

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5704491号
(P5704491)

(45) 発行日 平成27年4月22日(2015.4.22)

(24) 登録日 平成27年3月6日(2015.3.6)

(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
F 1 6 H 1/16 (2006.01)	F 1 6 H 1/16 Z

請求項の数 1 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-39338 (P2012-39338)</p> <p>(22) 出願日 平成24年2月8日(2012.2.8)</p> <p>(65) 公開番号 特開2013-159334 (P2013-159334A)</p> <p>(43) 公開日 平成25年8月19日(2013.8.19)</p> <p>審査請求日 平成25年11月15日(2013.11.15)</p> <p>審判番号 不服2014-16927 (P2014-16927/J1)</p> <p>審判請求日 平成26年8月8日(2014.8.8)</p> <p>特許権者において、実施許諾の用意がある。</p> <p>早期審理対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 596014254 高橋 廉 東京都町田市旭町3丁目14番3号</p> <p>(72) 発明者 高橋 廉 東京都町田市旭町3丁目14番3号</p> <p>合議体 審判長 鳥居 稔 審判官 氏原 康宏 審判官 出口 昌哉</p> <p>(56) 参考文献 特開平9-66847 (JP, A) 特開2007-50844 (JP, A) 特開2005-104366 (JP, A)</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(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】

操舵補助をする電動機の動力を操舵機構に伝達する経路に、前記電動機の出力軸と前記操舵機構との間の一定の有限な動作範囲の機械的な遊びによって、前記電動機の出力軸の回転角度位置と前記操舵機構の状態とが、互いに力がほぼ作用しない、前記動作範囲内では、前記動力の伝達をほぼ切断する状態である、機械的な遊びによる前記動力の伝達をほぼ切断する不感帯を生じさせる機構と、その前記不感帯を生じさせる機構の機械的な遊びの状態を検出する不感帯センサとを備えて、操舵補助をするときには、制御装置が、前記電動機の出力軸の回転角度位置を操舵補助をする方向に応じた所定の方向に変化させて、前記不感帯を生じさせる機構を前記動作範囲の所定の側の端部となる状態にして、前記動力の伝達を接続すると共に、操舵力や車速に応じたトルクを前記電動機の出力軸に出力することにより、前記操舵機構の操舵補助を行い、また、操舵補助をしないときには、前記不感帯を生じさせる機構が前記動力の伝達をほぼ切断している状態から、前記動作範囲の端部の前記動力の伝達を接続する状態になろうとする変化に対して、制御装置が、前記不感帯センサからの信号を用いて、前記電動機の出力軸の回転角度位置を変えて、前記不感帯を生じさせる機構が前記動力の伝達をほぼ切断する状態を保つように制御することを特徴とする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、電動機を用いて操舵補助をする電動パワーステアリング装置に関し、操舵補助をしないときに操舵補助機構が操舵機構の動きを妨げないようにする、操舵補助機構の構造と制御に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の電動パワーステアリング装置における操舵補助機構の操舵補助をする電動機の動力を操舵機構に伝達する機構は、微小な動きも双方向に伝達するように構成されているため、操舵補助をしないときに制御装置が電動機の駆動電流を止めている状態では、操舵機構の僅かな動きでも操舵機構が操舵補助機構を動かすようになるが、操舵補助機構の内部には摺動する部分があるので摩擦力が働いて、操舵補助機構は操舵機構の動きを止めるように作用する。

10

【0003】

そのため、操舵補助をしないときに、その摩擦力によって運転者の操舵力が大きくなるだけでなく、車両を旋回状態から直進状態に戻す操舵では、車両が自ら直進に戻ろうとするセルフライニングトルクだけでは操舵機構が直進位置まで戻らないとか、車両がほぼ直進するなど、操舵補助が不要で、しかも、操舵機構の動きが緩慢で時には停止することもある操舵では、操舵補助機構の内部の摺動する部分が動摩擦になったり静止摩擦になったりして摩擦力が変わるため、運転者が操舵力に不自然な変化を感じるなど、操舵補助機構を持たないマニュアルの操舵機構のように自然で滑らかな操舵フィーリングを得ることは困難であった。

20

【0004】

そこで、これらを解決するために、[特許文献1]、[特許文献2]では、操舵補助機構の内部に複数ある摩擦力の中でも、特に操舵補助をする電動機の内部の摩擦力は、動力を伝達する機構での摩擦力を大きくさせ、さらに減速する機構で倍力されて、大きな力で操舵機構を止めるように作用するので、操舵補助をする電動機の出力軸に摩擦式クラッチ機構を設けて、操舵補助が不要なときには、摩擦式クラッチ機構により電動機との動力の伝達を切断して、操舵補助機構が操舵機構を止めようとする力を小さくするようにしている。

【先行技術文献】

【0005】

30

【特許文献1】 特開昭61-37581号公報

【特許文献2】 特開平11-59440号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来の操舵補助をする電動機の出力軸に摩擦式クラッチ機構を設けて、動力の伝達を接続や切断をする技術は、動力の伝達を切断しているときの操舵フィーリングは改善されるものの、動力の伝達を接続や切断をするときに、電動機と摩擦式クラッチ機構という2つの要素を正確に制御して、運転者が操舵力に不自然な変化を感じない程度の滑らかさで動力の伝達を接続や切断をすることは困難である。そのため、様々な状況で良好な操舵フィーリングは得られなかった。

