

(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2016-159701
(P2016-159701A)

(43) 公開日 平成28年9月5日(2016.9.5)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)	
B62D	6/00	(2006.01)	B62D 6/00	3D232
B62D	5/04	(2006.01)	B62D 5/04	3D333
B62D	101/00	(2006.01)	B62D 101:00	
B62D	119/00	(2006.01)	B62D 119:00	
B62D	137/00	(2006.01)	B62D 137:00	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2015-38418 (P2015-38418)
(22) 出願日 平成27年2月27日 (2015.2.27)

(71) 出願人 000146010
株式会社ショーワ
埼玉県行田市藤原町1丁目14番地1
(74) 代理人 100104880
弁理士 古部 次郎
(74) 代理人 100125346
弁理士 尾形 文雄
(72) 発明者 渡邊 俊介
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台112番地1
株式会社ショーワ栃木開発センター内
Fターム(参考) 3D232 CC05 CC33 CC37 DA03 DA15
DA20 DA23 DA63 DA64 DC01
DC02 DC03 DC08 DC10 DC17
DC29 DD01 DD06 DD10 DD17
DE02 DE05 EB11 EC23 GG01
3D333 CB02 CB15 CE31 CE46 CE49

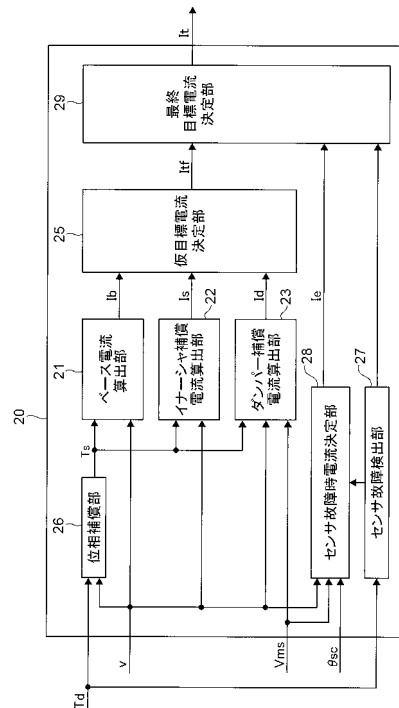
(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】トルク検出手段に故障が生じた場合においても、低 μ 路でのステアリングとられを軽減できるとともに高 μ 路での十分なアシスト力を確保できる技術を提供する。

【解決手段】車両のステアリングホイールの操舵に対して補助力を付与する電動モータと、ステアリングホイールの操舵トルクを検出するトルクセンサと、ステアリングホイールの回転角度である操舵角を検出する操舵角検出手段と、トルクセンサの故障を検出するセンサ故障検出部27と、センサ故障検出部27が故障を検出した場合には、操舵角検出手段が検出した操舵角に基づいて補助力の基礎となる基礎補助力を決定し、操舵角の加速度に応じて基礎補助力を補正した補助力となるように電動モータを制御するセンサ故障時電流決定部28と、を備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両のステアリングホイールの操舵に対して補助力を付与する電動モータと、
前記ステアリングホイールの操舵トルクを検出するトルク検出手段と、
前記ステアリングホイールの回転角度である操舵角を推定する操舵角推定手段と、
前記トルク検出手段の故障を検出する故障検出手段と、
前記故障検出手段が故障を検出した場合には、前記操舵角推定手段が推定した操舵角に基づいて前記補助力の基礎となる基礎補助力を決定し、前記操舵角の加速度に応じて前記基礎補助力を補正した前記補助力となるように前記電動モータを制御する制御手段と、
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。

10

【請求項 2】

前記制御手段は、前記操舵角の加速度が予め定められた所定操舵角加速度より大きい場合には前記補助力が小さくなるように前記基礎補助力を補正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。

【請求項 3】

前記制御手段は、前記車両の移動速度である車速が予め定められた所定車速より大きい場合には前記補助力が小さくなるように前記基礎補助力を補正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。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記故障検出手段が故障を検出していない場合には前記トルク検出手段が検出した操舵トルクに基づいて前記補助力を決定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に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、電動パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電動モータの動力にてドライバの操舵力をアシストする電動パワーステアリング装置において、操舵トルクを検出する検出手段（トルクセンサ）により操舵トルクを検出することができなくなった場合においても、電動モータによるアシスト力を付与することを可能とする技術が提案されている。

30

例えば、特許文献 1 に記載の電動パワーステアリング装置は、異常検出部によりトルクセンサの異常が検出されたとき、レゾルバにより検出されている回転角とアシスト電流特性とに基づいてモータを駆動し、駆動する際、回転角に基づき算出される回転角速度が大きくなるに従いモータを駆動するアシスト電流を小さくするように制御する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2012 - 144100 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

トルク検出手段（トルクセンサ）に故障が生じた場合においても、低 μ 路でのステアリングとられを軽減できるとともに、アスファルト路などの高 μ 路での十分なアシスト力を確保できることが望ましい。

本発明は、トルク検出手段に故障が生じた場合においても、低 μ 路でのステアリングとられを軽減できるとともに高 μ 路での十分なアシスト力を確保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】

50

【 0 0 0 5 】

かかる目的のもと、本発明は、車両のステアリングホイールの操舵に対して補助力を付与する電動モータと、前記ステアリングホイールの操舵トルクを検出するトルク検出手段と、前記ステアリングホイールの回転角度である操舵角を推定する操舵角推定手段と、前記トルク検出手段の故障を検出する故障検出手段と、前記故障検出手段が故障を検出した場合には、前記操舵角推定手段が推定した操舵角に基づいて前記補助力の基礎となる基礎補助力を決定し、前記操舵角の加速度に応じて前記基礎補助力を補正した前記補助力となるように前記電動モータを制御する制御手段と、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である。

【 0 0 0 6 】

ここで、前記制御手段は、前記操舵角の加速度が予め定められた所定操舵角加速度より大きい場合には前記補助力が小さくなるように前記基礎補助力を補正してもよい。

また、前記制御手段は、前記車両の移動速度である車速が予め定められた所定車速より大きい場合には前記補助力が小さくなるように前記基礎補助力を補正してもよい。

また、前記制御手段は、前記故障検出手段が故障を検出していない場合には前記トルク検出手段が検出した操舵トルクに基づいて前記補助力を決定してもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、トルク検出手段に故障が生じた場合においても、低 μ 路でのステアリングとられを軽減できるとともに高 μ 路での十分なアシスト力を確保できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の概略構成を示す図である。

【 図 2 】 制御装置の概略構成図である。

【 図 3 】 目標電流算出部の概略構成図である。

【 図 4 】 操舵トルクおよび車速とベース電流との対応を示す制御マップの概略図である。

【 図 5 】 制御部の概略構成図である。

【 図 6 】 センサ故障時電流決定部の概略構成図である。

【 図 7 】 センサ故障時ベース電流算出部の概略構成図である。

【 図 8 】 絶対値化後操舵角と仮センサ故障時ベース電流との対応を示す制御マップの概略図である。

【 図 9 】 車速補正係数と車速との対応を示す制御マップの概略図である。

【 図 1 0 】 戻り補正係数設定部の概略構成図である。

【 図 1 1 】 絶対値化後操舵角と仮戻り補正係数との対応を示す制御マップの概略図である。

【 図 1 2 】 モータ回転速度と回転速度補正係数との対応を示す制御マップの概略図である。

【 図 1 3 】 車速と車速補正係数との対応を示す制御マップの概略図である。

【 図 1 4 】 操舵角加速度補正係数設定部の概略構成図である。

【 図 1 5 】 絶対値化後操舵角加速度と仮操舵角加速度補正係数との対応を示す制御マップの概略図である。

【 図 1 6 】 車速補正係数と車速との対応を示す制御マップの概略図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 9 】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図 1 は、実施の形態に係る電動パワーステアリング装置 1 0 0 の概略構成を示す図である。

電動パワーステアリング装置 1 0 0 (以下、単に「ステアリング装置 1 0 0」と称する場合もある。)は、車両の進行方向を任意に変えるためのかじ取り装置であり、本実施の形態においては車両の一例としての自動車 1 に適用した構成を例示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

ステアリング装置 1 0 0 は、自動車 1 の進行方向を変えるために運転者が操作する車輪（ホイール）状のステアリングホイール（ハンドル） 1 0 1 と、ステアリングホイール 1 0 1 に一体的に設けられたステアリングシャフト 1 0 2 とを備えている。また、ステアリング装置 1 0 0 は、ステアリングシャフト 1 0 2 と自在継手 1 0 3 a を介して連結された上部連結シャフト 1 0 3 と、この上部連結シャフト 1 0 3 と自在継手 1 0 3 b を介して連結された下部連結シャフト 1 0 8 とを備えている。下部連結シャフト 1 0 8 は、ステアリングホイール 1 0 1 の回転に連動して回転する。

