

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6190830号
(P6190830)

(45) 発行日 平成29年8月30日(2017.8.30)

(24) 登録日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int.Cl.

F 1

B62D 6/00	(2006.01)	B62D 6/00
G08G 1/16	(2006.01)	G08G 1/16
B60W 30/12	(2006.01)	B60W 30/12

D

請求項の数 10 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2015-24465 (P2015-24465)
(22) 出願日	平成27年2月10日 (2015.2.10)
(65) 公開番号	特開2016-147541 (P2016-147541A)
(43) 公開日	平成28年8月18日 (2016.8.18)
審査請求日	平成27年11月25日 (2015.11.25)

(73) 特許権者	000005326
	本田技研工業株式会社
	東京都港区南青山二丁目1番1号
(74) 代理人	100077665
	弁理士 千葉 剛宏
(74) 代理人	100116676
	弁理士 宮寺 利幸
(74) 代理人	100149261
	弁理士 大内 秀治
(74) 代理人	100136548
	弁理士 仲宗根 康晴
(74) 代理人	100136641
	弁理士 坂井 志郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】走行支援システム及び走行支援方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の前方を撮像する撮像装置と、
前記撮像装置が取得した前方画像から前記車両の走行路上に標示された車線を検出する車線検出装置と、

前記車両の現在位置を検出する位置検出装置と、
地図情報を記憶する地図情報記憶装置と、
操舵アシスト力を生成するアクチュエータと、
前記アクチュエータに前記操舵アシスト力を生成させて前記車線の維持又は前記車線の逸脱回避を補助する制御装置と

を備える走行支援システムであって、

前記制御装置は、

前記車両の現在位置及び前記地図情報に基づいて前記車両の走行路を推定し、

前記走行路に含まれるカーブに関し、前記前方画像に基づいて前記カーブの開始点を検出すると共に、前記地図情報に含まれるカーブ半径を前記地図情報記憶装置から取得し、

前記前方画像に基づいて検出した前記カーブの開始点に基づいて前記カーブに入る前の減速支援及び旋回支援の少なくとも一方を行い、

前記地図情報に含まれる前記カーブ半径を用いて前記カーブの旋回支援を行い、

さらに、前記制御装置は、運転者によるステアリングの操作があったとき、前記カーブ

10

20

半径を用いる前記カーブの旋回支援を開始する
ことを特徴とする走行支援システム。

【請求項 2】

請求項1に記載の走行支援システムにおいて、
前記制御装置は、

前記カーブ半径及び車速に基づく目標ヨーレート及び目標横加速度の少なくとも一方を反映する前記操舵アシスト力である第1操舵アシスト力と、車両ヨーレート及び横加速度の少なくとも一方並びに前記車速を反映する前記操舵アシスト力である第2操舵アシスト力とを演算し、

前記第1操舵アシスト力による旋回支援を開始した後、前記第1操舵アシスト力から前記第2操舵アシスト力へと徐々に又は段階的に移行し、その後、前記第2操舵アシスト力により旋回支援を行う

ことを特徴とする走行支援システム。

【請求項 3】

請求項1又は2に記載の走行支援システムにおいて、

前記制御装置は、前記前方画像に基づいて検出した前記カーブの開始点を基準として前記操舵アシスト力を発生させる

ことを特徴とする走行支援システム。

【請求項 4】

請求項1～3のいずれか1項に記載の走行支援システムにおいて、

前記制御装置は、前記地図情報に含まれる前記カーブ半径を用いて前記カーブの旋回支援を行っている際、前記前方画像に基づいて検出した前記カーブの終了点において前記旋回支援が終了するように前記操舵アシスト力を減少させる

ことを特徴とする走行支援システム。

【請求項 5】

請求項1～4のいずれか1項に記載の走行支援システムにおいて、

前記制御装置は、前記車両に発生している車両ヨーレート及び横加速度の少なくとも一方を維持する電流に基づいて減速支援及び旋回支援の少なくとも一方を行う

ことを特徴とする走行支援システム。

【請求項 6】

請求項1～5のいずれか1項に記載の走行支援システムにおいて、

前記制御装置は、前記カーブに入る前に前記操舵アシスト力を発生させる

ことを特徴とする走行支援システム。

【請求項 7】

請求項6に記載の走行支援システムにおいて、

前記制御装置は、

前記カーブの開始点を基準とした操舵タイミングである基準操舵タイミングに対し、運転者による実際の操舵タイミングの遅れを判定し、

前記カーブに入る前の前記操舵アシスト力の開始タイミングを、前記実際の操舵タイミングの遅れに応じて早める

ことを特徴とする走行支援システム。

【請求項 8】

車両の前方を撮像する撮像装置と、

前記撮像装置が取得した前方画像から前記車両の走行路上に標示された車線を検出する
車線検出装置と、

前記車両の現在位置を検出する位置検出装置と、

地図情報を記憶する地図情報記憶装置と、

操舵アシスト力を生成するアクチュエータと、

前記アクチュエータに前記操舵アシスト力を生成させて前記車線の維持又は前記車線の
逸脱回避を補助する制御装置と

10

20

30

40

50

を備える走行支援システムであって、

前記制御装置は、

前記車両の現在位置及び前記地図情報に基づいて前記車両の走行路を推定し、

前記走行路に含まれるカーブに関し、前記前方画像に基づいて前記カーブの開始点を検出すると共に、前記地図情報に含まれるカーブ半径を前記地図情報記憶装置から取得し

前記前方画像に基づいて検出した前記カーブの開始点に基づいて前記カーブに入る前の減速支援及び旋回支援の少なくとも一方を行い、

前記地図情報に含まれる前記カーブ半径を用いて前記カーブの旋回支援を行い、

さらに、前記制御装置は、前記地図情報に含まれる前記カーブの開始点を基準として設定した操舵必要位置を前記車両が超えても、運転者によるステアリングの操作が行われないとき、前記前方画像により前記車線からの逸脱又は逸脱可能性を認識すると、前記車線からの逸脱を回避するために前記操舵アシスト力を発生させる

ことを特徴とする走行支援システム。

【請求項 9】

車両の前方を撮像する撮像装置と、

前記撮像装置が取得した前方画像から前記車両の走行路上に標示された車線を検出する車線検出装置と、

前記車両の現在位置を検出する位置検出装置と、

地図情報を記憶する地図情報記憶装置と、

操舵アシスト力を生成するアクチュエータと、

前記アクチュエータに前記操舵アシスト力を生成させて前記車線の維持又は前記車線の逸脱回避を補助する制御装置と

を備える走行支援システムを用いる走行支援方法であって、

前記制御装置は、

前記車両の現在位置及び前記地図情報に基づいて前記車両の走行路を推定し、

前記走行路に含まれるカーブに関し、前記前方画像に基づいて前記カーブの開始点を検出すると共に、前記地図情報に含まれるカーブ半径を前記地図情報記憶装置から取得し

前記前方画像に基づいて検出した前記カーブの開始点に基づいて前記カーブに入る前の減速支援又は旋回支援を行い、

運転者によるステアリングの操作があったとき、前記地図情報に含まれる前記カーブ半径を用いて前記カーブの旋回支援を行う

ことを特徴とする走行支援方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の走行支援方法において、

前記制御装置は、前記地図情報に含まれる前記カーブ半径を用いて前記カーブの旋回支援を行っている際、前記前方画像に基づいて検出した前記カーブの終了点において前記旋回支援が終了するように前記操舵アシスト力を減少させる

ことを特徴とする走行支援方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクチュエータにより発生する操舵アシストトルクを用いて走行支援を行う走行支援システム及び走行支援方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、車線維持支援又は車線逸脱警報を行うシステムが開示されている（〔0001〕、要約）。特許文献 1 では、撮像手段 2 が撮像した画像に基づいて、車線検出手段 10 が車線を検出する（〔0012〕）。車線維持支援手段 11 は、車線を維持する

10

20

30

40

50

のに必要な操舵角を算出し、パワーステアリング制御手段6を介してステアリングモータ5を作動させる（[0012]）。車線逸脱警報装置12は、車線検出手段10により検出された車線情報に基づいて車両の車線逸脱の可能性を判定し、車線逸脱すると判定された場合、運転者に警報を発する（[0012]）。特許文献1では、ナビゲーション装置13からのカーブ半径が予め設定された値以下の場合、運転者に車線維持支援又は車線逸脱警報が無効になることを音声等で予告する（[0013]）。

【0003】

特許文献2には、車載カメラ3aを用いて自車周辺環境の情報を取得すると共に、運転の支援及び乗員への警報を行う車線逸脱防止システム等が開示されている（[0010]）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-027760号公報

【特許文献2】特許第4654208号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1、2では、カーブの旋回時における走行支援に着目した検討は行われていない。

20

【0006】

本発明は上記のような課題を考慮してなされたものであり、カーブの旋回時における走行支援をより好適に行うことが可能な走行支援システム及び走行支援方法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】

