磁石同期モータは、モータ電流の印加開始時に、指令するトルクの発生方向とは逆のトルクを発生することがある。このような逆トルクは、始動時に演算手段6Aおよび6Bで電流指令値を演算する際に、磁極位置誤検出または検出磁極位置が不明などの理由により、磁極位置変換手段11A、11Bから出力される検出磁極位置と、実際のロータ磁極位置との間に、例えば $\pm 90^\circ$ を超える磁極位置の位相差がある場合に発生する。以下これについて説明する。

40

【0008】

図6(a)(b)に、電流指令値を演算する際に用いる磁極位置と実際のロータ磁極位置との関係を示す。ここで、電流指令値の演算に用いる磁極位置とは、図6中の巻線電流による磁極に相当し、実際の磁極位置とは図6中の永久磁石による磁極に相当している。ここで、演算手段6Aおよび6Bでは、磁極位置変換手段11A、11Bから出力される検出磁極位置に 90° を加えた位置を、モータ電流指令値を演算する際に用いる磁極位置と

50

している。したがって、図6(a)では、巻線電流による磁極に 90° を加えた位置が、永久磁石による磁極位置と一致しており、このときは上記磁極位置の位相差が 0 である。一方、図6(b)では、図6(a)の状態から永久磁石による磁極位置が 180° 回転しており、このときは、上記磁極位置の位相差が 180° である。

【0009】

一般に永久磁石同期モータは、磁極位置の位相差が $\pm 90^\circ$ 以内の場合、発生トルクの方法は指令と同一であり、 $\pm 90^\circ$ を超える場合、指令と逆になることから、磁極位置の位相差は $\pm 90^\circ$ 以内に保つことが望ましい。

【0010】

上記ロータ磁極位置の検出器として、インクリメンタルエンコーダが一般的に使用されるが、インクリメンタルエンコーダでは、電源遮断により位置情報を失ってしまうので、実際のロータ磁極位置との位相差を $\pm 90^\circ$ 以内に保つことができない。また、センサレスで磁極位置を推定する磁極位置推定手段を用いる場合も、制御装置すなわち磁極位置推定手段の電源遮断により位置情報を失ってしまうので、同様である。

10

【0011】

始動時の磁極位置を検出する従来技術として、例えば、特開2000-92891号公報に開示されている発明がある。この従来技術を用いることにより、制御装置内部で初期磁極位置を推定し、これにインクリメンタルエンコーダから得られる変位信号を加算して、磁極位置信号を生成することが可能であるが、この従来技術においても、稀に推定した初期磁極位置に $\pm 90^\circ$ を超える位相差を生じる問題がある。

20

【0012】

なお、ロータ磁極位置の検出にアブソリュートエンコーダを使用すれば、電源遮断により自身の位置が不明確となる問題は解決されるが、アブソリュートエンコーダは、インクリメンタルエンコーダに比べて、最高回転数、耐環境性に劣り、また非常に高価である。

【0013】

インクリメンタルエンコーダを用いた場合に、初期磁極位置に $\pm 90^\circ$ を超える位相差を生じる問題は、図7に示す構成を磁極位置変換手段11A、11Bに採用することで解決することができる。

【0014】

図7に示す磁極位置変換手段11Aでは、まず、スイッチ13Aを初期状態の0側に接続する。これにより、最初は、推定した初期磁極位置PEAに変位信号Aを加算した加算結果($PEA + A$)が磁極位置信号PAとして出力される。演算手段6Aでは、この磁極位置信号PAが速度または位置指令Qに追従するように電流指令値を出力して、モータAを始動する。ここで、推定した初期磁極位置PEAに $\pm 90^\circ$ を超える位相差がある場合、図6(b)で示したように発生トルクの方向は電流指令と逆になる。

30

【0015】

そこで、始動指令STが入力された後、変位信号Aが所定の角度| | となったときに、電流指令と変位信号Aの方向を比較することで発生トルクの方向、つまり初期磁極位置に $\pm 90^\circ$ を超える位相差があるか否を判別する。この時、 $\pm 90^\circ$ を超える位相差がある場合は、スイッチ13Aを1側に切替えることで、初期磁極位置PEAと変位信号Aとの加算結果に、さらに固定補正值Aを加算し、これらの加算結果($PEA + A + A$)を磁極位置信号PAとして出力する。このようにして、固定補正值Aを用いて推定した初期磁極位置PEAを補正し、発生トルクの方向を電流指令と同じにする。

40

【0016】

モータBの場合も同様である。固定補正值A、Bは、予め初期磁極位置の推定結果と実際のロータ磁極位置との相関関係を調べておくことで、例えば 180° などの固定値にセットすることができる。

