

(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2010-188799

(P2010-188799A)

(43) 公開日 平成22年9月2日(2010.9.2)

(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 113/00 (2006.01)	B 6 2 D 113:00	
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 6 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2009-33661 (P2009-33661)
 (22) 出願日 平成21年2月17日 (2009.2.17)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 110000213
 特許業務法人プロスペック特許事務所
 (72) 発明者 鈴木 善昭
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 3D232 CC28 CC33 DA03 DA04 DA15
 DA23 DA63 DA64 DA65 DA99
 DC01 DC02 DC08 DC33 DC34
 DD01 DE10 EA01 EB11 EC22
 GG01
 3D233 CA02 CA13 CA16 CA17 CA20
 CA21

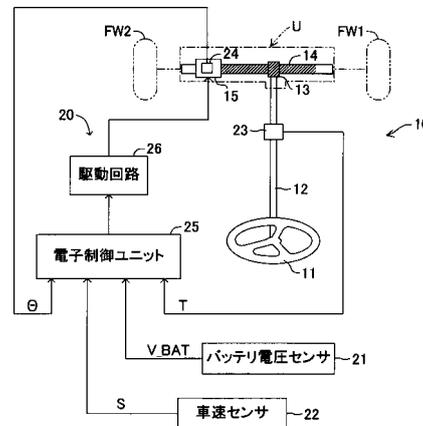
(54) 【発明の名称】 車両の操舵制御装置

(57) 【要約】

【課題】 複数のセンサのうち一部のセンサの信頼性が低下した場合であってもアシスト力の付与制御を継続させる車両の操舵制御装置を提供すること。

【解決手段】 電子制御ユニット25は、バッテリー電圧センサ21によって検出された電源の電圧V_{BAT}に基づき、操舵トルクセンサ23およびモータ回転角センサ24の検出精度に関するそれぞれの信頼性レベルを判定する。そして、ユニット25は、判定した信頼性レベルに基づき、センサ23, 24によって検出された操舵トルクTまたは回転角θと運転者による操舵ハンドル11の回動操作に対して付与するトルクとの関係を決定するアシスト特性を変更する。すなわち、ユニット25は、センサ23, 24のうち、信頼性レベルが悪化したセンサによる検出値を用いるアシスト特性を変更し、信頼性レベルが悪化していないセンサによる検出値を用いるアシスト特性を変更しない。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

操舵ハンドルの操作に対してアシスト力を付与する電動モータと、少なくとも前記操舵ハンドルの操作に伴って変化する複数の物理量をそれぞれ検出する複数のセンサと、前記複数のセンサによって検出された各物理量に基づいて目標アシスト力を算出し、この算出した目標アシスト力に基づいて前記電動モータを駆動制御するアシスト制御手段とを備えた車両の操舵制御装置において、

前記複数のセンサの検出精度に関するそれぞれの信頼性を表す信頼性レベルを判定する信頼性レベル判定手段と、

前記信頼性レベル判定手段によって判定された前記複数のセンサのそれぞれの信頼性レベルに応じて、前記複数のセンサによって検出された各物理量と前記目標アシスト力との間の関係を決定するアシスト特性を変更するアシスト特性変更手段とを備えたことを特徴とする車両の操舵制御装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載した車両の操舵制御装置において、

前記信頼性レベル判定手段は、

車両に搭載された電源から前記複数のセンサに対して供給される電圧の大きさと同複数のセンサごとに予め検出精度の変化に応じて設定された判定電圧との比較に基づき、前記複数のセンサの検出精度に関するそれぞれの信頼性を表す信頼性レベルを判定することを特徴とする車両の操舵制御装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 に記載した車両の操舵制御装置において、

前記信頼性レベル判定手段は、

前記電源から前記複数のセンサに対して供給される電圧が低下するほど、前記信頼性レベルが悪化していると判定することを特徴とする車両の操舵制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載した車両の操舵制御装置において、

前記信頼性レベル判定手段は、

前記複数のセンサの作動温度と同複数のセンサごとに予め設定されて検出精度を保証する作動保証温度範囲との比較に基づき、前記複数のセンサの検出精度に関するそれぞれの信頼性を表す信頼性レベルを判定することを特徴とする車両の操舵制御装置。

30

【請求項 5】

請求項 4 に記載した車両の操舵制御装置において、

前記信頼性レベル判定手段は、

前記複数のセンサの作動温度が前記作動保証温度範囲から逸脱するほど、前記信頼性レベルが悪化していると判定することを特徴とする車両の操舵制御装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載した車両の操舵制御装置において、

前記アシスト特性変更手段は、

前記複数のセンサのうち、前記信頼性レベル判定手段によって前記信頼性レベルが悪化したと判定されたセンサによって検出された物理量に対応する前記アシスト特性を、前記検出された物理量に対する前記目標アシスト力の大きさが小さくなるように変更し、

40

前記複数のセンサのうち、前記信頼性レベル判定手段によって前記信頼性レベルが悪化していないと判定されたセンサによって検出された物理量に対応する前記アシスト特性を変更しないことを特徴とする車両の操舵制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、操舵ハンドルの操作に対してアシスト力を付与する電動モータと、少なくとも前記操舵ハンドルの操作に伴って変化する複数の物理量をそれぞれ検出する複数のセン

50

サと、前記複数のセンサによって検出された物理量に基づいて目標アシスト力を算出し、この算出した目標アシスト力に基づいて前記電動モータを駆動制御するアシスト制御手段とを備えた車両の操舵制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、例えば、下記特許文献1に示されているように、トルクセンサ装置の異常を的確に検出する電動パワーステアリング装置は知られている。この従来の電動パワーステアリング装置は、通常時にトルクセンサ装置および電源回路の異常を判定するようになっており、電源回路からの電源電圧が低下したときにはトルクセンサ装置の異常検出が禁止され、また、バッテリーから電源回路に供給される電源電圧が低下したときには電源回路の異常検出が禁止されるようになっている。さらに、トルクセンサ装置に異常が発生した場合には、異常が発生する前に保持した操舵トルクを用いて電動モータの回転を制御することによって、操舵ハンドルの回動操作に対してアシスト力を付与するようになっている。

10

【0003】

また、従来から、例えば、下記特許文献2に示されているように、加速度センサ異常検出装置も知られている。この従来の異常検出装置は、電源電圧の変動に基づいて異常検知しきい値を随時補正し、検出された加速度と異常検知しきい値とを比較することにより加速度センサの異常を検出するようになっている。

【0004】

さらに、従来から、例えば、下記特許文献3に示されているように、異常診断機能を有する定電流制御装置も知られている。この従来の定電流制御装置は、定電流制御開始前に直列接続されたスイッチング素子を同時にオン状態として、擬似的に電源短絡状態とすることにより、電流センサおよび過電流センサが正常に機能するか否かを診断するようになっている。そして、この従来の定電流制御装置においては、電源電圧に応じて診断しきい値を補正することにより診断精度を向上できるようにもなっている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2001-122143号公報

【特許文献2】特開2000-206144号公報

【特許文献3】特開平7-337092号公報

30

【発明の概要】

【0006】

ところで、電動パワーステアリング装置において、運転者による操舵ハンドルの操作における負担を軽減するためにアシスト力を付与する場合、例えば、トルクセンサなど車両に搭載された複数のセンサによって検出される検出値を用いてアシスト力の大きさを決定して付与する。このため、検出される検出値の信頼性は適切なアシストトルクを付与する点で重要な要素となる。

【0007】

すなわち、各センサによって検出される検出値の信頼性が高い状況では、運転者による操舵ハンドルの操作に対して適切なアシスト力を付与することができる。一方、検出される検出値の信頼性が低い状況では、必ずしも適切なアシスト力を付与することができず、アシスト力の付与制御を停止させる場合がある。しかしながら、一部のセンサの信頼性が低い状況でアシスト力の付与制御全体を停止してしまうと、信頼性の高いセンサによる検出値を用いたアシスト力の付与制御まで停止するため、制御停止に伴う運転者への影響が懸念される。

