

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3969220号
(P3969220)

(45) 発行日 平成19年9月5日(2007.9.5)

(24) 登録日 平成19年6月15日(2007.6.15)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 B 7/30 (2006.01)	GO 1 B 7/30 B
B 6 2 D 5/04 (2006.01)	B 6 2 D 5/04
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00
GO 1 D 5/244 (2006.01)	GO 1 D 5/244 A
GO 1 D 5/245 (2006.01)	GO 1 D 5/245 2 O 1 J
請求項の数 6 (全 15 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2002-196131 (P2002-196131)
 (22) 出願日 平成14年7月4日(2002.7.4)
 (65) 公開番号 特開2004-37312 (P2004-37312A)
 (43) 公開日 平成16年2月5日(2004.2.5)
 審査請求日 平成17年3月18日(2005.3.18)

(73) 特許権者 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
 (72) 発明者 裏 則岳
 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
 機株式会社内

審査官 ▲うし▼田 真悟

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の絶対位置検出装置及び絶対位置検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステアリングホイールと、
 前記ステアリングホイールの回転をアシストするモータと、
 前記ステアリングホイールの操舵トルクを検出するために設けられ、前記ステアリングホイールの回転角に応じて第1検出信号をリニア出力するトルク検出用の第1の検出手段と、
 前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出し、前記第1検出信号とは異なる周期を有する第2検出信号をリニア出力する第2の検出手段と、
 前記第1及び第2検出信号と前記ステアリングホイールの回転数より、前記モータの回転数を演算する第1の演算手段と、
 前記第1の演算手段により求められた前記モータの回転数のうち適切な回転数を選択する第1の選択手段と、
 前記第1の選択手段により求められた前記適切な回転数に対応する前記ステアリングホイールの回転数を選択する第2の選択手段と、
 前記第2の選択手段により求められた前記ステアリングホイールの回転数と前記第1検出信号により絶対位置を演算する第2の演算手段と、
 を備えたことを特徴とする電動パワーステアリング装置の絶対位置検出装置。

【請求項2】

前記第 1 及び第 2 の検出手段は、それぞれレゾルバにて構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置の絶対位置検出装置。

【請求項 3】

前記第 1 の検出手段は、前記ステアリングホイールが 1 回転する間は、同一の値を取らない少なくとも 2 個以上のレゾルバにて構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置の絶対位置検出装置。

【請求項 4】

前記第 1 の選択手段は、整数値に一番近い数値を選択することを特徴とする請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置の絶対位置検出装置。

【請求項 5】

前記第 2 の演算手段は、前記第 2 の選択手段で選択した前記ステアリングホイールの回転数に 360 を掛けた値に、前記第 1 検出信号を加算する加算手段により、絶対位置を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置の絶対位置検出装置。

【請求項 6】

ステアリングホイールと、

前記ステアリングホイールの回転をアシストするモータと、

前記ステアリングホイールの操舵トルクを検出するために設けられ、前記ステアリングホイールの回転角に応じて第 1 検出信号をリニア出力するトルク検出用の第 1 の検出ステップと、

前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出し、前記第 1 検出信号とは異なる周期を有する第 2 検出信号をリニア出力する第 2 の検出ステップと、

前記第 1 及び第 2 検出信号と前記ステアリングホイールの回転数より、前記モータの回転数を演算する第 1 の演算ステップと、

前記第 1 の演算ステップにより求められた前記モータの回転数のうち適切な回転数を選択する第 1 の選択ステップと、

前記第 1 の選択ステップにより求められた前記適切な回転数に対応する前記ステアリングホイールの回転数を選択する第 2 の選択ステップと、

前記第 2 の選択ステップにより求められた前記ステアリングホイールの回転数と前記第 1 検出信号により絶対位置を演算する第 2 の演算ステップと、

を備えたことを特徴とする電動パワーステアリング装置の絶対位置検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、1 回転以上の多回転を行なう多回転体、特にステアリングホイールの絶対位置を検出するための電動パワーステアリング装置の絶対位置検出装置及び絶対位置検出方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、ステアリングホイール（以下、ハンドルという）の操舵力を軽減させるために、操舵系に電動モータによるアシスト力を付与する電動パワーステアリング装置が知られている。そして、この電動パワーステアリング装置における様々な制御において、1 回転以上の有限回転数内で回転する前記ハンドルの絶対位置（中立位置から何度にあるかを示す位置）が利用される。なお、前記中立位置とは、車両が直進するようにタイヤが操舵された際のハンドルの位置である。

【0003】

ハンドルの絶対位置を検出するセンサとしては、回転角センサが一般的に知られている。この回転角センサはハンドルと一体回転するように設けられた多数のスリットを有するスリット板と、ステアリングコラムに固定状態に設けられた 3 組のフォトインタラプタとか

10

20

30

40

50

ら構成されている。

【0004】

3組のフォトインタラプタのうち2組のフォトインタラプタは前記スリット板の回転量と回転方向を検出するためのものであり、残りの1組のフォトインタラプタはハンドルの1回転中での中立位置を検出するためのものである。これらの出力信号は車両の制御に使用される。

【0005】

前記ハンドルの回転操作可能な範囲は、一般に1回転(360度)以内ではなく、中立位置を中心として、例えば左方向に2回転(720度)および右方向に2回転(720度)の±720度になっている。しかし、上記した回転角センサからの出力信号のうち、中立位置検出用の前記1組のフォトインタラプタから出力があっても、それが何回転目であるかは不明である。このため、回転角センサからの出力信号だけではハンドルの正確な絶対位置を検出することはできない。そのため回転角センサからの出力信号を使用し、絶対位置を検出するためのいろいろな手段が用いられている。

10

【0006】

ところで最近では、ハンドルの絶対位置の検出を行なう上でコストの低減が求められている。しかしながら、従来ではハンドルの絶対位置の検出を目的として、上記したような複雑な構成の回転角センサに、さらにハンドルが何回転目かを検出する装置を設けなければならないという問題があった。

