

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5985045号
(P5985045)

(45) 発行日 平成28年9月6日 (2016.9.6)

(24) 登録日 平成28年8月12日 (2016.8.12)

(51) Int. Cl.	F I
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00
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 117/00 (2006.01)	B 6 2 D 117:00
B 6 2 D 119/00 (2006.01)	B 6 2 D 119:00

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-510977 (P2015-510977)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成25年4月8日 (2013.4.8)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/060635		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02014/167630	(74) 代理人	100110423
(87) 国際公開日	平成26年10月16日 (2014.10.16)		弁理士 曾我 道治
審査請求日	平成27年4月13日 (2015.4.13)	(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順
		(74) 代理人	100122437
			弁理士 大宅 一宏
		(74) 代理人	100147566
			弁理士 上田 俊一
		(74) 代理人	100161171
			弁理士 吉田 潤一郎
		(74) 代理人	100161115
			弁理士 飯野 智史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 操舵制御装置および操舵制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の操舵系に操舵補助トルクを付与するアクチュエータと、
運転者の操舵状態を判定する操舵状態判定部と、
操舵補助トルクを演算する操舵補助トルク演算部と、
前記操舵状態判定部の結果に応じて、前記操舵補助トルクを補正する操舵補助トルク補正部と、
補正した操舵補助トルクに応じて前記アクチュエータを制御するアクチュエータ制御部と、
を備え、
前記操舵補助トルク演算部は、少なくとも前記操舵系の戻り特性を改善するためにアクチュエータに付与する第1の操舵補助トルクと、前記第1の操舵補助トルクより小さい第2の操舵補助トルクを演算し、
前記操舵補助トルク補正部は、
前記操舵状態判定部の結果に応じて、前記少なくとも第1の操舵補助トルクと第2の操舵補助トルクの中から、1つの操舵補助トルクを選択して切替える切替え部と、
切替えたときに両操舵補助トルクの差により生じる操舵補助トルクの急変を抑制するための補正付フィルタ処理部と、
を含み、
前記補正付フィルタ処理部は、

選択された操舵補助トルクと補正付フィルタ処理済みの操舵補助トルクとの差にフィルタ処理としてフィルタ時定数の逆数を掛けたフィルタ処理変化量と、前記操舵補助トルク演算部の各操舵補助トルクのそれぞれの微分して得た操舵補助トルク変化量のうちの前記切替え部により選択された操舵補助トルクの前記操舵補助トルク変化量と、を加算し、加算値を積分した値に基づく補正した操舵補助トルクを出力とし、

前記操舵補助トルク補正部で補正した操舵補助トルクに応じて、前記アクチュエータ制御部が前記アクチュエータを駆動する、

ことを特徴とする操舵制御装置。

【請求項 2】

前記操舵補助トルク補正部は、前記操舵状態判定部の結果に応じて、前記フィルタ処理の時定数を変更することを特徴とする請求項 1 に記載の操舵制御装置。

【請求項 3】

前記操舵系の操舵速度を検出する操舵速度検出部を備え、

前記操舵補助トルク補正部は、前記フィルタ処理の時定数を操舵速度に応じて変更することを特徴とする請求項 1 に記載の操舵制御装置。

【請求項 4】

前記車両の車速を検出する車速検出部を備え、

前記操舵補助トルク補正部は、前記フィルタ処理の時定数を車速に応じて変更することを特徴とする請求項 1 に記載の操舵制御装置。

【請求項 5】

前記車両の操舵系に作用する操舵トルクを検出する操舵トルク検出部を備え、

前記操舵補助トルク補正部は、前記フィルタ処理の時定数を操舵トルクに応じて変更することを特徴とする請求項 1 に記載の操舵制御装置。

【請求項 6】

前記操舵補助トルク演算部が、操舵トルクと車速に従って決まる基準操舵補助トルクを演算し、

前記操舵補助トルク補正部が、前記フィルタ処理部の出力する操舵補助トルクで前記基準操舵補助トルクを補正した操舵補助トルクを出力する、

ことを特徴とする請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置。

【請求項 7】

運転者の操舵状態を判定する工程と、

操舵補助トルクを演算する工程と、

前記操舵状態判定の結果に応じて、前記操舵補助トルクを補正する工程と、

補正した操舵補助トルクに従って、車両の操舵系に操舵補助トルクを付与するアクチュエータを制御する工程と、

を備え、

前記操舵補助トルクを演算する工程において、少なくとも前記操舵系の戻り特性を改善するためにアクチュエータに付与する第 1 の操舵補助トルクと、前記第 1 の操舵補助トルクより小さい第 2 の操舵補助トルクを演算し、

前記操舵補助トルクを補正する工程において、前記操舵状態の判定の結果に応じて、前記少なくとも第 1 の操舵補助トルクと第 2 の操舵補助トルクの中から、1 つの操舵補助トルクを選択して切替えると共に、切替えたときに両操舵補助トルクの差により生じる操舵補助トルクの急変を抑制するための補正付フィルタ処理を行い、

前記補正付フィルタ処理は、

選択された操舵補助トルクと補正付フィルタ処理済みの操舵補助トルクとの差にフィルタ処理としてフィルタ時定数の逆数を掛けたフィルタ処理変化量と、前記操舵補助トルクを演算する工程の各操舵補助トルクのそれぞれの微分して得た操舵補助トルク変化量のうちの前記切替え部により選択された操舵補助トルクの前記操舵補助トルク変化量と、を加算し、加算値を積分した値に基づく補正した操舵補助トルクを求め、