40

【0007】

本発明は、上述のような事情に鑑み、操舵補助をする状態と操舵補助をしない状態を滑らかに切り換えることが可能で、操舵補助をするときには、操舵力が小さくて快適な、従来の電動パワーステアリング装置と同等の操舵フィーリングが得られ、操舵補助をしないときには、操舵補助機構を持たないマニュアルの操舵機構とほぼ同等の滑らかで自然な操舵フィーリングが得られる電動パワーステアリング装置を実現することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

本発明による電動パワーステアリング装置は、上記の課題を解決するために、操舵補助をする電動機の動力を操舵機構に伝達する経路に、前記電動機の出力軸と前記操舵機構との間の一定の有限な動作範囲の機械的な遊びによって、前記電動機の出力軸の回転角度位置と前記操舵機構の状態とが、互いに力がほぼ作用しない、前記動作範囲内では、前記動力の伝達をほぼ切断する状態である、機械的な遊びによる前記動力の伝達をほぼ切断する不感帯を生じさせる機構と、その前記不感帯を生じさせる機構の機械的な遊びの状態を検出する不感帯センサとを備えて、操舵補助をするときには、制御装置が、前記電動機の出力軸の回転角度位置を操舵補助をする方向に応じた所定の方向に変化させて、前記不感帯を生じさせる機構を前記動作範囲の所定の側の端部となる状態にして、前記動力の伝達を接続すると共に、操舵力や車速に応じたトルクを前記電動機の出力軸に出力することにより、前記操舵機構の操舵補助を行い、また、操舵補助をしないときには、前記不感帯を生じさせる機構が前記動力の伝達をほぼ切断している状態から、前記動作範囲の端部の前記動力の伝達を接続する状態になろうとする変化に対して、制御装置が、前記不感帯センサからの信号を用いて、前記電動機の出力軸の回転角度位置を変えて、前記不感帯を生じさせる機構が前記動力の伝達をほぼ切断する状態を保つように制御するものである。

10

【0009】

また、前記不感帯を生じさせる機構が前記動力の伝達をほぼ切断する状態を保つ前記制御において、操舵トルクの方角と大きさ及び車速に応じて前記不感帯を生じさせる機構の機械的な遊びの制御目標状態を変化させるものである。

20

【0010】

そして、前記不感帯を生じさせる機構の前記動力の伝達を接続および切断をする部分には弾性部材を備えて、前記弾性部材を圧縮することにより前記動力の伝達を接続して操舵補助を行うものである。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、操舵補助をするときには、制御装置が、不感帯センサからの信号に関わりなく、従来の電動パワーステアリング装置と同様に、操舵補助をする電動機の出力トルクを制御して操舵補助を行うことにより、不感帯を生じさせる機構が動力の伝達を接続する状態になり、操舵力が小さくて快適な、従来の電動パワーステアリング装置と同等の操舵フィーリングが得られ、また、操舵補助をしないときには、制御装置が、不感帯センサからの信号を用いて、操舵機構の動きに応じて操舵補助をする電動機の出力軸の回転角度位置を変えることにより、不感帯を生じさせる機構が動力の伝達をほぼ切断する状態を保つように制御するので、操舵機構は操舵補助機構に殆ど妨げられずに動くことが出来るようになり、操舵補助機構を持たないマニュアルの操舵機構とほぼ同等の自然で滑らかな操舵フィーリングが得られるようになる。

30

【0012】

また、不感帯を生じさせる機構が動力の伝達をほぼ切断する状態を保つ制御において、操舵トルクの方角と大きさ及び車速に応じて不感帯を生じさせる機構の機械的な遊びの制御目標状態を変化させて、不感帯を生じさせる機構の動力の伝達を接続および切断する部分での衝撃を小さくするように制御するので、操舵補助をする状態と操舵補助をしない状態は滑らかに切り換えられるようになる。

40

【0013】

そして、不感帯を生じさせる機構が動力の伝達を接続および切断をする部分には弾性部材を備えて、その弾性部材を圧縮や膨張させることにより操舵補助をする力を徐々に増大や減少させるので、上記の効果に加え、操舵補助をする状態と操舵補助をしない状態は更に滑らかに切り換えられるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】 本発明を用いた操舵補助機構100をステアリング軸20の軸方向から見た一部断面の図である。

50

【図2】 ウォーム110の軸方向の位置が2個の軸受160R、160Lの間の中央付近にある状態の主要部品の位置関係を説明する図である。

【図3】 ウォーム110を時計方向CWに回転させてステアリング軸20を時計方向CWに操舵補助を開始する状態の図である。

【図4】 ウォーム110を反時計方向CCWに回転させてステアリング軸20を反時計方向CCWに操舵補助を開始する状態の図である。

【図5】 ウォーム110が右Rの軸方向に移動した状態のウォーム110とフォトインタラプタ60との関係を説明する図である。

【図6】 ウォーム110が左Lの軸方向に移動した状態のウォーム110とフォトインタラプタ60との関係を説明する図である。

【図7】 本発明の操舵補助制御と不感帯制御の基本特性と関係を説明する図である。

【図8】 本発明の演算部41における制御処理の概略を示すフローチャートである。

【図9】 本発明を用いた電動パワーステアリング装置の全体構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態の一例を添付図面に基づいて説明する。