【0007】

ところで、電動パワーステアリング装置の電動モータには、モータの位置を検出する装置としてレゾルバが設けられており、またハンドルの操舵トルクを検出する装置としてトルクセンサが設けられている。これらはいずれも回転角信号を出力しているので、コスト低減のためにこの信号を利用することが考えられる。しかし、電動モータのレゾルバ信号を使って絶対角度を検出しようとしても、レゾルバのロータが電気角1周期以内でどの位置にあるかしか分からないため、ハンドルの絶対位置を特定することは困難であった。

20

【0008】

また、トルクセンサのレゾルバは、ハンドルに連結された入力軸と出力軸の間に設けられたトーションバーの捩れを検出するものである。しかし、トルクセンサのレゾルバもまたハンドルの1回転につき複数の信号が出力されるため、ハンドルの絶対位置を特定することは困難であった。従って、これら電動モータとトルクセンサのレゾルバから出力された信号を単独に使用してもハンドルの絶対位置を検出することはできなかった。

30

【0009】

そこで、例えば特願2001-268388号公報(以下、従来例と称す)に記載されているハンドルの絶対位置検出方法がある。このハンドルの絶対位置検出方法によれば、ハンドルの操舵トルクを検出するトルク検出用の第1の検出手段により、ハンドルの回転角に応じて第1検出信号がリニアに出力される。また、ハンドルの回転に応じて駆動されて、同ハンドルの回転をアシストするモータの回転を検出する第2の検出手段により、第1の検出手段とは異なる周期を有する第2の検出信号がリニアに出力される。そして、演算手段により第1及び第2の検出信号の偏差と、ハンドルの1回転当たりにおける両検出信号の基準偏差に基づいてハンドルの絶対位置が演算される。

40

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来例にあつては、トルクセンサのレゾルバの舵角精度誤差やハンドルと電動モータを連結するギアのガタ及び電動モータのレゾルバの電気角絶対精度誤差等が考慮されていなかった。そのためハンドルの正確な絶対位置を検出できないという未解決の課題があった。

【0011】

そこで、本発明は、上記従来例の未解決の課題に着目してなされたものであり、トルクセンサのレゾルバの舵角精度誤差やハンドルと電動モータを連結するギアのガタ及び電動モ

50

ータのレゾルバの電気角絶対精度誤差等があっても正確に絶対位置を検出できる電動パワーステアリング装置の絶対位置検出装置及び絶対位置検出方法を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1記載の電動パワーステアリング装置の絶対位置検出装置では、ステアリングホイールと、前記ステアリングホイールの回転をアシストするモータと、前記ステアリングホイールの操舵トルクを検出するために設けられ、前記ステアリングホイールの回転角に応じて第1検出信号をリニア出力するトルク検出用の第1の検出手段と、前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出し、前記第1検出信号とは異なる周期を有する第2検出信号をリニア出力する第2の検出手段と、前記第1及び第2検出信号と前記ステアリングホイールの回転数より、前記モータの回転数を演算する第1の演算手段と、前記第1の演算手段により求められた前記モータの回転数のうち適切な回転数を選択する第1の選択手段と、前記第1の選択手段により求められた前記適切な回転数に対応する前記ステアリングホイールの回転数を選択する第2の選択手段と、前記第2の選択手段により求められた前記ステアリングホイールの回転数と前記第1検出信号により絶対位置を演算する第2の演算手段とを備えたことを技術的特徴とする。

10

【0013】

また、上記目的を達成するため、請求項2記載の電動パワーステアリング装置の絶対位置検出装置では、前記第1及び第2の検出手段は、それぞれレゾルバにて構成されていることを技術的特徴とする。

20

【0014】

また、上記目的を達成するため、請求項3記載の電動パワーステアリング装置の絶対位置検出装置では、前記第1の検出手段は、前記ステアリングホイールが1回転する間は同一の値を取らない少なくとも2個以上のレゾルバにて構成されていることを技術的特徴とする。

【0015】

また、上記目的を達成するため、請求項4記載の電動パワーステアリング装置の絶対位置検出装置では、前記第1の選択手段は、整数値に一番近い数値を選択することを技術的特徴とする。

30

【0016】

また、上記目的を達成するため、請求項5記載の電動パワーステアリング装置の絶対位置検出装置では、前記第2の演算手段は、前記第2の選択手段で選択した前記ステアリングホイールの回転数に360を掛けた値に、前記第1検出信号を加算する加算手段により、絶対位置を検出することを技術的特徴とする。

【0017】

また、上記目的を達成するため、請求項6記載の電動パワーステアリング装置の絶対位置検出方法では、ステアリングホイールと、前記ステアリングホイールの回転をアシストするモータと、前記ステアリングホイールの操舵トルクを検出するために設けられ、前記ステアリングホイールの回転角に応じて第1検出信号をリニア出力するトルク検出用の第1の検出ステップと、前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出し、前記第1検出信号とは異なる周期を有する第2検出信号をリニア出力する第2の検出ステップと、前記第1及び第2検出信号と前記ステアリングホイールの回転数より、前記モータの回転数を演算する第1の演算ステップと、前記第1の演算ステップにより求められた前記モータの回転数のうち適切な回転数を選択する第1の選択ステップと、前記第1の選択ステップにより求められた前記適切な回転数に対応する前記ステアリングホイールの回転数を選択する第2の選択ステップと、前記第2の選択ステップにより求められた前記ステアリングホイールの回転数と前記第1検出信号により絶対位置を演算する第2の演算ステップと

40

50

を備えたことを技術的特徴とする。

【0018】

【作用】

請求項1の発明によれば、ステアリングホイールの操舵トルクを検出するトルク検出用の第1の検出手段により、前記ステアリングホイールの回転に応じて第1検出信号がリニア出力される。また、同ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出する第2の検出手段により前記第1検出信号とは異なる周期を有する第2検出信号がリニア出力される。そして、前記第1及び第2検出信号と前記ステアリングホイールの回転数の全ての可能性に対して、前記モータの回転数が演算される。そして、演算された前記モータの回転数のうち適切な回転数を選