前記アクチュエータを制御する工程で、前記操舵補助トルクを補正する工程で補正した

10

20

30

40

50

操舵補助トルクに応じて、前記アクチュエータを駆動する、
ことを特徴とする操舵制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、運転者の操舵をアシストする操舵制御装置等に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の操舵制御装置として、低車速におけるハンドル手放し時のハンドル戻り特性を改善するために、モータでハンドル戻しトルクを発生させる操舵制御装置がある(例えば下記特許文献1)。

【0003】

上記特許文献1によれば、モータの回転方向と操舵トルクの入力方向とが互いに異なるときにハンドルが戻り状態であると極性判別し、戻しトルクを付与するか、付与しないか切り替えている。また、保舵時(直進等でハンドルを大きく操舵しない時)におけるハンドルの僅かな切り戻しによっても、所謂ハンドルを取られるという、意図しない方向にハンドルから力を受ける現象が生じることを防ぐため、操舵トルクの大きさによって、戻しトルクを付与するか、付与しないかを切り替えている。その結果、戻しトルクはパルス的なオン・オフ信号となり、これによるハンドル戻し制御もパルス的な制御となりハンドルにパルス的な短い期間の急峻な変化による衝撃として伝わり、ハンドルの保舵時あるいは微保舵時の違和感につながる。そこでこの問題に対し、上記特許文献1では、戻りトルクをローパスフィルタ処理することが提案されている。ローパスフィルタ処理により、戻しトルクのパルス的な変化が緩やかになり、操舵感覚の違和感を低減している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平10-278829号公報(2～3頁、段落0001～0021、図2、図4)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記のような従来の操舵制御装置においては、ハンドル戻し制御の応答が、ローパスフィルタの応答で制限される。そのため、ハンドル戻し制御が高応答を必要とするような状況においては、十分なハンドル戻し制御の効果を得ることができず、好適なハンドル戻り特性を得ることができないという課題があった。

【0006】

この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、ハンドル戻し制御などの制御をオン・オフする場合の操舵補助トルクのパルス的な変化(短い急峻な変化)による操舵時の違和感を軽減するとともに、制御の高応答を必要とする場合においても、十分な制御効果を得ることができる操舵制御装置等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】

【0007】

この発明は、車両の操舵系に操舵補助トルクを付与するアクチュエータと、運転者の操舵状態を判定する操舵状態判定部と、操舵補助トルクを演算する操舵補助トルク演算部と、前記操舵状態判定部の結果に応じて、前記操舵補助トルクを補正する操舵補助トルク補正部と、補正した操舵補助トルクに応じて前記アクチュエータを制御するアクチュエータ制御部と、を備え、前記操舵補助トルク演算部は、少なくとも前記操舵系の戻り特性を改善するためにアクチュエータに付与する第1の操舵補助トルクと、前記第1の操舵補助トルクより小さい第2の操舵補助トルクを演算し、前記操舵補助トルク補正部は、前記操舵状態判定部の結果に応じて、前記少なくとも第1の操舵補助トルクと第2の操舵補助トル

10

20

30

40

50

クの中から、1つの操舵補助トルクを選択して切替える切替え部と、切替えたときに両操舵補助トルクの差により生じる操舵補助トルクの急変を抑制するための補正付フィルタ処理部と、を含み、前記補正付フィルタ処理部は、選択された操舵補助トルクと補正付フィルタ処理済みの操舵補助トルクとの差にフィルタ処理としてフィルタ時定数の逆数を掛けたフィルタ処理変化量と、前記操舵補助トルク演算部の各操舵補助トルクのそれぞれの微分して得た操舵補助トルク変化量のうちの前記切替え部により選択された操舵補助トルクの前記操舵補助トルク変化量と、を加算し、加算値を積分した値に基づく補正した操舵補助トルクを出力とし、前記操舵補助トルク補正部で補正した操舵補助トルクに応じて、前記アクチュエータ制御部が前記アクチュエータを駆動する、ことを特徴とする操舵制御装置等にある。

10

【発明の効果】

【0008】

この発明では、ハンドル戻し制御などの制御をオン・オフする場合の操舵補助トルクのパルス的变化(短い急峻な変化)による操舵時の違和感を軽減するとともに、制御の高応答を必要とする場合においても、十分な制御効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】この発明による操舵制御装置の構成の一例を示す図である。

【図2】この発明の実施の形態1による操舵制御装置の要部の構成の一例を示すブロック図である。

20

【図3】この発明の実施の形態1による操舵制御装置の要部の動作の一例を示す動作フローチャートである。

【図4】この発明の実施の形態1における操舵補助トルク1演算器の構成の一例を示すブロック図である。

【図5】この発明の実施の形態1におけるアシストマップの一例を示す図である。

【図6】この発明の実施の形態1における操舵補助トルク補正器の構成の一例を示すブロック図である。

【図7】この発明による操舵制御装置の効果を説明するための図である。

【図8】この発明の実施の形態1における操舵補助トルク1演算器の構成の別の例を示すブロック図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0010】

この発明によれば、2つ以上の操舵補助トルクから、1つの操舵補助トルクを選択することによる操舵補助トルクの変動を、ローパスフィルタ処理で緩和するとともに、選択した操舵補助トルクの変化量に応じてローパスフィルタ処理を補正することにより、制御の高応答を必要とする場合においても、十分な制御効果を得る。

【0011】

以下、この発明による操舵制御装置等を各実施の形態に従って図面を用いて説明する。なお、各実施の形態において、同一もしくは相当部分は同一符号で示し、重複する説明は省略する。

40

【0012】

実施の形態1.

