

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7697563号  
(P7697563)

(45)発行日 令和7年6月24日(2025.6.24)

(24)登録日 令和7年6月16日(2025.6.16)

(51)国際特許分類 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 119/00 (2006.01) B 6 2 D 119:00

請求項の数 4 (全16頁)

(21)出願番号	特願2024-63422(P2024-63422)	(73)特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	令和6年4月10日(2024.4.10)	(74)代理人	110000213 弁理士法人プロスペック特許事務所
(62)分割の表示	特願2021-112380(P2021-112380) )の分割	(72)発明者	菅本 周作 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
原出願日	令和3年7月6日(2021.7.6)	(72)発明者	井上 聡 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(65)公開番号	特開2024-88775(P2024-88775A)	(72)発明者	濱口 剛 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(43)公開日	令和6年7月2日(2024.7.2)	(72)発明者	西郷 慎太郎
審査請求日	令和6年4月10日(2024.4.10)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両用操舵ガイドトルク制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ドライバーにより操舵操作される操舵入力部材と、前記操舵入力部材に与えられる操舵操作量に応じて転舵輪を転舵する転舵装置と、前記操舵入力部材に操舵ガイドトルクを付与するトルク付与装置と、前記トルク付与装置を制御する制御ユニットと、車両の前方の画像を取得する撮影装置と、を含み、前記制御ユニットは、前記撮影装置により取得された画像に基づいて認識した車線に沿って前記車両を走行させるようにドライバーの操舵をガイドする目標操舵ガイドトルクを演算し、前記操舵ガイドトルクが前記目標操舵ガイドトルクになるように前記トルク付与装置を制御するよう構成された車両用操舵ガイドトルク制御装置において、

前記制御ユニットは、車速及び前記車両の減速度合の少なくとも一方に基づいて、ドライバーが車線逸脱する操舵操作を行う可能性を推定し、前記目標操舵ガイドトルクを修正する必要があると判定したときには、前記可能性が高いほど前記目標操舵ガイドトルクが小さくなるよう、前記可能性に応じて前記目標操舵ガイドトルクを修正するよう構成され、更に、前記制御ユニットは、前記車両の減速度合の情報を取得し、前記車両の減速度合が高いほど前記可能性が高いと判定するよう構成された、車両用操舵ガイドトルク制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の車両用操舵ガイドトルク制御装置において、前記制御ユニットは、車速の情報を取得し、車速が低いほど前記可能性が高いと判定するよう構成された車両用操舵ガイドトルク制御装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の車両用操舵ガイドトルク制御装置において、前記制御ユニットは、前記車両から所定の距離の範囲内において選択可能な車線の数の情報を取得し、前記選択可能な車線の数が多いほど小さくなるよう制限ガイドトルクを設定し、前記目標操舵ガイドトルクの大きさが前記制限ガイドトルクを越えているときには、前記目標操舵ガイドトルクを修正する必要があると判定し、前記目標操舵ガイドトルクの大きさを前記制限ガイドトルクに制限することにより、前記目標操舵ガイドトルクを修正するよう構成された車両用操舵ガイドトルク制御装置。

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載の車両用操舵ガイドトルク制御装置において、前記制御ユニットは、車速の情報を取得し、車速が低いほど前記制限ガイドトルクを小さくするよう構成された車両用操舵ガイドトルク制御装置。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、自動車などの車両のための操舵ガイドトルク制御装置に係る。

## 【背景技術】

## 【0002】

自動車などの車両のための操舵反力トルク制御装置として、例えば下記の特許文献 1 に記載されているように、外部センサの検出結果に基づいてドライバーの適正操舵操作量を予測し、適正操舵操作量の予測時刻に対応するドライバーの操舵操作量が適正操舵操作量範囲内でないときには、操舵操作量が適正操舵操作量範囲内へ至るまでの操舵反力トルクを従来よりも大きくするよう構成された操舵反力トルク制御装置が知られている。

20

## 【0003】

操舵反力トルクは、操舵操作量が適正操舵操作量範囲内から該範囲外へ変化するときには、操舵操作に抗する操舵反力トルクとして作用し、操舵操作量が適正操舵操作量範囲外から該範囲内へ至るときには、操舵操作を促す操舵トルクとして作用する。よって、下記の特許文献 1 に記載されている操舵反力トルク制御装置は、操舵ガイドトルク制御装置と呼ばれてもよい。

## 【0004】

操舵ガイドトルク制御装置として、カメラセンサにより検出された車両の前方の走行路のカーブの曲率に基づいて、車両をカーブに沿って走行させるための目標操舵角を演算し、先読み時間を加味した目標操舵角と実際の操舵角との偏差に基づいて、実際の操舵操作量が目標操舵操作量を含む所定の操舵操作量の範囲内になるようにドライバーの操舵をガイドする目標操舵ガイドトルクを演算し、操舵ガイドトルクが目標操舵ガイドトルクになるようにトルク付与装置を制御する操舵ガイドトルク制御装置が知られている。

30

## 【0005】

上述のような操舵反力トルク制御装置及び操舵ガイドトルク制御装置によれば、車両が走行路のカーブを走行する際に、実際の操舵角が適切な操舵操作量の範囲内になるようにドライバーが操舵操作することを促すことができる。よって、ドライバーの操舵の主体感を維持しつつ、ドライバーの操舵操作量が適切な操舵操作量になるように操舵支援を行うことができる。

40

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【文献】特開 2019 - 209844 号公報

## 【発明の概要】

## 【0007】

〔発明が解決しようとする課題〕

操舵ガイドトルク制御装置が作動している状況においても、例えば側道への進路変更の

50

ように車両が現在走行している車線から逸れるようドライバーが操舵操作することがある。操舵ガイドトルク制御装置は車両が現在走行している車線に沿って走行するに適した操舵ガイドトルクを発生するので、車線逸脱の操舵操作が行われる場合には、操舵ガイドトルクは車線逸脱に干渉するトルクとして作用する。そのため、ドライバーが操舵ガイドトルクに起因する操舵抵抗を感じることを避けられない。

【0008】

本発明の主要な課題は、ドライバーが車線逸脱の操舵操作を行う可能性に応じて操舵ガイドトルクを修正することにより、ドライバーが車線逸脱の操舵操作を行う状況において操舵ガイドトルクに起因する操舵抵抗を感じる虞が低減されるよう改良された操舵ガイドトルク制御装置を提供することである。

