

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4105174号  
(P4105174)

(45) 発行日 平成20年6月25日(2008.6.25)

(24) 登録日 平成20年4月4日(2008.4.4)

(51) Int.Cl. F I  
H02P 6/08 (2006.01) H02P 6/02 371J

請求項の数 9 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2005-145428 (P2005-145428)	(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
(22) 出願日	平成17年5月18日(2005.5.18)	(74) 代理人	100073759 弁理士 大岩 増雄
(65) 公開番号	特開2006-325312 (P2006-325312A)	(74) 代理人	100093562 弁理士 児玉 俊英
(43) 公開日	平成18年11月30日(2006.11.30)	(74) 代理人	100088199 弁理士 竹中 岑生
審査請求日	平成17年5月18日(2005.5.18)	(74) 代理人	100094916 弁理士 村上 啓吾
		(72) 発明者	中川 章寛 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブラシレスモータの駆動方法とその駆動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

目標モータ電流値と実際のモータ電流値との偏差に応じて制御パラメータを算出し、この算出された制御パラメータに基づいてPWMの駆動を実施する駆動回路によりブラシレスモータのモータ電流値を制御すると共に、上記ブラシレスモータのモータ電流値を検出するモータ電流検出センサのモータ電流信号に基づいて上記駆動回路の通電位相角を制御するブラシレスモータの駆動方法において、上記算出された制御パラメータに基づいて操作量を演算し、この演算された操作量を基に、予め設計作成された操作量と進角量との対応関係から進角量を演算し、この演算された進角量の情報により、上記モータ電流信号に基づいて設定された上記駆動回路の通電位相角の値を補正するようにしたことを特徴とするブラシレスモータの駆動方法

10

【請求項2】

上記操作量は、制御パラメータである、比例制御を行う比例項と、積分制御を行なう積分項、および微分制御を行う微分項の、少なくとも一つの項を用いて演算するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のブラシレスモータの駆動方法

【請求項3】

上記操作量は、制御パラメータである、比例制御を行う比例項と、積分制御される積分項、および微分制御を行う微分項を用いて演算するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のブラシレスモータの駆動方法

【請求項4】

20

上記制御パラメータに基づいて、駆動回路の駆動デューティが演算され、この演算された駆動デューティが所定値以上の場合に、駆動回路の通電位相角の値が補正されるようにしたことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれかに記載のブラシレスモータの駆動方法

【請求項 5】

目標モータ電流値と実際のモータ電流値との偏差に応じてモータ電流制御手段により制御パラメータを算出し、この算出された制御パラメータに基づいて P W M の制御手段により駆動回路を制御し、ブラシレスモータのモータ電流値を制御すると共に、上記ブラシレスモータのモータ電流値を検出するモータ電流検出センサのモータ電流信号に基づき、上記駆動回路の通電位相角を制御するようにしたブラシレスモータの駆動制御装置において、上記モータ電流制御手段により算出した制御パラメータに基づいて進角量を演算すると共に、この演算された進角の情報を上記 P W M の制御手段に付加する位相制御手段を備え、

10

上記 P W M の制御手段は、上記位相制御手段からの情報に基づいて、上記モータ電流信号に基づいて設定された上記駆動回路の通電位相角を補正するようにしたことを特徴とするブラシレスモータの駆動制御装置

【請求項 6】

上記位相制御手段は、制御パラメータである、比例制御を行う比例項と、積分制御を行なう積分項、および微分制御を行う微分項の少なくとも一つの項を用いて進角量を演算するようにしたことを特徴とする請求項 5 に記載のブラシレスモータの駆動制御装置

20

【請求項 7】

上記位相制御手段は、制御パラメータである、比例制御を行う比例項と、積分制御を行なう積分項、および微分制御を行う微分項を用いて進角量を演算するようにしたことを特徴とする請求項 5 に記載のブラシレスモータの駆動制御装置

