

【公報種別】 特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】 第 7 部門第 4 区分
 【発行日】 平成 17 年 10 月 6 日 (2005.10.6)

【公開番号】 特開 2004-201487(P2004-201487A)
 【公開日】 平成 16 年 7 月 15 日 (2004.7.15)
 【年通号数】 公開・登録公報 2004-027
 【出願番号】 特願 2003-376428(P2003-376428)
 【国際特許分類第 7 版】

H 0 2 P 21/00

B 6 2 D 5/04

H 0 2 P 6/10

【F I】

H 0 2 P 5/408 C

B 6 2 D 5/04

H 0 2 P 5/408 H

H 0 2 P 6/02 3 7 1 G

【手続補正書】

【提出日】 平成 17 年 8 月 8 日 (2005.8.8)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許請求の範囲

【補正対象項目名】 全文

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3 以上の相を有するモータを制御するモータ駆動制御装置において、ベクトル制御を用いて前記モータの各相の相電流指令値を算出するベクトル制御相指令値算出部と、前記モータの各相のモータ相電流を検出するモータ電流検出回路と、前記相電流指令値及び前記モータ相電流に基づいて前記モータの相電流を制御する電流制御部とを具備したことを特徴とするモータ駆動制御装置。

【請求項 2】

前記ベクトル制御相指令値算出部が各相逆起電圧を算出する各相逆起電圧算出部と、前記各相逆起電圧から逆起電圧の d 軸及び q 軸成分である電圧 e_d 及び e_q を算出する d-q 電圧算出部と、前記電圧 e_d 及び e_q から q 軸成分である電流指令値 I_{qref} を算出する q 軸指令電流算出部と、d 軸成分である電流指令値 I_{dref} を算出する d 軸指令電流算出部と、前記電流指令値 I_{qref} 及び I_{dref} から各相の相電流指令値を算出する各相電流指令算出部とを有する請求項 1 に記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 3】

前記モータが 3 相の場合、相電流指令値 I_{avref} , I_{bvref} , I_{cvref} が前記電流指令値 I_{dref} , I_{qref} 及び前記モータの回転角度 θ_e に依存する定数によって算出されるようになっている請求項 2 に記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 4】

前記電流制御部が積分制御を含んでいる請求項 1 に記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 5】

前記モータがブラシレス DC モータである請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 6】

前記モータの電流波形又は誘起電圧が矩形波若しくは擬似矩形波である請求項 1 乃至 5 の

いずれかに記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のモータ駆動制御装置が用いられる電動パワーステアリング装置。

【請求項 8】

ベクトル制御を用いて算出された電流指令値 I_{dref} 及び I_{qref} に基づいてモータの電流を制御するモータ駆動制御装置において、前記モータの検出された機械角速度 ω_m が前記モータのベース角速度 ω_b より高速である場合に、前記電流指令値 I_{dref} が、前記モータのトルク指令値 T_{ref} 、前記ベース角速度 ω_b 及び前記機械角速度 ω_m により算出されることを特徴とするモータ駆動制御装置。

【請求項 9】

前記電流指令値 I_{dref} は、前記トルク指令値 T_{ref} 及び $\sin \Phi$ の関数で求められ、進角 Φ は前記ベース角速度 ω_b 及び前記機械角速度 ω_m から導かれるようになっている請求項 8 に記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 10】

前記電流指令値 I_{qref} は、モータ出力方程式に前記電流指令値 I_{dref} を代入して算出される請求項 8 又は 9 に記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 11】

前記モータが 3 以上の相を有するブラシレス DC モータである請求項 8 乃至 10 のいずれかに記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 12】

前記ブラシレス DC モータの電流波形又は誘起電圧が矩形波若しくは擬似矩形波である請求項 11 に記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 13】

請求項 8 乃至 12 のいずれかに記載のモータ駆動制御装置が用いられた電動パワーステアリング装置。

【請求項 14】

モータの誘起電圧波形が矩形波若しくは擬似矩形波であり、前記矩形波若しくは擬似矩形波を周波数分析した際の次数波成分を n ($= 2, 3, 4, \dots$) とした場合、振幅成分の 5 % 以上の次数波成分 n を、 P を極数、 ω を実回転数として

$$n \times P / 2 \times \omega \leq \text{電流制御の応答周波数の上限値}$$

としたことを特徴とするモータ。

【請求項 15】

角度センサを備え、少なくとも前記矩形波若しくは擬似矩形波の誘起電圧波形の関数で電流波形を与えるようになっている請求項 14 に記載のモータ。

【請求項 16】

モータ相関の電氣的時定数が制御周期以上である請求項 14 に記載のモータ。

【請求項 17】

角度推定手段を有し、前記角度推定手段からの推定角度でモータ電流波形を与えるようになっている請求項 14 に記載のモータ。

【請求項 18】

前記電流制御の応答周波数の上限値が 1000 Hz である請求項 14 に記載のモータ。

【請求項 19】

3 以上の相を有するモータを制御するモータ駆動制御装置において、ベクトル制御演算部にモータ出力方程式を用いて前記モータの各相の相電流指令値を算出するベクトル制御相指令値算出部と、前記モータの各相のモータ相電流を検出するモータ電流検出回路と、前記相電流指令値及び前記モータ相電流に基づいて前記モータの相電流を制御する電流制御部とを具備したことを特徴とするモータ駆動制御装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0003】

