

(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2011-217584
(P2011-217584A)

(43) 公開日 平成23年10月27日(2011.10.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2P 6/10 (2006.01)	HO2P 6/02 321G	5H560
HO2P 6/16 (2006.01)	HO2P 6/02 321N	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2010-86153 (P2010-86153)
(22) 出願日 平成22年4月2日 (2010.4.2)

(71) 出願人 000114215
ミネベア株式会社
長野県北佐久郡御代田町大字御代田410
6-73
(74) 代理人 100068618
弁理士 粵 経夫
(74) 代理人 100104145
弁理士 宮崎 嘉夫
(74) 代理人 100109690
弁理士 小野塚 薫
(74) 代理人 100135035
弁理士 田上 明夫
(74) 代理人 100131266
弁理士 ▲高▼ 昌宏

最終頁に続く

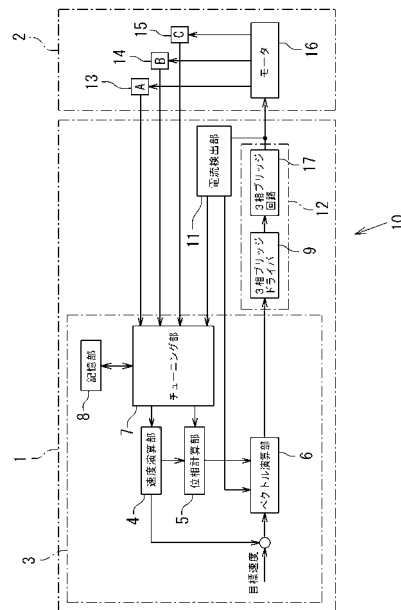
(54) 【発明の名称】 モータ駆動装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】ロータの磁極位置を検出する各センサの相対誤差の補正及び進角の調整を容易に実施して、高効率でモータを駆動することが可能なモータ駆動装置及びその制御方法を提供する。

【解決手段】モータ駆動装置1は、多相コイルに流れるモータ電流を供給するインバータ部12と、モータ電流を検出する電流検出部11と、インバータ部12を所定の励磁パターンで動作させる制御信号を供給する制御部3とを備えており、制御部3は、モータ16に取り付けられた複数個の磁極位置センサ13~15からの位置情報と、電流検出部11からの電流情報が入力するチューニング部7を備え、チューニング部7は、位置情報の相対誤差を補正する相対誤差補正手段と、相対誤差補正後の位置情報と電流情報に基づいてモータの進角を調整する進角調整手段とを備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

永久磁石を有するロータと多相コイルを有するステータとを含むモータを駆動するためのモータ駆動装置において、

前記多相コイルに流れるモータ電流を供給するインバータ部と、前記モータ電流を検出する電流検出部と、前記インバータ部を所定の励磁パターンで動作させる制御信号を供給する制御部とを備えており、

前記制御部は、前記モータに取り付けられた複数個の磁極位置センサからの位置情報と、前記電流検出部からの電流情報が入力するチューニング部を備え、該チューニング部は、前記位置情報の相対誤差を補正する相対誤差補正手段と、相対誤差補正後の前記位置情報と前記電流情報に基づいて前記モータの進角を調整する進角調整手段とを備えることを特徴とするモータ駆動装置

10

【請求項 2】

前記制御部は、前記チューニング部から入力される相対誤差補正後の前記位置情報に基づいて前記ロータの回転速度を算出する速度演算部と、前記速度演算部から入力される前記回転速度及び前記チューニング部から入力される相対誤差補正後の前記位置情報に基づいて前記モータの位相を算出する位相計算部と、前記回転速度と目標速度との誤差、前記モータの位相、及び前記電流情報に基づいて前記インバータ部を動作させる制御信号を形成するベクトル演算部と、を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のモータ駆動装置。

20

【請求項 3】

前記相対誤差補正手段は、それぞれの前記磁極位置センサから入力する信号間の時間差を測定してこれらの平均を取り、前記磁極位置センサのその他のそれぞれについて、前記平均からの誤差を求めて対応する電気角を補正することにより、前記位置情報の相対誤差を補正することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のモータ駆動装置。

30

【請求項 4】

前記進角調整手段は、相対誤差補正後の前記位置情報から得られる前記モータの位相と前記モータ電流との相関に基づいて、前記モータ電流が最小となる前記位相を探索することにより、前記進角を調整することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のモータ駆動装置。

