

(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2006-69352

(P2006-69352A)

(43) 公開日 平成18年3月16日(2006.3.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 2 D 5/04 (2006.01)	B 6 2 D 5/04	3 D 0 3 2
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00	3 D 0 3 3
B 6 2 D 107/00 (2006.01)	B 6 2 D 107:00	3 D 2 3 2
B 6 2 D 119/00 (2006.01)	B 6 2 D 119:00	3 D 2 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-254714 (P2004-254714)	(71) 出願人	302066630 株式会社ファーベス 愛知県岡崎市真福寺町字深山1番地18
(22) 出願日	平成16年9月1日(2004.9.1)	(71) 出願人	000003470 豊田工機株式会社 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地
		(71) 出願人	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	100081776 弁理士 大川 宏
		(72) 発明者	鈴木 浩 愛知県岡崎市真福寺町字深山1番地18 株式会社ファーベス内

最終頁に続く

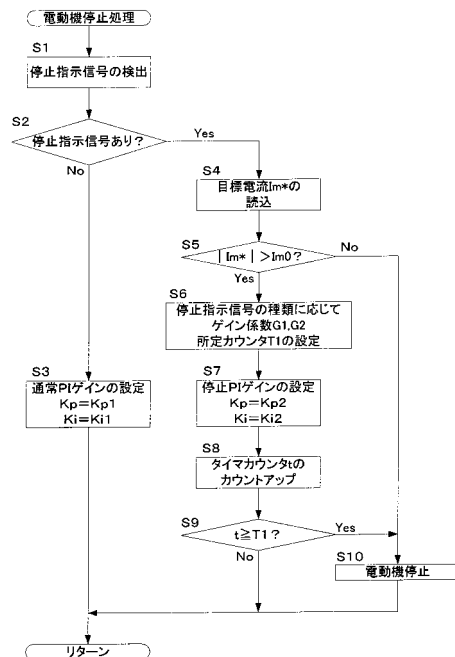
(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 イグニッションスイッチをオフした場合や故障診断で異常と判断された場合などであっても操舵フィーリングを損なうことのない電動パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】 イグニッションスイッチのオフ信号及び故障診断による異常情報などの停止指示信号を検出したときには、目標電流 I_{m*} の絶対値が判定電流 I_{m0} 以下の場合、若しくは、所定時間を経過した場合に、アシスト電動機 6 の駆動を停止させる。さらに、アシスト電動機 6 の駆動を停止させるまでの間は、時間経過に伴い徐々に減少する比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i に基づきアシスト電動機 6 は制御される。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

操舵力を補助するアシスト電動機と、
 ステアリング軸にかかる操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、
 前記操舵トルクに基づき前記アシスト電動機に供給する目標電流を設定する目標電流設定手段と、
 前記アシスト電動機に流れる電動機電流を検出する電動機電流検出手段と、
 前記目標電流と前記電動機電流との偏差に基づき比例要素及び積分要素の少なくとも一方を含む比例積分制御手段と、
 前記比例積分制御手段の出力に基づき前記アシスト電動機を駆動する電動機駆動手段と
 10
 、
 を備える電動パワーステアリング装置において、
 さらに、
 前記アシスト電動機の停止指示信号を検出する停止指示信号検出手段と、
 前記停止指示信号を検出した場合に前記比例ゲイン及びノ又は前記積分ゲインを時間経過に伴い小さくするゲイン設定手段と、
 前記停止指示信号を検出してから所定時間経過した場合に前記アシスト電動機の駆動を停止させる駆動停止手段と、
 を備えることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 2】

前記駆動停止手段は、前記停止指示信号を検出してから所定時間経過した場合若しくは前記操舵トルク又は前記目標電流が所定閾値以下の場合に前記アシスト電動機の駆動を停止させることを特徴とする請求項 1 記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】

前記停止指示信号は、前記電動パワーステアリング装置の複数の異常状態を検出する異常検出信号であり、
 前記比例ゲイン及びノ又は前記積分ゲインは、それぞれの前記異常状態に応じて異なることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 4】

前記停止指示信号は、前記電動パワーステアリング装置の少なくとも 1 つの異常状態を検出する異常検出信号及びイグニッションスイッチのオフ信号であり、
 前記比例ゲイン及びノ又は前記積分ゲインは、前記異常状態及び前記オフ信号に応じて異なることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 5】

前記停止指示信号は、前記電動パワーステアリング装置の複数の異常状態を検出する異常検出信号であり、
 前記所定時間は、それぞれの前記異常状態に応じて異なることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 6】