10

【0019】

請求項2の発明によれば、トルク検出用のレゾルバとモータの回転検出用のレゾルバからそれぞれ出力される第1及び第2検出信号によりステアリングホイールの絶対位置検出が実現される。

【0020】

請求項3の発明によれば、ステアリングホイールが連結された第1回転軸に第1レゾルバが用いられ、第1回転軸とトーションバーを介して連結された第2回転軸の回転角を検出するための第2レゾルバが用いられ、ステアリングホイールが1回転する間は、第1レゾルバと第2レゾルバが同じ値をとらないように構成されているため、第1及び第2レゾルバの演算結果から出力される第1検出信号に基づいてステアリングホイールの1回転中の絶対位置検出が実現される。

20

【0021】

請求項4記載の発明によれば、ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの全ての回転数を検出し、その中で整数値に一番近い回転数を選択しているため、正しいステアリングホイールの回転数を選択することができる。

【0022】

請求項5記載の発明によれば、正しいステアリングホイールの回転数に360をかけた値に、第1検出信号を加算することでステアリングホイールの絶対位置検出が実現される。

30

【0023】

請求項6記載の発明によれば、ステアリングホイールの操舵トルクを検出するトルク検出用の第1の検出ステップにより、前記ステアリングホイールの回転に応じて第1検出信号がリニア出力される。また、同ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出する第2の検出ステップにより前記第1検出信号とは異なる周期を有する第2検出信号がリニア出力される。そして、前記第1及び第2検出信号と前記ステアリングホイールの回転数の全ての可能性に対して、前記モータの回転数が演算される。そして、演算された前記モータの回転数のうち適切な回転数を選択し、前記適切な回転数に対応する前記ステアリングホイールの回転数を選択する。そして、前記ステアリングホイールの回転数と前記第1検出信号により絶対位置が演算される。

40

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を電動パワーステアリング装置におけるハンドルの絶対回転角度（以下、絶対位置という）を検出するための絶対位置検出装置及び絶対位置検出方法を具体化した一実施形態を図1～図10に従って説明する。

【0025】

図1に電動パワーステアリング装置11を示す。中空円筒状の第1ラックハウジング12

50

と中空円筒状の第2ラックハウジング13と、前記両ラックハウジングに同軸的に結合された中空円筒状のモータハウジング14とが、図示しない車両のボディに第1ラックハウジング12に形成された取り付け部15を介してネジ止めにより支持されている。

【0026】

第1ラックハウジング12には、ピニオンシャフト16を有するピニオンハウジング17が結合されている。ピニオンシャフト16は、ハンドル18側から延びるステアリングシャフト18aに連結されており、ハンドル18が回転操作されることによりピニオンシャフト16も連動する。

【0027】

図2に示すように、ピニオンシャフト16は、ベアリング19a、19bを介して、ピニオンハウジング17に対して回転自在に支持されている。ピニオンシャフト16は、入力軸16aと出力軸16bとから構成されており、出力軸16bの先端側には、ピニオンギア16cが設けられている。

10

【0028】

前記入力軸16a及び出力軸16b内には、トーションバー20が内装されており、両軸16a、16bは、トーションバー20を介して一体回転可能に連結されている。トーションバー20における入力軸側端部は、入力軸16aに対してピン21で結合されており、トーションバー20の出力軸側端部は、出力軸16bに対してスプライン結合されている。また、このトーションバー20は、入力軸16aと出力軸16bとが互いに相対回転した際に、捻り方向の弾性を生じるようになっている。そして、前記入力軸16aが第1回転軸に、出力軸16bが第2回転軸に相当し、ピニオンシャフト16が第1回転軸及び第2回転軸とが同軸となるように連結された機構に相当する。

20

【0029】

前記入力軸16a及び出力軸16bの外周側には、トルクセンサ22が設けられている。トルクセンサ22は、第1レゾルバ23及び第2レゾルバ24を備えている。

【0030】

図3に示すように、第1レゾルバ23は、第1～第4ヨーク51～54と第1～第4コイル55～58とから構成されている。第1ヨーク51はピニオンハウジング17の内周に沿って環状に形成されており、当該ピニオンハウジング17に固定されている。そして、第1ヨーク51の内周部には第1コイル55が巻き回されている。また、前記第1ヨーク51と対向するように、入力軸16aの外周には、環状の第2ヨーク52が入力軸16a一体回転可能に固定されている。そして同第2ヨーク52の外周部には、第2コイル56が巻き回されている。

30

【0031】

さらに、前記入力軸16aには、その外周上に第3ヨーク53が一体回転可能に固定されており、この第3ヨーク53の周囲には、第3コイル57が巻き回されている。この第3コイル57は前記第2コイル56に接続されている。そして、前記第3ヨーク53と対向するように、ピニオンハウジング17の内周には、第4ヨーク54が固定されており、同第4ヨーク54には第4コイル58が巻き回されている。第3コイル57および第4コイル58は、位相を90度ずらした2種類のコイルから構成されている。

40

【0032】

次に、第2レゾルバ24について説明する。なお、その詳細については上記した第1レゾルバ23とほぼ同様であるため、第1レゾルバ23のヨーク51～54及びコイル55～58と同一符号を用いる。そして、異なるところのみを説明する。

【0033】

第2レゾルバ24は、第1～第4ヨーク51～54と第1～第4コイル55～58とから構成されており、ピニオンハウジング17に設けられているが、第2、第3ヨーク52、53及び第2、第3コイル56、57は、出力軸16bに設けられている。その他の構成については、第1レゾルバ23と同様とされている。

【0034】

50

次に、第1レゾルバ23と第2レゾルバ24とハンドル1回転について、電気的特性を図7に基づいて説明する。本実施例では、第1レゾルバ23の出力 t_1 は (B) - (1) で示されるように、ハンドル1回転につき5つのピーク点を有している。これは電気的には5つのN極、S極を有しており、機械角 360° に対して、電機角 $360^\circ \times 5 = 1800^\circ$ に当たる。これは電気角 360° のレゾルバより5倍の分解能を有していることを意味している。