図1はこの発明による操舵制御装置の構成の一例を示す図である。ハンドル1に連結したステアリング軸2の回転に応じて左右の転舵輪3が転舵される。ハンドル1には、操舵角度を検出する操舵角度センサ4が配置されている。ステアリング軸2には、トルクセンサ5が配置され、ステアリング軸2に作用する操舵トルクを検出する。モータ6は減速機構7を介してステアリング軸2に連結しており、モータ6が発生する操舵補助トルクをステアリング軸2に付与することができる。車両の車速は車速センサ8で検出する。またモータ6に流れる電流は電流センサ9で検出する。モータ6の端子間電圧は電圧センサ10で検出する。

50

【0013】

制御ユニット11は、例えばモータ6が発生させる操舵補助トルクを演算し、操舵補助トルクを発生するために必要なモータ6の電流を制御するものであり、後述するROM、RAMを含むメモリを設けたマイクロコンピュータ(CPU)、モータ電流を駆動(所望の電流を流す)する電流駆動器12等を備える。

【0014】

次にこの実施の形態の要部である制御ユニット11での操舵補助トルクの演算について、図2に示すブロック図と図3に示す動作フローチャートに従って説明する。なお動作フローチャートに示す動作は所定時間の制御周期で繰り返し実行される。

【0015】

図2において、制御ユニット11は、電流駆動器12と、マイクロコンピュータで構成される操舵状態判定器21、操舵補助トルク演算器22、メモリ(装置)Mを含む。そして、例えば操舵角度センサ4、車速センサ8、トルクセンサ5、電流センサ9等が制御ユニット11に接続されている。メモリMにはマイクロコンピュータで使用される各種データ、情報が記憶される。

操舵補助トルク演算器22は、操舵補助トルク1演算器221、操舵補助トルク2演算器222、操舵補助トルク3演算器223、操舵補助トルク補正器224を含む。

【0016】

図3の動作フローチャートにおいて、ステップS1において、操舵角度センサ4を用いて操舵角度、トルクセンサ5を用いて操舵トルク、車速センサ8を用いて車両の車速をそれぞれ検出する。

【0017】

ステップS2では、操舵状態判定器21において、操舵トルクから運転者の操舵状態を判定する。操舵トルクの大きさが、所定の操舵トルク閾値を越える場合、操舵状態判定器21は、運転者がハンドル1を掴んで操舵している状態、すなわち、保舵状態と判定する。

【0018】

ステップS3では、操舵補助トルク演算器22において、操舵角度、操舵トルク、車速に基づいて、操舵補助トルク1、操舵補助トルク2、操舵補助トルク3を演算する。この実施の形態において、操舵補助トルク1は、低車速におけるハンドル手放し時のハンドル戻り特性を改善するために、モータ6でハンドル戻しトルクを発生させるための操舵補助トルクである。操舵補助トルク1を演算する操舵補助トルク1演算器221の構成について説明する。

【0019】

操舵補助トルク1演算器221のブロック図を図4に示す。目標操舵速度設定器41は、操舵角度と車速に対応する目標操舵速度があらかじめ、マップデータとして設定されており(実際にはメモリに格納されている)、検出した操舵角度と車速に対応する目標操舵速度が演算される。目標操舵速度は、ハンドル1の中立位置への戻りを改善するため、操舵角度に対して、逆符号の目標操舵速度が設定されており、また、車速が低いほど、目標操舵速度の大きさが大きくなるように設定されている。そして同じ車速においては、例えば操舵角度の大きさ(絶対値)の増加に従い、零から例えば基準操舵角度までの操舵角度の間で、はじめは増加する特性であるが、その後、最大目標操舵速度に達したあと、減少する特性となっている。

【0020】

実操舵速度演算器42では、操舵角度からハンドル1の操舵速度である実操舵速度を演算する。

減算器43では、目標操舵速度から実操舵速度を減算することで、操舵速度偏差を演算する。

ゲイン補正器44では、操舵速度偏差に所定のゲインを掛けることで、操舵補助トルク1を演算する。

10

20

30

40

50

【0021】

次に、操舵補助トルク2を演算する操舵補助トルク2演算器222の構成について、説明する。この実施の形態において、操舵補助トルク2は、操舵状態判定器21の判定結果によって、操舵補助トルク1と切替わる操舵補助トルクであり、操舵補助トルク2は零に設定される。つまり、操舵補助トルク2は、操舵補助トルク1の付与を停止するために設定される操舵補助トルクである。

なお、上記理由により操舵補助トルク2は零に限らず操舵補助トルク1より小さい値であればよい。

【0022】

操舵補助トルク3を演算する操舵補助トルク3演算器223は、従来の操舵制御装置で演算されている操舵補助トルクを演算する。例えば、この実施の形態では、図5に示すアシストマップのように操舵トルクと車速に対応する運転者の操舵を補助するための操舵補助トルクがあらかじめ、マップデータとして設定されており(メモリMに格納)、検出した操舵トルクと車速に応じて、操舵補助トルク3が演算される。