40

【請求項 5】

多相コイルに流れるモータ電流を供給するインバータ部と、前記モータ電流を検出する電流検出部と、前記インバータ部を所定の励磁パターンで動作させる制御信号を供給する制御部とを備え、永久磁石を有するロータと前記多相コイルを有するステータとを含むモータを駆動するためのモータ駆動装置の制御方法であって、

前記モータに取り付けられた複数個の磁極位置センサからの位置情報の相対誤差を補正する段階と、相対誤差補正後の前記位置情報と前記電流情報に基づいて前記モータの進角を調整する段階とを含むことを特徴とする制御方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、モータ駆動装置とその制御方法に関し、特に、多相コイルからなるステータと永久磁石からなるロータとを備えたモータを高効率に駆動するモータ駆動装置及びその制御方法に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

一般に、多相コイルからなるステータと永久磁石からなるロータとを備えたモータ（例えば、ブラシレス DC モータ。以下、単にモータともいう。）は、モータ駆動装置が備えるインバータを所定の励磁パターンでスイッチングすることにより、多相（例えば 3 相）コイルに流れるモータ電流を順次供給して回転磁界を発生させ、永久磁石からなるロータがその回転磁界に追随して回転するように構成されている。

50

このようなモータを駆動するには、ロータの磁極位置に応じた適切なモータ電流を供給するために磁極位置を検出または推定する手段が必要となり、例えば、複数のホールセンサを用いて磁極位置を検出することが行われている。

【0003】

ここで、モータの駆動において、磁極位置に検出誤差があると、インバータを励磁するタイミングがずれて効率が悪化する。このような検出誤差の要因として、各ホールセンサのモータ軸への組み付け誤差があり、この組み付け誤差は、特に、径の大きなモータを駆動させる場合、その誤差角度が大きくなる傾向になるため問題となる。

この問題を解決する手段の1つとして、例えばレゾルバのような高精度の角度センサを用いて磁極位置を検出することが挙げられるが、このような高精度の角度センサは高価であり、モータ駆動装置のコストが増大するという問題がある。

そこで、従来、各ホールセンサからの磁極位置検出情報の相対誤差を補正するための方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-166735号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、モータの駆動制御では、各ホールセンサの取り付け位置の相対誤差を補正するだけでなく、特に正弦波駆動でそのトルクを最大限に引き出すためには、モータのコイルにおける誘起電圧とモータ電流の位相を合わせる所謂進角調整も重要であり、上述した特許文献1には、このような進角調整については、開示されていない。

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、ロータの磁極位置を検出する各センサの相対誤差の補正及び進角の調整を容易に実施して、高効率でモータを駆動することが可能なモータ駆動装置及びその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以下の発明の態様は、本発明の構成を例示するものであり、本発明の多様な構成の理解を容易にするために、項別けして説明するものである。各項は、本発明の技術的範囲を限定するものではなく、発明を実施するための最良の形態を参酌しつつ、各項の構成要素の一部を置換し、削除し、又は、さらに他の構成要素を付加したものについても、本願発明の技術的範囲に含まれ得るものである。

【0008】

(1) 永久磁石を有するロータと多相コイルを有するステータとを含むモータを駆動するためのモータ駆動装置において、前記多相コイルに流れるモータ電流を供給するインバータ部と、前記モータ電流を検出する電流検出部と、前記インバータ部を所定の励磁パターンで動作させる制御信号を供給する制御部とを備えており、前記制御部は、前記モータに取り付けられた複数個の磁極位置センサからの位置情報と、前記電流検出部からの電流情報が入力するチューニング部を備え、該チューニング部は、前記位置情報の相対誤差を補正する相対誤差補正手段と、相対誤差補正後の前記位置情報と前記電流情報に基づいて前記モータの進角を調整する進角調整手段とを備えることを特徴とするモータ駆動装置（請求項1）。

【0009】

(2) (1)項に記載のモータ駆動装置において、前記制御部は、前記チューニング部から入力される相対誤差補正後の前記位置情報に基づいて前記ロータの回転速度を算出する速度演算部と、前記速度演算部から入力される前記回転速度及び前記チューニング部から

10

20

30

40

50

入力される相対誤差補正後の前記位置情報に基づいて前記モータの位相を算出する位相計算部と、前記回転速度と目標速度との誤差、前記モータの位相、及び前記電流情報に基づいて前記インバータ部を動作させる制御信号を形成するベクトル演算部と、を含むことを特徴とするモータ駆動装置（請求項2）。

