

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3681259号

(P3681259)

(45) 発行日 平成17年8月10日(2005.8.10)

(24) 登録日 平成17年5月27日(2005.5.27)

(51) Int. Cl.⁷

F I

B 6 2 D 6/00	B 6 2 D 6/00
B 6 2 D 5/04	B 6 2 D 5/04
// B 6 2 D 101:00	B 6 2 D 101:00
B 6 2 D 113:00	B 6 2 D 113:00
B 6 2 D 117:00	B 6 2 D 117:00

請求項の数 1 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平9-197605	(73) 特許権者	000001247 光洋精工株式会社 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
(22) 出願日	平成9年7月23日(1997.7.23)	(74) 代理人	100078868 弁理士 河野 登夫
(65) 公開番号	特開平11-34901	(72) 発明者	吉田 一恭 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内
(43) 公開日	平成11年2月9日(1999.2.9)	(72) 発明者	西本 光彦 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内
審査請求日	平成14年4月3日(2002.4.3)	審査官	関 裕治朗
		(56) 参考文献	実開平4-80762 (JP, U) 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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

操舵トルクの検出値に基づいて操舵力補助用モータのモータ電流の目標値を決定し、該モータ電流が該目標値になるように、前記モータをPWM制御により回転駆動する手段と、舵角速度を検出する舵角速度検出手段と、車速を検出する車速センサとを備え、操舵トルクの検出値が所定範囲内にあり、前記車速センサが検出した車速が第1車速より高く、前記舵角速度検出手段が検出した舵角速度が第1舵角速度より高いときに、前記モータを制動し、前記車速が第1車速より低いとき及び前記車速が、第1車速と第1車速より高い第2車速との間にあり、前記舵角速度が第1舵角速度より低いときに、前記モータを駆動して舵輪を舵角中点へ戻す制御が可能となる電動パワーステアリング装置において、

前記車速が第1車速より低い第3車速より低く、前記舵輪を舵角中点へ戻す制御が可能な状態から、前記車速が第3車速と第1車速との間になったときは、引き続き前記制御が可能な状態に維持する手段と、前記車速が第1車速より高く、前記舵角速度が第1舵角速度より高く、前記制御が可能な状態から、前記車速が第1車速と第3車速との間になったときは、引き続き前記制御が可能な状態に維持する手段と、前記舵角速度が、第1舵角速度より低い第2舵角速度より低く、前記舵輪を舵角中点へ戻す制御が可能な状態から、前記舵角速度が第2舵角速度と第1舵角速度との間になったときは、引き続き前記制御が可能な状態に維持する手段と、前記舵角速度が第1舵角速度より高く、前記制御が可能な状態から、前記舵角速度が第1舵角速度と第2舵角速度との間になったときは、引き続き前記制御が可能な状態に維持する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

10

20

装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、操舵トルクの検出値に基づいて決定される操舵力補助用モータのモータ電流目標値を自動制御の目標値として、操舵力補助用モータをPWM制御により回転駆動し、操舵力補助を行う電動パワーステアリング装置の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

操舵トルクの検出値に基づいて決定される操舵力補助用モータの電流目標値と、操舵力補助用モータの駆動電流の検出値とに基づいて、操舵力補助用モータをPWM制御により回転駆動する電動パワーステアリング装置では、ハンドル（舵輪）の戻し時には、操舵力補助用モータにハンドル戻し電流を流してハンドル戻し制御を行っている。そして、車両が直進するハンドルの中立位置（舵角中点）近く迄戻ると、ハンドル戻し電流を0にしている。

10

【0003】

しかし、ハンドルがその中立位置迄戻っても、操舵力補助用モータの慣性力により、ハンドルは、中立位置で直ちにはその回転が停止せず、図14に示すような、振り子のように中立位置（0°）の反対側迄行き過ぎては戻る動作を繰り返しながら、中立位置に収斂する。そのため、ハンドルが中立位置に収斂して停止する迄に時間がかかり、その間、車両

20

の走行状態が安定せず、特に、高速走行時にその影響が大きい。また、同じ車速であっても、その操舵状態によって、ハンドル戻し制御が必要なときと、ハンドル収斂性制御が必要なときとがある。例えば、中速走行時に中立位置近くでハンドルの回転が速ければ、ハンドル収斂性制御が必要であり、中速走行時に中立位置近くでもハンドルの回転が遅ければ、ハンドル戻し制御を行う方がよい。

【0004】

これらの問題を解決するための電動パワーステアリング装置を、本出願人は、他の出願人と共に、特願平8-91341号特許願において提案している。

この電動パワーステアリング装置は、車速、舵角速度、ハンドル戻し制御及びハンドル収斂性制御の関係を、例えば、横軸に車速を、縦軸に舵角速度をそれぞれ取ったグラフである図15に示すように定めてある。つまり、車速が0~30km/hのときと、車速が30km/h~80km/hで、舵角速度が55°/sより低いときとは、ハンドル戻し制御が可能となる。

30

【0005】

車速が30km/hより高く、舵角速度が60°/sより高いときは、ハンドル収斂性制御が可能となる。

車速が30km/h~80km/hで、舵角速度が55°/s~60°/sの領域は、ハンドル戻し制御とハンドル収斂性制御との切り換えを行うときの舵角速度がヒステリシスを有する領域であり、前回制御がハンドル戻し制御であったときは、ハンドル戻し制御を行い、前回制御がハンドル収斂性制御又はアシスト制御であったときは、アシスト制御を行うようになっている。

40

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、この電動パワーステアリング装置では、図15において、例えば、舵角速度が60°/sより高い状態で、車速が30km/h付近で上下した場合に、ハンドル戻し制御とハンドル収斂性制御とが短時間に交互に切り換わり、ハンドルがハンチングを起こす問題があった。