【請求項 8】

上記 P W M の制御手段は、上記制御パラメータに基づいて、駆動回路の駆動デューティを演算し、この演算された駆動デューティが設計された所定値以上の場合に、駆動回路の通電位相角の値が補正されるようにしたことを特徴とする請求項 5 ~ 請求項 7 のいずれかに記載のブラシレスモータの駆動制御装置

30

【請求項 9】

油圧ポンプ駆動用のブラシレスモータに、請求項 5 ~ 請求項 8 のいずれかに記載の駆動制御装置を具備した油圧式パワーステアリング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ブラシレスモータの駆動方法とその駆動制御装置に関し、特に、ブラシレスモータを用いた油圧式パワーステアリング制御装置に用いて好適なブラシレスモータの駆動方法とその駆動制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、車両運転者の操舵性や安定性のために、ハンドル操舵時に運転者をアシストするパワーステアリング制御装置が多用されている。このパワーステアリング制御装置には、電動式と油圧式がある。電動式は油圧式と比較して、運転者をサポートするアシスト特性を設計時に自由に設定が可能、制御装置の自由度が高い、車両の燃費が向上するなどの利点があるが、一方では、熱やノイズを含めた耐環境性や操舵性に課題がある。

このため特に大型車両では、油圧式パワーステアリング制御装置が多く採用されている。この油圧式パワーステアリング制御装置にはブラシレスモータが採用されているが、このブラシレスモータを用いた油圧式パワーステアリング制御装置では、油圧ポンプをブラシレスモータにより駆動し、車速、あるいは舵角速度等の車両走行条件に応じて、制御された油圧により設計された所定のアシスト力を実現することができる。

40

50

## 【0003】

一般的に、このブラシレスモータを採用した油圧式パワーステアリング制御装置は、車速あるいは操舵角速度と設計されたブラシレスモータ回転数との関係を、予め制御装置のマイクロコンピュータ（以下、メモリと呼ぶ）に記憶させておく。そして、ブラシレスモータのモータ回転位置検出センサによりブラシレスモータの回転数を検出し、検出された実際の回転数と、メモリに記憶された目標回転数との偏差を求め、その偏差の値が、設計された所定値以下になるようブラシレスモータの回転数を制御し、運転者が必要とするアシスト力が得られるようにしている。このような制御技術としては、例えば、特許文献1にその一部が開示されている。

また、特許文献2には、ブラシレスモータの回転数および電流をもとに、モータ駆動回路の通電位相角を制御することが記載されている。

10

## 【0004】

【特許文献1】特開平10-70894号公報

【特許文献2】特開平7-337067号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかしながら、上記特許文献1に開示されている従来の制御技術では、ブラシレスモータを駆動させる駆動回路のパルス幅変調（以下、PWMと呼ぶ）信号の駆動タイミング（以下、通電位相角と呼ぶ）を固定角度で行うため、一定速度で回転する状態のブラシレスモータでは特に問題は発生しないが、可変速が要求される場合、効率の低下や消費される電流が増加する領域が発生するなどの課題があった。

20

## 【0006】

また、上記特許文献2においては、ブラシレスモータの駆動回路の通電位相角が、ブラシレスモータの回転数および電流に基づいて制御されることが開示されており、これによって、所定の回転数における定常の運転状態において、効率の向上や、消費される電流の低減などの効果は認められる。しかし、より広範囲な回転数における制御をするためには、PWMの通電位相角の応答性を高める必要がある。

## 【0007】

この発明は、上記のような従来の制御技術の課題を解決するためになされたもので、ブラシレスモータの、特に、その低速回転領域且つ高負荷領域において、高効率で、消費電流を低減させることのできる、ブラシレスモータの駆動方法とその駆動制御装置を提供することを目的とする。

30

また、電動ポンプ駆動用のブラシレスモータを用いた油圧式パワーステアリング装置に用いて好適な、ブラシレスモータの駆動方法とその駆動制御装置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】

