

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4228792号
(P4228792)

(45) 発行日 平成21年2月25日(2009.2.25)

(24) 登録日 平成20年12月12日(2008.12.12)

(51) Int.Cl. F 1
B 6 0 T 8/1755 (2006.01) B 6 0 T 8/1755 A
B 6 0 R 16/02 (2006.01) B 6 0 R 16/02 6 6 1 Z

請求項の数 9 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-175155 (P2003-175155) (22) 出願日 平成15年6月19日(2003.6.19) (65) 公開番号 特開2005-8066 (P2005-8066A) (43) 公開日 平成17年1月13日(2005.1.13) 審査請求日 平成18年1月13日(2006.1.13)</p>	<p>(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 (74) 代理人 110000213 特許業務法人プロスペック特許事務所 (72) 発明者 谷本 充隆 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 林 道広</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車輛の旋回特性推定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車輛が旋回する際の車輛走行データに基づき規範旋回状態量を推定し、複数データ数の規範旋回状態量及び実旋回状態量に基づき一次遅れの伝達関数として規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を推定し、該伝達関数と、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数に基づいて推定した規範旋回状態量とに基づき車輛の旋回特性としてのスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を推定する車輛の旋回特性推定装置であって、前記実旋回状態量の変化の度合いが小さいときには前記実旋回状態量の変化の度合いが大きいときに比して前記伝達関数の推定に供される前記規範旋回状態量及び前記実旋回状態量のデータ数を増大させることを特徴とする車輛の旋回特性推定装置。

10

【請求項2】

前記実旋回状態量の変化の度合いが小さいときには前記実旋回状態量の変化の度合いが大きいときに比して前記伝達関数の推定に於ける忘却係数を大きくすることにより前記データ数を増大させることを特徴とする請求項1に記載の車輛の旋回特性推定装置。

【請求項3】

車輛が旋回する際の車輛走行データに基づき所定の時間毎に規範旋回状態量を推定し、所定の時間毎に複数データ数の規範旋回状態量及び実旋回状態量に基づき規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を推定するためのパラメータを演算し、該パラメータに基づきスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を推定し、前記実旋回状態量の変化の度合いが小さいときには前記実旋回状態量の変化の度合いが大きいときに比して前記パラメ

20

ータの演算に於ける忘却係数を大きくすることにより前記データ数を増大させることを特徴とする請求項 2 に記載の車輛の旋回特性推定装置。

【請求項 4】

車輛が旋回する際の車輛走行データに基づき規範旋回状態量を推定し、複数データ数の規範旋回状態量及び実旋回状態量に基づき一次遅れの伝達関数として規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を推定し、該伝達関数と、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数に基づいて推定した規範旋回状態量とに基づき車輛の旋回特性としてのスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を推定する車輛の旋回特性推定装置であって、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に悪影響を及ぼす変量が大きいときには前記変量が小さいときに比してスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に供される前記規範旋回状態量及び前記実旋回状態量のデータ数を低減することを特徴とする車輛の旋回特性推定装置。

10

【請求項 5】

スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に悪影響を及ぼす変量が大きいときには前記変量が小さいときに比して前記伝達関数の推定に於ける忘却係数を小さくすることにより前記データ数を低減することを特徴とする請求項 4 に記載の車輛の旋回特性推定装置。

【請求項 6】

車輛が旋回する際の車輛走行データに基づき所定の時間毎に規範旋回状態量を推定し、所定の時間毎に複数データ数の規範旋回状態量及び実旋回状態量に基づき規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を推定するためのパラメータを演算し、該パラメータに基づきスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を推定し、前記変量が大きいときには前記変量が小さいときに比して前記パラメータの演算に於ける忘却係数を小さくすることにより前記データ数を低減することを特徴とする請求項 5 に記載の車輛の旋回特性推定装置。

20

【請求項 7】

前記変量は車速の変化の度合であることを特徴とする請求項 4 乃至 6 に記載の車輛の旋回特性推定装置。

【請求項 8】

前記変量は路面のカントであることを特徴とする請求項 4 乃至 6 に記載の車輛の旋回特性推定装置。

30

【請求項 9】

前記規範旋回状態量は車輛の規範ヨーレートであり、前記実旋回状態量は車輛の実ヨーレートであることを特徴とする請求項 1 乃至 8 に記載の車輛の旋回特性推定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車輛の旋回特性推定装置に係り、更に詳細には車輛が旋回する際の規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を推定し、該伝達関数に基づき車輛の旋回特性を推定する車輛の旋回特性推定装置に係る。

40

【0002】

【従来の技術】

自動車等の車輛の旋回特性を推定する車輛の旋回特性推定装置の一つとして、例えば下記の特許文献 1 に記載されている如く、車輛の走行中にセンサにより車速、操舵角、ヨーレートを検出し、これらの検出値に基づき車輛の旋回特性としてスタビリティファクタを推定する車輛の旋回特性推定装置が従来より知られている。

【0003】

かかる旋回特性推定装置によれば、車輛の実際の旋回状況に基づきスタビリティファクタが推定されるので、一定値に設定されたスタビリティファクタを使用して車輛の規範ヨーレートが演算される場合に比して、規範ヨーレートを正確に演算し、これにより規範ヨー