10

【0009】

〔課題を解決するための手段及び発明の効果〕

本発明によれば、ドライバーにより操舵操作される操舵入力部材（ステアリングホイール20）と、操舵入力部材に与えられる操舵操作量に応じて転舵輪（28FL、28FR）を転舵する転舵装置（18）と、操舵入力部材に操舵ガイドトルク（Tsg）を付与するトルク付与装置（反力アクチュエータ24）と、トルク付与装置を制御する制御ユニット（ECU14）と、車両（60）の前方の画像を取得する撮影装置（カメラセンサ46）と、を含み、制御ユニット（ECU14）は、撮影装置により取得された画像に基づいて認識した車線に沿って前記車両（60）を走行させるようにドライバーの操舵をガイドする目標操舵ガイドトルク（Tsgt）を演算し、操舵ガイドトルクが目標操舵ガイドトルクになるようにトルク付与装置（反力アクチュエータ24）を制御するよう構成された車両用操舵ガイドトルク制御装置（10）が提供される。

20

【0011】

制御ユニット（ECU14）は、車速（V）及び前記車両の減速度合（減速度量 V）の少なくとも一方に基づいて、ドライバーが車線逸脱する操舵操作を行う可能性を推定し、目標操舵ガイドトルクを修正する必要があると判定したときには、前記可能性が高いほど目標操舵ガイドトルク（Tsgt）が小さくなるよう、該可能性に応じて目標操舵ガイドトルクを修正するよう構成され（S10～S40）、更に、制御ユニット（ECU14）は、車両の減速度合（減速度量 V）の情報を取得し、車両の減速度合が高いほど可能性が高いと判定する（S100）よう構成される。

30

【0012】

上記の構成によれば、撮影装置により取得された画像に基づいて認識した車線に沿って車両を走行させるようにトルク付与装置が制御される。よって、車両を車線に沿って走行させるための操舵ガイドトルクを操舵入力部材に付与し、実際の操舵操作量が適切な操舵操作量になるようドライバーに操舵操作を促すことができる。

【0013】

更に、上記の構成によれば、車速及び車両の減速度合の少なくとも一方に基づいて、ドライバーが車線逸脱する操舵操作を行う可能性が推定され、目標操舵ガイドトルクを修正する必要があると判定したときには、該可能性が高いほど目標操舵ガイドトルクが小さくなるよう、該可能性に応じて目標操舵ガイドトルクが修正される。よって、車速及び前記車両の減速度合の少なくとも一方に基づいて、ドライバーが車線逸脱する操舵操作を行う可能性を推定することができ、ドライバーが車線逸脱の操舵操作を行う状況において操舵ガイドトルクに起因する操舵抵抗を感じる虞を低減することができる。

40

【0014】

なお、ドライバーが側道への進路変更のような車線逸脱をしようとするときには、車両を減速させるので車速が低下する。また、車両から所定の距離の範囲内において選択可能な車線の数が多いほど、ドライバーが車線逸脱する操舵操作を行う可能性が高くなる。よって、「ドライバーが車線逸脱する操舵操作を行う可能性」は、車速、車両の減速度合、車両から所定の距離の範囲内において選択可能な車線の数などに基づいて推定されてよい。更に、上記の構成によれば、車両の減速度合が高いほど可能性が高いと判定されるので、

50

減速度合が高いほど目標操舵ガイドトルクを小さくし、ドライバーが車線逸脱の操舵操作を行う状況において操舵ガイドトルクに起因する操舵抵抗を感じる虞を低減することができる。

【0015】

本発明の一つの態様においては、制御ユニット（ECU14）は、車速（V）の情報を取得し、車速が低いほど可能性が高いと判定する（S90）よう構成される。

【0016】

上記態様によれば、車速が低いほど可能性が高いと判定されるので、車速が低いほど目標操舵ガイドトルクを小さくし、ドライバーが車線逸脱の操舵操作を行う状況において操舵ガイドトルクに起因する操舵抵抗を感じる虞を低減することができる。

10

【0019】

更に、本発明の他の一つの態様においては、制御ユニット（ECU14）は、車両から所定の距離の範囲（70）内において選択可能な車線の数（Nr）の情報を取得し、選択可能な車線の数が多いほど小さくなるよう制限ガイドトルク（Tsgmax）を設定し、目標操舵ガイドトルク（Tsgt）の大きさが制限ガイドトルクを越えているときには、目標操舵ガイドトルクを修正する必要があると判定し、目標操舵ガイドトルクの大きさを制限ガイドトルクに制限することにより、目標操舵ガイドトルクを修正する（S120～S140）よう構成される。

【0020】

上記態様によれば、選択可能な車線の数が多いほど小さくなるよう制限ガイドトルクが設定され、目標操舵ガイドトルクの大きさが制限ガイドトルクを越えているときには、目標操舵ガイドトルクを修正する必要があると判定され、目標操舵ガイドトルクの大きさを制限ガイドトルクに制限することにより、目標操舵ガイドトルクが修正される。よって、目標操舵ガイドトルクの大きさが制限ガイドトルクを越えているときには、選択可能な車線の数が多いほど、目標操舵ガイドトルクの大きさが小さくなるよう目標操舵ガイドトルクを制限することができる。

20

【0021】

更に、本発明の他の一つの態様においては、制御ユニット（ECU14）は、車速（V）の情報を取得し、車速が低いほど制限ガイドトルク（Tsgmax）を小さくする（S120）よう構成される。

30

【0022】

上記態様によれば、車速が低いほど制限ガイドトルクが小さくされるので、車速が低いほど目標操舵ガイドトルクの大きさの最大値を小さくすることができる。

【0023】

上記説明においては、本発明の理解を助けるために、後述する実施形態に対応する発明の構成に対し、その実施形態で用いられた符号が括弧書きで添えられている。しかし、本発明の各構成要素は、括弧書きで添えられた符号に対応する実施形態の構成要素に限定されるものではない。本発明の他の目的、他の特徴及び付随する利点は、以下の図面を参照しつつ記述される本発明の実施形態についての説明から容易に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

40

【0024】

【図1】操舵反力トルク制御装置として構成された車両用操舵ガイドトルク制御装置の実施形態を示す概略構成図である。

【図2】撮影基準位置などを説明するための図である。

【図3】実施形態における操舵反力トルクの制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図4】操舵角偏差に基づいて目標基本操舵ガイドトルクTsgtbを演算するためのマップである。

【図5】車速Vに基づいて車速係数Kvを演算するためのマップである。

【図6】車両の減速度Vに基づいて補正係数Kaを演算するためのマップである。

【図7】選択可能な車線数Nr及び車速Vに基づいて制限ガイドトルクTsgmaxを演算す

50

るためのマップである。

【図 8】変形例における操舵反力トルクの制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 9】操舵角偏差 及び車速  $V$  に基づいて目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  を演算するためのマップである。