【0010】

(3)(1)または(2)項に記載のモータ駆動装置において、前記相対誤差補正手段は、それぞれの前記磁極位置センサからの入力信号間の時間差を測定してこれらの平均を取り、前記磁極位置センサの一つのセンサの入力信号を基準として、前記磁極位置センサのその他のそれぞれについて、前記平均からの誤差を求めて対応する電気角を補正することにより、前記位置情報の相対誤差を補正することを特徴とするモータ駆動装置（請求項3）。

10

【0011】

(4)(1)から(3)のいずれか1項に記載のモータ駆動装置において、前記進角調整手段は、相対誤差補正後の前記位置情報から得られる前記モータの位相と前記モータ電流との相関に基づいて、前記モータ電流が最小となる前記位相を探索することにより、前記進角を調整することを特徴とするモータ駆動装置（請求項4）。

【0012】

(5)多相コイルに流れるモータ電流を供給するインバータ部と、前記モータ電流を検出する電流検出部と、前記インバータ部を所定の励磁パターンで動作させる制御信号を供給する制御部とを備え、永久磁石を有するロータと前記多相コイルを有するステータとを含むモータを駆動するためのモータ駆動装置の制御方法であって、前記モータに取り付けられた複数の磁極位置センサからの位置情報の相対誤差を補正する段階と、相対誤差補正後の前記位置情報と前記電流情報に基づいて前記モータの進角を調整する段階とを含むことを特徴とする制御方法（請求項5）。

20

【発明の効果】

【0013】

本発明に係る負荷駆動装置は、以上のように構成したため、ロータの磁極位置を検出する各センサの相対誤差の補正及び進角の調整を容易に実施して、高精度の角度センサを用いることなく、高効率でモータを駆動することが可能なモータ駆動装置及びその制御方法を提供することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態におけるモータ駆動装置を含むモータ制御システムを示すブロック図である。

【図2】図1に示すモータ駆動装置において、チューニング部の動作の一例を示すフローチャートである。

【図3】本発明の一実施形態において、ホールセンサからの信号の例を示す図であり、(a)は、相対誤差のない場合、(b)は、相対誤差のある場合を示す図である。

【図4】本発明の一実施形態において、進角調整処理動作の一例を示すフローチャートである。

40

【図5】本発明に係るモータ駆動装置において、チューニング部の動作の別の例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

図1は、本発明の一実施形態におけるモータ駆動装置1を含むモータ制御システム10を示すブロック図である。モータ制御システム10は、モータ駆動装置1とモータユニット2から構成され、モータユニット2は、永久磁石形ブラシレスDCモータであるモータ16と、モータ16に取り付けられた3個のホールセンサ13、14、15からなる。本実施形態において、モータ16は、例えば、永久磁石型ブラシレスDCモータであり、2極

50

の永久磁石を有するロータと、3相コイルを含むステータとを有するものである。また、3個のホールセンサ13、14、15は、モータ16のロータの磁極位置を検出する磁極位置センサとして機能する。

【0016】

モータ制御システム10において、モータ駆動装置1は、3相ブリッジ回路17及びこれを駆動する3相ブリッジドライバ9を含むインバータ部12と、モータ16の3相コイルに流れるモータ電流を検出する電流検出部11と、インバータ部12を動作させる制御信号をインバータ部12に供給する制御部3を備えている。

さらに、制御部3は、チューニング部7、記憶部8、速度演算部4、位相計算部5、及びベクトル演算部6を備えており、ホールセンサ13、14、15から入力される位置情報、電流検出部11から入力される電流情報、及び、目標速度に基づいて、モータ16をこの目標速度で回転させるために適切な励磁パターンでインバータ部12を動作させるためのPWM制御信号を形成し、インバータ部12の3相ブリッジドライバ9に出力するものである。

【0017】

ここで、本実施形態のモータ駆動装置1は、その制御部3がチューニング部7を備えており、このチューニング部7が、ホールセンサ13、14、15から入力される位置情報の相対誤差補正手段と、相対誤差補正後の位置情報と電流検出部11からの電流情報に基づいてモータ16の進角を調整する進角調整手段とを備えることを、その主要な特徴とするものであり、次に、チューニング部7の動作について詳述する。

