

(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2007-202295

(P2007-202295A)

(43) 公開日 平成19年8月9日(2007.8.9)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
 H02P 21/00 (2006.01) H02P 5/408 F 5H505
 H02P 27/04 (2006.01)

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2006-17603 (P2006-17603)	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成18年1月26日 (2006.1.26)	(74) 代理人	100077816 弁理士 春日 譲
		(72) 発明者	大野 悟 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所 オートモティブシステムグループ内
		(72) 発明者	金子 悟 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内

最終頁に続く

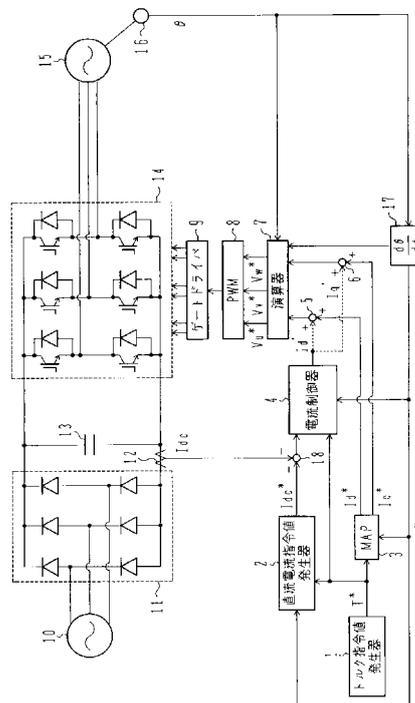
(54) 【発明の名称】 交流モータ制御装置および制御方法

(57) 【要約】

【課題】 交流電流センサおよび蓄電池を用いることなく駆動できる交流モータ制御装置および制御方法を提供することにある。

【解決手段】 交流電力を発生する電力源10の出力は、整流器11によって整流された後、インバータ14によって交流電力に変換され、交流モータ15に供給する。MAP3は、交流モータ15のトルク指令値に基づいて電流指令値 I_d^* 、 I_q^* を出力し、インバータ14を制御する。電流制御器4は、電流センサ12によって検出された直流電流値 I_{dc} と、インバータに供給する直流電流の指令値 I_{dc}^* とを用いて、交流モータ15のd軸電流値若しくはq軸電流値を補正する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

交流電力を発生する電力源と、
この電力源の出力を整流する整流器と、
この整流器の出力を交流電力に変換するインバータと、
このインバータの出力によって駆動される交流モータと、
前記交流モータのトルク指令値に基づいて前記電力源及び前記インバータを制御する制御手段とを有する交流モータ制御装置であって、
前記インバータに供給する直流電流値を検出する直流電流値検出手段と、
前記インバータに供給する直流電流の指令値と、前記直流電流値検出手段によって検出した直流電流値とを用いて、前記交流モータの d 軸電流値若しくは q 軸電流値を補正する補正手段を備えることを特徴とする交流モータ制御装置。 10

【請求項 2】

請求項 1 記載の交流モータ制御装置において、
前記補正手段は、前記交流モータが力行時には q 軸電流値を補正し、前記交流モータが回生時には d 軸電流値を補正することを特徴とする交流モータ制御装置。

【請求項 3】

交流電力源の出力を整流した後、インバータにより交流電力に変換して交流モータに供給し、前記交流モータのトルク指令値に基づいて前記電力源及び前記インバータを制御する交流モータ制御方法であって、
前記インバータに供給する直流電流の指令値と、前記インバータに供給する直流電流の検出値とを用いて、前記交流モータの d 軸電流値若しくは q 軸電流値を補正することを特徴とする交流モータ制御方法。 20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、交流モータ制御装置及び制御方法に係り、特に、交流モータに供給される電流を検出することなく交流モータに供給する電流を制御するに好適な交流モータ制御装置及び制御方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