【図 10】操舵角偏差 及び制限値  $T_{sglim}$  に基づいて目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  を演算するためのマップである。

【図 11】一つの側道があり、選択可能な車線数  $N_r$  が 2 である状況を示す図である。

【図 12】二つの側道があり、選択可能な車線数  $N_r$  が 3 である状況を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下に添付の図を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。

<構成>

【0026】

実施形態にかかる車両用操舵ガイドトルク制御装置 10 は、図 1 に示されているように、ステアパイワイヤ式の操舵装置 12 と、これを制御する電子制御ユニット 14 とを含む操舵反力トルク制御装置として構成され、車両 60 に適用されている。これ以降の説明及び図面においては、「電子制御ユニット」は「ECU」と表記される。

【0027】

操舵装置 12 は、機械的に互いに接続されていない操舵入力装置 16 及び転舵装置 18 を含んでいる。操舵入力装置 16 は、ステアリングホイール 20 と、ステアリングホイールの回転角度を操舵角 として検出する操舵角検出装置 22 と、ステアリングホイールに操舵反力トルク  $T_{re}$  を付与する反力アクチュエータ 24 と、を含んでいる。

【0028】

ステアリングホイール 20 は、図示されていないドライバーにより操舵操作される操舵入力部材であり、操縦桿のような形態をなしていてもよい。反力アクチュエータ 24 は電動機を含み、該電動機の回転軸 26 はステアリングホイール 20 と一体的に連結されている。操舵角検出装置 22 は電動機に内蔵されたロータリエンコーダであってもよい。

【0029】

転舵装置 18 は、転舵トルク  $T_{st}$  を受けて転舵輪である左右の前輪 28FL 及び 28FR を転舵するよう構成された転舵機構 30 と、転舵機構に転舵トルクを付与する転舵アクチュエータ 32 と、転舵輪の舵角 を検出する舵角検出装置 34 と、を含んでいる。

【0030】

図示の実施形態においては、転舵機構 30 は、ラックバー 36 及びピニオンシャフト 38 を有するラックアンドピニオン装置 40 を含んでいる。ピニオンシャフト 38 は、図には示されていないが、ラックバー 36 のラック歯と噛合するピニオンを有し、ピニオンシャフト 38 の回転運動はラックバー 36 の往復運動に変換され、ラックバー 36 の往復運動はピニオンシャフト 38 の回転運動に変換される。なお、転舵機構は当技術分野において公知の任意の構造を有してよい。

【0031】

更に、転舵機構 30 はタイロッド 42L 及び 42R を含み、タイロッド 42L 及び 42R の内端はそれぞれラックバー 36 の左右の先端に枢着されている。タイロッド 42L 及び 42R の外端は、図には示されていないが、前輪 28FL 及び 28FR のナックルアームに枢着されている。転舵アクチュエータ 32 は電動機を含み、該電動機の回転軸はピニオンシャフト 38 と一体的に連結されている。

【0032】

よって、転舵機構 30 は、ピニオンシャフト 38 にて転舵アクチュエータ 32 からの転舵トルクを受けて前輪 28FL 及び 28FR を転舵するよう構成されている。ピニオンシャフト 38 の回転角度 (図示せず) と前輪 28FL 及び 28FR の舵角 との間には一定の関係がある。よって、図示の実施形態においては、舵角検出装置 34 はピニオンシャフト 38 又は転舵アクチュエータ 32 の電動機の回転軸の回転角度 を検出することにより前輪 2

10

20

30

40

50

8 FL及び2 8 FRの舵角  $\delta$  を検出する。

【0033】

図1には詳細に示されていないが、ECU14は、マイクロコンピュータ及び駆動回路を含んでいる。マイクロコンピュータは、CPU、ROM、RAM、及びインターフェース(I/F)などを有し、これらが双方向性のコモンバスにより互いに接続された一般的な構成を有している。

【0034】

ECU14には、操舵角検出装置22により検出された操舵角  $\delta$  を示す信号が入力され、舵角検出装置34により検出された前輪2 8 FL及び2 8 FRの舵角  $\delta$  を示す信号が入力される。また、ECU14には、車速センサ44により検出された車速Vを示す信号が入力され、カメラセンサ46により取得された車両60の前方の車線の白線情報を示す信号が入力される。車速センサ44は、例えば車輪速度に基づいて車速Vを検出する。

10

【0035】

更に、ECU14には、ウinkerランプ48よりウinkerランプが点滅しているか否かを示す信号が入力され、ナビゲーション装置50により車両60の位置の情報及び車両が走行している道路及びその周辺の道路情報を示す信号が入力される。

【0036】

図3に示されているように、カメラセンサ46は、車両60のフロントガラス50aの内面の上方部に固定され、車両60の基準位置である重心50bから前方へ距離Lca(正の定数)の撮影基準位置Pcaを中心に車両60の前方の画像を撮影する。距離Lcaを必要に応じて撮影基準距離Lcaと呼ぶ。車両60の基準位置は、前輪2 8 FL及び2 8 FRの位置、前後輪の中間位置などであってもよい。

20

【0037】

ECU14は、操舵ギヤ比Rstを標準の操舵ギヤ比Rstnに設定して操舵角検出装置22により検出される操舵角  $\delta$  に基づいて転舵アクチュエータ32を制御する。よって、前輪2 8 FL及び2 8 FRの舵角  $\delta$  は  $\delta / Rstn$  になるよう制御される。なお、操舵角  $\delta$  及び舵角  $\delta$  は、車両60が直進状態にあるときに0になり、車両60が左旋回するときに正の値になる。また、標準の操舵ギヤ比Rstnは、車速Vが高いほど大きくなるよう予め設定された正の値であるが、正の定数であってもよい。

【0038】

更に、ECU14は、操舵角  $\delta$ 、操舵角  $\delta$  の微分値及び操舵角  $\delta$  の二階微分値に基づいて、ステアリングホイール20に付与されるべき基本操舵反力トルクTrebを演算する。基本操舵反力トルクTrebは、車速Vが高いほど大きくなるよう、車速に応じて可変設定される。なお、基本操舵反力トルクTrebは、当技術分野において公知の任意の要領にて制御されてよい。例えば、基本操舵反力トルクTrebは、ステアリングホイールが機械的に転舵輪に接続され、パワーステアリング装置により操舵アシストトルクが付与される車両において、ドライバーがステアリングホイールを介して感じる操舵トルクに対応するトルクであってもよい。

