

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6264338号  
(P6264338)

(45) 発行日 平成30年1月24日(2018.1.24)

(24) 登録日 平成30年1月5日(2018.1.5)

(51) Int. Cl.		F 1
<b>B 6 2 D 6/00</b>	<b>(2006.01)</b>	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 119/00	(2006.01)	B 6 2 D 119:00

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-156957 (P2015-156957)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成27年8月7日(2015.8.7)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2017-35925 (P2017-35925A)	(74) 代理人	110000213 特許業務法人プロスペック特許事務所
(43) 公開日	平成29年2月16日(2017.2.16)	(72) 発明者	奥田 裕宇二 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成29年2月21日(2017.2.21)	(72) 発明者	衣笠 栄信 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	鈴木 敏史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車線維持支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車両を目標走行ラインに沿って走行させるようにステアリング機構に操舵トルクを発生させて、ドライバーの運転を支援する車線維持支援装置において、

前記自車両を前記目標走行ラインに沿って走行させるための目標舵角を演算する目標舵角演算手段と、

前記目標舵角に基づいて、高速走行時に適合されたフィードフォワード制御量であるFF目標操舵トルクを演算するフィードフォワード制御量演算手段と、

前記自車両の実際の操舵角である実操舵角を検出する操舵角検出手段と、

前記目標操舵角と前記実操舵角との偏差に基づいて、フィードバック制御量であるFB目標操舵トルクを演算するフィードバック制御量演算手段と、

自車両の車速を検出する車速検出手段と、

前記車速が低い低速走行時には前記車速が高い高速走行時に比べて、前記FF目標操舵トルクが小さくなるように、前記FF目標操舵トルクを調整するフィードフォワード制御量調整手段と、

前記調整された後の前記FF目標操舵トルクと前記FB目標操舵トルクとに基づいて最終目標操舵トルクを演算する最終制御量演算手段と、

前記ステアリング機構に前記最終目標操舵トルクを発生させるトルク発生手段とを備えた車線維持支援装置。

【請求項2】

請求項 1 記載の車線維持支援制御装置において、

前記フィードフォワード制御量調整手段は、前記車速が設定車速より低い場合には、前記 F F 目標操舵トルクをゼロに設定するように構成された車線維持支援制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両が車線内を走行するようにドライバーの運転を支援するための車線維持支援装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、例えば、特許文献 1 に提案されているように、車線維持支援制御を実施する車線維持支援装置が知られている。車線維持支援装置は、例えば、カメラセンサによって道路の左右の白線を検出し、この左右の白線に基づいて走行車線内の目標走行ライン（例えば、左右の白線の中央に位置するライン）を設定する。車線維持支援装置は、自車両の走行位置の目標走行ラインに対する幅方向のずれ量と、自車両の進行方向の目標走行ラインに対するずれ角等に基づいて目標舵角を演算し、この目標舵角に基づいて設定した目標操舵トルクを表す指令信号をステアリング制御装置に送信する。ステアリング制御装置は、車線維持支援装置から指令された目標操舵トルクに従って、モータを駆動し、ステアリング機構に目標操舵トルクを発生させる。これにより、自車両の走行位置が目標走行ライン付近に維持されるように操舵角が制御される。従って、ドライバーは、簡単に、自車両を車線の適正ラインに沿って走行させることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 18626 号公報

【発明の概要】

【0004】

一般に、車線維持支援装置は、高速走行時においてのみ車線維持支援制御を実施するように、その制御が実施される車速域が限定されている。そこで、車速域を低速側に広げて全車速域において車線維持支援制御を実施させたいという要求が生まれている。こうした要求に応えるために車線維持支援制御の車速域を低速まで広げると、低速走行時においては、以下の理由により、適正な目標操舵トルクを演算することが難しくなる。

【0005】

車両の走行方向を変更する場合には、車両に横力（横加速度）を発生させる必要がある。車輪に操舵力を付与した場合には、タイヤにスリップ角が生じる。横力は、主に、このスリップ角が生じることによってタイヤのゴムが変形し、この変形を戻そうとするゴムの復元力によって発生する。しかし、低速走行時においては、高速走行時に比べてスリップ角が小さくなる。また、セルフアライニングトルクも発生しにくくなる。従って、高速走行時と低速走行時とでは、横力の発生メカニズムが異なり、操舵トルクに対して発生する横力の特性が変化してしまう。このため、低速走行時において、高速走行時と同じように、目標舵角に基づいて設定した目標操舵トルクを使ってモータを制御した場合には、適正な横力が得られる操舵トルクを発生させることができない。この結果、車線維持支援性能が低下してしまう。