【0017】

このような磁極位置変換手段11Aおよび11Bによる補正によっても、永久磁石同期モータAおよびBが互いに連結されて同時に同期運転始動する場合には、指令するトルクの

50

発生方向とは逆のトルクが発生し続けることがある。

【0018】

例えば、互いに連結されたモータAおよびBのうち、モータAは磁極位置の位相差が $\pm 90^\circ$ 以内で正常なモータトルクを発生でき、逆にモータBは磁極位置の位相差が $\pm 90^\circ$ を超えて正常なモータトルクを発生できないとし、図5に示した順序で始動制御を行ったとする。なお、この場合、前述したように、位置指令を0すなわちサーボロックとする。

【0019】

モータAは正常なモータトルクを発生でき、始動指令STの後すみやかにサーボロックされる。一方、モータBは、連結したサーボロックされたモータAによりワーク2を介して支持されることになり、回転することができないので、変位信号Bが、前記所定の角度 | | に到達することができない。つまり、モータBでは、磁極位置の位相差が $\pm 90^\circ$ を超えている場合でも、磁極位置変換手段11Bにおけるスイッチ13Bを1に切替えて固定補正值Bによる補正を実行させることができない。誘導モータの場合、指令と逆向きにトルクを発生することがないので、モータAを誘導モータとし、モータBを永久磁石同期モータとした場合でも同様である。

【0020】

また、従来技術では、始動指令STが入力されてから、モータAおよびBの変位AおよびBは0であるため、磁極位置信号が補正されないまま、演算手段6A、6Bは、始動指令STの入力後、直ちに同期完了信号SYAおよびSYBを出力することになる。

【0021】

このように、従来技術では、モータAおよびBのいずれか一方または両方において、磁極位置に $\pm 90^\circ$ を超える位相差がある状態で、モータAおよびBが互いに連結されて同時に同期運転始動すると、指令するトルクの発生方向とは逆のトルクを発生し、互いにトルク干渉を生じたまま同期運転始動するという問題があった。

【0022】

これでは、始動指令STの入力後、互いのトルクがつり合って静止し、トルク干渉に伴うモータ電流を不要に印加し続けて、モータの異常発熱が生じることになる。また、サーボロック指令の場合は、始動指令STの入力後、同期完了信号SYAおよびSYBが直ちに出力されるので、その後上位制御装置から入力される速度または位置指令Qが変化していくが、正常なモータトルクを発生できないために、良好な追従性を得ることはできない。

【0023】

この発明は、上記に鑑みてなされたもので、始動時のロータ磁極位置が不明確な永久磁石同期モータを少なくとも一方に用いて2つのモータを連結して同期運転始動する際のモータトルク干渉を確実に防止し、安定した同期運転始動を実現するモータ制御装置を得ることを目的としている。

【0024】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、この発明にかかるモータ制御装置は、始動時に磁極位置を確定する磁極位置確定処理を要する第1および第2のモータを連結してこれら第1および第2のモータを同期運転制御するモータ制御装置において、前記第1のモータのロータ変位を検出する第1の検出器と、前記第2のモータのロータ変位を検出する第2の検出器と、前記第1の検出器のロータ変位をロータ磁極位置に変換し、変換したロータ磁極位置が、入力される位置または速度指令に追従するような第1の電流指令値を演算して前記第1のモータに出力すると共に、前記ロータ変位および第1の電流指令値に基づき前記第1のモータについての前記磁極位置確定処理を実行する第1のモータ制御手段と、前記第2の検出器のロータ変位をロータ磁極位置に変換し、変換したロータ磁極位置が、入力される前記位置または速度指令に追従するような第2の電流指令値を演算して前記第2のモータに出力すると共に、前記ロータ変位および第2の電流指令値に基づき前記磁極位置確定処理を実行する第2のモータ制御手段と、始動指令の入力時に前記第1のモータ制御手段から第1のモータへの第1の電流指令値の印加と前記第2のモータ制御手段から第2のモータ

10

20

30

40

50

への第2の電流指令値の印加が時間的に重複しないように、第1および第2のモータへの第1および第2の電流指令値の印加を交互に遮断する電流遮断手段とを備え、第1のモータ制御手段は、第2のモータへの第2の電流指令値の印加が遮断されているときに、第1のモータについての前記磁極位置確定処理を実行し、第2のモータ制御手段は、第1のモータへの第1の電流指令値の印加が遮断されているときに、第2のモータについての前記磁極位置確定処理を実行し、前記第1及び第2のモータの磁極位置の確定処理が終了し、第1および第2のモータが同期運転中となるまでは、前記位置または速度指令をサーボロック状態とすることを特徴とする。

