

(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2006-335252
(P2006-335252A)

(43) 公開日 平成18年12月14日(2006. 12. 14)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 2 D 6/00 (2006. 01)	B 6 2 D 6/00	3 D 2 3 2
B 6 2 D 5/04 (2006. 01)	B 6 2 D 5/04	3 D 2 3 3
B 6 2 D 101/00 (2006. 01)	B 6 2 D 101:00	
B 6 2 D 119/00 (2006. 01)	B 6 2 D 119:00	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2005-163297 (P2005-163297)	(71) 出願人	000001247
(22) 出願日	平成17年6月2日 (2005. 6. 2)		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	100078868
			弁理士 河野 登夫
		(72) 発明者	酒巻 正彦
			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
		(72) 発明者	長瀬 茂樹
			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
		F ターム (参考)	3D232 CC33 DA15 DA23 DA63 DC01
			DC02 DC17 DC21 DC31 DD01
			DD10 DE09
			3D233 CA02 CA03 CA13 CA16 CA20
			CA28 CA31 CA33

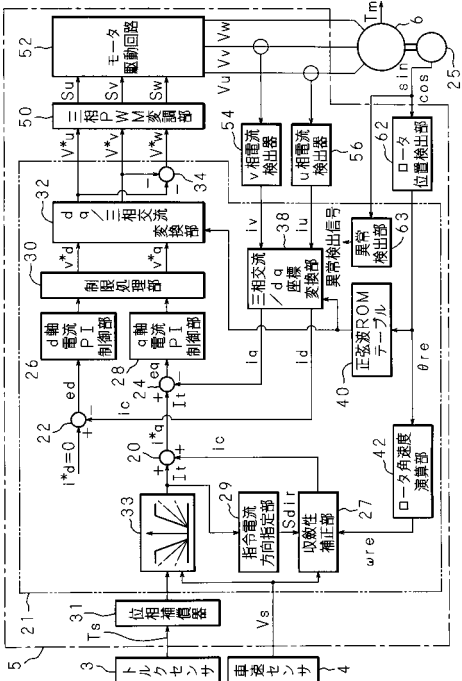
(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 操舵補助用ブラシレスDCモータのロータ位置検出器の異常を早期に検出することができる電動パワーステアリング装置の提供。

【解決手段】 ブラシレスDCモータ6のロータ位置に応じた正弦波信号及び余弦波信号を出力する角度検出器25と、操舵部材（図示せず）に加えられた操舵トルクを検出するトルク検出器3とを備え、角度検出器25が出力した正弦波信号及び余弦波信号と、トルク検出器3が検出した操舵トルクとに基づき、ブラシレスDCモータ6を駆動して操舵補助する電動パワーステアリング装置。正弦波信号及び余弦波信号を各2乗する手段63と、その各2乗した正弦波信号及び余弦波信号を加算する手段63と、その加算した結果が所定範囲に収まるか否かを判定する手段63とを備え、判定する手段が否と判定することにより、角度検出器25の異常を検出する構成である。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ブラシレス D C モータのロータ位置に応じた正弦波信号及び余弦波信号を出力する角度検出器と、操舵部材に加えられた操舵トルクを検出するトルク検出器とを備え、前記角度検出器が出力した正弦波信号及び余弦波信号と、前記トルク検出器が検出した操舵トルクとに基づき、前記ブラシレス D C モータを駆動して操舵補助する電動パワーステアリング装置において、

前記正弦波信号及び余弦波信号を各 2 乗する手段と、該手段が各 2 乗した正弦波信号及び余弦波信号を加算する手段と、該手段が加算した結果が所定範囲に収まるか否かを判定する手段とを備え、該手段が否と判定することにより、前記角度検出器の異常を検出するように構成してあることを特徴とする電動パワーステアリング装置。 10

【請求項 2】

前記所定範囲の上限は、前記正弦波信号及び余弦波信号の各誤差範囲に基づき定められている請求項 1 記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】

前記正弦波信号及び余弦波信号の中性点との各ずれを各補正する各オフセット補正手段と、前記正弦波信号及び余弦波信号の各振幅値を補正する各振幅補正手段とを更に備え、前記所定範囲の下限は、前記各オフセット補正手段及び各振幅補正手段により、前記正弦波信号及び余弦波信号の補正可能な範囲における前記加算した結果の最小値に基づき定められている請求項 1 又は 2 記載の電動パワーステアリング装置。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ブラシレス D C モータのロータ位置に応じた正弦波信号及び余弦波信号を出力する角度検出器と、操舵部材に加えられた操舵トルクを検出するトルク検出器とを備え、角度検出器が出力した正弦波信号及び余弦波信号と、トルク検出器が検出した操舵トルクとに基づき、ブラシレス D C モータを駆動して操舵補助する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】

