

(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2010-148324
(P2010-148324A)

(43) 公開日 平成22年7月1日(2010.7.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2P 21/00 (2006.01)	HO2P 5/408 C	5H505
HO2P 27/04 (2006.01)	HO2P 6/02 371Z	5H560
HO2P 6/08 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2008-325677 (P2008-325677)
(22) 出願日 平成20年12月22日 (2008.12.22)

(71) 出願人 000000011
アイシン精機株式会社
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
(74) 代理人 100107308
弁理士 北村 修一郎
(74) 代理人 100114959
弁理士 山▲崎▼ 徹也
(72) 発明者 稲垣 浩之
愛知県刈谷市朝日町二丁目一番地 アイシン精機株式会社内
Fターム(参考) 5H505 BB02 BB10 CC01 DD08 EE41
EE49 FF05 GG04 HA08 HB01
JJ17 JJ22 LL22 LL41 LL58
5H560 BB04 BB12 DA10 DC12 EB01
HB00 JJ15 RR10 TT11 UA02
XA02 XA12 XA13 XB04

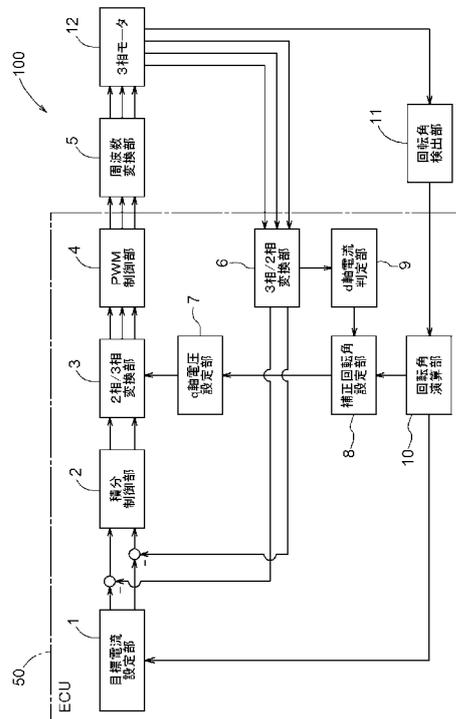
(54) 【発明の名称】 モータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 回転角検出部の取り付け誤差に起因する3相モータの効率と出力精度の劣化と防止することが可能なモータ制御装置を提供する。

【解決手段】 モータ制御装置100は、3相モータ12の停止時において、ロータの回転角を初期回転角として検出する回転角検出部11と、停止時において、ロータに配設された永久磁石が発生する磁界の方向であるd軸に直交するq軸に印加するq軸の電圧指令値を設定するq軸電圧設定部7と、q軸の電圧指令値を3相各相の3相電圧指令値に変換する2相/3相変換部3と、3相電圧指令値の印加に応じて通電されるモータ電流に基づいて、d軸のd軸電流を演算する3相/2相変換部6と、d軸電流がゼロでない場合に、d軸電流がゼロとなるように初期回転角を補正する補正回転角を設定する補正回転角設定部8と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3相モータの停止時における前記3相モータが有するロータの回転角を初期回転角として検出する回転角検出部と、

前記ロータに配設された永久磁石が発生する磁界の方向であるd軸に直交するq軸に印加するq軸の電圧指令値を設定するq軸電圧設定部と、

前記q軸の電圧指令値を3相各相の3相電圧指令値に変換する2相/3相変換部と、

前記停止時に前記3相電圧指令値の印加に応じて前記3相モータに通電されるモータ電流に基づいて前記d軸のd軸電流を演算する3相/2相変換部と、

前記d軸電流がゼロでない場合に、前記d軸電流がゼロとなるように前記初期回転角を補正する補正回転角を設定する補正回転角設定部と、
を備えるモータ制御装置。

10

【請求項 2】

前記補正回転角設定部は、前記d軸電流がゼロとなる補正回転角を記憶しておく請求項1に記載のモータ制御装置。

【請求項 3】

前記回転角検出部が、前記3相モータの回転制御中における前記ロータの回転角を検出し、

当該ロータの回転角と前記補正回転角とに基づいて前記回転制御に用いられる制御回転角を演算する回転角演算部を備える請求項1又は2に記載のモータ制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、3相モータが有するロータの回転角を検出する回転角検出部の取り付け誤差の補正を行うことが可能なモータ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、3相モータの駆動制御において、モータ電流をモータのロータが有する永久磁石が発生する磁界の方向であるd軸及び当該d軸に直交するq軸のベクトル成分に座標変換を行って3相モータの回転制御を行っているものがある（例えば、非特許文献1）。非特許文献1に類する3相モータの駆動制御では、3相モータのコイル電流を座標変換してフィードバック制御するベクトル制御を行うことにより、モータの出力トルクに応じたコイル電流の制御を行っている。そして、ベクトル制御を行う上でロータの位置を特定するために、ロータの回転角を検出する回転角検出部としてレゾルバが備えられている。