【0016】

図9は、本発明を用いた電動パワーステアリング装置の全体構成図である。電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイール10を回転させると転舵輪90R、90Lが転舵されるマニュアルの操舵機構に操舵補助装置が取り付けられている。操舵補助装置を取り付ける位置は、ステアリング軸20のステアリングホイール10に近い側にトルクセンサ30が、遠い側に操舵補助機構100が取り付けられている。そして、これらの外部に制御装置40が取り付けられている。制御装置40の内部には演算部41と駆動部42とがあって、演算部41にはプログラムを実行するマイクロプロセッサを中心に各種センサからの入力インターフェース、A/D変換器、メモリー等の周辺LSIおよび駆動部42への出力インターフェースを備えている。演算部41の入力インターフェースにはトルクセンサ30からの操舵トルク信号VT、不感帯センサ200からの不感帯信号VD、車速センサ50からの車速信号VSが入力されている。そして、演算部41は、それらの入力信号に応じて処理した結果により、電動機70の回転方向と電流の大きさを指示する信号を出力インターフェースから駆動部42へ出力する。駆動部42は、演算部41からの指示に応じたPWM方式の駆動電流Iを電動機70に出力することにより操舵補助を行うようになっている。

【0017】

図1は、本発明を用いた操舵補助機構100をステアリング軸20の軸方向から見た一部断面の図である。操舵補助機構100は、電動機70、ウォーム110とウォームホイール120とで構成される減速して動力を伝達する機構、不感帯センサ200などから構成され、それらはハウジング101に取り付けられて一体となっている。

【0018】

ウォームホイール120は、ハウジング101に取り付けられた図示しない軸受により回転可能に支持されているステアリング軸20に取り付けられ、ステアリング軸20と一体となって回転する。

【0019】

ウォーム110の歯部110zの軸方向の両側にはフランジ部110c、110eがあり、それに続いて軸部110b、110fがある。そして、その軸部110b、110fには、弾性リング140がフランジ部110c、110eに接するように嵌められており、さらに、その外側に軸受160R、160Lが嵌め合わされている。2個の軸受160R、160Lは、外輪部が止め輪104と押さえネジ106および固定ナット108でハウジング101に固定されていて、ウォーム110の歯部110zとウォームホイール120の歯部120zが噛み合う位置に、ウォーム110を軸中心周りに回転可能に支持している。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

図2は、ウォーム110の軸方向の位置が2個の軸受160R、160Lの間の中央付近にある状態の主要部品の位置関係を示す図である。ウォーム110の軸部110b、110fと軸受160R、160Lの内径部およびウォーム110の端部110aと図1に示す電動機70の出力軸71の内径部71aとは、いずれも小さい摩擦力で擦れ合う隙間嵌めとなっており、さらに、2個の軸受160R、160Lの内側の距離である長さM1は、2個の弾性リング140がウォーム110のフランジ部110c、110eに接しているときの外側の長さM2よりも長いため、弾性リング140と軸受160R、160Lの間には隙間GR、GLがある。そのため、ウォーム110は、軸中心周りの回転だけでなく、隙間GR=0または隙間GL=0になるまでは軸方向にも容易に移動可能となっている。

10

【 0 0 2 1 】

また、図1で示すように、ウォーム110の端部110aの外径部と電動機70の出力軸71の内径部71aは、断面が歯車形のスプライン方式で嵌め合わされているため、ウォーム110が軸方向の移動可能な範囲内のどこに移動してもウォーム110と電動機70の出力軸71は一体となって回転する。

【 0 0 2 2 】

そして、このウォーム110の軸方向の位置は、不感帯センサ200として用いているフォトインタラプタ60により検出される。図1に示すように、フォトインタラプタ60は、回路基板201に取り付けられて、さらに、支持部材202によりハウジング101に固定されている。そして、このフォトインタラプタ60は、図5、図6で示すように、発光素子62と受光素子63の一对がコの字形の断面のケース61に納められたもので、発光素子62から幅が幅Wの検出光64がケース61に開けられた出射スリット61aから出て、ケース61のコの字形の内側の検出部を通り、ケース61に開けられた入射スリット61bに入り受光素子63に到達するようになっている。そして、ウォーム110の端部110sは検出光64の一部を遮る位置に配置されているため、ウォーム110の軸方向の位置が変化すると受光素子63に到達する検出光64の幅が変化する。図5のように、ウォーム110が右Rの軸方向に移動すると受光素子63に到達する検出光64の幅は幅WRであるが、図6のように、ウォーム110が左Lの軸方向に移動すると受光素子63に到達する検出光64の幅は幅WLとなり減少する。そして、この受光素子63に到達する検出光64の幅の変化は、受光素子63の受光量の変化となり、さらに受光素子63を通る電流の変化となるから、この電流の値によりウォーム110の軸方向の位置を知ることが出来る。後述するように、本発明の実施の形態では、ウォーム110の軸方向の位置によって動力の伝達に不感帯を生じさせる機構の機械的な遊びの状態を検出することができるから、この電流を不感帯信号VDとして制御装置40に出力する。

20

30

【 0 0 2 3 】

次に、上述のようにウォーム110が軸方向に移動可能となっている操舵補助機構100のウォーム110とウォームホイール120の動きについて、図2のように、ウォーム110の軸方向の位置が隙間GR>0且つ隙間GL>0の状態から、電動機70の出力軸71を回転させる場合と、ステアリング軸20を回転させる場合について説明する。