【0023】

図5のアシストマップでは、操舵トルクの大きさ(絶対値)が小さい領域では、アシストマップの勾配、すなわち操舵トルクの増加に対する操舵補助トルクの値の増加量、が小さく、操舵トルクが増加すると徐々に勾配が大きくなり、所定の操舵補助トルクに達すると、それ以上は増加せず一定となる。また、車速が低いほど、操舵補助トルクの大きさが大きくなるように設定されている。

【0024】

ステップS4では、操舵補助トルク補正器224において、操舵補助トルク1、操舵補助トルク2、操舵補助トルク3から最終的な操舵補助トルクを演算する。操舵補助トルク補正器224の構成を示すブロック図を図6に示す。

【0025】

図6において、操舵補助トルク補正器224は、微分器62、63、切替え器61、64、補正付ローパスフィルタ70、加算器69、を含む。そして、操舵状態判定器21、操舵補助トルク1演算器221、操舵補助トルク2演算器222、操舵補助トルク3演算器223が接続されている。補正付ローパスフィルタ70は、減算器65、掛算器66、加算器67、積分器68を含む。

【0026】

切替え器61は操舵状態判定器21の判定結果によって、出力する信号を切替える。この実施の形態では、操舵状態判定器21において、保舵状態と判定している時は、操舵補助トルク2を選択し、零を出力する。操舵状態判定器21において、保舵状態と判定していない時は、操舵補助トルク1を選択し、出力する。

【0027】

微分器62は操舵補助トルク1を微分し、操舵補助トルク1の変化量を演算する。ここでsはラプラス演算子を表す。微分器63は操舵補助トルク2を微分し、操舵補助トルク2の変化量を演算する。

【0028】

切替え器64は操舵状態判定器21の判定結果によって、出力する信号を切替える。この実施の形態では、操舵状態判定器21において、保舵状態と判定している時は、操舵補助トルク2の変化量を選択し、出力する。操舵補助トルク2は零であるので、操舵補助トルク2の変化量も零である。操舵状態判定器21において、保舵状態と判定していない時は、操舵補助トルク1の変化量を選択し、出力する。

【0029】

減算器65では、切替え器61の出力から、積分器68の出力を減算して出力する。掛算器66は、減算器65の出力にフィルタ時定数Tcの逆数を掛けて出力する。加算器67は、掛算器66の出力と切替え器64の出力を足し合わせて出力する。積分器68は加算器67の出力を積分し出力する。この積分器68の出力が、この実施の形態の要部とな

10

20

30

40

50

る操舵補助トルク補正器 224 で補正した操舵補助トルクに相当する。

加算器 69 は積分器 68 の出力と、操舵補助トルク 3 を加算して、最終的な操舵補助トルクを出力する。

【0030】

ここで、従来技術である操舵補助トルクに単純にローパスフィルタ処理を実施する構成との対応について説明する。従来技術のローパスフィルタは、図 6 の破線部 70 から、加算器 67 を除いた構成に相当する。また、積分器 68 への入力、すなわち、掛算器 66 の出力は、従来技術のローパスフィルタにおいて、ローパスフィルタが出力する信号の変化量に相当する。よって、積分器 68 への入力、すなわち、掛算器 66 の出力をフィルタ処理の変化量と呼ぶ。

10

【0031】

ステップ S5 では、電流駆動器 12 において、モータ 6 が最終的に演算した操舵補助トルクを発生するようにモータ 6 の電流を駆動する。

なお、電流駆動器 12 は通常、電流センサ 9 からのモータ 6 の電流値によりフィードバック制御を行うが、この発明はこれに限定されるものではない。

【0032】

次にこの実施の形態の効果を説明する。この実施の形態の従来技術との大きな違いは、破線部 70 で示すローパスフィルタ処理に、加算器 67 を追加し、フィルタ処理の変化量を、切替え器 64 で選択した操舵補助トルクの変化量を加算して補正する処理を備えた点である。その効果を図 7 に示す。図 7 は、操舵角度が大きい領域から、運転者がハンドル 1 から手を放した場合を想定した積分器 68 の出力を示すものである。

20

【0033】

図 7 の (a) は操舵トルクの経時変化を示し、A は保舵状態と判定している期間を示す。図 7 の (b) は演算される操舵補助トルクの経時変化を示し、B1 はこの発明での補正付ローパスフィルタの処理結果の操舵補助トルク、B2 は従来のローパスフィルタの処理結果の操舵補助トルク、Ta1 は操舵補助トルク 1、Ta2 は操舵補助トルク 2、をそれぞれ示す。

【0034】

操舵角度が大きい領域からの手放しの場合、ハンドル 1 を中立位置に戻そうとする路面反力トルクが大きい場合、目標操舵速度よりも、ハンドル 1 を中立位置に戻す実速度のほうが大きく発生する。その結果、ハンドル 1 が急激に中立位置に戻るため、運転者は違和感を受ける。違和感を軽減するためには適度にゆっくり戻ることが好適である。

30

【0035】

操舵補助トルク 1 演算器 221 は、目標操舵速度と実操舵速度との偏差から、操舵補助トルクを演算するため、目標操舵速度より実操舵速度のほうが大きい場合は、実操舵速度を抑えて、ハンドル 1 をゆっくり戻すように操舵補助トルク 1 が演算される。