30

【0003】

【非特許文献1】杉本英彦編「ACサーボシステムの理論と設計の実際 基礎からソフトウェアサーボまで」総合電子出版、p. 135 - 139

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述のようにレゾルバは、ベクトル制御を行うにあたり、ロータの位置を特定するために備えられる。しかしながら、レゾルバを取り付ける際に、レゾルバの基準位置（例えばゼロ点）とロータの基準位置（例えばゼロ点）とがずれて取り付けられ、取り付け誤差を含んだ状態で3相モータのベクトル制御を行うと、3相モータの効率や出力精度が悪くなってしまうといった問題があった。

40

【0005】

また、3相モータにレゾルバを取り付ける際、ロータに対してレゾルバの取り付けを精度良く行うことが可能な取付装置を用いることが考えられる。しかしながら、このような取付装置を用いると、3相モータの製造コストが高くなってしまうといった問題が発生してしまう。

50

【0006】

本発明の目的は、上記問題に鑑み、ロータと当該ロータの位置を検出する回転角検出部との間の取り付け誤差に起因する3相モータの効率と出力精度の劣化とを防止することが可能なモータ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】

【0007】

上記目的を達成するための本発明に係るモータ制御装置の特徴構成は、3相モータの停止時における前記3相モータが有するロータの回転角を初期回転角として検出する回転角検出部と、前記ロータに配設された永久磁石が発生する磁界の方向であるd軸に直交するq軸に印加するq軸の電圧指令値を設定するq軸電圧設定部と、前記q軸の電圧指令値を3相各相の3相電圧指令値に変換する2相/3相変換部と、前記停止時に前記3相電圧指令値の印加に応じて前記3相モータに通電されるモータ電流に基づいて前記d軸のd軸電流を演算する3相/2相変換部と、前記d軸電流がゼロでない場合に、前記d軸電流がゼロとなるように前記初期回転角を補正する補正回転角を設定する補正回転角設定部と、を備える点にある。

10

【0008】

このような特徴構成とすれば、回転角検出部とロータとを組み付ける際の取り付け誤差をオフセットして運転することが可能となる。したがって、3相モータの効率と出力精度の劣化とを防止することが可能となる。

【0009】

また、前記補正回転角設定部は、前記d軸電流がゼロとなる補正回転角を記憶しておくことが好適である。

20

【0010】

このような構成とすれば、一旦、設定された角度検出部の取り付け誤差を補正する補正回転角が記憶されるため、改めて補正回転角を設定する必要がなくなる。

【0011】

また、前記回転角検出部が、前記3相モータの回転制御中における前記ロータの回転角を検出し、当該ロータの回転角と前記補正回転角とに基づいて前記回転制御に用いられる制御回転角を演算する回転角演算部を備えると好適である。

【0012】

このような構成とすれば、角度検出部とロータとの取り付け誤差を補正した制御回転角に基づいて3相モータの回転制御を効率良く、且つ、精度良く行うことができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施例を図面に基いて説明する。図1は、本発明のモータ制御装置100の構成を示す概略図である。ここで、本発明に係るモータ制御装置100は、3相モータ12のロータの回転角を検出する回転角検出部11を取り付ける際に生じる取り付け誤差がゼロとなるように補正し、当該補正された回転角に基づいて好適に3相モータ12を制御する機能を備えている。本モータ制御装置100は、このような機能を実現するために、目標電流設定部1、積分制御部2、2相/3相変換部3、PWM制御部4、周波数変換部5、3相/2相変換部6、q軸電圧設定部7、補正回転角設定部8、d軸電流判定部9、回転角演算部10、回転角検出部11、3相モータ12を備えて構成される(詳細は後述する)。

40

【0014】

図2は、特に、PWM制御部4が他の機能部と共に構成されるECU50(後述する)と周波数変換部5と3相モータ12との構成を示した図である。3相モータ12は、図示はしないが、永久磁石を備えるロータと、当該ロータに回転力を与えるための磁界を発生させるステータとを備える。このステータは、U相、V相、W相の3相のステータコイル12u、12v、12wを備える。各ステータコイルの一端は、電気的に中性な中性点で共通に接続され、Y結線される。各ステータコイルの他端は、周波数変換部5に接続され

50

る。なお、本実施形態ではコイルはステータに備えられることからステータコイルとして記載するが、特に断りが無い限り、ステータコイルとコイルとは同義であるとして用いる。