30

【0039】

また、ECU14は、後に詳細に説明するように、車両60が走行路のカーブを走行する際のドライバーの操舵をガイドする目標操舵ガイドトルクTsgtを演算する。更に、ECU14は、反力アクチュエータ24により発生されステアリングホイール20に付与される操舵反力トルクTregが、基本操舵反力トルクTrebと目標操舵ガイドトルクTsgtとの和である目標操舵反力トルクTretになるよう、反力アクチュエータ24を制御する。よって、反力アクチュエータ24は、目標操舵ガイドトルクTsgtに対応する操舵ガイドトルクTsgをステアリングホイール20に付与するトルク付与装置として機能する。なお、目標操舵ガイドトルクTsgtの大きさは、基本操舵反力トルクTrebの大きさの10分の1程度である。

40

【0040】

なお、目標操舵ガイドトルクTsgtは、実際の操舵角  $\delta$  が目標操舵角  $\delta_t$  から離れるよう

50

ドライバーが切り増し操舵する際には、操舵を抑制する方向に作用し、実際の操舵角  $\delta$  が目標操舵角  $\delta_t$  に近づくようドライバーが切り戻し操舵する際には、操舵を促進する方向に作用する。よって、目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  は、実際の操舵角  $\delta$  が目標操舵角  $\delta_t$  になるようドライバーの操舵をガイドする。

【0041】

実施形態においては、ECU14は、カメラセンサ46により取得された車両60の前方の車線の白線情報に基づいて、撮影基準位置  $P_{ca}$  を中心とする領域について走行路のカーブ曲率  $ca$  を演算し、RAMに保存する。よって、カメラセンサ46及びECU14は、撮影基準位置  $P_{ca}$  を中心とする領域について走行路のカーブ曲率  $ca$  を検出する検出装置として機能する。

10

【0042】

更に、ECU14は、RAMから先読み時間  $t$  に対応するカーブ曲率  $ca$  を先読みのカーブ曲率  $pre$  として読み出し、そのカーブ曲率  $pre$  に基づいて目標操舵角  $\delta_t$  を演算し、目標操舵角  $\delta_t$  と実際の操舵角  $\delta$  の偏差  $\delta - \delta_t$  に基づいて、操舵ガイドトルク  $T_{sg}$  を演算する。目標操舵角  $\delta_t$  は、実際の操舵角が車両60をカーブに沿って走行させるのに適した範囲内に留まり易くするための目標操舵角である。なお、実施形態においては、車両60が左旋回する方向の曲率が正である。

【0043】

カーブ曲率  $ca$  [1/m] は、下記の式(1)に従って演算される。なお、下記の式(1)において、 $V$  は車速 [m/s] であり、 $\delta_0$  は車両60の重心50bにおける走行路のカーブ曲率 [1/m] である。よって、 $\delta_0$  は、車両60が図1に示された撮影基準距離  $L_{ca}$  を走行するに要する時間  $L_{ca}/V$  前に演算されRAMに保存されたカーブ曲率  $ca$  である。 $\delta_0$  は、時間  $L_{ca}/V$  前に演算されRAMに保存されたカーブ曲率  $ca$  の変化率 [1/m/m]、即ちカーブ曲率の単位距離当りの変化量である。

20

$$ca = \delta_0 + V \cdot \frac{d\delta_0}{dt} \dots (1)$$

【0044】

図1に示されているように、車両60の重心50bと先読み位置  $P_{pre}$  との間の距離(先読み距離)  $L_{pre}$  は、撮影基準距離  $L_{ca}$  よりも小さい。なお、先読み距離  $L_{pre}$  は一定でなくてもよい。以上の説明から解るように、カーブ曲率  $pre$  は、先読み位置  $P_{pre}$  におけるカーブ曲率、即ち車両60の重心50bが先読み時間  $t$  後に到達する位置におけるカーブ曲率である。

30

【0045】

目標操舵角  $\delta_t$  [deg] は、下記の式(2)に従って演算される。なお、下記の式(2)において、 $R_{st}$  は前述のように操舵ギヤ比であり、 $A$  は車両60のスタビリティファクタ [deg/(m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>)] であり、 $L_w$  は車両60のホイールベースである。スタビリティファクタ  $A$  及びホイールベース  $L_w$  は、車両60の仕様により定まる既知の一定値である。

$$\delta_t = R_{st}(1 + A V^2) \cdot pre \cdot L_w \dots (2)$$

【0046】

更に、ECU14は、実際の操舵角  $\delta$  と目標操舵角  $\delta_t$  との偏差  $\delta - \delta_t$  である操舵角の偏差  $\delta - \delta_t$  に基づいて目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  を演算する。また、ECU14は、車速係数  $K_v$  と補正係数  $K_a$  と目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  との積  $K_v K_a T_{sgtb}$  として、目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  を演算する。更に、ECU14は、操舵反力トルク  $T_{re}$  が目標操舵反力トルク  $T_{ret}$  になるよう、反力アクチュエータ24を制御する。

40

【0047】

なお、目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  は、図4に示されているように、操舵角の偏差  $\delta - \delta_t$  の絶対値が  $s$  未満であるときには、操舵角の偏差  $\delta - \delta_t$  の絶対値が大きいくなり、操舵角の偏差  $\delta - \delta_t$  の絶対値が  $s$  以上であるときには、絶対値が  $T_{sgtbmax}$  の一定値に演算される。車速係数  $K_v$  は、図5に示されているように、車速  $V$  が低いほど小さくなる1以下で0以上の値である。補正係数  $K_a$  は、図6に示されているように、車両60の減速量  $-V$  が大きいほど小さくなる1以下の正の値である。

50

## &lt; 操舵反力トルクの制御ルーチン &gt;

## 【 0 0 4 8 】

次に、実施形態の操舵反力トルクの制御ルーチンについて説明する。E C U 1 4 の C P U は、図には示されていないイグニッションスイッチがオンであるときに、図 3 のフローチャートに示された操舵反力トルクの制御ルーチンを所定時間が経過する毎に実行する。なお、図 3 のフローチャートに対応する制御プログラムは、E C U 1 4 の R O M に格納されている。

## 【 0 0 4 9 】

まず、ステップ S 1 0 においては、C P U は、カメラセンサ 4 6 により車両 6 0 の前方の車線の白線情報が取得され、車両の走行経路を正常に推定可能であるか否かを判別する。C P U は、否定判別をしたときには、操舵反力トルクの制御をステップ S 3 0 へ進め、肯定判別をしたときには、操舵反力トルクの制御をステップ S 2 0 へ進める。