50

レート及び車輛の実際のヨーレートに基づく車輛の制御を正確に実行することができる。

【特許文献 1】

特開平 10 - 258720 号公報

【特許文献 2】

特願 2002 - 187678 号明細書及び図面

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし上述の如く車輛の実際の旋回状況に基づきスタビリティファクタを推定する従来の旋回特性推定装置に於いては、車輛の定常旋回状態が継続しヨーレートの変化が小さい場合、車速の変化が大きい場合、路面のカントが大きい場合の如く、車輛の旋回走行状況によつてはスタビリティファクタを正確に推定することが困難である。

10

【0005】

この問題は、例えば本願出願人の出願にかかる出願公開前の上記特許文献 2 に記載されている如く、車輛の規範ヨーレートと車輛の実際のヨーレートとの間の伝達関数を一次遅れの伝達関数として推定し、該伝達関数に基づきスタビリティファクタの如き車輛の旋回特性を推定する場合に特に顕著である。

【0006】

本願発明者は、上述の問題について鋭意検討を行った結果、特に上述の先願の方法の具体例に於いては、規範ヨーレートから実ヨーレートへの伝達関数を特定する場合に一次遅れ系の伝達関数が仮定され、その伝達関数が離散系の伝達関数に変換され、そのパラメータが一定の複数データ数の規範ヨーレート及び実ヨーレートに基づき ARX モデル等によって推定されることにより規範ヨーレートから実ヨーレートへの伝達関数が特定されると共にスタビリティファクタが推定されるが、ヨーレートの変化が小さい場合には、伝達関数を特定するパラメータを演算するための連立方程式が同様のものになるため、最小二乗法では伝達関数を特定するパラメータの解が得られ難くなり、演算が不安定になることが上述の問題の原因であることを究明した。

20

【0007】

また本願発明者は、車速の変化が大きい場合や路面のカントが大きい場合には、規範ヨーレートや実ヨーレートに車速の変化やカントに起因する誤差成分が混入し、そのため伝達関数を特定するパラメータの推定値が真値よりずれてしまい、これに起因して伝達関数及びスタビリティファクタを正確に特定することができなくなることが上述の問題の原因であることを究明した。

30

【0008】

本発明は、車輛が旋回走行する際の規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を推定し、該伝達関数に基づき車輛の旋回特性を推定する際に於ける上述の如き問題に鑑みてなされたものであり、本発明の主要な課題は、伝達関数の推定に供される規範旋回状態量及び実旋回状態量のデータ数を車輛の旋回走行状況に応じて変更することにより、車輛の旋回走行状況に拘らず、特に実旋回状態量の変化の度合いが小さい場合や旋回特性の推定に悪影響を及ぼす変数が大きい場合にも、従来に比して正確に且つ確実に車輛の旋回特性を推定することである。

40

【0009】

【課題を解決するための手段】

上述の主要な課題は、本発明によれば、車輛が旋回する際の車輛走行データに基づき規範旋回状態量を推定し、複数データ数の規範旋回状態量及び実旋回状態量に基づき一次遅れの伝達関数として規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を推定し、該伝達関数と、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数に基づいて推定した規範旋回状態量とに基づき車輛の旋回特性としてのスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を推定する車輛の旋回特性推定装置であつて、前記実旋回状態量の変化の度合いが小さいときには前記実旋回状態量の変化の度合いが大きいときに比して前記伝達関数の推定に供される前記規範旋回状態量及び前記実旋回状態量のデータ数を増大させることを特徴とする車輛の旋

50

回特性推定装置（請求項 1）又は車輛が旋回する際の車輛走行データに基づき規範旋回状態量を推定し、複数データ数の規範旋回状態量及び実旋回状態量に基づき一次遅れの伝達関数として規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を推定し、該伝達関数と、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数に基づいて推定した規範旋回状態量とに基づき車輛の旋回特性としてのスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を推定する車輛の旋回特性推定装置であって、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に悪影響を及ぼす変量が大きいときには前記変量が小さいときに比してスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に供される前記規範旋回状態量及び前記実旋回状態量のデータ数を低減することを特徴とする車輛の旋回特性推定装置（請求項 4）によって達成される。

10

【0010】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 1 の構成に於いて、前記実旋回状態量の変化の度合いが小さいときには前記実旋回状態量の変化の度合いが大きいときに比して前記伝達関数の推定に於ける忘却係数を大きくすることにより前記データ数を増大させるよう構成される（請求項 2 の構成）。

【0011】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 2 の構成に於いて、車輛が旋回する際の車輛走行データに基づき所定の時間毎に規範旋回状態量を推定し、所定の時間毎に複数データ数の規範旋回状態量及び実旋回状態量に基づき規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を推定するためのパラメータを演算し、該パラメータに基づきスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を推定し、前記実旋回状態量の変化の度合いが小さいときには前記実旋回状態量の変化の度合いが大きいときに比して前記パラメータの演算に於ける忘却係数を大きくすることにより前記データ数を増大させるよう構成される（請求項 3 の構成）。