交流モータを制御する際、ベクトル制御を適用するのが一般的であり、ベクトル制御では、例えば、特開 2001 - 245499 号公報や特開平 9 - 3080300 号公報に記載のように、モータの電機子電流を交流電流センサにより検出し、フィードバック制御させることで所要のモータ出力を得ることが知られている。

【0003】

【特許文献 1】特開 2001 - 245499 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 3080300 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、交流モータの設置場所によっては、フィードバック制御に必要な交流電流センサを取り付けるためのスペースを確保するのが困難であるケースもあり、交流電流センサを取り付けることによるコストアップも避けられない。

【0005】

それに対して、交流電流センサを用いない方式として、インバータのゲートパルス信号を利用して交流電流を再現するものがあるが、この方式では、ゲートパルスが極端に短くなった場合に交流電流の再現が困難になり、交流電流センサを用いない状態での工藤が困難になるという問題があった。

【0006】

10

20

30

40

50

本発明の目的は、交流電流センサおよび蓄電池を用いることなく駆動できる交流モータ制御装置および制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1) 上記目的を達成するために、本発明は、交流電力を発生する電力源と、この電力源の出力を整流する整流器と、この整流器の出力を交流電力に変換するインバータと、このインバータの出力によって駆動される交流モータと、前記交流モータのトルク指令値に基づいて前記電力源及び前記インバータを制御する制御手段とを有する交流モータ制御装置であって、前記インバータに供給する直流電流値を検出する直流電流値検出手段と、前記インバータに供給する直流電流の指令値と、前記直流電流値検出手段によって検出した直流電流値とを用いて、前記交流モータのd軸電流値若しくはq軸電流値を補正する補正手段を備えるようにしたものである。

10

かかる構成により、交流電流センサおよび蓄電池を用いることなく駆動できるものとなる。

【0008】

(2) 上記(1)において、好ましくは、前記補正手段は、前記交流モータが力行時にはq軸電流値を補正し、前記交流モータが回生時時にd軸電流値を補正するようにしたものである。

【0009】

(3) 上記目的を達成するために、本発明は、交流電力源の出力を整流した後、インバータにより交流電力に変換して交流モータに供給し、前記交流モータのトルク指令値に基づいて前記電力源及び前記インバータを制御する交流モータ制御方法であって、前記インバータに供給する直流電流の指令値と、前記インバータに供給する直流電流の検出値とを用いて、前記交流モータのd軸電流値若しくはq軸電流値を補正するようにしたものである。

20

かかる方法により、交流電流センサおよび蓄電池を用いることなく駆動できるものとなる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、交流電流センサおよび蓄電池を用いることなく駆動できるものとなる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図1及び図2を用いて、本発明の一実施形態による交流モータ制御装置の構成及び制御方法について説明する。

最初に、図1を用いて、本実施形態による交流モータ制御装置を用いた駆動システムの構成について説明する。

図1は、本発明の一実施形態による交流モータ制御装置を用いた駆動システムの構成を示すブロック図である。

【0012】

発電機やモータジェネレータ等の交流電源10は、交流電力を出力する。整流器11は、交流電源10の出力を整流する。また、整流器11とインバータ14の間には、整流器の出力電圧を平滑するための平滑コンデンサ13と、直流電流を検出する直流電流センサ12を設けている。整流器11は、例えば、図示するように、直列接続されたダイオードが、3個並列接続された全波整流回路である。

40

【0013】

インバータ14は、整流器11の出力電力を交流電力に変換して、交流モータ15の電機子巻線に供給し、交流モータ15を駆動する。交流モータ15の角度は、位置検出器16によって検出される。インバータ14の内部には、直列接続されたIGBTのような半導体スイッチング素子によって上アームと下アームを構成し、この上下アームの半導体

50

スイッチング素子が、各U相，V相，W相毎に3個並列接続されている。半導体スイッチング素子がIGBTの場合、図示するように、各IGBTと並列にダイオードが接続されている。なお、半導体スイッチング素子として、MOSFETを用いる場合も上記の構成と同様である。