10

## 【 0 0 5 0 】

ステップ S 2 0 においては、C P U は、ウinkerランプ 4 8 が点滅しているか否か、即ちドライバーが走行しようとする車線を決定しているか否かを判別する。C P U は、否定判別をしたときには、操舵反力トルクの制御をステップ S 4 0 へ進め、肯定判別をしたときには、ステップ S 3 0 において、目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  を 0 に設定した後、操舵反力トルクの制御をステップ S 1 6 0 へ進める。

## 【 0 0 5 1 】

ステップ S 4 0 においては、C P U は、カメラセンサ 4 6 により取得された車両 6 0 の前方の車線の白線情報に基づいて、撮影基準位置  $P_{ca}$  を中心とする領域についてカーブ曲率の変化率  $\dot{\theta}_{ca}$  を演算し、R A M に保存する。

20

## 【 0 0 5 2 】

ステップ S 5 0 においては、上記式 ( 1 ) に従って、撮影基準位置  $P_{ca}$  を中心とする領域について走行路のカーブ曲率  $\theta_{ca}$  を演算し、R A M に保存する。なお、制御を開始してから時間  $L_{ca} / V$  が経過するまでの間は、カーブ曲率  $\theta_{ca}$  は 0 に設定されてよい。

## 【 0 0 5 3 】

ステップ S 6 0 においては、C P U は、先読み時間  $t$  前に演算され R A M に保存されたカーブ曲率  $\theta_{ca}$  を、先読み位置  $P_{pre}$  におけるカーブ曲率  $\theta_{pre}$  として R A M から読み出す。

30

## 【 0 0 5 4 】

ステップ S 7 0 においては、C P U は、車速  $V$  及び先読み位置  $P_{pre}$  におけるカーブ曲率  $\theta_{pre}$  に基づいて、上記式 ( 2 ) に従って、車両 6 0 が走行路のカーブに沿って走行するための目標操舵操作量としての目標操舵角  $\delta_t$  を演算する。

## 【 0 0 5 5 】

ステップ S 8 0 においては、C P U は、操舵角検出装置 2 2 により検出された実際の操舵角  $\delta$  と目標操舵角  $\delta_t$  との偏差  $\delta - \delta_t$  である操舵角の偏差  $\delta - \delta_t$  を演算する。

## 【 0 0 5 6 】

ステップ S 9 0 においては C P U は、操舵角の偏差  $\delta - \delta_t$  に基づいて図 4 に示されたマップを参照することにより、目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  を演算する。

40

## 【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 0 0 においては、C P U は、車速  $V$  に基づいて図 5 に示されたマップを参照することにより、車速係数  $K_v$  を演算する。なお、図 5 に示された  $V_1$  及び  $V_2$  は、それぞれ例えば 2 0 km/h、6 0 km/h であってよい。また、図 5 においては、車速係数  $K_v$  は車速  $V$  が低い領域において 0 であるが、車速  $V$  が低い領域においても正の値であってもよい。

## 【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 1 0 においては、C P U は、予め設定された時間前の車速  $V$  と現在の車速  $V$  との偏差として車両 6 0 の減速量  $\Delta V$  を演算し、減速量  $\Delta V$  に基づいて図 6 に示されたマップを参照することにより、補正係数  $K_a$  を演算する。図 6 に示されているように、補正

50

係数  $K_a$  は、減速度  $V$  が大きいほど小さくなるよう、1 以下の正の値に演算される。なお、補正係数  $K_a$  は、減速度  $V$  が負の値であるときには、即ち車両 60 が加速状態にあるときには、減速度  $V$  が 0 又は正の小さい値であるときと同様に 1 に設定される。

【0059】

ステップ S120 においては、CPU は、操舵角の偏差 と車速係数  $K_v$  と補正係数  $K_a$  と目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  との積  $K_v K_a T_{sgtb}$  として、車両 60 が走行路のカーブを走行する際のドライバーの操舵をガイドする目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  を演算する。

【0060】

ステップ S130 においては、CPU は、ナビゲーション装置 50 より取得された車両 60 の周囲の道路情報などに基づいて、車両から所定の距離の範囲内にある選択可能な車線数  $N_r$  を判定する。所定の距離の範囲は、例えば図 11 及び図 12 に示されているように、車両 60 の基準位置である重心 60b から基準半径  $R_c$  の範囲内で車両の前方側 180 度の角度範囲の扇形の領域 70 であってよい。基準半径  $R_c$  は、正の定数であるが、車速  $V$  が高いほど大きくなるよう、車速  $V$  に応じて可変設定されてもよい。

【0061】

図 11 及び図 12 に示された例の場合、車線数  $N_r$  はそれぞれ 2 及び 3 であると判定される。なお、片側の車線が複数である場合には、「それらの車線の数 - 1」も選択可能な車線数  $N_r$  にカウントされてよい。

【0062】

更に、ステップ S130 においては、CPU は、選択可能な車線数  $N_r$  に基づいて図 7 に示されたマップを参照することにより、制限ガイドトルク  $T_{sgmax}$  を演算する。なお、図 7 に示されているように、制限ガイドトルク  $T_{sgmax}$  は、選択可能な車線数  $N_r$  が多いほど小さくなり、車速  $V$  が低いほど小さくなるよう演算される。

【0063】

ステップ S140 においては、CPU は、ステップ S90 において演算した目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  の絶対値が制限ガイドトルク  $T_{sgmax}$  を越えているか否かを判別する。CPU は、否定判別をしたときには、操舵反力トルクの制御をステップ S160 へ進め、肯定判別をしたときには、操舵反力トルクの制御をステップ S150 へ進める。

【0064】

ステップ S150 においては、CPU は、目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  の絶対値が制限ガイドトルク  $T_{sgmax}$  になるよう、目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  を制限ガイドトルク  $T_{sgmax}$  にて制限する。

【0065】

ステップ S160 においては、CPU は、操舵角、操舵角の微分値及び操舵角の二階微分値及び車速  $V$  に基づいて、当技術分野において公知の任意の要領にて、ステアリングホイール 20 に付与されるべき基本操舵反力トルク  $T_{reb}$  を演算する。

【0066】

ステップ S170 においては、CPU は、基本操舵反力トルク  $T_{reb}$  と目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  との和  $T_{reb} + T_{sgt}$  として目標操舵反力トルク  $T_{ret}$  を演算する。