【0035】

また、第2レゾルバ24の出力 t_2 は (B) - (2) で示されるように、ハンドル1回転につき6つのピーク点を有している。これは電気的には6つのN極、S極を有しており、機械角 360° に対して、電機角 $360^\circ \times 6 = 2160^\circ$ に当たる。これは電気角 360° のレゾルバより6倍の分解能を有していることを意味している。

10

【0036】

(B) - (1) および (B) - (2) からわかるように、第1レゾルバ23の出力 t_1 と第2レゾルバ24の出力 t_2 は同じハンドル回転角において、同じ値を取る事はない。そのため、第1レゾルバ23の出力 t_1 と第2レゾルバ24の出力 t_2 を使用して、ハンドル1回転に高分解能の出力信号 t を生成することができる。

【0037】

次に、第1及び第2レゾルバ23、24に基づいたトルク検出について説明する。ハンドル18が操舵され、入力軸16aが回転角 θ_1 で回転した場合に、図4に示すように、第1コイル55に交流電圧 E_1 を加えると、その電圧に応じて第1ヨーク51及び第2ヨーク52に磁束が発生する。そして、そのときの磁束変化に応じて第2コイル56には交流電圧が誘起される。第2コイル56は第3コイル57に接続しているため、当該第3コイル57にも交流電圧が発生する。そして、当該第3コイル57に発生した交流電圧によって、第4コイル58には交流電圧が誘起されて、交流電圧 E_2 、 E_3 が出力される。このとき、2種類のコイルから構成された第4コイル58からは、位相の異なる2種類の交流電圧 E_2 、 E_3 が出力され、これらは次の式 (a) 及び式 (b) の関係を満たす。

20

【0038】

$$E_2 = K \cdot E_1 \times \cos \dots (a)$$

$$E_3 = K \cdot E_1 \times \sin \dots (b)$$

なお、 K は変圧比を示す。このとき、上記式 (a) 及び式 (b) から θ_2 を算出することができ、この角度 θ_2 が入力軸16aの回転角 θ_1 となる。

30

【0039】

一方、入力軸16aが回転すると、トーシヨンバー20を介して連結された出力軸16bも回転する。そして、出力軸16b側に設けられた第2レゾルバ24から前記式 (a) 及び式 (b) に基づいて、出力軸16bの回転角 θ_2 も算出される。

【0040】

ここで、入力軸16aと出力軸16bの回転に際して、トーシヨンバー20の捻れにより、入力軸16aと出力軸16bの間で相対回転角度差 $\theta = \theta_1 - \theta_2$ が生じる。その結果、このトーシヨンバー20の捻れ角度である相対回転角度差 θ とトーシヨンバー20の剛性とから操舵トルクは算出される。

40

【0041】

そして、この操舵トルクに応じて操舵力をアシストするための公知のアシスト制御が行なわれ、後述する電動モータ39によって、操舵力はアシストされ、好適にハンドル18の操舵が可能になる。

【0042】

図1及び図5に示すように、前記ラックハウジング12と第2ラックハウジング13とモータハウジング14とから構成された筒状体内には、回転不能かつ軸線方向に移動可能にラックシャフト27が内蔵されている。ラックシャフト27の両端部には図示しないタイロッドを介して左右の前輪が連結されている。そのラックシャフト27には、図2に示すように、ピニオンシャフト16のピニオンギア16cと噛合する噛み合い部27bが形成さ

50

れ、ラックアンドピニオン機構を形成している。

【0043】

図6に示すように、前記モータハウジング14の内周には巻線が施されたステータ29が嵌合され、ラックシャフト27の軸線方向の中間部には中空円筒状にモータシャフト28が同軸的にラックシャフト27の外側に遊嵌されている。

【0044】

モータシャフト28は、第1及び第2ベアリング30, 31を介してモータハウジング14に支持されており、前記モータシャフト28には永久磁石37が外設して固定されている。

【0045】

モータシャフト28内にはボールネジナット36が同軸的に内嵌されており、同ボールネジナット36の内周面には螺旋状のボールネジ溝36aが設けられている。また、ラックシャフト27の外周面には軸線方向の所定範囲に螺旋状のボールネジ溝27aが設けられており、ボールネジ溝27aとボールネジ溝36aとの間には、図示しない多数のボールが転動可能に受容されている。そして、両ボールネジ溝27a、36a等から構成されるボールネジ機構により、モータシャフト28の正逆回転の回転トルクをラックシャフト27の軸線方向における往復動に変換する。その後、この往復動はラックアンドピニオン機構をなすピニオンシャフト16を介してハンドル18の操舵力を軽減するアシスト力となる。そして、上記したモータシャフト28、ステータ29等により、モータとしての電動モータ39が構成され、この電動モータ39は、前記ハンドル18の回転に応じて駆動される。

【0046】

モータシャフト28の外周側には、モータ回転角センサとしてのモータレゾルバ41が設けられている。モータレゾルバ41の詳細については、図3及び図4に示す第1レゾルバ23とほぼ同様であるため、第1レゾルバ23のヨーク51~54及びコイル55~58と同一符号を用いる。そして、異なるところのみを説明する。

【0047】

即ち、モータレゾルバ41は、第1~第4ヨーク51~54と第1~第4コイル55~58とから構成されており、第1、第4ヨーク51、54及び第1、第4コイル55、58は、モータハウジング14に設けられており、第2、第3ヨーク52, 53及び第2、第3コイル56, 57は、モータシャフト28に設けられている。その他の構成については、第1レゾルバ23と同様である。