【0014】

トルク指令値発生器1は、アクセル開度やスリップ率等の入力信号に基づいて、交流モータ15をオープンループ制御を行うために必要なトルクを算出し、トルク指令値 T^* として出力する。MAP3は、トルク指令値と、交流モータ回転数とに対する交流モータ制御電流指令値を保持している。MAP3に、トルク指令値発生器1の出力であるトルク指令値 T^* と、交流モータ回転数が入力すると、MAP3は、交流モータ制御電流指令値 I_d^* 、 I_q^* を検索して、出力する。交流モータ回転数は、速度演算器17の出力として求められる。速度演算器17は、交流モータ角度を検知する位置検出器16からの交流モータ角度を微分して、交流モータ回転数を導出する。

10

【0015】

演算器7は、MAP3が出力した交流モータ制御電流指令値 I_d^* 、 I_q^* と、位置検出器16からの交流モータ角度と、交流モータの回転数に基づいて、3相交流電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を演算する。PWM変換器8は、3相交流電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* に基づいて、PWM信号を出力する。ゲート・ドライバ9は、PWM変換器8の出力により、インバータ14を構成する半導体スイッチング素子をPWM駆動するためのゲート信号を発生する。

20

【0016】

直流電流指令値発生器2は、交流モータ15の回転数と、トルク指令値発生器1が発生したトルク指令値 T^* に基づいて、インバータ14に供給すべき直流電流の指令値 I_{dc}^* を算出する。直流電流の指令値 I_{dc}^* および直流電流センサ12からの直流電流値を用いて、直流電流フィードバック制御を行う。

【0017】

以上の構成によって、交流電源10の出力は、整流器11によって整流された後、インバータ14によって交流電力に変換された後、交流モータ15に供給され、交流モータ15をオープンループ制御により駆動する。

【0018】

さらに、本実施形態においては、オープンループ制御による誤差を補正するために、以下に説明する補正手段を備えている。減算器18は、直流電流指令値発生器2からの直流電流指令値 I_{dc}^* と、直流電流センサ12によって検出された直流電流値 I_{dc} の差、すなわち、電流指令値と実際の電流値との誤差 I_{dc}' を演算する。電流制御器4は、減算器18の出力を、PI演算して、d軸電流補正值 I_d' と、q軸電流補正值 I_q' を求めると共に、交流モータ15の運転状態（例えば、力行時か、回生時か）に応じて、これらのいずれかを演算器7に選択的に加えるように、電流制御を切り替え動作する。なお、電流制御器4の詳細構成及び動作については、図2を用いて後述する。

30

【0019】

また、d軸電流用加算器5は、MAP3が出力する交流モータ制御電流指令値 I_d^* に、d軸補正電流値 I_d' を加算する。q軸電流用加算器6は、MAP3が出力する交流モータ制御電流指令値 I_q^* に、q軸補正電流値 I_q' を加算する。なお、d軸電流用加算器5における加算と、q軸電流用加算器6における加算は、電流制御器4によっていずれかが選択されて行われる。

40

【0020】

次に、図2を用いて、本実施形態による交流モータ制御装置の要部の構成について説明する。

図2は、本発明の一実施形態による交流モータ制御装置の要部の構成を示すブロック図である。なお、図1と同一符号は、同一部分を示している。

【0021】

50

M A P 3 は、d 軸電流用 M A P 3 A と、q 軸電流用 M A P 3 B とを備えている。d 軸電流用 M A P 3 A は、トルク指令値発生器 1 の出力であるトルク指令値 T^* と、交流モータ回転数 n に基づいて、交流モータ制御電流指令値 I_d^* を検索して、出力する。q 軸電流用 M A P 3 B は、トルク指令値発生器 1 の出力であるトルク指令値 T^* と、交流モータ回転数 n に基づいて、交流モータ制御電流指令値 I_q^* を検索して、出力する。