本発明は、上述したような事情に鑑みてなされたものであり、同じ操舵状態であっても、その車速及び舵角速度によって、ハンドル戻し制御及びハンドル収斂性制御の何れか好適な制御を行うことができ、操舵フィーリングが良好で、ハンドルを速やかに中立位置に戻

50

すことができる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。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る電動パワーステアリング装置は、操舵トルクの検出値に基づいて操舵力補助用モータのモータ電流の目標値を決定し、該モータ電流が該目標値になるように、前記モータをPWM制御により回転駆動する手段と、舵角速度を検出する舵角速度検出手段と、車速を検出する車速センサとを備え、操舵トルクの検出値が所定範囲内にあり、前記車速センサが検出した車速が第1車速より高く、前記舵角速度検出手段が検出した舵角速度が第1舵角速度より高いときに、前記モータを制動し、前記車速が第1車速より低いとき及び前記車速が、第1車速と第1車速より高い第2車速との間にあり、前記舵角速度が第1舵角速度より低いときに、前記モータを駆動して舵輪を舵角中点へ戻す制御が可能となる電動パワーステアリング装置において、前記車速が第1車速より低い第3車速より低く、前記舵輪を舵角中点へ戻す制御が可能なる状態から、前記車速が第3車速と第1車速との間になったときは、引き続き前記制御が可能なる状態に維持する手段と、前記車速が第1車速より高く、前記舵角速度が第1舵角速度より高く、前記制御が不能なる状態から、前記車速が第1車速と第3車速との間になったときは、引き続き前記制御が不能なる状態に維持する手段と、前記舵角速度が、第1舵角速度より低い第2舵角速度より低く、前記舵輪を舵角中点へ戻す制御が可能なる状態から、前記舵角速度が第2舵角速度と第1舵角速度との間になったときは、引き続き前記制御が可能なる状態に維持する手段と、前記舵角速度が第1舵角速度より高く、前記制御が不能なる状態から、前記舵角速度が第1舵角速度と第2舵角

10

20

【0008】

この電動パワーステアリング装置では、操舵トルクの検出値が所定範囲内にあり、車速センサが検出した車速が第1車速より高く、舵角速度検出手段が検出した舵角速度が第1舵角速度より高いときに、モータを制動し、車速が第1車速より低いとき及び車速が、第1車速と第1車速より高い第2車速との間にあり、舵角速度が第1舵角速度より低いときに、モータを駆動して舵輪を舵角中点へ戻す制御が可能となる。

そして、車速が第1車速より低い第3車速より低く、舵輪を舵角中点へ戻す制御が可能なる状態から、車速が第3車速と第1車速との間になったときは、可能な状態に維持する手段が、引き続きその制御が可能なる状態に維持する。また、車速が第1車速より高く、舵角速度が第1舵角速度より高く、舵輪を舵角中点へ戻す制御が不能なる状態から、車速が第1車速と第3車速との間になったときは、不能なる状態に維持する手段が、引き続きその制御が不能なる状態に維持する。

30

また、舵角速度が、第1舵角速度より低い第2舵角速度より低く、舵輪を舵角中点へ戻す制御が可能なる状態から、舵角速度が第2舵角速度と第1舵角速度との間になったときは、可能な状態に維持する手段が、引き続き舵輪を舵角中点へ戻す制御が可能なる状態に維持する。また、舵角速度が第1舵角速度より高く、舵輪を舵角中点へ戻す制御が不能なる状態から、舵角速度が第1舵角速度と第2舵角速度との間になったときは、不能なる状態に維持する手段が、引き続き舵輪を舵角中点へ戻す制御が不能なる状態に維持する。

40

【0009】

これにより、舵輪の戻し制御が可能なる状態とモータを制動する状態との切り換えを行うときの車速又は舵角速度にヒステリシスを持たせることができ、舵輪の戻し制御と制動制御とでハンチングが生じることを防止できるので、操舵フィーリングを良好にすることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態を、それを示す図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態の要部構成を示すブロッ

50

ク図である。この電動パワーステアリング装置は、操舵軸（図示せず）に設けたトルクセンサ 2 からの操舵トルク信号が、位相補償部 1 1 により位相補償され、アシスト制御部 1 2 に与えられる。

【 0 0 1 4 】

また、車速センサ 7 からの車速信号はアシスト制御部 1 2 と角速度差制御部 4 とハンドル戻し制御部 2 2 と舵角中点演算部 2 0 とデューティ決定部 2 5 とハンドル戻し電流演算部 2 6 とに与えられる。アシスト制御部 1 2 は、位相補償部 1 1 からの操舵トルク信号及び車速センサ 7 からの車速信号に基づいた、アシスト制御（操舵補助制御）のための目標電流値を出力し、比較選択部 1 3 に与える。一方、トルクセンサ 2 からの操舵トルク信号は、角速度差検出部 3 により微分され、その微分値は角速度差制御部 4 に与えられる。角速度差制御部 4 は、与えられた操舵トルク信号の微分値と、車速センサ 7 からの車速信号とに応じた電流値を出力し、加算手段 1 4 に与える。この電流値はモータ M の慣性補償に使用される。

10

【 0 0 1 5 】

操舵力補助用のモータ M の回転数を検出するモータ回転センサ 1 8 からのモータ回転数信号が、相对舵角検出部 1 9 に与えられ、相对舵角検出部 1 9 は、このモータ回転数信号からハンドル（舵輪）の相对舵角を検出し、舵角中点演算部 2 0 と減算手段 2 1 と舵角速度検出部 2 4 とに与える。