モータを駆動して操舵補助を行ない、運転者の負担を軽減する電動パワーステアリング装置は、操舵部材（ステアリングホイール、ハンドル）に繋がる入力軸と、ピニオン及びラック等により操向車輪に繋がる出力軸と、入力軸及び出力軸を連結する連結軸とを備え、連結軸に生じる捩れ角度によって、トルクセンサが入力軸に加わる操舵トルク値を検出し、検出した操舵トルク値に基づき、出力軸に連動する操舵補助用のモータを駆動制御するものである。 30

【0003】

このような電動パワーステアリング装置では、最近、ブラシレス D C モータが使用されるようになってきている。電動パワーステアリング装置のブラシレス D C モータでは、ロータの回転する位置に応じて、回転磁界が発生するように、ステータに流す電流を P W M（Pulse Width Modulation）制御している。ロータ位置の検出には、レゾルバ、M R センサ等の $\sin$ 波信号及び $\cos$ 波信号を出力する検出器が使用されている。 40

特許文献 1 には、磁気検出素子のアナログ信号をディジタル変換し、レゾルバの信号との差分値により、角度センサの異常を検出することが開示されている。

特許文献 2 には、角度センサから所定周期で与えられる操舵角を記憶し、操舵角の微分値を演算し、前と今の検出値の差の絶対値を求め、閾値と比較する方法が開示されている。

【0004】

特許文献 3 には、3 つの操舵角センサの夫々の出力の任意の 2 つの出力差を調べ、ゼロから離れた値を示す組み合わせの中に、異常であるセンサが含まれると判断することが開 50

示されている。

特許文献4には、操舵角センサが検出した操舵角を、所定時間内に所定回数サンプリングして平均・分散を演算し、平均又は分散が所定範囲外にあるときは故障と判断することが開示されている。

【特許文献1】特開2002-81961号公報

【特許文献2】特開平10-278826号公報

【特許文献3】特開平10-258757号公報

【特許文献4】特開平10-197238号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

ロータ位置の検出に使用される検出器に故障が発生し、正確な回転位置データが得られない場合、ロータ位置に応じた適切な電流を流すことができず、ステアリングホイール（ハンドル、操舵部材）が振動したり、ロックする可能性がある。その為、検出器の異常を早期に検出する必要があるという問題がある。

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、操舵補助用ブラシレスDCモータのロータ位置検出器の異常を早期に検出する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。

【課題を解決するための手段】

【0006】

20

第1発明に係る電動パワーステアリング装置は、ブラシレスDCモータのロータ位置に応じた正弦波信号及び余弦波信号を出力する角度検出器と、操舵部材に加えられた操舵トルクを検出するトルク検出器とを備え、前記角度検出器が出力した正弦波信号及び余弦波信号と、前記トルク検出器が検出した操舵トルクとに基づき、前記ブラシレスDCモータを駆動して操舵補助する電動パワーステアリング装置において、前記正弦波信号及び余弦波信号を各2乗する手段と、該手段が各2乗した正弦波信号及び余弦波信号を加算する手段と、該手段が加算した結果が所定範囲に収まるか否かを判定する手段とを備え、該手段が否と判定することにより、前記角度検出器の異常を検出するように構成してあることを特徴とする。

【0007】

30

第2発明に係る電動パワーステアリング装置は、前記所定範囲の上限は、前記正弦波信号及び余弦波信号の各誤差範囲に基づき定められていることを特徴とする。

【0008】

第3発明に係る電動パワーステアリング装置は、前記正弦波信号及び余弦波信号の中性点との各ずれを各補正する各オフセット補正手段と、前記正弦波信号及び余弦波信号の各振幅値を補正する各振幅補正手段とを更に備え、前記所定範囲の下限は、前記各オフセット補正手段及び各振幅補正手段により、前記正弦波信号及び余弦波信号の補正可能な範囲における前記加算した結果の最小値に基づき定められていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