【 0 0 1 1 】

また、ステアリング装置 1 0 0 は、転動輪としての左右の前輪 1 5 0 のそれぞれに連結されたタイロッド 1 0 4 と、タイロッド 1 0 4 に連結されたラック軸 1 0 5 とを備えている。また、ステアリング装置 1 0 0 は、ラック軸 1 0 5 に形成されたラック歯 1 0 5 a とともにラック・ピニオン機構を構成するピニオン 1 0 6 a を備えている。ピニオン 1 0 6 a は、ピニオンシャフト 1 0 6 の下端部に形成されている。

10

【 0 0 1 2 】

また、ステアリング装置 1 0 0 は、ピニオンシャフト 1 0 6 を収納するステアリングギヤボックス 1 0 7 を有している。ピニオンシャフト 1 0 6 は、ステアリングギヤボックス 1 0 7 内にてトーションバー 1 1 2 を介して下部連結シャフト 1 0 8 と連結されている。そして、ステアリングギヤボックス 1 0 7 の内部には、下部連結シャフト 1 0 8 とピニオンシャフト 1 0 6 との相対回転角度に基づいて、言い換えればトーションバー 1 1 2 の捻れ量に基づいて、ステアリングホイール 1 0 1 に加えられた操舵トルク T を検出するトルク検出手段の一例としてのトルクセンサ 1 0 9 が設けられている。

20

【 0 0 1 3 】

また、ステアリング装置 1 0 0 は、ステアリングギヤボックス 1 0 7 に支持された電動モータ 1 1 0 と、電動モータ 1 1 0 の駆動力を減速してピニオンシャフト 1 0 6 に伝達する減速機構 1 1 1 とを有している。減速機構 1 1 1 は、例えば、ピニオンシャフト 1 0 6 に固定されたウォームホイール（不図示）と、電動モータ 1 1 0 の出力軸に固定されたウォームギヤ（不図示）などから構成される。電動モータ 1 1 0 は、ピニオンシャフト 1 0 6 に回転駆動力を加えることにより、ラック軸 1 0 5 に前輪 1 5 0 を転動させる駆動力を加える。本実施の形態に係る電動モータ 1 1 0 は、電動モータ 1 1 0 の回転角度を検出するレゾルバ 1 2 0 を有する 3 相ブラシレスモータである。

30

【 0 0 1 4 】

また、ステアリング装置 1 0 0 は、電動モータ 1 1 0 の作動を制御する制御装置 1 0 を備えている。制御装置 1 0 には、上述したトルクセンサ 1 0 9 からの出力信号が入力される。また、制御装置 1 0 には、自動車 1 に搭載される各種の機器を制御するための信号を流す通信を行うネットワーク（CAN）を介して、自動車 1 の移動速度である車速 V_c を検出する車速センサ 1 7 0 などからの出力信号が入力される。

【 0 0 1 5 】

以上のように構成されたステアリング装置 1 0 0 は、トルクセンサ 1 0 9 が検出した検出トルクに基づいて電動モータ 1 1 0 を駆動し、電動モータ 1 1 0 の発生トルクをピニオンシャフト 1 0 6 に伝達する。これにより、電動モータ 1 1 0 の発生トルクが、ステアリングホイール 1 0 1 に加える運転者の操舵力をアシストする。

40

【 0 0 1 6 】

次に、制御装置 1 0 について説明する。

図 2 は、制御装置 1 0 の概略構成図である。

制御装置 1 0 は、CPU、ROM、RAM、EEPROM (Electrically Erasable & Programmable Read Only Memory) 等からなる算術論理演算回路である。

制御装置 1 0 には、上述したトルクセンサ 1 0 9 にて検出された操舵トルク T が出力信号に変換されたトルク信号 T_d と、車速センサ 1 7 0 にて検出された車速 V_c が出力信号に変換された車速信号 v 、レゾルバ 1 2 0 からの電動モータ 1 1 0 の回転角度 に応じた

50

出力信号である回転角度信号 s 、などが入力される。

【0017】

そして、制御装置10は、トルク信号 T_d 、車速信号 v などに基づいて電動モータ110が供給するのに必要となる目標電流 I_t を算出(設定)する目標電流算出部20と、目標電流算出部20が算出した目標電流 I_t に基づいてフィードバック制御などを行う制御部30と、を備えている。また、制御装置10は、電動モータ110のモータ回転角度を算出するモータ回転角度算出部71と、モータ回転角度算出部71にて算出されたモータ回転角度に基づいて、モータ回転速度 V_m を算出するモータ回転速度算出部72と、ステアリングホイール101の回転角度である操舵角を算出する操舵角算出部73と、を備えている。

10

【0018】

次に、目標電流算出部20について詳述する。

図3は、目標電流算出部20の概略構成図である。

目標電流算出部20は、目標電流 I_t を設定する上で基準となるベース電流 I_b を算出するベース電流算出部21と、電動モータ110の慣性モーメントを打ち消すためのイナーシャ補償電流 I_s を算出するイナーシャ補償電流算出部22と、電動モータ110の回転を制限するダンパー補償電流 I_d を算出するダンパー補償電流算出部23とを備えている。また、目標電流算出部20は、ベース電流算出部21、イナーシャ補償電流算出部22、ダンパー補償電流算出部23にて算出された値に基づいて仮の目標電流である仮目標電流 I_{tf} を決定する仮目標電流決定部25を備えている。また、目標電流算出部20は、トルクセンサ109にて検出された操舵トルク T の位相を補償する位相補償部26を備えている。

20

【0019】

また、目標電流算出部20は、トルクセンサ109の故障を検出する故障検出手段の一例としてのセンサ故障検出部27と、センサ故障検出部27がトルクセンサ109の故障を検出した場合に電動モータ110に供給する目標電流 I_t の基となる電流を算出するセンサ故障時電流決定部28と、を備えている。また、目標電流算出部20は、最終的に電動モータ110に供給する目標電流 I_t を決定する最終目標電流決定部29を備えている。

なお、目標電流算出部20には、トルク信号 T_d 、車速信号 v 、モータ回転速度信号 V_{ms} などが入力される。

30

【0020】

図4は、操舵トルク T および車速 V_c とベース電流 I_b との対応を示す制御マップの概略図である。

ベース電流算出部21は、位相補償部26にてトルク信号 T_d が位相補償されたトルク信号 T_s と、車速センサ170からの車速信号 v とに基づいてベース電流 I_b を算出する。言い換えれば、ベース電流算出部21は、位相補償部26にて位相補償された操舵トルク T と、車速 V_c とに応じたベース電流 I_b を算出する。なお、ベース電流算出部21は、例えば、予め経験則に基づいて作成しROMに記憶しておいた、位相補償された操舵トルク T (トルク信号 T_s)および車速 V_c (車速信号 v)とベース電流 I_b との対応を示す図4に例示した制御マップに、操舵トルク T および車速 V_c を代入することによりベース電流 I_b を算出する。

40

【0021】

イナーシャ補償電流算出部22は、位相補償部26にてトルク信号 T_d が位相補償されたトルク信号 T_s 、車速信号 v に基づいてイナーシャ補償電流 I_s を算出する。言い換えれば、イナーシャ補償電流算出部22は、位相補償部26にて位相補償された操舵トルク T と、車速 V_c とに応じたイナーシャ補償電流 I_s を算出する。なお、イナーシャ補償電流算出部22は、例えば、予め経験則に基づいて作成しROMに記憶しておいた、位相補償された操舵トルク T (トルク信号 T_s)および車速 V_c (車速信号 v)とイナーシャ補償電流 I_s との対応を示す制御マップに、位相補償された操舵トルク T および車速 V_c を

50

代入することによりイナーシャ補償電流 I_s を算出する。

【0022】

ダンパー補償電流算出部 23 は、位相補償部 26 にてトルク信号 T_d が位相補償されたトルク信号 T_s 、車速信号 v 、モータ回転速度信号 V_{ms} などに基づいてダンパー補償電流 I_d を算出する。言い換えれば、ダンパー補償電流算出部 23 は、位相補償部 26 にて位相補償された操舵トルク T と、車速 V_c と、モータ回転速度 V_m に応じたダンパー補償電流 I_d を算出する。なお、ダンパー補償電流算出部 23 は、例えば、予め経験則に基づいて作成し ROM に記憶しておいた、位相補償された操舵トルク T (トルク信号 T_s)、車速 V_c (車速信号 v) およびモータ回転速度 V_m (モータ回転速度信号 V_{ms}) と、ダンパー補償電流 I_d との対応を示す制御マップに、位相補償された操舵トルク T 、車速 V_c およびモータ回転速度 V_m を代入することによりダンパー補償電流 I_d を算出する。

