

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4852975号
(P4852975)

(45) 発行日 平成24年1月11日(2012.1.11)

(24) 登録日 平成23年11月4日(2011.11.4)

(51) Int.Cl.

F 1

B 6 2 D 6/00 (2006.01)

B 6 2 D 6/00

B 6 2 D 5/04 (2006.01)

B 6 2 D 5/04

B 6 2 D 101/00 (2006.01)

B 6 2 D 101/00

B 6 2 D 113/00 (2006.01)

B 6 2 D 113/00

B 6 2 D 119/00 (2006.01)

B 6 2 D 119/00

請求項の数 5 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-314222 (P2005-314222)
 (22) 出願日 平成17年10月28日(2005.10.28)
 (65) 公開番号 特開2007-118794 (P2007-118794A)
 (43) 公開日 平成19年5月17日(2007.5.17)
 審査請求日 平成20年10月27日(2008.10.27)

(73) 特許権者 000004204
 日本精工株式会社
 東京都品川区大崎1丁目6番3号
 (74) 代理人 100078776
 弁理士 安形 雄三
 (74) 代理人 100114269
 弁理士 五十嵐 貞喜
 (74) 代理人 100093090
 弁理士 北野 進
 (72) 発明者 小林 秀行
 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株
 式会社内
 (72) 発明者 遠藤 修司
 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株
 式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置及びその制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステアリング機構に操舵補助力を付与するモータと、ステアリングシャフトに発生する操舵トルクと車速とに基づいてトルク指令値を演算するトルク指令値演算部と、前記トルク指令値に基づいて前記モータの電流指令値を演算する電流指令値演算部と、前記電流指令値に基づいて前記モータをベクトル制御で駆動するようになっている電動パワーステアリング装置の制御装置において、

前記モータの摩擦補償値を算出する摩擦補償値算出部を具備し、

前記電流指令値演算部が前記モータの d - q 直交軸における d 軸電流指令値と q 軸電流指令値を演算し、前記摩擦補償値が、前記操舵トルク、前記車速及び前記モータの回転速度の関数となっており、前記関数が、前記操舵トルクの絶対値の増大に対応して減少する摩擦補償値を出力する特性になっており、

前記出力された摩擦補償値に基づいて前記 d 軸電流指令値を前記モータの界磁を弱めるように補正することを特徴とする電動パワーステアリング装置の制御装置。

【請求項2】

前記摩擦補償値算出部は、前記操舵トルク、前記車速及び前記モータの回転速度に基づいて前記摩擦補償値を算出するようになっている請求項1に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

【請求項3】

前記関数が、前記車速が所定車速値以上の場合に前記摩擦補償値を出力する特性になって

10

20

いる請求項 1 又は 2 に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

【請求項 4】

前記関数が、前記回転速度が所定回転速度値以下の場合に前記摩擦補償値を出力する特性になっている請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

【請求項 5】

ハンドル戻り状態を判定するハンドル戻り状態判定部を具備し、前記ハンドル戻り状態が検出された場合に、前記摩擦補償値を前記 d 軸電流指令値へ加算して補正する請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車や車両の操舵系にブラシレス DC モータの駆動によって操舵補助力を付与するようにした電動パワーステアリング装置及びその制御装置に関し、特に d 軸電流指令値に摩擦補償値である摩擦補償用弱め界磁電流を加算してステアリンの摩擦を低減した電動パワーステアリング装置及びその制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車や車両のステアリング装置をモータの回転力で補助負荷付勢（アシスト）する電動パワーステアリング装置は、モータの駆動力を、減速機を介してギア又はベルト等の伝達機構により、ステアリングシャフト或いはラック軸に補助負荷付勢するようになっている。かかる従来の電動パワーステアリング装置は、アシストトルク（操舵補助力）を正確に発生させるため、モータ電流のフィードバック制御を行っている。フィードバック制御は、電流指令値とモータ電流検出値との差が小さくなるようにモータ印加電圧を調整するものであり、モータ印加電圧の調整は、一般的に PWM（パルス幅変調）制御のデューティ比の調整で行っている。