舵角中点演算部 2 0 は、与えられた相对舵角から、車両が直進するハンドルの舵角中点を演算し、その演算結果を減算手段 2 1 に与える。減算手段 2 1 は、与えられた演算結果を相对舵角から減算して、舵角中点からの舵角である絶対舵角を求め、その信号をハンドル戻し制御部 2 2 に与える。

20

【 0 0 1 6 】

尚、本実施の形態では、操舵機構に連結されたモータ M の回転数に基づいて、相对舵角を検出する例を示したが、モータ M の回転数に代えて、例えば、ロータリエンコーダを用いてハンドルに連結された操舵軸の回転数を検出して、相对舵角を検出してよい。また、相对舵角検出値を用いて絶対舵角を検出する方法に代えて、直接、絶対舵角を検出してよい。

【 0 0 1 7 】

ハンドル戻し制御部 2 2 は、絶対舵角と車速センサ 7 からの車速信号とに基づいた、ハンドルを戻すためのモータ M の目標電流値を出力し、ハンドル戻し電流演算部 2 6 に与える。

30

ハンドル戻し電流演算部 2 6 は、ハンドル戻し制御部 2 2 から与えられた目標電流値に、車速に応じた車速係数を乗じてハンドル戻し電流の目標電流値を演算し、比較選択部 1 3 に与える。

比較選択部 1 3 は、アシスト制御部 1 2 からの目標電流値とハンドル戻し電流演算部 2 6 からの目標電流値とのそれぞれの絶対値の大小を比較し、絶対値の大きい方の目標電流値を加算手段 1 4 に与える。

加算手段 1 4 は、与えられた目標電流値に角速度差制御部 4 から与えられた電流値を加算し、その加算結果を減算手段 1 5 に与える。

40

【 0 0 1 8 】

減算手段 1 5 は、加算手段 1 4 からの加算結果と、モータ電流検出回路 6 によって検出されたモータ M の駆動電流のフィードバック値との偏差を求め、この偏差を P I 制御部 1 6 に与える。P I 制御部 1 6 は、この偏差（比例要素）及び偏差の積分値（積分要素）を前回制御量に加算し、今回の制御量として P W M 制御部 1 7 に与える。

P W M 制御部 1 7 は、この制御量を P W M 波信号及びモータ M の回転方向を表す信号に変換し、駆動回路 5 に与える。駆動回路 5 は、4 個の F E T Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 が H 型ブリッジに構成され、橋絡部分にモータ M が設置されている。

【 0 0 1 9 】

舵角速度検出部 2 4 は、与えられた相对舵角から、ハンドルの回転速度である舵角速度を

50

検出し、舵角速度信号としてデューティ決定部 25 に与える。

前述したトルクセンサ 2 からの操舵トルク信号は不感帯検出部 23 へも与えられる。不感帯検出部 23 は、与えられた操舵トルク信号がアシスト制御部 12 の不感帯内にあるか否かを検出し、その検出信号をデューティ決定部 25 に与える。尚、不感帯検出部 23 に入力される操舵トルク信号は、位相補償を行う前の値とする。これは、位相補償後の操舵トルク信号では、微分要素が加わり、不感帯を検出する機会が減るためである。

【0020】

デューティ決定部 25 は、車速センサ 7 からの車速信号と、不感帯検出部 23 からの不感帯の検出信号と、舵角速度検出部 24 からの舵角速度信号とに応じた、モータ M を制動する PWM 制御のためのデューティファクタを決定し、PWM 制御部 17 に与える。モータ M の制動は、ハンドルの戻し時に速やかに中立位置に収斂させるために行う。

10

【0021】

PWM 制御部 17 は、PI 制御部 16 から与えられた制御量が略 0 であり、デューティ決定部 25 から与えられたデューティファクタが所定値より大きいときに、デューティ決定部 25 から与えられたデューティファクタによる PWM 制御により、駆動回路 5 内でモータ M の両端子を短絡して、逆起電力による電流が流れるようにする。

PWM 制御部 17 は、少なくともハンドル戻し制御部 22 の舵角の不感帯の範囲内（例えば $-15^\circ \sim 15^\circ$ ）でなければ、デューティ決定部 25 から与えられたデューティファクタによる PWM 制御は行わない。

【0022】

以下に、このような構成の電動パワーステアリング装置の制御動作を、それを示すフローチャート（図 2, 3, 4）を参照しながら説明する。

20

まず、位相補償部 11 でトルクセンサ 2 からの操舵トルク信号の位相補償を行う（S10）。

【0023】

次いで、車速センサ 7 からの車速信号が例えば 20 km/h 未満のとき（S12）は、ハンドルを中立位置に戻すためにモータ M を駆動するハンドル戻し制御を行うべく、ハンドル戻し制御部 22 で、絶対舵角とハンドル戻しのための目標電流との特性に基づいて、目標電流値を求め、ハンドル戻し電流演算部 26 に与える。この特性は、図 5 に示すように、左右回転方向の絶対舵角が例えば 15° 以上のときは、ハンドル戻しのための目標電流がそれぞれ一定の $\pm 1.8 \text{ A}$ となり、 15° 未満のときは、 -15° から -2° までは、 1.8 A から 0 A に漸減し、 15° から 2° までは、 -1.8 A から 0 A にその絶対値が漸減する。

30

【0024】

ハンドル戻し電流演算部 26 は、与えられた目標電流値に車速係数を乗じて、ハンドル戻し電流の目標電流値を演算する（S14）。この車速係数は、図 6 に示すように、車速が 0 km/h から 15 km/h までは 1.0 で、 15 km/h から 80 km/h までは、 1.0 から 0 に漸減し、 80 km/h 以上では 0 となる。