【0018】

尚、本実施形態において、少なくとも制御部3は、必要な揮発性メモリ(RAM)及び不揮発性メモリ(ROM)を備えたマイクロコントローラシステムとして構成されることが好ましく、その際、相対誤差補正手段及び進角調整手段は、以下に説明する動作を実行するソフトウェアモジュールとして実装されるものである。但し、本発明は、これらの構成要素の実装態様によって限定されるものではなく、制御部3(及び、その相対誤差補正手段及び進角調整手段)は、後述する制御動作を実行する限り、任意の適切なハードウェアまたはソフトウェア、またはそれらの組合せによって実現されるものであってもよい。

【0019】

図2は、チューニング部7における動作の概要を示すフローチャートである。チューニング部7は、任意の適切なタイミングでそのチューニング動作を開始し、まず、各ホールセンサ13、14、15の相対誤差補正処理を実行し(ステップS101)、相対誤差補正処理が終了したならば(ステップS102のYes)、モータ16の制御位相の進角調整処理を実行する(ステップS103)。そして、制御位相の進角調整処理の終了により(ステップS104のYes)、チューニング動作が終了する。

【0020】

ここで、チューニング部7におけるチューニング動作は、例えばモータ制御システム10の工場出荷時に1度実行され、それによって得られた後述する相対誤差の補正值及び進角の調整値を記憶部8に保存し、以後、制御部3は、この補正值及び調整値に基づいて制御信号を形成するものであってもよい。あるいは、チューニング部7におけるチューニング動作は、目標速度(回転速度指令)が所定の基準以上に変化した場合に、その都度始動されて、補正值及び調整値を更新するものであってもよい。後者の方法は、高精度に相対誤差の補正及び進角値の調整を実施する上で有利であり、一方、モータ制御システム10が目標速度の変更が頻繁に行われる用途で使用される場合には、モータ16の円滑な駆動のために、前者の方法をとる方が有利である場合もある。

【0021】

ここで、図3を参照して、各ホールセンサ13、14、15の相対誤差補正処理について、具体的に説明すれば、次の通りである。本実施形態において、ホールセンサ13、14、15は、モータ16の軸回りに、空間的に互いに120度離隔するように配置されており、これらの取り付け位置に相対的誤差がない場合、各ホールセンサ13、14、15

10

20

30

40

50

からのチューニング部 7 に入力する信号は、図 3 (a) に示すようになる。

各ホールセンサ 1 3、1 4、1 5 の信号 (それぞれ、図 3 に示す信号 H a l l A、H a l l B、H a l l C に相当する) は、モータ 1 6 のロータの回転位置に応じて、電気角 1 8 0 ° 毎にハイ (H i g h) とロー (L o w) が切り替わるようになっており、3 つの信号 H a l l A、H a l l B、H a l l C の間のずれ (時間差) から、電気角 6 0 度のロータの回転位置が判定されるものである。

そして、各ホールセンサ 1 3、1 4、1 5 の取り付け位置に相対的誤差がない場合には、図 3 (a) に示すように、例えば、各信号間の電気角 6 0 度に対応する時間差 (H a l l A のハイ入力から H a l l B のハイ入力までの時間 $T_{A B}$ 、H a l l B のハイ入力から H a l l C のハイ入力までの時間 $T_{B C}$ 、及び、H a l l C のハイ入力から H a l l A のロー入力までの時間 $T_{C A}$) は、全て等しい ($T_{A B} = T_{B C} = T_{C A}$)。

【 0 0 2 2 】

しかし、各ホールセンサ 1 3、1 4、1 5 の取り付け位置に相対的誤差がある場合には、図 3 (b) に示すように、これらの時間差 (時間 $T_{A B}$ 、時間 $T_{B C}$ 、時間 $T_{C A}$) は異なるものになる。この場合、例えば、H a l l A を基準として選択し、H a l l B ($T_{A B}$) に対する角度補正値を、時間 $T_{A B}$ 、時間 $T_{B C}$ 、及び時間 $T_{C A}$ の平均をとることにより、次のように算出することができる。

$$\left[\left(T_{A B} - \left(T_{A B} + T_{B C} + T_{C A} \right) / 3 \right) / \left(T_{A B} + T_{B C} + T_{C A} \right) \right] \times 1 8 0 \text{ 度}$$