【0006】

特許文献 1 に提案された装置では、自車両の走行位置の目標走行ラインに対する幅方向のずれ量と、自車両の進行方向の目標走行ラインに対するずれ角と、目標走行ラインの曲率とに基づいて目標横加速度を演算し、この目標横加速度に基づいて設定した目標操舵トルクをフィードフォワード制御量に設定する。そして、ヨーレートセンサによって検出された自車両のヨーレートから実横加速度を演算し、目標横加速度と実横加速度の偏差にフィードバックゲインを乗算した値をフィードバック制御量に設定する。この装置は、フィ

10

20

30

40

50

ードフォワード制御量とフィードバック制御量とを加算して最終的な目標操舵トルクを算出する。

【0007】

しかし、特許文献1に提案された装置においても、低速走行時では横力が発生しにくくなるため、高速走行時と同じように目標操舵トルクを使ってモータを制御しても、適正な横力を発生させることができず車線維持支援性能が低下してしまう。

【0008】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、車線維持支援制御を低速走行域においても良好に実施できるようにすることを目的とする。

【0009】

上記目的を達成するために、本発明の特徴は、

自車両を目標走行ラインに沿って走行させるようにステアリング機構に操舵トルクを発生させて、ドライバーの運転を支援する車線維持支援装置において、

前記自車両を前記目標走行ラインに沿って走行させるための目標舵角を演算する目標舵角演算手段(101)と、

前記目標舵角に基づいて、高速走行時に適合されたフィードフォワード制御量であるFF目標操舵トルクを演算するフィードフォワード制御量演算手段(102)と、

前記自車両の実際の操舵角である実操舵角を検出する操舵角検出手段(92)と、

前記目標操舵角と前記実操舵角との偏差に基づいて、フィードバック制御量であるFB目標操舵トルクを演算するフィードバック制御量演算手段(105, 106)と、

自車両の車速を検出する車速検出手段(11)と、

前記車速が低い低速走行時には前記車速が高い高速走行時に比べて、前記FF目標操舵トルクが小さくなるように、前記FF目標操舵トルクを調整するフィードフォワード制御量調整手段(103)と、

前記調整された後の前記FF目標操舵トルクと前記FB目標操舵トルクとに基づいて最終目標操舵トルクを演算する最終制御量演算手段(104)と、

前記ステアリング機構に前記最終目標操舵トルクを発生させるトルク発生手段(70, 80, 90)と

を備えたことにある。

【0010】

本発明の車線維持支援装置は、自車両を目標走行ラインに沿って走行させるようにステアリング機構に操舵トルクを発生させてドライバーの運転を支援する。そのようにするために、車線維持支援装置は、目標舵角演算手段と、フィードフォワード制御量演算手段と、操舵角検出手段と、フィードバック制御量演算手段と、車速検出手段と、フィードフォワード制御量調整手段と、最終制御量演算手段と、トルク発生手段とを備えている。

【0011】

目標舵角演算手段は、自車両を目標走行ラインに沿って走行させるための目標舵角を演算する。例えば、目標舵角演算手段は、目標走行ラインを取得し、自車両の走行位置の目標走行ラインに対する幅方向のずれ量、自車両の進行方向の目標走行ラインに対するずれ角、目標走行ラインの形状などに基づいて目標舵角を演算する。目標走行ラインは、例えば、自車両の走行している車線の前方を撮像するカメラセンサ等によって車線のレーンマーカー(左右の白線など)を認識することで、このレーンマーカーを基準として設定される。

【0012】

フィードフォワード制御量演算手段は、目標舵角に基づいて、高速走行時に適合されたフィードフォワード制御量であるFF目標操舵トルクを演算する。例えば、フィードフォワード制御量演算手段は、目標舵角が大きくなるほど大きくなるFF目標操舵トルクを演算する。「FF」とはフィードフォワードの略である。このFF目標操舵トルクは、操舵トルクと車両の横力とが一定の関係に維持される高速走行領域において適合される値である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 3 】

操舵角検出手段は、自車両の実際の操舵角である実操舵角を検出する。フィードバック制御量演算手段は、目標操舵角と実操舵角との偏差に基づいて、フィードバック制御量である F B 目標操舵トルクを演算する。例えば、フィードバック制御量演算手段は、 P I D 制御、 P I 制御、および、 P 制御などにより F B 目標操舵トルクを演算する。「 F B 」とはフィードバックの略である。

## 【 0 0 1 4 】

車線維持支援制御は、自車両が目標走行ラインに沿って走行するように自車両の向きを制御する。この場合、タイヤに横力を発生させることによって、自車両の向きを変えることができる。この横力は、高速走行時には操舵トルクにほぼ比例して増加する特性を有するが、低速走行時には、スリップ角が小さくなってしまい、高速走行時のような操舵トルクにほぼ比例した特性が得られなくなる。このため、低速走行時には、 F F 目標操舵トルクは、適切な値が演算されなくなる。