20

【0003】

ここで、電動パワーステアリング装置の一般的な構成を図 6 に示して説明すると、操向ハンドル 1 のコラム軸 2 は減速ギア 3、ユニバーサルジョイント 4 A 及び 4 B、ピニオンラック機構 5 を経て操向車輪のタイロッド 6 に連結されている。コラム軸 2 には、操向ハンドル 1 の操舵トルクを検出するトルクセンサ 10 が設けられており、操向ハンドル 1 の操舵力を補助するモータ 20 が減速ギア 3 を介してコラム軸 2 に連結されている。パワーステアリング装置を制御するコントロールユニット 30 には、バッテリー 14 から電力が供給されると共に、イグニションキー 11 からイグニションキー信号が入力され、コントロールユニット 30 は、トルクセンサ 10 で検出された操舵トルク値 T と車速センサ 12 で検出された車速 V とに基づいて、アシストマップ等を用いてアシスト指令の操舵補助指令値 I の演算を行い、演算された操舵補助指令値 I に基づいてモータ 20 に供給する電流を制御する。

30

【0004】

コントロールユニット 30 は主として CPU（又は MPU や MCU）で構成されるが、その CPU 内部においてプログラムで実行される一般的な機能を示すと、図 7 のようになっている。

40

【0005】

図 7 を参照してコントロールユニット 30 の機能及び動作を説明すると、トルクセンサ 10 で検出されて入力される操舵トルク T 及び車速センサ 12 からの車速 V は、操舵補助指令値演算部 31 に入力されて基本操舵補助指令値 I_{ref1} が演算される。演算された基本操舵補助指令値 I_{ref1} は操舵系の安定性を高めるための位相補償部 32 で位相補償され、位相補償された操舵補助指令値 I_{ref2} が加算部 33 に入力される。また、操舵トルク T は応答速度を高めるためのフィードフォワード系の微分補償部 35 に入力され、微分補償された操舵トルク T_A は加算部 33 に入力され、加算部 33 は操舵補助指令値

50

I r e f 2 と操舵トルク T A を加算し、その加算結果である操舵補助指令値 I r e f 3 を減算部 3 4 に入力する。

減算部 3 4 は、操舵補助指令値 I r e f 3 とフィードバックされているモータ電流 i との偏差 (I r e f 3 - i) を求め、偏差 (I r e f 3 - i) は P I 制御部 3 6 で P I 制御され、更に P W M 制御部 3 7 に入力されてデューティを演算され、インバータ 3 8 を介してモータ 2 0 を P W M 駆動する。モータ 2 0 のモータ電流値 i はモータ電流検出手段 (図示せず) で検出され、減算部 3 4 に入力されてフィードバックされる。

【 0 0 0 6 】

このような電動パワーステアリング装置において、駆動源であるモータ 2 0 には、直流モータのほか、ブラシレス D C モータが用いられている。ブラシレス D C モータは、3 相以上の励磁相を有し、コントロールユニットからの矩形波状若しくは正弦波の励磁電流によって駆動される。

【 0 0 0 7 】

このような D C モータを備えた電動パワーステアリング装置においては、ハンドルのセンター感を向上させることが望まれているが、センター付近でのトルクループ応答性が不足しているので、機械的ないし電磁氣的なロストルクを補償する必要がある。また、ハンドルがセルフアライニングトルク (S A T) により戻る時にも、中立位置まで戻れるようにするため、機械的ないし電磁氣的なロストルクを補償する必要がある。更に、ハンドルの振れを小さくして、ハンドルが速やかに中立位置まで戻れるようにするためには、モータ回転速度に応じて電動パワーステアリングシステムにダンピングを与える必要がある。