前記停止指示信号は、前記電動パワーステアリング装置の少なくとも 1 つの異常状態を検出する異常検出信号及びイグニッションスイッチのオフ信号であり、
 前記所定時間は、前記異常状態及び前記オフ信号に応じて異なることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動パワーステアリング装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、電動パワーステアリング装置は、例えば操舵トルク及び車速などから算出された 50

アシスト電動機の目標電流とアシスト電動機に流れる電動機電流との偏差に基づき、比例・積分制御（PI制御）を行っている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開平8-332969号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、電動パワーステアリング装置は、イグニッションスイッチをオフした場合や故障診断で異常と診断された場合には、直ちに当該アシスト電動機の駆動を停止させている。そのため、例えばステアリングホイールに操舵トルクを加えた状態で当該アシスト電動機の駆動が停止した場合には、それまでアシスト電動機により加えられていた操舵補助力が突然減少するため、運転者による操舵力が突然増大して操舵フィーリングを損なうものとなっていた。

10

【0004】

本発明は、このような事情に鑑みて為されたものであり、イグニッションスイッチをオフした場合や故障診断で異常と判断された場合などであっても操舵フィーリングを損なうことのない電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の電動パワーステアリング装置は、操舵力を補助するアシスト電動機と、ステアリング軸にかかる操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、前記操舵トルクに基づき前記アシスト電動機に供給する目標電流を設定する目標電流設定手段と、前記アシスト電動機に流れる電動機電流を検出する電動機電流検出手段と、前記目標電流と前記電動機電流との偏差に基づき比例要素及び積分要素の少なくとも一方を含む比例積分制御手段と、前記比例積分制御手段の出力に基づき前記アシスト電動機を駆動する電動機駆動手段と、を備える。そして、本発明の電動パワーステアリング装置の特徴的な事項は、さらに、前記アシスト電動機の停止指示信号を検出する停止指示信号検出手段と、前記停止指示信号を検出した場合に前記比例ゲイン及び/又は前記積分ゲインを時間経過に伴い小さくするゲイン設定手段と、前記停止指示信号を検出してから所定時間経過した場合に前記アシスト電動機の駆動を停止させる駆動停止手段と、を備えることである。

20

【発明の効果】

30

【0006】

本発明の電動パワーステアリング装置によれば、停止指示信号が検出された場合に、直ちにアシスト電動機の駆動を停止せずに、比例ゲイン及び/又は積分ゲインを時間経過に伴い小さくしている。つまり、比例ゲイン及び/又は積分ゲインを時間経過に伴い小さくすることにより、操舵追従性を徐々に低下させている。その結果、定常偏差が徐々に生じ、目標電流に対してアシスト電動機に流れる電動機電流は徐々に小さくなっていく。つまり、時間経過に伴い操舵補助力が徐々に小さくなっていく。そして、停止指示信号が検出されてから所定時間が経過したときにアシスト電動機の駆動を停止させている。

【0007】

このように、停止指示信号が検出されてから所定時間が経過するまでの間、アシスト電動機による操舵補助力が加えられているので、急激に操舵補助力が減少することがない。さらに、停止指示信号が検出されてからの時間が経過するにつれて、操舵補助力を徐々に低下させているので、所定時間を経過したときにアシスト電動機の駆動を停止したとしても運転者による操舵力が急激に増大することなく、操舵フィーリングを向上することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

次に、実施形態を挙げ、本発明をより詳しく説明する。

【0009】

本発明の電動パワーステアリング装置は、上述したように、アシスト電動機と、操舵ト

50

ルク検出手段と、目標電流設定手段と、電動機電流検出手段と、比例積分制御手段と、電動機駆動手段と、停止指示信号検出手段と、ゲイン設定手段と、駆動停止手段とを備える。

【0010】

(1) アシスト電動機・電動機駆動手段

ここで、アシスト電動機は、例えば、DCモータ、ブラシレスDCモータなどを用いることができる。電動機駆動手段は、アシスト電動機としてブラシレスDCモータを用いる場合には、複数のスイッチング素子を備えるインバータ回路と、PWM信号を出力するPWM出力部などから構成される。アシスト電動機としてDCモータを用いる場合には、電動機駆動手段は、複数のスイッチング素子を備えるフルブリッジ回路と、PWM信号を出力するPWM出力部などから構成される。

10

【0011】

(2) 操舵トルク検出手段・比例積分制御手段

また、操舵トルク検出手段は、操舵トルクを検出可能な操舵トルクセンサとしてもよい。この操舵トルクセンサは、例えば、ステアリングシャフトに備えられる。また、比例積分制御手段は、比例要素のみの場合、積分要素のみの場合、比例要素及び積分要素からなる場合などの何れであってもよい。