【0025】

つぎの発明にかかるモータ制御装置は、始動時に磁極位置を確定する磁極位置確定処理を要する第1のモータと前記磁極位置確定処理を要しない第2のモータとを連結してこれら第1および第2のモータを同期運転制御するモータ制御装置において、前記第1のモータのロータ変位を検出する第1の検出器と、前記第2のモータのロータ変位を検出する第2の検出器と、前記第1の検出器のロータ変位をロータ磁極位置に変換し、変換したロータ磁極位置が、入力される位置または速度指令に追従するような第1の電流指令値を演算して前記第1のモータに出力すると共に、前記ロータ変位および第1の電流指令値に基づき前記第1のモータについての前記磁極位置確定処理を実行する第1のモータ制御手段と、前記第2の検出器のロータ変位をロータ磁極位置に変換し、変換したロータ磁極位置が、入力される前記位置または速度指令に追従するような第2の電流指令値を演算して前記第2のモータに出力する第2のモータ制御手段と、始動指令の入力時に前記第1のモータ制御手段から第1のモータへの第1の電流指令値の印加と前記第2のモータ制御手段から第2のモータへの第2の電流指令値の印加が時間的に重複しないように、第2のモータに対するモータ電流の印加開始を、始動指令に対して第1のモータについての磁極位置確定処理に要する所定の期間の間遅延させる指令遅延手段とを備え、第1のモータ制御手段は、始動指令の入力直後に、第1のモータについての前記磁極位置確定処理を実行し、前記第1のモータの磁極位置の確定処理が終了し、第1および第2のモータが同期運転中となるまでは、前記位置または速度指令をサーボロック状態とすることを特徴とする。

【0032】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかるモータ制御装置の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0033】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1によるモータ制御装置の構成を示すブロック図である。この実施の形態1においては、互いに連結されて同期運転されるモータA、Bを永久磁石同期モータとしている。図1に示す実施の形態1のモータ制御装置は、図4に示した従来のモータ制御装置に対し、始動制御手段20A、20Bと、完了遅延手段30A、30Bとを追加している。

【0034】

図1において、2つのモータA、Bの各回転軸には、開閉チャック3を介してワーク2が連結されている。各モータA、Bには、エンコーダなどの位置検出のための検出器4A、4Bが設けられ、各検出器4A、4Bからはロータの変位信号A、Bが出力される。磁極位置変換手段11A、11Bは、変位信号A、Bをロータの磁極位置信号PA、PBに変換して、演算手段6A、6Bに出力する。また、磁極位置変換手段11A、11Bは、先の図7に示した固定補正值A、Bへの切換えを行う切換えスイッチ13A、13Bを備えている。

【0035】

演算手段6A、6Bは、始動制御手段20A、20Bからの始動指令STA、STBによって始動され、磁極位置変換手段11Aおよび11Bから得られる磁極位置信号PA、PBが、入力された速度または位置指令Qに追従するような電流指令値を演算し、これらの電流

10

20

30

40

50

指令値を増幅器 8 A および 8 B を介してモータ A , B に出力する。演算手段 6 A , 6 B は、始動制御手段 2 0 A , 2 0 B から入力される始動指令 S T A , S T B と同じ O N / O F F タイミングのゲート信号 G A , G B を形成し、このゲート信号 G A , G B を増幅器 8 A , 8 B に出力する。モータ A , B には、演算手段 6 A , 6 B から出力されるゲート信号 G A , G B がオンになったときに、増幅器 8 A および 8 B からモータ電流 I A および I B が供給される。

【 0 0 3 6 】

始動制御手段 2 0 A , 2 0 B は、上位制御装置から入力される始動指令 S T に基づき、始動指令 S T の最初の所定時間の間、交互に O N になる始動指令 S T A , S T B を形成し、形成した始動指令 S T A , S T B を演算手段 6 A , 6 B に出力する。この場合は、最初の所定期間には、モータ A 側を O N にしかつモータ B 側を O F F にし、次の所定期間にモータ A 側を O F F にしかつモータ B 側を O N にするようにしている。

10

【 0 0 3 7 】

したがって、この場合、始動制御手段 2 0 A は、上位制御装置からの始動指令 S T が O N になると、この時点で同時に始動指令 S T A をオンにし、その後所定期間 T A の間この O N 状態を維持し、所定期間 T A が経過すると、始動指令 S T A を O F F にし、その後所定期間 T B の間この O F F 状態を維持するようにしており、その後は始動指令 S T A の O N / O F F 状態を入力される始動指令 S T と同じになるようにしている（図 2 参照）。

【 0 0 3 8 】

一方、始動制御手段 2 0 B は、この場合、単なる信号遅延手段として機能し、上位制御装置からの始動指令 S T を、所定期間 T A だけ遅延させ、遅延させた始動指令 S T B を演算手段 6 B に出力する。

20

【 0 0 3 9 】

このように、始動制御手段 2 0 A , 2 0 B によって交互に O N になる始動指令 S T A , S T B を形成し、これらの始動指令 S T A , S T B を演算手段 6 A , 6 B に入力するようにしており、演算手段 6 A , 6 B では、入力される始動指令 S T A , S T B と同じ O N / O F F タイミングのゲート信号 G A , G B を形成して増幅器 8 A , 8 B に入力している（図 2 参照）。したがって、最初の期間がモータ A の磁極位置確定期間 T A となり、後半がモータ B の磁極位置確定期間 T B となる。