本発明に係る走行支援システムは、

車両の前方を撮像する撮像装置と、

前記撮像装置が取得した前方画像から前記車両の走行路上に標示された車線を検出する車線検出装置と、

30

前記車両の現在位置を検出する位置検出装置と、

地図情報を記憶する地図情報記憶装置と、

操舵アシスト力を生成するアクチュエータと、

前記アクチュエータに前記操舵アシスト力を生成させて前記車線の維持又は前記車線の逸脱回避を補助する制御装置と

を備えるものであって、

前記制御装置は、

前記車両の現在位置及び前記地図情報に基づいて前記車両の走行路を推定し、

前記走行路に含まれるカーブに関し、前記前方画像に基づいて前記カーブの開始点を検出すると共に、前記地図情報に含まれるカーブ半径を前記地図情報記憶装置から取得し、

40

前記前方画像に基づいて検出した前記カーブの開始点に基づいて前記カーブに入る前の減速支援及び旋回支援の少なくとも一方を行い、

前記地図情報に含まれる前記カーブ半径を用いて前記カーブの旋回支援を行うことを特徴とする。

【0008】

本発明によれば、撮像装置による前方画像に基づいて検出した前記カーブの開始点に基づいてカーブに入る前の減速支援又は旋回支援を行うと共に、地図情報に含まれるカーブ半径を用いてカーブの旋回支援を行う。これにより、前方画像を用いて高精度に検出した

50

カーブの開始点を基準として好適な減速支援又は旋回支援を行うと共に、地図情報に基づく高精度なカーブの旋回支援を行うことが可能となる。

【0009】

前記制御装置は、運転者によるステアリングの操作があったとき、前記カーブ半径を用いる前記カーブの旋回支援を開始してもよい。これにより、運転者の嗜好を反映した旋回支援を行うことが可能となる。また、操舵アシスト力についての違和感を運転者に与えることを防ぐことが可能となる。

【0010】

前記制御装置は、前記カーブ半径及び車速に基づく目標ヨーレート及び目標横加速度の少なくとも一方を反映する前記操舵アシスト力である第1操舵アシスト力と、車両ヨーレート及び横加速度の少なくとも一方並びに前記車速を反映する前記操舵アシスト力である第2操舵アシスト力とを演算し、前記第1操舵アシスト力による旋回支援を開始した後、前記第1操舵アシスト力から前記第2操舵アシスト力へと徐々に又は段階的に移行し、その後、前記第2操舵アシスト力により旋回支援を行ってもよい。これにより、カーブ半径を反映する第1操舵アシスト力から、車両ヨーレートを反映する第2操舵アシスト力への移行を円滑に行うことが可能となる。

10

【0011】

前記制御装置は、前記前方画像に基づいて検出した前記カーブの開始点を基準として前記操舵アシスト力を発生させてもよい。これにより、運転者の操舵がなくても又は操舵量が少なくても操舵アシスト力を発生させることで、円滑にカーブを旋回することが可能となる。

20

【0012】

前記制御装置は、前記地図情報に含まれる前記カーブ半径を用いて前記カーブの旋回支援を行っている際、前記前方画像に基づいて検出した前記カーブの終了点において前記旋回支援が終了するように前記操舵アシスト力を減少させててもよい。これにより、地図情報に含まれるカーブ半径を用いるカーブの旋回支援を、前方画像に基づいて検出したカーブの終了点に合わせて終了させることが可能となる。従って、旋回支援を高精度に終了することが可能となる。

【0013】

本発明に係る走行支援システムは、車両の現在位置を検出する位置検出装置と、地図情報を記憶する地図情報記憶装置と、操舵アシスト力を生成するアクチュエータと、前記アクチュエータに前記操舵アシスト力を生成させて車線の維持又は前記車線の逸脱回避を補助する制御装置とを備えるものであって、前記制御装置は、前記車両の現在位置及び前記地図情報に基づいて前記車両の走行路を推定し、前記走行路に含まれるカーブに関し、前記地図情報に含まれるカーブ半径を前記地図情報記憶装置から取得し、前記車両に発生している車両ヨーレート及び横加速度の少なくとも一方を維持する電流に基づいて減速支援及び旋回支援の少なくとも一方を行い、前記地図情報に含まれる前記カーブ半径を用いて前記カーブの旋回支援を行うことを特徴とする。

30

【0014】

本発明によれば、車両ヨーレート及び横加速度の少なくとも一方を維持する電流に基づく減速支援及び旋回支援の少なくとも一方を行うと共に、地図情報に含まれるカーブ半径を用いてカーブの旋回支援を行う。これにより、車両ヨーレート又は横加速度を維持する減速支援又は旋回支援を行うと共に、地図情報に基づく高精度なカーブの旋回支援を行うことが可能となる。

40

【0015】

前記制御装置は、前記カーブに入る前に前記操舵アシスト力を発生させてもよい。これにより、カーブにおいて旋回支援が行われることを、運転者に対して予め通知することが可能となる。

【0016】

前記制御装置は、前記カーブの開始点を基準とした操舵タイミングである基準操舵タイ

50

ミングに対し、運転者による実際の操舵タイミングの遅れを判定し、前記カーブに入る前の前記操舵アシスト力の開始タイミングを、前記実際の操舵タイミングの遅れに応じて早めてもよい。これにより、カーブに入る前の操舵アシスト力の開始タイミングを、運転者の技量に応じて調整することが可能となる。

【0017】

前記制御装置は、前記地図情報に含まれる前記カーブの開始点を基準として設定した操舵必要位置を前記車両が超えても、前記運転者による前記ステアリングの操作が行われないとき、前記前方画像により前記車線からの逸脱又は逸脱可能性を認識すると、前記車線からの逸脱を回避するために前記操舵アシスト力を発生させてよい。これにより、前方画像に基づく車線からの逸脱判定において、地図情報に含まれるカーブの開始点の情報を用いることで、逸脱回避の必要性を高精度に判定することが可能となる。

10

【0018】

本発明に係る走行支援方法は、
車両の前方を撮像する撮像装置と、
前記撮像装置が取得した前方画像から前記車両の走行路上に標示された車線を検出する車線検出装置と、

前記車両の現在位置を検出する位置検出装置と、
地図情報を記憶する地図情報記憶装置と、
操舵アシスト力を生成するアクチュエータと、
前記アクチュエータに前記操舵アシスト力を生成させて前記車線の維持又は前記車線の逸脱回避を補助する制御装置と
を備える走行支援システムを用いる走行支援方法であって、
前記制御装置は、

20

前記車両の現在位置及び前記地図情報に基づいて前記車両の走行路を推定し、
前記走行路に含まれるカーブに関し、前記前方画像に基づいて前記カーブの開始点を検出すると共に、前記地図情報に含まれるカーブ半径を前記地図情報記憶装置から取得し、
、

前記前方画像に基づいて検出したカーブの開始点に基づいて前記カーブに入る前の減速支援又は旋回支援を行い、

運転者によるステアリングの操作があったとき、前記地図情報に含まれる前記カーブ半径を用いて前記カーブの旋回支援を行う
ことを特徴とする。

30

【0019】

本発明に係る走行支援方法は、車両の前方を撮像する撮像装置と、前記撮像装置が取得した前方画像から前記車両の走行路上に標示された車線を検出する車線検出装置と、前記車両の現在位置を検出する位置検出装置と、地図情報を記憶する地図情報記憶装置と、操舵アシスト力を生成するアクチュエータと、前記アクチュエータに前記操舵アシスト力を生成させて前記車線の維持又は前記車線の逸脱回避を補助する制御装置とを備える走行支援システムを用いる走行支援方法であって、前記制御装置は、前記車両の現在位置及び前記地図情報に基づいて前記車両の走行路を推定し、前記走行路に含まれるカーブに関し、前記地図情報に含まれるカーブ半径を前記地図情報記憶装置から取得し、前記地図情報に含まれる前記カーブ半径を用いて前記カーブの旋回支援を行っている際、前記前方画像に基づいて検出した前記カーブの終了点において前記旋回支援が終了するように前記操舵アシスト力を減少させることを特徴とする。

40

【0020】

本発明によれば、地図情報に含まれるカーブ半径を用いてカーブの旋回支援を行っている際、前方画像に基づいて検出したカーブの終了点において旋回支援が終了するように操舵アシスト力を減少させる。これにより、地図情報に基づく高精度なカーブの旋回支援を行うと共に、前方画像を用いて高精度に検出したカーブの終了点を基準として適切なタイ

50

ミングで旋回支援を終了することが可能となる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、カーブの旋回に伴う走行支援をより好適に行うことが可能となる。また、操舵アシスト力についての違和感を運転者に与えることを防ぐことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の一実施形態に係る走行支援システムを備える車両の概略構成図である。