20

【0012】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 4 の構成に於いて、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に悪影響を及ぼす変量が大きいときには前記変量が小さいときに比して前記伝達関数の推定に於ける忘却係数を小さくすることにより前記データ数を低減するよう構成される（請求項 5 の構成）。

30

【0013】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 5 の構成に於いて、車輛が旋回する際の車輛走行データに基づき所定の時間毎に規範旋回状態量を推定し、所定の時間毎に複数データ数の規範旋回状態量及び実旋回状態量に基づき規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を推定するためのパラメータを演算し、該パラメータに基づきスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を推定し、前記変量が大きいときには前記変量が小さいときに比して前記パラメータの演算に於ける忘却係数を小さくすることにより前記データ数を低減するよう構成される（請求項 6 の構成）。

【0014】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 4 乃至 6 の構成に於いて、前記変量は車速の変化の度合いであるよう構成される（請求項 7 の構成）。

40

【0015】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 4 乃至 6 の構成に於いて、前記変量は路面のカントであるよう構成される（請求項 8 の構成）。

【0016】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 1 乃至 8 の構成に於いて、前記規範旋回状態量は車輛の規範ヨーレートであり、前記実旋回状態量は車輛の実ヨーレートであるよう構成される（請求項 9 の構成）。

【0018】

【発明の作用及び効果】

上記請求項 1 の構成によれば、車輛が旋回する際の車輛走行データに基づき規範旋回状

50

態量が推定され、複数データ数の規範旋回状態量及び実旋回状態量に基づき一次遅れの伝達関数として規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数が推定され、該伝達関数と、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数に基づいて推定した規範旋回状態量とに基づき車輛の旋回特性としてのスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数が推定されるが、実旋回状態量の変化の度合いが小さいときには実旋回状態量の変化の度合いが大きいときに比して伝達関数の推定に供される規範旋回状態量及び実旋回状態量のデータ数が増大される。従って実旋回状態量の変化の度合いが小さい状況に於いてもデータ数が増大されない従来の旋回特性推定装置の場合に比して、規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を正確に且つ確実に推定することができ、これにより車輛の旋回特性としてのスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を正確に且つ確実に推定することができる。

10

【0019】

また上記請求項2の構成によれば、実旋回状態量の変化の度合いが小さいときには実旋回状態量の変化の度合いが大きいときに比して伝達関数の推定に於ける忘却係数を大きくすることによりデータ数が増大されるので、実旋回状態量の変化の度合いが小さいときには実旋回状態量の変化の度合いが大きいときに比して伝達関数の推定に供される規範旋回状態量及び実旋回状態量のデータ数を確実に増大させることができる。

【0020】

また上記請求項3の構成によれば、車輛が旋回する際の車輛走行データに基づき所定の時間毎に規範旋回状態量が推定され、所定の時間毎に複数データ数の規範旋回状態量及び実旋回状態量に基づき規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を推定するためのパラメータが演算され、該パラメータに基づきスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数が推定され、実旋回状態量の変化の度合いが小さいときには実旋回状態量の変化の度合いが大きいときに比して前記パラメータの演算に於ける忘却係数を大きくすることによりデータ数が増大される。従って実旋回状態量の変化の度合いが小さいときにも伝達関数を推定するためのパラメータを正確に且つ確実に演算することができ、これにより車輛の旋回特性としてのスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を正確に且つ確実に推定することができる。

20

【0021】

また上記請求項4の構成によれば、車輛が旋回する際の車輛走行データに基づき規範旋回状態量が推定され、複数データ数の規範旋回状態量及び実旋回状態量に基づき一次遅れの伝達関数として規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数が推定され、該伝達関数と、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数に基づいて推定した規範旋回状態量とに基づき車輛の旋回特性が推定されるが、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に悪影響を及ぼす変数が大きいときには前記変数が小さいときに比して伝達関数の推定に供される規範旋回状態量及び実旋回状態量のデータ数が低減される。従ってスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に悪影響を及ぼす変数が大きいときにはその影響を確実に低減することができ、これによりスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に悪影響を及ぼす変数が大きいときにも規範旋回状態量及び実旋回状態量のデータ数が低減されない従来の旋回特性推定装置の場合に比して、規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を正確に且つ確実に推定することができ、これにより車輛の旋回特性としてのスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を正確に且つ確実に推定することができる。

30

40

【0022】

また上記請求項5の構成によれば、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に悪影響を及ぼす変数が大きいときには前記変数が小さいときに比して伝達関数の推定に於ける忘却係数を小さくすることによりデータ数が低減される。従ってスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に悪影響を及ぼす変数が大きいときには前記変数が小さいときに比して伝達関数の推定に供される規範旋回状態量及び実旋回状態量のデータ数を確実に低減することができる。

【0023】

50

また上記請求項6の構成によれば、車輛が旋回する際の車輛走行データに基づき所定の時間毎に規範旋回状態量が推定され、所定の時間毎に複数データ数の規範旋回状態量及び実旋回状態量に基づき規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を推定するためのパラメータが演算され、該パラメータに基づきスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数が推定され、旋回特性の推定に悪影響を及ぼす変量が大きいときには該変量が小さいときに比して前記パラメータの演算に於ける忘却係数を小さくすることによりデータ数が低減される。従ってスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に悪影響を及ぼす変量が大きいときにも伝達関数を推定するためのパラメータを正確に且つ確実に演算することができ、これにより車輛の旋回特性としてのスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を正確に且つ確実に推定することができる。