【 0 0 4 0 】

30

完了遅延手段 3 0 A , 3 0 B は、タイマ回路などによって、始動指令 S T を、モータ A および B の磁極位置確定期間 T A + T B だけ遅延し、この遅延させた始動指令と、演算手段 6 A , 6 B から出力される同期完了信号 S Y A ' , S Y B ' との論理積を夫々とり、この論理積の出力を同期完了信号 S Y A , S Y B として上位制御装置に出力する。

【 0 0 4 1 】

以下、図 2 に示すタイムチャートを参照して図 1 のモータ制御装置の動作を説明する。なお、この場合は、位置指令を 0 すなわちサーボロックとしている。モータ A , B には、前述したように永久磁石同期モータが使用され、これらのモータ A , B には、モータ始動時、モータ磁極位置に前述した $\pm 90^\circ$ を超えるような位相差があり、モータ電流の印加開始時に逆トルクを発生することがあるものとする。

40

【 0 0 4 2 】

図示しない上位制御装置から始動指令 S T が入力されると、始動制御手段 2 0 A は、始動指令 S T A を直ちに O N にして演算手段に出力する。一方、始動制御手段 2 0 B は、始動指令 S T を遅延するので、モータ A の磁極位置確定期間 T A には、始動指令 S T A が O N であり、始動指令 S T B が O F F である。したがって、モータ A の磁極位置確定期間 T A においては、演算手段 6 A は、ゲート信号 G A を O N にするとともに、磁極位置変換手段 1 1 A から得られる磁極位置信号 P A が、入力された速度または位置指令 Q に追従するような電流指令値を演算し、この電流指令値を増幅器 8 A を介してモータ A に出力する。一方、この磁極位置確定期間 T A 中には、始動指令 S T B が O F F であるので、演算手段 6 B は動作せず、モータ B は通電されない。

50

【 0 0 4 3 】

このように、モータ A の磁極位置確定期間 T A には、他方のモータ B は、上位制御装置からのサーボロック指令にもかかわらずまだ通電されていないので、ゲート信号 G A が O N すると、モータ A (および B) が回転する。したがって、変位 A が | | に一致した時点で、電流指令と変位信号 A の方向を比較することで発生トルクの方、つまり初期磁極位置に $\pm 90^\circ$ を超える位相差があるか否を判別することができる。この段階で、初期磁極位置に $\pm 90^\circ$ を超える位相差があると判定した場合は、磁極位置変換手段 1 1 A のスイッチ 1 3 A (図 7 参照) を 1 側に切替えて、磁極位置信号を前述した固定補正值 A によって補正することができ、変位 A , B の増加が止まる。このようにしてモータ A の磁極位置確定動作が終了する。

10

【 0 0 4 4 】

モータ A の磁極位置確定期間 T A が終了すると、始動制御手段 2 0 A は、始動指令 S T A を O F F にする。一方、この時点で、始動制御手段 2 0 B では、遅延時間が終了するので、始動指令 S T B が O N になる。このように、モータ B の磁極位置確定期間 T B には、始動指令 S T A が O F F であり、始動指令 S T B が O N である。したがって、モータ B の磁極位置確定期間 T B においては、演算手段 6 B は、ゲート信号 G B を O N にするとともに、磁極位置変換手段 1 1 B から得られる磁極位置信号 P B が、入力された速度または位置指令 Q に追従するような電流指令値を演算し、この電流指令値を増幅器 8 B を介してモータ A に出る。一方、この磁極位置確定期間 T B 中には、始動指令 S T A が O F F であるので、演算手段 6 A は動作せず、モータ A は通電されない。

20

【 0 0 4 5 】

このようにモータ B の磁極位置確定期間には、ゲート信号 G A が O F F になり、モータ A へのモータ電流印加は中断される。したがって、ゲート信号 G B が O N になると、モータ B (および A) が回転する。したがって、変位 B が | | に一致した時点で、電流指令と変位信号 B の方向を比較することで発生トルクの方、つまり初期磁極位置に $\pm 90^\circ$ を超える位相差があるか否を判別することができる。この段階で、初期磁極位置に $\pm 90^\circ$ を超える位相差があると判定した場合は、磁極位置変換手段 1 1 B のスイッチ 1 3 B を 1 側に切替えて、磁極位置信号を前出した固定補正值 B によって補正する。このようにしてモータ B の磁極位置確定動作が終了する。

【 0 0 4 6 】

このような制御によって、各モータ A , B の磁極位置確定期間を重複しないようにしており、これにより各モータ A , B は、モータ電流 I A , I B の印加開始時に、自身のトルクで自由に回転することができるようになる。