【0025】

次いで、収斂性制御フラグがセットされており、前回制御がハンドルの戻し時にハンドルを速やかに中立位置に収斂させるハンドル収斂性制御であったときは（S16）、駆動回路 5 の H 型ブリッジを構成する 4 個の FET Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 の内、高電圧側の FET Q_1, Q_2 の方向指示をオフにする（S18）。

40

FET Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 は、それぞれ方向指示がオンの状態で、PWM 信号が与えられたときに、PWM 信号に従ってオンになる。ハンドル収斂性制御のときは、FET Q_1, Q_2 の方向指示はオンの状態になっているので、ハンドル収斂性制御を行わないときは、先ずオフの状態にする。

【0026】

次いで、収斂性制御フラグをクリアする（S20）。

収斂性制御フラグがセットされていないときは（S16）、FET Q_1, Q_2 の方向指示

50

のオフ (S 1 8) 及び収斂性制御フラグのクリア (S 2 0) は行わない。

【 0 0 2 7 】

車速センサ 7 からの車速信号が 2 0 k m / h 以上のとき (S 1 2) は、不感帯検出部 2 3 で操舵トルクが、アシスト制御部 1 2 の不感帯内にあることを検出すれば (S 3 4)、デューティ決定部 2 5 で舵角速度検出部 2 4 から舵角速度を読み込む (S 3 6)。

不感帯内になければ (S 3 4)、舵角速度を読み込まず、収斂性制御フラグがセットされているか否かを調べる (S 1 6)。

【 0 0 2 8 】

舵角速度を読み込んだ後 (S 3 6)、車速センサ 7 からの車速信号が例えば 3 0 k m / h 以上のとき (S 3 7) は、読み込んだ (S 3 6) 舵角速度が例えば 6 0 ° / s 以上か否かを調べる (S 3 8)。舵角速度が 6 0 ° / s 以上のときは (S 3 8)、ハンドル収斂性制御のために、デューティ決定部 2 5 で P W M 制御のデューティファクタである P W M 出力演算値 = (舵角速度 - 6 0) × K × K p を演算し (S 4 0)、P W M 制御部 1 7 に与える。

10

【 0 0 2 9 】

ここで、K は制御ゲイン、K p は、図 8 に示すように、車速が 3 0 k m / h から 1 2 0 k m / h までは、0 から 1 . 0 に漸増し、1 2 0 k m / h 以上では 1 . 0 となる車速係数である。

P W M 出力演算値 (デューティファクタ) は、例えば、図 7 に示すように、舵角速度が 6 0 ° / s から 1 1 4 ° / s までは、7 5 % から 1 0 0 % に漸増し、1 1 4 ° / s 以上では 1 0 0 % となる。ここで、P W M 出力演算値が 1 0 0 % を超えることがないように、リミッタ処理を行う (S 4 2)。

20

【 0 0 3 0 】

P W M 制御部 1 7 は、デューティ決定部 2 5 から与えられたデューティファクタが所定値より大きいとき、駆動回路 5 の接地側の F E T Q₃、Q₄ の方向指示をオフにして (S 4 4)、F E T Q₃、Q₄ が P W M 制御でオンにならないようにする。次いで、収斂性制御フラグをセットし (S 4 6)、角速度差制御演算 (S 2 2) を行う。

【 0 0 3 1 】

読み込んだ (S 3 6) 舵角速度が 6 0 ° / s 未満のときは (S 3 8)、デューティ決定部 2 5 を作動させない。

30

読み込んだ (S 3 6) 舵角速度が 6 0 ° / s 未満で (S 3 8)、車速が例えば 8 0 k m / h 以上のとき (S 4 8)、ハンドル戻し電流演算部 2 6 を作動させず、収斂性制御フラグがセットされているか否かを調べる (S 1 6)。

【 0 0 3 2 】

車速センサ 7 からの車速信号が 3 0 k m / h 未満 (つまり 2 0 k m / h 以上 3 0 k m / h 未満) のとき (S 3 7) 又は車速信号が 8 0 k m / h 未満のとき (S 4 8) であり、舵角速度が例えば 5 5 ° / s 未満のときは (S 5 0)、ハンドル戻し電流演算部 2 6 で、ハンドル戻し制御部 2 2 から与えられた目標電流値に車速係数を乗じて、ハンドル戻し電流の目標電流値を演算する (S 1 4)。

【 0 0 3 3 】

舵角速度が 5 5 ° / s 以上で (S 5 0)、収斂性制御フラグがセットされていなければ (S 5 2)、ハンドル戻し電流演算部 2 6 で、ハンドル戻し制御部 2 2 から与えられた目標電流値に車速係数を乗じて、ハンドル戻し電流の目標電流値を演算する (S 1 4)。

40

収斂性制御フラグがセットされており、前回制御がハンドル収斂性制御であったときは (S 5 2)、駆動回路 5 の H 型ブリッジを構成する 4 個の F E T Q₁、Q₂、Q₃、Q₄ の内、高電圧側の F E T Q₁、Q₂ の方向指示をオフにする (S 1 8)。

【 0 0 3 4 】

ここで、ステップ S 3 7、S 3 8、S 4 8、S 5 0 及び S 5 2 では、車速が 3 0 ~ 8 0 k m / h のときに、図 9 (a) に示すように、前回制御がハンドル戻し制御 (ハンドル戻し電流の目標電流値の演算) であって、舵角速度が 6 0 ° / s より低いときは、引き続きハ

50

ンドル戻し制御を可能としている。車速が30 km/h ~ 80 km/hのときに、図9 (a) に示すように、前回制御がハンドル収斂性制御又はアシスト制御(ハンドル戻し制御、収斂性制御を行わない制御)であって、舵角速度が55°/sと60°/sとの間にあるときは、角速度差制御を行うようにしている。舵角速度が55°/sより低いときは、ハンドル戻し制御を行う。