H a l l C ($T_{C A}$) に対する角度補正値も同様にして算出する。

尚、 $T_{A B} + T_{B C} + T_{C A}$ は電気角 1 8 0 度の回転にかかる時間である。

【 0 0 2 3 】

このように算出された補正値は、記憶部 8 に保存され、以後、チューニング部 7 は、速度演算部 4 及び位相計算部 5 に対して、この補正値に基づいて相対誤差が補正された位置情報を出力するものである。

そして、速度演算部 4 は、相対誤差補正後の位置情報に基づいて、ロータの回転速度を算出し、また、位相計算部 5 は、速度演算部 4 からの入力される回転速度情報に基づいて、相対誤差補正後の位置情報を内挿することによって、モータ 1 6 の現在の位相を精細に計算し、ベクトル演算部 6 は、速度演算部 4 によって算出された回転速度と与えられた目標速度との誤差、位相計算部 5 によって算出されたモータ 1 6 の位相、及び電流検出部 1 1 からの電流情報に基づいて、周知のベクトル演算を実施して、インバータ部 1 2 を動作させる制御信号を形成する。

これによって、本実施形態におけるモータ駆動装置 1 は、高効率にモータ 1 6 を駆動することができる。

【 0 0 2 4 】

次に、図 4 を参照して、チューニング部 7 における進角調整処理動作について説明する。この進角調整処理動作は、相対誤差補正後の位置情報から得られるモータ 1 6 の位相と電流検出部 1 1 により検出されたモータ電流との相関に基づいて、モータ電流が最小となる位相を探索することにより、制御位相の進角値を調整するものであり、以下、図 4 に示す各ステップ毎に、進角調整処理動作を説明する。

尚、図 4 に示す各ステップにおいて、モータの制御位相は、上述した補正値により相対誤差が補正された後の位置情報に基づいて得られるものである。

【 0 0 2 5 】

まず、位相調整値を初期化し (ステップ S 2 0 1)、位相調整ステップ (ステップ S 2 0 2) (例えば、0 . 0 5 度程度) を設定する。次に、電流検出部 1 1 の電流情報から、一定時間におけるモータ電流の移動平均を算出して保存し (ステップ S 2 0 3)、位相調整値を位相調整ステップ分だけ減少させる (ステップ S 2 0 4)。次に、位相の調整方向を減少 (マイナス) 方向に設定する (ステップ S 2 0 5)。

次に、モータ制御システム 1 0 の動作が安定するまで一定時間待機し (ステップ S 2 0 6、S 2 0 7)、その後、電流検出部 1 1 の現在の (すなわち、位相調整値を位相調整ステ

10

20

30

40

50

ップ分だけ減少させた後の)電流情報から、一定時間におけるモータ電流の移動平均を算出する(ステップS208)。次に、ステップS208で算出された現在の移動平均と、ステップ203で保存された以前の移動平均とを比較し(ステップS209)、現在の移動平均が以前の移動平均よりも小さい場合(ステップS210におけるYes)、ステップS211に制御が移行する。

【0026】

ステップ210における判定でYesと判定された場合、位相調整値を減少させることによって、モータ電流が減少した(すなわち、効率が向上したこと)を意味するため、モータ電流の移動平均値を現在の値に更新した後(ステップS211)、位相調整値を変更して、再び、ステップS206から位相調整値の探索を繰り返すことになる。

10

但し、この際、ステップS212において、調整方向が減少(マイナス)方向かどうかが判定され、減少方向であった場合(Yes)、位相調整値を位相調整ステップ分だけ減少させる(ステップS213)。また、増大方向であった場合(No)には、位相調整値を位相調整ステップ分だけ増大させる(ステップS214)。

【0027】

一方、ステップS210において、現在の移動平均が以前の移動平均以上であった場合(ステップS210におけるNo)、制御は、ステップS215に移行し、ステップS210における判定が1回目か否かが判定される(ステップS215)。そして、この判定の結果がYesの場合には、位相調整値の調整方向を増大(プラス)方向に設定し(ステップS216)、ステップS211に遷移する。これによって、モータ電流が最小となる位相調整値が存在する可能性のある範囲が、逆方向にもう一度探索されることになる。また、ここで、位相調整ステップとして、初期値よりも小さい値を設定するものであってもよい。