【0015】

周波数変換部5は、3相モータ12を制御対象とし、直流電圧を交流電圧に変換する。直流電圧は、周波数変換部5に接続される電源20から供給される。図2に示されるように、周波数変換部5は、電源20の正電圧側に接続されたハイサイドのトランジスタQ1、Q3、Q5と、電源20の負電圧側に接続されたローサイドのトランジスタQ2、Q4、Q6と、の合計6つのトランジスタQ1～Q6で構成される。例えば、トランジスタQ1及びトランジスタQ4のみを同時にオンさせると、電源20から第1電源ライン21、トランジスタQ1、ステータコイル12v、ステータコイル12w、トランジスタQ4を介して第2電源ライン22に電流が流れる。一方、トランジスタQ3及びトランジスタQ2のみを同時にオンさせると、電源20から第1電源ライン21、トランジスタQ3、ステータコイル12w、ステータコイル12v、トランジスタQ2を介して第2電源ライン22に電流が流れる。このように、周波数変換部5は、電源20から出力される直流電圧を交流電圧に変換する。

10

【0016】

また、トランジスタQ1及びトランジスタQ4のみをオンさせた場合と、トランジスタQ3及びトランジスタQ2のみをオンさせた場合とでは、ステータコイル12v及びステータコイル12wに流れる電流の方向が異なる。そのため、各ステータコイルには電流の流れる方向に応じた電磁力が働き、当該電磁力とロータが備える永久磁石との間で引力及び斥力が発生することとなる。したがって、トランジスタQ1～Q6の中から選択されたハイサイドのトランジスタとローサイドのトランジスタとで形成される上下対トランジスタを順次オンさせることにより、ロータが回転力を得ることができる。

20

【0017】

尚、トランジスタQ1～Q6には、コレクタ端子にカソード端子が、またエミッタ端子にアノード端子が接続されるように夫々ダイオードD1～D6が配設されている。ここで、各ステータコイルには、通電中にエネルギーが蓄えられるが、これらのダイオードD1～D6は各ステータコイルの通電を停止した際に当該エネルギーに起因して発生する逆起電力によって周辺部品に悪影響を及ぼさないようにするために配設されるものである。

30

【0018】

このようなトランジスタQ1～Q6に対する一連の制御は、PWM制御部4により行われる。PWM制御部4は、詳細は後述するが、目標電流設定部1、積分制御部2、2相/3相変換部3、3相/2相変換部6、q軸電圧設定部7、補正回転角設定部8、d軸電流判定部9、回転角演算部10と共に、ECU50により構成される(図1参照)。PWM制御部4は、周波数変換部5が有するスイッチング素子をPWM(Pulse Width Modulation)制御によって制御する。周波数変換部5が有するスイッチング素子とは、本実施形態では、トランジスタQ1～Q6が相当する。したがって、PWM制御部4は、周波数変換部5が有するトランジスタQ1～Q6をPWM制御によって動作させる。

40

【0019】

3相モータ12には、当該3相モータ12が有するロータの回転角を検出する回転角検出部11が備えられている。回転角検出部11は、ロータの回転角を電気角に変換し、電気角に応じた信号を出力する。このような回転角検出部11としては、例えばレゾルバを用いると好適である。回転角検出部11により出力された信号は、回転角演算部10に伝達される。回転角演算部10は、回転角検出部11から伝達された信号に基づいて3相モータ12のロータの回転角を演算する。ECU50は、回転角演算部10が演算した回転角と、周波数変換部5及び各ステータコイルの間の電流とをモニタしている。尚、3相モータ制御装置100の全体構成から鑑みた場合には、上記モニタは、図1に示されるように各機能部を介して行われるが、閉ループであるためPWM制御に対して、何等問題が発生するものではない。

50

【0020】

ECU50は、例えば、2.5Vや3.3V等の低電圧で動作するマイクロコンピュータによって構成される。そのため、トランジスタQ1～Q6に流れる電流やトランジスタQ1～Q6の電気的特性によっては、トランジスタQ1～Q6をオンさせるためのドライブ能力が不足する虞がある。したがって、ECU50と周波数変換部5との間には、ECU50のPWM信号のドライブ能力を上げるドライバ51（図1においては図示せず）が配設されている。尚、ドライバ51は、ドライバICで構成しても良いし、トランジスタで組まれたプッシュプル回路で構成しても良い。もちろん、ECU50から出力されるPWM信号のドライブ能力が高い場合には、ドライバ51を備えずに構成することも当然に可能である。

10

【0021】

図1に戻り、目標電流設定部1は、3相モータ12を回転するために必要な総トルクから、目標電流の設定を行う。この目標電流設定部1が設定した目標電流は、積分制御部2に伝達されるが、積分制御部2には3相/2相変換部6からの出力も帰還信号として伝達される。この3相/2相変換部6からの出力は、3相モータ12に通電されたモータ電流に基づいて演算された演算結果が相当する。