【 0 0 0 8 】

ここで、ロストルクとは、モータの出力トルクのうち、モータの構造に基づく摩擦損失及び電磁氣的な要因に基づく損失であり、このようなトルク損は、直進走行時に僅かな操舵が行われたとき、操舵方向に対して意図しない力が付加されたり、反対方向の力が付加されたりして、操舵感覚を悪化させるものである。この対策として、電流指令値をロストルクに相当する分だけ上乗せする方法も提案されているが、この方法では、操舵トルクの検出値に僅かなドリフトがあると、操舵方向に対して反対方向の操舵補助力を与えてしまい、操向ハンドルが戻ろうとする場合に有効に作用しない問題がある。この問題は、特に高速走行時のセンター付近操舵時に発生し易い。

【 0 0 0 9 】

そこで、特開平 1 0 - 1 0 9 6 5 5 号 (特許文献 1) では、ロストルクがモータの回転方向の関数であることに着目し、モータ角速度の推定値から検出したモータの回転方向に基づくロストルク補償値を電流指令値に加算している。

【特許文献 1】特開平 1 0 - 1 0 9 6 5 5 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 1 - 7 3 0 9 5 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

しかしながら、上記ロストルク補償やダンピング付与のためには、モータの回転方向や回転速度を検知する必要があり、それらの検知手段を設けると、電動パワーステアリング装置の構成要素が増加する。更に、それらの検知精度は、電動パワーステアリング装置に要求される性能要求を満たすものでなければならず、そのため電動パワーステアリング装置のコストが上昇することとなる。

【 0 0 1 1 】

また、ロストルクを小さくするモータとして、特開 2 0 0 1 - 7 3 0 9 5 号公報 (特許文献 2) に示される P M (永久磁石) モータがあるが、これは鋼板材料の含有比率と製造方法の工夫によりモータのロストルクを減らそうとするものであり、モータの材料コストや製造コストが上昇するという問題がある。

【 0 0 1 2 】

本発明は上述のような事情からなされたものであり、本発明の目的は、摩擦を低減した

10

20

30

40

50

電動パワーステアリング装置及びその制御装置を低コストで提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、ステアリング機構に操舵補助力を付与するモータと、ステアリングシャフトに発生する操舵トルクと車速とに基づいてトルク指令値を演算するトルク指令値演算部と、前記トルク指令値に基づいて前記モータの電流指令値を演算する電流指令値演算部と、前記電流指令値に基づいて前記モータをベクトル制御で駆動するようになっている電動パワーステアリング装置の制御装置に関し、本発明の上記目的は、前記モータの摩擦補償値を算出する摩擦補償値算出部を具備し、前記電流指令値演算部が前記モータの $d-q$ 直交軸における d 軸電流指令値と q 軸電流指令値を演算し、前記摩擦補償値が、前記操舵トルク、前記車速及び前記モータの回転速度の関数となっていると共に、前記関数が、前記操舵トルクの絶対値の増大に対応して減少する摩擦補償値を出力する特性になっており、前記出力された摩擦補償値に基づいて前記 d 軸電流指令値を前記モータの界磁を弱めるように補正することにより達成される。

10

【0014】

また、本発明の上記目的は、前記摩擦補償値算出部は、前記操舵トルク、前記車速及び前記モータの回転速度に基づいて前記摩擦補償値を算出するようになっていることにより、或いは前記関数が、前記車速が所定車速値以上の場合に前記摩擦補償値を出力する特性になっていることにより、或いは前記関数が、前記回転速度が所定回転速度値以下の場合に前記摩擦補償値を出力する特性になっていることにより、或いはハンドル戻り状態を判定するハンドル戻り状態判定部を具備し、前記ハンドル戻り状態が検出された場合に、前記摩擦補償値を前記 d 軸電流指令値へ加算して補正することにより、より効果的に達成される。

20

【発明の効果】

【0015】

本発明の電動パワーステアリング装置の制御装置によれば、操舵トルク、車速及びモータの回転速度に基づいて摩擦補償値である摩擦補償用弱め界磁電流を算出し、この摩擦補償用弱め界磁電流を磁界の強さを制御する d 軸電流指令値に加算し、モータの界磁を弱めることによって物理的に鉄損を低減するようにしている。このため、モータの回転方向と回転速度を必要な精度で、且つ低コストで検出することができる。