## 【0008】

この発明のブラシレスモータの駆動方法は、目標モータ電流値と実際のモータ電流値との偏差に応じて制御パラメータを算出し、この算出された制御パラメータに基づいてPWMの駆動を実施する駆動回路によりブラシレスモータのモータ電流値を制御すると共に、上記ブラシレスモータのモータ電流値を検出するモータ電流検出センサのモータ電流信号に基づいて上記駆動回路の通電位相角を制御するブラシレスモータの駆動方法において、上記算出された制御パラメータに基づいて操作量を演算し、この演算された操作量を基に、予め設計作成された操作量と進角量との対応関係から進角量を演算し、この演算された進角量の情報により、上記モータ電流信号に基づいて設定された上記駆動回路の通電位相角の値を補正するようにしたものである。

40

## 【0009】

また、駆動制御装置は、目標モータ電流値と実際のモータ電流値との偏差に応じてモータ電流制御手段により制御パラメータを算出し、この算出された制御パラメータに基づい

50

てPWMの制御手段により駆動回路を制御し、ブラシレスモータのモータ電流値を制御すると共に、上記ブラシレスモータのモータ電流値を検出するモータ電流検出センサのモータ電流信号に基づき、上記駆動回路の通電位相角を制御するようにしたブラシレスモータの駆動制御装置において、上記モータ電流制御手段により算出した制御パラメータに基づいて進角量を演算すると共に、この演算された進角の情報を上記PWMの制御手段に付加する位相制御手段を備え、上記PWMの制御手段は、上記位相制御手段からの情報に基づいて、上記モータ電流信号に基づいて設定された上記駆動回路の通電位相角を補正するように構成したものである。

【発明の効果】

【0010】

10

この発明によれば、ブラシレスモータの、特に、その低速回転領域且つ高負荷領域において、高効率で、その消費電流を低減させることができるブラシレスモータの駆動方法とその駆動制御装置を得ることができる。

また、ブラシレスモータを用いた油圧式パワーステアリング装置に用いて好適な、ブラシレスモータの駆動方法とその駆動制御装置を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

実施の形態1.

一般的に、モータの制御は設定された目標モータ回転数と実際の回転数との偏差をゼロとするように、駆動トランジスタをPWM駆動する。通常はこの偏差に応じてPID制御（Pは比例制御、Iは積分制御、Dは微分制御）を行う。しかし、これだけではモータ駆動回路の通電位相角は一定となるため、上述した従来の課題を解決するためには、何らかの手段を用いて通電位相角を制御する必要がある。

20

この発明では、目標モータ電流値と実際のモータ電流値との偏差により求めた制御パラメータ、すなわち、P項（比例項）、I項（積分項）、D項（微分項）を用いて、通電位相角を制御することにより、特に、低速回転領域且つ高負荷領域におけるモータ効率を図るものである。

以下、図1～図5を用いて、この発明の実施の形態1におけるブラシレスモータの駆動方法とその駆動制御装置について説明する。なお、図中、同一符号は、同一あるいは相当部分を示すものとする。

30

【0012】

図1は、この発明を適用した、電動ポンプ駆動用のブラシレスモータを用いた油圧式パワーステアリング制御装置の構成を示す図である。

図1において、1はステアリングギア、2はタイロッド、3は舵取りハンドル、4はステアリングシャフト、5はオイルポンプ、6はDCブラシレスモータ、7はコントローラ、8はオイルタンク、9は油圧配管、10はオイルポンプ部である。

図2は、ブラシレスモータ6の駆動制御を行うコントローラ7の制御ブロック図である。図2において、71はモータ電流検出センサ、72は駆動回路、73は目標モータ電流演算手段、74はモータ電流制御手段、75はPWM制御手段、76は位相制御手段である。