【0035】

車速が20 ~ 30 km/hのときに、図9 (b) に示すように、前回制御がハンドル戻し制御であって、舵角速度が55°/sより高いときは、引き続きハンドル戻し制御を可能としている。車速が20 km/h ~ 30 km/hのときに、図9 (b) に示すように、前回制御がハンドル収斂性制御又はアシスト制御であって、舵角速度が55°/sより高いときは、角速度差制御を行うようにしている。舵角速度が55°/sより低いときは、ハンドル戻し制御を行う。

10

【0036】

また、舵角速度が60°/sより高いときに、図9 (c) に示すように、前回制御がハンドル戻し制御であって、車速が20 km/h ~ 30 km/hのときは、引き続きハンドル戻し制御を可能としている。舵角速度が60°/sより高いときに、図9 (c) に示すように、前回制御がハンドル収斂性制御又はアシスト制御であって、車速が20 km/h ~ 30 km/hのときは、角速度差制御を行うようにしている。

これにより、ハンドル戻し制御とハンドル収斂性制御との切り換えを行うときの舵角速度及び車速にヒステリシスを持たせることができ、ハンドル戻し制御と制動制御とでハンチングが生じることを防止できる。

20

【0037】

図10は、車速、舵角速度、ハンドル戻し制御及びハンドル収斂性制御の関係を説明するための説明図である。

車速が0 ~ 20 km/hのときと、車速が20 km/h ~ 80 km/hで、舵角速度が55°/sより低いときは、ハンドル戻し制御が可能となる。

車速が30 km/hより高く、舵角速度が60°/sより高いときは、ハンドル収斂性制御が可能となる。

車速が30 km/h ~ 80 km/hで、舵角速度が55°/s ~ 60°/sの領域、及び車速が20 km/h ~ 30 km/hで、舵角速度が55°/sより高い領域は、ハンドル戻し制御とハンドル収斂性制御との切り換えを行うときの舵角速度がヒステリシスを有する領域であり、前回制御がハンドル戻し制御であったか否かで、ハンドル戻し制御かアシスト制御を行う。

30

【0038】

尚、角速度差制御演算(S22)及び以下のステップS23, 24, 26, 28は、角速度差制御及びハンドル戻し制御とハンドル収斂性制御との連続性を考慮して、何れの制御においても実行する。

車速信号が20 km/h未満のとき(S12)は、収斂性制御フラグをクリアした(S20)後(収斂性制御フラグがセットされていなければ(S16)、ステップS16の後)、モータMの慣性補償のために、角速度差制御部4で操舵トルク信号の微分値と車速とに応じた電流値を演算し(S22)、加算手段14に与える。

40

【0039】

一方、比較選択部13では、アシスト制御部12からの目標電流値(S23)と、ハンドル戻し電流演算部26からのハンドル戻し電流の目標電流値(S14)との絶対値の大きい方の目標電流値を加算手段14に与える。

加算手段14では、比較選択部13で選択された目標電流値と演算された(S22)電流値とを加算して、モータ電流目標値を算出(S24)する。

【0040】

モータ電流目標値は、減算手段15で、モータ電流検出回路6によって検出されたモータMの駆動電流のフィードバック値との偏差が求められ、この偏差はPI制御部16に与え

50

られる。P I制御部 16 は、この偏差（比例要素）及び偏差の積分値（積分要素）を前回制御量に加算し（S 26）、今回の制御量としてP W M制御部 17 に与える。

【0041】

次いで、P W M制御部 17 で、収斂性制御フラグがセットされていなければ（S 28）、この制御量をP W M波信号及びモータMの回転方向を表す信号に変換し、駆動回路5に与える（S 30, 32）。

モータMは、方向指示がオンにされたF E T Q_1 , Q_4 又はF E T Q_2 , Q_3 のF E T対がP W M波信号によりオン/オフされることにより、方向指示に従う方向へ回転し、アシスト制御又はハンドル戻し制御を行う。

【0042】

収斂性制御フラグがセットされていれば（S 28）、駆動回路5の高電圧側のF E T Q_1 , Q_2 の方向指示をオンにして（S 54）、デューティ決定部 25 から与えられたデューティファクタ（S 40）に基づくP W M波信号を駆動回路5に与える（S 34）。

モータMは、方向指示がオンにされたF E T Q_1 , Q_2 のF E T対がP W M波信号によりオン/オフされる。これにより、モータMは、自己の惰力回転により発生する逆起電力による電流が流れる回路がP W M制御により形成され（モータMの両端子が短絡され）、この電流による制動力により回転動作が抑制される（ハンドル収斂性制御）。

【0043】

図 11 は、今回開示される電動パワーステアリング装置の要部構成例を示すブロック図である。この電動パワーステアリング装置は、操舵軸（図示せず）に設けたトルクセンサ 2 からの操舵トルク信号が、位相補償部 11 により位相補償され、アシスト制御部 12 に与えられる。

アシスト制御部 12 は、位相補償部 11 からの操舵トルク信号に基づいた、アシスト制御（操舵補助制御）のためのモータの目標電流値を減算手段 15 と応答遅れ補償部 12 a とに与える。

【0044】

応答遅れ補償部 12 a は、アシスト制御部 12 からの目標電流値と、トルクセンサ 2 からの操舵トルク信号と、モータ電流検出回路 6 によって検出されたモータMの駆動電流の検出電流値とを与えられ、目標電流値及び検出電流値が0のときに、操舵トルクの変化に応じたオフセットを前回目標電圧値としてP I D制御部 16 a に与える。