30

【0016】

また、モータのロストルクを減らすための鋼板材料や製造方法の条件を緩和できるため、モータが低コストになるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本発明の電動パワーステアリング装置は3以上の相を有するブラシレスDCモータ（以下、単に「ブラシレスモータ」とする）を用い、ロストルクの発生原因のうち鉄損に着目し、弱め界磁制御によって鉄損を低減する。つまり、電動パワーステアリングの摩擦の影響が受け易い操舵状態において、摩擦補償用の弱め界磁電流を d 軸電流指令値に加算して摩擦補償を行うものである。

40

【0018】

そのため、モータのロストルクを補償するトルクを発生させる従来技術とは異なり、モータの界磁を弱めることによって物理的に鉄損を低減できる。

【0019】

以下に本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。本発明の実施の形態では、操舵補助用のモータとして3相ブラシレスモータを用いた例を説明する。

【0020】

図1は本発明に係る制御装置の構成例を示しており、ベクトル制御によって3相ブラシレスモータ100を駆動制御する。ベクトル制御はロータマグネットの座標軸であるトルクを制御する q 軸と、磁界の強さを制御する d 軸とを独立に設定し、各軸が90度の関係

50

にあることから、そのベクトルで各軸に相当する電流を制御するものである。本発明は、かかるベクトル制御のd軸電流指令値 I_d に、操舵トルク T 、車速 V 及び回転速度 ω に基づいて演算した摩擦補償用の弱め界磁電流 I_f を加算して摩擦補償を行うものである。

【0021】

ステアリング機構に操舵補助力を付与する3相ブラシレスモータ100には、その回転角度 θ を検出するロータ位置検出器101が設けられている。トルクセンサからの操舵トルク T は操舵補助トルク指令値算出部110及び摩擦補償用弱め界磁電流算出部111に入力され、ロータ位置検出器101からの回転位置 θ は回転速度算出部112に入力されて回転速度 ω が算出され、回転速度 ω は操舵補助トルク指令値算出部110及び摩擦補償用弱め界磁電流算出部111に入力されると共に、ベクトル制御相電流指令値算出手段120内の電流指令値算出部121に入力される。

10

【0022】

操舵補助トルク指令値算出部110で、操舵トルク T 、車速 V 及び回転速度 ω に基づいて算出されたトルク指令値 T_{ref} はベクトル制御相電流指令値算出手段120内の電流指令値算出部121に入力され、回転速度算出部112からの回転速度 ω も電流指令値算出部121に入力される。電流指令値算出部121はトルク指令値 T_{ref} 及び回転速度 ω に基づいてq軸電流指令値 I_q 及びd軸電流指令値 I_d を算出し、q軸電流指令値 I_q 及びd軸電流指令値 I_d は各相電流指令値算出部122に入力され、各相電流指令値算出部122はq軸電流指令値 I_q 及びd軸電流指令値 I_d と、回転速度 θ とに基づいて3相の電流指令値 I_{aref} 、 $I_{bre f}$ 、 $I_{cre f}$ を算出する。

20

【0023】

ここにおいて、電流指令値算出部121からのd軸電流指令値 I_d は直接各相電流指令値算出部122に入力されるのではなく、加算部123で摩擦補償値算出部としての摩擦補償用弱め界磁電流算出部111からの摩擦補償値（摩擦補償用弱め界磁電流） I_f と加算され、その加算値であるd軸電流指令値 I_d' が各相電流指令値算出部122に入力される。

【0024】

各相電流指令値算出部122で算出された3相の電流指令値 I_{aref} 、 $I_{bre f}$ 、 $I_{cre f}$ は電流制御手段130にフィードバック系の電流指令値として入力され、モータ相電流を検出する電流検出器133-1、133-2、133-3からの相電流 I_a 、 I_b 、 I_c との偏差がそれぞれ求められ、電流制御手段130からPI制御等の制御が実施された電圧指令値 V_{aref} 、 $V_{bre f}$ 、 $V_{cre f}$ が出力され、電圧指令値 V_{aref} 、 $V_{bre f}$ 、 $V_{cre f}$ がPWM制御部131に入力され、更にインバータ132を介して3相ブラシレスモータ100が駆動される。