10

【0024】

また上記請求項7の構成によれば、前記変量は車速の変化の度合であるので、車速の変化の度合が大きい場合に、そのことが原因で車輛の旋回特性が不正確に推定される虞れを確実に低減することができる。

【0025】

また上記請求項8の構成によれば、前記変量は路面のカントであるので、路面のカントが大きい場合に、そのことが原因で車輛の旋回特性が不正確に推定される虞れを確実に低減することができる。

【0026】

また上記請求項9の構成によれば、規範旋回状態量は車輛の規範ヨーレートであり、実旋回状態量は車輛の実ヨーレートであるので、車輛の旋回走行状況に拘らず、規範ヨーレートと実ヨーレートとの間の伝達関数を正確に且つ確実に推定することができ、これによりスタビリティファクタの如き車輛の旋回特性を正確に且つ確実に推定することができる。

20

【0028】

【課題解決手段の好ましい態様】

図6に示された車輛の二輪モデルに於いて、車輛の質量及びヨー慣性モーメントをそれぞれM及びIとし、車輛の横加速度をGyとし、前輪100f及び後輪100rのコーナリングフォースをそれぞれFf及びFrとし、前輪100fの実舵角を δ_f とし、車輛の重心102と前輪車軸及び後輪車軸との間の距離をそれぞれLf及びLrとし、車輛のホイールベースをL(=Lf+Lr)とし、車輛のヨーレートを $\dot{\delta}$ とし、前輪及び後輪のスリップ角をそれぞれ β_f 及び β_r とし、前輪及び後輪のコーナリングパワーをKf及びKrとし、車体のスリップ角を β とし、車速をVとし、車輛のヨー角速度(ヨーレートの微分値)を $\dot{\delta}$ とすると、車輛の力及びモーメントの釣合い等により下記の式1~6が成立する。

30

$$M Gy = F_f + F_r \quad \dots\dots (1)$$

$$I \dot{\delta} = L_f F_f - L_r F_r \quad \dots\dots (2)$$

$$F_f = K_f \beta_f \quad \dots\dots (3)$$

$$F_r = K_r \beta_r \quad \dots\dots (4)$$

$$\beta_f = -\frac{L_r}{L} \frac{\dot{\delta}}{V} + (L_f / V) \quad \dots\dots (5)$$

$$\beta_r = -\frac{L_f}{L} \frac{\dot{\delta}}{V} + (L_r / V) \quad \dots\dots (6)$$

【0029】

上記式1~6より下記の式7が成立する。

40

【数1】

$$\left(\frac{L_r}{K_f} - \frac{L_f}{K_r} \right) \frac{M}{L} Gy + \left(\frac{1}{K_f} + \frac{1}{K_r} \right) \frac{I}{L} \dot{\delta} = \delta - \frac{L}{V} \dot{\delta} \quad \dots\dots (7)$$

【0030】

車速Vが実質的に一定であると仮定し、ラプラス演算子をsとして上記式7をラプラス変換し、ヨーレート $\dot{\delta}$ について整理することにより、下記の式8~10が得られる。

【数2】

50

$$\gamma(s) = \frac{1}{1 + T_p V s} \left(\frac{\delta(s)}{L} - K_h G y(s) \right) V \quad \dots\dots (8)$$

$$K_h = \frac{M}{L^2} \left(\frac{L_r}{K_f} - \frac{L_f}{K_r} \right) \quad \dots\dots (9)$$

$$T_p = \frac{I}{L^2} \left(\frac{1}{K_f} + \frac{1}{K_r} \right) \quad \dots\dots (10)$$

10

【0031】

上記式9の K_h はスタビリティファクタであり、上記式10の T_p は車速依存の時定数をもつ一次遅れ系の車速 V にかかる係数（本明細書に於いては操舵応答時定数係数と呼ぶ）である。これらの値は車輛のヨー運動に関する操舵応答を特徴付けるパラメータ、即ち車輛の旋回特性である。また上記式8は前輪の実舵角、車速 V 、横加速度 G_y より車輛のヨーレートを演算する式であり、この線形化モデルより演算されるヨーレートについての規範旋回状態量、即ち規範ヨーレートとする。

【0032】

上記式8に於けるスタビリティファクタ K_h 及び操舵応答時定数係数 T_p を推定するための推定モデルとして、ARXモデル（auto-regressive exogenous model）を使用し、推定アルゴリズムに逐次最小二乗法を使用する。上記式8により一次遅れ系であることが解っているので、 $u(k)$ を時刻 k での入力とし、 $y(k)$ を出力とし、 $e(k)$ を白色雑音として、ARXモデルを下記の式11の通りとする。