10

【0023】

仮目標電流決定部 25 は、ベース電流算出部 21 にて算出されたベース電流 I_b 、イナーシャ補償電流算出部 22 にて算出されたイナーシャ補償電流 I_s およびダンパー補償電流算出部 23 にて算出されたダンパー補償電流 I_d に基づいて仮目標電流 I_{tf} を決定する。仮目標電流決定部 25 は、例えば、ベース電流 I_b に、イナーシャ補償電流 I_s を加算するとともにダンパー補償電流 I_d を減算して得た電流を仮目標電流 I_{tf} として決定する。

【0024】

センサ故障検出部 27 は、例えば、トルクセンサ 109 からの出力が零 (V) に固定される、あるいは零 ~ 5 (V) 以外の電圧が出力される等の異常を検出したときにトルクセンサ 109 が故障したと判定し、故障した旨をセンサ故障時電流決定部 28 及び最終目標電流決定部 29 に出力する。

20

センサ故障時電流決定部 28 については後で詳述する。

【0025】

最終目標電流決定部 29 は、センサ故障検出部 27 が故障と判定していない場合 (故障した旨の信号を取得していない場合) には、仮目標電流決定部 25 にて決定された仮目標電流 I_{tf} を最終的な目標電流 I_t として決定する。他方、センサ故障検出部 27 が故障と判定した場合 (故障した旨の信号を取得した場合) には、センサ故障時電流決定部 28 にて決定されたセンサ故障時電流 I_e を最終的な目標電流 I_t として決定する。つまり、センサ故障検出部 27 が故障と判定した場合には、電動モータ 110 により、センサ故障時電流 I_e 相当分のアシスト力 (補助力) が発生する。

30

【0026】

ここで、トーションバー 112 の捩れ量が零の状態を中立状態 (中立位置) とし、中立状態 (中立位置) からのステアリングホイール 101 の右回転時におけるステアリングホイール 101 (下部連結シャフト 108) とピニオンシャフト 106 との相対回転角度が変化する場合 (相対回転角度が生じる方向) をプラス (操舵トルク T がプラス) とする。他方、中立状態からのステアリングホイール 101 の左回転時におけるステアリングホイール 101 (下部連結シャフト 108) とピニオンシャフト 106 との相対回転角度が変化する場合 (相対回転角度が生じる方向) をマイナスとする (操舵トルク T がマイナス)。このとき、ステアリングホイール 101 とピニオンシャフト 106 との相対回転角度が中立状態より右回転方向に捩れている (トーションバー 112 が右回転方向に捩れている) ときの、トルクセンサ 109 からの出力値であるトルク信号 T_d の符号をプラス、相対回転角度が中立状態より左回転方向に捩れている (トーションバー 112 が左回転方向に捩れている) ときの、トルクセンサ 109 からのトルク信号 T_d の符号をマイナスとする。

40

【0027】

そして、トルクセンサ 109 からのトルク信号 T_d の符号がプラスであるときに、電動モータ 110 を一方の回転方向に回転させるようにベース電流算出部 21 にてベース電流 I_b が算出され、そのベース電流 I_b が流れる方向をプラスとする。つまり、図 4 に示す

50

ように、トルクセンサ 109 からのトルク信号 T_d の符号がプラスで操舵トルク T がプラスのときにベース電流算出部 21 はプラスのベース電流 I_b を算出し、電動モータ 110 を一方の回転方向に回転させる方向のトルクを発生させる。他方、トルクセンサ 109 からのトルク信号 T_d の符号がマイナスのときにベース電流算出部 21 はマイナスのベース電流 I_b を算出し、電動モータ 110 を他方の回転方向に回転させる方向のトルクを発生させる。

【0028】

次に、制御部 30 について詳述する。

図 5 は、制御部 30 の概略構成図である。

制御部 30 は、図 5 に示すように、電動モータ 110 の作動を制御するモータ駆動制御部 31 と、電動モータ 110 を駆動させるモータ駆動部 32 と、電動モータ 110 に実際に流れる実電流 I_m を検出するモータ電流検出部 33 とを有している。また、制御部 30 は、モータ電流検出部 33 が検出した実電流 I_m とモータ回転角度算出部 71 で算出されたモータ回転角度 θ に基づいてフィードバック電流 I_f を算出するフィードバック電流算出部 38 を有している。

【0029】

モータ駆動制御部 31 は、目標電流算出部 20 にて最終的に決定された目標電流 I_t と、フィードバック電流算出部 38 にて算出されたフィードバック電流 I_f との偏差に基づいてフィードバック制御を行うフィードバック (F/B) 制御部 40 と、電動モータ 110 を PWM 駆動するための PWM (パルス幅変調) 信号を生成する PWM 信号生成部 60 とを有している。

【0030】

フィードバック制御部 40 は、目標電流算出部 20 にて最終的に決定された目標電流 I_t とフィードバック電流算出部 38 にて算出されたフィードバック電流 I_f との偏差を求める偏差演算部 41 と、その偏差が零となるようにフィードバック処理を行うフィードバック (F/B) 処理部 42 とを有している。

【0031】

フィードバック (F/B) 処理部 42 は、目標電流 I_t とフィードバック電流 I_f とが一致するようにフィードバック制御を行うものであり、例えば、偏差演算部 41 にて算出された偏差に対して、比例要素で比例処理し、積分要素で積分処理し、加算演算部でこれらの値を加算する。

PWM 信号生成部 60 は、フィードバック制御部 40 からの出力値とモータ回転角度算出部 71 が算出したモータ回転角度 θ に基づいて電動モータ 110 を PWM (パルス幅変調) 駆動するための PWM 信号を生成し、生成した PWM 信号を出力する。

【0032】

モータ駆動部 32 は、所謂インバータであり、例えば、スイッチング素子として 6 個の独立したトランジスタ (FET) を備え、6 個の内の 3 個のトランジスタは電源の正極側ラインと各相の電気コイルとの間に接続され、他の 3 個のトランジスタは各相の電気コイルと電源の負極側 (アース) ラインと接続されている。そして、6 個の中から選択した 2 個のトランジスタのゲートを駆動してこれらのトランジスタをスイッチング動作させることにより、電動モータ 110 の駆動を制御する。

【0033】

モータ電流検出部 33 は、モータ駆動部 32 に接続されたシャント抵抗の両端に生じる電圧から電動モータ 110 に流れる実電流 I_m の値を検出する。

フィードバック電流算出部 38 は、予め ROM に記憶しておいた演算式、モータ電流検出部 33 が検出した実電流 I_m 、およびモータ回転角度算出部 71 が算出したモータ回転角度 θ に基づいてフィードバック電流 I_f を算出する。

【0034】

モータ回転角度算出部 71 (図 2 参照) は、レゾルバ 120 の出力信号に基づいてモータ回転角度 θ を算出する。

10

20

30

40

50

モータ回転速度算出部 7 2 (図 2 参照) は、モータ回転角度算出部 7 1 が算出したモータ回転角度 に基づいて電動モータ 1 1 0 のモータ回転速度 V_m を算出し、算出したモータ回転速度 V_m が出力信号に変換されたモータ回転速度信号 V_{ms} を出力する。

操舵角算出部 7 3 (図 2 参照) は、ステアリングホイール 1 0 1、減速機構 1 1 1 など が機械的に連結されているためにステアリングホイール 1 0 1 の回転角度 (操舵角) と電動モータ 1 1 0 のモータ回転角度 との間に相関関係があることに鑑み、モータ回転角度算出部 7 1 にて算出されたモータ回転角度 に基づいて操舵角を算出する。操舵角算出部 7 3 は、例えば、モータ回転角度算出部 7 1 にて定期的 (例えば 1 ミリ秒毎) に算出されたモータ回転角度 の前回値と今回値との差分の積算値に基づいて操舵角を算出する。

レゾルバ 1 2 0、モータ回転角度算出部 7 1 および操舵角算出部 7 3 は、操舵角を推定する操舵角推定手段の一例として機能する。

10

【 0 0 3 5 】

ここで、ステアリングホイール 1 0 1 が零度から右回転されたときの操舵角の符号をプラス、左回転されたときの操舵角の符号をマイナスとする。また、ステアリングホイール 1 0 1 と機械的に連結されている電動モータ 1 1 0 の回転方向の符号を、ステアリングホイール 1 0 1 が右回転されたときの電動モータ 1 1 0 の回転方向 (上述した一方の回転方向) をプラス、ステアリングホイール 1 0 1 が左回転されたときの電動モータ 1 1 0 の回転方向 (上述した他方の回転方向) をマイナスとする。