10

## 【 0 0 1 5 】

そこで、本発明の車線維持支援装置は、フィードフォワード制御量を調整するための構成として、車速検出手段とフィードフォワード制御量調整手段とを備えている。車速検出手段は、自車両の車速を検出する。フィードフォワード制御量調整手段は、前記車速が低い低速走行時には前記車速が高い高速走行時に比べて、 F F 目標操舵トルクが小さくなるように、 F F 目標操舵トルクを調整する。

## 【 0 0 1 6 】

最終制御量演算手段は、調整された後の F F 目標操舵トルクと F B 目標操舵トルクとに基づいて最終目標操舵トルクを演算する。例えば、最終制御量演算手段は、 F B 目標操舵トルクと調整された後の F F 目標操舵トルクとの合計値を最終目標操舵トルクとして演算する。トルク発生手段は、ステアリング機構に最終目標操舵トルクを発生させる。従って、低速走行時には、主に、フィードバック制御量演算手段によって演算された F B 目標操舵トルクを使って車線維持制御を実施することが可能となる。また、高速走行時には、適正な F F 目標操舵トルクと F B 目標操舵トルクとを使って応答性のよい車線維持制御を実施することが可能となる。

20

## 【 0 0 1 7 】

この結果、本発明によれば、車線維持支援制御を低速走行域においても良好に実施できる。

30

## 【 0 0 1 8 】

本発明の一側面の特徴は、

前記フィードフォワード制御量調整手段は、前記車速が設定車速 ( V 1 ) より低い場合には、前記 F F 目標操舵トルクをゼロに設定するように構成されたことにある。

## 【 0 0 1 9 】

本発明の一側面によれば、車速が設定車速より低い場合には、 F F 目標操舵トルクがゼロに設定される。従って、車速が設定車速より低い低速走行時には、 F B 目標操舵トルクのみに基づいて、最終目標操舵トルクを演算することができる。これにより、本発明の一側面によれば、低速走行時には、フィードフォワード制御の影響がなくなり、車線維持支援制御を低速走行域においても良好に実施できる。

40

## 【 0 0 2 0 】

上記説明においては、発明の理解を助けるために、実施形態に対応する発明の構成要件に対して、実施形態で用いた符号を括弧書きで添えているが、発明の各構成要件は、前記符号によって規定される実施形態に限定されるものではない。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 本実施形態の車線維持支援装置の概略システム構成図である。

【 図 2 】 車線維持支援制御に用いるパラメータを説明する図である。

【 図 3 】 車線維持支援制御に係る制御ブロック図である。

50

【図4】FFトルクマップを表すグラフである。

【図5】車速調整係数マップを表すグラフである。

【図6】高速走行時の操舵トルクと横力との関係を表すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。図1は、本実施形態の車線維持支援装置の概略システム構成図である。

【0023】

本実施形態の車線維持支援装置は、車線維持支援制御部1と電動パワーステアリング部50とから構成される。車線維持支援制御部1は、運転支援ECU10を備えている。この運転支援ECU10は、ドライバーの運転を支援するための電子制御装置であって、マイクロコンピュータを主要部として備えている。運転支援ECU10は、車線維持支援制御を実施する。車線維持支援制御とは、自車両の走行位置が目標走行ライン付近に維持されるように、操舵トルクをステアリング機構60に付与してドライバーの操舵操作を支援する制御である。運転支援ECU10は、車線維持支援制御を実施するにあたって、電動パワーステアリング部50の操舵アシスト機能を利用する。尚、本明細書において、マイクロコンピュータは、CPUとROM及びRAM等の記憶装置と等を含み、CPUはROMに格納されたインストラクション(プログラム)を実行することにより各種機能を実現するようになっている。また、ECUは、Electric Control Unitの略である。

【0024】

電動パワーステアリング部50は、操舵ハンドル61の操舵操作により転舵輪Wを転舵するステアリング機構60と、ステアリング機構60に組み付けられ操舵アシストトルクを発生するモータ70と、モータ70を駆動するモータドライバ80と、モータドライバ80の作動を制御するステアリングECU90とを主要部として備えている。ステアリング機構60は、操舵ハンドル61を上端に一体回転するように接続したステアリングシャフト62を備える。このステアリングシャフト62の下端には、ピニオンギヤ63が一体回転するように接続されている。ピニオンギヤ63は、ラックバー64に形成されたラック歯と噛合する。ラックバー64の両端には、タイロッド65を介して転舵輪Wのナックル(図示略)が操舵可能に接続されている。ステアリングシャフト62の軸線回りの回運動は、ラックバー64の軸線方向の直線運動に変換され、このラックバー64の直線運動によって左右の転舵輪Wが左右に転舵される。