40

本発明に係る電動パワーステアリング装置によれば、角度検出器が、ブラシレスDCモータのロータ位置に応じた正弦波信号及び余弦波信号を出力し、各2乗する手段が、角度検出器が出力した正弦波信号及び余弦波信号を各2乗する。加算する手段が、その各2乗した正弦波信号及び余弦波信号を加算し、判定する手段が、その加算した結果が所定範囲に収まるか否かを判定し、否と判定することにより、角度検出器の異常を検出する。これにより、操舵補助用ブラシレスDCモータのロータ位置検出器の異常を早期に検出することができる電動パワーステアリング装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下に、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて説明する。

50

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構成を示す模式図である。この電動パワーステアリング装置は、例えば舵取りの為のハンドル 1（ステアリングホイール、操舵部材）と、ハンドル 1 の操舵に応じて駆動される操舵補助用のブラシレス DC モータ 6 と、モータ 6 の回転を減速歯車機構 7 を介して舵取機構 12、12 に伝える伝動手段 13 と、モータ 6 を駆動制御する ECU（コントローラ）5 とを備えている。ECU 5 には、車両の走行速度を検出する車速センサ 4 が出力した車速信号が与えられている。

【0011】

伝動手段 13 は、ハンドル 1 に連結された入力軸 2 に図示しないトーションバーを介して連結される出力軸 8 と、出力軸 8 にユニバーサルジョイントを介して連結される連結軸 9 と、連結軸 9 にユニバーサルジョイントを介して連結されるピニオン軸 10 と、ピニオン軸 10 のピニオンに噛合するラック歯を有し、左右の操向輪 A、A に舵取機構 12、12 を介して連結されるラック軸 11 とを備えている。入力軸 2 及び伝動手段 13 は操舵軸 14 を構成している。

【0012】

入力軸 2 の周りには、ハンドル 1 を操作することにより入力軸 2 に加わる操舵トルクを、トーションバーに生じる捩れによって検出するトルクセンサ 3 が配置されており、トルクセンサ 3 が検出した操舵トルクに基づいて、ECU 5 がモータ 6 を駆動制御するように構成してある。

減速歯車機構 7 は、モータ 6 の出力軸に繋がるウォームと、出力軸 8 の途中に嵌合されるウォームホイールとを備えており、モータ 6 の回転をウォーム及ウォームホイールから出力軸 8 に伝達するように構成してある。

【0013】

このような構成の電動パワーステアリング装置では、ハンドル 1 の操作による舵取り操作力を入力軸 2、トーションバー（図示せず）、出力軸 8、連結軸 9、及びピニオン軸 10 を介してラック軸 11 に伝達し、ラック軸 11 を軸長方向へ移動させ、舵取機構 12、12 を作動させる。また、それと共に、トルクセンサ 3 が検出した操舵トルクに基づき、ECU 5 がモータ 6 を駆動制御し、モータ 6 の駆動力を出力軸 8 に伝達することにより、舵取り操作力を補助し、舵取りの為の運転者の労力負担を軽減する。

【0014】

図 2 は、図 1 に示す電動パワーステアリング装置の要部構成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、トルクセンサ 3 が検出した操舵トルク値 T_s が、位相補償器 31 に与えられ、位相補償器 31 で位相補償された操舵トルク値が、ECU 5 のトルク電流テーブル 33 に与えられる。また、車速センサ 4 が検出した車速値 V_s が、トルク電流テーブル 33 及び収斂性補正部 27 に与えられている。

【0015】

トルク電流テーブル 33 では、操舵トルク値が所定の不感帯を超えると、操舵トルク値の増加に従ってモータ電流の目標値が比例的に増加し、さらに操舵トルク値が所定値以上になると目標値が飽和するような関数が、車速値 V_s に応じて可変的に定められている。前記関数は車速値 V_s が大となるに従って操舵トルク値に対するモータ電流の目標値の比が小となると共に、目標値の飽和値が小となるように定められている。トルク電流テーブル 33 が定めたモータ電流の目標値 I_t は、加算手段 20 及び指令電流方向指定部 29 へ与えられる。

【0016】

モータ電流の目標値 I_t は、 dq 座標変換を用いたモータ制御における d 軸電流の目標値を示す符号付きの値であり、その正負は、操舵補助の方向を示している。

指令電流方向指定部 29 は、与えられたモータ電流の目標値 I_t の正負符号に基づき、操舵補助の方向を示す方向信号 S_{dir} を作成し、収斂性補正部 27 に与える。