【0045】

減算手段 15 は、モータの電流目標値と、モータ電流検出回路 6 によって検出されたモータMの駆動電流のフィードバック値との偏差を求め、この偏差をP I D制御部 16 a に与える。P I D制御部 16 a は、この偏差（比例要素）、偏差の積分値（積分要素）及び偏差の微分値（微分要素）を前回目標電圧値に加算し、今回目標電圧値としてP W M制御部 17 に与える。

P W M制御部 17 は、今回目標電圧値をP W M波信号及びモータMの回転方向を表す信号に変換し、駆動回路5に与える。駆動回路5は、4個のF E T Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 がH型ブリッジに構成され、橋絡部分に操舵力補助用のモータMが設置されている。

【0046】

以下に、このような構成の電動パワーステアリング装置の制御動作を、それを示す図 12 のフローチャートを参照しながら説明する。

応答遅れ補償部 12 a は、まず、アシスト制御部 12 から目標電流値を読み込み（S 60）、次いで、モータ電流検出回路 6 から検出電流値を読み込む（S 62）。

次に、目標電流値と検出電流値とが0であるか否かを調べ（S 64）、目標電流値と検出電流値とが0であるときは、トルクセンサ 2 から操舵トルク信号を読み込む（S 65）。

【0047】

応答遅れ補償部 12 a は、次に、操舵トルク信号が示す操舵トルクの変化方向を調べ（S 66）、変化方向が右のときは、正の目標電圧オフセットを設定し（S 68）、この正の目標電圧オフセットを前回目標電圧としてP I D制御部 16 a に与える（S 70）。

10

20

30

40

50

変化方向が左のときは、負の目標電圧オフセットを設定し（S76）、この負の目標電圧オフセットを前回目標電圧としてPID制御部16aに与える（S70）。

【0048】

PID制御部16aは、減算手段15から与えられた偏差（比例要素）、この偏差の積分値（積分要素）及びこの偏差の微分値（微分要素）を前回目標電圧値に加算し、今回目標電圧値としてPWM制御部17に与えた後（S72）、今回目標電圧値を前回目標電圧値として（S74）リターンする。

PWM制御部17は、この今回目標電圧値をPWM波信号及びモータMの回転方向を表す信号に変換し、駆動回路5に与える。駆動回路5は、PWM波信号及びモータMの回転方向を表す信号に基づき、FET Q_1 、 Q_4 又はFET Q_2 、 Q_3 のFET対をオン/オフさせることにより、モータMを回転駆動させる。

応答遅れ補償部12aは、目標電流値と検出電流値とが0であるか否かを調べ（S64）、目標電流値及び検出電流値の何れかでも0でないときは作動しない。

【0049】

図13は、今回開示される他の電動パワーステアリング装置の制御動作を示すフローチャートである。この電動パワーステアリング装置の構成は、図11の応答遅れ補償部12a内に、トルクセンサ2からの操舵トルク信号が示す操舵トルクの変化量に応じた目標電圧オフセット値のテーブルを有している。その他の構成は、上述した図11のブロック図と同様であるので説明を省略する。

【0050】

図13のフローチャートにおいて、この電動パワーステアリング装置の応答遅れ補償部12aは、トルクセンサ2から操舵トルク信号を読み込む（S65）。

応答遅れ補償部12aは、次に、前回のトルク値と操舵トルク信号が示す今回のトルク値との差をトルク変化量として演算する（S80）。次に、目標電圧オフセット値のテーブルから、演算したトルク変化量に応じた目標電圧オフセット値を求め、目標電圧オフセットとして設定する（S82）。

応答遅れ補償部12aは、次に、今回のトルク値を前回のトルク値とする（S84）。その他の動作は、上述した図12のフローチャートと同様であるので説明を省略する。

【0051】

以上、開示されたこれらの電動パワーステアリング装置により、従来、操舵力補助用のモータMの駆動方向を切り換えるときに、目標電流値及び検出電流値が0であれば、電流フィードバック制御における目標電圧も0に設定していた為に生じていた、操舵トルク0付近の微舵の領域における演算の応答遅れによりモータ慣性補償制御が十分でない問題が解決でき、操舵制御の応答性が改善され、良好な操舵フィーリングを得ることができる。

【0052】

【発明の効果】

本発明に係る電動パワーステアリング装置によれば、舵輪の戻し制御が可能な状態とモータを制動する状態との切り換えを行うときの車速又は舵角速度にヒステリシスを持たせることができ、舵輪の戻し制御と制動制御とでハンチングが生じることを防止できるので、操舵フィーリングを良好にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態の要部構成を示すブロック図である。

【図2】本発明に係る電動パワーステアリング装置の制御動作を示すフローチャートである。

【図3】本発明に係る電動パワーステアリング装置の制御動作を示すフローチャートである。

【図4】本発明に係る電動パワーステアリング装置の制御動作を示すフローチャートである。

【図5】絶対舵角とハンドル戻しのための目標電流との特性を示す特性図である。

10

20

30

40

50

【図6】ハンドル戻し電流の目標電流値を演算するための車速係数の値を説明するための説明図である。

【図7】ハンドル収斂性制御のためのPWM制御のデューティファクタを説明するための説明図である。

【図8】ハンドル収斂性制御のためのPWM制御のデューティファクタを演算するための車速係数の値を説明するための説明図である。

【図9】ハンドル戻し制御とハンドル収斂性制御との切り換えを行うときの、(a)は、車速が30～80km/hのときの舵角速度の、(b)は、車速が20～30km/hのときの舵角速度の、(c)は、舵角速度が60°/sより高いときの車速の各ヒステリシスを説明するための説明図である。