40

【 0 0 2 4 】

まず、図2のように、ウォーム110の軸方向の位置が隙間GR>0且つ隙間GL>0の状態から、ウォーム110がX-X断面の時計方向CWに回転する方向に電動機70の出力軸71を回転させると、ウォーム110の歯部110zとウォームホイール120の歯部120zは噛み合っており、さらに、ウォーム110は軸方向にも容易に移動可能となっているから、初めにウォーム110は回転しながら螺旋状の歯部110zをウォームホイール120の歯部120zに沿わせて左Lの軸方向に移動する。そして、図3のように、隙間GL=0になってから更にウォーム110がX-X断面の時計方向CWに回転する方向に電動機70の出力軸71を回転させると、ウォーム110は更に左Lの軸方向に移動しようとするが、軸受160Lはハウジング101に固定されているので、ウォーム

50

110のフランジ部110eと軸受160Lとの間で弾性リング140を圧縮するようになる。そして、そのときの弾性リング140を圧縮する反力でウォーム110の歯部110zがウォームホイール120を時計方向CWに回転させてステアリング軸20を時計方向CWに操舵補助をするようになる。

【0025】

同様に、図2のように、ウォーム110の軸方向の位置が隙間 $G_R > 0$ 且つ隙間 $G_L > 0$ の状態から、ウォーム110がX-X断面の反時計方向CCWに回転する方向に電動機70の出力軸71を回転させると、初めにウォーム110は回転しながら螺旋状の歯部110zをウォームホイール120の歯部120zに沿わせて右Rの軸方向に移動する。そして、図4のように、隙間 $G_R = 0$ になってから更にウォーム110がX-X断面の反時計方向CCWに回転するように電動機70の出力軸71を回転させると、ウォーム110は更に右Rの軸方向に移動しようとするが、軸受160Rはハウジング101に固定されているので、ウォーム110のフランジ部110cと軸受160Rとの間で弾性リング140を圧縮するようになる。そして、そのときの弾性リング140を圧縮する反力でウォーム110の歯部110zがウォームホイール120を反時計方向CCWに回転させてステアリング軸20を反時計方向CCWに操舵補助をするようになる。

【0026】

尚、上述のように、ステアリング軸20を操舵補助をするときは、電動機70の出力軸71がウォーム110をX-X断面の時計方向CWまたは反時計方向CCWに回転させて行すが、いずれの方向に操舵補助をするときも弾性リング140はウォーム110のフランジ部110c、110eと軸受160R、160Lの間で大きな力で圧縮され、その反力が操舵補助をする力となる。そのため、弾性リング140は、大きな力で圧縮されても永久変形しない構造になっている。図5で示すように、弾性リング140はゴムなどの比較的柔らかい弾性材141と金属製の保持器142から構成され、それらは外れないように一体となっている。そして、図5のように、隙間 $G_L > 0$ のときの弾性リング140は厚さ T_0 であるが、ウォーム110が左Lの軸方向に移動すると、先ず、弾性材141が軸受160Lに接触して隙間 $G_L = 0$ になり、更にウォーム110が左Lの軸方向に移動すると、フランジ部110eは弾性材141を厚さ方向に圧縮を始める。この圧縮するときの弾性リング140の反力は、弾性材141の断面形状が山型であるため、圧縮の始めは小さく、徐々に大きくなる。そして、図6のように、保持器142の厚さとほぼ同じ厚さ T_1 となり、更にウォーム110を左Lの軸方向に移動させようとする大きな力は、弾性材141が永久変形する前に、金属製の保持器142が受け止めるようになっている。

【0027】

次に、図2のように、ウォーム110の軸方向の位置が隙間 $G_R > 0$ 且つ隙間 $G_L > 0$ の状態から、ステアリング軸20を時計方向CWに回転させると、ステアリング軸20と一体となって回転するウォームホイール120の歯部120zとウォーム110の歯部110zは噛み合っており、さらに、ウォーム110は軸方向にも容易に移動可能となっているから、初めにウォームホイール120はウォーム110を右Rの軸方向に移動させる。そして、隙間 $G_R = 0$ になってから更にステアリング軸20を時計方向CWに回転させると、ウォームホイール120はウォーム110を更に右Rの軸方向に移動させようとするが、軸受160Rはハウジング101に固定されているので、ウォーム110のフランジ部110cが弾性リング140を少し圧縮した後は、ウォームホイール120は、ウォーム110を軸方向に移動させることが出来なくなり、歯部120zをウォーム110の歯部110zの螺旋に沿って移動させて、ウォーム110と電動機70の出力軸71をX-X断面の時計方向CWに回転させるようになる。

【0028】

同様に、図2のように、ウォーム110の軸方向の位置が隙間 $G_R > 0$ 且つ隙間 $G_L > 0$ の状態から、ステアリング軸20を反時計方向CCWに回転させると、ステアリング軸20と一体となって回転するウォームホイール120は、初めにウォーム110を左Lの軸方向に移動させる。そして、隙間 $G_L = 0$ になってから更にステアリング軸20を反時

10

20

30

40

50

計方向 C C W に更に回転させると、ウォームホイール 1 2 0 はウォーム 1 1 0 を更に左 L の軸方向に移動させようとするが、軸受 1 6 0 L はハウジング 1 0 1 に固定されているので、ウォーム 1 1 0 のフランジ部 1 1 0 e が弾性リング 1 4 0 を少し圧縮した後は、ウォームホイール 1 2 0 は、ウォーム 1 1 0 を軸方向に移動させることが出来なくなり、歯部 1 2 0 z をウォーム 1 1 0 の歯部 1 1 0 z の螺旋に沿って移動させて、ウォーム 1 1 0 と電動機 7 0 の出力軸 7 1 を X - X 断面の反時計方向 C C W に回転させるようになる。