【0025】

ラックバー64には、モータ70が組み付けられている。モータ70の出力軸は、ボールねじ機構66を介してラックバー64に動力伝達可能に接続されており、その回転により転舵輪Wに転舵力を付与してドライバーの操舵操作をアシストする。ボールねじ機構66は、減速機および回転-直線変換器として機能するもので、モータ70の回転を減速するとともに、モータ70の回転運動を直線運動に変換してラックバー64に伝達する。

【0026】

ステアリングシャフト62には、操舵トルクセンサ91および舵角センサ92が設けられる。操舵トルクセンサ91は、操舵トルクTsを表す検出信号を出力する。操舵トルクセンサ91は、例えば、ステアリングシャフト62の中間部に介装されたトーションバー(図示略)の捩れ角度を検出し、この捩れ角に基づいて操舵トルクTsを検出する。舵角センサ92は、転舵輪Wの舵角sを表す検出信号を出力する。舵角センサ92は、例えば、トーションバー(図示略)よりも転舵輪W側のステアリングシャフト62の回転角(中立位置を基準とした回転角)を検出する。

【0027】

操舵トルクTsおよび舵角sは、その符号(正負)によって方向が識別される。例えば、正の操舵トルクTsは、左方向に働く操舵トルクを表し、負の操舵トルクTsは、右方向に働く操舵トルクを表す。また、正の舵角sは、中立位置よりも左方向の舵角を表し、負の舵角sは、中立位置よりも右方向の舵角を表す。尚、操舵トルクTsおよび舵

10

20

30

40

50

角  $\delta$  の大きさについては、その絶対値にて論じられる。

【0028】

ステアリング ECU 90 は、マイクロコンピュータを主要部として備えている。ステアリング ECU 90 は、操舵トルクセンサ 91 および舵角センサ 92 に接続され、操舵トルク  $T_s$  および舵角  $\delta$  を表す検出信号を入力する。ステアリング ECU 90 は、入力した検出信号に基づいて、ドライバーの操舵操作に応じた最適な操舵アシストトルクが得られるようにモータ 70 に流す目標電流を演算し、その目標電流がモータ 70 に流れるようにモータドライバ 80 の作動を制御する。

【0029】

このようにドライバーの行ったハンドル操作（操舵操作）に対して、ハンドル操作が軽くなるようにモータ 70 を駆動する制御を操舵アシスト制御と呼ぶ。この操舵アシスト制御においては、基本的には、操舵トルク  $T_s$  が大きくなるほど増加する目標アシストトルクが設定される。必要に応じて、操舵フィーリングを向上させるために、操舵角  $\delta$ 、あるいは、操舵角  $\delta$  の微分値である操舵角速度に基づいて補償トルクが設定され、この補償トルクが目標アシストトルクに加算される。

【0030】

ステアリング ECU 90 と運転支援 ECU 10 とは、CAN (Controller Area Network) 40 を介して相互に送受信可能に接続されている。ステアリング ECU 90 は、運転支援 ECU 10 から車線維持用トルク指令を受信した場合には、車線維持用トルク指令で特定される制御量（後述する最終目標操舵トルク  $T^*$ ）に基づいてモータ 70 を駆動して操舵トルクを発生させる。この場合、操舵アシスト制御と違って、ドライバーの操舵操作を要することなくモータ 70 が駆動される。

【0031】

本実施形態の車線維持支援装置は、自車両を目標走行ラインに沿って走行させるようにドライバーの操舵操作を支援する装置であって、ドライバーの操舵操作を不要とした自動運転を可能とする装置ではない。従って、モータ 70 によって発生させる操舵トルクは、ドライバーの操舵操作を喚起できる程度の大きさ、つまり、小さな値に設定されている。尚、車線維持支援装置は、自動運転によって自車両を目標走行ラインに沿って走行させるように構成されていてもよい。

【0032】

運転支援 ECU 10 は、ステアリング ECU 90 から CAN 40 を介して操舵トルク  $T_s$  および舵角  $\delta$  を表す情報を所定の周期で取得する。

【0033】

運転支援 ECU 10 には、車速センサ 11、操作スイッチ 12、カメラセンサ 13、表示器 14、および、ブザー 15 が接続されている。車速センサ 11 は、自車両の車速  $V_x$  を表す検出信号を運転支援 ECU 10 に出力する。操作スイッチ 12 は、ドライバーが車線維持支援制御を実施させるか否かの選択を行うためのスイッチであり、選択信号を運転支援 ECU 10 に出力する。操作スイッチ 12 がオンの場合には、車線維持支援制御が実施される。