10

【図10】車速、舵角速度、ハンドル戻し制御及びハンドル収斂性制御の関係を説明するための説明図である。

【図11】開示される電動パワーステアリング装置の要部構成例を示すブロック図である。

【図12】開示される電動パワーステアリング装置の動作を示すフローチャートである。

【図13】開示される電動パワーステアリング装置の動作を示すフローチャートである。

【図14】従来の電動パワーステアリング装置の舵輪の中立位置への収斂性を説明するための説明図である。

【図15】先願の電動パワーステアリング装置の車速、舵角速度、ハンドル戻し制御及びハンドル収斂性制御の関係を説明するための説明図である。

20

【符号の説明】

2 トルクセンサ

5 駆動回路(回転駆動する手段)

7 車速センサ

12 アシスト制御部(回転駆動する手段)

12a 応答遅れ補償部

13 比較選択部

16 PI制御部

17 PWM制御部(回転駆動する手段)

18 モータ回転センサ(舵角速度検出手段)

30

19 相対舵角検出部

20 舵角中点演算部

21 減算手段

22 ハンドル戻し制御部

23 不感帯検出部

24 舵角速度検出部(舵角速度検出手段)

25 デューティ決定部

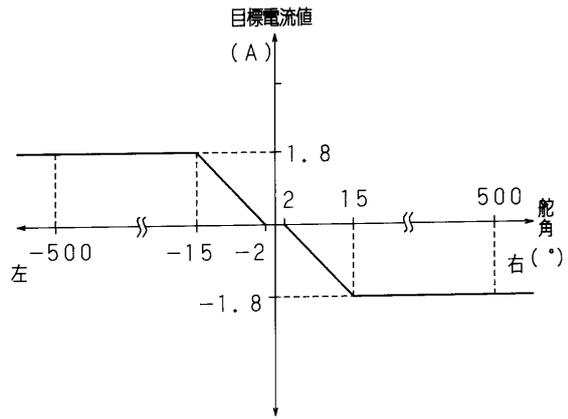
26 ハンドル戻し電流演算部

M (操舵力補助用)モータ

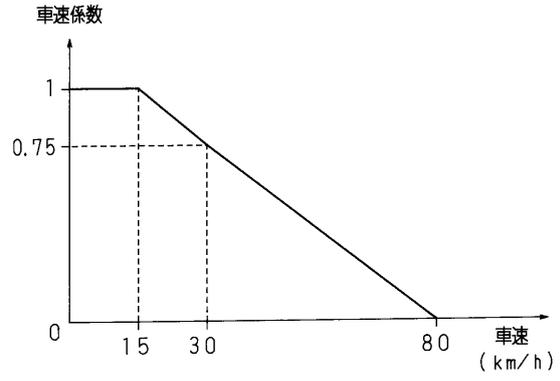
