

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6663767号
(P6663767)

(45) 発行日 令和2年3月13日(2020.3.13)

(24) 登録日 令和2年2月19日(2020.2.19)

(51) Int.Cl. F 1
B 6 2 D 6/00 (2006.01) B 6 2 D 6/00

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-62073 (P2016-62073)	(73) 特許権者	000005348
(22) 出願日	平成28年3月25日 (2016. 3. 25)		株式会社 S U B A R U
(65) 公開番号	特開2017-171224 (P2017-171224A)		東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
(43) 公開日	平成29年9月28日 (2017. 9. 28)	(74) 代理人	110002907
審査請求日	平成30年12月26日 (2018. 12. 26)		特許業務法人イトーシン国際特許事務所
		(74) 代理人	100076233
			弁理士 伊藤 進
		(74) 代理人	100101661
			弁理士 長谷川 靖
		(74) 代理人	100135932
			弁理士 篠浦 治
		(72) 発明者	青山 裕紀
			東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 富士重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の操舵支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

運転者のハンドル操作による操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、
 前記操舵トルクに基づいてアシスト制御量を算出するアシスト制御量算出手段と、
 前記アシスト制御量を摩擦補償する第1摩擦補償トルクを設定する第1摩擦補償トルク設定手段と、

運転者のハンドル操作とは独立してステアリング操作をアシストする目標アシスト制御量を算出する目標アシスト制御量算出手段と、

前記目標アシスト制御量を摩擦補償する第2摩擦補償トルクを設定する第2摩擦補償トルク設定手段と、

前記アシスト制御量算出手段と前記目標アシスト制御量算出手段との一方を車両の運転状態に応じてアクティブに設定すると共に、アクティブに設定された側の前記制御量に基づいて設定した前記摩擦補償トルクをアクティブトルク目標値として設定する摩擦補償切換制御手段と、

アクティブに設定された前記制御量算出手段で算出した前記制御量に前記アクティブトルク目標値を加算してEPSモータを駆動するEPSトルクを設定するトルク加算手段とを備えることを特徴とする車両の操舵支援装置。

【請求項2】

前記摩擦補償切換制御手段は、非アクティブに設定された側の前記アシスト制御量算出手段で算出した前記アシスト制御量に基づいて設定した前記摩擦補償トルクを非アクティ

トルク初期値として設定すると共に、ステアリングの切り始めを検出し、該ステアリングの切り始めを検出した場合、前記アクティブトルク目標値に達するまで漸増するアクティブトルクを設定し、更に前記非アクティブトルク初期値が0トルクとなるまで漸減する非アクティブトルクを設定し、

前記トルク加算手段は、前記非アクティブトルクを更に加算して前記EPSトルクを設定する

ことを特徴とする請求項1記載の車両の操舵支援装置。

【請求項3】

前記摩擦補償切換制御手段は、前記目標アシスト制御量算出手段をアクティブに設定した場合、前記第2摩擦補償トルクを前記アクティブトルク目標値として設定し、前記第1摩擦補償トルクを前記非アクティブトルク初期値として設定する

ことを特徴とする請求項2記載の車両の操舵支援装置。

【請求項4】

前記摩擦補償切換制御手段は、前記アシスト制御量算出手段をアクティブに設定した場合、前記第1摩擦補償トルクを前記アクティブトルク目標値として設定し、前記第2摩擦補償トルクを前記非アクティブトルク初期値として設定する

ことを特徴とする請求項2記載の車両の操舵支援装置。

【請求項5】

前記運転者のオーバーライドを判定するオーバーライド判定手段を更に有し、

前記摩擦補償切換制御手段は、前記オーバーライド判定手段でオーバーライドと判定し且つ前記第1摩擦補償トルクと前記第2摩擦補償トルクとの符合が同一の場合、該第1摩擦補償トルクと前記第2摩擦補償トルクとの双方を前記アクティブトルク目標値として設定する

ことを特徴とする請求項2記載の車両の操舵支援装置。

【請求項6】

前記運転者のオーバーライドを判定するオーバーライド判定手段を更に有し、

前記摩擦補償切換制御手段は、前記オーバーライド判定手段でオーバーライドと判定し且つ前記第1摩擦補償トルクと前記第2摩擦補償トルクとの符合が異なる場合、該第1摩擦補償トルクを前記アクティブトルク目標値として設定し、前記第2摩擦補償トルクを前記非アクティブトルク初期値として設定する

ことを特徴とする請求項2記載の車両の操舵支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、運転支援制御中、或いはオーバーライドにおいてステアリング系の摩擦力を補償する摩擦補償トルクを適正に設定することのできる車両の操舵支援装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、運転者がステアリングを操作した際の操舵力を電動モータによって補助する、いわゆる電動パワーステアリング装置（EPS）が知られている。又、近年では、例えば運転者が意図せず車線から逸脱し、或いは逸脱しようとする際に、運転者のハンドル操作とは独立した操舵制御により車両を車線内に戻して車線逸脱を防止する車線逸脱防止（LDP）制御が知られている。更に、車線の所定位置（例えば、車線中央）を目標走行軌跡として設定し、車両が目標走行位置に沿って走行するように操舵支援を行う車線維持支援（ALK）制御も知られている。

【0003】

ところで、運転者がハンドルを切り始めるとき、ステアリング系の摩擦力（静止摩擦力）の影響を受けて重たく（渋く）感じる。そのため、電動パワーステアリング装置には、例えば、特許文献1（再公表W02010/087295号公報）に開示されているような、運転者の操舵トルクを検出する操舵トルクセンサの出力値に基づいて摩擦力を補償す