【0034】

カメラセンサ 13 は、車両前方を撮影し、画像処理を行うことで、道路の左右のレーンマーカー（例えば、白線）を認識する。カメラセンサ 13 は、このレーンマーカーに基づいて、自車両を走行させる目標走行ラインを決定する。例えば、カメラセンサ 13 は、図 2 に示すように、左白線 LL と右白線 LR とを認識し、この左右の白線の中央位置となる車線中央を目標走行ライン  $L_d$  に決定する。

【0035】

更に、カメラセンサ 13 は、この目標走行ライン  $L_d$  の方向と車両進行方向とのずれ角（以下、ヨー角  $\gamma$  と呼ぶ）、目標走行ライン  $L_d$  に対する車両重心位置の幅方向のずれ量（以下、オフセット量  $D$  と呼ぶ）、および、目標トレースラインの曲率  $a$ （道路曲率  $a$  と呼ぶ）などを演算する。道路曲率  $a$  に変えて、道路半径  $R$ （ $= 1 / R$ ）を演算してもよ

10

20

30

40

50

い。カメラセンサ 13 は、これらの演算結果である車線情報を運転支援 ECU 10 に出力する。尚、オフセット量  $D$  を表す、目標走行ライン  $L_d$  に対する車両重心位置の幅方向のずれ量とは、車幅方向のずれ量であってもよいし、道路幅方向のずれ量であってもよい。

【0036】

また、カメラセンサ 13 が撮影機能のみを有する場合、運転支援 ECU 10 は、上述したカメラセンサ 13 の演算機能の一部または全部（即ち、画像処理、レーンマーカの認識、目標走行ラインの決定、ヨー角  $\gamma$  の算出、オフセット量  $D$  の算出、および、曲率  $a$  の算出などの一部または全部）を実行してもよい。

【0037】

表示器 14 は、ドライバーが運転席に着座した位置で視認できる位置に設けられ、運転支援 ECU 10 から送信された支援制御情報を画面に表示する。ブザー 15 は、カメラセンサ 13 によってレーンマーカを認識できなかった場合、および、システム異常が検出された場合、等において鳴動して、車線維持支援制御を実施できない状況であることをドライバーに知らせる。

【0038】

本実施形態の運転支援 ECU 10 は、車線維持支援制御を全車速域において実施する。全車速域とは、車速ゼロから高車速にいたる通常の車両走行で使用される車速範囲である。尚、車線維持支援制御が実施される車速域は、必ずしも全車速域とする必要はなく、例えば、微低速以上としてもよいし、高速域において車速上限が設けられていてもよい。

【0039】

次に、運転支援 ECU 10 の実施する車線維持支援制御について説明する。図 3 は、運転支援 ECU 10 の実施する車線維持支援制御に係る制御ブロック図である。運転支援 ECU 10 は、目標舵角演算部 101、FFトルク演算部 102、車速対応調整部 103、合算部 104、減算部 105、および、FBトルク演算部 106 を備えている。各制御ブロック 101 ~ 106 は、並行して、後述する演算処理を所定の演算周期にて繰り返し実施する。また、運転支援 ECU 10 は、各種の演算の実行にあたって、各種のセンサ検出値を用いるが、そのセンサ検出値は、ことわりのない限り、演算時点における最新の値である。

【0040】

目標舵角演算部 101 は、カメラセンサ 13 からオフセット量  $D$ 、ヨー角  $\gamma$ 、および、道路曲率  $a$  を入力し、これらの入力値に基づいて、式 (1) を使って目標舵角  $s^*$  を演算する。

$$s^* = K_1 \times D + K_2 \times \gamma + K_3 \times a \cdots (1)$$

ここで、 $K_1$ 、 $K_2$ 、および、 $K_3$  は、それぞれ制御ゲインである。目標舵角  $s^*$  は、自車両が目標走行ライン  $L_d$  に沿って走行できるように設定される舵角である。尚、目標舵角  $s^*$  の演算に関しては、上記式 (1) に限るものではなく、任意の式にて実施することができる。また、例えば、制御ゲイン  $K_1 \sim K_3$  は、車速  $V_x$  など他のパラメータに応じて設定される値とすることもできる。

【0041】

目標舵角演算部 101 は、算出した目標舵角  $s^*$  を FFトルク演算部 102、および、減算部 105 に供給する。

【0042】

FFトルク演算部 102 は、目標舵角  $s^*$  に基づいてフィードフォワード制御量である FF目標操舵トルク  $T_{FF}^*$  を演算する。FFトルク演算部 102 は、図 4 に示す特性の FFトルクマップを記憶しており、この FFトルクマップを参照して FF目標操舵トルク  $T_{FF}^*$  を演算する。FFトルクマップは、目標舵角  $s^*$  が大きくなるに従って増加する FF目標操舵トルク  $T_{FF}^*$  を設定する特性を有している。FFトルクマップには不感帯が設定されており、目標舵角  $s^*$  がゼロ近傍領域に入る場合には、FF目標操舵トルク  $T_{FF}^*$  がゼロに設定される。