【0017】

操舵補助を行うブラシレス DC モータであるモータ 6 には、そのロータ位置を検出する

為の角度検出器であるレゾルバ 25 が内蔵され、レゾルバ 25 が出力した $\sin$ 波信号及び $\cos$ 波信号は、ECU 5 内のロータ位置検出部 62、及びレゾルバ 25 の異常を検出する異常検出部 63 に与えられる。ロータ位置検出部 62 は、与えられた $\sin$ 波信号及び $\cos$ 波信号について、各振幅補正及び各オフセット補正を行い、各補正を施した $\sin$ 波信号及び $\cos$ 波信号に基づいて電気角 θ_{re} を求め、正弦波 ROM テーブル 40 及びロータ角速度演算部 42 に与える。

【0018】

ロータ位置検出部 62 は、 $\sin$ 波信号値及び $\cos$ 波信号値に対応させた電気角 θ_{re} のテーブルを備えており、各補正を施した $\sin$ 波信号値及び $\cos$ 波信号値に基づいてテーブルを参照することにより、電気角 θ_{re} を求める。

10

正弦波 ROM テーブル 40 は、与えられた電気角 θ_{re} により正弦波値 $\sin \theta_{re}$ を出力し、三相交流 / dq 座標変換部 38 及び dq / 三相交流変換部 32 に与える。

【0019】

ロータ角速度演算部 42 は、与えられた電気角 θ_{re} によりロータ角速度 ω_{re} を算出し、収斂性補正部 27 に与える。収斂性補正部 27 は、与えられた車速値 V_s 、方向信号 S_{dir} 及びロータ角速度 ω_{re} に基づき、車両収斂性を確保する為の補償電流値 i_c を作成し、加算手段 20 に与える。

加算手段 20 は、モータ電流の目標値 I_t に補償電流値 i_c を加算し、その加算結果を q 軸電流指令値 i^*_q として減算手段 24 に与える。

【0020】

20

ECU 5 内の v 相電流検出器 54 及び u 相電流検出器 56 が、モータ 6 の v 相界磁コイル及び u 相界磁コイルにそれぞれ流れる電流値 i_v 及び i_u を検出し、三相交流 / dq 座標変換部 38 に与える。

三相交流 / dq 座標変換部 38 は、与えられた電流値 i_v 、 i_u 及び正弦波値 $\sin \theta_{re}$ に基づき、 q 軸電流値 i_q 及び d 軸電流値 i_d へ dq 変換し、 q 軸電流値 i_q を減算手段 24 へ、 d 軸電流値 i_d を減算手段 22 へそれぞれ与える。

【0021】

減算手段 24 は、 q 軸電流指令値 i^*_q と q 軸電流値 i_q との偏差 e_q を演算し、その偏差 e_q を q 軸電流 PI 制御部 28 へ与える。

減算手段 22 は、トルクに関与しないので 0 である d 軸電流指令値 i^*_d と d 軸電流値 i_d との偏差 e_d を演算し、その偏差 e_d を d 軸電流 PI 制御部 26 へ与える。

30

q 軸電流 PI 制御部 28 及び d 軸電流 PI 制御部 26 は、与えられた偏差 e_q 及び偏差 e_d に基づき、PI 制御の為の q 軸電圧 V_q 及び d 軸電圧 V_d を演算して、制限処理部 30 に与える。

【0022】

制限処理部（制限手段）30 は、与えられた d 軸電圧 V_d 及び q 軸電圧 V_q を、各相の電圧指令値が常に正弦波となるように制限した d 軸電圧指令値 v^*_d 及び q 軸電圧指令値 v^*_q を作成して、 dq / 三相交流変換部 32 に与える。

dq / 三相交流変換部 32 は、与えられた q 軸電圧指令値 v^*_q 及び d 軸電圧指令値 v^*_d に基づき、 dq 逆変換（三相変換）して、三相の u 相電圧指令値 V^*_u 及び v 相電圧指令値 V^*_v を演算し、減算手段 34 及び三相 PWM 変調部 50 へ与える。

40

【0023】

減算手段 34 は、 $V^*_w = -V^*_u - V^*_v$ を演算し、演算した w 相電圧指令値 V^*_w を三相 PWM 変調部 50 へ与える。