【0022】

ここで、本モータ制御装置100は、モータ電流 i_u 、 i_v 、 i_w を、3相モータ12のロータが有する永久磁石が発生する磁界の方向であるd軸及び当該d軸に直交するq軸のベクトル成分 I_d 及び I_q に座標変換を行って、3相モータ12の回転制御を行う。図3は、この座標変換の原理を示す図である。図3に示す3相モータ12では、2極の永久磁石 m を有するロータ12rを備え、ロータ12rの回転角と電気角 θ_e とが一致する。図3(a)はモータ電流（3相交流電流）波形と電気角 θ_e との関係を示した図であり、図3(b)は図3(a)の時刻 t_1 におけるロータ12rとステータ12sとの位置関係及び座標変換前後の電流ベクトルを示す図である。尚、図3(b)においては、ステータ12sのU相の磁極位置を基準として、ロータ12rの磁極位置となる電気角 θ_e が示されている。

20

【0023】

図3(b)に示されるように、永久磁石 m が発生する磁界の方向をd軸とし、当該d軸に直交する方向をq軸とする。図3(a)に示すように、ロータ12rの磁極位置に応じて、ステータコイル12u、12v、12wに3相交流電流 i_u 、 i_v 、 i_w を流すことにより、トルクが発生する。図3(a)の時刻 t_1 での電気角 θ_e における電機子電流の総和を示すベクトル i_a （ I_a ）は、図3(a)よりW相電流（W相のモータ電流） i_w が零であるため、U相電流（U相のモータ電流） i_u とV相電流（V相のモータ電流） i_v とのベクトル和となる。この電気角 θ_e における電流ベクトル i_a をd軸及びq軸に対して分解すると、d軸電流 I_d とq軸電流 I_q とが得られる。このように、3相のモータ電流 i_u 、 i_v 、 i_w は、d軸電流 I_d とq軸電流 I_q とに座標変換される。

30

【0024】

ここで、特に永久磁石埋め込み型の同期モータでは、ステータコイル12u、12v、12wから見たインダクタンスが、ロータ12rとの関係、即ち磁極位置との関係で変化する。磁極の方向であるd軸方向では、永久磁石が持つ透磁率の大きさの逆数に比例した磁気抵抗を持つために磁路が妨げられてしまう。一方、q軸方向では、透磁率が大きいケイ素鋼などの磁性体を通るため、磁気抵抗の値は永久磁石に比べると著しく小さくなり、磁路が妨げられにくくなる。そのため、q軸インダクタンス L_q は、d軸インダクタンス L_d よりも大きな値となる。ステータコイル12u、12v、12wから見てd軸及びq軸は磁極位置との関係で変化するので、ステータコイル12u、12v、12wから見たインダクタンスが変化するようになる。

40

【0025】

したがって、永久磁石によるマグネットトルク（主トルク）に加えて、q軸インダクタンス L_q とd軸インダクタンス L_d との差によるリラクタンストルクも発生する。表面磁

50

石型の同期モータなど、リラクタンストルクを積極的に利用しない場合には、 $I_d = 0$ とする制御を行うと効率が良い。しかし、永久磁石埋め込み型の同期モータなどでリラクタンストルクも利用する場合には、 $I_d \neq 0$ とする制御を行う方が効率が良くなる。永久磁石埋め込み型の同期モータでは、図4で示されるd軸電流 I_d とq軸電流 I_q との電流位相角 β により最高効率を出す動作点が変わる（(1)式参照）。

【0026】

【数1】

$$\beta = \tan^{-1}\left(-\frac{I_d}{I_q}\right) \cdots (1)$$

10

【0027】

3相モータ12の総合トルク T は、 P_n ：極対数、 ψ_a ：電機子の鎖交磁束、 i_a ：電機子電流、 L_d ：d軸インダクタンス、 L_q ：q軸インダクタンス、 β ：電流位相角とすると、(2)式に示すトルク方程式によって表される。

【0028】

【数2】

$$T = P_n \left\{ \psi_a \times I_a \times \cos \beta + \frac{L_q - L_d}{2} \times I_a^2 \times \sin(2\beta) \right\} \cdots (2)$$

20

【0029】

(2)式において、中括弧内の第1項がマグネットトルクを示し、第2項がリラクタンストルクを示す。また、図4から、下記(3)～(5)式であることが明らかであるから、(2)式のトルク方程式は、下記(6)式のように表すこともできる。

【0030】

【数3】

$$I_a^2 = I_d^2 + I_q^2 \cdots (3)$$

【数4】

30

$$I_d = I_a \times \sin \beta \cdots (4)$$

【数5】

$$I_q = I_a \times \cos \beta \cdots (5)$$

【数6】

$$T = P_n \left\{ \psi_a \times I_q + (L_q - L_d) \times I_d \times I_q \right\} \cdots (6)$$

【0031】

このように、電機子電流 I_a はd軸電流 I_d とq軸電流 I_q とを含んでいる。従って、(2)式及び(6)式に示すトルク方程式は、鎖交磁束と、d軸及びq軸のインダクタンスと、d軸及びq軸の電流とを用いて3相モータ12のトルクを表す式であるということが出来る。このd軸電流 I_d 及びq軸電流 I_q は、上述の3相/2相変換部6により演算される。