【0043】

10

20

30

40

50

尚、図4のFFトルクマップは、目標舵角  $s^*$  が正の値をとる場合（つまり、左方向の目標舵角  $s^*$  が設定されている場合）のFF目標操舵トルク  $TFF^*$  を表しているが、目標舵角  $s^*$  が負の値をとる場合（つまり、右方向の目標舵角  $s^*$  が設定されている場合）には、FF目標操舵トルク  $TFF^*$  の符号が負になるだけであって、その大きさ（絶対値）は、目標舵角  $s^*$  が正の値をとる場合と変わらない。

【0044】

FFトルク演算部102は、算出したFF目標操舵トルク  $TFF^*$  を車速対応調整部103に供給する。

【0045】

車速対応調整部103は、FF目標操舵トルク  $TFF^*$  と、車速センサ11により検出される車速  $V_x$  とを入力する。車速対応調整部103は、車速  $V_x$  に基づいて、車速調整係数  $K_v$  を設定し、FF目標操舵トルク  $TFF^*$  に車速調整係数  $K$  を乗算した値（ $TFF^* \times K_v$ ）を算出する。この算出した値（ $TFF^* \times K_v$ ）を調整後FF目標操舵トルク（ $TFF^* \times K_v$ ）と呼ぶ。

10

【0046】

車速対応調整部103は、図5に示す車速調整係数マップを記憶しており、この車速調整係数マップを参照して車速調整係数  $K_v$  を演算する。車速調整係数マップは、車速  $V_x$  が第1設定車速  $V_1$  よりも低い場合には、車速調整係数  $K_v$  を値「0」に設定し、車速  $V_x$  が第2設定車速  $V_2$  ( $> V_1$ ) よりも高い場合には、車速調整係数  $K_v$  を値「1」に設定する特性を有する。また、車速調整係数マップは、車速  $V_x$  が第1設定車速以上であって第2設定車速  $V_2$  以下である場合（ $V_1 < V_x < V_2$ ）には、車速  $V_x$  が低くなるに従って車速調整係数  $K_v$  を値「1」から値「0」にまで低下させる特性（本実施形態においては一次関数的に低下させる特性に設定されている）を有する。第1設定車速  $V_1$  および第2設定車速  $V_2$  は、予め設定された値である。

20

【0047】

車速対応調整部103は、このように設定された車速調整係数  $K_v$  をFF目標操舵トルク  $TFF^*$  に乗算した調整後FF目標操舵トルク（ $TFF^* \times K_v$ ）を算出し、その算出結果を合算部104に供給する。この調整後FF目標操舵トルク（ $TFF^* \times K_v$ ）は、フィードフォワード制御量の最終値を表す。従って、車速対応調整部103は、自車両が第1設定車速  $V_1$  未満の速度で走行している場合には、値「0」をフィードフォワード制御量として出力し、自車両が第2設定車速  $V_2$  を越える速度で走行している場合には、FF目標操舵トルク  $TFF^*$  をそのままフィードフォワード制御量として出力する。また、車速対応調整部103は、自車両が第1設定車速  $V_1$  以上であって第2設定速度  $V_2$  以下の速度で走行している場合には、FF目標操舵トルク  $TFF^*$  を車速調整係数  $K_v$  によって低減方向に調整した値（ $TFF^* \times K_v$ ）をフィードフォワード制御量として出力する。

30

【0048】

減算部105は、目標舵角演算部101から供給される目標舵角  $s^*$  と、舵角センサ92によって検出される舵角  $s$ （実舵角  $s$  と呼ぶ）とを入力し、目標舵角  $s^*$  と実舵角  $s$  との偏差である舵角偏差  $s$ （ $s^* - s$ ）を演算する。減算部105は、算出した舵角偏差  $s$  をFBトルク演算部106に供給する。

40

【0049】

FBトルク演算部106は、舵角偏差  $s$  に基づいて、フィードバック制御量であるFB目標操舵トルク  $TFB^*$  を演算する。FBトルク演算部106は、例えば、舵角偏差  $s$  を比例項として含んだPID制御式、PI制御式、P制御式などによりFB目標操舵トルク  $TFB^*$  を演算する。

【0050】

FBトルク演算部106は、算出したFB目標操舵トルク  $TFB^*$  を合算部104に供給する。

【0051】

合算部104は、FBトルク演算部106から供給されたFB目標操舵トルク  $TFB^*$ 、

50



および、車速対応調整部 103 から供給された調整後 FF 目標操舵トルク ( $T_{FF}^* \times K_v$ ) を入力し、FB 目標操舵トルク  $T_{FB}^*$  と調整後 FF 目標操舵トルク ( $T_{FF}^* \times K_v$ ) とを合算した値である最終目標操舵トルク  $T^*$  ( $= T_{FB}^* + T_{FF}^* \times K_v$ ) を算出する。