三相 PWM 変調部 50 は、与えられた三相の各電圧指令値 V^*_u 、 V^*_v 、 V^*_w をパルス幅変調し、三相の各 PWM 信号 S_u 、 S_v 、 S_w としてモータ駆動回路 52 へ与える。

モータ駆動回路 52 は、与えられた各 PWM 信号 S_u 、 S_v 、 S_w （パルス信号）により、図示しない各相の界磁コイルと電源及び接地端子との間をスイッチングして、モータ 6 を PWM 駆動し、モータ 6 はトルク T_m を出力する。

50

【0024】

尚、上述したトルク電流テーブル33、収斂性補正部27、加算手段20、指令電流方向指定部29、異常検出部63、ロータ角速度演算部42、正弦波ROMテーブル40、三相交流／dq座標変換部38、dq／三相交流変換部32、減算手段24、減算手段22、q軸電流PI制御部28、d軸電流PI制御部26、制限処理部30及び減算手段34は、マイクロコンピュータ21により実現されている。

【0025】

図3、4は、このような電動パワーステアリング装置の、レゾルバ25（角度検出器）が出力したsin波信号及びcos波信号についての各振幅補正值及び各オフセット補正值を演算する動作を示すフローチャートである。各補正值を演算する動作は、例えば、イグニッションキーがオンになったとき、又は車両運転時に所定時間が経過する都度等に、パラメータ類を初期化した後実行される。

ECU5は、ロータ位置検出部62が、先ず、レゾルバ25が出力したsin波信号sinθ_{re}を読み込み（S2）、次いで、例えば、読み込んだsin波信号sinθ_{re}が、増加から減少に転じる値を検出することにより、sin波信号sinθ_{re}の極大値を検出する処理を実行する（S4）。

【0026】

ロータ位置検出部62は、sin波信号sinθ_{re}の極大値を検出する処理を実行した（S4）結果、極大値を検出したとき（S6）は、その検出した極大値を記憶し（S8）、パラメータT1に1を加算する（S10）。

ロータ位置検出部62は、次に、例えば、読み込んだsin波信号sinθ_{re}（S2）が、減少から増加に転じる値を検出することにより、sin波信号sinθ_{re}の極小値を検出する処理を実行する（S12）。その結果、極小値を検出したとき（S14）は、その検出した極小値を記憶し（S16）、パラメータT2に1を加算する（S18）。

【0027】

ロータ位置検出部62は、極大値を検出しなかったとき（S6）は、直接、sin波信号sinθ_{re}の極小値を検出する処理（S12）へ移る。また、極小値を検出しなかったとき（S14）は、そのままリターンする。

ロータ位置検出部62は、パラメータT2に1を加算した（S18）後、パラメータT1、T2が共にn（nは正整数）以上であるか否かを判定し（S20）、その結果が否であれば、そのままリターンする。

ロータ位置検出部62は、パラメータT1、T2が共にn以上であれば（S20）、記憶してある極大値（S8）、及び記憶してある極小値（S16）の各平均値を各演算し（図4S22）、パラメータT1、T2を初期化する（S24）。

【0028】

ロータ位置検出部62は、次に、各演算した極大値の平均値及び極小値の平均値（S22）を用いて、オフセット補正值＝0－（極大値の平均値＋極小値の平均値）／2を演算し（S26）、演算したオフセット補正值を記憶する（S28）。次いで、振幅補正值＝2／（極大値の平均値－極小値の平均値）を演算し（S30）、演算した振幅補正值を記憶し（S32）リターンする。

ロータ位置検出部62は、オフセット補正值を記憶し（S28）、振幅補正值を記憶した（S32）後は、次に、オフセット補正值及び振幅補正值が記憶更新される迄、記憶したオフセット補正值及び振幅補正值により、読み込んだsin波信号sinθ_{re}に各補正を施す。

【0029】

ロータ位置検出部62は、読み込んだsin波信号sinθ_{re}にオフセット補正值を加算することにより、オフセット補正を施し、オフセットを施したsin波信号sinθ_{re}に振幅補正值を乗算することにより、振幅補正を施す。

尚、上述した演算動作では、sin波信号sinθ_{re}について説明したが、cos波信号cosθ_{re}についても同様であり、ロータ位置検出部62は、sin波信号sinθ_{re}