【0012】

(3) 駆動停止手段

また、前記駆動停止手段は、前記停止指示信号を検出してから所定時間経過した場合若しくは前記操舵トルク又は前記目標電流が所定閾値以下の場合に、前記アシスト電動機の駆動を停止させるようにしてもよい。すなわち、停止指示信号を検出してからの経過時間のみならず、操舵トルクが所定トルク閾値以下又は目標電流が所定電流閾値以下の場合にもアシスト電動機の駆動を停止させるようにする。さらに換言すると、停止指示信号を検出してから所定時間が経過する前であっても、操舵トルク又は目標電流が所定閾値以下の場合には、アシスト電動機の駆動を停止させるようにする。

20

【0013】

ここで、操舵トルクが所定トルク閾値以下の場合又は目標電流が所定電流閾値以下の場合には、アシスト電動機による操舵補助力そのものが小さくなる状態である。つまり、上記場合には、アシスト電動機の駆動を停止させて操舵補助力を減少させたとしても、操舵フィーリングは損なわれない。従って、操舵フィーリングを損なうことなく、可能な限り速くアシスト電動機の駆動を停止させることができる。その結果、バッテリーの電力消費を低減することができる。

30

【0014】

(4) 停止指示信号及びゲイン

また、前記停止指示信号は、前記電動パワーステアリング装置の複数の異常状態を検出する異常検出信号であり、前記比例ゲイン及び/又は前記積分ゲインは、それぞれの前記異常状態に応じて異なるようにしてもよい。さらに、前記停止指示信号は、前記電動パワーステアリング装置の少なくとも1つの異常状態を検出する異常検出信号及びイグニッションスイッチのオフ信号であり、前記比例ゲイン及び/又は前記積分ゲインは、前記異常状態及び前記オフ信号に応じて異なるようにしてもよい。

40

【0015】

ここで、異常状態とは、例えば、操舵トルク検出手段、アシスト電動機の温度異常を検出する温度センサ、電流電圧検出センサなどの異常状態である。そして、比例ゲイン及び/又は積分ゲインが異常状態の種類によって異なるようにされている。

【0016】

また、比例ゲイン及び/又は積分ゲインは、時間経過に伴い線形的に小さくなるようにしてもよいし、曲線的に小さくなるようにしてもよく、異常状態に応じて線形的に小さくしたり又は曲線的に小さくしたりしてもよい。これにより、異常状態やイグニッションスイッチのオフ信号に適切なゲインに減少させることができる。

50

【0017】

(5) 停止指示信号及び所定時間

また、前記停止指示信号は、前記電動パワーステアリング装置の複数の異常状態を検出する異常検出信号であり、前記所定時間は、それぞれの前記異常状態に応じて異なるようにしてもよい。また、前記停止指示信号は、前記電動パワーステアリング装置の少なくとも1つの異常状態を検出する異常検出信号及びイグニッションスイッチのオフ信号であり、前記所定時間は、前記異常状態及び前記オフ信号に応じて異なるようにしてもよい。これにより、異常状態やイグニッションスイッチのオフ信号に応じてそれぞれ適切な時間が経過したときに、アシスト電動機の駆動を停止させることができる。

【実施例】

10

【0018】

次に、実施例を挙げて、図面を参照して本発明をより具体的に説明する。本実施例の電動パワーステアリング装置の全体構成のブロック図を図1に示す。図1に示すように、電動パワーステアリング装置は、操舵トルクセンサ(操舵トルク検出手段)1と、目標電流設定部(目標電流設定手段)2と、減算器3と、PI制御部(比例積分制御手段)4と、インバータ駆動部(電動機駆動手段)5と、アシスト電動機6と、電動機電流検出部(電動機電流検出手段)7と、IGスイッチ8と、故障診断部9と、電動機停止処理部10とから構成される。以下、電動パワーステアリング装置を構成する各部について詳細に説明する。

【0019】

20

(1) 操舵トルクセンサ1

操舵トルクセンサ1は、ステアリング軸(図示せず)にかかる操舵トルク T_s を検出するセンサである。ここで、ステアリングホイールに連結されたステアリング軸は、トーションバーを備えている。このトーションバーに操舵トルクセンサ1が取り付けられている。そして、ステアリングホイールが回転することによりトーションバーに回転力が加わり、その加わった回転力に応じてトーションバーが捻れる。このトーションバーの捻れに対応したステアリング軸にかかる操舵トルクが、操舵トルクセンサ1により検出される。

【0020】

(2) 目標電流設定部2

目標電流設定部2は、まず、操舵トルクセンサ1により検出された操舵トルク T_s を入力する。そして、入力された操舵トルク T_s の位相補償処理を行う。この位相補償処理が行われた操舵トルク T_s に基づき、アシスト電動機6に供給する目標電流 I_m^* を設定する。この目標電流 I_m^* の設定は、予め記憶された操舵トルク T_s に対する目標電流 I_m^* の関係を示す目標電流マップに基づき行われる。