【図2】前記実施形態における操舵アシスト制御のフローチャートである。

【図3】前記実施形態におけるカーブ旋回支援制御のフローチャートである。 10

【図4】前記実施形態における前記カーブ旋回支援制御を実行した際の各種数値の第1例を、前記車両の走行路と共に示す図である。

【図5】前記実施形態における前記カーブ旋回支援制御を実行した際の各種数値の第2例を、前記車両の走行路と共に示す図である。

【図6】前記実施形態における前記カーブ旋回支援制御を実行した際の各種数値の第3例を、前記車両の走行路と共に示す図である。

【図7】前記実施形態における旋回準備処理のフローチャート(図3のS15の詳細)である。

【図8】前記実施形態における旋回支援処理のフローチャート(図3のS17の詳細)である。 20

【発明を実施するための形態】

【0023】

A. 一実施形態

A1. 全体的な構成の説明

【A1-1. 全体構成】

図1は、本発明の一実施形態に係る走行支援システム14(以下「支援システム14」ともいう。)を備える車両10の概略構成図である。図1に示すように、車両10は、支援システム14に加え、電動パワーステアリング装置12(以下「EPS装置12」という。)を有する。

【0024】

【A1-2. EPS装置12】

(A1-2-1. EPS装置12の全体)

EPS装置12は、ステアリングホイール20(以下「ステアリング20」ともいう。)と、ステアリングコラム22と、中間ジョイント24と、ステアリングギアボックス26と、EPS装置12駆動用のモータ28(以下「EPSモータ28」ともいう。)と、インバータ30(以下「EPSインバータ30」ともいう。)と、車速センサ32と、センサユニット34と、電動パワーステアリング電子制御装置36(以下「EPS ECU36」又は「ECU36」という。)と、低電圧バッテリ38(以下「バッテリ38」ともいう。)とを有する。

【0025】

ステアリングコラム22は、筐体40と、筐体40内部において軸受44、46、48に支持されたステアリング軸42と、トルクセンサ50と、舵角センサ52とを有する。

【0026】

中間ジョイント24は、2つのユニバーサルジョイント60a、60bと、その間に配置された軸部62とを有する。

【0027】

ステアリングギアボックス26は、筐体70と、ラック&ピニオン機構のピニオン74が設けられ軸受76、78により支持されたピニオン軸72と、ラック&ピニオン機構のラック歯82が設けられたラック軸80と、タイロッド84とを有する。

【0028】

10

20

30

40

50

(A 1 - 2 - 2 . マニュアル操舵系)

ステアリング軸 4 2 は、その一端がステアリングホイール 2 0 に固定され、他端がユニバーサルジョイント 6 0 a に連結されている。ユニバーサルジョイント 6 0 a は、ステアリング軸 4 2 の一端と軸部 6 2 の一端とを連結する。ユニバーサルジョイント 6 0 b は、軸部 6 2 の他端とピニオン軸 7 2 の一端とを連結する。ピニオン軸 7 2 のピニオン 7 4 と、車幅方向に往復動可能なラック軸 8 0 のラック歯 8 2 とが噛合する。ラック軸 8 0 の両端はそれぞれタイロッド 8 4 を介して左右の前輪 8 6 (操舵輪) に連結されている。

【 0 0 2 9 】

従って、運転者がステアリングホイール 2 0 を操作することによって生じた操舵トルク $T_{s t r}$ (回転力) は、ステアリング軸 4 2 及び中間ジョイント 2 4 を介してピニオン軸 7 2 に伝達される。そして、ピニオン軸 7 2 のピニオン 7 4 及びラック軸 8 0 のラック歯 8 2 により操舵トルク $T_{s t r}$ が推力に変換され、ラック軸 8 0 が車幅方向に変位する。ラック軸 8 0 の変位に伴ってタイロッド 8 4 が前輪 8 6 を転舵させることで、車両 1 0 の向きを変えることができる。

【 0 0 3 0 】

ステアリング軸 4 2 、中間ジョイント 2 4 、ピニオン軸 7 2 、ラック軸 8 0 及びタイロッド 8 4 は、ステアリングホイール 2 0 に対する運転者の操舵動作を前輪 8 6 に直接伝えるマニュアル操舵系を構成する。

【 0 0 3 1 】

(A 1 - 2 - 3 . 転舵アシスト系)

(A 1 - 2 - 3 - 1 . アシスト駆動系)

E P S モータ 2 8 は、ウォームギア 9 0 及びウォームホイールギア 9 2 を介してステアリング軸 4 2 に連結されている。すなわち、E P S モータ 2 8 の出力軸は、ウォームギア 9 0 に連結されている。また、ウォームギア 9 0 と噛合するウォームホイールギア 9 2 は、ステアリング軸 4 2 自体に一体的に又は弾性的に形成されている。

【 0 0 3 2 】

本実施形態のE P S モータ 2 8 は、例えば、3相交流ブラシレス式であるが、3相交流ブラシ式、単相交流式、直流式等のその他のモータであってもよい。E P S モータ 2 8 は、E P S E C U 3 6 に制御されるE P S インバータ 3 0 を介して低電圧バッテリ 3 8 から電力が供給される。そして、当該電力に応じた駆動力 F_m (以下「モータ駆動力 F_m 」又は「操舵アシスト力 F_m 」ともいう。) を生成する。モータ駆動力 F_m は、E P S モータ 2 8 の出力軸、ウォームギア 9 0 、ステアリング軸 4 2 (ウォームホイールギア 9 2) 、中間ジョイント 2 4 及びピニオン軸 7 2 を介してラック軸 8 0 に伝達される。E P S モータ 2 8 、ウォームギア 9 0 及びステアリング軸 4 2 (ウォームホイールギア 9 2) は、操舵のための駆動力 (操舵アシスト力 F_m) を生成するアシスト駆動系を構成する。

【 0 0 3 3 】

本実施形態における操舵アシスト力 F_m は、入力増幅力 $F_{a m p}$ の成分と、走行支援力 $F_{d a}$ の成分を含み得る。入力増幅力 $F_{a m p}$ は、ステアリングホイール 2 0 に対する運転者の入力トルク (操舵トルク $T_{s t r}$) を増幅させ操舵トルク $T_{s t r}$ と同じ方向に働いて運転者の操舵を補助する駆動力である。後述するように、入力増幅力 $F_{a m p}$ とは反対の駆動力を生成することも可能である。走行支援力 $F_{d a}$ は、車両 1 0 の走行 (特にカーブ 3 0 4 (図 4) の旋回) を支援するために操舵トルク $T_{s t r}$ とは独立して生成及び作用する駆動力である。

【 0 0 3 4 】

(A 1 - 2 - 3 - 2 . アシスト制御系)

トルクセンサ 5 0 、車速センサ 3 2 、E P S インバータ 3 0 、センサユニット 3 4 及びE P S E C U 3 6 は、アシスト駆動系を制御するアシスト制御系を構成する。以下では、アシスト駆動系、アシスト制御系及び低電圧バッテリ 3 8 を合わせて転舵アシスト系とも称する。本実施形態において、E P S モータ 2 8 の出力は、d 軸及びq 軸を用いるいわゆるベクトル制御により制御される。

10

20

30

40

50

【0035】

(a) フィードフォワード系センサ類

トルクセンサ50は、ステアリング軸42に直接磁歪めっきを処理した曲げ・捩り両剛性の高い磁歪式であり、磁歪式の第1検出素子100及び第2検出素子102を有する。第1検出素子100及び第2検出素子102は、いずれも磁歪膜である。第1検出素子100は、運転者からステアリングホイール20に向かって時計回りの方向のトルク(右方向トルク $T_{s\ r}$)に応じた電圧(右方向トルク電圧 $V_{T\ 1}$)をEPS ECU36に出力する。第2検出素子102は、運転者からステアリングホイール20に向かって反時計回りの方向のトルク(左方向トルク $T_{s\ l}$)に応じた電圧(左方向トルク電圧 $V_{T\ 2}$)をEPS ECU36に出力する。

10

【0036】

車速センサ32は、車速 V [km/h]を検出し、EPS ECU36に出力する。舵角センサ52は、ステアリングホイール20の操舵量を示す舵角 $s\ t\ r$ [度]を検出し、EPS ECU36に出力する。右方向トルク電圧 $V_{T\ 1}$ 、左方向トルク電圧 $V_{T\ 2}$ 、車速 V 及び舵角 $s\ t\ r$ は、EPS ECU36においてフィードフォワード制御に用いられる。

【0037】

(b) EPSインバータ30

EPSインバータ30は、3相ブリッジ型の構成とされて、直流/交流変換を行い、低電圧バッテリ38からの直流を3相の交流に変換してEPSモータ28に供給する。

20

【0038】

(c) フィードバック系センサ類

センサユニット34は、前記ベクトル制御においてトルク電流成分である q 軸電流(以下「モータ電流 I_m 」という。)を検出する。本実施形態におけるモータ電流 I_m は、モータ28の回転方向が第1方向(例えば、車両10を右に回転させる方向)であるとき正の値とし、第2方向(例えば、車両10を左に回転させる方向)であるとき負の値とする。但し、第1方向及び第2方向を判定可能であれば、モータ電流 I_m を正の値のみで制御してもよい。