20

$$y(k) + a y(k-1) = b u(k) + e(k) \quad \dots\dots (11)$$

【0033】

ここで時間シフトオペレータ z^{-1} を使用すると、上記式11は下記の式12の通り変形することができる。従って下記の式13が成立する。

【数3】

$$y(k) + a z^{-1} y(k) = b u(k) + e(k) \quad \dots\dots (12)$$

30

$$y(k) = \frac{b}{1 + a z^{-1}} u(k) + e(k) \quad \dots\dots (13)$$

【0034】

上記式13の $u(k)$ に前輪の実舵角、車速 V 、横加速度 G_y に基づいて上記式8に従って演算される規範ヨーレートを与え、 $y(k)$ に実ヨーレートを与え、規範ヨーレートから実ヨーレートへの離散時間伝達関数のパラメータ a 及び b を推定することにより、上記式8に於けるスタビリティファクタ K_h 及び操舵応答時定数係数 T_p を推定することができる。

40

【0035】

即ち動特性に関して上記式13と上記式8とを比較すると、時定数を T とし、演算のサイクルタイムを Δt として、下記の式14及び式15が成立し、よって下記の式16が成立するので、パラメータ a を求めることにより操舵応答時定数係数 T_p を求めることができる。尚時定数 T は車速 V に応じて変化し、式15は離散系のパラメータ a と連続系の時定数 T との関係を示している。

【数4】

$$T = T_p V \quad \dots\dots (14)$$

$$\exp\left(-\frac{\tau}{T}\right) = a \quad \dots\dots (15)$$

$$T_p = \frac{\tau}{V \log a} \quad \dots\dots (16)$$

【0036】

10

またスタビリティファクタの初期値を K_{hi} とし、真のスタビリティファクタを K_h として定常項に注目すると、規範ヨーレート γ_t 及び実ヨーレート γ についてそれぞれ下記の式17及び18が成立し、定常ゲインを G とすると、下記の式19及び20が成立する。

【数5】

$$\gamma_t = \left(\frac{\delta}{L} - K_{hi} G_y\right) V \quad \dots\dots (17)$$

$$\gamma = \left(\frac{\delta}{L} - K_h G_y\right) V \quad \dots\dots (18)$$

20

$$\gamma = G \gamma_t \quad \dots\dots (19)$$

$$G = \frac{b}{1+a} \quad \dots\dots (20)$$

【0037】

上記式17及び18を上記式19に代入することにより下記の式21が成立し、下記の式21に上記式20を代入することにより下記の式22が成立し、よってパラメータ a 及び b を求めることによりスタビリティファクタ K_h を求めることができる。

30

【数6】

$$\left(\frac{\delta}{L} - K_h G_y\right) V = G \left(\frac{\delta}{L} - K_{hi} G_y\right) V \quad \dots\dots (21)$$

$$K_h = G K_{hi} + (1 - G) \frac{\delta}{L G_y}$$

$$= \frac{b}{1+a} K_{hi} + \left(1 - \frac{b}{1+a}\right) \frac{\delta}{L G_y} \quad \dots\dots (22)$$

40

【0038】

従って本発明の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1乃至9の構成に於いて、規範旋回状態量は車輛の規範ヨーレートであるよう構成される（好ましい態様1）。

【0039】

本発明の他の一つ好ましい態様によれば、上記請求項1乃至9の構成に於いて、規範ヨーレートより実ヨーレートへの伝達関数を推定するためのパラメータを演算し、そのパラメータに基づきスタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を推定するよう構成される（好ましい態様2）。

【0040】

50

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様 2 の構成に於いて、規範ヨーレート $\dot{\theta}$ 及び実ヨーレート $\dot{\theta}_r$ に基づき上記式 13 に従ってパラメータ a 及び b を演算し、パラメータ a 及び b に基づき上記式 22 に従ってスタビリティファクタ K_h を演算し、パラメータ a に基づき上記式 16 に従って操舵応答時定数係数 T_p を演算するよう構成される（好ましい態様 4）。

【0041】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項 1 乃至 3 の構成に於いて、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に悪影響を及ぼす変数が大きいときには前記変数が小さいときに比して伝達関数の推定に供される規範旋回状態量及び実旋回状態量のデータ数を低減するよう構成される（好ましい態様 5）。

10

【0042】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様 5 の構成に於いて、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に悪影響を及ぼす変数が大きいときには前記変数が小さいときに比して伝達関数の推定に於ける忘却係数を小さくすることによりデータ数を低減するよう構成される（好ましい態様 6）。

【0043】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様 6 の構成に於いて、車輛が旋回する際の車輛走行データに基づき所定の時間毎に規範旋回状態量を推定し、所定の時間毎に複数データ数の規範旋回状態量及び実旋回状態量に基づき規範旋回状態量と実旋回状態量との間の伝達関数を推定するためのパラメータを演算し、該パラメータに基づき スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数を推定し、前記変数が大きいときには前記変数が小さいときに比して前記パラメータの演算に於ける忘却係数を小さくすることにより前記データ数を低減するよう構成される（好ましい態様 7）。

20

【0044】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様 7 の構成に於いて、実旋回状態量の変化の度合いが小さいときには実旋回状態量の変化の度合いが大きいときに比して大きくなるよう実旋回状態量の変化の度合いに基づく係数を演算し、スタビリティファクタ及び操舵応答時定数係数の推定に悪影響を及ぼす変数が大きいときには前記変数が小さいときに比して小さくなるよう変数に基づく係数を演算し、忘却係数の標準値と実旋回状態量の変化の度合いに基づく係数と変数に基づく係数との積として忘却係数を演算するよう構成される（好ましい態様 8）。