20

【0028】

そして、ステップS215における判定の結果がNoの場合、位相調整値を直前の値に戻し(すなわち、ステップS217において、調整方向が減少方向の場合(Yes)には、位相調整値を位相調整ステップ分増大させ(ステップS218)、調整方向が増大方向の場合(No)には、位相調整値を位相調整ステップ分減少させる(ステップS219))、次に、この位相調整値を、モータ電流が最小となり、したがって効率が最大である調整値として記憶部8に保存して(ステップS220)、制御位相の進角調整処理が終了する。

30

【0029】

尚、この進角調整処理により調整された角度は、チューニング部7におけるチューニング動作時に設定されている回転速度での最適な進角調整値である。モータの最適な進角量は、モータの回転数と負荷に応じて変化するものの、例えばエアコン等のファン用途に用いられるモータでは、負荷の大きさはモータが回転させるファンの特性によって決まることから、最適な進角量は回転数に比例することが知られており、適切な一次関数によって表すことができる。したがって、図4に示す進角調整処理によって得られた調整値から、モータの全回転領域の調整値を得ることができる。

【0030】

本実施形態におけるモータ駆動装置1は、このように、チューニング部7において、ロータの磁極位置を検出する各ホールセンサ13、14、15の相対誤差の補正と進角調整の両方を実施することによって、モータ制御システム10において、モータ16を高効率でモータ駆動することが可能となる。

40

【0031】

また、本実施形態は、ロータの回転位置に応じて変化する誘起電圧に対して同位相の正弦波電流を流すか、または、進み位相の正弦波電流を流すベクトル制御方式(180度通電方式)の場合を例として説明したが、本発明に係るモータ駆動装置及びその制御方法は、回転位置に応じて変化する誘起電圧に対して誘起電圧が最大相の巻線と最小相の巻線を選択して通電する方式(120度通電方式)に対しても適用可能である。

50

位相調整動作の変形例は、図5に示すように、まず、調整対象位相をホールセンサA(13)とした位相調整処理を実行(ステップS301、S302)し、その終了後、調整対象位相をホールセンサB(14)とした位相調整処理を実行(ステップS304、S305)し、その終了後、調整対象位相をホールセンサC(15)とした位相調整処理を実行(ステップS307、S308)し、最後に、調整対象位相を進角調整に設定し(ステップS310)、位相調整処理を実行する(ステップS311)のものであってもよい。

この場合でも、各位相調整処理(ステップS302、S305、S308、S310)の具体的な動作は、図4に示す位相調整処理と同様のものである。

また、位相調整方法は、図4に示した方法に限定されるものではなく、例えば、2分検索法を用いて位相調整ステップを制御する方法であってもよい。2分検索法を用いることで調整時間の短縮あるいは正確な調整を行うことが可能となる場合もある。

