

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5853438号
(P5853438)

(45) 発行日 平成28年2月9日(2016.2.9)

(24) 登録日 平成27年12月18日(2015.12.18)

(51) Int.Cl.

HO2P 6/18 (2016.01)

F 1

HO2P 6/02 371T

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2011-143790 (P2011-143790)
 (22) 出願日 平成23年6月29日 (2011.6.29)
 (65) 公開番号 特開2013-13215 (P2013-13215A)
 (43) 公開日 平成25年1月17日 (2013.1.17)
 審査請求日 平成26年5月19日 (2014.5.19)

(73) 特許権者 000001247
 株式会社ジェイテクト
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 (74) 代理人 100079038
 弁理士 渡邊 彰
 (74) 代理人 100060874
 弁理士 岸本 琢之助
 (74) 代理人 100106091
 弁理士 松村 直都
 (72) 発明者 三浦 悠一
 大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内
 審査官 上野 力

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブラシレスDCモータのセンサレス制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

起動時に強制転流モードとしてブラシレスDCモータを回転させ、ロータ位置が検出可能となった場合に、センサレス制御モードに移行させる通電制御装置を備えているブラシレスDCモータのセンサレス制御装置において、

通電制御装置は、

電流検出器と、

起動指令信号または回転位置推定信号に基づいてスイッチング回路の各素子の通電を制御するための通電信号を生成する通電信号生成手段と、

モータのステータに流す電流を決定し、さらに、各モードで流す電流の最大値である電源電流最大値を所定値以下に規制する電流制御部とを備え、

前記電流制御部は、各モードでのモータのステータに流す電流を各モードの電源電流最大値となるように設定し、電流検出器からの電流信号に基づいて、強制転流モードからセンサレス制御モードに移行直後の所定時間、電源電流最大値を強制転流モードでの電源電流最大値より大きく、かつ、モータ定格電流値より大きくするとともに、前記移行から所定時間経過後、電源電流最大値をモータ定格電流値に等しくすることを特徴とするブラシレスDCモータのセンサレス制御装置。

【請求項2】

油の吸入および吐出を行うポンプを駆動するブラシレスDCモータを制御するものであ

10

20

る請求項 1 のブラシレス DC モータのセンサレス制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ブラシレス DC モータのセンサレス制御装置に関し、特に、油の吸入および吐出を行うポンプを駆動するのに適したブラシレス DC モータのセンサレス制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車のトランスミッションには油圧ポンプにより油圧が供給されるが、省エネルギーなどの観点から停車時にエンジンを停止するいわゆるアイドルストップ（アイドリングストップ）を行う自動車では、アイドルストップ時にもトランスミッションへの油圧供給を確保するために、電動油圧ポンプが使用されるようになっている。 10

【0003】

自動車に搭載されるポンプ駆動用電動モータとして、ブラシレス DC モータが用いられるようになっている。また、回転位置検出センサを用いてモータを駆動するいわゆるセンサレス制御が行われている。

【0004】

ブラシレス DC モータをセンサレス制御するためには、ロータの回転位置を推定して回転位置検出センサからの回転位置信号に相当する回転位置推定信号を生成する必要がある。回転位置推定信号の推定は、一般に、モータの 3 相の誘起電圧を用いて行われるが、モータの起動時において、ロータが回転していないか低速で回転している間は、誘起電圧が 0 か低い値であるため、回転位置推定信号を生成することができない。このため、3 相への通電パターンを一定周期で強制的に切り換えることにより、回転磁界を発生させて、ロータを強制的に連れ回りさせる強制転流が行われるようになっている（たとえば特許文献 1 参照）。 20

【0005】

従来、ブラシレス DC モータのセンサレス制御装置では、モータの定格電流値を最大電流値として、センサレス制御モードを行っていた。

【先行技術文献】 30

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2005 - 278320 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記の従来のブラシレス DC モータのセンサレス制御装置を自動車のトランスミッションの油圧ポンプ駆動用のブラシレス DC モータに適用した場合、油圧負荷が高い（油温が低い）ときには、所要の油圧に到達する時間が長くかかることになり、モータを早く起動させることができることが課題となっている。 40