【0039】

センサユニット34は、EPSモータ28の巻線(図示せず)におけるU相、V相及びW相のうち少なくとも2相の電流を検出する電流センサ(図示せず)と、EPSモータ28の図示しない出力軸又は外ロータの回転角度である電気角 θ を検出するレゾルバ(図示せず)と、前記少なくとも2相の電流及び電気角 θ に基づいて q 軸電流(モータ電流 I_m)を演算する q 軸電流演算部とを含む。なお、前記 q 軸電流演算部の機能は、EPS ECU36が担うこともできる。

30

【0040】

(d) EPS ECU36

図1に示すように、EPS ECU36は、ハードウェアの構成として、入出力部110と、演算部112と、記憶部114とを有する。EPS ECU36は、各センサからの出力値に基づき、EPSインバータ30を介してEPSモータ28の出力を制御する。演算部112は、運転者の操舵をアシストするための操舵アシスト力 F_m (=モータ駆動力 F_m)を制御する操舵アシスト制御を実行する。

40

【0041】

(A1-2-3-3. 低電圧バッテリ38)

低電圧バッテリ38は、低電圧(本実施形態では12ボルト)を出力可能な蓄電装置であり、例えば、鉛蓄電池等の2次電池を利用することができます。

【0042】

[A1-3. 走行支援システム14]

図1に示すように、走行支援システム14は、前方カメラ120(以下「カメラ120」ともいう。)と、GPSアンテナ122と、地図情報提供装置124と、走行支援スイ

50

ツチ 126 と、走行支援電子制御装置 128（以下「走行支援 ECU 128」又は「ECU 128」という。）とを有する。

【0043】

カメラ 120 は、バックミラーの前のフロントウィンドシールドの内側に取り付けられており、走行支援スイッチ 126 がオン状態とされているとき、前方の路面にある両側の白線（車線 308（図4））を画像（前方画像 If）として捉える。カメラ 120 は、前方画像 If に関する画像情報 Ic を走行支援 ECU 128 に出力する。

【0044】

GPS アンテナ 122 は、車両 10 の上空にある複数の GPS 衛星からの信号（GPS 信号）を受信し、地図情報提供装置 124 に出力する。

10

【0045】

地図情報提供装置 124 は、GPS アンテナ 122 からの出力に基づき車両 10 の現在位置 Pc を特定すると共に、現在位置 Pc 及びその周辺に関する情報（以下「地図情報 Imap」ともいう。）を EPS ECU 36 に提供する。地図情報 Imap は、現在位置 Pc に加え、カーブ 304 の半径 R（以下「カーブ半径 R」ともいう。）と、カーブ 304 の入り口までの距離 Lin（以下「始点距離 Lin」ともいう。）と、カーブ 304 の出口までの距離 Lout（以下「終点距離 Lout」ともいう。）とを含む。

【0046】

地図情報 Imap は、地図情報提供装置 124 の地図情報データベース 130（以下「地図 DB 130」という。）に記憶されている。地図情報提供装置 124 は、GPS アンテナ 122 が受信した GPS 信号に基づいて車両 10 の現在位置 Pc を特定する。そして、地図情報提供装置 124 は、現在位置 Pc に基づいて地図情報 Imap を地図 DB 130 から読み出して EPS ECU 36 に提供する。

20

【0047】

走行支援 ECU 128 は、ハードウェアの構成として、入出力部 140 と、演算部 142 と、記憶部 144 とを有する。ECU 128 は、カメラ 120 が取得した前方画像 If（カメラ画像）から車両 10 の両側の車線 308（白線又は境界線）（図4～図6）を検出する。そして、車両 10 が、例えば、両車線 308 の中央を走行することを補助するように EPS モータ 28 を制御する。なお、図4～図6の例では、車両 10 が左側通行の事例が示されている。

30

【0048】

演算部 142 は、走行支援システム 14 全体を制御するものであり、車線検出部 150 及び走行支援部 152 を有する。車線検出部 150 は、カメラ 120 が取得した画像情報 Ic（前方画像 If）から車両 10 の走行路 300（図4～図6）上に標示された車線 308 を検出する。走行支援部 152 は、車線 308 の間に車両 10 を維持するよう補助する走行支援制御を実行する。なお、本実施形態の走行支援制御は、車速 V が、例えば 30～120 [km/h] の範囲で実行される。

【0049】

A2. 各種制御

[A2-1. 概要]

40

次に、本実施形態における EPS ECU 36 及び走行支援 ECU 128 における制御について説明する。EPS ECU 36 は、操舵アシスト制御を実行する。また、走行支援 ECU 128 は、カーブ旋回支援制御を含む走行支援制御を実行する。カーブ旋回支援制御は、走行支援力 Fda を調整して車両 10 によるカーブ 304 の旋回を支援する制御である。

【0050】

[A2-2. 操舵アシスト制御]

図2は、本実施形態における操舵アシスト制御のフローチャートである。上記の通り、操舵アシスト制御は、運転者の操舵をアシストするための操舵アシスト力 Fm を制御する。操舵アシスト力 Fm は、入力增幅力 Famp の成分と、走行支援力 Fda の成分を含み

50

得る。操舵アシスト力 F_m は、トルクとして示され、運転者の操舵トルク T_{str} と同じ方向である。或いは、後述するように、操舵アシスト力 F_m は、運転者の操舵トルク T_{str} と反対方向とし、反力として作用させてもよい。EPS ECU 36 は、所定の第1演算周期（例えば、数マイクロ秒～数百ミリ秒の周期）で図2の処理を繰り返す。

【0051】

図2のステップS1において、EPS ECU 36は、操舵トルク T_{str} 、モータ電流 I_m 等を取得する。操舵トルク T_{str} 及びモータ電流 I_m 以外に必要な値としては、例えば、従来のEPS装置12において操舵アシスト力 F_m を生成する際に必要な値（例えば、車両ヨーレート Y_r 又は横加速度 G ）が含まれる。

【0052】

ステップS2において、EPS ECU 36は、操舵トルク T_{str} 等に基づいて目標基準電流 I_{ref} を算出する。目標基準電流 I_{ref} は、入力增幅力 F_{amp} に対応するモータ電流 I_m の値であり、基本的には、操舵トルク T_{str} の絶対値が大きくなるに連れて絶対値が増加する。なお、目標基準電流 I_{ref} の算出に際しては、いわゆるイナーシャ制御、ダンパ制御等を利用してもよい。

【0053】

ステップS3において、EPS ECU 36は、走行支援ECU128と通信し、走行支援ECU128においてカーブ旋回支援制御中であるか否かを判定する。カーブ旋回支援制御中でない場合（S3: NO）、ステップS5に進む。

【0054】

カーブ旋回支援制御中である場合（S3: YES）、ステップS4において、EPS ECU 36は、目標基準電流 I_{ref} を補正するための補正電流 I_{cor} を走行支援ECU128から取得する。補正電流 I_{cor} は、走行支援ECU128におけるカーブ旋回支援制御のためのモータ電流 I_m の補正值であり、走行支援力 F_{da} に対応する。補正電流 I_{cor} の詳細については、図3等を参照して後述する。

【0055】

ステップS3又はS4の後、ステップS5において、EPS ECU 36は、目標モータ電流 I_{mtar} を算出する。すなわち、走行支援ECU128から補正電流 I_{cor} を取得していない場合、EPS ECU 36は、目標基準電流 I_{ref} をそのまま目標モータ電流 I_{mtar} として設定する（ $I_{mtar} = I_{ref}$ ）。走行支援ECU128から補正電流 I_{cor} を取得している場合、EPS ECU 36は、目標基準電流 I_{ref} に補正電流 I_{cor} を加算して目標モータ電流 I_{mtar} とする（ $I_{mtar} = I_{ref} + I_{cor}$ ）。

【0056】

ステップS6において、EPS ECU 36は、モータ電流 I_m を目標モータ電流 I_{mtar} に一致させるようにインバータ30のデューティ比を制御してモータ28の出力を変化させる。

【0057】

[A2-3. カーブ旋回支援制御]

(A2-3-1. カーブ旋回支援制御の全体的な流れ)

図3は、本実施形態におけるカーブ旋回支援制御のフローチャートである。図4～図6は、本実施形態におけるカーブ旋回支援制御を実行した際の各種数値の第1例～第3例を、車両10の走行路300と共に示す図である。上記の通り、カーブ旋回支援制御は、走行支援力 F_{da} を調整して車両10によるカーブ304の旋回を支援する制御である。走行支援力 F_{da} は、トルクとして示され、運転者の操舵トルク T_{str} と同じ方向である。或いは、後述するように、操舵アシスト力 F_m は、運転者の操舵トルク T_{str} と反対方向とし、反力として作用させてもよい。走行支援ECU128は、所定の第2演算周期（例えば、数マイクロ秒～数百ミリ秒の周期）で図3の処理を繰り返す。

【0058】

また、図4～図6では、車両10が走行路300上を走行している。走行路300は、

10

20

30

40

50

直線路 302、カーブ 304 及び直線路 306 を含んでいる。また、走行路 300 はその両側に白線である車線 308 を有している。さらに、図 4～図 6 において、運転者の操舵トルク T_{str} に関する破線は、本実施形態の旋回支援処理を行わない比較例の特性を示す。