【 0 0 2 9 】

以上の説明のように、ウォーム 1 1 0 の軸方向の位置が隙間 $G R > 0$ 且つ隙間 $G L > 0$ の状態から、電動機 7 0 の出力軸 7 1 またはステアリング軸 2 0 のどちらを回転させても、最初にウォーム 1 1 0 が軸方向に移動を始める。そして、ウォーム 1 1 0 がフランジ部 1 1 0 c、1 1 0 e で弾性リング 1 4 0 を圧縮しない状態で軸方向に移動するときには、ウォーム 1 1 0 が他の部品と摺動する部分での摩擦力や、ウォーム 1 1 0 の軸方向の移動や軸中心周りの回転が加速や減速をするときの慣性力など、電動機 7 0 の出力軸 7 1 とステアリング軸 2 0 との間には互いの動きに影響を与える僅かな力は作用するが、電動機 7 0 の出力軸 7 1 またはステアリング軸 2 0 の回転角度位置の変化は殆どウォーム 1 1 0 を軸方向に移動させるだけの遊びで、どちらからの動力の伝達もほぼ切断する不感の状態である。そのため、本実施の形態では、ウォーム 1 1 0 が軸方向に移動できることが操舵補助をする電動機 7 0 の動力の伝達をほぼ切断する不感帯を生じさせる機構となっている。以後、図 2 のように、ウォーム 1 1 0 の軸方向の位置が隙間 $G R > 0$ 且つ隙間 $G L > 0$ の状態を「ウォーム 1 1 0 が不感帯の中に位置する」と表現する。

【 0 0 3 0 】

次に、このように構成された、本発明を用いた電動パワーステアリング装置の制御装置 4 0 による操舵補助制御と不感帯制御について説明する。

【 0 0 3 1 】

図 7 は、本発明の操舵補助制御と不感帯制御の基本特性と関係を説明する図である。まず、操舵補助制御は、操舵トルク $T S$ が図 7 (1) 操舵補助制御で示す不感帯制御範囲 F の外側となっている、操舵トルク $T S$ が大きくて操舵補助が必要なときに、操舵補助トルク $T A$ を制御することにより行う。方法としては、従来の電動パワーステアリング装置と同様に電動機 7 0 の駆動電流 I の増減で行い、操舵補助特性曲線 $A c w$ 、 $A c c w$ のように、操舵トルク $T S$ が大きくなるに従い操舵補助トルク $T A$ を増大させ、操舵トルク $T S$ がある程度以上になると操舵補助トルク $T A$ を予め設定された最大値にする。そして、この操舵補助制御のときは、ウォーム 1 1 0 の軸方向の位置は制御しないで、操舵補助をする方向により定まる移動に任せるが、図 7 (2) 不感帯制御の破線で描かれた曲線 $H c w$ 、 $H c c w$ のように、操舵補助トルク $T A$ が大きくなるに従い、ウォーム 1 1 0 は操舵補助を開始する隙間 $G R = 0$ または隙間 $G L = 0$ となる位置から更に弾性リング 1 4 0 の最大の変形量 t (= 厚さ $T 0$ - 厚さ $T 1$) となる $R m a x$ または $L m a x$ の位置まで移動する。また、図示しないが、この操舵補助制御の特性は車速によっても変化させる。車速が遅いときは、不感帯制御範囲 F を狭くし、操舵補助トルク $T A$ も急峻に増大させて最大値も大きくする。車速が速くなると、不感帯制御範囲 F を広げて、操舵補助トルク $T A$ も緩やかに増大させ最大値も小さくする。尚、図 7 の何れの記号の添え字も $c w$ は時計方向で $c c w$ は反時計方向である。

【 0 0 3 2 】

次に、不感帯制御は、操舵トルク $T S$ が図 7 (1) 操舵補助制御で示す不感帯制御範囲 F の内側となっている、操舵トルク $T S$ が小さくて操舵補助が不要なときに、図 7 (2) 不感帯制御で示すように、操舵トルク $T S$ に応じてウォーム 1 1 0 の軸方向の位置を制御することにより行う。上述のように、ウォーム 1 1 0 が不感帯の中に位置するときは、どちらからの動力の伝達もほぼ切断する不感の状態であるので、操舵補助機構 1 0 0 を取り付けたことによるステアリング軸 2 0 を回転させる操舵トルク $T S$ の増加は僅かなため、操舵機構の動きは操舵補助機構 1 0 0 に殆ど妨げられず、あたかも操舵補助機構 1 0 0 を持たないマニュアルの操舵機構の車両とほぼ同じとなる。しかし、図 2 のように、ウォー

10

20

30

40

50

ム 1 1 0 が弾性リング 1 4 0 を圧縮しないで軸方向に移動できる動作範囲 D (=長さ M 1 - 長さ M 2) は、例えば 1 mm 以下と狭いので、そのままでは、ウォーム 1 1 0 が不感帯の中に位置する状態でのウォームホイール 1 2 0 が回転できる角度は非常に小さい。そこで、不感帯制御では、ウォーム 1 1 0 が軸中心周りに回転してもウォーム 1 1 0 は軸方向に移動することを利用して、ウォームホイール 1 2 0 の回転に応じて、ウォーム 1 1 0 が常に不感帯の中に位置するように、電動機 7 0 を用いてウォーム 1 1 0 の軸中心周りの回転角度位置を変えることにより、ウォームホイール 1 2 0 とウォームホイール 1 2 0 に取り付けられたステアリング軸 2 0 が操舵補助機構 1 0 0 に殆ど妨げられずに回転できる角度の制限を無くすように制御するものである。