【 0 0 3 6 】

[センサ故障時電流決定部 2 8]

20

次に、センサ故障時電流決定部 2 8 について詳述する。

図 6 は、センサ故障時電流決定部 2 8 の概略構成図である。

センサ故障時電流決定部 2 8 は、操舵角算出部 7 3 にて算出された算出操舵角 s_c に基づいて後述する制御マップに代入するための操舵角である代入用操舵角 s_e を算出する代入操舵角算出部 2 8 1 と、代入操舵角算出部 2 8 1 が算出した代入用操舵角 s_e に基づいてセンサ故障時電流 I_e のベースとなるセンサ故障時ベース電流 I_{eb} を算出するセンサ故障時ベース電流算出部 2 8 2 と、を備えている。センサ故障時ベース電流 I_{eb} 相当分の電動モータ 1 1 0 の発生トルクは、センサ故障検出部 2 7 が故障と判定した場合の電動モータ 1 1 0 の補助力 (アシスト力) の基礎となる基礎補助力 (基礎アシスト力) である。言い換えれば、センサ故障時ベース電流算出部 2 8 2 は、センサ故障検出部 2 7 が故障と判定した場合の電動モータ 1 1 0 の補助力の基礎となる基礎補助力を決定する。

30

【 0 0 3 7 】

また、センサ故障時電流決定部 2 8 は、ステアリングホイール 1 0 1 が切り戻されている場合のセンサ故障時電流 I_e が小さくなるように補正するための戻り補正係数 K_r を設定する戻り補正係数設定部 2 8 3 と、センサ故障時ベース電流算出部 2 8 2 が算出したセンサ故障時ベース電流 I_{eb} と戻り補正係数設定部 2 8 3 が設定した戻り補正係数 K_r とを乗算することにより戻り補正後ベース電流 I_{ebr} を算出する戻り補正係数乗算部 2 8 4 と、を備えている。

【 0 0 3 8 】

また、センサ故障時電流決定部 2 8 は、モータ回転速度 V_m に応じた回転速度補正係数 K_m を設定する回転速度補正係数設定部 2 8 5 と、戻り補正係数乗算部 2 8 4 にて算出された戻り補正後ベース電流 I_{ebr} と回転速度補正係数設定部 2 8 5 が設定した回転速度補正係数 K_m とを乗算することにより回転速度補正後ベース電流 I_{ebv} を算出する回転速度補正係数乗算部 2 8 6 と、を備えている。

40

【 0 0 3 9 】

また、センサ故障時電流決定部 2 8 は、操舵角加速度 a に応じた操舵角加速度補正係数 K_s を設定する操舵角加速度補正係数設定部 2 8 7 と、回転速度補正係数乗算部 2 8 6 にて算出された回転速度補正後ベース電流 I_{ebv} と操舵角加速度補正係数設定部 2 8 7 が設定した操舵角加速度補正係数 K_s とを乗算することにより操舵角加速度補正後ベース電流 I_{ebs} を算出する操舵角加速度補正係数乗算部 2 8 8 と、を備えている。

50

【0040】

また、センサ故障時電流決定部28は、操舵角加速度補正係数乗算部288にて算出された操舵角加速度補正後ベース電流 I_{ebs} に対してリミット処理を行うリミット処理部289と、リミット処理部289にてリミット処理後の操舵角加速度補正後ベース電流 I_{ebs} であるリミット処理後ベース電流 I_l に対して符号化処理を行う符号化処理部290と、を備えている。

【0041】

また、センサ故障時電流決定部28は、符号化処理部290にて符号化処理が施されたリミット処理後ベース電流 I_l を、車速 V_c に基づいてフェード処理を施すフェード処理部291を備えている。

10

【0042】

次に、センサ故障時電流決定部28を構成する要素について詳述する。

< 代入操舵角算出部281 >

代入操舵角算出部281は、零度から、操舵角算出部73にて定期的（例えば1ミリ秒毎）に算出された算出操舵角 s_c の前回値と今回値との差分を積算することにより零度からの回転角度を算出し、この算出値を代入用操舵角 s_e とする。そして、所定のリセット条件が成立したら代入用操舵角 s_e を零にリセットする。リセット条件としては、ステアリングホイール101の回転角度（操舵角）の差分が零度となったことを把握できる条件であればよく、例えば、目標電流算出部20にて設定された目標電流 I_t あるいはモータ電流検出部33が検出した実電流 I_m が零又は零値近傍となったとき、を例示することができる。

20

【0043】

< センサ故障時ベース電流算出部282 >

図7は、センサ故障時ベース電流算出部282の概略構成図である。

センサ故障時ベース電流算出部282は、代入操舵角算出部281にて算出された代入用操舵角 s_e の絶対値化を行う絶対値化部282aと、絶対値化部282aにて絶対値化された絶対値化後操舵角 $|s_e|$ に基づいて仮のセンサ故障時ベース電流 I_{eba} を算出する仮ベース電流算出部282bと、を備えている。また、センサ故障時ベース電流算出部282は、車速信号 v に基づいて車速補正係数 K_v を設定する車速補正係数設定部282cと、仮ベース電流算出部282bにて算出された仮センサ故障時ベース電流 I_{eba} と車速補正係数設定部282cにて設定された車速補正係数 K_v とを乗算することによりセンサ故障時ベース電流 I_{eb} を算出する車速補正係数乗算部282dと、を備えている。センサ故障時ベース電流算出部282は、定期的（例えば1ミリ秒毎）にセンサ故障時ベース電流 I_{eb} を算出する。

30

【0044】

(絶対値化部282a)

絶対値化部282aは、プラス又はマイナスの符号を持つ代入用操舵角 s_e の絶対値を算出する。絶対値化部282aにて算出された値が絶対値化後操舵角 $|s_e|$ である。

【0045】

(仮ベース電流算出部282b)

図8は、絶対値化後操舵角 $|s_e|$ と仮センサ故障時ベース電流 I_{eba} との対応を示す制御マップの概略図である。

40

仮ベース電流算出部282bは、予め経験則に基づいて作成しROMに記憶しておいた、絶対値化後操舵角 $|s_e|$ と仮センサ故障時ベース電流 I_{eba} との対応を示す図8に例示した制御マップに、絶対値化後操舵角 $|s_e|$ を代入することにより仮センサ故障時ベース電流 I_{eba} を算出する。

【0046】

(車速補正係数設定部282c)

図9は、車速補正係数 K_v と車速 V_c との対応を示す制御マップの概略図である。

50

車速補正係数設定部 282c は、予め経験則に基づいて作成し ROM に記憶しておいた、車速補正係数 K_v と車速 V_c との対応を示す図 9 に例示した制御マップに、車速 V_c を代入することにより車速補正係数 K_v を算出する。

図 9 に例示した制御マップにおいては、車速 V_c が零 (km/h) であるときの車速補正係数 K_v を 1、車速 V_c が略 1 (km/h) であるときの車速補正係数 K_v を略 0.5 としている。また、車速 V_c が略 5 (km/h) であるときの車速補正係数 K_v を略 0.3 とし、車速 V_c が略 1 から略 5 (km/h) に変化する間に車速補正係数 K_v を徐々に低下させている。また、車速 V_c が略 40 (km/h) であるときの車速補正係数 K_v を略 0.4 とし、車速 V_c が略 5 から略 40 (km/h) に変化する間に車速補正係数 K_v を徐々に上昇させている。そして、車速 V_c が略 40 (km/h) から大きくなるに従って車速補正係数 K_v を徐々に低下させている。

10

【0047】

(車速補正係数乗算部 282d)

車速補正係数乗算部 282d は、仮ベース電流算出部 282b にて算出された仮センサ故障時ベース電流 I_{eba} と車速補正係数設定部 282c にて設定された車速補正係数 K_v とを乗算することによりセンサ故障時ベース電流 I_{eb} を算出し、算出したセンサ故障時ベース電流 I_{eb} を戻り補正係数乗算部 284 に出力する。