30

【0025】

このような構成において、その動作例を図2のフローチャートを参照して説明する。

【0026】

摩擦補償用弱め界磁電流算出部111は低速走行のハンドル戻り時や高速直進走行時のセンター付近の操舵では、電動パワーステアリングのアシスト電流が小さいため、ステアリング系の摩擦の影響を受け易い。そのため、ハンドル戻りが悪かったり、高速直進走行時のオンセンター感を悪くしたりしていたが、本発明では上述のような操舵状態を操舵トルク T 、車速 V 及び回転速度 ω から判定する。例えば高速直進走行時は車速 V が所定値 V_0 より大きく、操舵トルク T が所定値 T_0 以下で、3相ブラシレスモータ100の回転速度 ω が所定値 ω_0 より小さい場合となる。このような判定結果に基づき、操舵トルク T 、車速 V 及び回転速度 ω の関数 $f(T, V, \omega)$ として摩擦補償用弱め界磁電流 I_f を算出し、電流指令値算出部121で算出されたd軸電流指令値 I_d に加算部123で加算する。摩擦の1つであるモータの鉄損はモータの磁束により発生するため、摩擦補償用弱め界磁電流 I_f で3相ブラシレスモータ100の磁束を弱めることにより、鉄損による摩擦を低減できる。

40

【0027】

50

まず制御装置は操舵トルク T を入力し（ステップ $S10$ ）、車速 V を入力し（ステップ $S11$ ）、更に回転位置 θ を入力して回転速度 ω を算出する（ステップ $S12$ ）。なお、上記ステップ $S10 \sim S12$ のデータ入力の順番は任意である。そして、操舵補助トルク指令値算出部 110 はトルク指令値 T_{ref} を算出して電流指令値算出部 121 に入力し（ステップ $S13$ ）、電流指令値算出部 121 は q 軸電流指令値 I_q 及び d 軸電流指令値 I_d を算出する（ステップ $S14$ ）。

【0028】

その後、摩擦補償用弱め界磁電流算出部 111 は車速 V が所定値 V_0 よりも大きいかなかを判定し（ステップ $S20$ ）、操舵トルク T が所定値 T_0 以下であるかなかを判定し（ステップ $S21$ ）、更に回転速度 ω が所定値 ω_0 よりも小さいかなかを判定する（ステップ $S22$ ）。上記ステップ $S20 \sim S22$ の条件がいずれも満たされる場合には、摩擦補償用弱め界磁電流算出部 111 は操舵トルク T 、車速 V 及び回転速度 ω の関数 $f(T, V, \omega)$ である摩擦補償用弱め界磁電流 I_f を算出し（ステップ $S23$ ）、加算部 123 に入力する。なお、上記ステップ $S20 \sim S22$ の状態判定の順番は任意である。

【0029】

関数 $f(T, V, \omega)$ は、例えば摩擦の左右差を補正するため、回転速度 ω の方向によって摩擦補償用弱め界磁電流 I_f を可変しても良く、操舵トルク T が大きいほど摩擦感は減るため、摩擦補償用弱め界磁電流 I_f を操舵トルクで変えても良い。また、センター感の調整のため、摩擦補償用弱め界磁電流 I_f を車速 V で可変しても良い。

【0030】

図3は摩擦補償用弱め界磁電流算出部 111 の構成例を示しており、操舵トルク T は図示するような特性の関数部 $111A$ で補償値 T_A に変換され、車速 V は図示するような特性の関数部 $111B$ で補償値 V_A に変換され、回転速度 ω は、例えば摩擦の左右差を補正するとすれば、関数部 $111C$ に図示するような特性になり、補償値 ω_A に変換される。操舵トルク T_A 、車速 V_A 及び回転速度 ω_A は乗算部 $111D$ に入力され、関数 $(T_A \times V_A \times \omega_A)$ 、つまり関数 (T, V, ω) の摩擦補償用弱め界磁電流 I_f として出力される。