【0036】

図 7 の (b) の操舵補助トルク 1 (Ta1) は、ハンドル 1 を手放した時、実操舵速度を抑えるための操舵補助トルクが増加していることを示している。操舵補助トルク 2 (Ta2) は常に零である。図 7 の (a) に示すように、操舵トルクが操舵トルク閾値を越え、保舵状態と判定している間 (A) は、操舵補助トルク 2 (Ta2) が選択されている。操舵トルクが操舵トルク閾値を下回ると、操舵補助トルク 1 (Ta1) が選択される。

40

【0037】

操舵補助トルクの切替えのタイミングにおいて、操舵補助トルク 1 (Ta1) と操舵補助トルク 2 (Ta2) は異なる値であるため、単純にスイッチのように切替えるだけだと、両操舵補助トルクの差によって生じる操舵補助トルクの急変により、運転者にも違和感を与えてしまう。この違和感は上記特許文献 1 記載のパルス的な急峻な変化によるパルス的な変化による衝撃に相当するものである。

【0038】

図 7 の (b) の従来技術のローパスフィルタの処理結果の操舵補助トルク B2 では、この

50

両操舵補助トルクの差によるオフセット急変を緩やかに変化させるため、違和感は改善されている。ただし、ローパスフィルタにより、応答が遅れる結果、ハンドル1の急激な戻し速度を抑えるための操舵補助トルク1の立ち上がりが遅れている。この結果、ハンドル1の急激な戻り速度が発生し、運転者に違和感を与えてしまう課題が生じる。

【0039】

それに対し、図7の(b)のこの発明の補正付ローパスフィルタの処理結果の操舵補助トルクB1は、この実施の形態の積分器68の出力を示す。選択した操舵補助トルク1の変化量が加算器67において足し合わされるようにフィルタ処理を補正した結果、操舵補助トルクの切替えのタイミング時のオフセット急変を防止し、滑らかに操舵補助トルクを切替えられるとともに、切替え後、操舵補助トルク1の変化と等しく、積分器68の出力が変化している。すなわち、応答遅れが改善し、従来技術に対して、操舵補助トルクの立ち上がりが早くなっている。その結果、ハンドル1の急激な戻し速度を抑える操舵補助トルクを早期に発生させることが可能となり、ハンドル1をゆっくりと好適に戻すことが可能となる。

10

【0040】

伝達特性で上記効果を説明すると、従来のローパスフィルタは伝達特性がローパスフィルタの伝達特性になるが、この発明では、伝達特性は1となり、入力の変化特性が遅れなく、出力の変化となる効果となっている。そして、切替え時に生じるオフセットに関しては、補正付ローパスフィルタの伝達特性で滑らかにオフセットを解消する効果となっている。

20

【0041】

なお、この実施の形態では、フィルタの時定数を固定値として説明したが、以下に示すように、フィルタの時定数 T_c を可変にしてもよい。

【0042】

例えば、切替器61、64の切替えに応じて、すなわち、操舵状態判定器21の判定結果に基づいて、フィルタの時定数 T_c を変更する。操舵補助トルク1の付与を停止するために切替器61、64において操舵補助トルク2を選択した場合は、ハンドル1の急激な戻し速度に対応する必要がないため、高い応答性は必要でないため、時定数を大きく設定することで、より穏やかに操舵補助トルクを零に漸減させることが可能になり、滑らかな操舵感を達成することができる。

30

【0043】

従って掛算器66は、外部からの所定の条件を示す少なくとも1種類の信号に従ってフィルタ時定数 T_c を変更する機能、および例えば操舵角度の変化から操舵速度を求める等の所定の演算機能を有し得るものとする(図6参照)。各条件に対するフィルタ時定数 T_c のマップ、または時定数変更用の閾値等は、例えばメモリMに予め格納したものを使用するものとする(以下同様)。

【0044】

また、切替器61、64の切替えがない状況、すなわち、操舵状態判定器21の判定結果が同じ場合においても、フィルタの時定数を可変にしてもよい。保舵状態と判定され、操舵補助トルク2が選択されている状況において、例えば操舵角度センサ4からの操舵角度の変化に基づき求めた操舵速度が所定の操舵速度閾値よりも大きい場合に、フィルタの時定数を小さく設定する。

40

【0045】

この構成により、操舵速度に応じて適切な操舵補助トルク補正器224の制御応答を得ることができる。その結果、運転者がハンドル1を持っている保舵状態と判定され、かつ、運転者がハンドル1を操舵している時に、操舵補助トルクを速やかに零に漸減できるため、運転者の操舵と操舵補助トルクとの干渉を抑えることができる。逆に、運転者がハンドルを一定舵角で保舵している場合は、操舵補助トルクがゆっくりと零に漸減するため、操舵補助トルクの変化による違和感を軽減できる。

【0046】

50

また、操舵トルクが小さく保舵状態と判定されておらず、操舵補助トルク 1 が選択されている状況においても、操舵速度が小さい時に時定数が大きくなるように変更してもよい。操舵トルクが小さくても、運転者がハンドル 1 を保舵している状況において、操舵補助トルクの切替えのタイミング時のオフセット急変をより抑えることが可能となり、操舵補助トルクの変化による違和感を軽減することができる。また、操舵速度閾値は十分小さい操舵速度を設定することで、大きい操舵角からの手放し時には、即座に、時定数は小さい値に変更され、ハンドル 1 の急激な戻り速度の抑制効果は、同様に得ることができる。