このような状況の下で、従来の電動パワーステアリング装置用モータの進角制御方式を用いたモータ駆動制御装置について、図1を参照して説明する。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

次に、電流指令値算出部100について説明する。先ずその入力に関して、図示しないトルクセンサで検出されたトルクから算出されたトルク指令値 T_{ref} と、モータ1に接続された位置検出センサ11で検出されたモータ1内のロータの回転角 θ_e と、微分回路24で演算された電気角速度 ω_e とを入力している。電気角速度 ω_e 及びロータの回転角 θ_e を入力とし、換算部101で逆起電圧 e_a , e_b , e_c を算出する。次に、3相/2相変換部102でd軸成分電圧 e_d 、q軸成分電圧 e_q に変換し、このd軸成分電圧 e_d 、q軸成分電圧 e_q を入力としてq軸指令電流算出部108でq軸の電流指令値 I_{qref} が算出される。ただし、この場合、d軸の電流指令値 $I_{dref} = 0$ として演算される。即ち、モータの出力方程式

[数1]

$$T_{ref} \times \omega_m = 3/2 (e_d \times I_d + e_q \times I_q)$$

において、 $I_d = I_{dref} = 0$ を入力すると、

[数2]

$$I_q = I_{qref} = 2/3 (T_{ref} \times \omega_m / e_q)$$

として算出される。電流指令値 I_{avref} , I_{bvref} , I_{cvref} は、q軸指令電流算出部108からの電流指令値 I_{qref} と後述する進角制御の進角 Φ に基づいて算出される。即ち、2相/3相変換部109は、進角算出部107で算出された進角 Φ とq軸指令電流算出部108で算出された電流指令値 I_{qref} とを入力し、電流指令値 I_{avref} , I_{bvref} , I_{cvref} を算出する。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

本発明の上記目的は、前記電流指令値 I_{dref} が前記トルク指令値 T_{ref} 及び $\sin \Phi$ の関数で求められ、進角 Φ が前記ベース角速度 ω_b 及び前記機械角速度 ω_m から導かれることによって、或いは前記電流指令値 I_{qref} がモータ出力方程式に前記電流指令値 I_{dref} を代入して算出されることによって、或いは前記ブラシレスDCモータのモータ電流が矩形波電流若しくは擬似矩形波電流であることによって、より効果的に達成される。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0054】

しかし、数6で表わされる電流指令値 I_{dref} は極性が負であり、上記数7の $L (di/dt)$ に関する電流指令値 I_{dref} の誘起電圧成分は、逆起電圧 E と極性が反対となる。よって、高速回転になるほど値が大きくなる逆起電圧 E を、電流指令値 I_{dref} によって誘起される電圧で減じる効果を示す。その結果、モータ1が高速回転になっても、電流指令値 I_{dref} の効果によってモータを制御できる電圧範囲が広がる。つまり、電流指令値 I_{dref} の制御による弱め界磁制御によってモータの制御電圧は飽和せず、制御できる範囲が広くなり、モータの高速回転時にもトルクリップルが大きくなることを防止できる効果がある。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0055】

上述の電流指令値 I_{dref} の算出に関する回路系のブロック構成が図9である。図9において、トルク指令値 T_{ref} は換算部106及びトルク係数部105dに入力され、モータの電気角速度 ω_e は機械角算出部105aに入力される。機械角算出部105aはモータの電気角速度 ω_e からモータの機械角速度 $\omega_m (= \omega_e / P)$ を算出し、 $\cos$ 算出部105bに入力する。また、換算部106は、トルク指令値 T_{ref} をベース角速度 ω_b に換算して $\cos$ 算出部105bに入力し、トルク係数部105dはトルク指令値 T_{ref} を係数 $I_{qb} (= T_{ref} / K_t)$ に換算して絶対値部105eに入力する。 $\cos$ 算出部105bは入力された機械角速度 ω_m 及びベース角速度 ω_b を基に、進角 $\Phi = \cos(\omega_b / \omega_m)$ を算出して $\sin$ 算出部105cに入力する。 $\sin$ 算出部105cは、入力された進角 Φ から $\sin \Phi$ を求めて-1倍する乗算器105fに入力し、乗算器105fは $\sin$ 算出部105cからの進角 Φ と、絶対値部105eからの絶対値 $|I_{qb}|$ とを乗算して-1倍して電流指令値 I_{dref} を求める。下記数8によって電流指令値 I_{dref} が求められ、これがd軸指令電流算出部105の出力となる。

[数8]

$$I_{dref} = - |I_{qb}| \times \sin(\cos(\omega_b / \omega_m))$$

上記数8に従って算出された電流指令値 I_{dref} は、q軸指令電流算出部103及び2相/3相変換部104に入力される。