【 0 0 3 3 】

不感帯制御の方法としては、図 2 のように、ウォーム 1 1 0 が不感帯の中に位置する状態から、ステアリング軸 2 0 を時計方向 C W に回転させると、ウォームホイール 1 2 0 がウォーム 1 1 0 を右 R の軸方向に移動させるが、そのウォーム 1 1 0 の軸方向の位置の変化は不感帯センサ 2 0 0 で検出されるので、制御装置 4 0 は、電動機 7 0 の出力軸 7 1 でウォーム 1 1 0 の回転角度位置を X - X 断面の時計方向 C W に変えて、ウォーム 1 1 0 が右 R の軸方向に移動した距離だけウォーム 1 1 0 を左 L の軸方向に移動させる。同様に、ステアリング軸 2 0 を反時計方向 C C W に回転させるとウォームホイール 1 2 0 がウォーム 1 1 0 を左 L の軸方向に移動させるが、制御装置 4 0 は、電動機 7 0 の出力軸 7 1 でウォーム 1 1 0 の回転角度位置を X - X 断面の反時計方向 C C W に変えて、ウォーム 1 1 0 が左 L の軸方向に移動した距離だけウォーム 1 1 0 を右 R の軸方向に移動させる。このように、不感帯制御は、ウォームホイール 1 2 0 が回転してウォーム 1 1 0 が軸方向に移動しても、そのウォーム 1 1 0 の軸方向の移動を打ち消す方向に電動機 7 0 の出力軸 7 1 によりウォーム 1 1 0 の回転角度位置を変えて、常にウォーム 1 1 0 を不感帯の中に位置するように制御する。

【 0 0 3 4 】

さらに、不感帯制御では、ステアリング軸 2 0 が操舵補助機構 1 0 0 に殆ど妨げられずに回転できるようにするだけでなく、不感帯制御と操舵補助制御を切り換えるときに、ウォーム 1 1 0 に取り付けられた弾性リング 1 4 0 が軸受 1 6 0 R、1 6 0 L に激しく衝突すること無く、滑らかに切り換えられるように、操舵トルク T S の方向と大きさに応じて不感帯内のウォーム 1 1 0 の軸方向の位置を図 7 (2) 不感帯制御の実線で描かれた目標位置曲線 C のように制御する。まず、操舵トルク T S が小さくて操舵方向が不明な範囲 F 0 の内側のときは、ウォーム 1 1 0 の軸方向の目標位置をウォーム 1 1 0 が軸方向に移動できる動作範囲 D の中央となるように隙間 G R = 隙間 G L にする。そして、操舵トルク T S が範囲 F 0 の外側になって操舵方向が明確になると、続いて行う操舵補助に備えて、操舵トルク T S の大きさに応じて、ウォーム 1 1 0 の軸方向の位置を動力の伝達を接続する部分となる側の隙間 G R または隙間 G L が狭くなるように徐々に変化させる。尚、この制御を行っている間も操舵補助機構 1 0 0 の内部の摺動する部分は動摩擦になったり静摩擦になったり変化するため、高精度の位置制御は困難であるので、現実にはウォーム 1 1 0 の軸方向の位置制御は目標位置曲線 C に対して位置偏差が大きい制御となるが、不感帯制御では高精度の位置制御は不要で、ウォーム 1 1 0 が不感帯の中に位置していれば、操舵補助機構 1 0 0 はステアリング軸 2 0 の回転に対して殆ど影響を与えない。

【 0 0 3 5 】

そして、不感帯制御から操舵補助制御への切り換えは、図 7 (1) 操舵補助制御に示すように、操舵トルク T S が不感帯制御範囲 F の最大値となる B c w または B c c w のところで行うが、不感帯を生じさせる機構による動力の伝達の接続は、摩擦式クラッチ機構のように速度が異なるものの滑りを伴う接触による方式とは異なり、動力の伝達を接続する部分に滑りは無く、動力の伝達を接続する部分が接触すると直ぐに動力の伝達が接続されるが、不感帯制御をしている間も不感帯を生じさせる機構は、操舵機構の動きに応じて互いに付かず離れず常に動いているので、動力の伝達を接続して操舵補助を開始するときのウォーム 1 1 0 の軸中心周りの回転速度の変化が小さいことに加え、上述のように、不感

10

20

30

40

50

帯制御では、操舵トルク T_S の増大に応じて、ウオーム110の軸方向の位置を徐々に変えて、動力の伝達を接続する側となる隙間GRまたは隙間GLを狭くするので、弾性リング140が軸受160R、160Lに接触するときの衝撃も小さく、さらに、弾性リング140を圧縮しながら操舵補助トルク T_A を徐々に増大させるので、滑らかに動力の伝達が接続されて操舵補助制御が開始される。

【0036】

同様に、操舵補助制御から不感帯制御への切り換えは、操舵トルク T_S の減少に従って操舵補助トルク T_A を減少させると、弾性リング140は反力を弱めながら徐々に膨張し、膨張が終わって弾性リング140が軸受160R、160Lから離れると、動力の伝達がほぼ切断されて操舵補助が終了する。このように操舵補助は滑らかに終了し、続いて不感帯制御が開始される。