【0047】

また、車速に応じて、フィルタの時定数を変更してもよい。この場合、掛算器 66 は車速センサ 8 からの車速信号によりフィルタの時定数を変更する。この構成により、車速に応じて適切な操舵補助トルク補正器 224 の制御応答を得ることができる。車速が低い場合、路面反力トルクが小さくなるため、大きな操舵角度からの手放しにおいても、ハンドル 1 の戻り速度は緩やかになるため、車速が小さいほど時定数を大きく設定することで、操舵補助トルクのパルスの変化をより滑らかにすることが可能となり、滑らかな操舵感を得ることが可能となる。

【0048】

また、操舵トルクに応じて、フィルタの時定数を変更してもよい。この場合、掛算器 66 は操舵状態判定器 21 の判定結果、トルクセンサ 5 からのトルク信号によりフィルタの時定数を変更する。この構成により、操舵トルクに応じて適切な操舵補助トルク補正器 224 の制御応答を得ることができる。例えば、操舵状態判定器 21 が保舵状態と判定し、操舵補助トルク 1 の付与を停止している状況、すなわち、操舵補助トルク 2 が選択されている状況において、操舵トルクの大きさが大きいほど、時定数を小さく設定する。その結果、運転者がハンドル 1 を操舵して、操舵トルクが増加している状況において、操舵補助トルクのオフセットを速やかに零に漸減できるため、切替え器 61, 64 において操舵補助トルク 2 を選択した場合は、運転者の操舵と操舵補助トルクとの干渉を抑えることができる。

【0049】

なお、上記実施の形態においては、操舵角度、操舵速度を得るために、操舵角度センサ 4 を用いる構成としたが、これに限定するものではない。操舵角度として、モータ 6 の回転角度を用いることは当然可能であり、車輪速差から推定した操舵角度を用いてもよい。また、操舵速度として、電圧センサ 10 で検出した電圧から推定した操舵速度を用いてもよい。

【0050】

また、上記実施の形態においては、操舵状態判定器 21 として、操舵トルクの大きさに基づき、運転者がハンドル 1 を保舵している保舵状態を判定する構成を示したが、それに限るものではない。例えば、特許文献 1 に示されているように、モータの回転方向と操舵トルクの方向とが互いに異なる時、運転者がハンドル 1 を中立位置に戻す切戻し操舵をしていると判断する構成とし、操舵補助トルク 1 を選択する。切戻し操舵と判断していない場合は、操舵補助トルク 2 の零を選択する。この構成により、切増し操舵においては、戻しトルクが付与されないため、運転者の操舵トルク増加を防止できる。そして、切戻し時に、ハンドル 1 を中立位置に戻す戻しトルクを付与し、切戻し操舵をアシストすることができる。そして、操舵補助トルクの切替え時のオフセット変化を緩やかにすることで運転者の違和感防止でき、かつ、高応答を必要とする切戻し操舵においても、操舵補助トルクの変化量を考慮することで、制御効果を得ることができる。

なお、モータの回転方向は例えば、電圧センサ 10 または電流センサ 9 の出力信号から求めることができる(図 2 参照)。

【0051】

さらに、上記実施の形態において、操舵補助トルク 2 は零とする構成としたが、その構成に限るものではない。例えば、操舵補助トルク 1 を演算するときより、図 4 のゲイン補正器 44 で偏差に掛ける所定のゲインを小さくした操舵補助トルク 1 演算器 221 を操舵

10

20

30

40

50

補助トルク 2 の演算に用いる。すなわち、この構成により、操舵補助トルク 2 は零ではないが、操舵補助トルク 1 より小さい操舵補助トルクを得ることができ、操舵状態判定結果に応じて、制御効果を弱めることができ、運転者の操舵と操舵補助トルクとの干渉を抑えることができる。

この場合、例えば図 4 において、操舵補助トルク 2 演算器 2 2 2 を、操舵補助トルク 1 演算器 2 2 1 と同じ構成で、ゲイン補正器 4 4 でのゲインを小さくしたものとする。

【0052】

また、操舵補助トルク 1 と、操舵補助トルク 2 と、その中間的な操舵補助トルクを演算し、操舵トルクの大きさに応じて、これらの中から、1 つの操舵補助トルクを選択する構成としてもよい。その結果、運転者の操舵状態に応じて、より適切な操舵補助トルクを選択することが可能となり、好適な操舵補助トルクを得ることができる。

10

この場合、例えば図 2、4 に示すように、操舵補助トルク 1 演算器 2 2 1 のゲイン補正器 4 4 がトルクセンサ 5 から得られる操舵トルクに従ってゲインを変更または切替えるようにする。

【0053】

さらに上記実施の形態において、操舵補助トルク 1 は、低車速におけるハンドル手放し時のハンドル戻り特性を改善するために、モータ 6 でハンドル戻しトルクを発生させるための操舵補助トルクを、目標操舵速度と操舵速度の偏差から演算したが、その構成に限るものではない。