40

【0032】

図1に戻り、積分制御部2は、目標電流設定部1により設定された目標電流と、3相モータ12に流れるモータ電流に基づいて、3相/2相変換部6が座標変換を行うことにより求められたd軸電流 I_d 及びq軸電流 I_q とから、d軸電流指令値 I_{dr} 及びq軸電流指令値 I_{qr} を演算する。例えば、上記(2)式に示すトルク方程式は、電機子電流 I_a の式に変形できる。積分制御部2は、目標トルクや他のパラメータを代入して変形後のト

50

ルク方程式を解き、位相角 θ によってベクトル分解することによって d 軸電流指令値 I_{dr} 及び q 軸電流指令値 I_{qr} を算出することが可能である。又は、(6)式から d 軸電流指令値 I_{dr} 及び q 軸電流指令値 I_{qr} を算出することも当然に可能である。更に、積分制御部 2 は、d 軸電流指令値 I_{dr} 及び q 軸電流指令値 I_{qr} から、電圧方程式に基づいて、d 軸の電圧指令値 V_{dr} と q 軸の電圧指令値 V_{qr} とを演算する。即ち、積分制御部 2 は、3 相モータ 1 2 を回転するために必要な総トルクから設定された目標電流と、d 軸電流 I_d 及び q 軸電流 I_q とに基づいて、d 軸の電圧指令値 V_{dr} と q 軸の電圧指令値 V_{qr} とを演算することが可能となる。

【0033】

d 軸の電圧 V_d 及び q 軸の電圧 V_q を表す電圧方程式は、 a : 電機子の鎖交磁束、 ω : 角速度、 I_d : d 軸電流、 I_q : q 軸電流、 L_d : d 軸インダクタンス、 L_q : q 軸インダクタンス、 R_a : 電機子抵抗、 p : 微分演算子として、以下の(7)式のように表される。

【0034】

【数7】

$$\begin{pmatrix} V_d \\ V_q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_a + pL_d & -\omega L_q \\ \omega L_d & R_a + pL_q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_d \\ I_q \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ \omega \psi_a \end{pmatrix} \dots (7)$$

【0035】

(7)式は、鎖交磁束と、d 軸及び q 軸のインダクタンスを含む 3 相モータ 1 2 のステータコイルのインピーダンスと、d 軸及び q 軸の電流とを用いて 3 相モータ 1 2 を駆動する電圧を表す電圧方程式となっていることが明らかである。積分制御部 2 は、(7)式に示される電圧方程式に d 軸電流指令値 I_{dr} 及び q 軸電流指令値 I_{qr} や、他のパラメータを代入することによって、d 軸電圧 V_d 、q 軸電圧 V_q を算出する。算出された d 軸電圧 V_d 及び q 軸電圧 V_q は、d 軸電圧指令値 V_{dr} 及び q 軸電圧指令値 V_{qr} として出力される。

【0036】

2 相 / 3 相変換部 3 は、d 軸の電圧指令値 V_{dr} と q 軸の電圧指令値 V_{qr} とを 3 相各相の 3 相電圧指令値 v_u 、 v_v 、 v_w に変換する。d 軸の電圧指令値 V_{dr} 及び q 軸の電圧指令値 V_{qr} は、上述の積分制御部 2 により算出される。2 相 / 3 相変換部 3 は、d 軸の電圧指令値 V_{dr} 及び q 軸の電圧指令値 V_{qr} を上述の座標変換とは逆の変換を行うことにより、3 相電圧指令値 v_u 、 v_v 、 v_w に変換する。この逆の変換は、図 3 及び図 4 を用いて上述した座標変換の逆変換であるため、変換方法についての詳細な説明は省略する。

【0037】

2 相 / 3 相変換部 3 により求められた演算結果は、上述の PWM 制御部 4 に入力される。したがって、PWM 制御部 4 は、これらの入力に基づいて、PWM 制御を行う。

【0038】

本モータ制御装置 100 は、上述のように 3 相モータ 1 2 に流れるモータ電流から 3 相 / 2 相変換部 6 が座標変換を行うことにより求められた d 軸電流 I_d 及び q 軸電流 I_q に基づいて、目標電流設定部 1 により設定された目標電流をフィードバック制御する。

【0039】

ここで、上述のようなモータ制御は、3 相モータ 1 2 が有するロータの回転角を検出する回転角検出部 11 が、ロータに対して精度良く(即ち、取り付け誤差を含むことなく)取り付けられていることが前提となる。しかしながら、回転角検出部 11 をロータに対して取り付け誤差なく取り付けることは容易ではない。本モータ制御装置 100 は、回転角検出部 11 の取り付けにおいて生じる取り付け誤差を補正する補正機能を備えている。以下、この補正機能について説明する。