【0048】

< 戻り補正係数設定部 283 >

図 10 は、戻り補正係数設定部 283 の概略構成図である。

20

戻り補正係数設定部 283 は、操舵角算出部 73 にて算出された算出操舵角 s_c の絶対値化を行う絶対値化部 283a と、絶対値化部 283a にて絶対値化された絶対値化後操舵角 $|s_c|$ に基づいて仮の戻り補正係数 K_r である仮戻り補正係数 K_{ra} を算出する仮戻り補正係数算出部 283b と、を備えている。また、戻り補正係数設定部 283 は、車速 V_c に応じて、仮戻り補正係数算出部 283b が算出した仮戻り補正係数 K_{ra} が予め定められた値かを選択する第 1 選択部 283c を備えている。また、戻り補正係数設定部 283 は、操舵角算出部 73 にて算出された算出操舵角 s_c と代入操舵角算出部 281 にて算出された代入用操舵角 s_e とに基づいてステアリングホイール 101 が切り込まれているのか切り戻されているのかを判定する判定部 283d を備えている。また、戻り補正係数設定部 283 は、判定部 283d が判定した操舵状況に応じて、第 1 選択部 283c が選択した値か予め定められた値かを選択する第 2 選択部 283e を備えている。

30

【0049】

(絶対値化部 283a)

絶対値化部 283a は、プラス又はマイナスの符号を持つ算出操舵角 s_c の絶対値を算出する。絶対値化部 283a にて算出された値が絶対値化後操舵角 $|s_c|$ である。

【0050】

(仮戻り補正係数算出部 283b)

図 11 は、絶対値化後操舵角 $|s_c|$ と仮戻り補正係数 K_{ra} との対応を示す制御マップの概略図である。

40

仮戻り補正係数算出部 283b は、予め経験則に基づいて作成し ROM に記憶しておいた、絶対値化後操舵角 $|s_c|$ と仮戻り補正係数 K_{ra} との対応を示す図 11 に例示した制御マップに、絶対値化後操舵角 $|s_c|$ を代入することにより仮戻り補正係数 K_{ra} を算出する。

図 11 に示した制御マップにおいては、絶対値化後操舵角 $|s_c|$ が予め定められた下側操舵角 d 以下である場合には仮戻り補正係数 K_{ra} は零となり、絶対値化後操舵角 $|s_c|$ が予め定められた上側操舵角 u 以上である場合には仮戻り補正係数 K_{ra} は 1 となる。そして、絶対値化後操舵角 $|s_c|$ が下側操舵角 d から上側操舵角 u の間では、仮戻り補正係数 K_{ra} は零から 1 まで徐々に大きくなる。

【0051】

50

(第1選択部283c)

第1選択部283cは、車速 V_c が予め定められた所定車速 V_{cd} 以上である場合には仮戻り補正係数算出部283bが算出した仮戻り補正係数 K_{ra} を選択し、所定車速 V_{cd} 未満である場合には予め定められた値である1を選択する。なお、所定車速 V_{cd} は、 1 km/h であることを例示することができる。

【0052】

(判定部283d)

判定部283dは、操舵角算出部73にて算出された算出操舵角 s_c と代入操舵角算出部281にて算出された代入用操舵角 s_e とを乗算することにより得た乗算値($=s_c \times s_e$)が零以上である場合は切り込まれていると判定し、乗算値が零未満である場合は切り戻されていると判定する。

10

【0053】

(第2選択部283e)

第2選択部283eは、判定部283dが切り込まれていると判定した場合には予め定められた値である1を選択し、判定部283dが切り戻されていると判定した場合には第1選択部283cが選択した仮戻り補正係数 K_{ra} を選択する。そして、第2選択部283eは、選択した値を戻り補正係数 K_r として出力する。

【0054】

以上説明した構成により、戻り補正係数設定部283は、定期的(例えば1ミリ秒毎)に戻り補正係数 K_r を設定する。そして、戻り補正係数設定部283は、ステアリングホイール101が切り込まれている場合には、補正係数 K_r を1に設定する。また、戻り補正係数設定部283は、ステアリングホイール101が切り戻されている場合であっても、車速 V_c が所定車速 V_{cd} 未満である場合には補正係数 K_r を1に設定する。また、戻り補正係数設定部283は、ステアリングホイール101が切り戻されており、かつ、車速 V_c が所定車速 V_{cd} 以上である場合に、絶対値化後操舵角 $|s_c|$ が上側操舵角 u 以上である場合には補正係数 K_r を1に設定する。他方、戻り補正係数設定部283は、ステアリングホイール101が切り戻されており、かつ、車速 V_c が所定車速 V_{cd} 以上である場合に、絶対値化後操舵角 $|s_c|$ が上側操舵角 u 未満である場合には絶対値化後操舵角 $|s_c|$ に応じた補正係数 K_r を設定する。

20

【0055】

<回転速度補正係数設定部285>

回転速度補正係数設定部285は、モータ回転速度 V_m に応じた回転速度補正係数 K_m を設定する。

30

図12は、モータ回転速度 V_m と回転速度補正係数 K_m との対応を示す制御マップの概略図である。

回転速度補正係数設定部285は、予め経験則に基づいて作成しROMに記憶しておいた、モータ回転速度 V_m と回転速度補正係数 K_m との対応を示す図12に例示した制御マップに、モータ回転速度 V_m を代入することにより回転速度補正係数 K_m を算出する。

図12に示した制御マップにおいては、モータ回転速度 V_m が予め定められた回転速度 V_{m0} 以下である場合には回転速度補正係数 K_m は1であり、モータ回転速度 V_m が回転速度 V_{m0} より大きい場合には、回転速度補正係数 K_m はモータ回転速度 V_m が大きくなるに従って1から零まで徐々に減少する値となる。

40

【0056】

図13は、車速 V_c と車速補正係数 K_c との対応を示す制御マップの概略図である。

回転速度補正係数設定部285は、図12に示した制御マップに代入するモータ回転速度 V_m を、図13に示した制御マップと車速 V_c とに基づいて設定した車速補正係数 K_c を用いて補正する(図12に示した制御マップに代入するモータ回転速度 $V_m = \text{モータ回転速度算出部72にて算出されたモータ回転速度} V_m \times K_c$)。

図13に例示した制御マップにおいては、車速 V_c が零から第1車速 V_1 であるときの車速補正係数 K_c を1、車速 V_c が第2車速 V_2 よりも大きい場合には車速補正係数 K_c

50

を略 0.3 としている。また、車速 V_c が第 1 車速 V_1 から第 2 車速 V_2 まで大きくなる間に車速補正係数 K_c が 1 から 0.3 まで徐々に小さくなる値に設定している。なお、第 1 車速 V_1 は略 15 (km/h)、第 2 車速 V_2 は略 35 (km/h) であることを例示することができる。

【0057】

以上説明した構成により、回転速度補正係数設定部 285 は、定期的（例えば 1 ミリ秒毎）に回転速度補正係数 K_m を設定する。そして、回転速度補正係数設定部 285 は、モータ回転速度 V_m が大きい場合、言い換えればステアリングホイール 101 の操舵角速度が大きい場合には、切り込み過ぎを抑制するべく回転速度補正係数 K_m を 1 よりも小さい値に設定する。ただし、車速 V_c が大きい場合の危険回避に必要なアシスト力を確保するために、車速 V_c が第 2 車速 V_2 よりも大きい場合には図 12 に示した制御マップに代入するモータ回転速度 V_m が小さくなるように補正する。他方、車速 V_c が第 1 車速 V_1 よりも小さい場合には、ステアリングとられを防止するために、図 12 に示した制御マップに代入するモータ回転速度 V_m を小さくする補正を行わない。

10

【0058】

< 操舵角加速度補正係数設定部 287 >

図 14 は、操舵角加速度補正係数設定部 287 の概略構成図である。

操舵角加速度補正係数設定部 287 は、操舵角算出部 73 にて算出された算出操舵角 s_c に基づいて操舵角加速度 a を算出する操舵角加速度算出部 287 a と、操舵角加速度算出部 287 a にて算出された操舵角加速度 a の絶対値化を行う絶対値化部 287 b と、を備えている。また、操舵角加速度補正係数設定部 287 は、絶対値化部 287 b にて絶対値化された絶対値化後操舵角 $|a|$ に基づいて仮の操舵角加速度補正係数 K_s である仮操舵角加速度補正係数 $K_s a$ を算出する仮操舵角加速度補正係数算出部 287 c を備えている。また、操舵角加速度補正係数設定部 287 は、車速信号 v に基づいて車速補正係数 K_a を設定する車速補正係数設定部 287 d と、仮操舵角加速度補正係数算出部 287 c にて算出された仮操舵角加速度補正係数 $K_s a$ と車速補正係数設定部 287 d にて設定された車速補正係数 K_a とを乗算することにより操舵角加速度補正係数 K_s を算出する車速補正係数乗算部 287 e と、を備えている。

20

【0059】

(操舵角加速度算出部 287 a)