30

【0045】

【発明の実施の形態】

以下に添付の図を参照しつつ、本発明を好ましい実施の形態（以下単に実施形態という）について詳細に説明する。

【0046】

図 1 は本発明による車輛の挙動制御装置に適用された旋回特性推定装置の一つの実施形態を示す概略構成図である。

【0047】

図 1 に於いて、10FL及び10FRはそれぞれ車輛 12 の左右の前輪を示し、10RL及び10RRはそれぞれ左右の後輪を示している。操舵輪である左右の前輪 10FL及び10FRは運転者によるステアリングホイール 14 の転舵にตอบสนองして駆動されるラック・アンド・ピニオン式のパワーステアリング装置 16 によりタイロッド 18L 及び 18R を介して操舵される。

40

【0048】

各車輪の制動力は制動装置 20 の油圧回路 22 によりホイールシリンダ 24FR、24FL、24RR、24RLの制動圧が制御されることによって制御されるようになっている。図には示されていないが、油圧回路 22 はオイルリザーバ、オイルポンプ、種々の弁装置等を含み、各ホイールシリンダの制動圧は通常時には運転者によるブレーキペダル 26 の踏み込み操作に応じて駆動されるマスタシリンダ 28 により制御され、また必要に応じて後に説

50

明する如く電子制御装置 30 により制御される。

【0049】

車輪 10FR ~ 10RL のホイールシリンダにはそれぞれ対応するホイールシリンダの圧力 P_i ($i = fr, fl, rr, rl$) を検出する圧力センサ 32FR ~ 32RL が設けられ、ステアリングホイール 14 が連結されたステアリングコラムには操舵角 δ を検出する操舵角センサ 34 が設けられている。

【0050】

また車輻 12 にはそれぞれ車輻のヨーレート $\dot{\psi}$ を検出するヨーレートセンサ 36、車輻の前後加速度 G_x を検出する前後加速度センサ 38、車輻の横加速度 G_y を検出する横加速度センサ 40 が設けられている。尚操舵角センサ 34、ヨーレートセンサ 36 及び横加速度センサ 40 は車輻の左旋回方向を正としてそれぞれ操舵角、ヨーレート及び横加速度を検出する。

10

【0051】

図示の如く、圧力センサ 32FR ~ 32RL により検出された圧力 P_i を示す信号、操舵角センサ 34 により検出された操舵角 δ を示す信号、ヨーレートセンサ 36 により検出されたヨーレート $\dot{\psi}$ を示す信号、前後加速度センサ 38 により検出された前後加速度 G_x を示す信号、横加速度センサ 40 により検出された横加速度 G_y を示す信号は電子制御装置 30 に入力される。

【0052】

尚図には詳細に示されていないが、電子制御装置 30 は例えば CPU と ROM と EEPROM と RAM とバッファメモリと入出力ポート装置とを有し、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のマイクロコンピュータを含んでいる。EEPROM は上記式 8 による規範ヨーレート $\dot{\psi}_n$ (s) の演算に使用されるスタビリティファクタ K_h の初期値 K_{hi} 及び旋回応答時定数係数 T_p の初期値 T_{pi} を記憶しており、これらの初期値は車輻の出荷時に車輻毎に設定され、後に詳細に説明する如く車輻が旋回状態にあるときの車輻の走行データに基づいて演算される推定値に書き換えられることによって適宜更新される。

20

【0053】

電子制御装置 30 は、後述の如く図 2 に示されたフローチャートに従い、車輻が旋回を開始すると、操舵角の如き旋回走行データに基づいて各制御サイクル毎に上述の如く上記式 13 のパラメータ a 及び b を推定することによりスタビリティファクタ K_h の推定値 K_{hj} 及び旋回応答時定数係数 T_p の推定値 T_{pj} を演算し、それらをバッファメモリに記憶する。

30

【0054】

尚バッファメモリは、車輻の旋回開始より旋回終了までを一旋回として各旋回毎にそれぞれ最大で n 個のスタビリティファクタの推定値 K_{hj} 及び旋回応答時定数係数の推定値 T_{pj} (演算された順に $j = 1, 2, \dots, n$) を記憶し、 n 個以上の各推定値が演算されるようになると、最も古い推定値を破棄し、常に n 個のスタビリティファクタの推定値 K_{hj} 及び旋回応答時定数係数の推定値 T_{pj} を記憶する。

【0055】

また電子制御装置 30 は、車輻の旋回が終了すると、最新の推定値を含む最大で n 個の推定値 K_{hj} について移動平均値 K_{ha} を演算してバッファメモリに記憶する (最大 m 個)。そして電子制御装置 30 は、最大で m 個の移動平均値 K_{ha} の移動平均値 K_{haa} を演算し、所定の条件が成立したときには、EEPROM に記憶されているスタビリティファクタの初期値 K_{hi} を移動平均値 K_{haa} に書き換えて更新する。