【0048】

ここで、モータシャフト28の回転角(以下、モータ回転角という)の検出について説明する。モータシャフト28がある回転角で回転した場合に、第1コイル55に交流電圧E1を印加すると、その電圧に応じて第1ヨーク51に磁束が発生し、その磁束が第2ヨーク52に伝わる。その磁束が第2コイル56を鎖交することにより、交流電圧が誘起される。このとき、第2コイル56に誘起された交流電圧が接続された第3コイル57にも発生する。この第3コイル57に発生した交流電圧に基づいて、第4コイル58に交流電圧が誘起され、交流電圧E2、E3が出力される。そして、印加された交流電圧E1と出力された交流電圧E2、E3とから、前述した式(a)及び式(b)によりモータ回転角は算出される。このようにして検出されたモータ回転角は、電動パワーステアリング装置11における様々な制御に用いられる。

【0049】

次に、上記のように構成された電動パワーステアリング装置におけるハンドル18の絶対位置検出装置について説明する。図5に示すように、トルクセンサ22を構成した第1及び第2レゾルバ23、24と、モータ回転角を検出するモータレゾルバ41は演算手段としてのECU(電子制御装置)43に電氣的に接続されている。そして、本実施形態では、前記第1及び第2レゾルバ23、24、モータレゾルバ41、及びECU43から絶対位置検出装置が構成されている。前記第1及び第2レゾルバ23、24からは、ピニオン

10

20

30

40

50

シャフト16の出力軸16bの回転角に応じてリニア出力された検出信号 t_1 、 t_2 が、ECU43に入力されるようになっていいる。また、モータレゾルバ41からは、モータシャフト28の回転角に応じてリニア出力された検出信号 m がECU43に入力されるようになっていいる。前記各検出信号 t_1 、 t_2 、 m は、第1レゾルバ23、第2レゾルバ24及びモータレゾルバ41を構成する第4コイル58から出力される交流電圧（E2またはE3）に相当し、本実施形態では、各レゾルバ23、24、41の第4コイル58を構成する2つのコイルのうち共に交流電圧E2を出力するコイルからの出力を示す。なお、交流電圧E2を出力するコイルに換えて交流電圧E3を出力するコイルからの出力を用いてもよい。

【0050】

そして、ECU43は入力された検出信号 t_1 、 t_2 、 m に基づいて、ハンドル18の絶対位置を検出するようになっていいる。なお、本実施形態において、絶対位置とは、中立位置から何度離れているかを示すものであり、中立位置とは、車両が直進するように前輪が配置された際のハンドル18の位置である。

【0051】

次に、ECU43において、絶対位置検出を行なうための演算式について説明する。本実施例では、ハンドル18は ± 2.0 回転（ $\pm 720^\circ$ ）の範囲内で回転するものとして説明する。 $+$ は、中立位置から時計回り方向への回転を示し、 $-$ は中立位置から反時計回り方向への回転を示す。

【0052】

トルクセンサのレゾルバ出力における検出信号 t の周期 T_t は $T_t = 1$ 周期とされている。図7(A)に示すようにハンドル1回転で1周期出力される。また、図8(B)に示すように電動モータ39（モータシャフト28）の1回転に対するモータレゾルバ41からの検出信号 m の周期 T_{m1} は、 $T_{m1} = 7$ 周期となるように構成されている。

【0053】

一方、ハンドル18が1回転する間におけるラックシャフト27の移動距離は S mmとされている。また、ラックシャフト27及びモータシャフト28におけるボールネジ機構27a、36aの1回転分のリードを L とすると、ラックシャフト27が S mm移動する間に、モータシャフト28は S/L 回転することになり、図8(A)で示すように、本実施例では8.2回転することになる。従って、ハンドル18（ピニオンシャフト16）の1回転に対するモータレゾルバ41からの検出信号 m の周期 T_{m2} は、図8(B)で示すように、 $T_{m2} = 57.4 (= T_{m1} \times 8.2 = 7 \times 8.2)$ 周期となる。

【0054】

本実施例をハンドル18、トルクセンサによる操舵角（ t ）、モータレゾルバの出力（ m ）から見てみると図9のようになる。ハンドルは左右に最大2回転する。（A）はトルクセンサによる操舵角 t を示し、ハンドル1回転につき1周期の出力となる。これが第1検出信号である。（B）はそのときのモータレゾルバの出力 m を示す。これが第2検出信号である。

【0055】

ここで具体的に、トルクセンサによる操舵角度を t 、モータ回転角による電気角 m として、それぞれの絶対位置を式であらわしてみる。

まずトルクセンサによる絶対位置 = $t + 360 \cdot A$ 式(1)

ここでAは整数で-2、-1、0、1をとる。

モータ回転角による絶対位置 = $(m + 360 \cdot B) / 57.4$ 式(2)

ここでBは理論的には、ハンドルと電動モータを連結する機械系のガタや電動モータおよびトルクセンサのレゾルバの電気角絶対精度誤差等がない場合には、整数値となり、-126 ~ 125の値をとる。

式(1)と式(2)は等しいので、

$$t + 360 \cdot A = (m + 360 \cdot B) / 57.4 \text{ となる。}$$

よって $B = (57.4 \cdot (t + 360 \cdot A) - m) / 360$ 式(3)

10

20

30

40

50

とあらわされる。

【0056】

この式(1)、(3)を使用して具体的に絶対舵角の検出方法を図10のフローチャートに従って説明する。このフローチャートは、定期的な割り込みにより起動する。まず、S900において、トルクセンサによる操舵角 t を読み込む。これが第1の検出手段である。具体的な数値として、 $t = 39.5^\circ$ とする。次に、S902に進み、モータ回転角 m を読み込む。これが第2の検出手段である。同じく $m = 284^\circ$ とする。

【0057】

次に、S904に進み、ハンドルの回転数 N (始めに左回転) を A に代入する。具体的な数値として $N = 2$ として、左2回転のため $A = -2$ とする。