30

【0021】

(3) 減算器3

減算器3は、目標電流設定部2にて設定された目標電流 I_m^* から後述する電動機電流検出部7にて検出された電動機電流 I_m を減算された偏差電流(偏差) $I_m (= I_m^* - I_m)$ を算出する。

【0022】

40

(4) PI制御部4

PI制御部4は、減算器3にて算出された偏差電流 I_m を入力し、入力された偏差電流 I_m に比例積分制御を行い、アシスト電動機6に印加する電圧指令値 V_m を算出する。なお、比例積分制御に際して、比例要素の比例ゲイン K_p 、及び、積分要素の積分ゲイン K_i は、後述するゲイン設定部104により設定される。また、比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i が大きいほど、電動機電流 I_m を目標電流 I_m^* に速やかに収束させることができる。すなわち、比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i が大きいほど、追従性が良好となる。

【0023】

(5) インバータ駆動部5、アシスト電動機6、電動機電流検出部7

50

インバータ駆動部 5 は、P W M 信号生成部及びインバータ回路部とから構成される。P W M 信号生成部は、P I 制御部 4 から出力される電圧指令値 V_m に基づき P W M 信号を算出する。インバータ回路部は、複数のスイッチング素子から構成されている。そして、インバータ回路部は、P W M 信号生成部から出力された P W M 信号に基づき各スイッチング素子が駆動して、アシスト電動機 6 に電流を供給する。このアシスト電動機 6 に電流が供給されることにより、アシスト電動機 6 は操舵補助力を発生させる。なお、アシスト電動機 6 は、例えば、D C モータやブラシレス D C モータなどである。電動機電流検出部 7 は、アシスト電動機 6 に流れる電動機電流 I_m を検出して、検出した電動機電流 I_m を減算器 3 に出力する。

【 0 0 2 4 】

(6) I G スイッチ 8 及び故障診断部 9

I G スイッチ (イグニッションスイッチ) 8 は、オン・オフにより、エンジン等の駆動を開始又は停止させるスイッチである。この I G スイッチ 8 は、I G スイッチ 8 がオフされた場合に I G スイッチオフ信号を後述する電動機停止処理部 1 0 に出力する。

【 0 0 2 5 】

故障診断部 9 は、電動パワーステアリング装置の各部の故障を診断する。この故障診断部 9 は、例えば、操舵トルクセンサ 1 のトルク過大異常、アシスト電動機 6 付近に備えられた温度センサ (図示せず) の異常、電流電圧センサの異常などを診断している。そして、故障診断部 9 は、故障診断情報を後述する電動機停止処理部 1 0 に出力する。ここで、故障診断情報には、故障箇所及び故障理由などの故障種類情報が含まれる。なお、故障診断処理については、公知であるので、詳細な説明を省略する。

【 0 0 2 6 】

(7) 電動機停止処理部 1 0

電動機停止処理部 1 0 は、I G スイッチ 8 から I G スイッチオフ信号を入力すると共に、故障診断部 9 から故障診断情報を入力する。さらに、目標電流設定部 2 から目標電流 I_{m^*} を入力している。

【 0 0 2 7 】

そして、電動機停止処理部 1 0 は、入力された I G スイッチオフ信号、故障種類情報、及び目標電流 I_{m^*} に基づき、P I 制御部 4 の比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i を設定する。さらに、電動機停止処理部 1 0 は、入力された I G スイッチオフ信号、故障種類情報、及び目標電流 I_{m^*} に基づき、アシスト電動機 6 の停止処理を行う。

【 0 0 2 8 】

この電動機停止処理部 1 0 は、具体的には、停止指示信号検出部 (停止指示信号検出手段) 1 0 1 と、目標電流値判定部 1 0 2 と、タイマ 1 0 3 と、ゲイン設定部 (ゲイン設定手段) 1 0 4 と、電動機駆動停止部 (駆動停止手段) 1 0 5 とから構成される。以下、電動機停止処理部 1 0 を構成する各部について詳細に説明する。

【 0 0 2 9 】

(7 . 1) 停止指示信号検出部 1 0 1

停止指示信号検出部 1 0 1 は、I G スイッチ 8 及び故障診断部 9 から入力された I G スイッチオフ信号又は故障種類情報に基づき、アシスト電動機 6 の停止指示信号を検出する。ここで、停止指示信号とは、I G スイッチ 8 から入力される I G スイッチオフ信号、及び、故障診断部 9 から入力される故障種類情報そのものである。そして、停止指示信号検出部 1 0 1 は、停止指示信号を検出した場合には、検出した停止指示信号をゲイン設定部 1 0 4 等に出力する。