40

【0008】

本発明は、上記した問題に対処するためになされたものであり、その目的は、車両に搭載されて操舵制御に利用される複数のセンサのうち、一部のセンサの信頼性が低下した場合であってもアシスト力の付与制御を継続させることができる車両の操舵制御装置を提供

50

することにある。

【0009】

上記目的を達成するために、本発明の特徴は、操舵ハンドルの操作に対してアシスト力を付与する電動モータと、少なくとも前記操舵ハンドルの操作に伴って変化する複数の物理量をそれぞれ検出する複数のセンサと、前記複数のセンサによって検出された各物理量に基づいて目標アシスト力を算出し、この算出した目標アシスト力に基づいて前記電動モータを駆動制御するアシスト制御手段とを備えた車両の操舵制御装置において、前記複数のセンサの検出精度に関するそれぞれの信頼性を表す信頼性レベルを判定する信頼性レベル判定手段と、前記信頼性レベル判定手段によって判定された前記複数のセンサのそれぞれの信頼性レベルに応じて、前記複数のセンサによって検出された各物理量と前記目標アシスト力との間の関係を決定するアシスト特性を変更するアシスト特性変更手段とを備えたことにある。

10

【0010】

この場合、前記信頼性レベル判定手段は、車両に搭載された電源から前記複数のセンサに対して供給される電圧の大きさと同複数のセンサごとに予め検出精度の変化に応じて設定された判定電圧との比較に基づき、前記複数のセンサの検出精度に関するそれぞれの信頼性を表す信頼性レベルを判定するとよく、この場合、例えば、前記電源から前記複数のセンサに対して供給される電圧が低下するほど、前記信頼性レベルが悪化していると判定するとよい。

【0011】

また、この場合、前記信頼性レベル判定手段は、前記複数のセンサの作動温度と同複数のセンサごとに予め設定されて検出精度を保証する作動保証温度範囲との比較に基づき、前記複数のセンサの検出精度に関するそれぞれの信頼性を表す信頼性レベルを判定するとよく、この場合、例えば、前記複数のセンサの作動温度が前記作動保証温度範囲から逸脱するほど、前記信頼性レベルが悪化していると判定するとよい。

20

【0012】

さらに、この場合、前記アシスト特性変更手段は、前記複数のセンサのうち、前記信頼性レベル判定手段によって前記信頼性レベルが悪化したと判定されたセンサによって検出された物理量に対応する前記アシスト特性を、前記検出された物理量に対する前記目標アシスト力の大きさが小さくなるように変更し、前記複数のセンサのうち、前記信頼性レベル判定手段によって前記信頼性レベルが悪化していないと判定されたセンサによって検出された物理量に対応する前記アシスト特性を変更しないようにするとよい。

30

【0013】

これらによれば、車両に搭載された複数のセンサの検出精度に関する信頼性レベルを、例えば、電源から供給される電圧の大きさ、または、作動温度に基づいて、それぞれ個別に判定することができる。そして、それぞれの信頼性レベルに応じて、複数のセンサによって検出された物理量と目標アシスト力との間の関係を決定するアシスト特性を、対応する各検出物理量ごと（すなわちセンサごと）に個別に変更することができる。

【0014】

これにより、例えば、信頼性レベルが低下（悪化）したセンサと信頼性レベルが高いセンサとが存在する状況においては、信頼性レベルの低下（悪化）したセンサによる検出物理量と目標アシスト力との関係を決定するアシスト特性のみを変更し、信頼性レベルの高いセンサによる検出物理量と目標アシスト力との関係を決定するアシスト特性を変更しないようにすることができる。

40

【0015】

これにより、信頼性レベルの異なるセンサが存在する状況であっても、これら異なる信頼性レベルに応じて変更されるアシスト特性を組み合わせることにより、運転者による操舵ハンドルの操作を引き続きアシストすることができる。したがって、複数のセンサのうち、一部のセンサの信頼性が低下した場合であってもアシスト力の付与制御を継続させることができ、運転者への影響を最小限に留めることができる。

50

【図面の簡単な説明】**【0016】**

【図1】本発明に係る操舵制御装置を適用した電動パワーステアリング装置の構成を示す概略図である。

【図2】図1の電子制御ユニットにより実行されるコンピュータプログラム処理（アシスト制御）を機能的に表す機能ブロック図である。

【図3】図2のアシストトルク演算部が参照する操舵トルクと目標アシストトルクとの関係を表すアシスト特性（アシストトルクマップ1）を示すグラフである。

【図4】図2のモータ慣性制御トルク演算部が参照する回転角加速度と目標慣性制御トルクとの関係を表すアシスト特性（慣性制御トルクマップ1）を示すグラフである。

【図5】図2のモータ慣性制御トルク演算部が参照する回転角速度と目標ダンピング制御トルクとの関係を表すアシスト特性（ダンピング制御トルクマップ1）を示すグラフである。

【図6】図1の電子制御ユニットにより実行される信頼性レベル判定プログラムのフローチャートである。

【図7】信頼性レベルの判定を説明するための図である。

【図8】図1の電子制御ユニットにより実行されるアシスト特性変更プログラムのフローチャートである。

【図9】図2のアシストトルク演算部が参照する操舵トルクと目標アシストトルクとの関係を表すアシスト特性（アシストトルクマップ2）を示すグラフである。

【図10】図2のアシストトルク演算部が参照する操舵トルクと目標アシストトルクとの関係を表すアシスト特性（アシストトルクマップ3）を示すグラフである。

【図11】図2のモータ慣性制御トルク演算部が参照する回転角加速度と目標慣性制御トルクとの関係を表すアシスト特性（慣性制御トルクマップ2）を示すグラフである。

【図12】図2のモータ慣性制御トルク演算部が参照する回転角速度と目標ダンピング制御トルクとの関係を表すアシスト特性（ダンピング制御トルクマップ2）を示すグラフである。

【図13】図2のモータ慣性制御トルク演算部が参照する回転角加速度と目標慣性制御トルクとの関係を表すアシスト特性（慣性制御トルクマップ3）を示すグラフである。

【図14】図2のモータ慣性制御トルク演算部が参照する回転角速度と目標ダンピング制御トルクとの関係を表すアシスト特性（ダンピング制御トルクマップ3）を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】**【0017】**

以下、本発明の実施形態に係る車両の操舵制御装置について図面を用いて説明する。図1は、本実施形態に係る車両の操舵制御装置が適用された電動パワーステアリング装置10を概略的に示している。

【0018】

この電動パワーステアリング装置10は、転舵輪としての左右前輪FW1、FW2を転舵させるために、運転者によって回動操作される操舵ハンドル11を備えている。操舵ハンドル11は、ステアリングシャフト12の上端に固定されており、ステアリングシャフト12の下端は、転舵ギアユニットUに接続されている。

【0019】

転舵ギアユニットUは、例えば、ラックアンドピニオン式を採用したギアユニットであり、ステアリングシャフト12の下端に一体的に組み付けられたピニオンギア13の回転がラックバー14に伝達されるようになっている。また、転舵ギアユニットUには、運転者によって操舵ハンドル11に入力される操作力（より具体的には、操舵トルク）を軽減するための電動モータ15（以下、この電動モータをEPSモータ15という）が設けられている。そして、EPSモータ15が発生するアシスト力（より具体的には、アシストトルク）がラックバー14に伝達されるようになっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

この構成により、運転者による操舵ハンドル 1 1 の回動操作に伴うステアリングシャフト 1 2 の回転力がピニオンギア 1 3 を介してラックバー 1 4 に伝達されるとともに、EPS モータ 1 5 のアシストトルクがラックバー 1 4 に伝達される。これにより、ラックバー 1 4 は、ピニオンギア 1 3 からの回転力および EPS モータ 1 5 のアシストトルクによって軸線方向に変位する。したがって、ラックバー 1 4 の両端に接続された左右前輪 FW 1 , FW 2 は、左右方向に転舵されるようになっている。