【0022】

電流制御器 4 は、P I 制御器 4 A と、切替器 4 B を備えている。P I 制御器 4 A は、減算器 18 の出力 $S (= I_{dc}^* - I_{dc})$ を、 $((K_p \cdot S + K_i) / S)$ として P I 演算して、d 軸電流補正值 I_d' と、q 軸電流補正值 I_q' を求める。なお、ここで、 K_p は比例定数であり、 K_i は積分定数である。切替器 4 B は、交流モータ 15 が力行時か、回生時かを判定する。なお、切替器 4 B は、交流モータ回転方向と出力トルク方向が同一の場合には力行時と判定し、交流モータ回転方向と出力トルク方向が逆の場合には、回生時と判定する。そして、切替器 4 B は、力行時には、q 軸電流指令値を操作量とし、q 軸電流用加算器 6 に q 軸電流補正值 I_q' を出力する。また、回生時には、d 軸電流指令値を操作量とし、d 軸電流用加算器 5 に d 軸電流補正值 I_d' を出力する。なお、q 軸電流補正值 I_q' は、起動条件として、交流モータ 15 が力行時で所定の交流モータ回転数以下となった場合に起動する。ここで、所定の交流モータ回転数とは、例えば、弱め界磁制御を行う回転数である。弱め界磁制御では、交流モータ 15 の界磁巻線に供給する界磁電流を減少させおり、弱め界磁制御を行う回転数は、交流モータ 15 の特性等によっても異なるが、例えば、1000rpm である。d 軸電流補正值 I_d' は、回生時には交流モータの回転数に拘わらず、起動される。

【0023】

演算器 7 は、電圧演算器 7 A と、座標変換器 7 B とを備えている。電圧演算器 7 A は、電流指令値 I_d^* 、 I_q^* を、電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* に変換する。電圧指令値 V_d^* は、 $(R \times I_q^* - \omega L_q \times I_d^* + \dots)$ として求められる。ここで、 R は、交流モータ 15 の抵抗値であり、 L_q は交流モータ 15 の q 軸インダクタンスである。また、電圧指令値 V_q^* は、 $(R \times I_d^* - \omega L_d \times I_q^* + \dots)$ として求められる。ここで、 L_d は交流モータ 15 の d 軸インダクタンスであり、 ω は交流モータ 15 の鎖交磁束である。なお、力行時には、q 軸電流指令値は、q 軸電流用加算器 6 における加算結果である $I_q^* + I_q'$ が用いられる。また、回生時では、d 軸電流指令値は、d 軸電流用加算器 5 における加算結果である $I_d^* + I_d'$ が用いられる。座標変換器 7 B は、電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* に対して、交流モータ角度 θ に基づいて、2 相 - 3 相変換して、3 相交流電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を求める。

【0024】

次に、本実施形態の交流モータ制御装置の動作原理について説明する。トルク指令値発生器 1 からのトルク指令値 T^* 及び速度演算器 17 からの交流モータ回転数 n が M A P 3 に入力され、交流モータ 15 の動作状況に応じた d 軸電流指令値 I_d^* 及び q 軸電流指令値 I_q^* が出力される。演算器 7 内の電圧演算器 7 A には、交流モータ制御電流指令値及び交流モータ回転数が入力され、d 軸電圧指令値 V_d^* 及び q 軸電圧指令値 V_q^* を演算し、座標変換器 7 B にて座標変換することで、3 相交流電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を演算する。

【0025】

次に、P W M 変換器 8 は、3 相交流電圧指令値を P W M 信号に変換し、ゲート・ドライバ 9 を P W M 信号に基づいて駆動させることで、交流モータ 15 に対して電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* に相当する交流電圧を印加し、交流モータ 15 を制御する。