10

20

30

40

50

る摩擦補償トルクを算出し、この摩擦補償トルクにて電動モータの操舵トルクを補助し、摩擦力を相殺することで、良好な操舵フィーリングを得ることができるようにした技術が多く採用されている。

【0004】

一方、車線逸脱防止(LDP)制御や車線維持支援(ALK)制御等の運転支援制御においても、電動モータを駆動させる際に、ハンドル側のステアリング系が同時に回転するので、当該ステアリング系の摩擦力の影響を受ける。そのため、例えば特許文献2(特開2015-189410号公報)に開示されているような、車線逸脱防止に必要な目標ヨーレートを算出し、この目標ヨーレートに対して車両の実ヨーレートが近づく方向の摩擦補償トルクを算出し、この摩擦補償トルクを、目標ヨーモーメントをトルク変換した値に
10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】再公表W02010/087295号公報

【特許文献2】特開2015-189410号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述した文献に開示されているように、ステアリング系の摩擦トルクを補償する手段として、電動パワーステアリング制御では、操舵トルクセンサの出力値に基づいて摩擦補償トルクを算出し、一方、操舵支援制御では、目標ヨーレートに実ヨーレートを近づけるための摩擦補償トルクを設定している。
20

【0007】

このように、電動パワーステアリング制御と操舵支援制御では、ステアリング系の摩擦力を補償する摩擦補償トルクをそれぞれ設定しているが、必要とするパラメータが相違しており、又、設定される摩擦補償トルクの補償方向や補償量も相違する。

【0008】

そのため、電動パワーステアリング装置を備える車両において、例えばALK制御を行った場合、運転者がハンドルを軽く把持した状態で、車両がカーブに進入するに際し、図6(a)に示すように、制御ユニットが電動パワーステアリング装置の電動モータに対してカーブの曲率に応じた操舵トルクを出力するに際し、同図(b)に示すように、ステアリング系の摩擦力を補償する摩擦補償トルク(ALK制御用摩擦補償トルク)を、ALK操舵トルクに加算して出力する。すると、ステアリング機構を介して操舵輪が転舵される。
30

【0009】

電動モータにて操舵が行われると、ハンドル側のステアリング軸も同時に回転する。一般に、操舵トルクセンサはステアリング軸間に配設されているトーションバの捩れ角変位を検出して操舵トルクを検出するものである。そのため、電動モータによりステアリング軸を回転させると、運転者がハンドル操作をしていないにも拘わらず、図6(c)に示すように、トーションバは摩擦力の影響を受けて捩れが発生し、操舵トルクセンサが操舵トルクを検出してしまう。
40

【0010】

電動モータにてステアリング軸を回転させた場合、トーションバは電動モータの回転方向へ捩れる。そのため、操舵トルクセンサで検出される操舵トルクは、図6(c)に示すように、あたかも、運転者がハンドルをALK操舵トルクによる操舵方向とは逆の方向へ転舵させたような値が検出される。その結果、同図(d)に示すように、電動パワーステアリング装置からは、操舵トルクセンサの検出値に対応して、運転者がハンドル操作した際の摩擦力を補償する摩擦補償トルク(EPS摩擦補償トルク)を電動モータへ出力して
50

しまう。図6(b), (d)に示すように、ALK制御用摩擦補償トルクとESP摩擦補償トルクとは符号(方向)が逆の摩擦補償トルクであるため、互いに相殺されてしまい、運転支援制御では良好な操舵制御性を得ることが困難となる。

【0011】

又、運転支援制御中に運転者がハンドル操作によりオーバーライドを行った場合、運転支援制御は中断されて手動運転に切り替わるが、タイムラグがあるため運転者がハンドル操作を行った瞬間は運転支援制御が継続されている。従って、運転者が切り戻し方向へオーバーライドさせた場合は上述同様、ALK制御用摩擦補償トルクとESP摩擦補償トルクとの符号は逆になり相殺される。

【0012】

一方、運転者がハンドル操作により切り増し方向へオーバーライドさせた場合は運転支援制御による操舵方向と運転者のハンドル操作方向とが同一となり、トーションバはハンドル操作側へ扱れるため、ALK制御用摩擦補償トルクとESP摩擦補償トルクの符号(方向)は同一となり、重畳された摩擦補償トルクが電動モータから出力されてしまい、操舵フィーリングが悪化する不都合がある。

【0013】

本発明は、上記事情に鑑み、運転支援制御中はもとより、運転者がハンドル操作によりオーバーライドを行った場合であっても、アシスト制御量を摩擦補償する摩擦補償トルクを適正に設定して、運転支援制御時の操舵制御性、及びオーバーライド時の運転者の操舵フィーリングを改善することのできる車両の操舵支援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】