【 0 0 2 1 】

次に、上述した EPS モータ 1 5 の作動を制御する、操舵制御装置としての電気制御装置 2 0 について説明する。電気制御装置 2 0 は、図示省略の電源（バッテリー）から電力の供給を受けて作動するものであり、バッテリー電圧センサ 2 1、車速センサ 2 2、操舵ハンドル 1 1 の回動操作に伴って変化する物理量を検出する複数のセンサとしての操舵トルクセンサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 を備えている。バッテリー電圧センサ 2 1 は、図示省略のバッテリーの電圧 V_BAT を検出し、この電圧 V_BAT に応じた信号を出力する。車速センサ 2 2 は、車両の車速 S を検出し、この車速 S に応じた信号を出力する。

10

【 0 0 2 2 】

操舵トルクセンサ 2 3 は、ステアリングシャフト 1 2 に組み付けられていて、運転者が操舵ハンドル 1 1 を回動操作することによってステアリングシャフト 1 2 に入力する操舵トルク T を検出し、この操舵トルク T に応じた信号を出力する。なお、操舵トルクセンサ 2 3 は、操舵ハンドル 1 1 が右方向に回動操作されたときの操舵トルク T を正の値として出力し、操舵ハンドル 1 1 が左方向に回動操作されたときの操舵トルク T を負の値として出力する。

20

【 0 0 2 3 】

ここで、操舵トルクセンサ 2 3 は、ステアリングシャフト 1 2 の途中に設けられたトーションバーの捩れ角度に応じて電気抵抗または磁気抵抗を変化させ、これに応じた電圧信号を出力するタイプのセンサが用いられる。このため、本実施形態においては、操舵トルクセンサ 2 3 として、2 組のレゾルバセンサを採用して実施する。なお、レゾルバセンサは、よく知られているように、トーションバーとともに回転するレゾルバロータと、レゾルバロータと向かい合って車体側に固定されるレゾルバステータとを備え、レゾルバロータまたはレゾルバステータの一方に励磁コイルである 1 次巻線が設けられ、他方に検出用コイルである 2 次巻線が / 2 だけ位相をずらして設けられる。そして、1 次巻線を SIN 相信号により励磁することにより、2 次巻線が回転角度に応じた 2 種類の誘起電圧信号として SIN 相出力信号と COS 相出力信号を出力する。したがって、レゾルバセンサを用いた操舵トルクセンサ 2 3 は、これら SIN 相出力信号と COS 相出力信号の振幅比を求めることによって回転角位置を検出し、この回転角位置に対応する操舵トルク T を検出する。

30

【 0 0 2 4 】

モータ回転角センサ 2 4 は、EPS モータ 1 5 に組み付けられていて、予め設定された基準回転位置からの回転角 θ を検出し、この回転角 θ に応じた信号を出力する。なお、モータ回転角センサ 2 4 は、EPS モータ 1 5 の回転方向に関し、EPS モータ 1 5 が左右前輪 FW 1 , FW 2 を右方向に転舵させるためにラックバー 1 4 に対してアシストトルクを付与するときの回転角 θ を正の値として出力し、左右前輪 FW 1 , FW 2 を左方向に転舵させるためにラックバー 1 4 に対してアシストトルクを付与するときの回転角 θ を負の値として出力する。

40

【 0 0 2 5 】

また、電気制御装置 2 0 は、EPS モータ 1 5 の作動を制御する電子制御ユニット 2 5 を備えている。電子制御ユニット 2 5 は、CPU、ROM、RAM などからなるマイクロコンピュータを主要構成部品とするものであり、EPS モータ 1 5 の作動を制御する。このため、電子制御ユニット 2 5 の入力側には、上記各センサ 2 1 ~ 2 4 が接続されており、これら各センサ 2 1 ~ 2 4 によって検出された各検出値を用いて、後述するように、E

50

EPSモータ15の駆動を制御する。一方、電子制御ユニット25の出力側には、EPSモータ15を駆動させるための駆動回路26が接続されている。

【0026】

次に、上記のように構成した電気制御装置20（より詳しくは、電子制御ユニット25）によるEPSモータ15の駆動制御について、電子制御ユニット25内にてコンピュータプログラム処理により実現される機能を表す図2の機能ブロック図を用いて説明する。電子制御ユニット25は、運転者による操舵ハンドル11の回動操作に伴う負担を軽減するために、EPSモータ15の駆動を制御して適切なアシストトルクを付与するアシスト制御部30を有している。なお、以下の説明においては、運転者による操舵ハンドル11の回動操作に応じて変化する操舵トルク T および回転角 θ とEPSモータ15を駆動制御して付与するトルク（アシスト力）との間の関係をアシスト特性という。

10

【0027】

このアシスト制御部30は、運転者が入力する操舵トルク T を軽減するための目標アシストトルク T_a を演算するアシストトルク演算部31と、EPSモータ15の回転に伴う慣性に対して運転者が入力する操舵トルク T を軽減するための目標慣性制御トルク T_i を演算するモータ慣性制御部32と、EPSモータ15の回転駆動方向の変化に伴って発生する振動に対して運転者が入力する操舵トルク T を軽減するための目標ダンピング制御トルク T_d を演算するダンピング制御部33とを有している。なお、目標ダンピング制御トルク T_d が演算されることにより、例えば、旋回終了時における車両の挙動（所謂、収斂性）を向上させたり、安定性を向上させることができる。

20

【0028】

また、アシストトルク制御部30は、アシストトルク演算部31、モータ慣性制御トルク演算部32およびダンピング制御トルク演算部33から出力される各目標トルク T_a 、 T_i 、 T_d を加算する加算器34と、ダンピング制御トルク演算部33に対してEPSモータ15の回転角速度 $\dot{\theta}$ を供給する微分器35と、モータ慣性制御トルク演算部32に対してEPSモータ15の回転角加速度 $\ddot{\theta}$ を供給する微分器36とを備えている。まず、アシストトルク演算部31から説明する。

【0029】

アシストトルク演算部31は、操舵トルクセンサ23によって検出された操舵トルク T の絶対値の増加に伴って増加する目標アシストトルク T_a を演算する。このため、アシストトルク演算部31は、例えば、図3に示すようなアシストトルクマップ（後述するアシストトルクマップ1に相当）を参照して、入力した操舵トルク T の絶対値に対応する目標アシストトルク T_a を演算する。ここで、アシストトルクマップには、操舵トルク T が小さいときに、運転者による操舵ハンドル11の回動操作に対して付与するアシストトルク T_a を「0」に設定する不感帯が設定されている。すなわち、不感帯においては、アシストトルク演算部31は、操舵トルクセンサ23によって検出された操舵トルク T の大きさを「0」とみなして目標アシストトルク T_a を「0」として演算する。そして、アシストトルク演算部31は、演算した目標アシストトルク T_a を加算器34に出力する。

30

【0030】

なお、アシストトルク演算部31が参照するアシストトルクマップは、代表的な車速 S ごとに設定されるものであり、車速 S の増大に伴って目標アシストトルク T_a が相対的に小さくなり、車速 S の減少に伴って目標アシストトルク T_a が相対的に大きくなるように設定されている。このため、このようなアシストトルクマップを用いることに代えて、例えば、目標アシストトルク T_a を操舵トルク T および車速 S の関数として表し、この関数を用いて目標アシストトルク T_a を演算するように実施することも可能である。

40

【0031】

モータ慣性制御トルク演算部32は、微分器36から供給されたEPSモータ15の回転角加速度 $\ddot{\theta}$ の絶対値に応じて変化する目標慣性制御トルク T_i を演算する。このため、モータ慣性制御トルク演算部32は、例えば、図4に示すような慣性制御トルクマップ（後述する慣性制御トルクマップ1に相当）を参照して、入力した回転角加速度 $\ddot{\theta}$ の

50

絶対値に対応する目標慣性制御トルク T_i を演算する。ここで、微分器36は微分器35から供給されたEPSモータ15の回転角速度 $\dot{\theta}$ を時間微分するものであり、微分器35はモータ回転角センサ24によって検出されたEPSモータ15の回転角 θ を時間微分して回転角速度 $\dot{\theta}$ を演算するものである。そして、モータ慣性制御トルク演算部32は、演算した目標慣性制御トルク T_i を加算器34に出力する。なお、このような慣性制御トルクマップを用いることに代えて、例えば、目標慣性制御トルク T_i を回転角加速度 $\ddot{\theta}$ の関数として表し、この関数を用いて目標慣性制御トルク T_i を演算するように実施することも可能である。