【0052】

合算部 104 は、算出した最終目標操舵トルク  $T^*$  を表す情報を含んだ車線維持用トルク指令を、CAN40 を介してステアリング ECU90 に送信する。

【0053】

ステアリング ECU90 は、車線維持用トルク指令を受信すると、車線維持用トルク指令に含まれる情報である最終目標操舵トルク  $T^*$  を目標電流に変換し、モータ 70 に目標電流が流れるようにモータドライバ 80 の作動を制御する。モータドライバ 80 には、モータ 70 に流れる電流を検出する電流センサ (図示略) が設けられている。ステアリング ECU90 は、電流センサによって検出される実電流が目標電流と等しくなるようにモータドライバ 80 のスイッチング素子 (図示略) のデューティ比を制御する。これにより、モータ 70 から最終目標操舵トルク  $T^*$  が出力され、転舵輪 W が転舵される。この結果、自車両を目標走行ライン Ld に沿って走行させるようにドライバーの操舵操作を支援することができる。

【0054】

本実施形態の車線維持支援装置は、高速走行時だけでなく低速走行時においても車線維持支援制御を適切に実施できるようにするために、フィードフォワード制御量を車速に応じて調整する車速対応調整部 103 を設けている。この車速対応調整部 103 を設けた理由について説明する。

【0055】

車線維持支援制御においては、自車両が目標走行ライン近傍を走行するように小さな操舵トルクを付与して自車両の向きを調整しドライバーの操舵操作を補助する。自車両の向きは、主に、タイヤに横力 (横加速度) を発生させることによって調整することができる。この横力は、ステアリング機構 60 に操舵トルクを付与して転舵輪 W を転舵することにより発生する。横力は、高速走行時には、図 6 に示すように、操舵トルクに対して、ほぼ線形の関係性を有する。従って、目標舵角  $s^*$  に応じた FF 目標操舵トルク  $T_{FF}^*$  を演算することで、フィードフォワード制御によって所望の横力を発生させることができる。

【0056】

しかし、低速走行時には、高速走行時に比べてスリップ角が小さくなる。また、セルフアライニングトルクも発生しにくくなる。従って、高速走行時と低速走行時とでは、操舵トルクに対して横力の発生するメカニズムが異なり、横力が操舵トルクに対して線形な関係を有さなくなる。このため、目標舵角  $s^*$  に応じた FF 目標操舵トルク  $T_{FF}^*$  を演算しても、その演算結果では、適正なフィードフォワード制御を行うことができない。

【0057】

そこで、車速対応調整部 103 は、上述したように、車速  $V_x$  が第 1 設定車速  $V_1$  より低い低速走行時には、フィードフォワード制御量 (調整後 FF 目標操舵トルク ( $T_{FF}^* \times K_v$ )) をゼロに設定する。この場合、舵角偏差  $s$  に基づいて、フィードバック制御量である FB 目標操舵トルク  $T_{FB}^*$  によってモータ 70 が駆動制御されるため、実舵角  $s$  を目標舵角  $s^*$  に近づけることができ、適正な操舵トルクをモータ 70 で発生させることができる。フィードバック制御の場合には、フィードフォワード制御に比べて、応答性に関しては劣る。しかし、低速走行時には、要求される応答性が高速走行時に比べて低いため、何ら問題なく、良好に車線維持支援制御を実施することができる。

【0058】

また、車速対応調整部 103 は、車速  $V_x$  が第 2 設定車速  $V_2$  より高い高速走行時には、FF 目標操舵トルク  $T_{FF}^*$  をそのままフィードフォワード制御量として出力する。従って、応答性の良好なフィードフォワード制御と、フィードバック制御との両方によって (FF + FB 制御と呼ぶ)、良好に車線維持支援制御を実施することができる。

## 【 0 0 5 9 】

また、車速対応調整部 1 0 3 は、車速  $V_x$  が第 1 設定車速以上であって第 2 設定車速  $V_2$  以下である場合 ( $V_1 < V_x < V_2$ ) には、車速  $V_x$  が低くなるに従って徐々に低下する車速調整係数  $K_v$  を  $FF$  目標操舵トルク  $T_{FF}^*$  に乗算した値を調整後  $FF$  目標操舵トルク ( $T_{FF}^* \times K_v$ ) に設定する。従って、 $FF + FB$  制御からフィードバック制御に移行する過程、および、フィードバック制御から  $FF + FB$  制御に移行する過程において、最終目標操舵トルク  $T^*$  に大きな変動が生じることなく、滑らかに制御形態を切り替えることができる。従って、ドライバーに違和感を与えないようにすることができる。