【0014】

本発明による車両の操舵支援装置は、運転者のハンドル操作による操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、前記操舵トルクに基づいてアシスト制御量を算出するアシスト制御量算出手段と、前記アシスト制御量を摩擦補償する第1摩擦補償トルクを設定する第1摩擦補償トルク設定手段と、運転者のハンドル操作とは独立してステアリング操作をアシストする目標アシスト制御量を算出する目標アシスト制御量算出手段と、前記目標アシスト制御量を摩擦補償する第2摩擦補償トルクを設定する第2摩擦補償トルク設定手段と、前記アシスト制御量算出手段と前記目標アシスト制御量算出手段との一方を車両の運転状態に応じてアクティブに設定すると共に、アクティブに設定された側の前記制御量に基づいて設定した前記摩擦補償トルクをアクティブトルク目標値として設定する摩擦補償切換制御手段と、アクティブに設定された前記制御量算出手段で算出した前記アシスト制御量に前記アクティブトルク目標値を加算してEPSモータを駆動するEPSトルクを設定するトルク加算手段とを備える。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、アシスト制御量算出手段と目標アシスト制御量算出手段との一方を車両の運転状態に応じてアクティブに設定し、アクティブに設定された側の制御量に基づいて設定した摩擦補償トルクをアクティブトルク目標値として設定し、アクティブに設定された制御量算出手段で算出したアシスト制御量にアクティブトルク目標値を加算してEPSモータを駆動するEPSトルクを設定するようにしたので、運転支援制御中はもとより、運転者がハンドル操作によりオーバーライドを行った場合であっても、第1摩擦補償トルクと第2摩擦補償トルクとが相殺され、或いは重畳されてしまうことがなく、アシスト制御量を摩擦補償する摩擦補償トルクを適正に設定することができ、運転支援制御時の操舵制御性、及びオーバーライド時の運転者の操舵フィーリングを改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】操舵支援装置を搭載する車両の概略構成図

【図2】操舵支援装置の機能ブロック図

【図3】摩擦補償トルク設定ルーチンを示すフローチャート(その1)

10

20

30

40

50

【図4】摩擦補償トルク設定ルーチンを示すフローチャート(その2)

【図5】(a)は車線維持支援制御時に設定される操舵トルクのタイムチャート、(b)は(a)で設定した操舵トルクの方角に対応して設定される摩擦補償トルクのタイムチャート、(c)は操舵トルクセンサで検出した操舵トルクのタイムチャート、(d)は(c)で検出した操舵トルクに対応して設定される摩擦補償トルクのタイムチャート

【図6】従来例に係り、(a)は車線維持支援制御時に設定される操舵トルクのタイムチャート、(b)は(a)で設定した操舵トルクの方角に対応して設定される摩擦補償トルクのタイムチャート、(c)は操舵トルクセンサで検出した操舵トルクのタイムチャート、(d)は(c)で検出した操舵トルクに対応して設定される摩擦補償トルクのタイムチャート

10

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面に基づいて本発明の一実施形態を説明する。尚、以下においては、運転支援制御としてALK制御を例示して説明する。

【0018】

図1において、車両(自車両)1は、左右前輪FL, FRと左右後輪RL, RRとを有し、この左右前輪FL, FRが駆動輪であり、ラック&ピニオン機構等のステアリング機構2にタイロッド3を介して連設されている。又、このステアリング機構2に、先端にハンドル4を固設するステアリング軸5が連設されている。運転者がハンドル4を操作すると、ステアリング機構2を介して前輪FL, FRが転舵される。

20

【0019】

又、ステアリング軸5に電動パワーステアリング(EPS)装置6のEPSモータ7が、図示しない伝達機構を介して連設されている。EPS装置6はEPSモータ7とEPS制御ユニット(EPS_ECU)8とを有しており、このEPS_ECU8にて、EPSモータ7がステアリング軸5に付加するアシストトルクを制御する。このEPS_ECU8は、例えば、CAN(Controller Area Network)通信等を用いた車内ネットワークを介して、運転支援装置(DSS_ECU)11と接続されている。

【0020】

このEPS_ECU8は、DSS_ECU11からの駆動信号に従い、操舵支援制御が非アクティブ状態のときは運転者がハンドル4に加える操舵トルクをアシストするアシストトルクを設定する。一方、ALK制御がアクティブ状態のときは、DSS_ECU11にて設定したアシストトルクに対応する指令信号がEPS_ECU8に送信され、EPS_ECU8にてEPSモータ7に所定のアシストトルクを発生させて、自車両1が、後述する目標進行軌跡(例えば、車線中央)をトレースして走行するように制御する。尚、図示しないが、車内ネットワークには、EPS_ECU8、DSS_ECU11以外に、エンジン制御ユニット、変速機制御ユニット、ブレーキ制御を含む車両操安定制御(VDC: Vehicle Dynamics Control)ユニット等、自車両1の走行状態を制御するユニット類が相互通信自在に接続されており、これら制御ユニットはマイクロコンピュータを主体に構成されている。

30

【0021】

このDSS_ECU11には、ALK制御を行う際に必要とする各種パラメータとして、ステアリング軸5に取り付けられてハンドル4の操舵角である操舵角を検出する操舵角センサ12、自車両1に作用するヨーレートを検出するヨーレートセンサ13、車速を検出する車速センサ14、EPSモータ7の回転角を検出するEPSモータ回転角センサ15、及び、ステアリング軸5に介装されているトーションバ5aの捩れ角から、運転者がハンドル4に加える操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段としての操舵トルクセンサ16等、自車両1の挙動を検出するセンサ類からの信号が受信される。