30

【 0 0 4 7 】

このように、モータ A および B の磁極位置確定期間 T A , T B を経た後は、始動制御手段 2 0 A , 2 0 B からは、始動指令 S T と同じ始動指令 S T A , S T B が出力されるので、磁極位置確定期間 T A , T B を終了した時点で、演算手段 6 A , 6 B から出力されるゲート信号 G A , G B が共に O N となる。その後、演算手段 6 A , 6 B は、磁極位置変換手段 1 1 A , 1 1 B からの磁極位置信号 P A を用いて、モータ A および B が速度または位置指令 Q に対して一定の偏差内に追従しているか否かを検出し、一定の偏差内への追従を検出した時点で、同期運転中となり、同期完了信号 S Y A ' , S Y B ' を出力する。

40

【 0 0 4 8 】

ここで、完了遅延手段 3 0 A , 3 0 B では、前述したように、始動指令 S T を、モータ A および B の磁極位置確定期間 T A + T B だけ遅延し、この遅延させた始動指令と、演算手段 6 A , 6 B から出力される同期完了信号 S Y A ' , S Y B ' との論理積を夫々とり、この論理積の出力を同期完了信号 S Y A , S Y B として上位制御装置に出力するようにしている。

【 0 0 4 9 】

したがって、完了遅延手段 3 0 A , 3 0 B からは、少なくともモータ A および B の磁極位置確定期間 T A + T B の間は、同期完了信号 S Y A , S Y B が上位制御装置に対して出力されることはなく、同期完了信号 S Y A , S Y B は、磁極位置確定期間 T A + T B の終了後に出力

50

されることになる。したがって、何らかの原因で、磁極位置確定期間 $T_A + T_B$ 中に、演算手段 6 A, 6 B から同期完了信号 $S_{YA'}$, $S_{YB'}$ が出力されたとしても、磁極位置確定期間 $T_A + T_B$ 中に、同期完了信号 S_{YA} , S_{YB} が上位制御装置に対し出力されることはなくなる。

【0050】

このようにこの実施の形態 1 によれば、互いに連結されて同期運転を始動するモータ A, B として永久磁石同期モータを使用した場合において、始動時、互いのモータ電流の印加開始が重複しないようにしているので、各モータ A, B は、モータ電流 I_A , I_B の印加開始時に、自身のトルクで自由に回転することができるようになり、これにより互いにトルク干渉を生じることなく安定した同期運転始動が可能となる。また、磁極位置確定期間 $T_A + T_B$ 中は、同期完了信号 S_{YA} , S_{YB} の出力を行わないようにしているので、各モータ A, B の始動時の磁極位置が確定されるまで、上位制御装置に対し次の速度または位置指令の出力を待機させることができ、速度または位置指令値への追従性が向上する。

10

【0051】

なお、上記の説明では、始動指令 S_T を調整、遅延することで、交互に ON になる始動指令 S_{TA} , S_{TB} を形成し、この始動指令 S_{TA} , S_{TB} に基づいて形成したゲート信号 G_A , G_B を用いることで、始動時、2 つのモータに対するモータ電流を交互に遮断するようにしたが、始動制御手段 20 A, 20 B を省略して、演算手段 6 A, 6 B での処理によって同様の処理を行わせるようにしてもよい。要は、始動指令の入力直後に 2 つのモータに対するモータ電流を交互に遮断する電流遮断手段を、モータ制御回路の何れかに設けるようにすればよい。

20

【0052】

実施の形態 2 .

次に図 3 を用いてこの発明の実施の形態 2 について説明する。この実施の形態 2 では、一方のモータは、誘導モータまたは絶対値検出器を備えた永久磁石同期モータとしており、この一方のモータは、指令と逆向きにトルクを発生することがない。他方のモータには、永久磁石同期モータを採用しており、始動時、指令と逆向きにトルクが発生することがある。この場合は、モータ A を永久磁石同期モータ、モータ B を誘導モータとする。このため、この実施の形態 2 では、モータ A に対する磁極位置確定期間 T_A のみが必要であり、モータ B 側は磁極位置確定期間が不要である。実施の形態 2 では、モータ B の磁極位置確定期間が不要であるので、短時間に同期運転に移行することが可能となる。

30

【0053】

そこで、この実施の形態 2 においては、図 3 に示すように、始動制御手段 20 A は、特に何の処理も行わず、入力された始動指令 S_T をスルーに始動指令 S_{TA} として演算手段 6 A に出力する。他方、始動制御手段 20 B には、所定の遅延時間（モータ A の磁極位置確定期間 T_A に対応）を設定しており、始動制御手段 20 B は始動指令 S_T を所定の遅延時間遅延させ、遅延させた始動指令 S_{TB} を演算手段 6 B に入力する。

【0054】

したがって、演算手段 6 A は、始動指令 S_T が入力された直後からゲート信号 G_A を増幅器 8 A に入力するが、演算手段 6 B は、モータ A の磁極位置確定期間 T_A の間はゲート信号 G_B を OFF にし、モータ A の磁極位置確定期間 T_A が経過した後、ゲート信号 G_B を ON とする。

40

【0055】

このようにこの実施の形態 2 においては、始動指令 S_T が入力された直後からモータ A の磁極位置確定期間 T_A となり、つぎのモータ B の磁極位置確定期間 T_B は存在しない。