【0008】

この発明の目的は、上記の問題を解決し、負荷が高い場合でも、モータを早く起動させることができるブラシレス DC モータのセンサレス制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明によるブラシレス DC モータのセンサレス制御装置は、起動時に強制転流モードとしてブラシレス DC モータを回転させ、ロータ位置が検出可能となった場合に、センサレス制御モードに移行させる通電制御装置を備えているブラシレス DC モータのセンサレス制御装置において、通電制御装置は、電流検出器と、起動指令信号または回転位置推定信号に基づいてスイッチング回路の各素子の通電を制御するための通電信号を生成する 50

通電信号生成手段と、モータのステータに流す電流を決定し、さらに、各モードで流す電流の最大値である電源電流最大値を所定値以下に規制する電流制御部とを備え、前記電流制御部は、各モードでのモータのステータに流す電流を各モードの電源電流最大値となるように設定し、電流検出器からの電流信号に基づいて、強制転流モードからセンサレス制御モードに移行直後の所定時間、電源電流最大値を強制転流モードでの電源電流最大値より大きく、かつ、モータ定格電流値より大きくするとともに、前記移行から所定時間経過後、電源電流最大値をモータ定格電流値に等しくすることを特徴とするものである。

【0010】

強制転流モードからセンサレス制御モードに移行直後の電源電流最大値をモータ定格電流値より大きくするから、モータを早く起動させることができる。この後、電源電流最大値をモータの定格電流値に等しくまたはこれより小さくしてセンサレス制御を行うことで、モータの負担を抑えることができる。

10

【0011】

上記のブラシレスDCモータのセンサレス制御装置は、油の吸入および吐出を行うポンプを駆動するブラシレスDCモータを制御するものであることが好ましい。

【0012】

センサレス制御のブラシレスDCモータを油圧ポンプ駆動用に使用した場合、油圧負荷が高い（油温が低い）ときには、所要の油圧を得るまでの時間が長くかかるが、上記のブラシレスDCモータのセンサレス制御装置によると、この問題が解消され、起動後の所要時間内に所要油圧に確実に到達させることができる。

20

【発明の効果】

【0013】

この発明のブラシレスDCモータのセンサレス制御装置によれば、上記のように、モータの負担を抑えた上で、負荷が高い場合でも、モータを早く起動させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、この発明のブラシレスDCモータのセンサレス制御装置を示すブロック図である。

【図2】図2は、強制転流モードからセンサレス制御モードに移行する際のステップを示すフローチャートである。

30

【図3】図3は、この発明のセンサレス制御装置を備えたブラシレスDCモータを油圧ポンプ駆動用に使用した場合において、時間とともに油圧および電源電流がどのように変化するかを示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を参照して、この発明の実施形態について説明する。

【0016】

図1は、ブラシレスDCモータのセンサレス制御装置の構成を概略的に示している。

【0017】

このブラシレスDCモータのセンサレス制御装置は、自動車に搭載されて油の吸入および吐出を行うポンプ(11)を駆動するブラシレスDCモータ(1)を、自動車に搭載されたバッテリよりなる直流電源(2)を用いて、片側PWM方式で駆動するものであり、3相の相電圧に基づいてディジタル方式で各相の回転位置推定信号を生成する回転位置推定信号生成手段である回転位置推定信号生成装置(3)と、各相の回転位置推定信号に基づいてPWM方式で直流電源(2)から3相への通電を制御する通電制御手段である通電制御装置(4)とから構成されている。

40

【0018】

回転位置推定信号生成装置(3)は、モータ(1)のU相、V相、W相の3相の相電圧V_u、V_v、V_wに基づいて、各相の回転位置推定信号H_u、H_v、H_wを生成する。3相の相電圧V_u、V_v、V_wは、Vで総称する。3相の回転位置推定信号H_u、H_v、H_wは、