40

【0056】

同様に、電子制御装置 30 は、車輻の旋回が終了すると、最新の推定値を含む最大で n 個の推定値 T_{pj} について移動平均値 T_{pa} を演算してバッファメモリに記憶する (最大 m 個)。そして電子制御装置 30 は、最大で m 個の移動平均値 T_{pa} の移動平均値 T_{paa} を演算し、所定の条件が成立したときには、EEPROM に記憶されている旋回応答時定数係数の

50

初期値 T_{pi} を移動平均値 T_{paa} に書き換えて更新する。

【0057】

また電子制御装置 30 は、EEPROM に記憶されているスタビリティファクタの初期値 K_{hi} 及び最後に演算された移動平均値 K_{ha} の重み W_{k1} 及び W_{k2} (それぞれ 0 以上 1 以下であり、それらの和は 1 である) に基づく重み和としてスタビリティファクタ K_h を演算し、EEPROM に記憶されている旋回応答時定数係数の初期値 T_{pi} 及び最後に演算された移動平均値 T_{pa} の重み W_{t1} 及び W_{t2} (それぞれ 0 以上 1 以下であり、それらの和も 1 である) に基づく重み和として旋回応答時定数係数 T_p を演算し、これらのスタビリティファクタ K_h 及び旋回応答時定数係数 T_p を使用して上記式 8 に従って規範ヨーレート (s) を目標ヨーレート t として演算する。

10

【0058】

そして電子制御装置 30 は、ヨーレート検出値 t と目標ヨーレート t との偏差としてヨーレート偏差 Δt を演算し、該ヨーレート偏差 Δt の大きさが上記基準値 σ (正の値) を越えているか否かの判別により車輛の旋回挙動が悪化しているか否かを判定し、車輛の旋回挙動が悪化しているときには車輛の旋回挙動が安定化するように挙動制御を実行する。

【0059】

次に図 2 に示されたフローチャートを参照して図示の実施形態に於けるスタビリティファクタ K_h 及び操舵応答時定数係数 T_p の推定演算ルーチンについて説明する。尚図 2 に示されたフローチャートによる制御は図には示されていないイグニッションスイッチの閉成により開始され、所定の時間毎に繰返し実行される。

20

【0060】

まずステップ 10 に於いては操舵角 δ を示す信号等の読み込みが行われ、ステップ 20 に於いては例えばヨーレートセンサ 36 により検出された車輛の実ヨーレート t の絶対値がその基準値 s (0 に近い正の定数) 未満の状況より基準値 s 以上の状況へ変化したか否かの判別により、車輛が旋回を開始したか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ 10 へ戻り、肯定判別が行われたときにはステップ 30 へ進む。

【0061】

ステップ 30 に於いては EEPROM に記憶されているスタビリティファクタ K_h 、旋回応答時定数係数 T_p 等の初期値の読み込みが行われ、ステップ 40 に於いては例えばヨーレートセンサ 36 により検出された車輛の実ヨーレート t の時間微分値としてヨーレート t の変化率 d が演算され、ステップ 50 に於いてはヨーレートの変化率 d の絶対値が小さいほど係数 K_y が大きくなるよう、ヨーレートの変化率 d の絶対値に基づき図 3 に示されたグラフに対応するマップより係数 K_y が演算される。

30

【0062】

ステップ 60 に於いては例えば車速センサ 34 により検出された車速 V の時間微分値として車速の変化率 V_d が演算され、ステップ 70 に於いては車速の変化率 V_d の絶対値が大きいほど係数 K_v が小さくなるよう、車速の変化率 V_d の絶対値に基づき図 4 に示されたグラフに対応するマップより係数 K_v が演算される。

【0063】

ステップ 80 に於いては例えば車輛の実ヨーレート t と車速 V との積と車輛の横加速度 G_y との偏差 $G_y - V$ のロータパスフィルタ処理値の如く、当技術分野に於いて公知の要領にて路面のカント C が演算され、ステップ 90 に於いては路面のカント C の絶対値が大きいほど係数 K_c が小さくなるよう、路面のカント C の絶対値に基づき図 5 に示されたグラフに対応するマップより係数 K_c が演算される。

40

【0064】

ステップ 100 に於いては忘却係数の標準値を σ (0.5 よりも大きく 1 よりも小さい正の定数) として下記の式 23 に従って忘却係数 α が係数 K_y 、 K_v 、 K_c と標準値 σ との積として演算される。尚忘却係数 α はパラメータ a 及び b 等の演算が不安定にならないよう、 $0 < \alpha < 1$ を満たす値に演算される。また下記の式 23 に従って演算された忘却係数 α は所定の下限値以下にならないよう下限ガード処理に付されてもよい。

50

$= K_y \cdot K_v \cdot K_c \cdot \phi_0 \dots \dots (23)$

【0065】

ステップ110に於いてはステアリングギヤ比を N_s として前輪の実舵角 δ が δ/N_s にて演算され、忘却係数を α として上記式13に於ける内部演算パラメータ a 及び b が推定されることにより、それぞれ上記式22及び16により表わされるスタビリティファクタ K_h 及び操舵応答時定数係数 T_p が演算され、それぞれ K_{hk} 及び T_{pk} (演算された順に $k=1, 2, \dots$)としてバッファメモリに記憶される。