30

操舵角加速度算出部 287 a は、先ず、操舵角算出部 73 にて定期的（例えば 1 ミリ秒（サンプリング時間）毎）に算出された算出操舵角 s_c の前回値と今回値との差分をサンプリング時間で除算した今回の操舵角速度 v_n と、算出操舵角 s_c の前々値と前回値との差分をサンプリング時間で除算した前回の操舵角速度 v_{n-1} とを算出する。そして、操舵角加速度算出部 287 a は、今回の操舵角速度 v_n と前回の操舵角速度 v_{n-1} との差分をサンプリング時間で除算することで操舵角加速度 a を算出する。

【0060】

(絶対値化部 287 b)

絶対値化部 287 b は、プラス又はマイナスの符号を持つ操舵角加速度 a の絶対値を算出する。絶対値化部 287 b にて算出された値が絶対値化後操舵角加速度 $|a|$ である。

40

【0061】

(仮操舵角加速度補正係数算出部 287 c)

図 15 は、絶対値化後操舵角加速度 $|a|$ と仮操舵角加速度補正係数 $K_s a$ との対応を示す制御マップの概略図である。

仮操舵角加速度補正係数算出部 287 c は、予め経験則に基づいて作成し ROM に記憶しておいた、絶対値化後操舵角加速度 $|a|$ と仮操舵角加速度補正係数 $K_s a$ との対応を示す図 15 に例示した制御マップに、絶対値化後操舵角加速度 $|a|$ を代入することにより仮操舵角加速度補正係数 $K_s a$ を算出する。

図 15 に示した制御マップにおいては、絶対値化後操舵角加速度 $|a|$ が予め定めら

50

れた操舵角加速度 a_0 以下である場合には仮操舵角加速度補正係数 K_{sa} は 1 であり、絶対値化後操舵角加速度 $|a|$ が操舵角加速度 a_0 より大きい場合には、仮操舵角加速度補正係数 K_{sa} は絶対値化後操舵角加速度 $|a|$ が大きくなるに従って 1 から零まで徐々に減少する値となる。

【0062】

(車速補正係数設定部 287d)

図 16 は、車速補正係数 K_a と車速 V_c との対応を示す制御マップの概略図である。

車速補正係数設定部 287d は、予め経験則に基づいて作成し ROM に記憶しておいた、車速補正係数 K_a と車速 V_c との対応を示す図 16 に例示した制御マップに、車速 V_c を代入することにより車速補正係数 K_a を算出する。

10

図 16 に示した制御マップにおいては、車速 V_c が予め定められた車速 V_{c0} 以下である場合には車速補正係数 K_a は 1 であり、車速 V_c が車速 V_{c0} より大きい場合には、車速補正係数 K_a は車速 V_c が大きくなるに従って 1 から零まで徐々に減少する値となる。

【0063】

(車速補正係数乗算部 287e)

車速補正係数乗算部 287e は、仮操舵角加速度補正係数算出部 287c にて算出された仮操舵角加速度補正係数 K_{sa} と車速補正係数設定部 287d にて設定された車速補正係数 K_a とを乗算することにより操舵角加速度補正係数 K_s を算出し、算出した操舵角加速度補正係数 K_s を操舵角加速度補正係数乗算部 288 に出力する。

20

【0064】

以上説明した構成により、操舵角加速度補正係数設定部 287 は、定期的 (例えば 1 ミリ秒毎) に操舵角加速度補正係数 K_s を設定する。そして、操舵角加速度補正係数設定部 287 は、操舵角加速度 a の絶対値が大きい場合には、操舵角加速度補正係数 K_s を 1 よりも小さい値に設定する。また、車速 V_c が大きい場合には、操舵角加速度補正係数 K_s が 1 よりも小さい値となるように補正する。

【0065】

<リミット処理部 289>

リミット処理部 289 は、操舵角加速度補正係数乗算部 288 にて算出された操舵角加速度補正後ベース電流 I_{ebs} が予め定められた上限値よりも大きい場合には、上限値をリミット処理後ベース電流 I_l として出力し、算出された操舵角加速度補正後ベース電流 I_{ebs} が上限値以下の場合には、算出された操舵角加速度補正後ベース電流 I_{ebs} をそのままリミット処理後ベース電流 I_l として出力する。

30

【0066】

<符号化処理部 290>

符号化処理部 290 は、代入操舵角算出部 281 にて算出された代入用操舵角 s_e の符号がプラスである場合にはリミット処理部 289 から出力されたリミット処理後ベース電流 I_l にプラスの符号を付す。他方、符号化処理部 290 は、代入操舵角算出部 281 にて算出された代入用操舵角 s_e の符号がマイナスである場合にはリミット処理部 289 から出力されたリミット処理後ベース電流 I_l にマイナスの符号を付す。

40

【0067】

なお、上述した戻り補正係数乗算部 284、回転速度補正係数乗算部 286、操舵角加速度補正係数乗算部 288、リミット処理部 289 および符号化処理部 290 は、定期的 (例えば 1 ミリ秒毎) に各処理を行う。ゆえに、符号化処理部 290 は、定期的 (例えば 1 ミリ秒毎) に、符号が付されたリミット処理後ベース電流 I_l をフェード処理部 291 に出力する。

【0068】

<フェード処理部 291>

フェード処理部 291 は、定期的 (例えば 1 ミリ秒毎) に行う処理において、センサ故障検出部 27 がトルクセンサ 109 の故障を検出した場合には、車速 V_c に基づいて決定した値をセンサ故障時電流 I_e と決定し、トルクセンサ 109 の故障を検出していない場

50

合には、センサ故障時電流 I_e を零と決定する。

そして、フェード処理部 291 は、センサ故障検出部 27 がトルクセンサ 109 の故障を検出し、車速 V_c に基づいてセンサ故障時電流 I_e を決定する際には、車速 V_c が、図 9 に例示した制御マップに示したように車速補正係数 K_v が大きく変化する零から略 1 (km/h) の間以外の大きさ (1 (km/h) よりも大きな速度) である場合には、センサ故障時電流 I_e を、符号化処理部 290 にて符号が付された回転速度補正後ベース電流 I_{ebv} に決定する。他方、車速 V_c が 1 (km/h) 以下の場合には、前回のセンサ故障時電流 I_e から今回符号化処理部 290 にて符号が付された回転速度補正後ベース電流 I_{ebv} まで所定期間かけて徐変させる。例えば、車速 V_c が 1 (km/h) から減速している場合には、1 秒間で、前回のセンサ故障時電流 I_e から今回符号化処理部 290 にて符号が付された回転速度補正後ベース電流 I_{ebv} に変化する値を、定期的 (例えば 1 ミリ秒毎) にセンサ故障時電流 I_e として決定する。一方、車速 V_c が零から加速している場合には、0.5 秒間で、前回のセンサ故障時電流 I_e から今回符号化処理部 290 にて符号が付された回転速度補正後ベース電流 I_{ebv} に変化する値を、定期的 (例えば 1 ミリ秒毎) にセンサ故障時電流 I_e として決定する。

10

【0069】

以上のように構成されたステアリング装置 100 によれば、トルクセンサ 109 に故障が生じてトルクセンサ 109 にて検出した操舵トルク T に基づいて決定した目標電流 I_t をアシスト電流とする通常のアシスト制御を行うことができない場合にも、レゾルバ 120 からの出力値に基づいて故障時のアシスト制御を行うことができる。

20

故障時のアシスト制御を行う際、静摩擦力が大きい停車時には、図 9 に例示した制御マップに基づいて車速補正係数 K_v が 1 に設定されるので、車速 V_c が零よりも大きい場合よりもアシスト力が大きくなる。その結果、故障時のアシスト制御であっても駐停車時の取り回し性は確保される。他方、車速 V_c が略 1 (km/h) よりも大きくなり動摩擦力の領域に移った場合には、図 9 に例示した制御マップに基づいて車速補正係数 K_v が 0.5 以下に設定され、アシスト力が急激に弱められるのでアシスト過多にならないように調整される。さらに、車両の旋回が行われる、車速 V_c が略 10 (km/h) より大きな領域では、操舵力が増加する傾向にあるが、この速度では車速補正係数 K_v が略 5 (km/h) 近辺よりも高められるのでアシスト力が増加する。ただし、車速 V_c が略 40 (km/h) より大きい領域では車速補正係数 K_v が小さく設定されるので、アシスト力が弱められる。これにより、高車速時の車両のふらつきが抑制される。

30

さらに、車速 V_c が零から略 1 (km/h) の間で車速補正係数 K_v が大きく変化する構成としても、フェード処理部 291 によりアシスト力が徐変されるので、アシスト力が急激に変化することに起因して操舵フィーリングが悪化することが抑制される。