【0032】

ダンピング制御トルク演算部33は、微分器35から供給されたEPSモータ15の回転角速度 $\dot{\theta}$ の絶対値に応じて変化する目標ダンピング制御トルク T_d を演算する。このため、ダンピング制御トルク演算部33は、例えば、図5に示すようなダンピング制御トルクマップ(後述するダンピング制御トルクマップ1に相当)を参照して、入力した回転角速度 $\dot{\theta}$ の絶対値に対応する目標ダンピング制御トルク T_d を演算する。そして、ダンピング制御トルク演算部33は、演算した目標ダンピング制御トルク T_d を加算器34に出力する。なお、このようなダンピング制御トルクマップを用いることに代えて、例えば、目標ダンピング制御トルク T_d を回転角速度 $\dot{\theta}$ の関数として表し、この関数を用いて目標ダンピング制御トルク T_d を演算するように実施することも可能である。

【0033】

加算器34においては、出力された各目標トルク T_a 、 T_i 、 T_d を加算するとともに、この加算した合計トルク T_t (アシスト力に相当)の大きさと予め定めた関係にあり、EPSモータ15に供給する電流を表すモータ電流指令値を決定する。そして、このように決定されたモータ電流指令値は駆動回路26に供給され、駆動回路26は供給されたモータ電流指令値に相当する駆動電流をEPSモータ15に供給する。これにより、EPSモータ15は、目標アシストトルク T_a 、目標慣性制御トルク T_i 、目標ダンピング制御トルク T_d を反映した合計トルク T_t をラックバー14に伝達することにより、運転者は良好な操舵フィーリングを知覚しながら、操舵ハンドル11を回動操作することができる。

【0034】

ところで、上記のようにEPSモータ15を駆動制御する場合、特に、操舵トルクセンサ23およびモータ回転角センサ24の信頼性(すなわち検出精度)、言い換えれば、これら各センサ23、24による各検出値の信頼性が重要となる。そして、この信頼性は、操舵トルクセンサ23およびモータ回転角センサ24に対して電源(バッテリー)から供給される電力、より具体的には、供給される電圧の変化に依存して変化する。このため、電子制御ユニット25は、電源(バッテリー)の電圧変化に伴って変化する操舵トルクセンサ23およびモータ回転角センサ24の信頼性レベルを判定する。以下、この信頼性レベルの判定について説明する。

【0035】

電子制御ユニット25は、運転者によって図示しないイグニッションスイッチがオン状態とされると、図6に示す信頼性レベル判定プログラムの実行をステップS10にて開始する。そして、電子制御ユニット25は、続くステップS11にて、バッテリー電圧センサ21によって検出された電圧 V_{BAT} を入力して、ステップS12に進む。

【0036】

ステップS12においては、電子制御ユニット25は、前記ステップS11にてバッテリー電圧センサ21から入力した電圧 V_{BAT} が、操舵トルクセンサ23およびモータ回転角センサ24に対して供給される電圧の大きさとして正常であるか否かを判定するために予め設定された判定電圧 V_{B_TH1} よりも大きいか否かを判定する。

【0037】

すなわち、電子制御ユニット25は、入力した電圧 V_{BAT} が判定電圧 V_{B_TH1} よりも大きければ、電源の電圧が十分に大きく正常であるため、「Yes」と判定してステップS13に進む。そして、電子制御ユニット25は、ステップS13にて、電源から操舵トルク

10

20

30

40

50

センサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 に対して安定した大きさの電圧が供給されているため、操舵トルクセンサ 2 3 (すなわち検出操舵トルク T) およびモータ回転角センサ 2 4 (すなわち検出回転角) の信頼性レベルを最も高いことを表す「 1 」に設定する。一方、入力した電圧 V_BAT が判定電圧 VB_TH1 以下であれば、電源の電圧が低下しているため、電子制御ユニット 2 5 は「 No 」と判定してステップ S 1 4 に進む。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 1 4 においては、電子制御ユニット 2 5 は、例えば、運転席近傍に配置されて、光や音によって運転者に電源の電圧低下を報知する報知装置を作動させ、運転者に対して電源の電圧が低下していることを報知する。そして、電子制御ユニット 2 5 は、続くステップ S 1 5 において、入力した電圧 V_BAT が、判定電圧 VB_TH1 よりも小さく設定された判定電圧 VB_TH2 よりも大きいかが否かを判定する。

10

【 0 0 3 9 】

すなわち、電子制御ユニット 2 5 は、入力した電圧 V_BAT が判定電圧 VB_TH2 よりも大きければ、電源の電圧が若干低下しているため、「 Yes 」と判定してステップ S 1 6 に進む。そして、電子制御ユニット 2 5 は、ステップ S 1 6 にて、電源から操舵トルクセンサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 に対して供給される電圧の大きさが若干低下しているため、操舵トルクセンサ 2 3 (すなわち検出操舵トルク T) およびモータ回転角センサ 2 4 (すなわち検出回転角) の信頼性レベルを「 1 」よりも劣る「 2 」に設定する。一方、入力した電圧 V_BAT が判定電圧 VB_TH2 以下であれば、電源の電圧が大幅に低下しているため、電子制御ユニット 2 5 は「 No 」と判定してステップ S 1 7 に進む。そして、電子制御ユニット 2 5 は、ステップ S 1 7 にて、電源から操舵トルクセンサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 に対して供給される電圧の大きさが大幅に低下しているため、操舵トルクセンサ 2 3 (すなわち検出操舵トルク T) およびモータ回転角センサ 2 4 (すなわち検出回転角) の信頼性レベルを「 2 」よりも劣る「 3 」に設定する。

20

【 0 0 4 0 】

このように、前記ステップ S 1 3、ステップ S 1 6 またはステップ S 1 7 における処理を実行すると、電子制御ユニット 2 5 は、ステップ S 1 8 にて、信頼性レベル判定プログラムの実行を一旦終了する。そして、所定の短い時間の経過後、電子制御ユニット 2 5 は、ふたたび、ステップ S 1 0 にて信頼性レベル判定プログラムの実行を開始する。ここで、前記ステップ S 1 2 およびステップ S 1 5 における電圧 V_BAT の大きさの判定処理において、電圧 V_BAT を判定電圧 VB_TH1 および判定電圧 VB_TH2 と比較して大きさを判定する場合には、電圧 V_BAT の僅かな変化に伴い「 Yes 」判定または「 No 」判定が繰り返される(所謂、ハンチングの生じる)可能性がある。

30

【 0 0 4 1 】

このため、前記ステップ S 1 2 およびステップ S 1 5 における電圧 V_BAT の大きさの判定処理においては、図 7 に示すように、判定電圧 VB_TH1 よりも僅かに大きな判定電圧 VB_TH11 を設定するとともに、判定電圧 VB_TH2 よりも僅かに大きな判定電圧 VB_TH21 を設定することによって、判定条件にヒステリシスを設けることが好ましい。これにより、電圧 V_BAT の僅かな変化に伴う判定のハンチングの発生を効果的に防止することができて、電圧 V_BAT の大きさをより正確に判定することができる。その結果、操舵トルクセンサ 2 3 (すなわち検出操舵トルク T) およびモータ回転角センサ 2 4 (すなわち検出回転角) の信頼性レベルを適切に設定することができる。

40

【 0 0 4 2 】

ところで、本実施形態において代表的に説明する操舵トルクセンサ 2 3 とモータ回転角センサ 2 4 とでは、例えば、操舵トルクセンサ 2 3 の方が電源(バッテリー)の電圧変化の影響を受けやすい。このため、アシストトルク演算部 3 1 が操舵トルクセンサ 2 3 によって検出された操舵トルク T を用いて目標アシストトルク Ta を演算する際、例えば、目標アシストトルク Ta のうち大きな比率を占める基本アシストトルク分を検出操舵トルク T に基づいて設定すると、運転者が知覚する操舵フィーリングが悪化する可能性がある。