【0059】

図 3 のステップ S11において、走行支援 ECU128 は、画像情報 I_c (前方画像 I_f を含む。)、地図情報 $Imap$ 等を取得する。画像情報 I_c 及び地図情報 $Imap$ 以外に必要な値としては、例えば、車速 V 、舵角 str 及び車両ヨーレート Yr (又は横加速度 G) が含まれる。

【0060】

ステップ S12において、ECU128 は、画像情報 I_c の前方画像 I_f を用いてカーブ 304 の開始点 P_{in} (入り口) を検出する。例えば、ECU128 は、前方画像 I_f 内においてエッジ検出を行い、車線 308 を検出する。そして、ECU128 は、車線 308 の接線を算出し、車線 308 に対する接点の傾きが第 1 角度閾値以上になった点を開始点 P_{in} として検出する。

【0061】

ステップ S13において、ECU128 は、カーブ 304 の開始点 P_{in} が間近になつたか否かを判定する (図 4 の時点 t_1 、図 5 の時点 t_{11} 、図 6 の時点 t_{21})。具体的には、ECU128 は、開始点 P_{in} までの距離 L_1 が距離閾値 $TH11$ 以下となつたか否かを判定する。開始点 P_{in} が間近でない場合 (S13: NO)、今回の処理を終えて、ステップ S11 に戻る。開始点 P_{in} が間近である場合 (S13: YES)、ECU128 は、ステップ S14 において減速処理を実行すると共に、ステップ S15 において旋回準備処理を実行する。

【0062】

減速処理は、車両 10 が開始点 P_{in} に到達した際、車速 V がカーブ旋回目標車速 V_{cvtar} となるように車両 10 を減速させる処理である。カーブ旋回目標車速 V_{cvtar} は、カーブ 304 の半径 R 及び制限速度に基づいて算出される車速 V の目標値である。減速処理に際し、ECU128 は、開始点 P_{in} までの距離 L_1 と車速 V との関係から目標減速度 D_{tar} を設定し、実際の減速度 D (絶対値) が目標減速度 D_{tar} (絶対値) 以上となるように車両 10 を減速させる。車両 10 を減速させる際には、ECU128 は、図示しない摩擦ブレーキ装置 (並びに / 又はエンジンブレーキ及び / 若しくは回生ブレーキ) を用いる。

【0063】

さらに、減速処理において、ECU128 は、運転者に減速タイミングを通知するため、図示しないアクセルペダルへの反力 (ペダル反力) を発生させてもよい。なお、図 4 の時点 $t_1 \sim t_3$ 、図 5 の時点 $t_{11} \sim t_{13}$ 及び図 6 の時点 $t_{21} \sim t_{23}$ における減速度 D の増加は、減速処理の結果によるものであるが、運転者の自発的な操作によるものであつてもよい。

【0064】

加えて、減速処理では、運転者が減速操作を行わない場合又は運転者による減速操作が不十分である場合、自動ブレーキを作動させてもよい。

【0065】

ステップ S15 の旋回準備処理は、車両 10 が旋回を開始するまでに行う処理である。旋回準備処理の詳細は、図 7 を参照して後述する。

【0066】

ステップ S16 において、ECU128 は、旋回支援開始条件が成立したか否かを判定する。旋回支援開始条件としては、例えば、運転者がステアリング 20 を操作したこと、車両 10 がカーブ 304 の開始点 P_{in} に到達したこと又は車両 10 が開始点 P_{in} を基準とした所定距離に到達したことを用いることができる。

【0067】

10

20

30

40

50

旋回支援開始条件が成立しない場合 (S16: NO)、ステップ S14、S15 を繰り返す。旋回支援開始条件が成立した場合 (S16: YES)、ステップ S17 に進む。

【0068】

ステップ S17において、ECU128は、車両10によるカーブ304の旋回を支援する旋回支援処理を実行する(図4の時点 t4、図5の時点 t14、図6の時点 t24)。旋回支援処理の詳細は、図8を参照して後述する。

【0069】

続くステップ S18において、ECU128は、画像情報 Ic の前方画像 If を用いてカーブ304の終了点 Pout(出口)を検出する。具体的には、前方画像 If 内においてエッジ検出を行い、車線308を検出する。そして、車線308の接線を算出し、車線308に対する接点の傾きが第2角度閾値以下になった点を終了点 Pout として検出する。

10

【0070】

ステップ S19において、ECU128は、カーブ304の終了点 Pout が間近になったか否かを判定する。具体的には、ECU128は、終了点 Pout までの距離 L2 が距離閾値 TH12 以下となったか否かを判定する。終了点 Pout が間近でない場合 (S19: NO)、ステップ S17 に戻る。終了点 Pout が間近である場合 (S19: YES)、ステップ S20 に進む。

【0071】

ステップ S20において、ECU128は、カーブ304を出る際の出口処理を実行する。出口処理において、ECU128は、画像情報 Ic (前方画像 If) に基づいて検出したカーブ304の終了点 Pout において旋回支援処理が終了するように操舵アシスト力 Fm (走行支援力 Fda) を減少させる。これにより、地図情報 Imap に含まれる半径 R の情報を用いるカーブ304の旋回支援を、画像情報 Ic に基づいて検出したカーブ304の終了点 Pout に合わせて終了させることが可能となる。従って、旋回支援処理を高精度に終了することが可能となる。

20

【0072】

(A2-3-2. 旋回準備処理)

図7は、本実施形態における旋回準備処理のフローチャート(図3のS15の詳細)である。上記のように、旋回準備処理は、車両10が旋回を開始するまで(又は運転者がステアリング20の操作を開始するまで)に行う処理である。

30

【0073】

図7のステップ S31において、走行支援 ECU128 は、カーブ304を旋回するための運転者によるステアリング20の操作があったか否かを判定する。運転者によるステアリング20の操作があった場合 (S31: YES)、今回の処理を終える。運転者によるステアリング20の操作がない場合 (S31: NO)、ステップ S32 に進む。

【0074】

ステップ S32において、ECU128は、車両10がカーブ304の開始点 Pin(入り口)に到達したか否かを判定する。車両10が開始点 Pin に到達していない場合 (S32: NO)、ステップ S31 に戻る。車両10が開始点 Pin に到達した場合 (S32: YES)、運転者がステアリング20の操作を開始すべきであるにもかかわらず、同操作を行っていないことになる。この場合、ステップ S33 に進む。

40

【0075】

ステップ S33において、ECU128は、運転者をステアリング20の操作に誘導する誘導アシスト処理を実行する。誘導アシスト処理では、運転者によるステアリング20の操作がない場合であっても、モータ28を作動させる。これにより、車両10が緩やかに操舵アシスト力 Fm (走行支援力 Fda) を発生する(図6の時点 t24 ~ t25 参照)。

【0076】

ステップ S34において、ECU128は、車両10が車線308を逸脱する可能性が

50

あるか否かを判定する。当該判定は、例えば、車線 308 に対する車両 10 の進行軌跡の傾き、車速 V 等に基づいて行う。

【0077】

車両 10 が車線 308 を逸脱する可能性がある場合 (S34: YES) 、ステップ S35 において、ECU128 は、車両 10 の逸脱を回避するための車線逸脱回避処理を実行する。車線逸脱回避処理では、車線 308 の逸脱を回避するのに必要な操舵アシスト力 F_m を発生させる補正電流 I_{cor} を設定する。

【0078】

ステップ S34 に戻り、車両 10 が車線 308 を逸脱する可能性がない場合 (S34: NO) 、ステップ S36 において、ECU128 は、運転者によるステアリング 20 の操作があるか否かを判定する。運転者によるステアリング 20 の操作がない場合 (S36: NO) 、ステップ S34 に戻る。運転者によるステアリング 20 の操作があった場合 (S36: YES) 、旋回支援開始条件が成立したため、今回の処理を終了する。

【0079】

(A2-3-3. 旋回支援処理)

図 8 は、本実施形態における旋回支援処理のフローチャート (図 3 の S17 の詳細) である。上記のように、旋回支援処理は、車両 10 によるカーブ 304 の旋回を支援する処理である。

【0080】

ステップ S41 において、ECU128 は、後述するステップ S47 において段階的に実行される電流切替え処理が完了したか否かを判定する。電流切替え処理の詳細は、ステップ S47 と関連させて後述する。

【0081】

電流切替え処理が完了していない場合 (S41: NO) 、ステップ S42 において、ECU128 は、地図情報 $Imap$ に含まれるカーブ半径 R と車速センサ 32 からの車速 V とに基づいて目標ヨーレート $Ytar$ を算出する。具体的には、車速 V を半径 R で割った値を目標ヨーレート $Ytar$ とする ($Ytar = V / R$) 。