50

Hで総称する。

【0019】

通電制御装置(4)は、通電信号生成手段(5)と、スイッチング回路(6)と、電流検出器(7)と、電流制御部(8)と、PWM駆動手段(9)と、ゲートドライブ回路(10)とから構成されている。

【0020】

通電信号生成手段(5)は、回転位置推定信号生成手段(3)により生成される回転位置推定信号Hに基づいて、各素子の通電をそれぞれ制御するための通電信号Cu+、Cu-、Cv+、Cv-、Cw+、Cw-を生成するものである。通電信号は、Cで総称する。通電信号生成手段(5)は、MPU(Micro Processing Unit)により構成されてもよいし、専用のデジタル回路により構成されてもよい。10

【0021】

スイッチング回路(6)は、電源(2)からモータ(1)のU相へ通電を制御する上アームスイッチング素子(16u+)および下アームスイッチング素子(16u-)、V相へ通電を制御する上アームスイッチング素子(16v+)および下アームスイッチング素子(16v-)、W相への通電を制御する上アームスイッチング素子(16w+)および下アームスイッチング素子(16w-)を備えている。スイッチング素子は、符号(16)で総称する。

【0022】

電流検出器(7)は、電流測定回路をスイッチング回路(6)に接続してモータ電流を検出するものである。モータ(1)のU相、V相、W相のステータ巻線に流れる合計電流値が電流検出器(7)により検出されている。20

【0023】

直流電源(2)からスイッチング回路(6)を介してモータ(1)のU相、V相、W相のステータ巻線に流れる電源電流は、電源電流センサ(12)によって検出されている。

【0024】

電流制御部(8)は、電流検出器(7)から検出されたモータ(1)の電流検出値Aと電流指令値Aaとを比較し、両者の大小関係に基づき、モータ(1)をPWM駆動するための電流制御信号Apwmを作成し、PWM駆動手段(9)へ送るものである。電流制御部(8)は、電流指令値Aaが最大値のときに、モータ(1)のU相、V相、W相のステータ巻線にどれだけの電流を流すかを決定し、流れる電流の最大値を所定値以下に規制する。30

【0025】

PWM駆動手段(9)は、与えられた通電信号Cおよび電流制御信号Apwmに基づいて、各スイッチング素子(16)に対するスイッチング素子制御信号Du+、Du-、Dv+、Dv-、Dw+、Dw-を作成し、ゲートドライブ回路(10)へ出力するものである。スイッチング素子制御信号はDで総称する。

【0026】

ゲートドライブ回路(10)は、与えられたスイッチング素子制御信号Dに基づいて、各スイッチング素子(16)をオン／オフ駆動し、モータ(1)のステータ巻線に回転磁界を発生させるものである。

【0027】

図1において、起動時には、強制転流モードとされ、起動指令が通電信号生成手段(5)に与えられる。通電信号生成手段(5)は、起動指令を受けた際にメモリ内に記憶した通電パターンをPWM駆動手段(9)へ与える。これは、モータ(1)のロータ位置に関係なく行われる。電流については、電流制御部(8)からの電流制御信号Apwmによるのではなく、PWM駆動手段(9)のメモリに記憶された値に応じて、直流電源(2)から所要の電流が与えられる。この電流値は、モータの定格電流値よりも大きい値とされる。PWM駆動手段(9)は、通電信号生成手段(5)からの通電信号Cに基づいて、各スイッチング素子(16)に対するスイッチング素子制御信号Dをゲートドライブ回路(10)に出力し、これにより、各スイッチング素子(16)がオン／オフ駆動され、モータ(1)のステータ巻線に強制転流のための回転磁界が発生する。40