【0054】

20

例えば、ハンドル 1 の戻り特性を改善するために、操舵速度に比例する抵抗トルクとなる粘性トルクを操舵補助トルクとして付与する構成とし、切増し操舵で弱めの粘性トルクを付与し、切戻し操舵で強めの粘性トルクを付与するように構成してもよい。粘性トルクを操舵補助トルクとした場合の、操舵補助トルク 1 演算器 2 2 1 の構成を示すブロック図を図 8 に示す。実操舵速度演算器 4 2 では操舵角度センサ 4 から取得した操舵角度を微分して実操舵速度を演算する。ゲイン補正器 4 4 では、車速センサ 8 で検出した車両の速度に応じて、ゲインを設定し、設定したゲインと実操舵速度を掛け合わせて、粘性トルクを演算し、操舵補助トルク 1 とする。操舵補助トルク 1 に 1 未満のゲインを掛けることで操舵補助トルク 2 を演算する。操舵状態判定器 2 1 において、切増し操舵の状態、または、切戻し操舵の状態を判定し、切増し操舵状態の時には、操舵補助トルク 2 を選択し、切戻し操舵状態の時には、操舵補助トルク 1 を選択する。

30

この構成により、切り増し操舵時には、粘性トルクを小さく設定できるため、運転者の操舵トルクの増大を防止し、好適な操舵感を得ることができ、かつ、操舵補助トルクの切替え時のオフセット変化を緩やかにすることで運転者の違和感防止でき、さらに、切り戻し操舵では、高い制御応答により急激な戻り速度増加を抑えることが可能になる。

【0055】

なお、モータ 6 および減速機構 7 がアクチュエータを構成し、操舵状態判定器 2 1 が操舵状態判定部を構成し、操舵補助トルク 1 演算器 2 2 1、操舵補助トルク 2 演算器 2 2 2、操舵補助トルク 3 演算器 2 2 3 が操舵補助トルク演算部を構成し、操舵補助トルク補正器 2 2 4 が操舵補助トルク補正部を構成し、電流駆動器 1 2 がアクチュエータ制御部を構成し、切替え器 6 1、6 4 が切替え部を構成し、微分器 6 2、6 3、補正付ローパスフィルタ 7 0 (減算器 6 5、掛算器 6 6、加算器 6 7、積分器 6 8 を含む)、加算器 6 9 が 補正付 フィルタ処理部を構成する。

40

また、操舵角度センサ 4 (または操舵角度センサ 4 と掛算器 6 6) が操舵角度検出部を構成し、車速センサ 8 が車速検出部を構成し、トルクセンサ 5 が操舵トルク検出部を構成する。

また、操舵補助トルク 1 は第 1 の操舵補助トルク、操舵補助トルク 2 は第 2 の操舵補助トルク、操舵補助トルク 3 は基準操舵補助トルクを構成する。

【0056】

この発明は上記各実施例に限定されるものではなく、これらの可能組み合わせを全て含

50

むことは云うまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0057】

この発明による操舵制御装置等は各種操舵装置に適用可能であり、同様な効果を奏する。

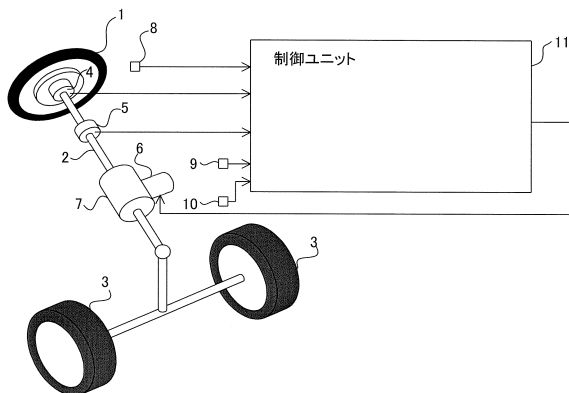
【符号の説明】

【0058】

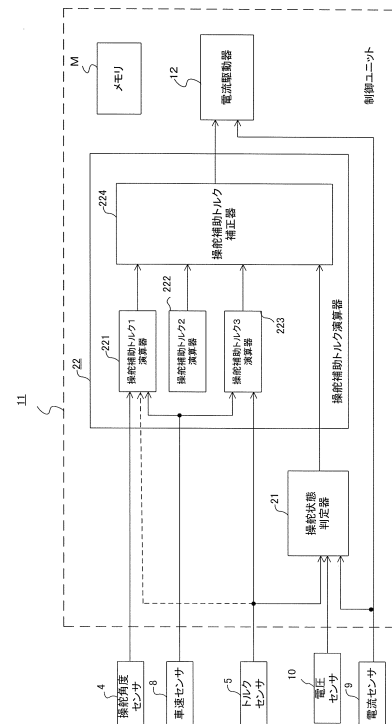
1 ハンドル、2 ステアリング軸、3 転舵輪、4 操舵角度センサ、5 トルクセンサ、6 モータ、7 減速機構、8 車速センサ、9 電流センサ、10 電圧センサ、11 制御ユニット、12 電流駆動器、21 操舵状態判定器、22 操舵補助トルク演算器、41 目標操舵速度設定器、42 実操舵速度演算器、43 減算器、44 ゲイン補正器、61, 64 切替え器、62, 63 微分器、65 減算器、66 掛算器、67 加算器、68 積分器、69 加算器、70 補正付ローパスフィルタ、221 操舵補助トルク1演算器、222 操舵補助トルク2演算器、223 操舵補助トルク3演算器、224 操舵補助トルク補正器、M メモリ。