【0040】

10

20

30

40

50

上述の回転角検出部 11 は、回転角検出部 11 の取り付け後、3 相モータ 12 の停止時における当該 3 相モータ 12 が有するロータの回転角を初期回転角として検出する。この停止時におけるロータの回転角は、上述の取り付け誤差を補正する上で初期回転角として取り扱われる（詳細は後述する）。したがって、回転角検出部 11 は、この初期回転角を記憶しておくように構成される。

【0041】

q 軸電圧設定部 7 は、ロータに配設された永久磁石が発生する磁界の方向である d 軸に直交する q 軸に印加する q 軸の電圧指令値を設定する。d 軸及び q 軸については、図 3 を用いて説明したので、ここでは説明は省略する。q 軸電圧設定部 7 は、q 軸に印加する q 軸の電圧指令値を設定する。この q 軸の電圧指令値は、取り付け誤差の補正に係る制御において、特に数値が限定されるものではなく、所定の値であれば何ら問題は無い。q 軸電圧設定部 7 により設定された所定の q 軸の電圧指令値は、2 相 / 3 相変換部 3 に伝達される。

10

【0042】

2 相 / 3 相変換部 3 は、q 軸の電圧指令値を 3 相各相の 3 相電圧指令値に変換する。q 軸の電圧指令値は、上述の q 軸電圧設定部 7 から伝達される。ここで、本補正に係る制御では、d 軸の電圧指令値はゼロである。したがって、2 相 / 3 相変換部 3 は補正に係る制御においては、q 軸の電圧指令値のみを用いて 3 相電圧指令値に変換する。この変換された 3 相電圧指令値は、上述の通常のリターン制御と同様に PWM 制御部 4 に伝達される。

【0043】

PWM 制御部 4 は、2 相 / 3 相変換部 3 により変換された 3 相電圧指令値に基づいて、周波数変換部 5 を介して 3 相モータ 12 の PWM 制御を行う。この制御に関しては、上述の通常のリターン制御と同様であるため、説明は省略する。

20

【0044】

3 相 / 2 相変換部 6 は、3 相モータ 12 の停止時に 3 相電圧指令値の印加に応じて 3 相モータ 12 に通電されるモータ電流に基づいて d 軸の d 軸電流を演算する。d 軸電流の演算については、上述したので説明は省略する。この d 軸電流は、上述のように q 軸電圧設定部 7 により設定された q 軸の電圧指令値が、q 軸にのみ印加された場合に実際に d 軸に流れた d 軸電流である。d 軸電流は、d 軸電流判定部 9 に伝達される。

【0045】

d 軸電流判定部 9 は、上述の q 軸の電圧指令値の印加に応じて d 軸に流れる d 軸電流がゼロであるか否かの判定を行う。ここで、ロータに対して回転角検出部 11 の取り付け誤差がない場合には、q 軸にのみ q 軸の電圧指令値を印加した場合には、d 軸電流はゼロとなる。したがって、d 軸電流がゼロでない場合には、ロータに対する回転角検出部 11 の取り付け誤差があることになる。

30

【0046】

d 軸電流判定部 9 により d 軸電流がゼロであると判定された場合には、ロータに対する回転角検出部 11 の取り付け誤差がないことから、補正回転角設定部 8 は補正回転角をゼロとして設定する。補正回転角とは、q 軸にのみ q 軸の電圧指令値を印加した場合の d 軸電流がゼロとなるように初期回転角を補正する回転角である。

40

【0047】

補正回転角設定部 8 は、d 軸電流がゼロでない場合に、d 軸電流がゼロとなるように初期回転角を補正する補正回転角を設定する。d 軸電流がゼロであるか否かは、上述の d 軸電流判定部 9 により判定される。d 軸電流判定部 9 により d 軸電流がゼロでないとして判定された場合には、ロータに対して回転角検出部 11 が取り付け誤差を有している可能性がある。このため、補正回転角設定部 8 は、回転角検出部 11 により検出された初期回転角を補正する補正回転角を設定する。この場合、補正回転角設定部 8 は、補正回転角がどの程度であるか予め特定することができないため、補正回転角を所定の値（例えば 1 度）に設定する。このように設定された補正回転角は、q 軸電圧設定部 7 に伝達される。

【0048】

50

q 軸電圧設定部 7 は、上記と同様に、所定の q 軸の電圧指令値を設定し、2 相 / 3 相変換部 3 に伝達する。そして、上述と同様に、3 相 / 2 相変換部 6 により d 軸電流が演算され、d 軸電流判定部 9 により回転角の補正後の d 軸電流がゼロであるか否かを判定する。この一連の処理は d 軸電流がゼロとなるまで繰り返し行われる。このようにして、回転角検出部 11 の取り付け誤差を補正する補正回転角が求められる。そして、d 軸電流がゼロとなった場合には、補正回転角設定部 8 は、d 軸電流がゼロとなる補正回転角を記憶しておく。