【0028】

強制転流を行うことで、モータ(1)のU相、V相、W相の3相の相電圧 V_u 、 V_v 、 V_w が大きくなり、これに基づいて、回転位置推定信号生成手段(3)では、各相の回転位置推定信号 H (H_u 、 H_v 、 H_w)が生成可能(すなわち、ロータ位置の検出が可能)となる。これにより、通電信号生成手段(5)は、回転位置推定信号生成手段(3)により生成される回転位置推定信号 H に基づいて、通電信号 C を生成する。PWM駆動手段(9)は、この通電信号 C および電流制御部(8)からの電流制御信号 A_{pwm} に基づいて、各スイッチング素子(16)に対するスイッチング素子制御信号 D を作成し、ゲートドライブ回路(10)に与える。こうして、強制転流モードからセンサレス制御モードに移行する。

【0029】

電流制御部(8)では、センサレス制御モードへの移行直後の所定時間、電源電流最大値を定格電流値よりも大きくして移行初期センサレス制御を行い(第1のセンサレス制御モード)、この後、電源電流最大値を定格電流値に等しくした定常センサレス制御(第2のセンサレス制御モード)に移行する。

【0030】

第1のセンサレス制御モードでは、電流指令値 A_a は、100%を最大値として、この100%最大値に保持され、電流制御部(8)における演算により、第1のセンサレス制御モード用の電源電流最大値が設定される。第2のセンサレス制御モードに移行する際、電流制御部(8)は、電源電流最大値を定格電流値に切り換える。

【0031】

図2は、強制転流モードからセンサレス制御モードに移行する際のフローチャートを示している。

【0032】

同図において、起動指令(S1)に基づいて、強制転流モードが実行される(S2)。強制転流モード(S2)が終了すると、第1のセンサレス制御モードに移行する(S3)。この移行直後の第1のセンサレス制御モード(S3)は、電源電流の最大値をモータの定格電流値 I_0 よりも大きい値 I_1 に設定して行われる。これにより、センサレス制御モードへの移行直後では、定格電流値 I_0 よりも大きい電流をモータに流すことが可能になり、大きなトルクが得られる。第1のセンサレス制御モード(S3)は、所定時間(T1sec間)に限定して行われ、所定時間経過後は、第2のセンサレス制御モードとされる(S4)。第2のセンサレス制御モード(S4)は、定常のセンサレス制御モードであり、電源電流の最大値がモータの定格電流値 I_0 に等しくされる。第1のセンサレス制御モード(S3)が行われる時間T1、すなわち、電源電流最大値を定格電流値よりも大きくしたセンサレス制御が行われる時間T1は、短い所定時間(例えば1秒未満)に限定され、これにより、モータの負担が抑えられて、安全性が確保される。

【0033】

図3は、ポンプ(11)において、時間とともに油圧および電源電流がどのように変化するかを求めたものである。

【0034】

同図において、強制転流モードが終了してセンサレス制御モードに移行すると、モータの回転数が増加することで、油圧が増加していく。電源電流センサ(12)によって検出される電源電流値も回転数とともに増加していく。センサレス制御モードに移行直後では、電源電流の最大値が定格電流値 I_0 よりも高い値 I_1 に設定されており、モータのトルクが大きいものとなり、短い時間で要求油圧に達することが可能となる。

【0035】

上記において、モータの定格電流値 I_0 は、油温が低いなどの理由によって油圧負荷が高くなっている場合でも、所要の応答時間内に要求油圧に到達するように設定される。センサレス制御モードに移行直後の電源電流最大値 I_1 およびこの電源電流最大値 I_1 で制御する時間T1は、要求油圧およびこれに到達する要求応答時間に応じて設定される。例えば、センサレス制御モードに移行直後の電源電流最大値 I_1 は、定格電流値 $I_0 \times 1$ 。

10

20

30

40

50

2 ~ 2 . 0 程度とされ、移行直後の電源電流最大値 I_1 で制御する時間は、例えば、0 . 2 sec から 1 . 0 sec 未満程度とされる。また、強制転流モードの電流値 I_2 は、定格電流値 I_0 と移行直後の電源電流最大値 I_1 との間の値に設定される。定格電流値 I_0 、移行直後の電源電流最大値 I_1 およびこの電源電流最大値 I_1 で制御する時間 T_1 の設定値をモータごとに適宜設定することで、モータが変わった場合でも容易に対応することができる。