10

【0037】

次に、本発明の演算部41における制御処理の概略を図8のフローチャートに基づいて説明する。

【0038】

まず、制御装置40に電源が投入されると、演算部41のマイクロプロセッサは入出力インターフェースやメモリーを初期化して制御を開始する(ステップS0)。

【0039】

次に、マイクロプロセッサは、トルクセンサ30からの操舵トルク信号 V_T により操舵トルク測定(ステップS11)と車速センサ50からの車速信号 V_S により車速測定(ステップS12)を行い、図7(1)操舵補助制御の操舵補助特性と比較して操舵補助が必要かどうかの判断(ステップS13)をする。

20

【0040】

操舵補助が必要な場合(ステップS13でYES)は、操舵トルクと車速に応じた操舵補助トルク T_A を発生させる駆動電流 I を電動機70に出力するように駆動部42に指示(ステップS14)をしてから操舵トルク測定(ステップS11)に戻る。

【0041】

操舵補助が不要な場合(ステップS13でNO)は、不感帯センサ200からの不感帯信号 V_D によりウオーム位置測定(ステップS21)を行い、現在のウオーム110の軸方向の位置と図7(2)不感帯制御の制御目標位置を比較して修正が必要かどうかの判断(ステップS22)をする。修正が必要(ステップS22でYES)であれば、ウオーム110の軸方向の位置を不感帯内の目標位置に移動させる駆動電流 I を電動機70に出力するように駆動部42に指示(ステップS23)をしてから操舵トルク測定(ステップS11)に戻る。修正が不要(ステップS22でNO)であれば、何もせずに操舵トルク測定(ステップS11)に戻る。

30

【0042】

以上のように、本実施の形態の電動パワーステアリング装置は、電源が切断されるまで無限ループとして操舵補助制御と不感帯制御を切り換えて実行する。

【0043】

本発明は、上記の実施の形態に限定されず、特許請求の範囲に記載した事項の範囲内において種々変更した形態にて実施することが可能である。例えば、操舵補助機構100の取り付け位置は、図9に示す、ピニオン歯車21の近くやラック軸80に取り付けるなど、様々な取付位置や各種の方式の操舵補助機構で実現可能である。また、機械的な遊びの機構は、操舵補助機構の回転部の軸周りの遊びや、チェーンやベルトの緩みによる遊びなど、各種の仕組みで実現可能である。さらに、不感帯制御は、操舵補助をする電動機そのものを駆動して出力軸の回転角度位置を変えるのではなく、不感帯制御のために追加された専用の電動機によって操舵補助をする電動機の出力軸の回転角度位置を変えることによっても実現可能である。そして、不感帯センサは、磁気センサ、差動トランスなど、様々な方式のセンサでも実現可能である。

40

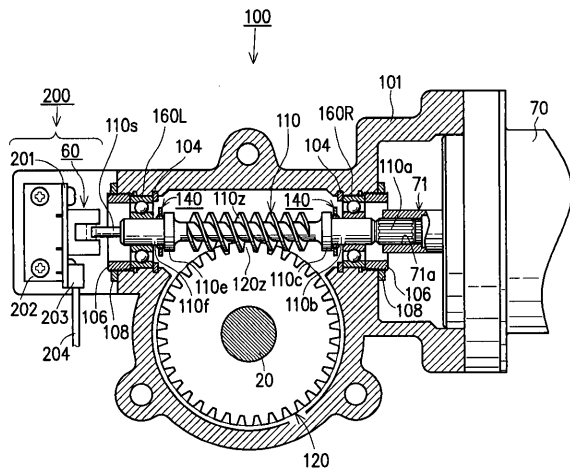
【符号の説明】

50

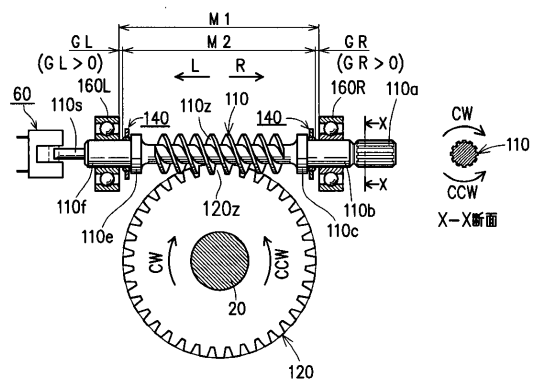
【 0 0 4 4 】

- 1 0 ステアリングホイール
- 2 0 ステアリング軸
- 3 0 トルクセンサ
- 4 0 制御装置
- 5 0 車速センサ
- 6 0 フォトインタラプタ
- 7 0 電動機
- 7 1 出力軸
- 1 0 0 操舵補助機構
- 1 1 0 ウォーム
- 1 2 0 ウォームホイール
- 1 4 0 弾性リング
- 1 6 0 L、1 6 0 R 軸受
- 2 0 0 不感帯センサ