【 0 0 4 3 】

50

したがって、操舵トルクセンサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 の検出精度すなわち信頼性レベルを判定するにあたっては、判定対象となるセンサごとに判定電圧VB_TH1および判定電圧VB_TH2が設定される。具体的に、本実施形態においては、操舵トルクセンサ 2 3 の判定電圧VB_TH1および判定電圧VB_TH2がモータ回転角センサ 2 4 の判定電圧VB_TH1および判定電圧VB_TH2よりも大きな値に設定して判定する。

【 0 0 4 4 】

このように、操舵トルクセンサ 2 3 用の判定電圧VB_TH1および判定電圧VB_TH2と、モータ回転角センサ 2 4 用の判定電圧VB_TH1および判定電圧VB_TH2とをそれぞれ設定して信頼性レベルを判定することにより、それぞれの信頼性レベルが異なる状況が生じる。

【 0 0 4 5 】

すなわち、バッテリー電圧センサ 2 1 から供給された電圧V_BATが操舵トルクセンサ 2 3 用の判定電圧VB_TH1よりも小さく、かつ、モータ回転角センサ 2 4 用の判定電圧VB_TH1よりも大きい場合には、電子制御ユニット 2 5 は、操舵トルクセンサ 2 3 (すなわち検出操舵トルクT) の信頼性レベルを「 2 」と判定し、モータ回転角センサ 2 4 (すなわち検出回転角) の信頼性レベルを「 1 」と判定する。また、バッテリー電圧センサ 2 1 から供給された電圧V_BATが操舵トルクセンサ 2 3 用の判定電圧VB_TH2よりも小さく、かつ、モータ回転角センサ 2 4 用の判定電圧VB_TH2よりも大きい場合には、電子制御ユニット 2 5 は、操舵トルクセンサ 2 3 (すなわち検出操舵トルクT) の信頼性レベルを「 3 」と判定し、モータ回転角センサ 2 4 (すなわち検出回転角) の信頼性レベルを「 2 」と判定する。なお、このように判定した信頼性レベルは、電子制御ユニット 2 5 の図示しないRAM内の所定記憶位置に記憶される。

【 0 0 4 6 】

一方、電子制御ユニット 2 5 は、信頼性レベル判定プログラムの実行によって決定した操舵トルクセンサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 のそれぞれの信頼性レベルに応じてアシスト特性を変更する。以下、このアシスト特性の変更について詳細に説明する。

【 0 0 4 7 】

電子制御ユニット 2 5 は、操舵トルクセンサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 (すなわち、検出操舵トルクTおよび検出回転角) のそれぞれの信頼性レベルを決定すると、図 8 に示すアシスト特性変更プログラムを実行する。具体的には、電子制御ユニット 2 5 は、ステップ S 3 0 にてアシスト特性変更プログラムの実行を開始し、ステップ S 3 1 にて、RAMに記憶したそれぞれの信頼性レベルを入力する。

【 0 0 4 8 】

そして、電子制御ユニット 2 5 は、アシスト特性変更プログラムのステップ S 3 2 ~ ステップ S 3 6 にて操舵トルクセンサ 2 3 (すなわち検出操舵トルクT) の信頼性レベルに応じてアシスト特性、より詳しくは、アシストトルクマップを変更し、ステップ S 3 7 ~ ステップ S 4 1 にてモータ回転角センサ 2 4 (すなわち検出回転角) の信頼性レベルに応じてアシスト特性、より詳しくは、慣性制御トルクマップおよびダンピング制御トルクマップを変更する。以下、まず、ステップ S 3 2 ~ ステップ S 3 6 の各ステップ処理から説明する。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 3 2 において、電子制御ユニット 2 5 は、前記ステップ S 3 1 にて入力した操舵トルクセンサ 2 3 の信頼性レベルが「 1 」であるか否かを判定する。すなわち、電子制御ユニット 2 5 は、操舵トルクセンサ 2 3 の信頼性レベルが「 1 」であれば、「 Y e s 」と判定してステップ S 3 3 に進む。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 3 3 においては、電子制御ユニット 2 5 は、操舵トルクセンサ 2 3 の信頼性レベルが最も高いために、図 3 に示した不感帯の最も小さいアシストトルクマップ 1 を採用する。これは、操舵トルクセンサ 2 3 の検出精度が高く、極めて正確に操舵トルクTを検出できるためである。このように、不感帯の最も小さいアシストトルクマップ 1 を採用することにより、アシストトルク制御部 3 0 のアシストトルク演算部 3 1 は、検出操舵ト

10

20

30

40

50

トルクTの値が「0」近傍の値に対しても適切なアシストトルクTaを演算することができる。

【0051】

一方、前記ステップS32において、操舵トルクセンサ23の信頼性レベルが「1」でなければ、電子制御ユニット25は「No」と判定してステップS34に進む。

【0052】

ステップS34においては、電子制御ユニット25は、操舵トルクセンサ23の信頼性レベルが「2」であるか否かを判定する。すなわち、電子制御ユニット25は、操舵トルクセンサ23の信頼性レベルが「2」であれば、「Yes」と判定してステップS35に進む。

10

【0053】

ステップS35においては、電子制御ユニット25は、操舵トルクセンサ23の信頼性レベル「2」に対応して、図9に示すように、不感帯の大きなアシストトルクマップ2を採用する。これは、操舵トルクセンサ23の検出精度が低下（悪化）して検出操舵トルクTが不安定となる状況が生じるため、不感帯の大きさをアシストトルクマップ1よりも大きく設定し、運転者が知覚する違和感を抑制するためである。このように、不感帯を大きく設定したアシストトルクマップ2を採用することにより、アシストトルク制御部30のアシストトルク演算部31は、検出操舵トルクTの値が「0」近傍の値に対してアシストトルクTaを「0」として演算することができる。これにより、特に、操舵トルクセンサ23による検出操舵トルクTが小さくて不安定となる状況においては、アシストトルクTaを「0」とすることができて、運転者が知覚する違和感を抑制することができる。

20

【0054】

一方、前記ステップS34において、操舵トルクセンサ23の信頼性レベルが「2」でなければ、言い換えれば、信頼性レベルが「3」であれば、電子制御ユニット25は「No」と判定してステップS36に進む。

【0055】

ステップS36においては、電子制御ユニット25は、操舵トルクセンサ23の信頼性レベルが「3」であるため、図10に示すように、アシストトルクTaを「0」とするアシストトルクマップ3を採用する。これは、操舵トルクセンサ23の検出精度が大幅に低下（悪化）して検出操舵トルクTが不安定であるため、この検出操舵トルクTを用いて決定されるアシストトルクTaを「0」とし、運転者が知覚する違和感を抑制するためである。このように、アシストトルクTaを「0」とするアシストトルクマップ3を採用することにより、アシストトルク制御部30のアシストトルク演算部31は、信頼性レベルが「3」である状態においてアシストトルクTaを「0」として演算することができる。これにより、操舵トルクセンサ23による検出操舵トルクTが不安定となる状況においては、アシストトルクTaを「0」とすることができて、運転者が知覚する違和感を抑制することができる。

30

【0056】

ここで、例えば、電源（バッテリー）から供給される電圧が一時的に低下して操舵トルクセンサ23の信頼性レベルが一時的に悪化した場合であっても、ふたたび電圧が復帰して信頼性レベルが上昇（改善）したときには、アシストトルクマップ1またはアシストトルクマップ2が採用されることにより、検出操舵トルクTを用いてアシストトルクTaが演算される。すなわち、アシストトルクマップは操舵トルクセンサ23（すなわち検出操舵トルクT）信頼性レベルに応じて適宜変更され、アシストトルクTaは適宜変更されるアシストトルクマップ、言い換えれば、アシスト特性に基づいて適切に演算される。