40

【0022】

一方、符号21は前方認識装置であり、マイクロコンピュータを主体に構成されると共に、メインカメラ22aとサブカメラ22bとからなるステレオカメラで構成された

50

車載カメラを有し、この車載カメラ 22 で撮像した画像を画像処理して、ALK 制御に必要な画像情報を生成する。

【0023】

両カメラ 22 a, 22 b は、例えば車内前部であって、フロントガラスに近接する位置の車幅方向中央から左右に等間隔を開けて水平な状態で設置されている。又、この各カメラ 22 a, 22 b に CCD や CMOS 等の撮像素子が設けられており、この両撮像素子によって自車両が走行している走行レーンを含む進行方向前方の走行環境の三次元画像が撮影される。尚、本実施形態では、車載カメラ 22 で撮影した画像データに基づいて、自車両 1 の走行車線や先行車を含む立体物、障害物等を認識するものである。従って、これらを認識できるものであれば、車載カメラ 22 に代えて、ミリ波レーダ、赤外線レーザーレーダ等を採用してもよく、更には、これらとの組み合わせであっても良い。

10

【0024】

前方認識装置 21 は、各カメラ 22 a, 22 b で撮影した一対のアナログ画像を所定輝度階調のデジタル画像に変換し、メインカメラ 22 a の出力信号から基準画像データを生成し、又、サブカメラ 22 b の出力信号から比較画像データを生成する。そして、この基準画像データ及び比較画像データとの視差に基づいて両画像中の同一対象物の三次元情報、すなわち自車両から対象物までの距離を算出する。前方認識装置 21 は、生成された画像データに基づき左右区画線を認識し、その区画線間の幅（斜線幅）W を算出する。尚、車載カメラ 22 は単眼カメラであっても良く、この場合、周知のモーションステレオ法等を用いて三次元情報を得ることができる。

20

【0025】

図 2 に示すように、DSS_ECU11 は ALK 制御を実行する機能として、パワーステアリングアシスト制御部（以下、「PSA 制御部」と称する）31、操舵支援制御部 32、摩擦補償切換制御手段としての摩擦補償トルク切換制御部 33、及びトルク加算手段としてのトルク加算部 34 を備えている。

【0026】

更に、PSA 制御部 31 は、アシスト制御量算出手段としてのアシストトルク算出部 31 a と、第 1 摩擦補償トルク設定手段としてのパワステ用摩擦補償トルク（EPS 摩擦補償トルク）算出部 31 b とで構成されており、一方、操舵支援制御部 32 は目標操舵角算出部 32 a と、目標アシスト制御量算出手段としての目標操舵トルク算出部 32 b と、オーバーライド判定手段としてのオーバーライド判定部 32 c と、第 2 摩擦補償トルク設定手段としての操舵制御用摩擦補償トルク（ALK 摩擦補償トルク）算出部 32 d とで構成されている。

30

【0027】

PSA 制御部 31 のアシストトルク算出部 31 a は、操舵支援制御が非アクティブ状態のときに、車速センサ 14 で検出した自車両 1 の車速、及び操舵トルクセンサ 16 で検出した操舵トルク、EPS モータ回転角センサ 15 で検出した EPS モータ 7 の回転角に基づき、運転者のハンドル操作に応じたアシスト制御量としてのアシストトルクを算出する。又、EPS 摩擦補償トルク算出部 31 b は、運転者がハンドル操作を行う際に発生するステアリング系の摩擦力（静止摩擦力）を補償する第 1 摩擦補償トルクとしての EPS 摩擦補償トルクを、予め設定した基準摩擦補償値に基づいて設定する。

40

【0028】

又、操舵支援制御部 32 は、自車両 1 前方の走行車線に設定した目標走行軌跡に沿って自車両 1 が走行するように操舵支援制御（ALK 制御）を行うものであり、目標操舵角算出部 32 a は、前方認識装置 21 からの画像データ、車速センサ 14 で検出した自車両 1 の車速、ヨーレートセンサ 13 で検出したヨーレートに基づき、自車両 1 が目標走行軌跡に沿って走行するのに必要な目標操舵角を算出する。

【0029】

又、目標トルク算出部 32 b は、目標操舵角算出部 32 a で算出した目標操舵角に対応する、EPS モータ 7 を駆動させる目標アシスト制御量としての目標操舵トルクを算出す

50

る。更に、オーバーライド判定部 3 2 c は、操舵トルクセンサ 1 6 で検出した運転者のハンドル操作に伴う操舵トルクと、操舵角センサ 1 2 で検出した操舵角及び車速センサ 1 4 で検出した車速に基づいて設定した操舵反力トルクとを比較し、操舵トルクが操舵反力トルクを上回っている場合に、オーバーライドと判定する。

【 0 0 3 0 】

更に、A L K 摩擦補償トルク算出部 3 2 d は、A L K 制御において E P S モータ 7 を駆動させる際に、ハンドル側のステアリング系が同時に回転することにより発生するステアリング系の摩擦力（静止摩擦力）を補償する、第 2 摩擦補償トルクとしての操舵制御用摩擦補償トルクを、予め設定した基準摩擦補償値に基づいて設定する。

【 0 0 3 1 】

一方、摩擦補償トルク切換制御部 3 3 は、A L K 制御中か否か、或いは A L K 制御中であってオーバーライド中か否かを調べ、その結果に基づいて、E P S 摩擦補償トルクと操舵制御用摩擦補償トルクとの一方をアクティブ、他方を非アクティブに設定する。尚、上述したアシストトルク算出部 3 1 a、目標操舵角算出部 3 2 a、目標操舵トルク算出部 3 2 b、オーバーライド判定部 3 2 c での演算は周知であるため詳細な説明は省略する。

【 0 0 3 2 】

D S S _ E C U 1 1 の E P S 摩擦補償トルク算出部 3 1 b、A L K 摩擦補償トルク算出部 3 2 d、摩擦補償トルク切換制御部 3 3 で求める摩擦補償トルクは、具体的には、図 3、図 4 に示す摩擦補償トルク設定ルーチンに従って処理される。