【0082】

ステップ S43 において、ECU128 は、目標ヨーレート $Ytar$ に基づいて基準モータ電流 $Imref$ を算出する。基準モータ電流 $Imref$ は、目標ヨーレート $Ytar$ を実現するために必要な操舵アシスト力 F_m (走行支援力 Fda) を発生させるために必要な電流である (図 4 の時点 $t_2 \sim t_5$ 、図 5 の時点 $t_{12} \sim t_{16}$ 、図 6 の時点 $t_{22} \sim t_{26}$ 参照)。目標ヨーレート $Ytar$ (絶対値) が大きくなるほど、基準モータ電流 $Imref$ を増加させる。基準モータ電流 $Imref$ の設定は、記憶部 144 に記憶した図示しないマップ (基準モータ電流マップ) を用いて行うことができる。

【0083】

ステップ S44 において、ECU128 は、カーブ半径 R 及び舵角 sqr に基づいて補正係数 cor を算出する。補正係数 cor は、目標ヨーレート $Ytar$ に対してカーブ半径 R 及び舵角 sqr の影響を反映するための係数である。例えば、カーブ半径 R が小さくなるほど (カーブ 304 が急になるほど)、補正係数 cor を増加させる。また、舵角 sqr が大きくなるほど、補正係数 cor を増加させる。補正係数 cor の設定は、図示しないマップ (補正係数マップ) を用いて行うことができる。

【0084】

ステップ S45 において、ECU128 は、基準モータ電流 $Imref$ と補正係数 cor を乗算して第 1 基準カーブ電流 $I1cvref$ を算出する ($I1cvref = Imref \times cor$)。なお、旋回支援開始条件が成立 (図 3 の S16: YES) した後、直ちに第 1 基準カーブ電流 $I1cvref$ を用いるため、第 1 基準カーブ電流 $I1cvref$ の算出は、旋回準備処理 (図 7) の一部 (例えば、ステップ S31、S32 の間) にも含めてよい。

【0085】

10

20

30

40

50

ステップS46において、ECU128は、車両ヨーレート Y_r が目標ヨーレート Y_{tar} 以上であるか否かを判定する。車両ヨーレート Y_r が目標ヨーレート Y_{tar} 以上である場合(S46: YES)、ステップS47において、ECU128は、電流切替え処理を実行する。電流切替え処理は、第1基準カーブ電流 I_{1cvref} から第2基準カーブ電流 I_{2cvref} (後述)へと段階的に切り替える処理である。なお、車両ヨーレート Y_r の代わりに横加速度 G を用いる場合、横加速度 G と目標横加速度 G_{tar} とを比較することとなる。

【0086】

ステップS48において、ECU128は、車両ヨーレート Y_r 等に基づいて第2基準カーブ電流 I_{2cvref} を算出する。すなわち、電流切替え処理(S47)において目標ヨーレート Y_{tar} から車両ヨーレート Y_r への切替え中は、切替えのための値を用いて第2基準カーブ電流 I_{2cvref} を算出する。また、電流切替え処理(S47)が完了した場合、車両ヨーレート Y_r に基づいて第2基準カーブ電流 I_{2cvref} を算出する。

10

【0087】

第2基準カーブ電流 I_{2cvref} は、車両ヨーレート Y_r 等に合わせた操舵アシスト力 F_m (走行支援力 F_{da})を発生させるために必要な電流である。車両ヨーレート Y_r (絶対値)等が大きくなるほど、第2基準カーブ電流 I_{2cvref} を増加させる。第2基準カーブ電流 I_{2cvref} の設定は、記憶部144に記憶した図示しないマップ(第2基準カーブ電流マップ)を用いて行うことができる。

20

【0088】

ステップS49において、ECU128は、第2基準カーブ電流 I_{2cvref} を補正電流 I_{cor} として設定する。

【0089】

ステップS46に戻り、車両ヨーレート Y_r が目標ヨーレート Y_{tar} 以上でない場合(S46: NO)、ステップS50において、ECU128は、第1基準カーブ電流 I_{1cvref} を補正電流 I_{cor} として設定する。

【0090】

A3. 本実施形態の効果

以上説明したように、本実施形態によれば、カメラ120(撮像装置)による前方画像 I_f に基づいて検出したカーブ304の開始点 P_{in} (図4~図6)に基づいてカーブ304に入る前の減速処理(減速支援、図3のS14)及び旋回準備処理(旋回支援、S15)を行うと共に、地図情報 I_{map} に含まれる半径 R の情報を用いてカーブ304の旋回支援処理(旋回支援、S17)を行う。これにより、前方画像 I_f を用いて高精度に検出したカーブ304の開始点 P_{in} を基準として好適な減速支援及び旋回支援を行うと共に、地図情報 I_{map} に基づく高精度なカーブ304の旋回支援を行うことが可能となる。従って、例えば、カーブ304において車線308の一部が不鮮明である場合又はカーブ304の半径 R が小さく画像情報 I_c では高精度に半径 R を検出できない場合に好適に用いることができる。

30

【0091】

また、GPSアンテナ122及び地図情報提供装置124が検出した現在位置 P_c に誤差があり、現在位置 P_c を地図情報 I_{map} と組み合わせて用いたのでは、カーブ304の開始点 P_{in} がずれてしまう場合がある(図5の時点 $t_{15} \sim t_{17}$ における地図情報参照)。本実施形態では、カーブ304の開始点 P_{in} を前方画像 I_f に基づいて検出するため、旋回支援処理を適切なタイミングで開始することが可能となる。

40

【0092】

加えて、カーブ304の形状に合わせた旋回支援を行うことにより、一般的なパワーステアリング特性(目標基準電流 I_{ref} に基づく特性)のように、切込み時と切返し時とで必要な操舵トルク T_{str} が異なることを抑制することが可能となる。従って、カーブ304の旋回中の保舵又は修正操舵が容易になる。なお、切込み時と切返し時とで必要な

50

操舵トルク $T_{s t r}$ が異なる理由は、セルフアライニングトルクが発生するためであり、切返し時の方が、切込み時よりも必要な操舵トルク $T_{s t r}$ が少なくなる。

【0093】

本実施形態において、走行支援 ECU128 (制御装置) は、運転者によるステアリング 20 の操作があったとき (図3のS16: YES、図7のS36: YES) 、カーブ半径 R を用いるカーブ304の旋回支援 (図3のS17) を開始する。これにより、運転者の嗜好を反映した旋回支援を行うことが可能となる。また、操舵アシスト力 F_m についての違和感を運転者に与えることを防ぐことが可能となる。

【0094】

本実施形態において、ECU128 (制御装置) は、カーブ半径 R 及び車速 V に基づく目標ヨーレート Y_{tar} を反映する操舵アシスト力 F_m である第1操舵アシスト力 F_{m1} を示す第1基準カーブ電流 $I_{1c v r e f}$ と、車両 10 の車両ヨーレート Y_r 及び車速 V を反映する操舵アシスト力 F_m である第2操舵アシスト力 F_{m2} を示す第2基準カーブ電流 $I_{2c v r e f}$ とを演算する (図8のS45、S48)。第1基準カーブ電流 $I_{1c v r e f}$ による旋回支援を開始した後、第1基準カーブ電流 $I_{1c v r e f}$ から第2基準カーブ電流 $I_{2c v r e f}$ へと徐々に又は段階的に移行する。その後、第2基準カーブ電流 $I_{2c v r e f}$ により旋回支援を行う。これにより、半径 R を反映する第1操舵アシスト力 F_{m1} から、車両ヨーレート Y_r を反映する第2操舵アシスト力 F_{m2} への移行を円滑に行うことが可能となる。

【0095】

本実施形態において、ECU128 (制御装置) は、前方画像 I_f に基づいて検出したカーブ304の開始点 P_{in} を基準として操舵アシスト力 F_m (走行支援力 F_{da}) を発生させる (図7のS33)。これにより、運転者の操舵がなくても又は操舵量が少なくても操舵アシスト力 F_m (走行支援力 F_{da}) を発生させることで、円滑にカーブ304を旋回することが可能となる。

【0096】

本実施形態において、ECU128 (制御装置) は、地図情報 I_{map} に含まれるカーブ半径 R の情報を用いてカーブ304の旋回支援 (図3のS17) を行っている際、前方画像 I_f に基づいて検出したカーブ304の終了点 P_{out} において旋回支援が終了するように操舵アシスト力 F_m (走行支援力 F_{da}) を減少させる (S20)。これにより、地図情報 I_{map} に含まれる半径 R を用いるカーブ304の旋回支援を、前方画像 I_f に基づいて検出したカーブ304の終了点 P_{out} に合わせて終了させることが可能となる。従って、旋回支援を高精度に終了することが可能となる。

【0097】

本実施形態において、ECU128 (制御装置) は、地図情報 I_{map} に含まれるカーブ304の開始点 P_{in} を基準として設定した操舵必要位置を車両 10 が超えても、運転者によるステアリング 20 の操作が行われないとき (図7のS32: YES) 、前方画像 I_f により車線 308 からの逸脱又は逸脱可能性を認識すると (S34: YES) 、車線 308 からの逸脱を回避するために操舵アシスト力 F_m (走行支援力 F_{da}) を発生させる。これにより、前方画像 I_f に基づく車線 308 からの逸脱判定において、地図情報 I_{map} に含まれるカーブ304の開始点 P_{in} の情報を用いることで、逸脱回避の必要性を高精度に判定することが可能となる。