次に、S906に進み、ループを回すカウンタ CTR を1にセットする。次に、S908に進み、 $t = 39.5^\circ$ 、 $m = 284^\circ$ 、 $A = -2$ を式(3)に代入して、モータ回転数 B を求める。これが第1の演算手段である。

$$B = \{57.4 \cdot (39.5 + 360 \cdot (-2)) - 284\} / 360$$

$$= -109.291$$

この具体的な結果に表わされているように、モータ回転数 B を求める計算式には、ハンドルと電動モータを連結する機械系のガタや電動モータおよびトルクセンサのレゾルバの電気角絶対精度誤差等を含んでいるので、理論的に示した整数値ではなく、小数点を含んだ数値となっている。

次に、S910に進み、 B の値をメモリに記憶する。次に、S912に進み、 A の値を同じくメモリに記憶する。次に、S914に進み、 A の値を1インクリメントする。次に、S916に進み、 CTR の値も1インクリメントする。次に、S918に進み、 A が N より大きいか判定する。今回の場合は A が2より大きいか判定する。今回は大きくないためS908へ戻る。

【0058】

S908では、 $t = 39.5^\circ$ 、 $m = 284^\circ$ 、 $A = -1$ を式(3)に代入して、モータ回転数 B を求める。

$$B = \{57.4 \cdot (39.5 + 360 \cdot (-1)) - 284\} / 360$$

$$= -51.891$$

次に、S910に進み、 B の値をメモリに記憶する。次に、S912に進み、 A の値を同じくメモリに記憶する。次に、S914に進み、 A の値を1インクリメントする。次に、S916に進み、 CTR の値も1インクリメントする。次にS918に進み、 A が2より大きいか判定する。今回も大きくないためS908へ戻る。

【0059】

S908では、 $t = 39.5^\circ$ 、 $m = 284^\circ$ 、 $A = 0$ を式(3)に代入して、モータ回転数 B を求める。

$$B = \{57.4 \cdot (39.5 + 360 \cdot 0) - 284\} / 360$$

$$= 5.509$$

次に、S910に進み、 B の値をメモリに記憶する。次に、S912に進み、 A の値を同じくメモリに記憶する。次に、S914に進み、 A の値を1インクリメントする。次に、S916に進み、 CTR の値も1インクリメントする。次に、S918に進み、 A が2より大きいか判定する。今回も大きくないためS908へ戻る。

【0060】

S908では、 $t = 39.5^\circ$ 、 $m = 284^\circ$ 、 $A = 1$ を式(3)に代入して、モータ回転数 B を求める。

10

20

30

40

$$B = \{57.4 \cdot (39.5 + 360 \cdot 1) - 284\} / 360$$

$$= 62.909$$

次に、S 9 1 0 に進み、B の値をメモリに記憶する。次に、S 9 1 2 に進み、A の値を同じくメモリに記憶する。次に、S 9 1 4 に進み、A の値を1インクリメントする。次に、S 9 1 6 に進み、CTR の値も1インクリメントする。次に、S 9 1 8 に進み、A が2より大きいか判定する。今回は $A = 2$ となっており、判定はYESなのでS 9 2 0へ進む。

【0061】

S 9 2 0 では、全てのB の値のうち誤差が最も小さい値であるB を選ぶ。今回は $B = 62.909$ が該当する。これが第1の選択手段である。そしてその時のA の値を求める。今回は $B = 62.909$ としたA は $A = 1$ である。これが第2の選択手段である。次に、S 9 2 2 に進み、 t 、A の値を式(1)に代入し、絶対位置を求める。今回は $t = 39.5^\circ$ 、 $A = 1$ を代入する。

10

$$\text{絶対位置} = 39.5 + 360 \cdot 1$$

$$= 399.5^\circ$$

と求められる。これが第2の演算手段である。

【0062】

課題で記述した、トルクセンサのレゾルバの舵角精度誤差や、ハンドルと電動モータを連結するギアのカタ、及び電動モータのレゾルバの電気角絶対精度誤差等は上記演算の中で小数点以下に含まれて記述されている。具体的には誤差 E_r は $E_r = 63 - 62.909 = 0.091$ である。

20

【0063】

上記したような方法で、ハンドル18の絶対位置を検出することができる。これにより、公知の電動パワーアシスト制御、ハンドル戻り制御等を好適に行なうことができる。従って、上記実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

【0064】

【発明の効果】

(1) 上記実施形態では、ハンドル18の回転により発生する操舵トルクを検出するためのトルクセンサ22の第1レゾルバ23と第2レゾルバ24及びハンドル18の回転に応じて駆動される電動モータ39のモータ回転角を検出するためのモータレゾルバ41と各レゾルバ23、24、41から出力される検出信号を演算処理するECU43とで、絶対位置検出装置を構成した。そしてECU43では、各レゾルバ23、24、41から出力される検出信号を使用してモータ回転角を演算し、まず演算した全てのモータ回転角のうち整数値に一番近いモータ回転角を選択し、次に、そのモータ回転角を与えたステアリングホイールの回転数を選択して、選択したステアリングホイールの回転数と第1検出信号とにより、絶対舵角を検出した。従って、絶対舵角を検出するために、必要である第1レゾルバ23と第2レゾルバ24とモータレゾルバ41は、操舵トルクを検出するための第1レゾルバ23と第2レゾルバ24とモータ回転角を検出するためのモータレゾルバ41を絶対位置検出装置として兼用しているため、従来と異なり、別途回転角センサを設ける必要がなく、コストの低減を図ることができ、好適に絶対舵角を検出できる。

30

40

【0065】

(2) 上記実施形態では、トルクセンサ22の第1レゾルバ23と第2レゾルバ24とモータレゾルバ41の両方を利用して、絶対位置検出装置を構成した。例えば、モータレゾルバ41のみを使用して、ハンドル18の絶対位置検出を行なうことを想定すると、ECU43はこの検出信号だけではロータたるモータシャフト28が検出信号にて形成される波形の一周以内でどの位置にあるか判断できない。このため、ハンドル18の絶対位置を特定することは困難である。また、トルクセンサ22の第2レゾルバ24からの検出信号のみを用いて、ハンドル18の回転角の検出は可能であるが、ECU43は、中立位置の特定、及び検出信号の波形の山が中立位置から何番目のものであるかは、判定で