【0067】

ステップ S180 においては、CPU は、反力アクチュエータ 24 により発生される操舵反力トルク  $T_{re}$  が目標操舵反力トルク  $T_{ret}$  になるよう、反力アクチュエータ 24 を制御する。よって、目標操舵反力トルク  $T_{ret}$  に対応する操舵反力トルクがステアリングホイール 20 に付与されることにより、目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  に対応する操舵ガイドトルク  $T_{sg}$  がステアリングホイール 20 に付与される。

<実施形態の作動及び効果>

【0068】

実施形態によれば、車両の走行経路を正常に推定可能であるときには（ステップ S10）、先読み位置  $P_{pre}$  におけるカーブ曲率  $\rho_{pre}$  が求められ、車両 60 が走行路のカーブに

10

20

30

40

50

沿って走行するための目標操舵角  $\delta_t$  が演算される (ステップ S 2 0 ~ S 7 0)。実際の操舵角  $\delta$  と目標操舵角  $\delta_t$  との偏差  $\delta - \delta_t$  である操舵角の偏差  $\delta - \delta_t$  に基づいて、目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  が演算される (ステップ S 8 0、S 9 0)。車速係数  $K_v$  と補正係数  $K_a$  と目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  との積  $K_v K_a T_{sgtb}$  として、目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  が演算される (ステップ S 1 0 0 ~ S 1 2 0)。

【 0 0 6 9 】

更に、ステアリングホイール 2 0 に付与されるべき基本操舵反力トルク  $T_{reb}$  と目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  との和として目標操舵反力トルク  $T_{ret}$  が演算され、操舵反力トルク  $T_{re}$  が目標操舵反力トルク  $T_{ret}$  になるよう、反力アクチュエータ 2 4 が制御される (ステップ S 1 6 0 ~ S 1 8 0)。

【 0 0 7 0 】

上述のように、ドライバーが車線や側道への進路変更のように現在走行中の車線から逸脱しようとするときには、減速操作をするので、車速  $V$  が低下する。実施形態によれば、車速係数  $K_v$  は、図 5 に示されているように、車速  $V$  が低いほど小さくなるよう、車速  $V$  に応じて 1 以下で 0 以上の値に可変設定される。

【 0 0 7 1 】

よって、実施形態によれば、ドライバーが現在走行中の車線から逸脱しようとする場合のように、車両 6 0 が走行する車線が変更される可能性が高いほど車速係数  $K_v$  が減少し、目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  の大きさが小さくなるので、車両 6 0 が現在走行中の車線に沿って走行することを促す目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  が減少する。従って、ドライバーが現在走行中の車線から逸脱しようとする状況において、目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  に対応する操舵ガイドトルクがドライバーの操舵操作に干渉する虞を低減し、ドライバーが操舵ガイドトルクに起因する操舵抵抗を感じる虞を低減することができる。

【 0 0 7 2 】

なお、車両 6 0 が低速にて走行する場合にも、目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  が小さくなるので、操舵ガイドトルク  $T_{sg}$  が小さくなる。しかし、基本操舵反力トルク  $T_{reb}$  は増大されないため、ドライバーが操舵操作の困難性を感じることはない。

【 0 0 7 3 】

特に、実施形態によれば、ステップ S 1 1 0 において、減速量  $\Delta V$  が大きいほど小さくなるよう、補正係数  $K_a$  が 1 以下の正の値に演算され、ステップ S 1 2 0 において、車速係数  $K_v$  と補正係数  $K_a$  と基本操舵反力トルク  $T_{reb}$  との積として目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  が演算される。よって、車両の減速量が大きいほど目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  の大きさを小さくし、操舵ガイドトルクがドライバーの操舵操作に干渉する虞を効果的に低減することができる。

【 0 0 7 4 】

また、実施形態によれば、車速係数  $K_v$  を演算するためのマップは、図 5 に示されているように一つでよいので、後述の変形例の図 9 に示されたマップのように車速域ごとに異なる複数のマップを設定する必要がない。よって、変形例に比して容易に目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  を演算することができる。

[ 変形例 ]

【 0 0 7 5 】

図 8 は、変形例における操舵反力トルクの制御ルーチンを示すフローチャートである。なお、図 8 において、図 3 に示されたステップと同一のステップには、図 3 において付されたステップ番号と同一のステップ番号が付されている。

【 0 0 7 6 】

変形例においては、CPU は、ステップ S 9 0 に代えてステップ S 9 5 を実行し、操舵角の偏差  $\delta - \delta_t$  及び車速  $V$  に基づいて図 9 に示されたマップを参照することにより、目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  を演算する。図 9 に示されているように、目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  は、操舵角の偏差  $\delta - \delta_t$  の絶対値が大きいほど大きくなると共に、車速  $V$  が低いほど絶対値が小さくなるよう演算される。

10

20

30

40

50

## 【0077】

また、CPUは、ステップS120に代えてステップS125を実行し、補正係数Kaと目標基本操舵ガイドトルクTsgtbとの積KaTsgtbとして、車両60が走行路のカーブを走行する際のドライバーの操舵をガイドする目標操舵ガイドトルクTsgtを演算する。

## 【0078】

変形例によれば、図9に示されているように、車速Vが低いほど目標基本操舵ガイドトルクTsgtbの絶対値が小さくなるので、車速Vが低いほど目標操舵ガイドトルクTsgtの絶対値が小さくなる。よって、ドライバーが現在走行中の車線から逸脱しようとして車両60を減速させ、車速Vが低下するときには、車両60が現在走行中の車線に沿って走行することを促す目標操舵ガイドトルクTsgtが減少する。従って、ドライバーが現在走行中の車線から逸脱しようとする状況において、目標操舵ガイドトルクTsgtに対応する操舵ガイドトルクがドライバーの操舵操作に干渉する虞を低減し、ドライバーが操舵ガイドトルクに起因する操舵抵抗を感じる虞を低減することができる。

10

## 【0079】

特に、変形例によれば、ステップS110において、減速量Vが大きいほど小さくなるよう、補正係数Kaが1以下の正の値に演算され、ステップS125において、補正係数Kaと目標基本操舵ガイドトルクTsgtbとの積として目標操舵ガイドトルクTsgtが演算される。よって、車両の減速量が大きいほど目標操舵ガイドトルクTsgtの大きさを小さくし、操舵ガイドトルクがドライバーの操舵操作に干渉する虞を効果的に低減することができる。