【0098】

本実施形態によれば、地図情報 I_{map} に含まれるカーブ半径 R を用いてカーブ304の旋回支援を行っている際、前方画像 I_f に基づいて検出したカーブ304の終了点 P_{out} において旋回支援が終了するように操舵アシスト力 F_m を減少させる (図3のS20)。これにより、地図情報 I_{map} に基づく高精度なカーブ304の旋回支援を行うと共に、前方画像 I_f を用いて高精度に検出したカーブ304の終了点 P_{out} を基準として適切なタイミングで旋回支援を終了することが可能となる。

【0099】

10

20

30

40

50

B. 変形例

なお、本発明は、上記実施形態に限らず、本明細書の記載内容に基づき、種々の構成を探り得ることはもちろんである。例えば、以下の構成を採用することができる。

【0100】

B 1. 搭載対象

上記実施形態では、走行支援システム14（走行支援装置）を車両10に搭載した（図1）。しかしながら、例えば、前方画像Ifに基づいてカーブ304の開始点Pinを検出し、地図情報Mapに含まれるカーブ半径Rを用いてカーブ304の旋回支援を行う観点からすれば、これに限らない。例えば、ステアリング20（又は操作子）を備える移動物体又は可動装置に本発明を適用してもよい。

10

【0101】

B 2. EPS装置12

[B 2 - 1. EPS装置12の全体構成]

上記実施形態のEPS装置12は、EPSモータ28がステアリング軸42に操舵アシスト力Fmを伝達する構成（いわゆるコラムアシスト式EPS装置）であった。しかしながら、操舵アシスト力Fmを発生するものであれば、EPS装置12の構成はこれに限らない。例えば、ピニオンアシスト式EPS装置、デュアルピニオンアシスト式EPS装置、ラックアシスト式EPS装置及び電動油圧パワーステアリング装置のいずれかであってもよい。なお、電動油圧パワーステアリング装置では、電動ポンプで油圧をつくり、その油圧で操舵アシスト力Fmを生成する。

20

【0102】

上記実施形態では、運転者による操舵トルクTstrをそのまま前輪86に伝達する構成（以下、「直接伝達方式」ともいう。）であったが、ステアバイワイヤ式の電動パワーステアリング装置にも適用可能である。

【0103】

[B 2 - 2. EPSモータ28]

上記実施形態では、EPSモータ28を3相交流ブラシレス式としたが、これに限らない。例えば、モータ28を3相交流ブラシ式、単相交流式又は直流式としてもよい。

【0104】

上記実施形態では、モータ28は、低電圧バッテリ38から電力が供給された（図1）。これに加えて又はこれに代えて、オルタネータ、燃料電池又は高電圧バッテリからモータ28に電力を供給してもよい。

30

【0105】

[B 2 - 3. EPS ECU36]

上記実施形態では、ECU36を車両10に搭載することを念頭に説明した（図1）。しかしながら、例えば、ECU36の一部を携帯端末に設け、当該携帯端末を車両10のネットワークに接続することでECU36を構成してもよい。走行支援ECU128についても同様である。

【0106】

B 3. 走行支援システム14（走行支援装置）

40

上記実施形態では、カーブ304の旋回に必要な操舵力（操舵トルクTstr）の一部を走行支援システム14が生成した。しかしながら、例えば、前方画像Ifに基づいてカーブ304の開始点Pinを検出し、地図情報Mapに含まれるカーブ半径Rを用いてカーブ304の旋回支援を行う観点からすれば、これに限らない。例えば、走行支援システム14は、カーブ304の旋回に必要な操舵力（操舵トルクTstr）の全部を生成すること（換言すると、全自動運転）も可能である。

【0107】

上記実施形態では、走行支援システム14を車両10に搭載することを念頭に説明した（図1）。しかしながら、例えば、走行支援システム14の一部（走行支援ECU128等）を携帯端末に設け、当該携帯端末を車両10のネットワークに接続することで走行支

50

援システム 14 を構成してもよい。

【0108】

上記実施形態では、E P S 装置 12 と走行支援システム 14 を別々の構成要素として説明した(図1)。しかしながら、例えば、地図情報 I m a p に含まれるカーブ半径 R を用いてカーブ 304 の旋回支援を行う観点からすれば、走行支援システム 14 の機能をE P S 装置 12 に含ませてもよい。或いは、E P S 装置 12 の機能を走行支援システム 14 に含ませることも可能である。

【0109】

上記実施形態では、G P S アンテナ 122 及び地図情報提供装置 124 を車両 10 に搭載することを念頭に説明した。しかしながら、例えば、G P S アンテナ 122 及び地図情報提供装置 124 の一部又は全部を携帯端末に設け、当該携帯端末を車両 10 のネットワークに接続してもよい。

10

【0110】

B 4 . 操舵アシスト制御(図2)

[B 4 - 1 . 操舵アシスト力 F m]

上記実施形態の操舵アシスト制御では、操舵アシスト力 F m として、運転者の操舵トルク T s t r と同じ方向の駆動力(トルク)を生成した。しかしながら、例えば、ステアリングホイール 20 を用いての操舵を補助する観点からすれば、これに限らず、操舵トルク T s t r と反対方向に働くもの(例えば、反力)であってもよい。

20

【0111】

ここにいう「ステアリングホイール 20 を用いての操舵を補助する」とは、E P S 装置 12 が操舵トルク T s t r をそのまま操舵輪(前輪 86)に伝達する構成(直接伝達方式)であれば、運転者が意図する方向にステアリングホイール 20 を回し易くすること(例えば、上記実施形態のような構成)及び運転者が意図する方向にステアリングホイール 20 を回し難くすることの両方を含む。

【0112】

[B 4 - 2 . 誘導アシスト処理]

上記実施形態では、運転者によるステアリング 20 の操作が開始される前に操舵アシスト力 F m (走行支援力 F d a)を発生させる誘導アシスト処理は、車両 10 がカーブ 304 の開始点 P i n に到達してから行った(図7の S 32 : Y E S S 33)。しかしながら、例えば、地図情報 I m a p に含まれるカーブ半径 R を用いてカーブ 304 の旋回支援を行う観点からすれば、これに限らない。例えば、E C U 128 は、車両 10 がカーブ 304 に入る前に操舵アシスト力 F m (走行支援力 F d a)を発生させてもよい。これにより、カーブ 304 において旋回支援が行われることを、運転者に対して予め通知することが可能となる。

30

【0113】

この場合、E C U 128 は、カーブ 304 の開始点 P i n を基準とした操舵タイミングである基準操舵タイミングに対し、運転者による実際の操舵タイミングの遅れを判定してもよい。さらに、E C U 128 は、カーブ 304 に入る前の操舵アシスト力 F m (走行支援力 F d a)の開始タイミングを、実際の操舵タイミングの遅れに応じて早めてもよい。これにより、カーブ 304 に入る前の操舵アシスト力 F m (走行支援力 F d a)の開始タイミングを、運転者の技量に応じて調整することが可能となる。

40

【符号の説明】

【0114】

10 ... 車両

14 ... 走行支援システム

20 ... ステアリングホイール

28 ... E P S モータ(アクチュエータ)

36 ... E P S E C U (制御装置の一部) 120 ... カメラ(撮像装置)

122 ... G P S アンテナ(位置検出装置の一部)

124 ... 地図情報提供装置(位置検出装置の一部)

50

1 2 8 ... 走行支援 E C U (制御装置の一部)

1 3 0 ... 地図 D B (地図情報記憶装置)

1 5 2 ... 走行支援部

3 0 4 ... カーブ

F m ... 操舵アシスト力

I f ... 前方画像

I 1 c v r e f ... 第1基準カーブ電流 (第1操舵アシスト力を示す)

I 2 c v r e f ... 第2基準カーブ電流 (第2操舵アシスト力を示す)