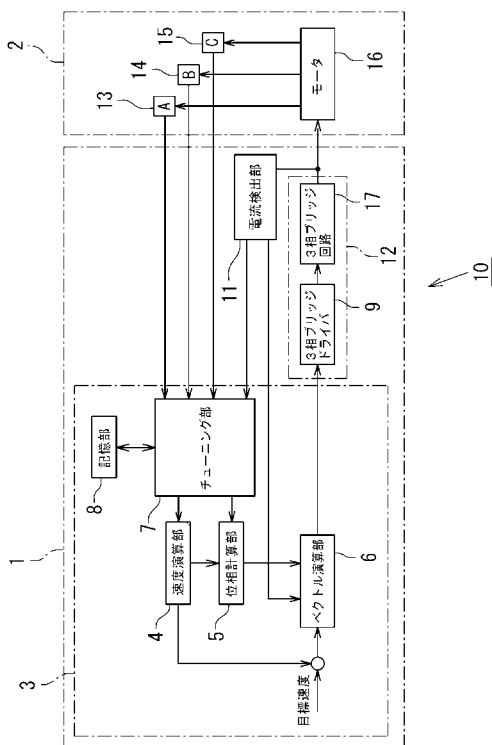
10

【符号の説明】

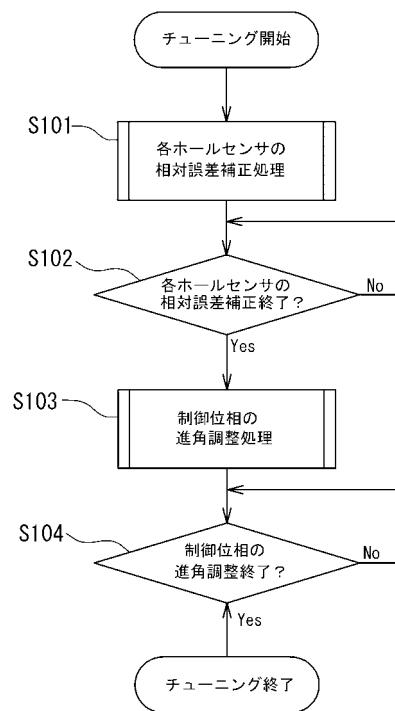
【0032】

- 1：モータ駆動装置、2：モータユニット、3：制御部、4：速度演算部、5：位相計算部、6：ベクトル演算部、7：チューニング部、8：記憶部、9：3相ブリッジドライバ、10：モータ制御システム、11：電流検出部、12：インバータ部、13,14,15：ホールセンサ(磁極位置センサ)、16：モータ、17：3相ブリッジ回路

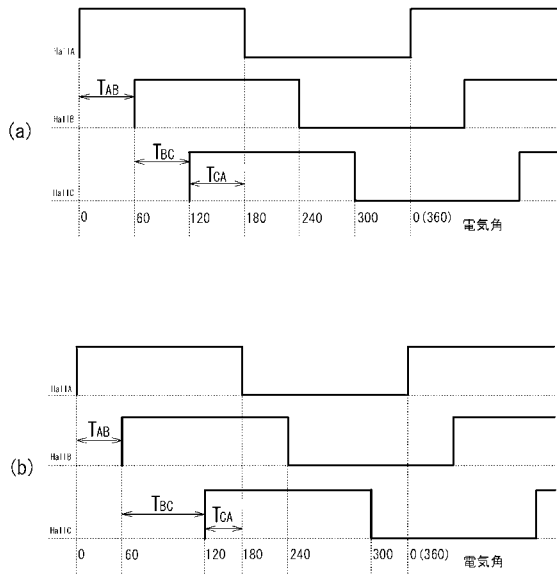
【図1】



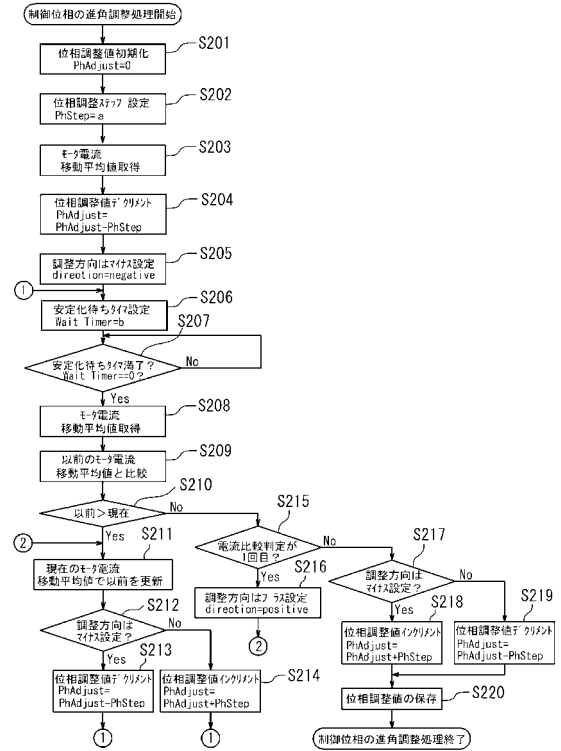
【図2】



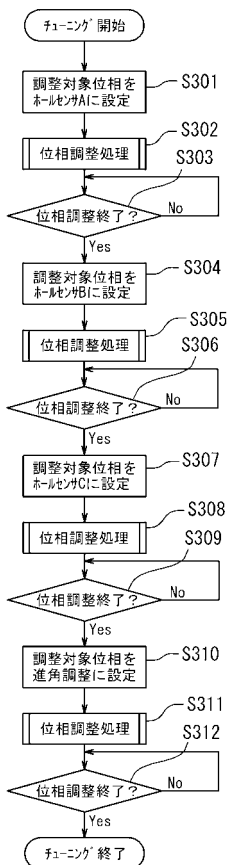
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 吉宏

長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベア株式会社内

(72)発明者 藤裏 活吏

長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベア株式会社内

(72)発明者 増田 重巳

長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベア株式会社内

Fターム(参考) 5H560 BB04 BB12 DA02 DB20 DC12 EB01 GG04 RR01 TT15 XA02
XA04 XA12 XA13 XA15