【 0 0 3 3 】

このルーチンでは、まず、ステップ S 1 で、摩擦補償トルクを算出する際に必要とするパラメータを、各センサ 1 2 ~ 1 6 からのセンサ信号から検出する。次いで、ステップ S 2 へ進み、操舵トルクセンサ 1 6 で検出した操舵トルクから運転者の操舵状態を推定し、ステップ S 3 へ進み、検出した操舵トルクに基づいて E P S 摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ を次の (1) 式から算出する。

$$T_{p_f_eps} = \text{Sgn}(T_s) \cdot T_{p_f} \quad \dots (1)$$

ここで、 T_s は操舵トルクセンサ 1 6 で検出した操舵トルク、 $\text{Sgn}(T_s)$ は運転者のハンドル操作方向を検出する符号関数であり、本実施形態では、便宜的に右旋回を正 (+)、左旋回を負 (-) としている。又、 T_{p_f} はステアリング系の静止摩擦力を補償する基準摩擦補償トルクで、予め実験などから求めて設定された固定値である。尚、このステップ S 2、S 3 は、E P S 摩擦補償トルク算出部 3 1 b で実行される処理に対応している。

【 0 0 3 4 】

一方、ステップ S 1 からステップ S 4 へ進むと、操舵角センサ 1 2 で検出した操舵角、ヨーレートセンサ 1 3 で検出したヨーレート、及び車速センサ 1 4 で検出した車速に基づき自車両 1 の走行を推定し、又、前方認識装置 2 1 で取得した画像データから自車両 1 前方の走行車線状態を推定する。尚、このステップ S 3、S 4 は、E P S 摩擦補償トルク算出部 3 1 b で実行される処理に対応している。

【 0 0 3 5 】

そして、ステップ S 5 へ進み、自車両 1 を目標走行軌跡に沿って走行させるために設定した目標旋回量 θ_{ref} と、操舵角、ヨーレート、及び車速に基づいて設定した実際の旋回量 (実旋回量) θ_s と、基準摩擦補償トルク T_{p_f} に基づき、A L K 制御用摩擦補償トルク (A L K 摩擦補償トルク) $T_{p_f_alk}$ を次の (2) 式から算出する。

$$T_{p_f_alk} = \text{Sgn}(\theta_{ref} - \theta_s) \cdot T_{p_f} \quad \dots (2)$$

ここで、 $\text{Sgn}(\theta_{ref} - \theta_s)$ は、目標旋回量 θ_{ref} と実旋回量 θ_s との差分から旋回方向を検出する符号関数である。又、基準摩擦補償トルク T_{p_f} は、ステアリング系の静止摩擦力であるため上述した (1) 式と同じ値である。

【 0 0 3 6 】

尚、A L K 制御時において E P S モータ 7 から操舵トルクセンサ 1 6 へ伝達される操舵トルク (A L K 操舵トルク) T_s は、次の (3) 式から求めることができる。

$$T_s = T_{p_alk} \cdot K_p \quad \dots (3)$$

10

20

30

40

50

ここで、 T_{p_alk} はALK操舵トルク、 K_p はトーションバ5 aの剛性である。ALK制御時、EPSモータ7がステアリング軸5を回動させると、そのトルクはトーションバ5 aを介して操舵トルクセンサ16に伝達される。従って、操舵トルクセンサ16は、あたかも運転者がハンドルをALK操舵トルクによる操舵方向とは逆の方向へ転舵させたような操舵トルク T_s を検出してしまう。

【0037】

すなわち、例えば、図5(a)に示すように、ALK制御において、自車両1を右旋回させるべくALK操舵トルク T_s を+方向へ付与した場合、同図(b)に示すように、当然、ステップS5では同方向のALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ が算出される。そのため、同図(c)に示すように、操舵トルクセンサ16では、ALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ とは逆方向の操舵トルク T_s が検出される。従って、同図(d)に示すように、ステップS3では、ALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ とは逆方向、すなわち、これを相殺する方向のEPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ が算出される。尚、ALK制御が非アクティブ状態で、運転者がハンドル操作により自車両1を操舵している場合、ALK操舵トルク T_s は0であるため、操舵トルクセンサ16からは運転者のハンドル操作による操舵トルクのみが検出される。ここで、ステップS4, S5は、ALK摩擦補償トルク算出部32dで実行される処理に対応している。

【0038】

次いで、プログラムがステップS6へ進むと、操舵支援制御(ALK制御)が動作しているか否かを、例えば、図示しないALK実行スイッチがONか否かで判定する。そして、ALK実行スイッチがONの場合(アクティブ)、ステップS7へ進み、又、OFFの場合(非アクティブ)、ステップS11へジャンプする。尚、ALK制御部32がアクティブの場合、パワーステアリングアシスト制御部31は非アクティブとなり、又、ALK制御部32が非アクティブの場合、パワーステアリングアシスト制御部31はアクティブとなる。

【0039】

その後、ステップS6からステップS7へ進むと、オーバーライド判定を行う。例えば、運転者のハンドル操作により操舵トルクセンサ16が検出した操舵トルクと、操舵角センサ12で検出した操舵角及び車速センサ14で検出した車速からマップ参照等により設定した操舵反力トルクとを比較する。そして、操舵トルクが操舵反力トルクを超えている場合はオーバーライドと判定して、ステップS8へ進み、又、操舵トルクが操舵反力トルク以内の場合はALK制御継続と判定して、ステップS9へジャンプする。尚、このステップS7は、オーバーライド判定部32cで実行される処理に対応している。