P c ... 車両の現在位置

P o u t ... カーブの終了点

V ... 車速

Y t a r ... 目標ヨーレート

1 5 0 ... 車線検出部

3 0 0 ... 走行路

3 0 8 ... 車線

I c ... 画像情報

I m a p ... 地図情報

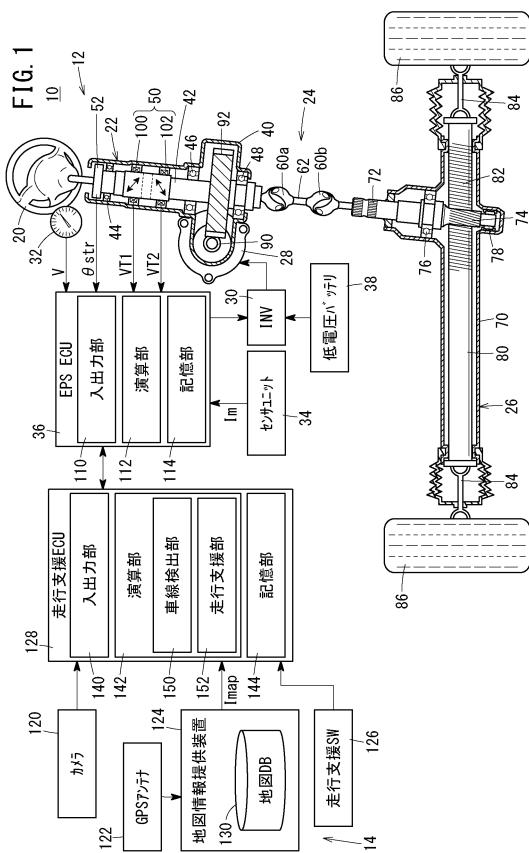
P i n ... カーブの開始点

R ... カーブ半径

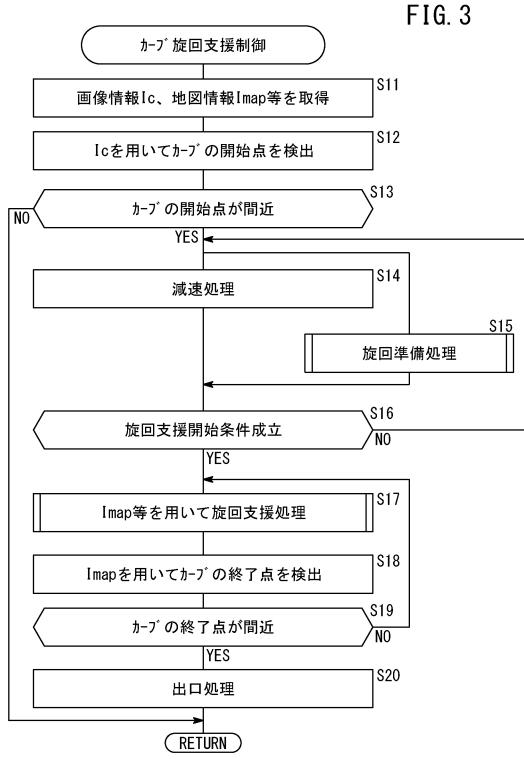
10

Y r ... 車両ヨーレート

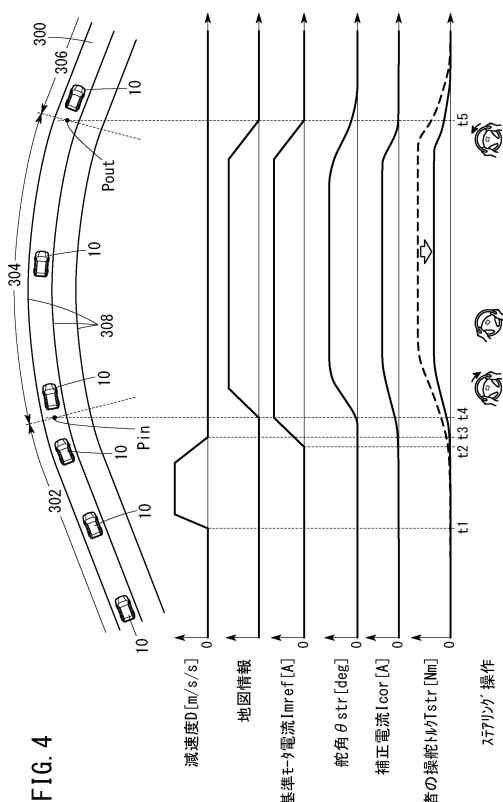
【図1】



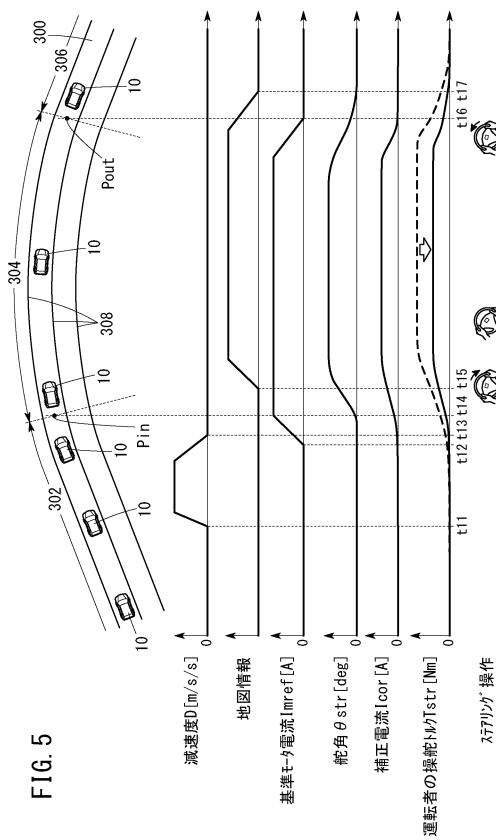
【図3】



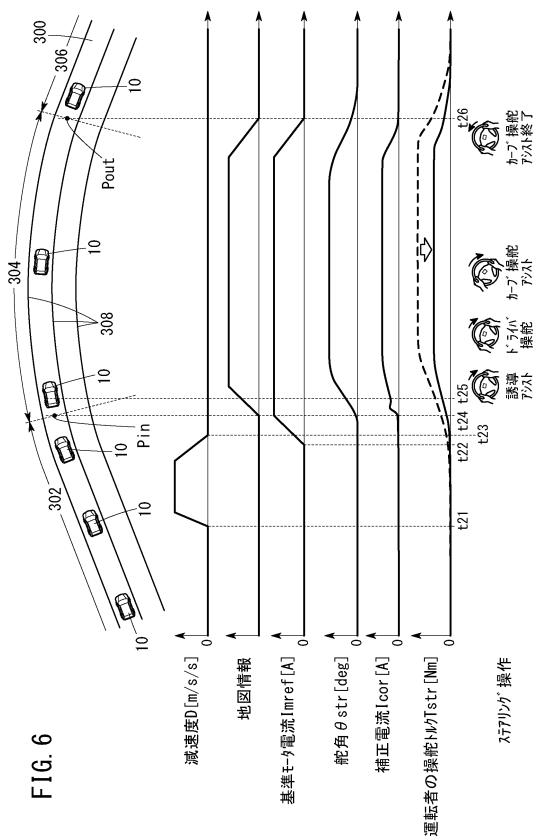
【図4】



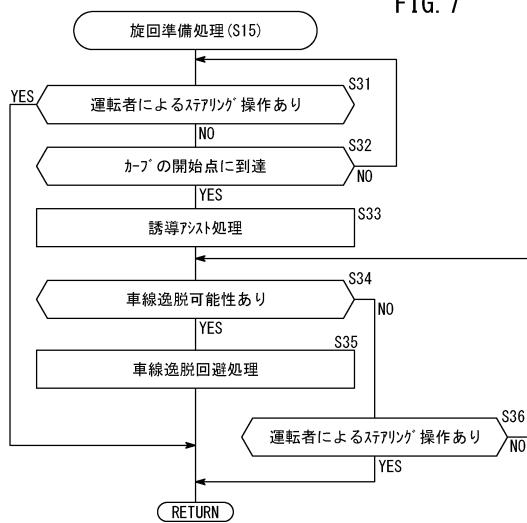
【図5】



【図6】

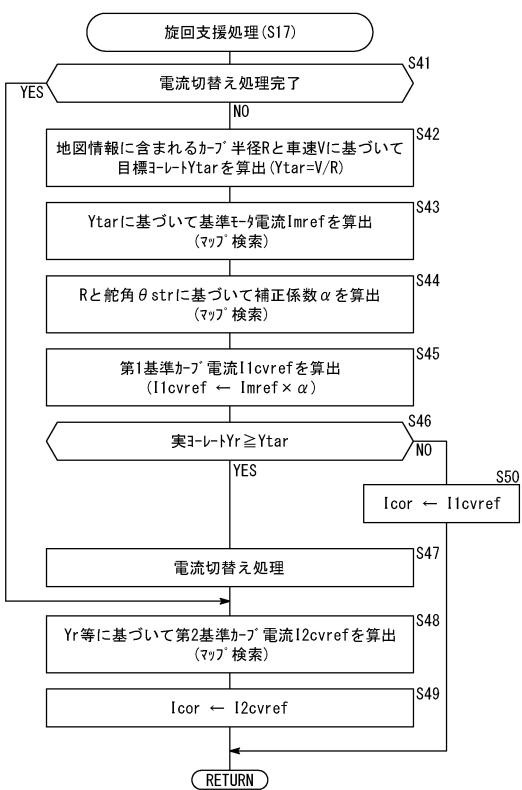


【図7】



【図8】

FIG. 8



フロントページの続き

(72)発明者 和田 卓士
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 鯉渕 宏之
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 鈴木 敏史

(56)参考文献 特開2009-292345(JP, A)
特開2006-178675(JP, A)
特開2001-109999(JP, A)
国際公開第2014/097541(WO, A1)
特開2007-001579(JP, A)
特開平11-147473(JP, A)
特開2012-079119(JP, A)
特開2002-8199(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62D 6/00
B60W 30/12
G08G 1/16