10

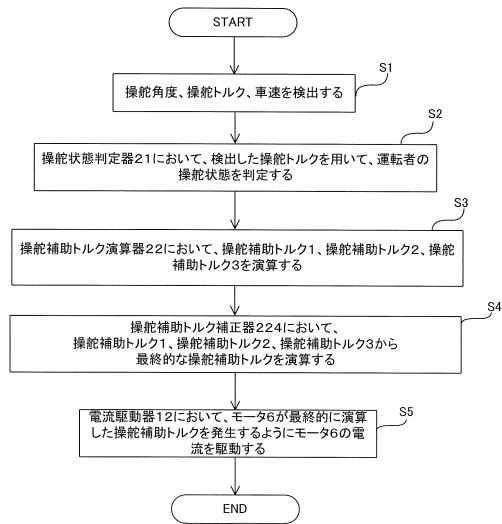
【図1】



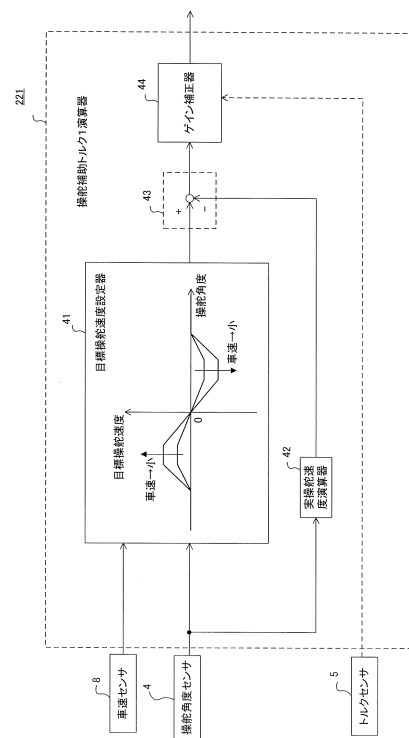
【図2】



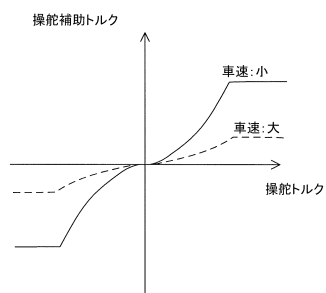
【図 3】



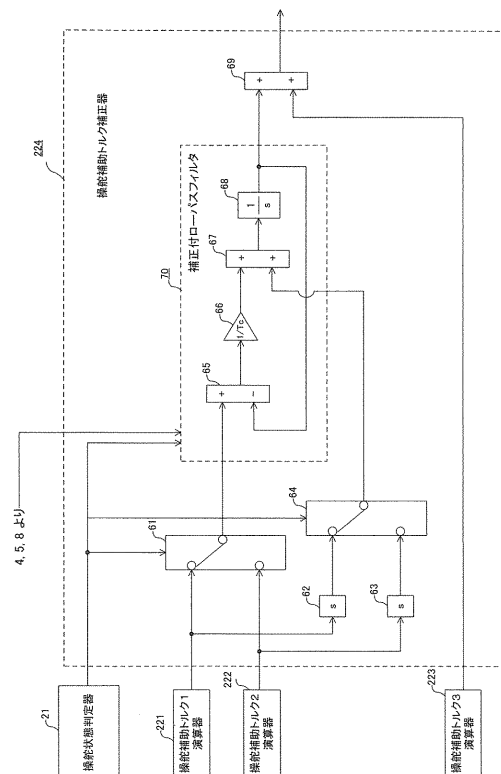
【図 4】



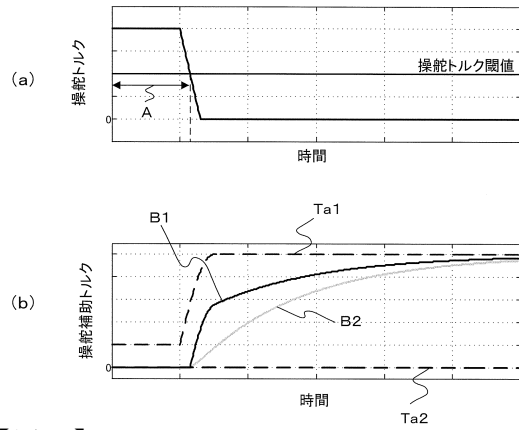
【図 5】



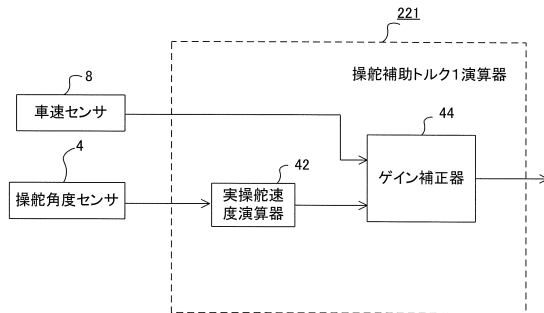
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 遠藤 雅也
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 金原 義彦
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 池田 英俊
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 小河 賢二
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 戸田 泰蔵
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 八木 誠

- (56)参考文献 特開2000-289639 (JP, A)
特開2002-316659 (JP, A)
特開平10-278829 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B62D6/00-6/10