【0040】

次いで、ステップS8へ進むと、ステップS3で算出したEPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ と、ステップS5で算出したALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ との符号が同一か否かを調べ、同一の場合はステップS9へ進み、又、異なる場合はステップS11へジャンプする。ステップS9へ進むと、ALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ をアクティブトルク目標値 T_{ac_o} として設定し($T_{ac_o} = T_{p_f_alk}$)、ステップS10へ進み、EPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ を非アクティブトルク初期値 T_{pa_o} と設定して($P_{pa_o} = T_{p_f_eps}$)、ステップS13へジャンプする。

【0041】

EPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ とALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ との符号が同一の場合、運転者はハンドル操作を切り増し方向へオーバーライドさせたことになり、この場合、ALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ にEPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ が重畳されてEPSモータ7から出力されてしまう。そのため、ALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ をアクティブトルク目標値 T_{ac_o} として継続させ、一方、EPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ を非アクティブトルク初期値 T_{pa_o} と設定し、後述するステップS15で漸減することで、操舵フィーリングの悪化を防止する。

【0042】

10

20

30

40

50

尚、ステップS 8からステップS 9へ進んだ場合、ALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ とEPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ との双方をアクティブトルク目標値 T_{ac_o} に設定することで、運転者のオーバーライドを迅速に実施させることが可能となる。この場合、ステップS 10, S 15での処理は省略される。

【0043】

一方、ステップS 6、或いはステップS 8からステップS 11へ進むと、EPS摩擦補償トルク $T_{p_f_epa}$ をアクティブトルク目標値 T_{ac_o} として設定し($T_{ac_o} = T_{p_f_eps}$)、ステップS 12へ進み、ALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ を非アクティブトルク初期値 T_{pa_o} として設定して($T_{pa_o} = T_{p_f_alk}$)、ステップS 13へ進む。EPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ とALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ との符号が異なるオーバーライドでは、運転者は切り戻し方向へハンドル操作しているため、ALK制御が中断(或いはキャンセル)されて運転者のハンドル操作に沿った操舵が実行される。しかし、運転者がハンドル操作を行った直後は、タイムラグによりALK制御が実行されているため、ALK制御用摩擦補償トルクとEPS摩擦補償トルクとの符号は逆になり相殺されてしまう。

10

【0044】

そのため、EPS摩擦補償トルク $T_{p_f_esp}$ をアクティブトルク目標値 T_{ac_o} として設定して、一方、ALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ を非アクティブトルク初期値 T_{pa_o} と設定し、後述するステップS 15で漸減することで、操舵フィーリングの悪化を防止する。

【0045】

その後、ステップS 10、或いはステップS 12からステップS 13へ進むと、ステアリングが切り戻しされた後の最初のルーチン、すなわち切り戻し始めか否かを調べる。ステアリングの切り始めか否かは、例えば、ヨーレートセンサ13で検出したヨーレートに基づき、このヨーレートが予め設定した、切り始め判定閾値を超えたとき、切り始めと判定する。

20

【0046】

そして、切り始めと判定した場合、ステップS 14へ進み、ステップS 9、或いはステップS 11で設定したアクティブトルク目標値 T_{ac_o} に達するまで、アクティブトルク T_{ac} を0トルクから漸増レート R_{fric_inc} 分だけ演算周期毎に漸増させてルーチンを抜ける。又、これに併行してステップS 15において、ステップS 10、或いはステップS 12で設定した非アクティブトルク初期値 T_{pa_o} から0トルクになるまで、非アクティブトルク T_{pa} を漸減レート R_{fric_dec} 分だけ演算周期毎に漸減させてルーチンを抜ける。一方、切り始めでない場合、そのままルーチンを抜ける。尚、このステップS 6, ステップS 8~S 15が、摩擦補償トルク切換制御部33で実行される処理に対応している。

30

【0047】

その後、トルク加算部34において、目標操舵トルク算出部23bで算出した目標操舵トルクとアシストトルク算出部31aで算出したアシストトルクとを読み込み、アクティブ状態にある方のトルクに摩擦補償トルク切換制御部33で算出したアクティブトルク T_{ac} 、及び非アクティブトルク T_{pa} を加算してEPSトルクを設定する。そして、このEPSトルクをEPS_ECU8へ送信し、EPSモータ7を駆動させて、自車両1の操舵制御を行う。

40

【0048】

次に、図5に示すタイムチャートを参照し、上述した摩擦補償トルク設定ルーチンで設定されるALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ とEPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ の変化についての制御例を簡単に説明する。尚、オーバーライド中はALK制御が中断され、オーバーライド後にALK制御が復帰するものとする。

【0049】

経過時間 t_1 において、運転者が自らのハンドル操作によって自車両1を走行させるALK非作動状態からALK作動状態に切換えると、ALK制御が自車進行路上に設定した目標走行軌跡に沿って走行するように操舵が開始される。例えば、目標走行軌跡が右カーブに沿って設定されている場合、(a)に示すように、ALK操舵トルク T_s は右旋回方

50

向に作用するため、(b)に示すようにALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ は同方向に付加される。

【0050】

すると、ステアリング軸5に介装されているトーションバ5aはステアリング系の摩擦力の影響を受けて逆方向へ捩れるため、(c)に示すように操舵トルクセンサ16は逆方向の操舵トルクを検出する。その結果、上述したステップS3においてEPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ が算出され、それと併行してステップS5において、EPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ とは逆方向のALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ が算出される。