【 0 0 3 0 】

(7 . 2) 目標電流値判定部 1 0 2

目標電流値判定部 1 0 2 は、目標電流設定部 2 により設定された目標電流 I_{m^*} を入力する。そして、目標電流値判定部 1 0 2 は、入力された目標電流 I_{m^*} の絶対値と予め記憶している判定電流 (所定電流閾値) I_{m0} とを比較して、目標電流 I_{m^*} の絶対値が判定電流 I_{m0} より大きいかな否かを判定する。そして、目標電流値判定部 1 0 2 は、この判

10

20

30

40

50

定結果を後述するゲイン設定部 104 及び電動機駆動停止部 105 に出力する。なお、判定電流 I_{m0} は、判定電流 I_{m0} に相当する電流がアシスト電動機 6 に供給されている場合に、アシスト電動機 6 への電流供給を遮断したとしても、運転者による操舵力が大きく増加することなく、操舵フィーリングを低下させない程度の電流値としている。

【0031】

(7.3) タイマ 103

タイマ 103 は、停止指示信号検出部 101 が停止指示信号を検出したときからの経過時間をカウントする。具体的には、タイマ 103 は、停止指示信号検出部 101 から停止指示信号が出力された場合に、タイマカウンタ t のカウントアップを開始する。そして、タイマ 103 は、タイマカウンタ t を後述するゲイン設定部 104 及び電動機駆動停止部 105 に出力する。

10

【0032】

(7.4) ゲイン設定部 104

ゲイン設定部 104 は、停止指示信号検出部 101 から出力された停止指示信号、目標電流値判定部 102 から出力される判定結果、及び、タイマ 103 から出力されるタイマカウンタ t に基づき、PI 制御部 4 の比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i を設定する。具体的には、ゲイン設定部 104 は、まず、停止指示信号が出力されない場合には、PI 制御部 4 の比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i を通常状態の比例ゲイン（通常比例ゲイン） K_{p1} 及び通常状態の積分ゲイン（通常積分ゲイン） K_{i1} に設定する。ここで、通常状態とは、アシスト電動機 6 を停止させる際の停止状態と区別する意味であって、停止状態でない状態を意味する。

20

【0033】

また、ゲイン設定部 104 は、停止指示信号が出力された場合であって、目標電流 I_{m*} の絶対値が判定電流 I_{m0} より大きい場合には、PI 制御部 4 の比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i を停止指示信号の種類に応じて異なる停止比例ゲイン K_{p2} 及び停止積分ゲイン K_{i2} に設定する。ここで、停止比例ゲイン K_{p2} 及び停止積分ゲイン K_{i2} は、それぞれ通常比例ゲイン K_{p1} 及び通常積分ゲイン K_{i1} よりも小さな値からなる。具体的には、停止比例ゲイン K_{p2} 及び停止積分ゲイン K_{i2} は、例えば、タイマカウンタ t が所定カウンタ T_1 に達したときに 0（零）になるような値とする。さらに、停止比例ゲイン K_{p2} 及び停止積分ゲイン K_{i2} は、0（零）にするまでの時間（所定カウンタ T_1 に相当）を停止指示信号の種類に応じて異なるようにする。

30

【0034】

例えば、停止指示信号が IG スイッチ 8 のオフ信号である場合には、所定カウンタ T_1 は例えば 5 sec とする。また、停止指示信号が操舵トルクセンサ 1 のトルク過大などの異常情報の場合には、所定カウンタ T_1 は例えば 500 msec とする。また、停止指示信号が温度センサ及び電流電圧検出センサの異常情報の場合には、所定カウンタ T_1 は例えば 2 sec とする。この他、停止指示信号の種類に応じて、所定カウンタ T_1 を種々設定する。なお、故障情報の種類によっては、所定カウンタ T_1 を 0 sec とする場合もある。このように、故障状態に適すると共に操舵フィーリングを良好にすることができるように所定カウンタ T_1 が設定される。

40

【0035】

(7.5) 電動機駆動停止部 105

電動機駆動停止部 105 は、停止指示信号検出部 101 から出力される停止指示信号、目標電流値判定部 102 から出力される判定結果、及び、タイマ 103 から出力されるタイマカウンタ t に基づき、アシスト電動機 6 の駆動を停止させるか否かを判定する。具体的には、電動機駆動停止部 105 は、停止指示信号が出力された場合であって、目標電流 I_{m*} の絶対値が判定電流 I_{m0} 以下の場合に、アシスト電動機 6 の駆動を停止させると判定する。また、電動機駆動停止部 105 は、停止指示信号が出力され、目標電流 I_{m*} の絶対値が判定電流 I_{m0} より大きい場合には、さらにタイマカウンタ t が所定カウンタ T_1 に達したときに、アシスト電動機 6 の駆動を停止させると判定する。