10

20

30

40

50

及び $\cos$ 波信号 $\cos \theta_{re}$ についての各補正動作を並行して実行している。

【0030】

以下に、このような電動パワーステアリング装置のレゾルバ25（角度検出器）の異常を検出する動作を、それを示す図5のフローチャートを参照しながら説明する。

ECU5は、異常検出部63が、レゾルバ25が出力した $\sin$ 波信号 $\sin \theta_{re}$ 及び $\cos$ 波信号 $\cos \theta_{re}$ を読み込み（S40）、 $\sin^2 \theta_{re} + \cos^2 \theta_{re}$ を演算する（S42）。次いで、演算した $\sin^2 \theta_{re} + \cos^2 \theta_{re}$ が、所定範囲 $m \sim M$ に収まるか否かを判定し（S44）、所定範囲 $m \sim M$ に収まるときは、そのままリターンする。

【0031】

異常検出部63は、演算した $\sin^2 \theta_{re} + \cos^2 \theta_{re}$ が、所定範囲 $m \sim M$ に収まらないとき（S44）は、角度検出器が異常であると判定し、角度検出器異常信号を出力して（S46）リターンする。 10

ECU5は、異常検出部63が角度検出器異常信号を出力したときは、例えば、モータ6の駆動制御を停止し、モータ6がハンドル1の回転に合わせて自由に回転できる状態にする。

【0032】

ここで、所定範囲 $m \sim M$ は、図6（a）に示す（ $\cos \theta_{re}$, $\sin \theta_{re}$ ）を成分とするベクトルの大きさに基づき、誤差及び余裕を見込んで、図6（b）に示すように定められている。

$\cos \theta_{re}$ 及び $\sin \theta_{re}$ は、理論上は、夫々 $-1 \sim +1$ の範囲に収まる筈であるが、図7（a）に示すように、レゾルバ25の誤差範囲の最大値である範囲外フェイル閾値 $\pm \sqrt{M}$ から、所定範囲 $m \sim M$ の上限値 M を定める。 20

【0033】

所定範囲 $m \sim M$ の下限値 m は、図7（b）に示すように、レゾルバ25の出力信号である $\cos \theta_{re}$ 及び $\sin \theta_{re}$ の、上述した各振幅補正及び各オフセット補正により補正可能な範囲における $\sin^2 \theta_{re} + \cos^2 \theta_{re}$ が取り得る値の最小値 m としている。例えば、補正可能な最小振幅値である場合に、オフセット補正可能範囲で最大値分ずれているときを想定して最小値 m とする。尚、 $\cos \theta_{re}$ 及び $\sin \theta_{re}$ は、振幅補正及びオフセット補正を行う前の値である。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【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構成を示す模式図である。