40

図3は、PWM制御手段75および位相制御手段76の動作を説明する制御フローである。図3において、S101からS107は制御フローの各ステップを示すものである。

図4は、この発明の実施の形態1における動作原理を説明する、進角と電流の関係を示す図である。

図5は、この発明の実施の形態1における効果を表す概念図である。

【0013】

図1に示すように、ステアリングギア1は、図示しない自動車等の車両の左、右操舵輪にナックルアームを介して連結されるタイロッド2が設けられている。このステアリングギア1は、周知のように、舵取りハンドル3の舵取り操作がステアリングシャフト4によって伝達されることにより油圧流路を切替える流路切替弁と、舵取り操作をタイロッド2

50

側に伝達する伝達部と、左、右室のいずれかに油圧を導入することで舵取り操作に応じたアシスト力を発生させるパワーシリンダを備えている。

また、オイルポンプ部 10 は、電動モータにより駆動されてステアリングギア 1 に油圧配管 9 を介して圧油を送るものであり、オイルポンプ 5 と、これを駆動する電動モータである DC ブラシレスモータ 6 と、ポンプ 5 の周囲を覆うケーシングによるオイルタンク 8、さらに、この電動モータを最適に制御するコントローラ 7 によって構成されている。

#### 【0014】

また、図 2 に示すように、この DC ブラシレスモータ 6 は 3 相モータであり、図示しない 6 個のパワートランジスタからなる駆動回路 7 2 により PWM 駆動される。

目標モータ電流演算手段 7 3 は、予めメモリに記憶された目標とする DC ブラシレスモータ 6 の目標モータ電流値を演算する。

一方、DC ブラシレスモータ 6 の実際のモータ電流値は、モータ電流検出センサ 7 1 により検出される。この検出されたモータ電流検出センサ 7 1 からのモータ電流信号は、目標モータ電流演算手段 7 3 で演算された目標モータ電流値と比較され、その偏差が、モータ電流制御手段 7 4 に入力される。

このモータ電流制御手段 7 4 および PWM 制御手段 7 5 は、実際のモータ電流値をフィードバックして目標モータ電流値との偏差に基づく比例項および積分項等の制御パラメータをモータ電流制御手段 7 4 で演算し、この演算結果から PWM 駆動デューティの演算を PWM 制御手段 7 5 にて行っている。

また、モータ電流制御手段 7 4 で求めた偏差に基づく比例項、積分項および微分項等の制御パラメータを基に、駆動回路 7 2 の最適な通電位相角を位相制御手段 7 6 にて求め、その結果を PWM 制御手段 7 5 に反映させている。

#### 【0015】

図 4 は、ブラシレスモータにおける通電位相角 (PWM 駆動タイミング) およびモータ電流の関係を示すもので、PWM 駆動デューティを 100% 一定で駆動し、通電位相角を変化させた時、モータ電流は、図 4 に示すように、進角が大きくなるとモータ電流値も大きくなる。

一方、負荷トルクがモータ出力を上回る高負荷領域においては、モータ電流値がその定格値を越えないよう、電流フィードバック制御を行う必要があるが、PWM 駆動デューティを変化させず、通電位相角を変化させることで、モータ電流を制御することが可能となる。ここで、駆動デューティとは、モータ電流制御における目標電流値と実際の電流値の偏差に基づく比例項、積分項、微分項などの制御パラメータを、モータ駆動回路の通電率に変換したものである。

#### 【0016】

次に、図 3 を参照しながら、位相制御手段 7 6 および PWM 制御手段 7 5 の動作について説明する。図 3 に示すように、

(1) PWM 制御手段 7 5 は、ステップ S 101 において、モータ電流制御手段 7 4 にて演算した制御パラメータ (比例項: P 項、積分項: I 項) を読み込む。