50

【0036】

そして、電動機駆動停止部105は、アシスト電動機6の駆動を停止させると判定した場合には、アシスト電動機6の駆動を停止させる処理を行う。アシスト電動機6の駆動を停止させる処理とは、例えば、インバータ駆動部5とインバータ駆動部5に電力を供給する電源との間に配置された電源リレー（図示せず）を開放する処理、又は、インバータ駆動部5とアシスト電動機6との間に配置された相開放リレー（図示せず）を開放する処理などである。

【0037】

(8) 電動機停止処理部10の処理動作

次に、電動機停止処理部10の処理動作について、図2及び図3を参照して説明する。図2は、電動機停止処理を示すフローチャートである。図3(a)は、タイマカウンタtに対する比例ゲイン設定係数G1及び積分ゲイン設定係数G2を示す図である。図3(b)は、タイマカウンタtに対する比例ゲインKpを示す図である。図3(c)は、タイマカウンタtに対する積分ゲインKiを示す図である。

10

【0038】

電動機停止処理部10は、まず、停止指示信号検出部101にて停止指示信号を検出する(ステップS1)。続いて、停止指示信号が検出されたか否かを判断する(ステップS2)。そして、停止指示信号が検出されていない場合には(ステップS2: No)、ゲイン設定部104にて通常比例ゲインKp1及び通常積分ゲインKi1をPI制御部4の比例要素の比例ゲインKp及び積分要素の積分ゲインKiとして設定する(ステップS3)

20

【0039】

一方、停止指示信号が検出された場合には(ステップS2: Yes)、目標電流値判定部102が目標電流Im*を読み込む(ステップS4)。続いて、目標電流値判定部102にて、読み込まれた目標電流Im*の絶対値と予め記憶された判定電流Im0とを比較して、目標電流Im*の絶対値が判定電流Im0より大きいかなんかを判断する(ステップS5)。そして、この判定結果がゲイン設定部104及び電動機駆動停止部105に出力される。

【0040】

そして、目標電流Im*の絶対値が判定電流Im0以下の場合には(ステップS5: No)、電動機駆動停止部105がアシスト電動機6の駆動を停止する処理を行う(ステップS10)。すなわち、停止指示信号が検出され、かつ、目標電流Im*の絶対値が判定電流Im0以下の場合に、アシスト電動機6の駆動が停止される。

30

【0041】

一方、目標電流Im*の絶対値が判定電流Im0より大きい場合には(ステップS5: Yes)、ゲイン設定部104にて、停止指示信号の種類に応じて、比例ゲイン設定係数G1、積分ゲイン設定係数G2、及び所定カウンタT1を設定する(ステップS6)。さらに、上記場合には、電動機駆動停止部105にて、所定カウンタT1を設定する(ステップS6)。ここで、比例ゲイン設定係数G1及び積分ゲイン設定係数G2は、それぞれ停止比例ゲインKp2及び停止積分ゲインKi2を設定する際に用いられる。また、所定カウンタT1は、タイマ103のタイマカウンタtとの比較によりアシスト電動機6を停止するか否かの判定に用いられる。

40

【0042】

ここで、比例ゲイン設定係数G1及び積分ゲイン設定係数G2について図3(a)を参照して説明する。図3(a)に示すように、比例ゲイン設定係数G1及び積分ゲイン設定係数G2は、タイマカウンタtが0のときに1とし、タイマカウンタtが所定カウンタT1のときに0となるように線形的に減少する関係とする。

【0043】

続いて、ゲイン設定部104にて、停止比例ゲインKp2及び停止積分ゲインKi2を数1に基づき算出する。そして、算出された停止比例ゲインKp2及び停止積分ゲインK

50

i_2 を P I 制御部 4 の比例要素の比例ゲイン K_p 及び積分要素の積分ゲイン K_i として設定する (ステップ S 7)。

【 0 0 4 4 】

【 数 1 】

$$K_{p2} = K_{p1} \times G1$$

$$K_{i2} = K_{i1} \times G2$$

K_{p1} : 通常比例ゲイン

K_{i1} : 通常積分ゲイン

$G1$: 比例ゲイン設定係数

$G2$: 積分ゲイン設定係数

10

【 0 0 4 5 】

ここで、比例ゲイン設定係数 $G1$ 及び積分ゲイン設定係数 $G2$ は、上述したように、タイマカウンタ t の増加に伴い線形的に減少する関係からなる。従って、数 1 に基づき算出された停止比例ゲイン K_{p2} 及び停止積分ゲイン K_{i2} は、図 3 (b) (c) に示すように、タイマカウンタ t が 0 のときには通常比例ゲイン K_{p1} 及び通常積分ゲイン K_{i1} となり、タイマカウンタ t の増加に伴い線形的に減少して所定カウンタ $T1$ に到達する時には 0 (零) となる。つまり、停止比例ゲイン K_{p2} 及び停止積分ゲイン K_{i2} は、それぞれ通常比例ゲイン K_{p1} 及び通常積分ゲイン K_{i1} よりも小さな値からなる。