【0070】

また、故障時のアシスト制御において、回転速度補正係数設定部 285 が設定する回転速度補正係数 K_m により、ステアリングホイール 101 の操舵角速度が大きい場合の切り込み過ぎが抑制される。ただし、車速 V_c が第 2 車速 V_2 よりも大きい場合には回転速度補正係数 K_m が大きくなるように設定されるので (図 12、図 13 参照)、車速 V_c が大きい場合の危険回避に必要なアシスト力が確保される。また、車速 V_c が第 1 車速 V_1 よりも小さい場合には、回転速度補正係数 K_m が小さくなるように設定されるので (図 12、図 13 参照)、低 μ 路低速走行時においてもステアリングとられが抑制される。また、停車時のステアリング引っ掛かりが抑制される。

40

【0071】

また、故障時のアシスト制御においては、操舵角加速度補正係数設定部 287 が設定する操舵角加速度補正係数 K_s により、ステアリングホイール 101 の操舵角加速度が大きい場合にはアシスト力が小さくなるように補正されるので、低 μ 路を走行しているときにステアリングホイール 101 がとられたとしてもアシスト力が小さくなる。それゆえ、本実施の形態に係る制御装置 10 によれば、ステアリングとられ (ハンドルとられ) を抑制することができ、操舵安定性を確保することができる。他方、整地されたアスファルト道

50

路などの高 μ 路を走行しているときには、ステアリングとられは生じ難い（操舵角加速度は小さい）ことに鑑み、操舵角加速度補正係数設定部 287 が設定する操舵角加速度補正係数 K_s は 1 に設定されるように構成されている。それゆえ、アシスト力が小さくなるように補正されない。その結果、本実施の形態に係る制御装置 10 によれば、アスファルト路（高 μ 路）での十分なアシスト力を確保することができる。

【0072】

このように、本実施の形態に係るステアリング装置 100 によれば、故障時のアシスト制御時においても、車両の使用状況や路面変化に応じたアシスト力を付与することができる。つまり、危険回避のためのアシスト力の付与を実現することができるとともに、一般走行のためのアシスト力の付与も実現することができる。その結果、トルクセンサ 109 に故障が生じた後も自宅または最寄りのディーラーまで行くことができ、運転者の安全を確保することができる。

10

【0073】

なお、上述した実施の形態においては、フェード処理部 291 において車速 V_c に応じてセンサ故障時電流決定部 28 から出力するセンサ故障時電流 I_e をフェードしているが他の部位でもフェードするようにしてもよい。例えば、リミット処理部 289 の前段でリミット処理部 289 に入力される操舵角加速度補正後ベース電流 I_{ebs} をフェードするようにしてもよい。これにより、アシスト力が急激に変化することに起因して操舵フィーリングが悪化することが抑制される。

【0074】

また、上述した実施の形態においては、レゾルバ 120 からの出力信号に基づいて操舵角算出部 73 が算出したステアリングホイール 101 の回転角度（操舵角）を用いてセンサ故障時電流 I_e を決定しているが特にかかる態様に限定されない。例えば、ステアリングホイール 101 の回転角度を検出する操舵角センサを備え、操舵角センサが検出した操舵角に基づいてセンサ故障時電流 I_e を決定してもよい。

20

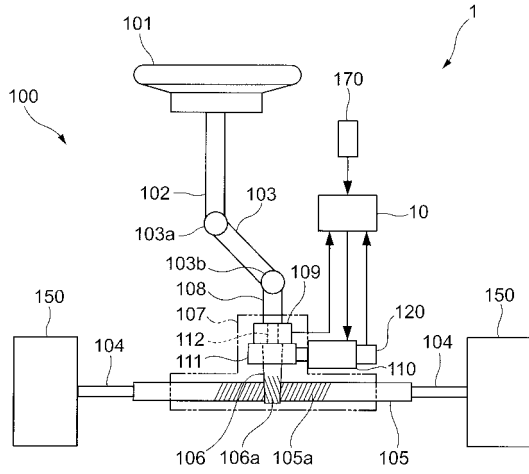
【符号の説明】

【0075】

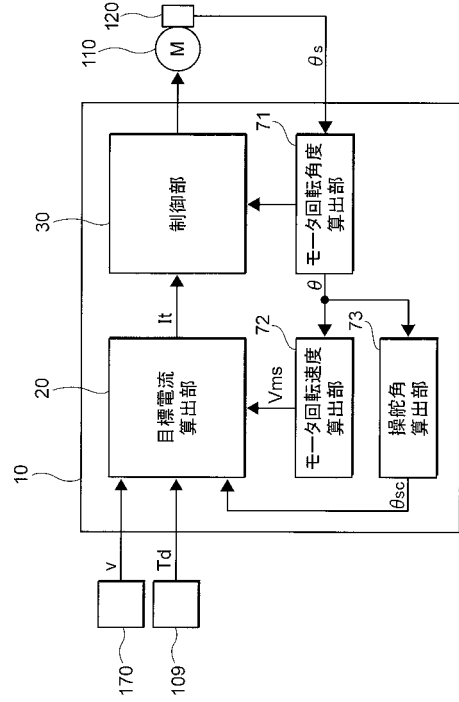
10 ... 制御装置、20 ... 目標電流算出部、28 ... センサ故障時電流決定部、30 ... 制御部、100 ... 電動パワーステアリング装置、109 ... トルクセンサ、110 ... 電動モータ、120 ... レゾルバ