【 0 0 4 9 】

モータ制御装置 100 は、以降に行われる通常運転においては、このようにして求めた補正回転角を用いて回転角検出部 11 の取り付け誤差をゼロとするようにオフセットして補正し、3 相モータ 12 の回転制御を行う。即ち、回転角検出部 11 が、3 相モータ 12 の回転制御中におけるロータの回転角を検出し、当該ロータの回転角と補正回転角とに基づいて回転制御に用いられる制御回転角を演算する。このようにして本モータ制御装置 100 は、3 相モータ 12 の回転制御を行うことにより、ロータと当該ロータの位置を検出する回転角検出部 11 との間の取り付け誤差に起因する 3 相モータ 12 の効率と出力精度の劣化を防止することが可能となる。

10

【 0 0 5 0 】

次に、本モータ制御装置 100 が行う回転角検出部 11 の取り付け誤差の補正に関してフローチャートを用いて説明する。図 5 は、取り付け誤差の補正に関するフローチャートである。まず、補正回転角設定部 8 は、補正回転角をゼロに設定し記憶する（ステップ # 0 1）。そして、回転角検出部 11 は、3 相モータ 12 の停止時における、ロータの回転角を検出する（ステップ # 0 2）。

20

【 0 0 5 1 】

次に、q 軸電圧設定部 7 が、q 軸の電圧指令値として所定の電圧値を設定する（ステップ # 0 3）。この q 軸の電圧指令値は、2 相 / 3 相変換部 3 に伝達される。2 相 / 3 相変換部 3 は、伝達された q 軸の電圧指令値を 3 相電圧指令値に変換する（ステップ # 0 4）。この場合、d 軸の電圧指令値はゼロとされる。2 相 / 3 相変換部 3 により変換された 3 相電圧指令値は、P W M 制御部 4 に伝達される。

【 0 0 5 2 】

P W M 制御部 4 は、伝達された 3 相電圧指令値に基づき、周波数変換部 5 を介して 3 相モータ 12 に通電する（ステップ # 0 5）。3 相モータ 12 に流れるモータ電流に基づいて 3 相 / 2 相変換部 6 は、d 軸電流を演算する（ステップ # 0 6）。演算された d 軸電流は、d 軸電流判定部 9 に伝達される。

30

【 0 0 5 3 】

d 軸電流判定部 9 は、伝達された d 軸電流がゼロであるか否かの判定を行う。d 軸電流がゼロである場合には（ステップ # 0 7 : Y e s）、補正回転角設定部 8 に記憶されている回転角を補正回転角として設定する（ステップ # 0 8）。この場合、補正回転角はステップ # 0 1 においてゼロに設定されているため、ゼロとなる。

【 0 0 5 4 】

一方、ステップ # 0 7 において、d 軸電流がゼロでない場合には（ステップ # 0 7 : N o）、補正回転角設定部 8 は補正回転角を変更し、当該変更した補正回転角を記憶する（ステップ # 0 9）。そして、ステップ # 0 3 から処理が継続される。以下、同様に処理が行われ、ステップ # 0 7 において、d 軸電流がゼロであれば（ステップ # 0 7 : Y e s）、ステップ # 0 9 において記憶されている回転角が補正回転角として設定される（ステップ # 0 8）。この処理は、ステップ # 0 7 において、d 軸電流がゼロになるまで継続して行われる。

40

【 0 0 5 5 】

本モータ制御装置 100 は、このようにして回転角検出部 11 の取り付け誤差をゼロとするようにオフセットして補正する補正回転角を設定する。この補正回転角の設定は、回転角検出部 11 の取り付け時においてのみ行うだけで良く、モータ制御装置 100 の通常

50

運転時においては、回転角検出部 11 により検出された回転角と補正回転角設定部 8 に記憶されている補正回転角とに基づいて誤差のない回転角が演算され用いられる。具体的には、3 相モータ 12 の回転に応じて回転角検出部 11 により検出された回転角と、回転角検出部 11 の取り付け時に行われる補正制御において補正回転角設定部 8 に記憶される補正回転角とが、回転角演算部 10 に伝達される。回転角演算部 10 は、これらの回転角を合算して誤差のない回転角を取得する。そして、当該取得された回転角が目標電流設定部 1 に伝達され、3 相モータ 12 を制御する目標電流が設定される。したがって、効率及び精度の良い 3 相モータ 12 の運転制御が可能となる。

【0056】

〔その他の実施形態〕

上記実施形態では、回転角検出部 11 の取り付け誤差の補正制御は、回転角検出部 11 を取り付けられた際に行われるとして説明した。しかしながら、本発明の適用範囲は、これに限定されるものではない。例えば、本発明に係る補正制御を 3 相モータ 12 の始動毎に行うようにしても良いし、3 相モータ 12 の運転積算時間が、所定時間に達する毎に行うようにしても良い。このように補正制御を行うことにより、常に回転角検出部 11 の取り付け誤差が無い状態で 3 相モータ 12 の運転制御を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図 1】モータ制御装置の概略構成を示す図