【0056】

モータ A の磁極位置確定期間 T_A には、2 つのゲート信号 G_A , G_B の ON 状態が重複していないので、モータ A において電流の印加開始時に、モータ A は自身のトルクで自由に回転できる。

【0057】

50

すなわち、モータ A の磁極位置確定期間 T A には、他方のモータ B は、上位制御装置からのサーボロック指令にもかかわらずまだ通電されていないので、ゲート信号 G A が O N すると、モータ A (および B) が回転する。したがって、変位 A が | | に一致した時点で、電流指令と変位信号 A の方向を比較することで発生トルクの方、つまり初期磁極位置に $\pm 90^\circ$ を超える位相差があるか否を判別することができる。この段階で、初期磁極位置に $\pm 90^\circ$ を超える位相差があると判定した場合は、磁極位置変換手段 1 1 A のスイッチ 1 3 A (図 7 参照) を 1 側に切替えて、磁極位置信号を前述した固定補正值 A によって補正することができ、変位 A , B の増加が止まる。このようにしてモータ A の磁極位置確定動作が終了する。

【 0 0 5 8 】

10

このようにして、モータ A の磁極位置確定期間 T A を経た後は、始動制御手段 2 0 B (2 0 A) からは、始動指令 S T と同じ始動指令 S T B (S T A) が出力されるので、磁極位置確定期間 T A を終了した時点で、演算手段 6 A , 6 B から出力されるゲート信号 G A , G B が共に O N となる。その後、演算手段 6 A , 6 B は、磁極位置変換手段 1 1 A , 1 1 B からの磁極位置信号 P A を用いて、モータ A および B が速度または位置指令 Q に対して一定の偏差内に追従しているか否かを検出し、一定の偏差内への追従を検出した時点で、同期運転中となり、同期完了信号 S Y A ' , S Y B ' を出力する。

【 0 0 5 9 】

ここで、完了遅延手段 3 0 A , 3 0 B では、始動指令 S T を、モータ A の磁極位置確定期間 T A だけ遅延し、この遅延させた始動指令と、演算手段 6 A , 6 B から出力される同期完了信号 S Y A ' , S Y B ' との論理積を夫々とり、この論理積の出力を同期完了信号 S Y A , S Y B として上位制御装置に出力するようにしている。

20

【 0 0 6 0 】

したがって、完了遅延手段 3 0 A , 3 0 B からは、少なくともモータ A の磁極位置確定期間 T A の間は、同期完了信号 S Y A , S Y B が上位制御装置に対して出力されることはなく、同期完了信号 S Y A , S Y B は、磁極位置確定期間 T A の終了後に出力されることになる。したがって、何らかの原因で、磁極位置確定期間 T A 中に、演算手段 6 A , 6 B から同期完了信号 S Y A ' , S Y B ' が出力されたとしても、磁極位置確定期間 T A 中に、同期完了信号 S Y A , S Y B が上位制御装置に対し出力されることはなくなる。

【 0 0 6 1 】

30

この実施の形態 2 によれば、互いに連結されて同期運転を始動するモータ A , B の一方に永久磁石同期モータを使用した場合において、始動時、互いのモータ電流の印加開始が重複しないようにしているので、永久磁石同期モータは、そのモータ電流の印加開始時に、自身のトルクで自由に回転することができるようになり、これにより互いにトルク干渉を生じることなく安定した同期運転始動が可能となる。また、永久磁石同期モータの磁極位置確定期間 T A 中は、同期完了信号 S Y A , S Y B の出力を行わないようにしているので、永久磁石同期モータの始動時の磁極位置が確定されるまで、上位制御装置に対し次の速度または位置指令の出力を待機させることができ、速度または位置指令値への追従性が向上する。

【 0 0 6 2 】

40

【 発明の効果 】

以上説明したように、この発明によれば、互いに連結されて同期運転を始動するモータとして永久磁石同期モータを使用した場合において、始動時、互いのモータ電流の印加開始が重複しないようにしているので、各モータは、モータ電流の印加開始時に、自身のトルクで自由に回転することができるようになり、これにより互いにトルク干渉を生じることなく安定した同期運転始動が可能となる。

【 0 0 6 3 】

つぎの発明によれば、各モータの磁極位置確定期間中は、同期完了信号の出力を行わないようにしているので、各モータの始動時の磁極位置が確定されるまで、上位制御装置に対し次の速度または位置指令の出力を待機させることができ、速度または位置指令値への追

50

従性が向上する。

【 0 0 6 4 】

つぎの発明によれば、互いに連結されて同期運転を始動する 2 つのモータの一方に永久磁石同期モータを使用した場合において、始動時、互いのモータ電流の印加開始が重複しないようにしているので、永久磁石同期モータは、そのモータ電流の印加開始時に、自身のトルクで自由に回転することができるようになり、これにより互いにトルク干渉を生じることなく安定した同期運転始動が可能となる。