【 0 0 3 6 】

上記実施形態では、車載用電動油圧ポンプ(11)の駆動用として使用されるブラシレスDCモータ(1)について説明したが、この発明は、120度通電矩形波駆動を採用するすべてのブラシレスDCモータのセンサレス駆動装置にも適用することができる。 10

【 0 0 3 7 】

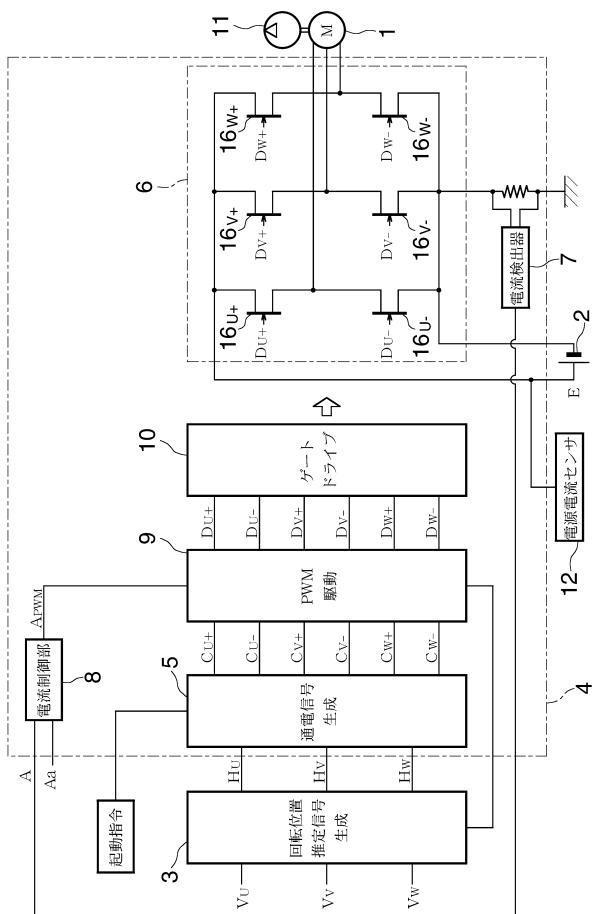
なお、図1に示すブロック図において、電流制御部(8)に追加して、または、これに代えて、速度制御部を設けるようにしてもよい。速度制御部は、モータ(1)の回転子の回転速度検出値 S と外部から与えられた回転方向を含む回転速度設定値 S_a とを比較し、両者の大小関係に基づいて、モータ(1)をPWM駆動するための速度制御信号 S_{pwm} を作成し、PWM駆動手段(9)へ出力するものとされる。

【 符号の説明 】

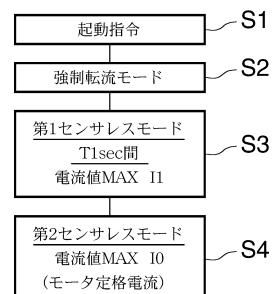
【 0 0 3 8 】

(1) : ブラシレスDCモータ、(11) : ポンプ

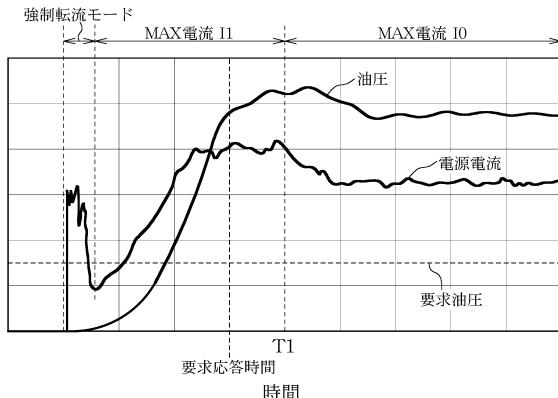
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-287483(JP,A)
特開2008-086117(JP,A)
特開2001-204192(JP,A)
特開2000-253691(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 6/18