【0031】

ベクトル制御相電流指令値算出手段 120 は、電流指令値算出部 121 で算出した d 軸電流指令値 I_d と、摩擦補償用弱め界磁電流算出部 111 で算出した摩擦補償用弱め界磁電流 I_f とを加算部 123 において加算し、その加算結果 $(= I_d + I_f)$ を新たな d 軸電流指令値 I_d' として各相電流指令値算出部 122 に入力する（ステップ $S24$ ）。

【0032】

その後、或いは上記ステップ $S20 \sim S22$ においていずれかの条件が満たされない場合には、各相電流指令値算出部 122 は q 軸電流指令値 I_q 及び d 軸電流指令値 I_d 、 I_d' に基づいて各相電流指令値 I_{aref} 、 I_{bref} 、 I_{cref} を算出し（ステップ $S30$ ）、前述と同様に3相ブラシレスモータ 100 を駆動する（ステップ $S31$ ）。

【0033】

図4は本発明の他の構成例を図1に対応させて示しており、 $d-q$ 軸上で電流フィードバックするようになっている。即ち、電流検出器 $133-1$ 、 $133-2$ 、 $133-3$ からの相電流 I_a 、 I_b 、 I_c は3相/2相変換部 135 で2相電流 I_1 、 I_2 に変換され、電流制御手段 130 は2相で電圧指令値 V_{qref} 及び V_{dref} を算出する。つまり、 $d-q$ 軸上で電流フィードバックが実施されている。2相の電圧指令値 V_{qref} 及び V_{dref} は2相/3相変換部 134 に入力され、回転角度 θ を基に3相の電圧指令値 V_{aref} 、 V_{bref} 、 V_{cref} に変換される。電圧指令値 V_{aref} 、 V_{bref} 、 V_{cref} 以降の動作は、図1の場合と同様である。

【0034】

このような $d-q$ 軸上の電流フィードバック系によっても、摩擦補償用弱め界磁電流算出部 111 による補正を同様に適用することができる。

【0035】

10

20

30

40

50

ハンドル戻り状態を判定するハンドル戻り状態判定部を具備した場合の動作は、図 2 に対応させて示す図 5 のフローチャートようになる。即ち、ハンドル戻りはステップ S 4 0 に示されるように操舵トルク T が正で、かつその変化率である微分値 dT/dt が正であるか（正方向）、又は操舵トルク T が負で、かつその変化率である微分値 dT/dt が負であるか（負方向）によって判定され、かかるハンドル戻り状態が判定されたときに前述と同様に、 d 軸電流指令値 I_d に摩擦補償値である摩擦補償用弱め界磁電流 I_f を加算して補償する。

【 0 0 3 6 】

なお、上述では 3 相ブラシレスモータを例に挙げて説明したが、3 以上の相を有するブラシレス DC モータに適用可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 7 】