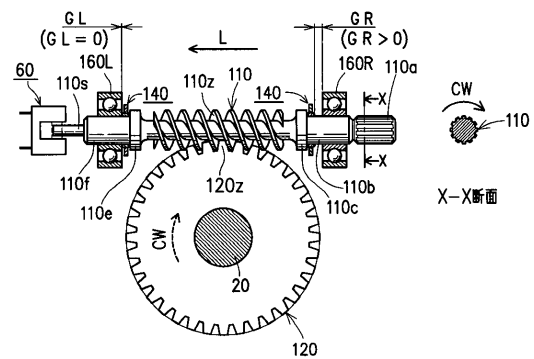
【 図 1 】



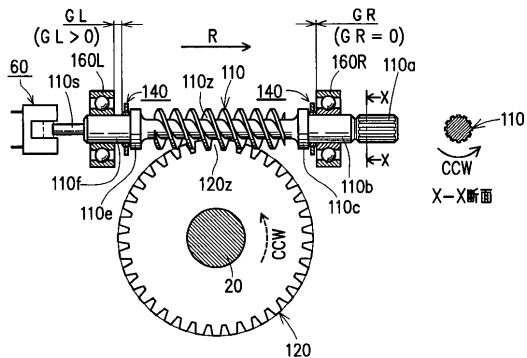
【 図 2 】



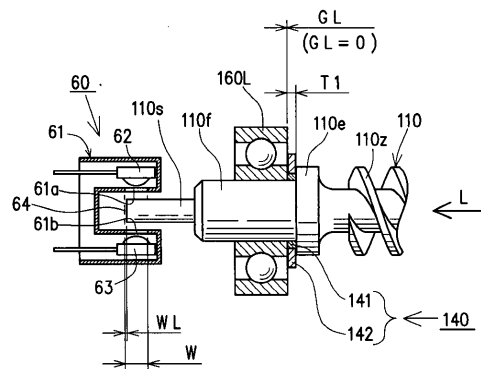
【 図 3 】



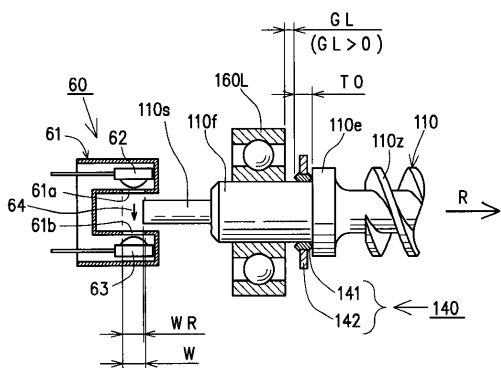
【図4】



【図6】

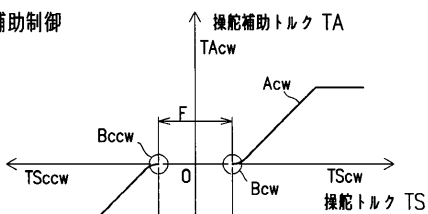


【図5】

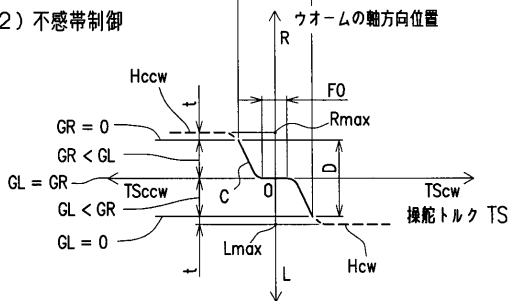


【図7】

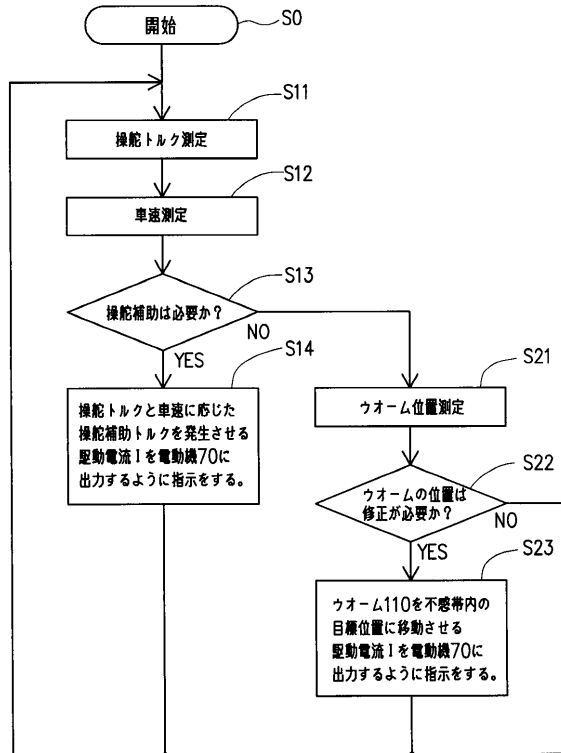
(1) 操舵補助制御



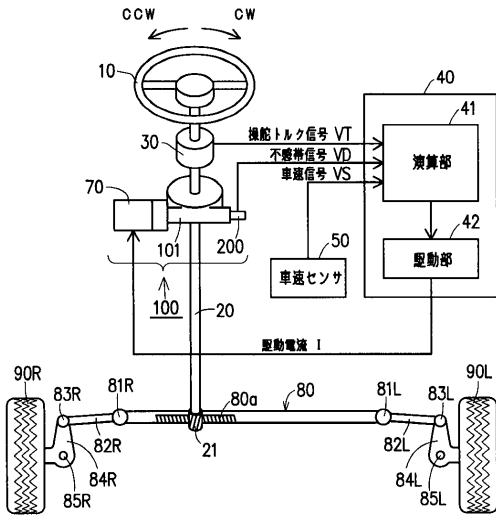
(2) 不感帯制御



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

B62D 5/04