30

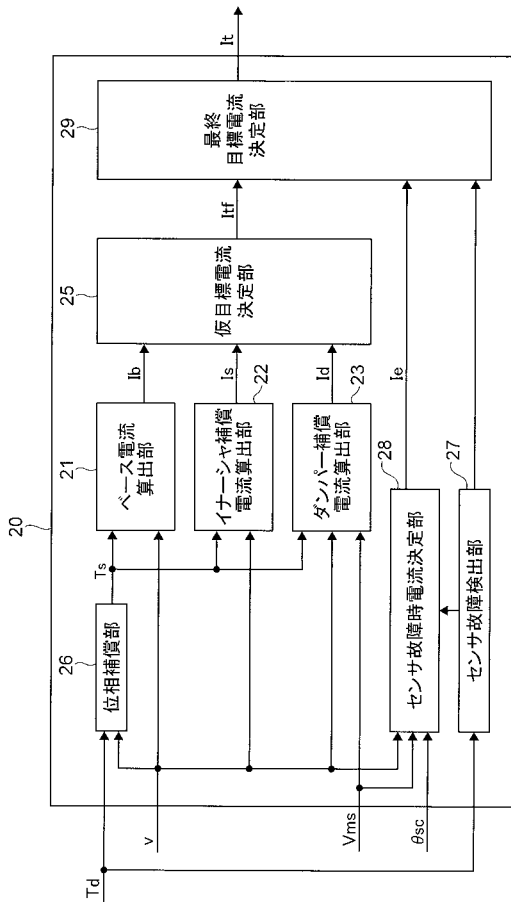
【 図 1 】



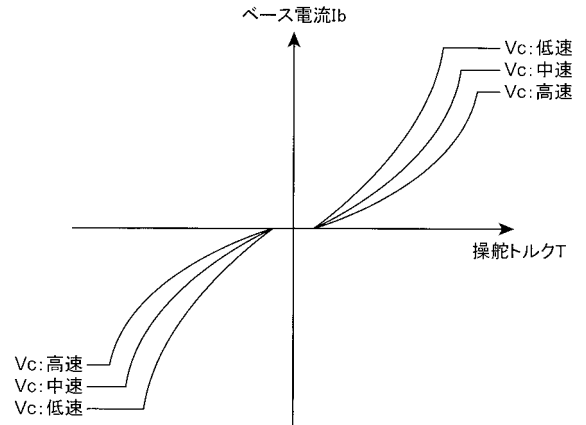
【 図 2 】



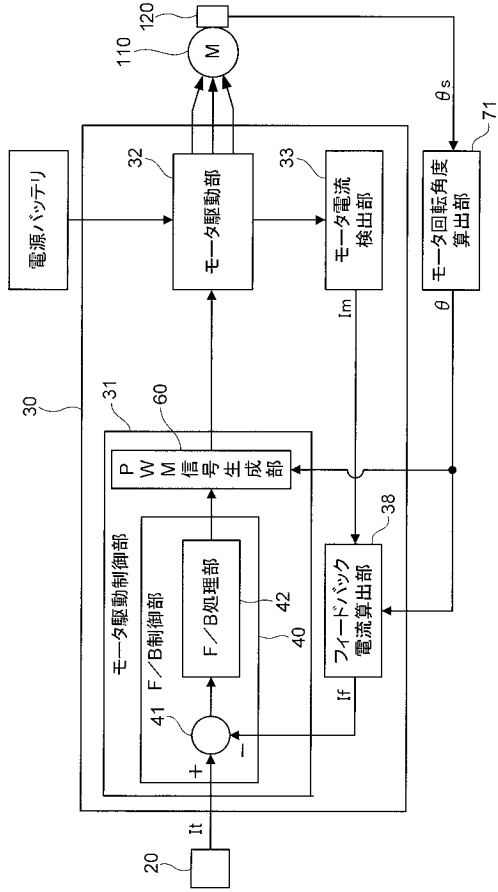
【 図 3 】



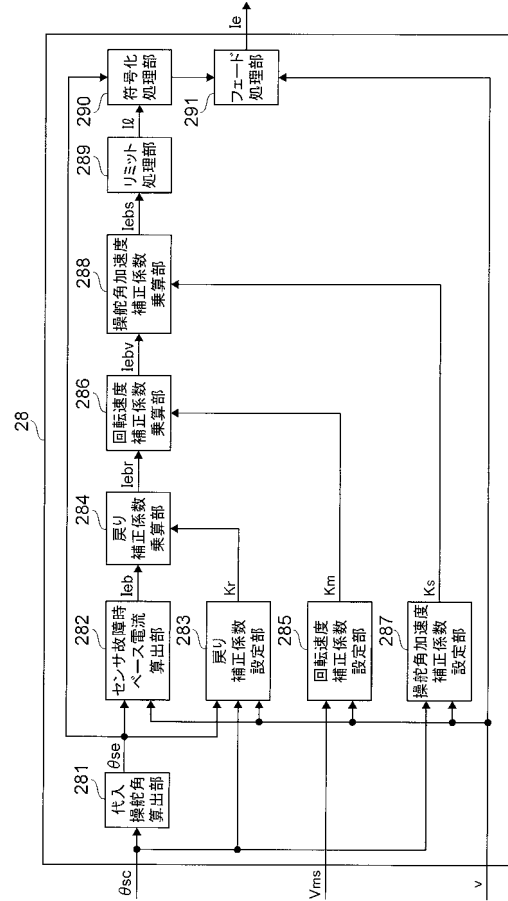
【 図 4 】



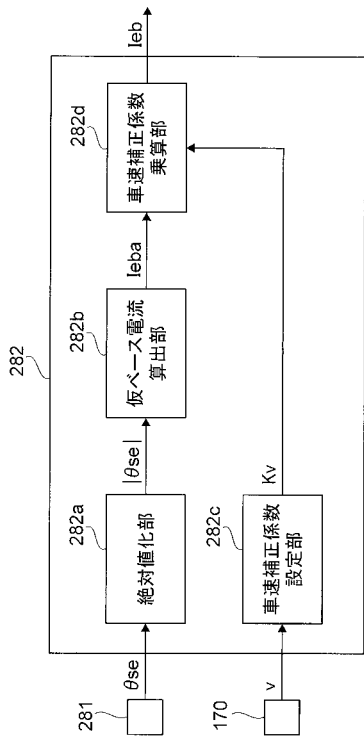
【図5】



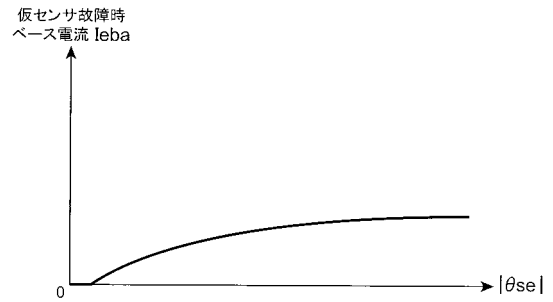
【図6】



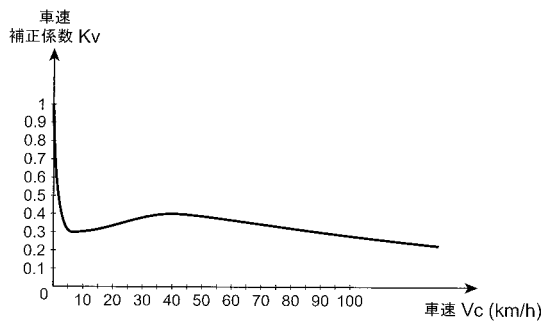
【図7】



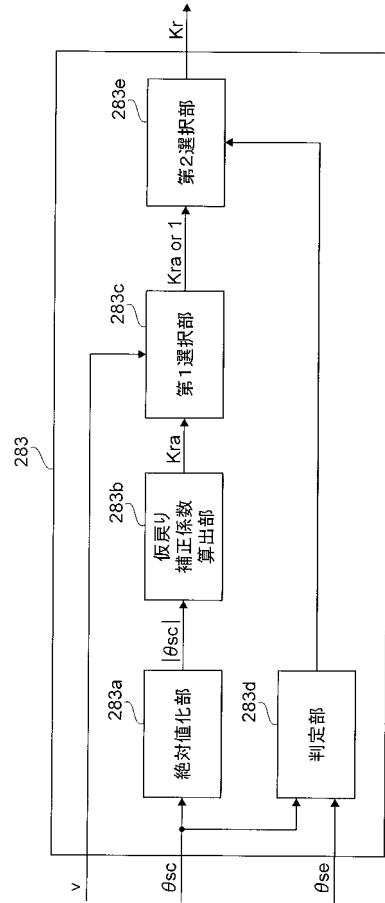
【図8】



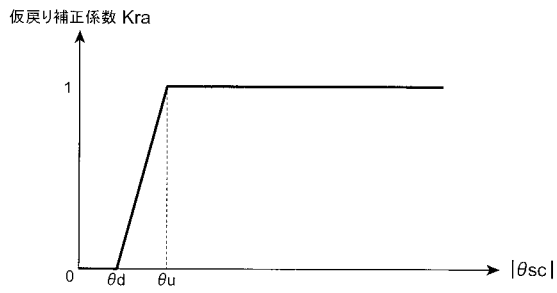
【 図 9 】



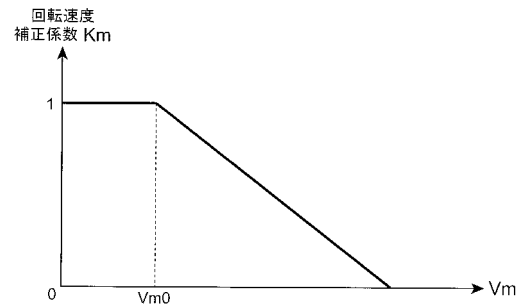
【 図 1 0 】



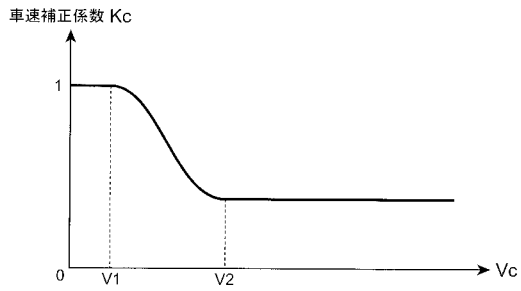
【 図 1 1 】



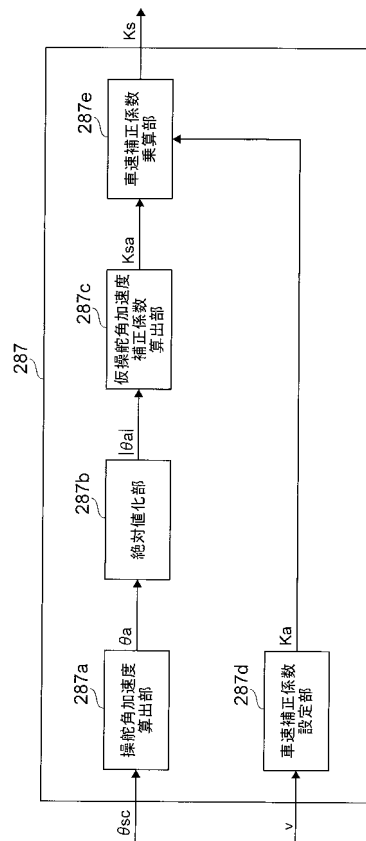
【 図 1 2 】



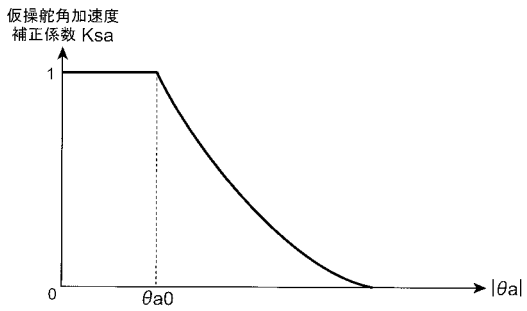
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