20

【 0 0 4 6 】

そして、停止比例ゲイン K_{p2} 及び停止積分ゲイン K_{i2} を設定した後は、タイマ 1 0 3 のタイマカウンタ t のカウントアップを開始する (ステップ S 8)。続いて、電動機駆動停止部 1 0 5 にて、タイマ 1 0 3 のタイマカウンタ t と上述したように設定された所定カウンタ $T1$ とを比較して、タイマカウンタ t が所定カウンタ $T1$ 以上であるか否かを判定する (ステップ S 9)。

【 0 0 4 7 】

そして、タイマカウンタ t が所定カウンタ $T1$ より小さい場合には (ステップ S 9 : N o)、そのまま処理を終了する。一方、タイマカウンタ t が所定カウンタ $T1$ 以上に達すると (ステップ S 9 : Y e s)、電動機駆動停止部 1 0 5 はアシスト電動機 6 の駆動を停止する処理を行う (ステップ S 1 0)。すなわち、停止指示信号を検出してから所定カウンタ $T1$ に相当する時間が経過したときに、アシスト電動機 6 の駆動が停止される。その間、比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i は、時間経過に伴い線形的に減少させている。

30

【 0 0 4 8 】

(9) 上記実施例の変形態様

上記実施例の電動機停止処理部 1 0 は、目標電流値判定部 1 0 2 において目標電流 I_{m*} の絶対値が判定電流 I_{m0} より大きいか否かを判定し、ゲイン設定部 1 0 4 及び電動機駆動停止部 1 0 5 において当該判定結果に基づきゲインの設定及びアシスト電動機 6 の停止処理を行うようにしたが、これに限られるものではない。

40

【 0 0 4 9 】

例えば、上記実施例の目標電流値判定部 1 0 2 を操舵トルク値判定部に置き換えるようにしてもよい。操舵トルク値判定部は、操舵トルクセンサ 1 により検出された操舵トルク T_s を入力する。そして、操舵トルク値判定部は、入力された操舵トルク T_s の絶対値と予め記憶している判定トルク値 (所定トルク閾値) T_{s0} とを比較して、操舵トルク T_s の絶対値が判定トルク値 T_{s0} より大きいか否かを判定する。そして、その判定結果をゲイン設定部 1 0 4 及び電動機駆動停止部 1 0 5 に出力する。なお、判定トルク値 T_{s0} は、判定トルク値 T_{s0} に基づき設定された目標電流 I_{m*} に相当する電流がアシスト電動機 6 に供給されている場合に、アシスト電動機 6 への電流供給を遮断したとしても、運転

50

者による操舵力が大きく増加することなく、操舵フィーリングを低下させない程度の操舵トルク値としている。

【0050】

そして、この場合には、ゲイン設定部104及び電動機駆動停止部105は、操舵トルク値判定部による判定結果に基づき、ゲインの設定及びアシスト電動機6の駆動停止処理を行う。具体的には、操舵トルク T_s が判定トルク値 T_{s0} 以下の場合に、電動機駆動停止部105はアシスト電動機6の駆動を停止する処理を行う。また、操舵トルク T_s が判定トルク値 T_{s0} より大きい場合には、図2のステップS6以降の処理が行われる。

【0051】

また、上記実施例のゲイン設定部104は、数1に基づき停止比例ゲイン K_p2 及び停止積分ゲイン K_i2 を設定したが、これに限られるものではない。例えば、停止比例ゲイン K_p2 及び停止積分ゲイン K_i2 は、予め記憶された経過時間に対する各ゲインのマップに基づき決定するようにしてもよい。また、停止比例ゲイン K_p2 及び停止積分ゲイン K_i2 は、時間経過に伴い曲線的に小さくなるような関係式やマップなどに基づき算出するようにしてもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本実施例の電動パワーステアリング装置の全体構成のブロック図である。

【図2】電動機停止処理を示すフローチャートである。

【図3】(a) タイマカウンタ t に対する比例ゲイン設定係数 G_1 及び積分ゲイン設定係数 G_2 を示す図である。(b) タイマカウンタ t に対する比例ゲイン K_p を示す図である。(c) タイマカウンタ t に対する積分ゲイン K_i を示す図である。