20

## 【0080】

また、上述の実施形態及び変形例によれば、ステップS130において、車両60から所定の距離の範囲内にある選択可能な車線数Nrが判定され、選択可能な車線数Nrが多いほど小さくなるよう制限ガイドトルクTsgmaxが演算される。更に、ステップS140及びS150において、目標操舵ガイドトルクTsgtの絶対値が制限ガイドトルクTsgmaxを越えないよう、目標操舵ガイドトルクTsgtが制限ガイドトルクTsgmaxにて制限される。

## 【0081】

よって、選択可能な車線数Nrが多く、車両60が走行する車線が変更される可能性が高いほど目標操舵ガイドトルクTsgtの大きさが小さくなるよう、目標操舵ガイドトルクを修正することができる。

30

## 【0082】

更に、実施形態及び変形例によれば、図7に示されているように、制限ガイドトルクTsgmaxは車速Vが低いほど小さくなるよう演算される。よって、車速Vが低いほど目標操舵ガイドトルクTsgtの大きさが小さくなるよう、目標操舵ガイドトルクを修正することができる。

## 【0083】

以上においては、本発明を特定の実施形態について詳細に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内にて他の種々の実施形態が可能であることは当業者にとって明らかであろう。

40

## 【0084】

例えば、上述の実施形態においては、目標操舵ガイドトルクTsgtは、ステップS120において、車速係数Kvと補正係数Kaと目標基本操舵ガイドトルクTsgtbとの積KvKaTsgtbとして演算される。しかし、補正係数Kaが省略され、目標操舵ガイドトルクTsgtは積KaTsgtbとして演算されてもよい。

## 【0085】

上述の変形例においては、目標操舵ガイドトルクTsgtは、ステップS125において、補正係数Kaと目標基本操舵ガイドトルクTsgtbとの積KaTsgtbとして演算される。しかし、補正係数Kaが省略され、目標操舵ガイドトルクTsgtは目標基本操舵ガイドトルクTsgtbに設定されてもよい。

50

## 【 0 0 8 6 】

また、上述の実施形態及び変形例においては、図 7 に示されているように、制限ガイドトルク  $T_{sgmax}$  は、車速  $V$  が低いほど小さくなるよう車速  $V$  に応じて可変設定される。しかし、制限ガイドトルク  $T_{sgmax}$  は、車速  $V$  に応じて可変設定されなくてもよい。

## 【 0 0 8 7 】

また、変形例においては、目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  は、操舵角の偏差及び車速  $V$  に基づいて図 9 に示されたマップを参照することにより演算される。しかし、目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  は、操舵角の偏差に基づいて図 10 に示されたマップを参照することにより演算され、車速  $V$  が低いほど絶対値が小さくなる制限値  $T_{glim}$  にて目標基本操舵ガイドトルク  $T_{sgtb}$  が制限されてもよい。

10

## 【 0 0 8 8 】

更に、上述の実施形態及び変形例においては、操舵ガイドトルク制御装置 10 は、ステアバイワイヤ式の操舵装置 12 を含む操舵反力トルク制御装置として構成されている。しかし、操舵ガイドトルク制御装置 10 は、ステアリングホイールと左右の前輪とが機械的に接続され、電動パワーステアリング装置を含む操舵反力トルク制御装置として構成されてもよい。その場合には、操舵トルク及び車速に基づいて演算される基本操舵アシストトルク  $T_{sab}$  と目標操舵ガイドトルク  $T_{sgt}$  との和として目標操舵アシストトルク  $T_{sat}$  が演算される。更に、電動パワーステアリング装置により発生される操舵アシストトルク  $T_{sa}$  が目標操舵アシストトルク  $T_{sat}$  になるように電動パワーステアリング装置が制御される。

## 【 符号の説明 】

20

## 【 0 0 8 9 】

10 ... 車両用操舵支援トルク制御装置、 12 ... 操舵装置、 14 ... ECU、 20 ... ステアリングホイール、 22 ... 操舵角検出装置、 24 ... 反力アクチュエータ、 28FL, 28FR... 前輪、 30 ... 転舵機構、 44 ... 車速センサ、 46 ... カメラセンサ、 48 ... ウィンカーランプ、 50 ... ナビゲーション装置、 60 ... 車両