50

きない。

【 0 0 6 6 】

これに対して、トルクセンサ 2 2 の第 1 レゾルバ 2 3 と第 2 レゾルバ 2 4 とモータレゾルバ 4 1 の両方を用いて、ハンドル 1 8 の絶対位置検出を行なった本実施形態においては、トルクセンサのレゾルバの舵角精度誤差やハンドルと電動モータを連結するギアのガタ及び電動モータのレゾルバの電気角絶対精度誤差等があっても正確な電動パワーステアリング装置の絶対位置検出装置及び絶対位置検出方法を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 電動パワーステアリング装置の構成図を示す。

【 図 2 】 トルクセンサを備えた部位を示す。

【 図 3 】 第 1 レゾルバを示す。

【 図 4 】 第 1 レゾルバの巻き線図を示す。

【 図 5 】 絶対位置検出装置の電氣的構成を示すブロック図

【 図 6 】 電動パワーステアリング装置における電動モータを備えた部位を示す。

【 図 7 】 トルクセンサのレゾルバの出力波形を示す。

【 図 8 】 ハンドル 1 回転とモータレゾルバの出力波形を示す。

【 図 9 】 トルクセンサによる操舵角とモータレゾルバの出力

【 図 1 0 】 絶対位置演算のフローチャートを示す。

【 符号の説明 】

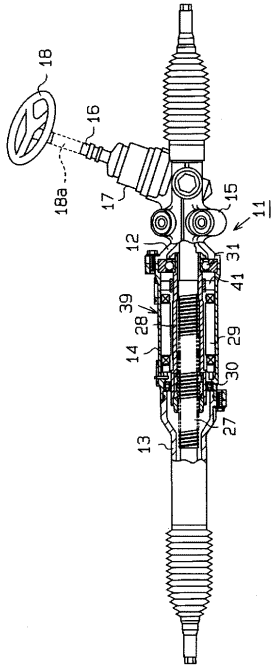
- 1 1 : 電動パワーステアリング装置
- 1 6 : ピニオンシャフト
- 1 6 a : 入力軸
- 1 6 b : 出力軸
- 1 8 : ステアリングホイール
- 2 0 : トーションバー
- 2 3 : 第 1 レゾルバ (第 1 の検出手段)
- 2 4 : 第 2 レゾルバ (第 1 の検出手段)
- 3 9 : 電動モータ
- 4 1 : モータレゾルバ (第 2 の検出手段)
- 4 3 : E C U (演算手段)