20

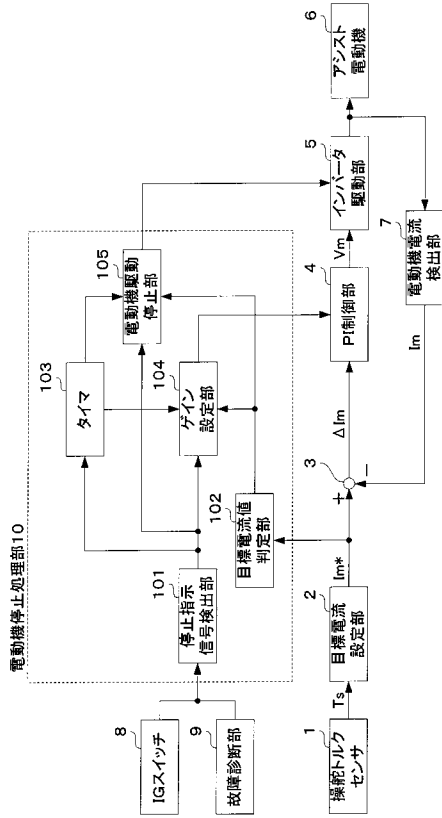
【符号の説明】

【0053】

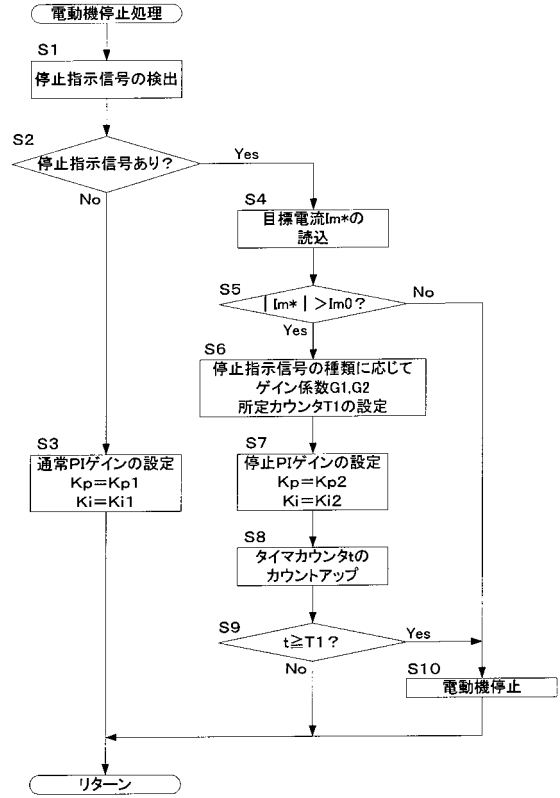
1：操舵トルクセンサ（操舵トルク検出手段）、 2：目標電流設定部（目標電流設定手段）、 3：減算器、 4：PI制御部（比例積分制御手段）、 5：インバータ駆動部（電動機駆動手段）、 6：アシスト電動機、 7：電動機電流検出部（電動機電流検出手段）、 8：IGスイッチ、 9：故障診断部、 10：電動機停止処理部、 101：停止指示信号検出部（停止指示信号検出手段）、 102：目標電流値判定部、 103：タイマ、 104：ゲイン設定部（ゲイン設定手段）、 105：電動機駆動停止部（駆動停止手段）

30

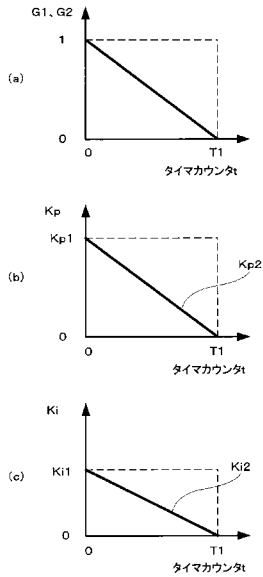
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3D032 CC08 CC33 CC34 CC40 CC46 DA15 DA64 DA65 DA67 DA91
DB05 DB20 DC01 DC02 DC08 DC09 DC17 DC34 DD01 DD06
DD10 DD17 DE02 DE03 DE14 EB11 EC23
3D033 CA03 CA16 CA20 CA21 CA31 CA32
3D232 CC08 CC33 CC34 CC40 CC46 DA15 DA64 DA65 DA67 DA91
DB05 DB20 DC01 DC02 DC08 DC09 DC17 DC34 DD01 DD06
DD10 DD17 DE02 DE03 DE14 EB11 EC23
3D233 CA03 CA16 CA20 CA21 CA31 CA32