【図2】図1に示す電動パワーステアリング装置の要部構成を示すブロック図である。

【図3】レゾルバが出力した $\sin$ 波信号及び $\cos$ 波信号についての各振幅補正值及び各オフセット補正值を演算する動作を示すフローチャートである。

【図4】レゾルバが出力した $\sin$ 波信号及び $\cos$ 波信号についての各振幅補正值及び各オフセット補正值を演算する動作を示すフローチャートである。

【図5】本発明に係る電動パワーステアリング装置のレゾルバの異常を検出する動作を示すフローチャートである。 40

【図6】本発明に係る電動パワーステアリング装置のレゾルバの異常を検出する動作を説明する為の説明図である。

【図7】本発明に係る電動パワーステアリング装置のレゾルバの異常を検出する動作を説明する為の説明図である。

【符号の説明】

【0035】

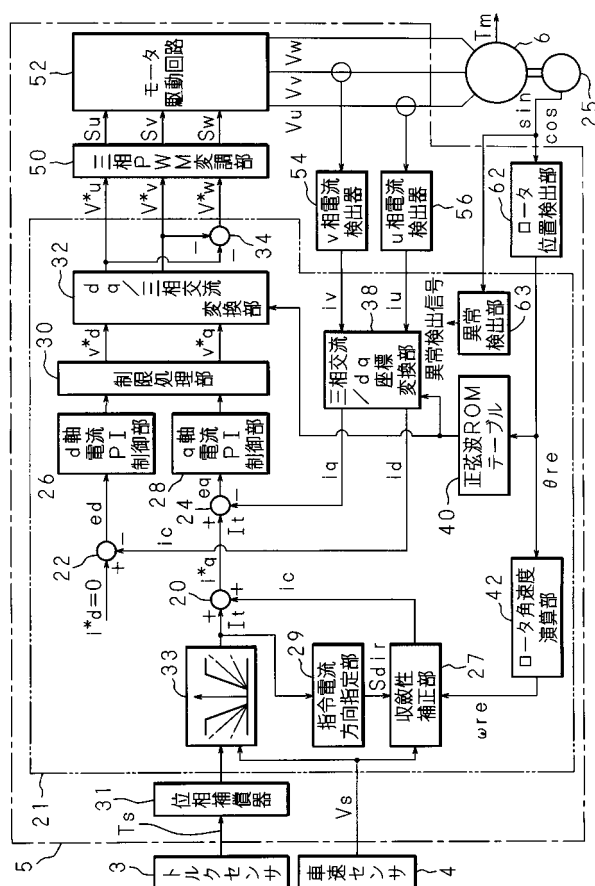
1 ハンドル（操舵部材、ステアリングホイール）

3 トルクセンサ

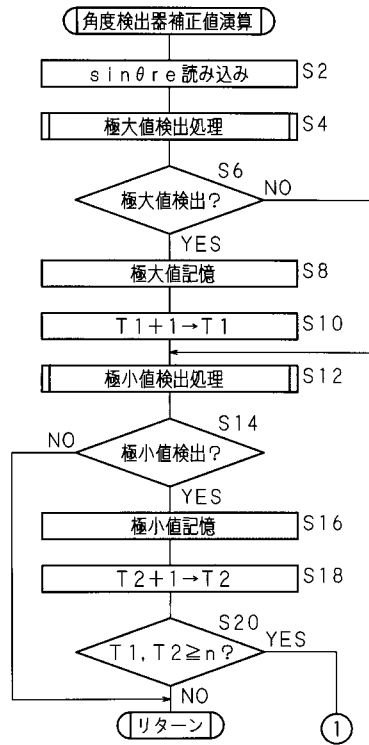
5 ECU（コントローラ、正弦波信号及び余弦波信号を各2乗する手段、各2乗した正弦波信号及び余弦波信号を加算する手段）

- 10

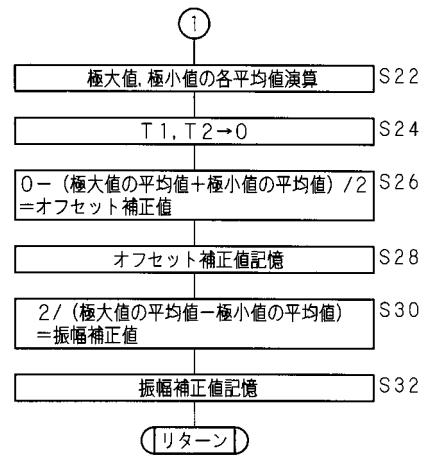
【図 2】



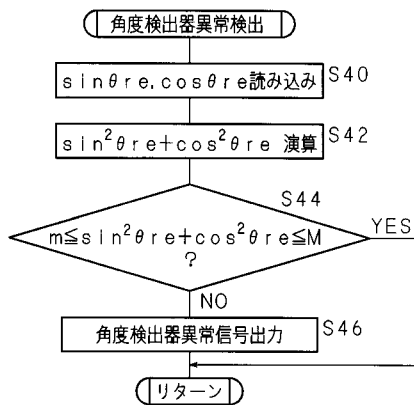
【図 3】



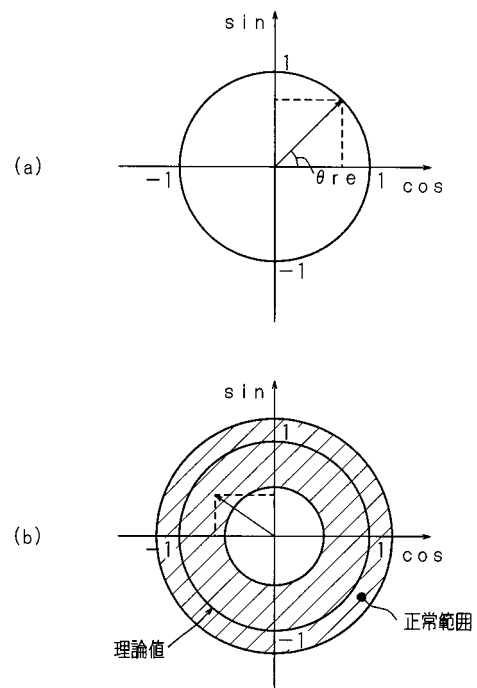
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