【0026】

この場合、本実施形態では、交流電流センサを備えていないので、交流モータ制御では、オープンループ制御を適用し、交流モータ 15 を制御している。その結果、3 相交流電圧指令値演算時のパラメータ誤差等により演算値に誤差が生じる。

【0027】

10

20

30

40

50

そこで、この誤差を補正するため、本実施形態では、直流電流指令値発生器 2 からの直流電流指令値 I_{dc}^* とインバータ 14 に接続された直流電流センサ 12 からの直流電流値 I_{dc} を入力とし、直流電流フィードバック制御を行い、交流モータ 15 の動作状況に応じて d 軸電流指令値 I_d^* 及び q 軸電流指令値 I_q^* に d 軸電流用加算器 5 及び q 軸電流用加算器 6 を用いて補正をかける。これにより交流モータ出力のばらつきを防止することができる。

【0028】

トルク指令値発生器 1 からのトルク指令値 T^* と交流モータ回転数 が M A P 3 に入力されると、d 軸電流用 M A P 3 A 及び q 軸電流用 M A P 3 B により、d 軸電流指令値 I_d^* 及び q 軸電流指令値 I_q^* が決定する。電流制御器 4 には、直流電流指令値発生器 2 の出力 I_{dc}^* と直流電流センサ 12 からの直流電流値 I_{dc} とが入力され、P I 制御器 4 A で偏差を P I 制御する。切替器 4 B は、トルク指令値と交流モータ回転数とを入力して、d 軸電流指令値及び q 軸電流指令値のどちらに補正を掛けるか切替え、d 軸電流用加算器 5 及び q 軸電流用加算器 6 により足し合わされる。加算器 5, 6 の出力は、演算器 7 に入力され、電圧演算器 7 A を通過した後、座標変換器 7 B を通過することで 3 相交流電圧指令値となる。

10

【0029】

以上説明したように、本実施形態では、交流電流センサレスおよび蓄電池レスとした交流モータ制御装置における問題を直流電流値 I_{dc} を用いて解決する。例えば、交流モータ 15 が力行時の場合に所定の回転数以下において d 軸電流値 $I_d = 0$ 制御を行うため、直流電流センサ 12 からの直流電流値 I_{dc} をフィードバック制御して、q 軸電流値を補正することにより交流モータ出力のばらつきを防止することができる。また、蓄電池レスのような電源への回生が許されない場合に d 軸電流値を増加させることにより電源への回生を防止できるため、直流電流センサ 12 からの直流電流値 I_{dc} をフィードバック制御して d 軸電流値を補正することにより直流電流 I_{dc} の安定供給を図ることができ、電源への回生を防止することができる。

20

【0030】

以上の方法により、交流電流センサおよび蓄電池を用いることなく、交流モータ出力のばらつきを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0031】

【図 1】本発明の一実施形態による交流モータ制御装置を用いた駆動システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の一実施形態による交流モータ制御装置の要部の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0032】

- 1 ... トルク指令値発生器
- 2 ... 直流電流指令値発生器
- 3 ... M A P
- 3 A ... d 軸電流用 M A P
- 3 B ... q 軸電流用 M A P
- 4 ... 電流制御器
- 4 A ... P I 制御器
- 4 B ... 切替器
- 5 ... d 軸電流用加算器
- 6 ... q 軸電流用加算器
- 7 ... 演算器
- 7 A ... 電圧演算器
- 7 B ... 座標変換器

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 勝濱 健太

茨城県ひたちなか市大字高場2 5 2 0番地
ブシステムグループ内

株式会社日立製作所オートモティ

(72)発明者 清水 尚也

茨城県ひたちなか市大字高場2 5 2 0番地
ブシステムグループ内

株式会社日立製作所オートモティ

Fターム(参考) 5H505 BB03 DD03 DD05 DD06 DD09 EE41 GG04 GG07 HA09 HB02
JJ03 JJ22 JJ23 KK06 LL01