40

【0057】

次に、アシスト特性変更プログラムにおけるステップS37～ステップS41の各ステップ処理を説明する。

【0058】

電子制御ユニット25は、ステップS36の実行後、ステップS37に進む。ステップ

50

S 3 7においては、電子制御ユニット 2 5 は、前記ステップ S 3 1 にて入力したモータ回転角センサ 2 4 の信頼性レベルが「 1 」であるか否かを判定する。すなわち、電子制御ユニット 2 5 は、モータ回転角センサ 2 4 の信頼性レベルが「 1 」であれば、「 Y e s 」と判定してステップ S 3 8 に進む。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 3 8 においては、電子制御ユニット 2 5 は、モータ回転角センサ 2 4 の信頼性レベルが最も高いために、図 4 に示した慣性制御トルクマップ 1 および図 5 に示したダンピング制御トルクマップ 1 を採用する。これは、モータ回転角センサ 2 4 の検出精度が高く、極めて正確に E P S モータ 1 5 の回転角を検出できるためである。このように、慣性制御トルクマップ 1 およびダンピング制御トルクマップ 1 を採用することにより、アシストトルク制御部 3 0 のモータ慣性制御トルク演算部 3 2 およびダンピング制御トルク演算部 3 3 は、検出回転角から計算される E P S モータ 1 5 の回転角加速度 $\ddot{\theta}$ および回転角速度 $\dot{\theta}$ の値に対して適切な目標慣性制御トルク T_i および目標ダンピング制御トルク T_d を演算することができる。

10

【 0 0 6 0 】

一方、前記ステップ S 3 7 において、モータ回転角センサ 2 4 の信頼性レベルが「 1 」でなければ、電子制御ユニット 2 5 は「 N o 」と判定してステップ S 3 9 に進む。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 3 9 においては、電子制御ユニット 2 5 は、モータ回転角センサ 2 4 の信頼性レベルが「 2 」であるか否かを判定する。すなわち、電子制御ユニット 2 5 は、モータ回転角センサ 2 4 の信頼性レベルが「 2 」であれば、「 Y e s 」と判定してステップ S 4 0 に進む。

20

【 0 0 6 2 】

ステップ S 4 0 においては、電子制御ユニット 2 5 は、モータ回転角センサ 2 4 の信頼性レベル「 2 」に対応して、図 1 1 に示すように目標慣性制御トルク T_i が小さくなる慣性制御トルクマップ 2 を採用するとともに、図 1 2 に示すように目標ダンピング制御トルク T_d (絶対値) が小さくなるダンピング制御トルクマップ 2 を採用する。これは、モータ回転角センサ 2 4 の検出精度が低下(悪化)して検出回転角が不安定となる状況が生じるためである。このため、回転角加速度 $\ddot{\theta}$ の大きさに対して目標慣性制御トルク T_i を慣性制御トルクマップ 1 よりも小さく設定するとともに、回転角速度 $\dot{\theta}$ の大きさに対して目標ダンピング制御トルク T_d (絶対値) をダンピング制御トルクマップ 1 よりも小さく設定する。そして、このように慣性制御トルクマップ 2 およびダンピング制御トルクマップ 2 を採用することにより、アシストトルク制御部 3 0 のモータ慣性制御トルク演算部 3 2 およびダンピング制御トルク演算部 3 3 は、検出回転角の値が不安定となる状況においては、目標慣性制御トルク T_i および目標ダンピング制御トルク T_d (絶対値) を小さく演算することにより、運転者が知覚する違和感を抑制することができる。

30

【 0 0 6 3 】

一方、前記ステップ S 3 9 において、モータ回転角センサ 2 4 の信頼性レベルが「 2 」でなければ、言い換えれば、信頼性レベルが「 3 」であれば、電子制御ユニット 2 5 は「 N o 」と判定してステップ S 4 1 に進む。

40

【 0 0 6 4 】

ステップ S 4 1 においては、電子制御ユニット 2 5 は、モータ回転角センサ 2 4 の信頼性レベルが「 3 」であるため、図 1 3 に示すように目標慣性制御トルク T_i を「 0 」とする慣性制御トルクマップ 3 を採用するとともに、図 1 4 に示すように目標ダンピング制御トルク T_d を「 0 」とするダンピング制御トルクマップ 3 を採用する。これは、モータ回転角センサ 2 4 の検出精度が大幅に低下(悪化)して検出回転角が不安定であるため、この検出回転角(すなわち回転角加速度 $\ddot{\theta}$ または回転角速度 $\dot{\theta}$)を用いて決定される目標慣性制御トルク T_i および目標ダンピング制御トルク T_d を「 0 」とするためである。

【 0 0 6 5 】

このように、目標慣性制御トルク T_i を「 0 」とする慣性制御トルクマップ 3 および目標

50

ダンピング制御トルク T_d を「0」とするダンピング制御トルクマップ3を採用することにより、アシストトルク制御部30のモータ慣性制御トルク演算部32およびダンピング制御トルク演算部33は、信頼性レベルが「3」である状態において目標慣性制御トルク T_i および目標ダンピング制御トルク T_d を「0」として演算することができる。これにより、モータ回転角センサ24による検出回転角が不安定となる状況においては、目標慣性制御トルク T_i および目標ダンピング制御トルク T_d が「0」であるため、運転者が知覚する違和感を抑制することができる。

【0066】

ここで、例えば、電源（バッテリー）から供給される電圧が一時的に低下してモータ回転角センサ24の信頼性レベルが一時的に悪化した場合であっても、ふたたび電圧が復帰して信頼性レベルが上昇（改善）したときには、慣性制御トルクマップ1およびダンピング制御トルクマップ1、または、慣性制御トルクマップ2およびダンピング制御トルクマップ2が採用されて目標慣性制御トルク T_i および目標ダンピング制御トルク T_d が演算される。すなわち、慣性制御トルクマップおよびダンピング制御トルクマップはモータ回転角センサ24（すなわち検出回転角）の信頼性レベルに応じて適宜変更され、目標慣性制御トルク T_i および目標ダンピング制御トルク T_d は適宜変更される慣性制御トルクマップおよびダンピング制御トルクマップ、言い換えれば、アシスト特性に基づいて適切に演算される。

10

【0067】

このように、前記ステップS41の処理を実行すると、電子制御ユニット25は、ステップS42に進み、アシスト特性変更プログラムの実行を一旦終了する。そして、電子制御ユニット25は、所定の短い時間の経過後、ふたたび、ステップS30にてアシスト特性変更プログラムの実行を開始する。

20

【0068】

以上の説明からも理解できるように、本実施形態によれば、操舵トルクセンサ23（すなわち検出操舵トルク T ）の信頼性レベルとモータ回転角センサ24（すなわち検出回転角）の信頼性レベルとをそれぞれ個別に判定することができる。そして、それぞれの信頼性レベルに応じて、検出操舵トルク T を用いて決定されるアシスト特性と検出回転角を用いて決定されるアシスト特性とをそれぞれ個別に変更することができる。

【0069】

これにより、例えば、操舵トルクセンサ23の信頼性レベルが低下（悪化）しているもののモータ回転角センサ24の信頼性レベルが未だ高い状況においては、検出操舵トルク T と目標アシストトルク T_a との関係を決定するアシスト特性（アシストトルクマップ）のみを変更することができる。その結果、運転者が実際に操舵ハンドル11を回動操作するために入力する操舵トルク T を軽減する効果は若干損なわれるものの、EPSモータ15の回転に伴う慣性に対して入力する操舵トルク T の軽減効果や、EPSモータ15の回転駆動方向の変化に伴って発生する振動に対して入力する操舵トルク T の軽減効果は十分に維持することができる。

30

【0070】

このように、本実施形態によれば、操舵トルクセンサ23（すなわち検出操舵トルク T ）の信頼性レベルとモータ回転角センサ24（すなわち検出回転角）の信頼性レベルが異なる場合であっても、これら異なる信頼性レベルに応じて変更されるアシスト特性を組み合わせることにより、運転者による操舵ハンドル11の回動操作を引き続きアシストすることができる。したがって、アシスト停止に伴う運転者への影響を最小限に留めることができる。

40

【0071】

上記実施形態においては、電子制御ユニット25は、電源（バッテリー）から供給される電圧をバッテリー電圧センサ21が検出し、この検出された電圧 V_{BAT} の大きさに応じて操舵トルクセンサ23（すなわち検出操舵トルク T ）およびモータ回転角センサ24（すなわち検出回転角）の信頼性レベルを判定するように実施した。