【0051】

自車両1はALK制御が行われているため、ステップS9においてALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ がアクティブトルク目標値 T_{ac_o} として設定され、一方、ステップS10においてEPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ が非アクティブトルク初期値 T_{pa_o} として設定される。

【0052】

そして、ステップS14でアクティブトルク目標値 T_{ac} に達するまでアクティブトルク T_{ac} が漸増レート R_{fric_dec} で漸増され、又、ステップS15で非アクティブトルク T_{pa} が0トルクになるまで漸減される。尚、経過時間 t_2 は切り戻し開始位置であり、ヨーレートは次第に小さくなり、自車両1は直進走行へ次第に移動する。

【0053】

このように、本実施形態では、操舵トルクセンサ16がALK制御におけるEPSモータ7からの出力により操舵トルクを検出した場合であっても、或いはオーバーライドによりALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ とEPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ との双方が算出されても、ALK摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ にEPS摩擦補償トルク $T_{p_f_eps}$ との一方のみをアクティブトルク目標値 T_{ac_o} として設定するようにしたので、ALK制御中はもとより、運転者がオーバーライドを行った場合であっても、両摩擦補償トルク $T_{p_f_alk}$ 、 $T_{p_f_eps}$ が相殺され、或いは重畳されて出力されることがなく、ALK制御時の操舵制御性、及びオーバーライド時の運転者の操舵フィーリングを改善することができる。

【0054】

更に、ステップS14、15において、ステアリングの切り始めは、アクティブトルク目標値 T_{ac_o} に達するまで、アクティブトルク T_{ac} を0トルクから漸増レート R_{fric_inc} 分だけ演算周期毎に漸増され、一方、非アクティブトルク初期値 T_{pa_o} から0トルクになるまで、非アクティブトルク T_{pa} を漸減レート R_{fric_dec} 分だけ演算周期毎に漸減されるため、急なトルク変動を回避して、摩擦補償トルク $T_{p_f_epa}$ 、 $T_{p_f_alk}$ をスムーズに切換えることができる。

【0055】

尚、本発明は、上述した実施形態に限るものではなく、例えば実施形態では、ALK制御を例示して説明したが、車線逸脱防止(LDP)制御に適用できることは言うまでも無い。

【符号の説明】

【0056】

- 1 ... 自車両、
- 2 ... ステアリング機構、
- 4 ... ハンドル、
- 5 ... ステアリング軸、
- 5 a ... トーションバ、
- 6 ... 電動パワーステアリング装置、
- 7 ... EPSモータ、
- 12 ... 操舵角センサ、
- 13 ... ヨーレートセンサ、
- 14 ... 車速センサ、

10

20

30

40

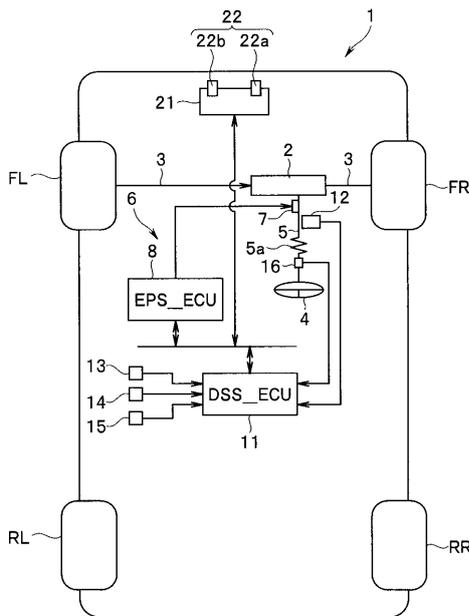
50

- 15 ... モータ回転角センサ、
- 16 ... 操舵トルクセンサ、
- 21 ... 前方認識装置、
- 22 ... 車載カメラ、
- 31 ... パワーステアリングアシスト制御部、
- 31 a ... アシストトルク算出部、
- 31 b ... パワステ用摩擦補償トルク算出部、
- 32 ... 操舵支援制御部、
- 32 a ... 目標操舵角算出部、
- 32 b ... 目標トルク算出部、
- 32 b ... 目標操舵トルク算出部、
- 32 c ... オーバライド判定部、
- 32 d ... 操舵制御用摩擦補償トルク算出部、
- 33 ... 摩擦補償トルク切換制御部、
- Rfric_dec... 漸減レート、
- Rfric_inc... 漸増レート、
- Tac... アクティブトルク、
- Tpa... 非アクティブトルク、
- Tpa_o... 非アクティブトルク初期値、
- Tac_o... アクティブトルク目標値、
- Tp_f... 基準摩擦補償トルク、
- Tp_f_alk... A L K制御用摩擦補償トルク、
- Tp_f_eps... パワステ用摩擦補償トルク、
- Ts... 操舵トルク