【 0 0 6 5 】

つぎの発明によれば、永久磁石同期モータの磁極位置確定期間中は、同期完了信号の出力を行わないようにしているので、永久磁石同期モータの始動時の磁極位置が確定されるまで、上位制御装置に対し次の速度または位置指令の出力を待機させることができ、速度または位置指令値への追従性が向上する。

10

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 および 2 に用いられるモータ制御装置を示すブロック図である。

【図 2】 この発明の実施の形態 1 の動作を説明するためのタイムチャートである。

【図 3】 この発明の実施の形態 2 の動作を説明するためのタイムチャートである。

【図 4】 従来のモータ制御装置を示すブロック図である。

【図 5】 従来のモータ制御装置の動作を説明するためのタイムチャートである。

【図 6】 ロータ磁極位置と巻線電流による磁極の関係を示す図である。

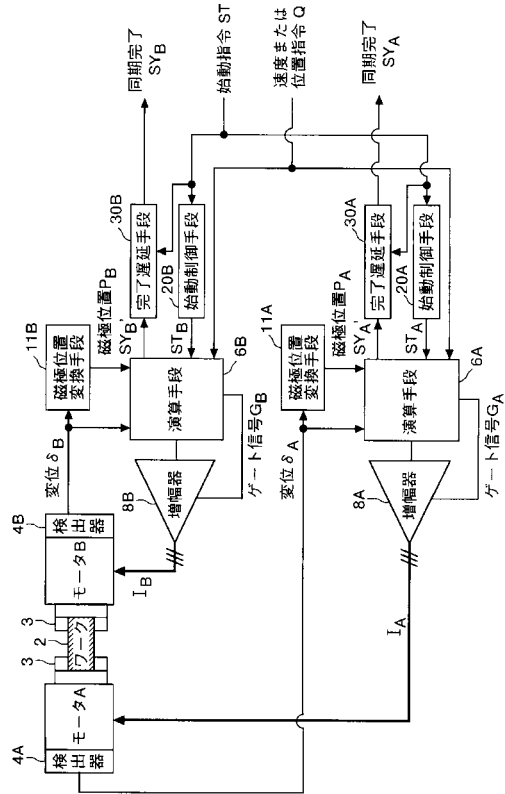
20

【図 7】 磁極位置変換手段の内部構成を示す図である。

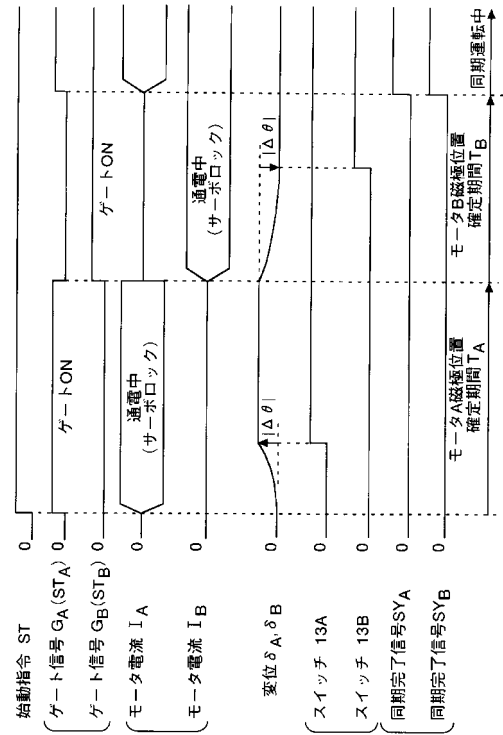
【符号の説明】

2 ワーク、3 開閉チャック、4 A , 4 B 位置検出器、6 A , 6 B 演算手段、8 A , 8 B 増幅器、11 A , 11 B 磁極位置変換手段、13 A , 13 B スイッチ（切換スイッチ）、20 A , 20 B 始動制御手段、30 A , 30 B 完了遅延手段、A , B モータ、GA , GB ゲート信号、IA , IB モータ電流、PA , PB 磁極位置信号、PEA 初期磁極位置、Q 速度または位置指令、ST 始動指令、STA , STB 始動指令、SYA , SYB 同期完了信号、TA , TB 磁極位置確定期間、A , B 固定補正值、A , B 変位信号。