【図 1】本発明に係る制御装置の構成例を示すブロック図である。

【図 2】本発明の動作例を示すフローチャートである。

【図 3】摩擦補償用弱め界磁電流算出部の構成例を示すブロック図である。

【図 4】本発明に係る制御装置の他の構成例を示すブロック図である。

【図 5】ハンドル戻り状態判定部を具備した場合の動作例を示すフローチャートである。

【図 6】電動パワーステアリング装置の一般的な構成例を示す図である。

【図 7】コントロールユニットの構成例を示すブロック図である。

20

【符号の説明】

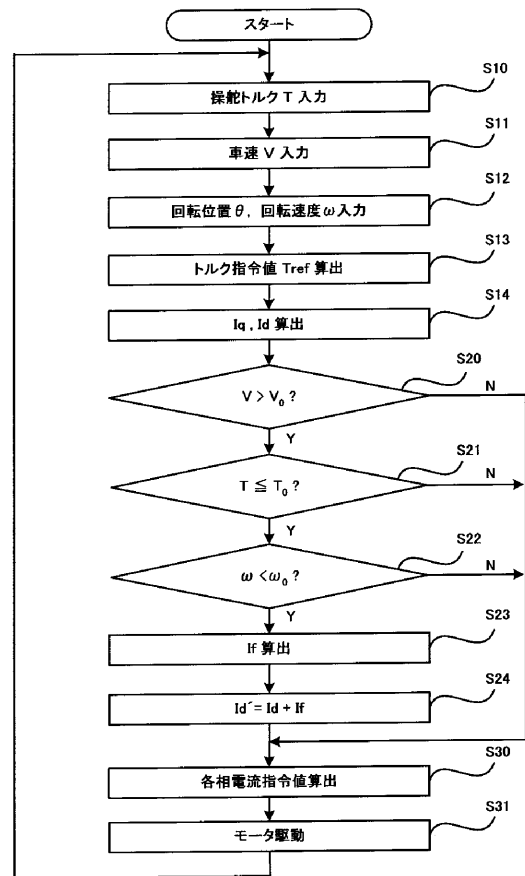
【 0 0 3 8 】

1	操行ハンドル
2	コラム軸
3	減速ギア
1 0	トルクセンサ
1 2	車速センサ
1 4	バッテリー
2 0、1 0 0	モータ
3 0	コントロールユニット
3 1	操舵補助指令値演算部
3 2	位相補償部
3 5	微分補償部
3 6	P I 制御部
3 7、1 3 1	P W M 制御部
3 8、1 3 2	インバータ
1 0 1	ロータ位置検出器
1 1 0	操舵補助トルク指令値算出部
1 1 1	摩擦補償用弱め界磁電流算出部
1 1 1 A ~ 1 1 1 C	関数部
1 1 2	回転速度算出部
1 2 0	ベクトル制御相電流指令値算出手段
1 2 1	電流指令値算出部
1 2 2	各相電流指令値算出部
1 3 0	電流制御手段
1 3 4	2 相 / 3 相変換部
1 3 5	3 相 / 2 相変換部