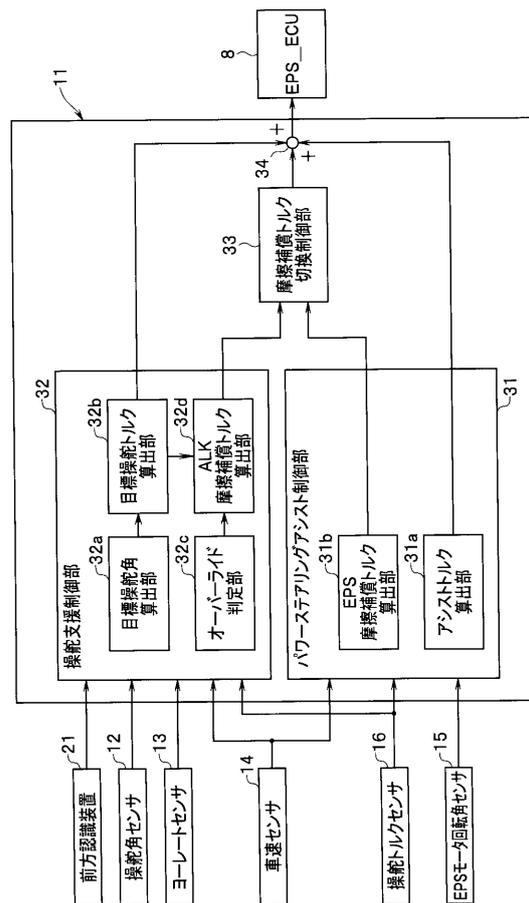
10

20

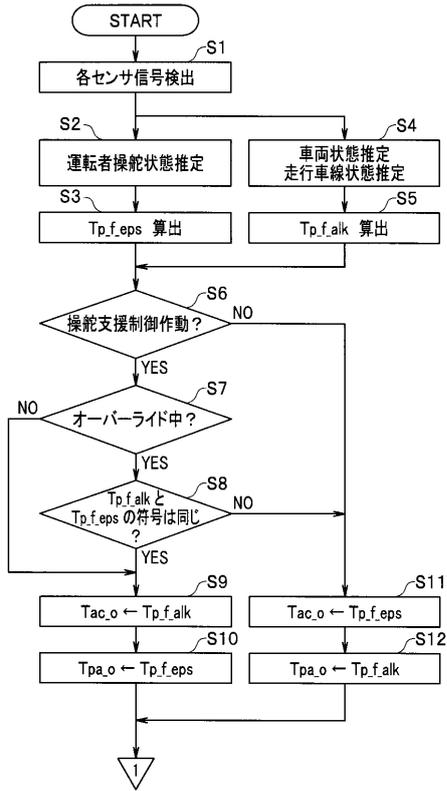
【図1】



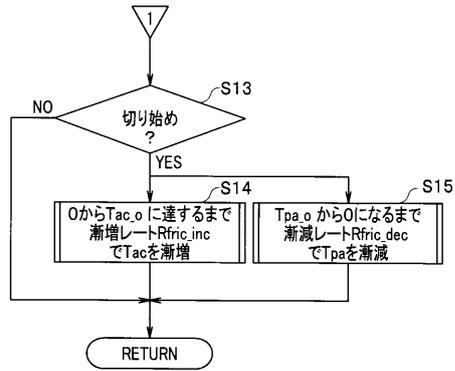
【図2】



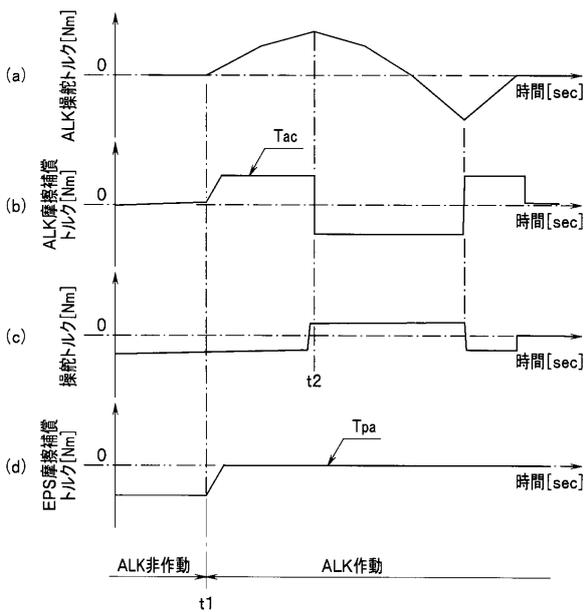
【図3】



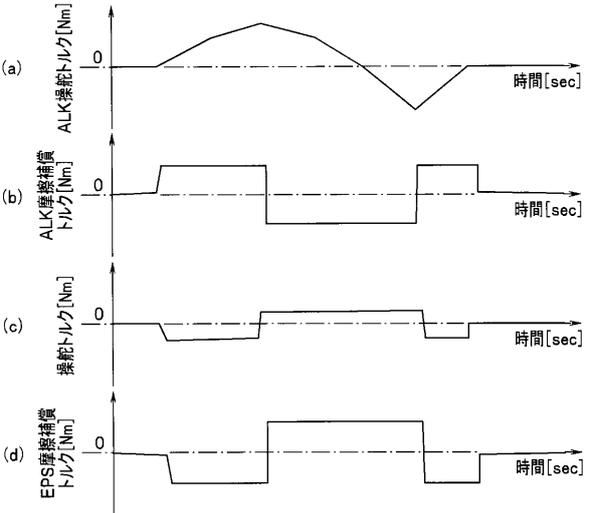
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 寺澤 武

東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 富士重工業株式会社内

審査官 飯島 尚郎

(56)参考文献 特開2014-201258(JP,A)

特開2012-006506(JP,A)

特開2000-142441(JP,A)

特開平11-078940(JP,A)

特開2008-013123(JP,A)

米国特許出願公開第2008/0255727(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62D 6/00

B62D 101/00-137/00

B60W 10/00-50/28