50

【 0 0 7 2 】

ところで、車両に搭載される各種センサは、それぞれ、作動に際して検出精度を保証する保証温度範囲が設定されている。すなわち、保証温度範囲内でセンサが作動する場合には、高い検出精度により対象となる物理量を検出することができ、保証温度範囲を逸脱するほど検出精度が低下する。したがって、操舵トルクセンサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 の作動温度を検出し、この作動温度と保証温度範囲とを比較することによって操舵トルクセンサ 2 3 (すなわち検出操舵トルク T) およびモータ回転角センサ 2 4 (すなわち検出回転角) の信頼性レベルを判定することも可能である。以下、この変形例について説明する。

【 0 0 7 3 】

この変形例においては、操舵トルクセンサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 に対して作動温度を検出する温度センサがそれぞれ設けられている。そして、各温度センサによって検出された作動温度は電子制御ユニット 2 5 に出力されるようになっており、電子制御ユニット 2 5 は、この出力された操舵トルクセンサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 の各作動温度に基づいて信頼性レベルを判定する。

【 0 0 7 4 】

すなわち、この変形例においても、電子制御ユニット 2 5 は、上記実施形態と同様に、図 6 に示した信頼性判定プログラムを実行する。ただし、この場合には、ステップ S 1 1 の入力処理、ステップ S 1 2 およびステップ S 1 5 の判定処理、ステップ S 1 4 の報知処理がそれぞれ変更される。

【 0 0 7 5 】

具体的に説明すると、変更されたステップ S 1 1 においては、電子制御ユニット 2 5 は、各温度センサから操舵トルクセンサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 の各作動温度を入力する。そして、続く変更されたステップ S 1 2 においては、電子制御ユニット 2 5 は、操舵トルクセンサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 ごとに予め設定されているそれぞれの保証温度範囲と前記変更されたステップ S 1 1 にて入力した各作動温度とを比較し、作動温度が保証温度範囲内であれば「 Y e s 」と判定してステップ S 1 3 に進み、操舵トルクセンサ 2 3 (すなわち検出操舵トルク T) およびモータ回転角センサ 2 4 (すなわち検出回転角) の信頼性レベルを「 1 」に設定する。

【 0 0 7 6 】

一方、作動温度が保証温度範囲内になければ、電子制御ユニット 2 5 は、変更されたステップ S 1 2 にて「 N o 」と判定し、変更されたステップ S 1 4 に進む。変更されたステップ S 1 4 においては、電子制御ユニット 2 5 は、操舵トルクセンサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 のうちの少なくとも一方の作動温度が保証温度範囲を逸脱していることを運転者に報知する。そして、電子制御ユニット 2 5 は、続く変更されたステップ S 1 5 に進む。

【 0 0 7 7 】

変更されたステップ S 1 5 においては、電子制御ユニット 2 5 は、操舵トルクセンサ 2 3 およびモータ回転角センサ 2 4 ごとに予め設定されている保証温度範囲よりも大きな温度範囲と作動温度とを比較し、この大きな温度範囲内に作動温度があれば「 Y e s 」と判定してステップ S 1 6 に進む。そして、電子制御ユニット 2 5 は、ステップ S 1 6 にて、操舵トルクセンサ 2 3 (すなわち検出操舵トルク T) およびモータ回転角センサ 2 4 (すなわち検出回転角) の信頼性レベルを「 2 」に設定する。

【 0 0 7 8 】

一方、作動温度が保証温度範囲よりも大きな温度範囲内になければ、電子制御ユニット 2 5 は、変更されたステップ S 1 5 にて「 N o 」と判定し、ステップ S 1 7 に進む。そして、電子制御ユニット 2 5 は、ステップ S 1 7 にて、操舵トルクセンサ 2 3 (すなわち検出操舵トルク T) およびモータ回転角センサ 2 4 (すなわち検出回転角) の信頼性レベルを「 3 」に設定する。

【 0 0 7 9 】

このように、変更された信頼性レベル判定プログラムを実行することにより、電子制御ユニット25は、上記実施形態と同様に、操舵トルクセンサ23（すなわち検出操舵トルクT）およびモータ回転角センサ24（すなわち検出回転角 θ ）の信頼性レベルをそれぞれ判定することができる。そして、このように判定した信頼性レベルに基づき、上記実施形態と同様にアシスト特性変更プログラムを実行することにより、信頼性レベルに応じてアシスト特性を変更することができる。したがって、この変形例においても、上記実施形態と同様の効果が得られる。

【0080】

本発明の実施にあたっては、上記実施形態およびその変形例に限定されるものではなく、本発明の目的を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

10

【0081】

例えば、上記実施形態においては、電源（バッテリー）から操舵トルクセンサ23およびモータ回転角センサ24に供給される電圧V_{BAT}の大きさに基づいて、操舵トルクセンサ23（すなわち検出操舵トルクT）およびモータ回転角センサ24（すなわち検出回転角 θ ）の信頼性レベルを判定するように実施した。また、上記変形例においては、操舵トルクセンサ23およびモータ回転角センサ24の作動温度に基づいて、操舵トルクセンサ23（すなわち検出操舵トルクT）およびモータ回転角センサ24（すなわち検出回転角 θ ）の信頼性レベルを判定するように実施した。

【0082】

しかし、操舵トルクセンサ23（すなわち検出操舵トルクT）およびモータ回転角センサ24（すなわち検出回転角 θ ）の信頼性レベルは、例えば、これらセンサ23、24から電子制御ユニット25に出力される信号強度や通信回線の異常の有無などに基づいて判定することもできる。この場合においても、例えば、それぞれの信号強度に応じた信頼性レベルを判定することによって、上記実施形態および変形例と同様の効果が期待できる。

20

【0083】

また、上記実施形態およびその変形例においては、信頼性レベルを「1」～「3」の3つのレベルとして実施した。しかし、信頼性レベルのレベル数に関しては、これに限定されるものではなく、よりレベルを細分化して実施可能であることは言うまでもない。このようにレベルをより細分化することにより、よりきめ細やかにアシスト特性を変更することができ、より適切なアシストトルクを付与する操舵制御が可能となる。

30

【0084】

また、上記実施形態およびその変形例においては、操舵トルクセンサ23（すなわち操舵トルクT）およびモータ回転角センサ24（すなわち回転角 θ ）の信頼性レベルを判定した。そして、この判定した信頼性レベルに応じて操舵トルクTを用いるアシスト特性（目標アシストトルクT_a）と、回転角 θ を用いるアシスト特性（目標慣性制御トルクT_iおよび目標ダンピング制御トルクT_d）を変更するように実施した。

【0085】

この場合、操舵トルクセンサ23およびモータ回転角センサ24に代えて、車両に搭載されて操舵ハンドル11の回動操作に伴って変化する物理量を検出する各種センサ、例えば、運転者による操舵ハンドル11の回動操作量を検出する操舵角センサ、左右前輪FW1、FW2の転舵量を検出する転舵角センサ、EPSモータ15に設けられて駆動電流を検出するモータ電流検出センサ、EPSモータ15のモータ端子電圧を検出するモータ電圧センサなどを採用して実施することも可能である。

40

【0086】

例えば、モータ回転角センサ24に代えてまたは加えて操舵角センサを採用し、EPSモータ15が操舵角センサによって検出される操舵ハンドル11の回動操作量（操舵角）の変化にも応じて駆動制御される場合を想定する。この場合には、例えば、操舵角センサの信頼性レベルが「1」のときに慣性制御トルクマップ1（およびダンピング制御トルクマップ1）を採用し、信頼性レベルが「2」のときに慣性制御トルクマップ2（およびダンピング制御トルクマップ2）を採用し、信頼性レベルが「3」のときに慣性制御トルク

50

マップ3（およびダンピング制御トルクマップ3）を採用するようにする。このように、他のセンサを採用した場合であっても、上記実施形態およびその変形例と同様に、各種センサについてそれぞれの信頼性レベルを判定し、これらセンサによる各検出値を用いて決定されるアシスト特性またはその他の特性を信頼性レベルに応じて変更することにより、上記実施形態およびその変形例と同様の効果が期待できる。