Q₁, Q₂, Q₃, Q₄ FET

40

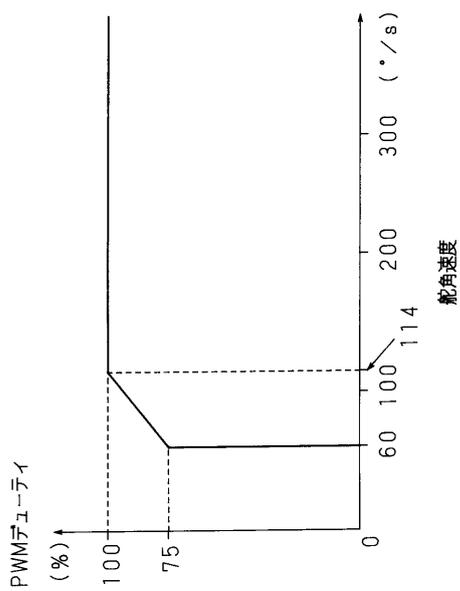
【 図 5 】



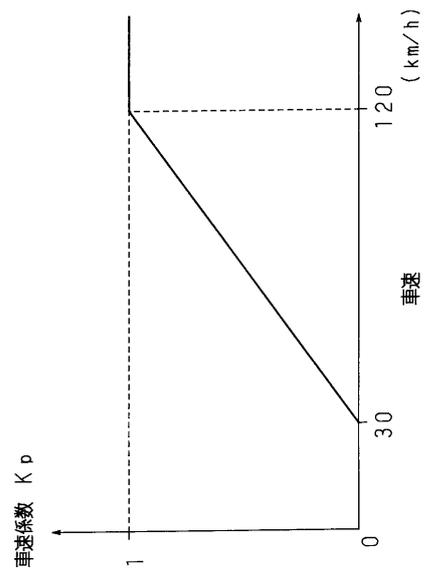
【 図 6 】



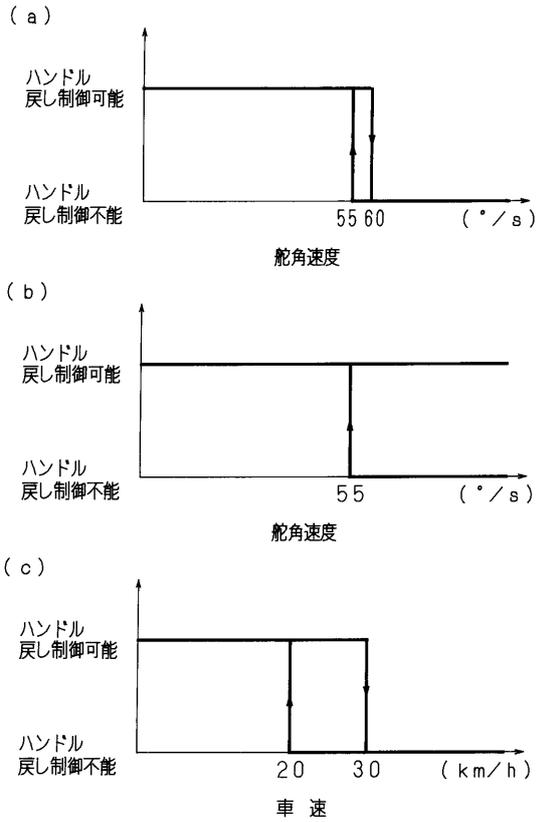
【 図 7 】



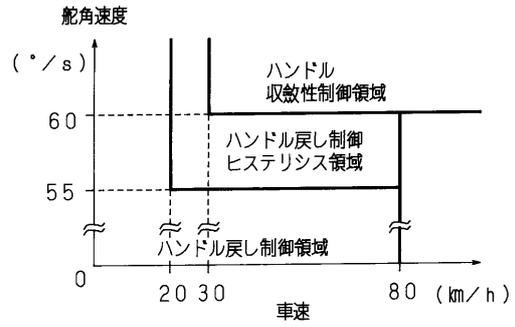
【 図 8 】



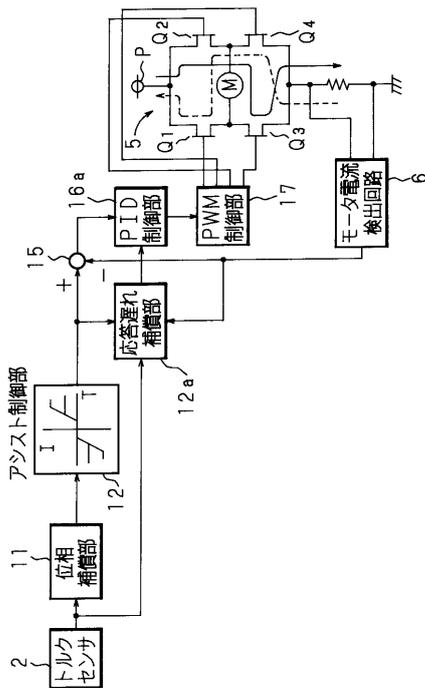
【 図 9 】



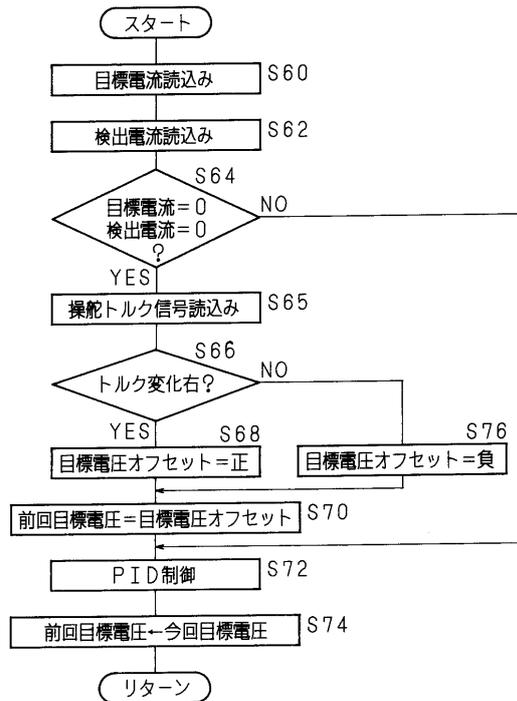
【 図 10 】



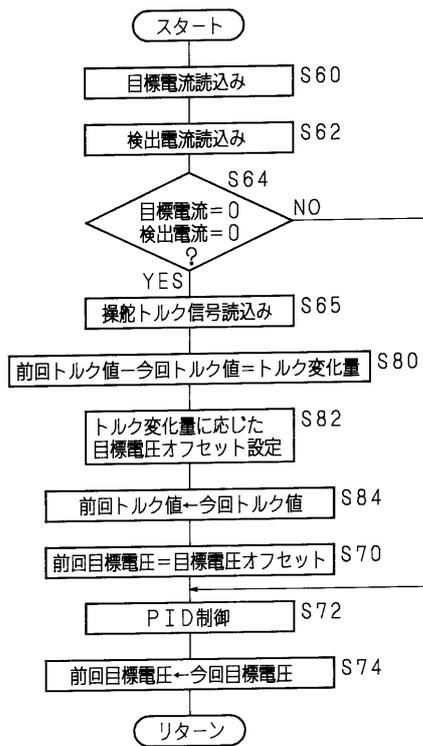
【 図 11 】



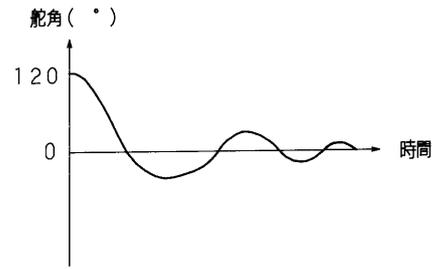
【 図 12 】



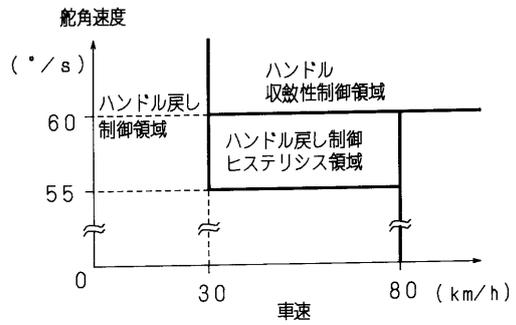
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

B 6 2 D 119:00

F I

B 6 2 D 119:00

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

B62D 6/00

B62D 5/04