10

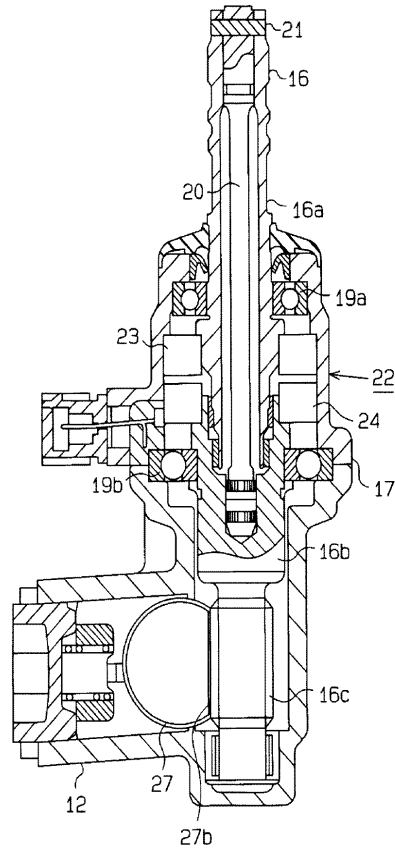
20

30

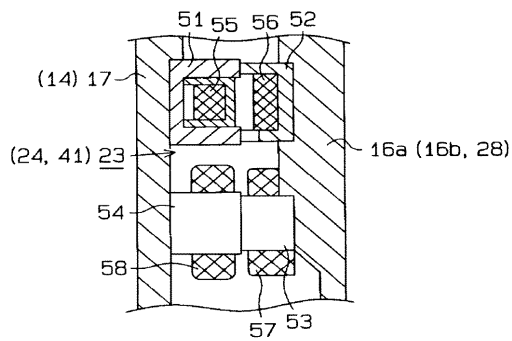
【 図 1 】



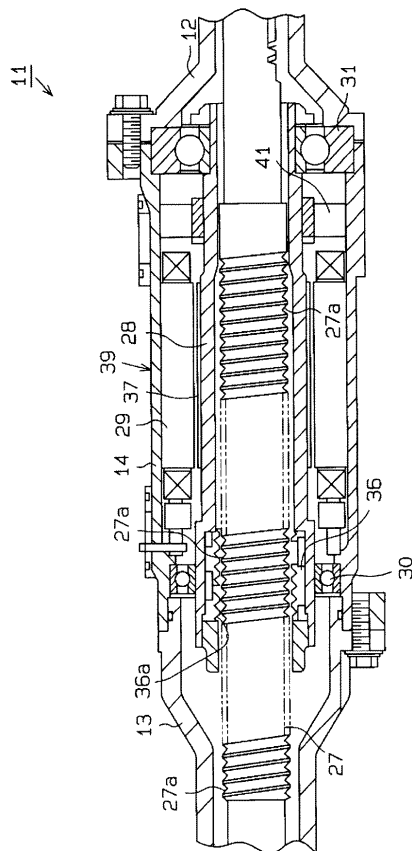
【 図 2 】



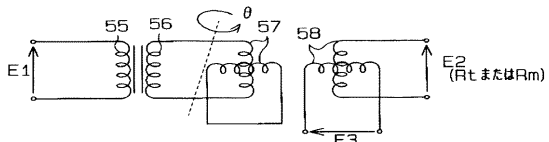
【 図 3 】



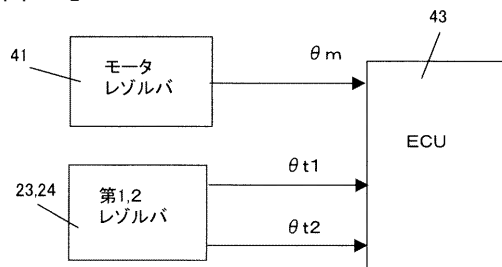
【 図 6 】



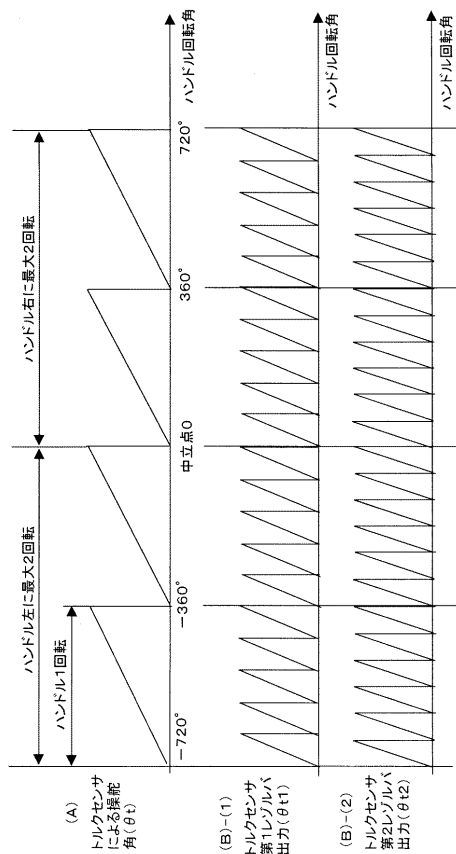
【 図 4 】



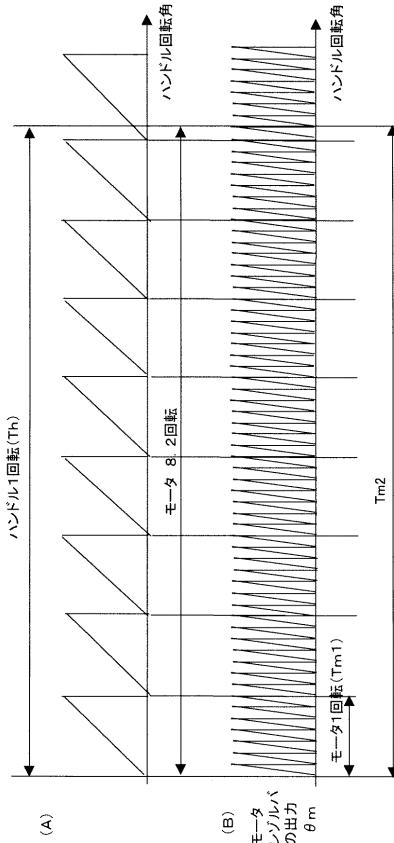
【 図 5 】



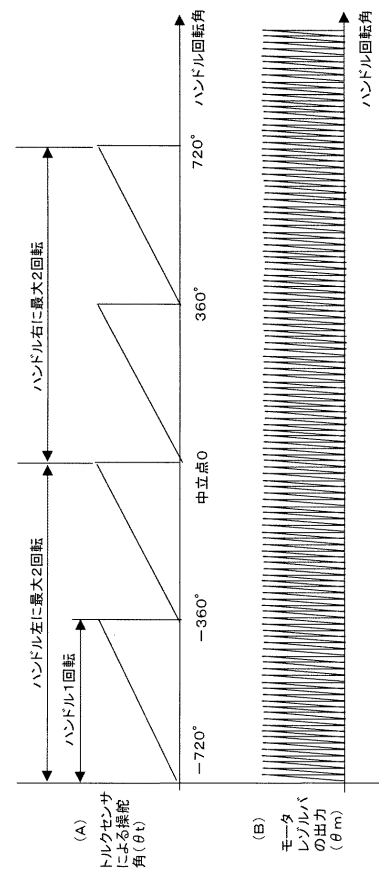
【 図 7 】



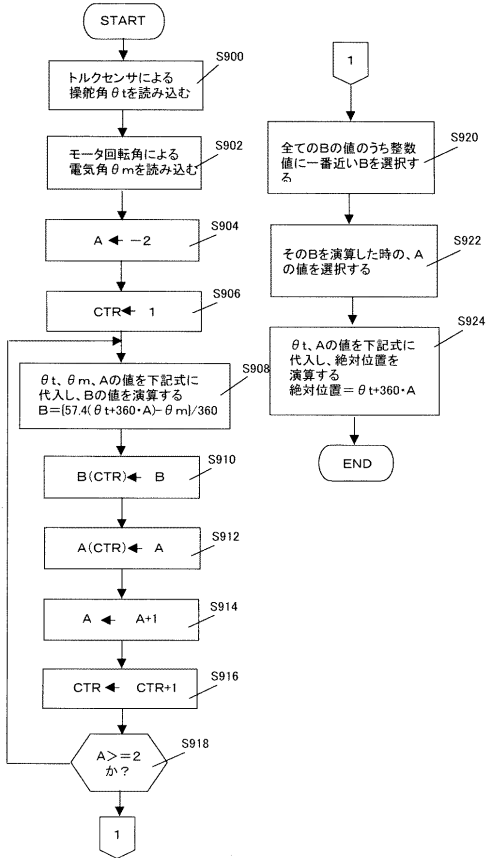
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
B 6 2 D 113/00 (2006.01) B 6 2 D 113:00
B 6 2 D 137/00 (2006.01) B 6 2 D 137:00

(56) 参考文献 特開2000-296781(JP, A)
特開2002-081961(JP, A)
特開2001-194251(JP, A)
特開2002-090109(JP, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 7/30
G01L 3/10
G01D 5/244-5/245
B62D 113/00
B62D 5/04