【0087】

さらに、上記実施形態および変形例においては、アシスト制御部30のアシストトルク演算部31、モータ慣性制御部32およびダンピング制御部33が、それぞれ、目標アシストトルク T_a 、目標慣性制御トルク T_i および目標ダンピング制御トルク T_d を演算し、加算器34がこれら各目標トルク T_a, T_i, T_d を加算して合計トルク T_t を演算するように実施した。この場合、加算器34を省略し、駆動回路26に対して、目標アシストトルク T_a 、目標慣性制御トルク T_i および目標ダンピング制御トルク T_d を出力するように実施することも可能である。この場合においても、信頼性レベルに応じて、アシストトルクマップ、慣性制御トルクマップおよびダンピング制御トルクマップが変更されることによって、上記実施形態および変形例と同様の効果が得られる。

10

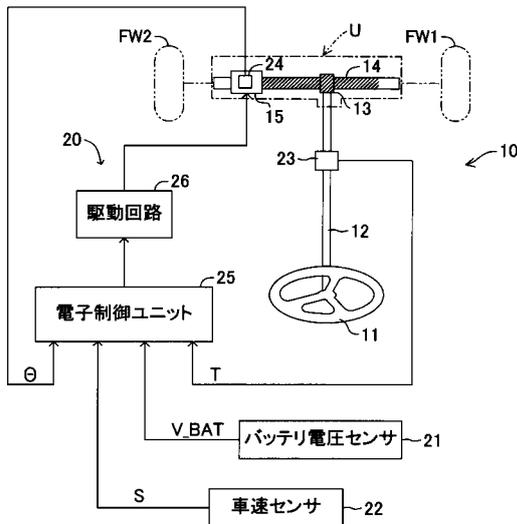
【符号の説明】

【0088】

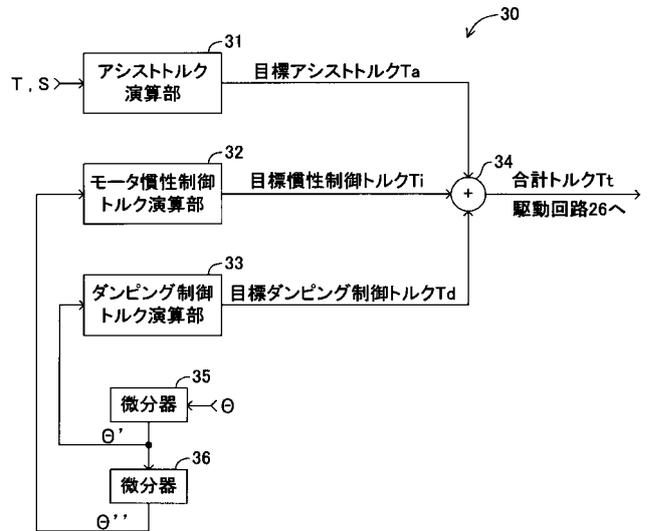
FW1, FW2 ... 左右前輪、10 ... 電動パワーステアリング装置、11 ... 操舵ハンドル、12 ... ステアリングシャフト、13 ... ピニオンギア、14 ... ラックバー、15 ... EPSモータ、20 ... 電気制御装置、21 ... バッテリ電圧センサ、22 ... 車速センサ、23 ... 操舵トルクセンサ、24 ... モータ回転角センサ、25 ... 電子制御ユニット、26 ... 駆動回路、30 ... アシスト制御部、31 ... アシストトルク演算部、32 ... モータ慣性制御トルク演算部、33 ... ダンピング制御トルク演算部、U ... 転舵ギアユニット

20

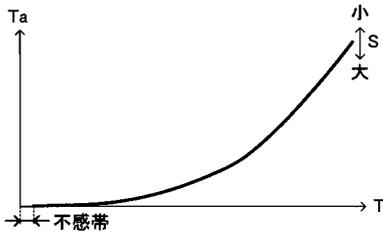
【図1】



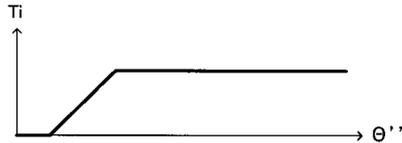
【図2】



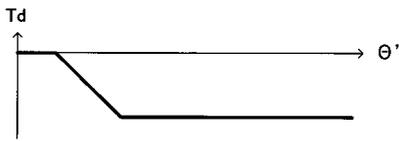
【 図 3 】



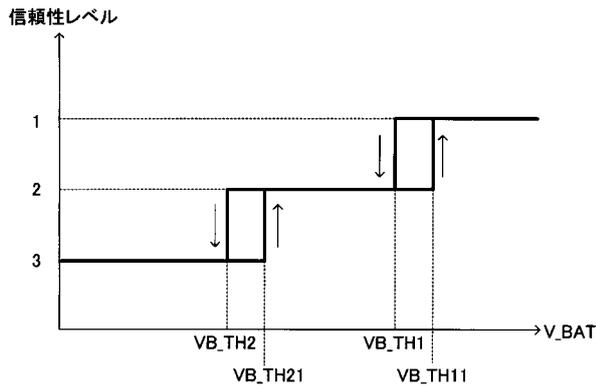
【 図 4 】



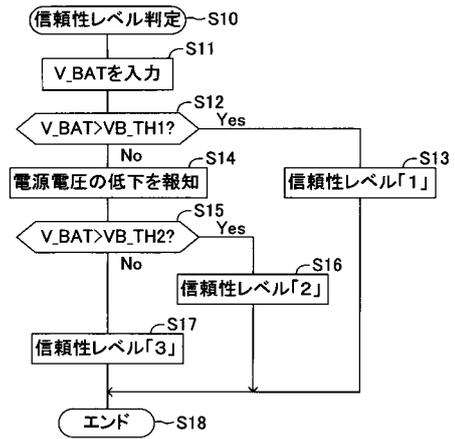
【 図 5 】



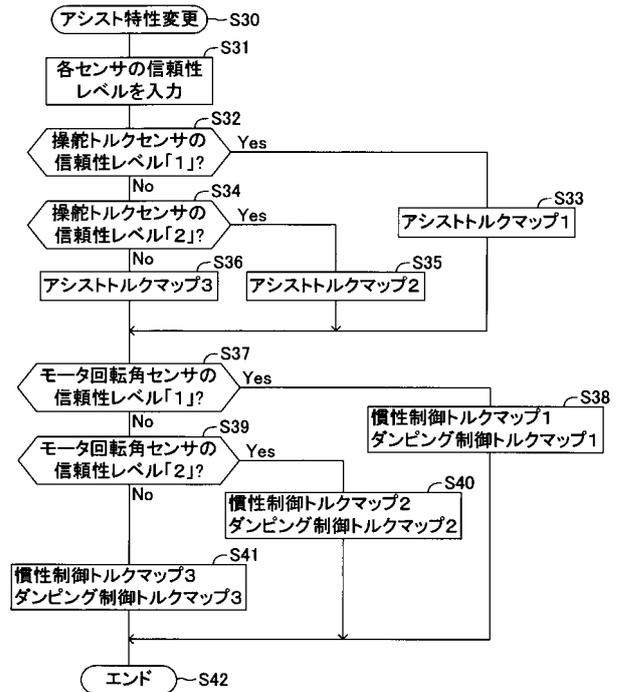
【 図 7 】



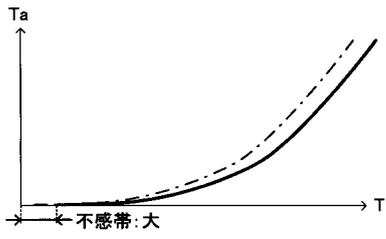
【 図 6 】



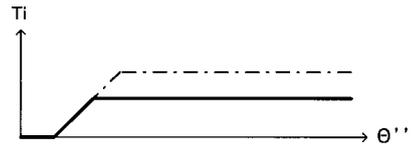
【 図 8 】



【 図 9 】



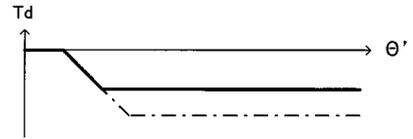
【 図 1 1 】



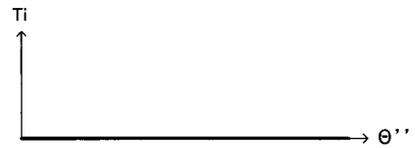
【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