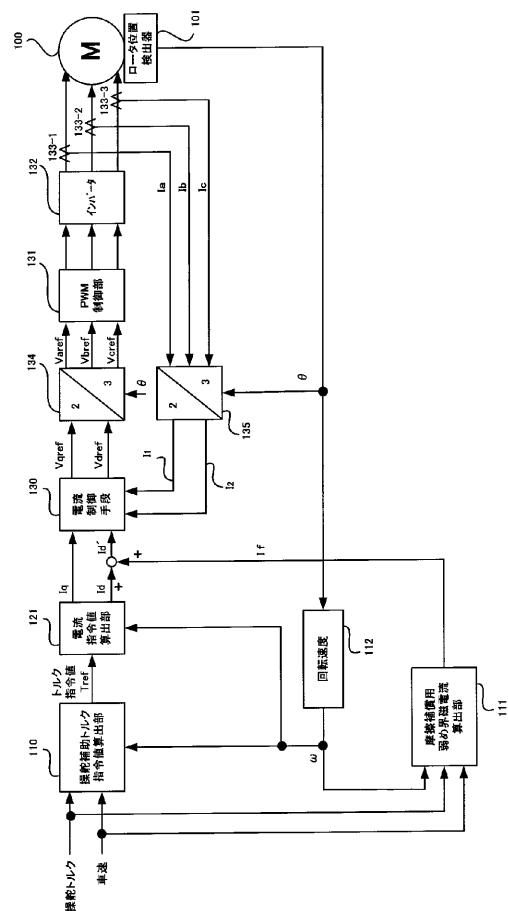
30

40

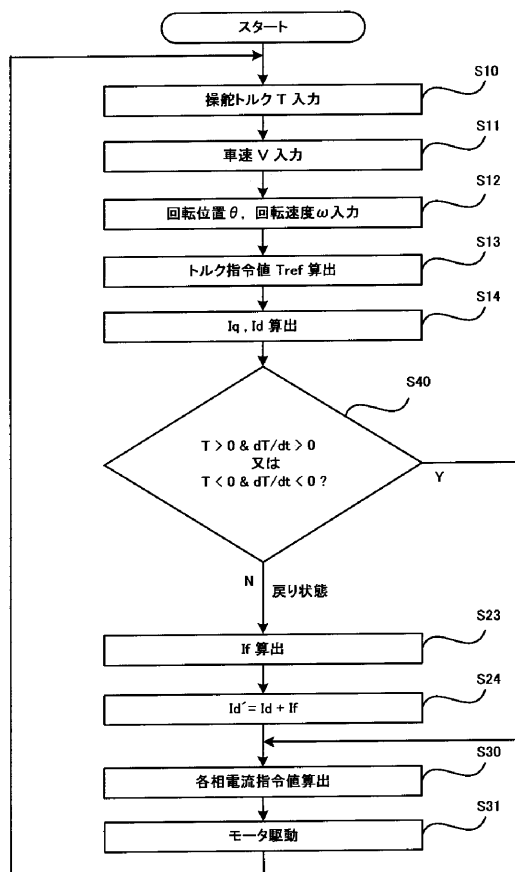
【圖 2】



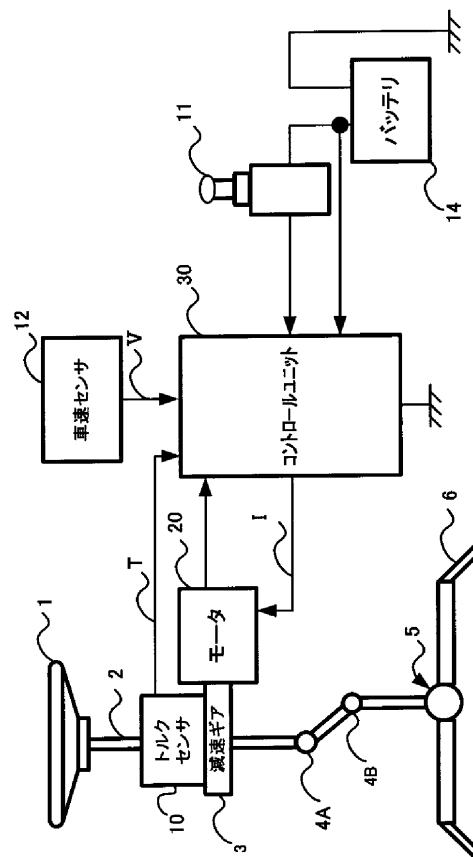
【圖 4】



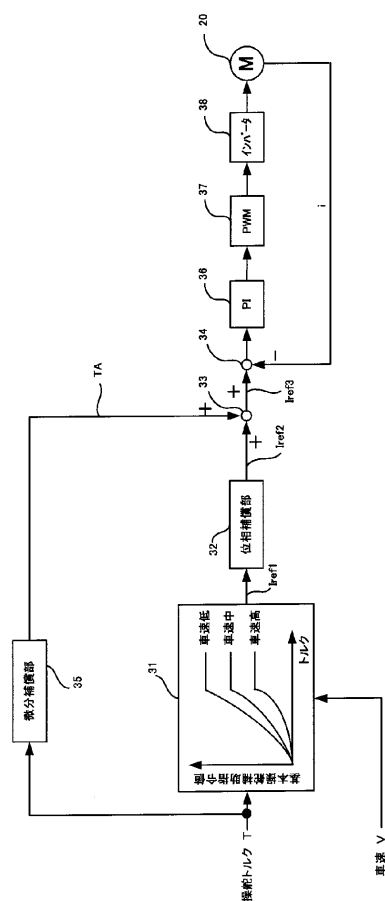
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 2 D 137/00 (2006.01) B 6 2 D 137:00

審査官 大町 真義

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 0 3 3 4 9 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 8 8 9 0 5 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 1 8 8 2 2 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 5 / 0 3 5 3 3 3 (W O , A 1)
特開 2 0 0 1 - 2 7 0 4 5 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 6 2 D 6 / 0 0 - 6 / 1 0
B 6 2 D 5 / 0 4