(2) ステップ S 102 において、ステップ S 101 にて読み込んだ制御パラメータを基に PWM 駆動デューティを演算する。

(3) 一方、位相制御手段 7 6 は、ステップ S 103 において、ステップ S 101 と同様に制御パラメータを読み込む。

(4) ステップ S 104 において、この制御パラメータをもとに操作量を演算する。この実施の形態 1 においては、操作量は比例項 (P 項) と積分項 (I 項) の和である。

(5) ステップ S 105 において、あらかじめ作成したコントローラ 7 の図示しないメモリに記憶させてある進角マップから、操作量をもとに進角量を求める。

(6) PWM 制御手段 7 5 のステップ S 106 では、ステップ S 105 で求めた進角量を読み込む。

(7) ステップ S 107 においては、上記進角量をもとに通電位相角を演算する。

#### 【0017】

なお、上記ステップ S 1 0 4 においては、操作量を制御パラメータの比例項 ( P 項 ) と積分項 ( I 項 ) の和としているが、他の微分項 ( D 項 ) を加えてもよい。

また、各項の和とせずに、各項に係数を掛けたもの、あるいは各項の積をもとに演算を行うことも可能であることは言うまでもない。

【 0 0 1 8 】

図 5 は、この発明の効果を表す概念図で、低速回転領域で所定の高負荷を超え、かつ進角が一定値を保持している段階から、進角を低減させるように設定し、モータ電流値の上昇を抑制している。

【 0 0 1 9 】

以上のように、この発明の実施の形態 1 によるブラシレスモータの駆動方法および駆動制御装置は、従来の、回転位置検出センサの回転位置信号に基づく、駆動回路の通電位相角制御に加えて、目標モータ電流値と実際のモータ電流値の偏差により求めた制御パラメータ、すなわち、比例項 ( P 項 )、積分項 ( I 項 )、微分項 ( D 項 ) を用いて操作量を演算し、この演算された操作量を基に、予め設計作成された操作量と進角量との関係から進角量を演算して通電位相角を決定し、この演算された進角量、即ち通電位相角の情報に基づいて、上記回転位置信号に基づいて設定された通電位相角を補正するものである。

したがって、ブラシレスモータの、特に、低速回転領域かつ高負荷領域において、駆動回路の通電位相角、すなわち、P W M 駆動タイミングを制御することが可能となり、進角を遅らせることによりモータ電流を制御して、モータの効率を向上させ、消費電流の低減を実現することができる。

【 0 0 2 0 】

また、算出された制御パラメータに基づいて、駆動回路の駆動デューティが演算され、この演算された駆動デューティが設計された所定値以上の場合に、駆動回路の通電位相角の値が補正されるように制御されるので、特に、低速回転領域かつ高負荷領域において、進角を遅らせることによりモータ電流を制御することが可能となり、かつ P W M 駆動デューティを所定値以上 ( 1 0 0 % ) に設定可能な領域を拡大することで、スイッチングロス を低減し、高効率で、その消費電流を低減させることができる。

【 0 0 2 1 】

また、上記本発明によるブラシレスモータの駆動方法および駆動制御装置を、電動ポンプ駆動用のブラシレスモータを用いた油圧式パワーステアリング制御装置に組み込むことが可能となるため、低燃費でハンドル操舵時に運転者をアシストするのに適した油圧式パワーステアリング制御装置を実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

【 図 1 】 この発明を適用した電動ポンプ油圧式パワーステアリング制御装置の構成図である。

【 図 2 】 この発明の実施の形態 1 におけるブラシレスモータの駆動制御装置の制御ブロック図である。

【 図 3 】 この発明の実施の形態 1 における位相制御手段および P W M 制御手段の動作を説明する制御フローである。

【 図 4 】 この発明の実施の形態 1 における動作原理を説明するための進角と電流の関係を示す図である。

【 図 5 】 この発明の実施の形態 1 における効果を表す概念図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 2 3 】