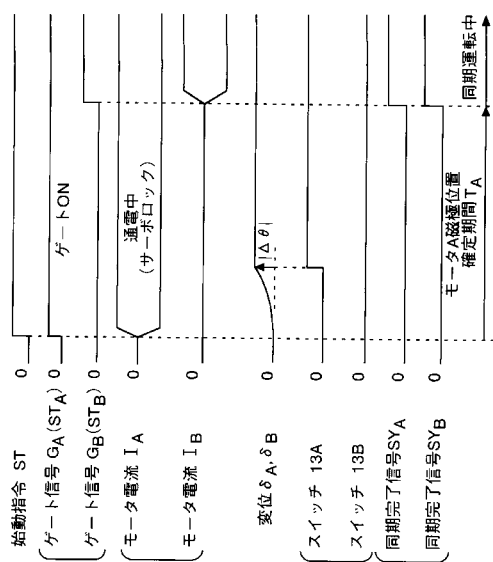
【図 1】



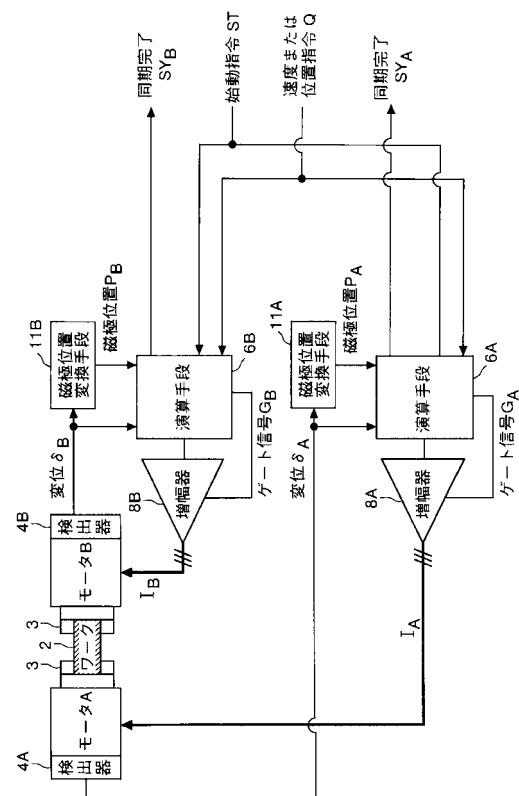
【図 2】



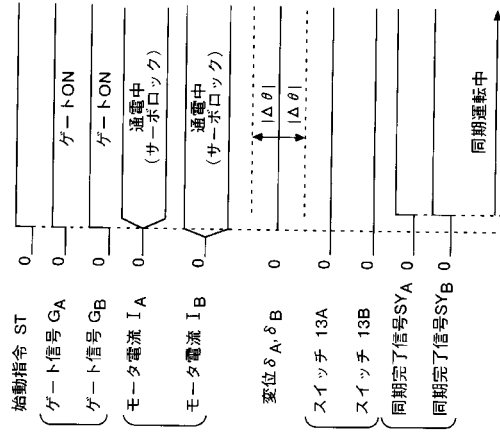
【図 3】



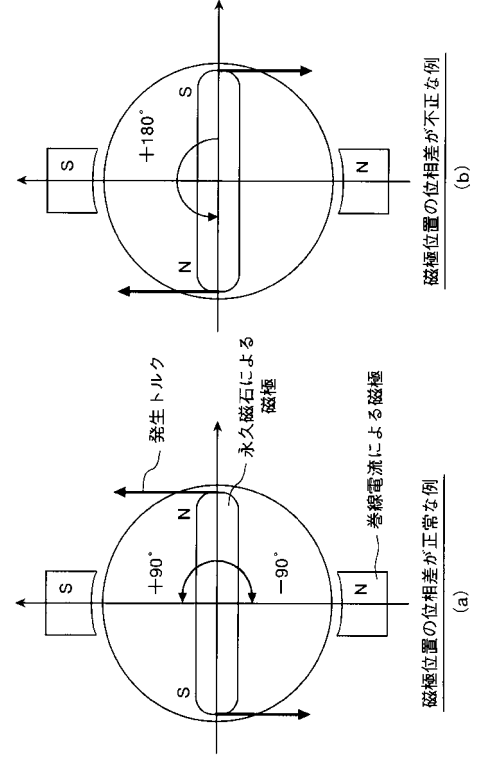
【図 4】



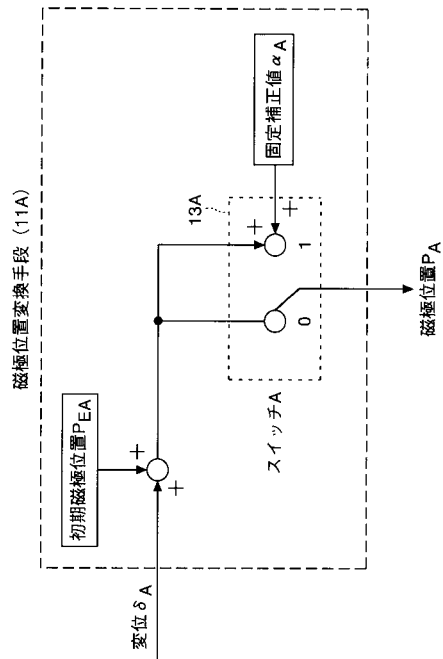
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H02P 6/00 - 6/02
H02P 5/28 - 5/44
H02P 5/46 - 5/52
H02P 7/36 - 7/80
H02P 7/628- 7/632
H02P 21/00