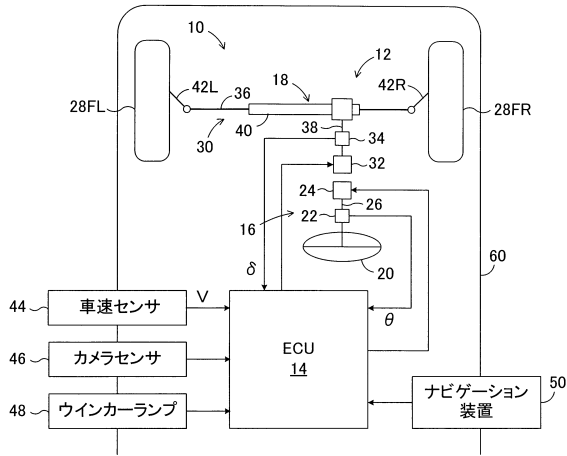
30

40

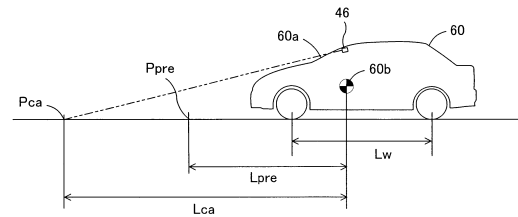
50

【図面】

【図1】

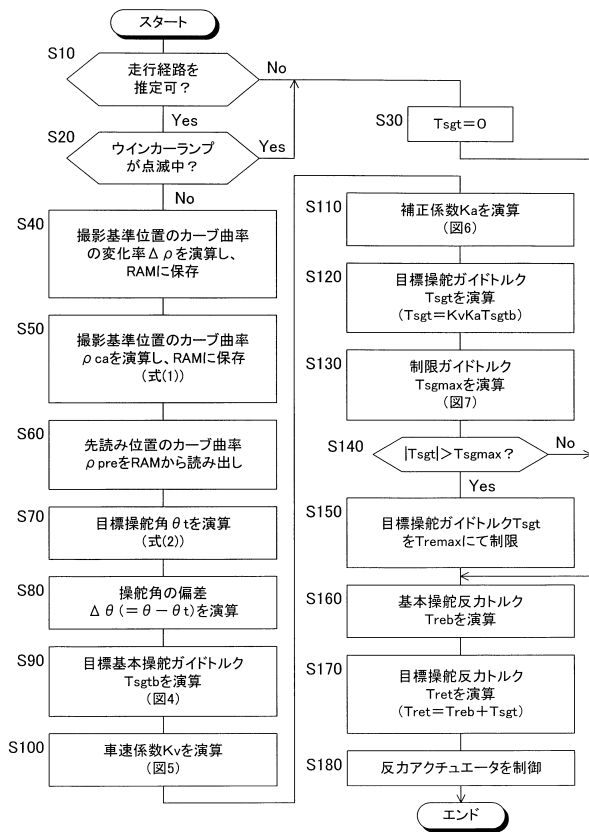


【図2】

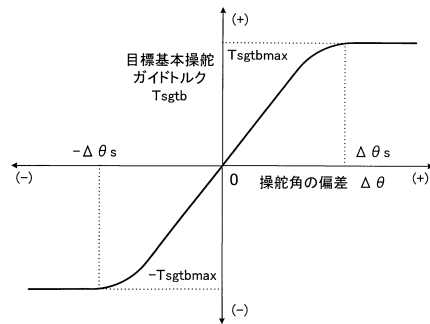


10

【図3】



【図4】



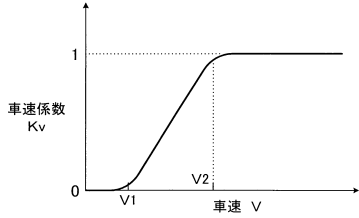
20

30

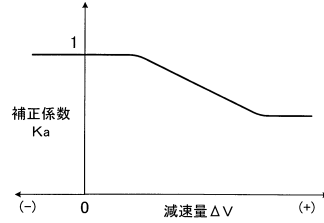
40

50

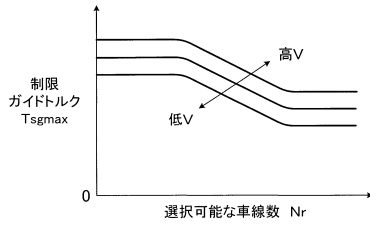
【 図 5 】



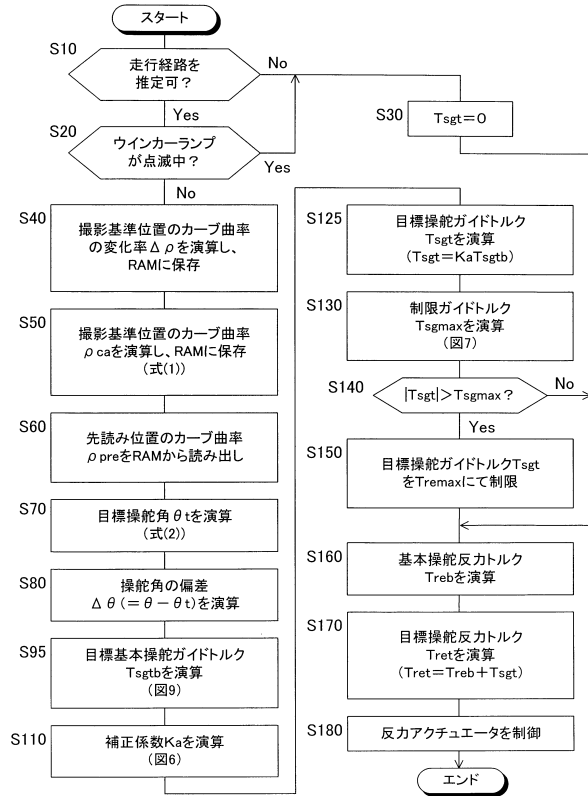
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



10

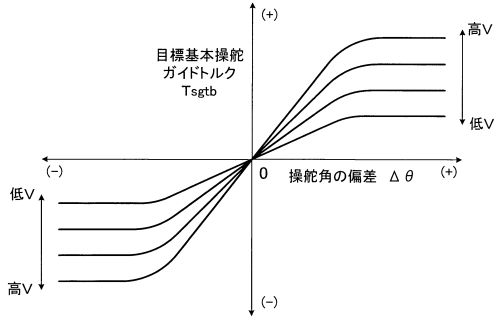
20

30

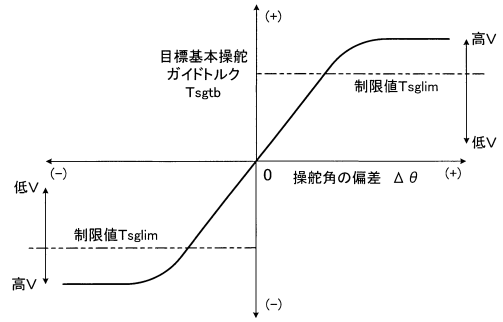
40

50

【 図 9 】

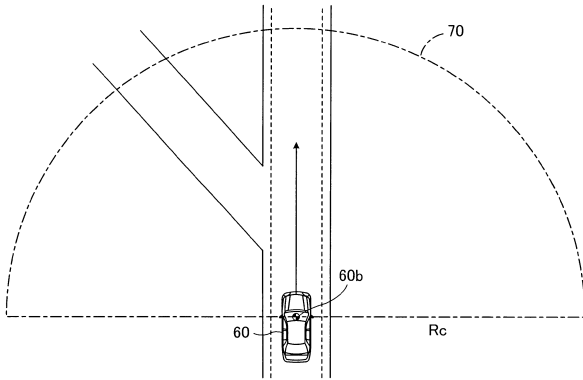


【 図 10 】

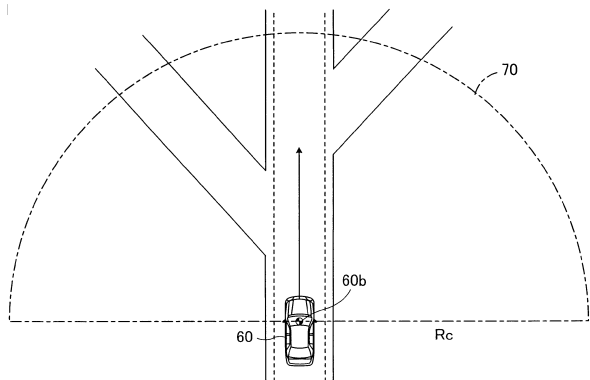


10

【 図 11 】



【 図 12 】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

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 田邊 学

- (56)参考文献 特開2010-006271(JP,A)  
特開2015-115040(JP,A)  
特開2018-095202(JP,A)  
特開2013-082438(JP,A)  
特開2019-209844(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
B62D 6/00  
B62D 101/00  
B62D 119/00