- 1 ステアリングギア
- 2 タイロッド
- 3 舵取りハンドル
- 4 ステアリングシャフト
- 5 オイルポンプ

10

20

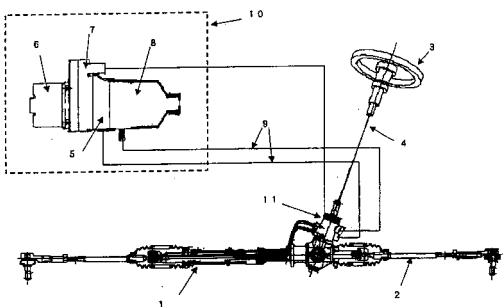
30

40

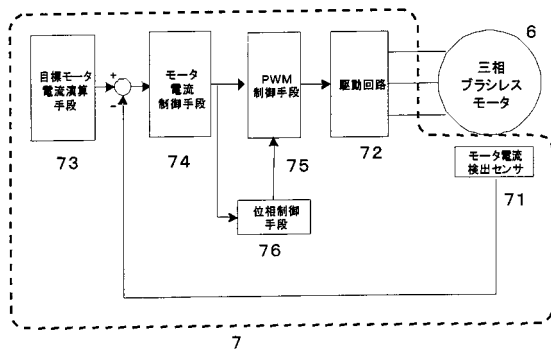
50

- 6 DCブラシレスモータ
- 7 コントローラ
- 8 オイルタンク
- 9 油圧配管
- 10 オイルポンプ部
- 71 モータ電流検出センサ
- 72 駆動回路
- 73 目標モータ電流演算手段
- 74 モータ電流制御手段
- 75 PWM制御手段
- 76 位相制御手段

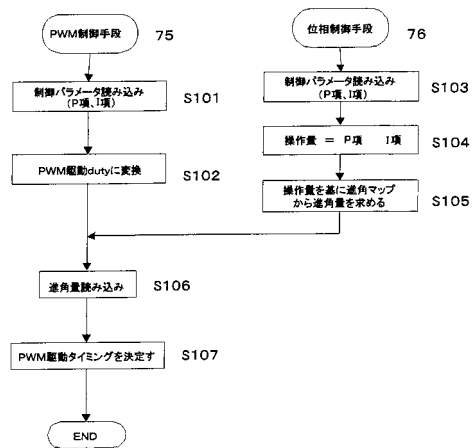
【図1】



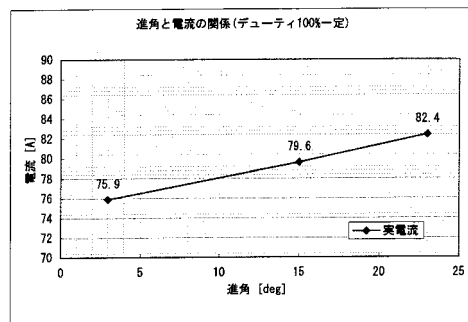
【図2】



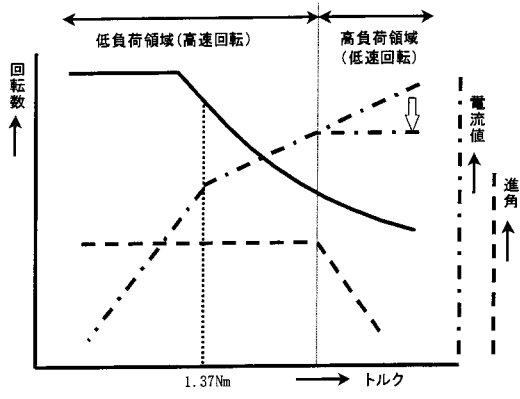
【図3】



【図4】



【図5】





---

フロントページの続き

(72)発明者 鈴村 淳

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08-072732(JP,A)

特開平07-196048(JP,A)

特開2003-200363(JP,A)

特開2003-291832(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 6/00 - 6/02

H02P 5/28 - 5/44

H02P 7/36 - 7/66

H02P 7/628 - 7/632

H02P 21/00 - 21/48