【図 2】PWM 制御部と周波数変換部と 3 相モータの構成を示す図

【図 3】座標変換の原理を示す図

【図 4】電機子電流の位相角について説明するベクトル図

【図 5】補正回転角の設定に関するフローチャート

【符号の説明】

【0058】

1：目標電流設定部

2：積分制御部

3：2 相 / 3 相変換部

4：PWM 制御部

5：周波数変換部

6：3 相 / 2 相変換部

7：q 軸電圧設定部

8：補正回転角設定部

9：d 軸電流判定部

10：回転角演算部

11：回転角検出部

12：3 相モータ

50：ECU

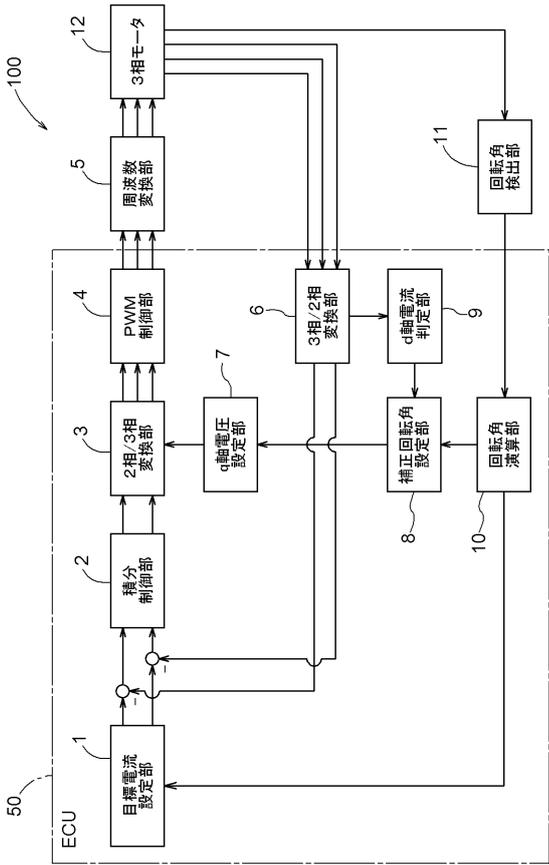
100：モータ制御装置

10

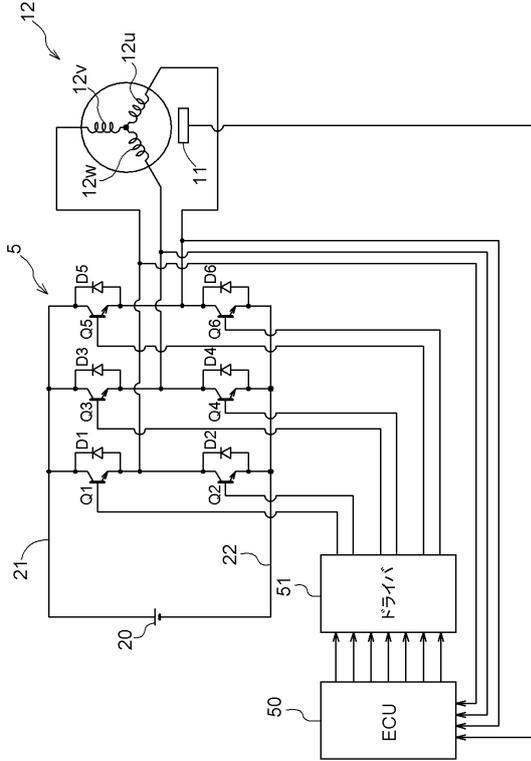
20

30

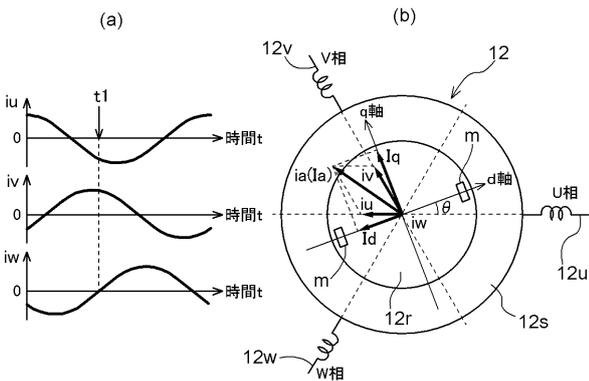
【図1】



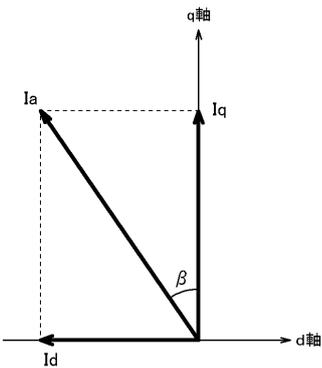
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