## 【 0 0 6 0 】

以上説明したように、本実施形態の車線維持支援装置によれば、車線維持支援制御を全車速域において良好に実施できる。

10

## 【 0 0 6 1 】

以上、本実施形態に係る車線維持支援装置について説明したが、本発明は上記実施形態および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。

## 【 0 0 6 2 】

例えば、本実施形態においては、ラックバー 6 4 にモータ 7 0 を組み付けたラックアシスト方式の電動パワーステアリング部 5 0 を備えているが、これに代えて、ステアリングシャフト 6 2 にモータを組み付けたコラムアシスト方式の電動パワーステアリング部を備えてもよい。

20

## 【 0 0 6 3 】

また、本実施形態においては、舵角センサ 9 2 は、ステアリングシャフト 6 2 の回転角を検出するが、これに代えて、ラックバーの軸方向位置などから操舵角を検出することもできる。

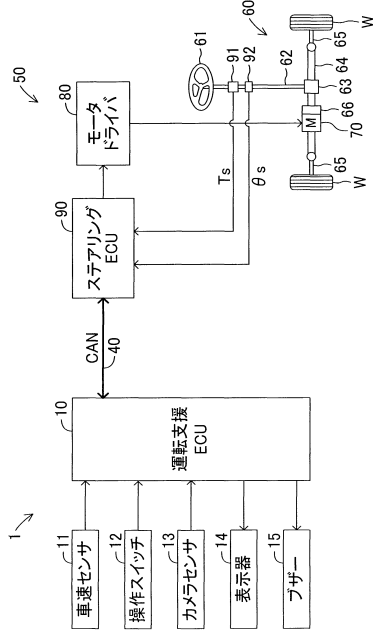
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 6 4 】

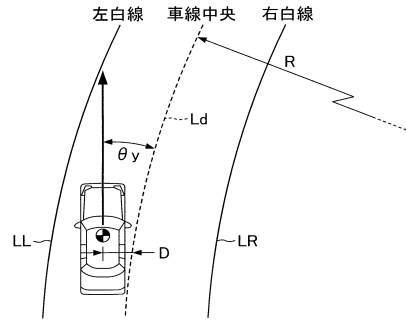
1 ... 車線維持支援制御部、1 0 ... 運転支援 ECU、1 1 ... 車速センサ、1 3 ... カメラセンサ、5 0 ... 電動パワーステアリング部、6 0 ... ステアリング機構、7 0 ... モータ、8 0 ... モータドライバ、9 0 ... ステアリング ECU、9 1 ... 操舵トルクセンサ、9 2 ... 舵角センサ、1 0 1 ... 目標舵角演算部、1 0 2 ...  $FF$  トルク演算部、1 0 3 ... 車速対応調整部、1 0 4 ... 合算部、1 0 5 ... 減算部、1 0 6 ...  $FB$  トルク演算部、 $W$  ... 転舵輪。

30

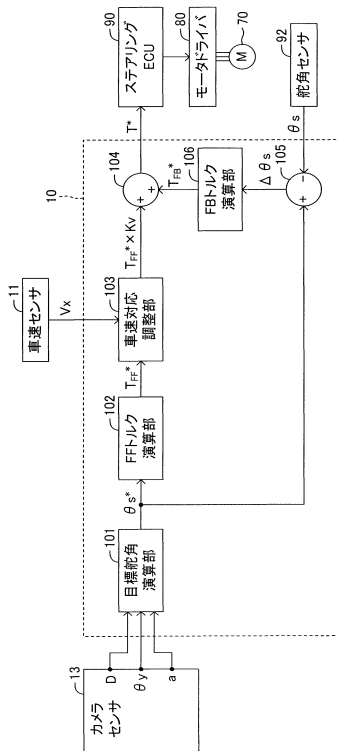
【図1】



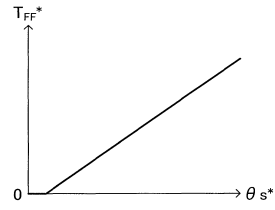
【図2】



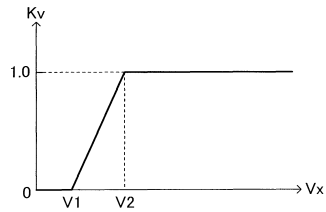
【図3】



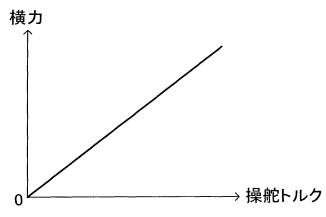
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2014-24448(JP,A)  
特開2011-68207(JP,A)  
特開2010-36755(JP,A)  
特開2010-36757(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62D 6/00  
B62D 101/00  
B62D 113/00  
B62D 119/00