【0066】

ステップ120に於いては例えば車輻の実ヨーレート $\dot{\psi}$ の絶対値がその基準値 $\dot{\psi}_s$ 未満になったか否かの判別により、車輻の旋回が終了したか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ40へ戻り、肯定判別が行われたときにはステップ130へ進む。

【0067】

尚図示の実施形態に於いては、車輻の旋回が開始し終了したか否かの判別は車輻の実ヨーレート $\dot{\psi}$ を旋回判定指標値として行われるようになっているが、操舵角 δ (又は前輪の実舵角 δ_f)又は車輻の横加速度 G_y を旋回判定指標値として行われてもよく、また実ヨーレート $\dot{\psi}$ 、操舵角 δ (又は前輪の実舵角 δ_f)、車輻の横加速度 G_y の少なくとも二つの値の組合せを旋回判定指標値として行われてもよい。

【0068】

ステップ130に於いては上記ステップ110に於いて演算された最大で n 個のスタビリティファクタ K_h 及び旋回応答時定数係数 T_p の推定値 K_{hj} 及び T_{pj} についてそれぞれ移動平均値 K_{ha} 及び T_{pa} が演算され、最大で m 個の移動平均値 K_{ha} 及び T_{pa} の移動平均値 K_{haa} 及び T_{paa} が演算され、所定の条件が成立したときには、EEPROMに記憶されているスタビリティファクタの初期値 K_{hi} 及び旋回応答時定数係数の初期値 T_{pi} がそれぞれ移動平均値 K_{haa} 及び T_{paa} に書き換えられることにより更新される。

【0069】

以上の説明より解る如く、図示の実施形態によれば、車輻が旋回を開始しステップ20に於いて肯定判別が行われると、ステップ110に於いて操舵角 δ の如き旋回走行データに基づいて各制御サイクル毎に上述の如く上記式13のパラメータ a 及び b が推定されることによりスタビリティファクタ K_h の推定値 K_{hj} 及び旋回応答時定数係数 T_p の推定値 T_{pj} が演算され、それらの推定値がバッファメモリに記憶される。

【0070】

そして車輻が旋回を終了しステップ120に於いて肯定判別が行われると、ステップ130に於いて最大で n 個のスタビリティファクタ K_h 及び旋回応答時定数係数 T_p の推定値 K_{hj} 及び T_{pj} についてそれぞれ移動平均値 K_{ha} 及び T_{pa} が演算され、最大で m 個の移動平均値 K_{ha} 及び T_{pa} の移動平均値 K_{haa} 及び T_{paa} が演算され、所定の条件が成立したときには、EEPROMに記憶されているスタビリティファクタの初期値 K_{hi} 及び旋回応答時定数係数の初期値 T_{pi} がそれぞれ移動平均値 K_{haa} 及び T_{paa} に書き換えられることにより更新される。

【0071】

特にステップ40及び50に於いてヨーレートの変化率 $\ddot{\psi}$ の絶対値が小さいほど係数 K_y が大きくなるよう、ヨーレートの変化率 $\ddot{\psi}$ の絶対値に基づき係数 K_y が演算され、ステップ60及び70に於いて車速の変化率 V_d の絶対値が大きいほど係数 K_v が小さくなるよう、車速の変化率 V_d の絶対値に基づき係数 K_v が演算され、ステップ80及び90に於いて路面のカント C の絶対値が大きいほど係数 K_c が小さくなるよう、路面のカント C の絶対値に基づき係数 K_c が演算され、ステップ100に於いて忘却係数 α が係数 K_y 、 K_v 、 K_c と基準値 ϕ_0 との積として演算され、ステップ110に於いて忘却係数 α として上記式13に於ける内部演算パラメータ a 及び b が推定されることにより、スタビリティファクタ K_h の推定値 K_{hj} 及び旋回応答時定数係数 T_p の推定値 T_{pj} が演算される。

【0072】

10

20

30

40

50

従って図示の実施形態によれば、実ヨーレート $\dot{\psi}$ の変化の度合いが小さいときには実ヨーレート $\dot{\psi}$ の変化の度合いが大きいために比して伝達関数を推定するためのパラメータ a 及び b の演算に供される規範ヨーレート $\dot{\psi}_n$ 及び実ヨーレート $\dot{\psi}$ のデータ数を確実に増大させることができ、実ヨーレート $\dot{\psi}$ の変化の度合いが小さい状況に於いてもデータ数が増大されない従来の旋回特性推定装置の場合に比して、パラメータ a 及び b を正確に且つ確実に推定することができ、これにより車輛の旋回特性としてのスタビリティファクタ K_h 及び操舵応答時定数係数 T_p を正確に且つ確実に推定することができる。

【 0 0 7 3 】

また図示の実施形態によれば、旋回特性の推定に悪影響を及ぼす変量である車速の変化率 V_d 若しくは路面のカント C の大きさが大きいときには、これらの変量が小さいときに比して伝達関数を推定するためのパラメータ a 及び b の演算に供される規範ヨーレート $\dot{\psi}_n$ 及び実ヨーレート $\dot{\psi}$ のデータ数を確実に低減することができ、旋回特性の推定に悪影響を及ぼす変量が大きいときにもデータ数が低減されない従来の旋回特性推定装置の場合に比して、変量による悪影響を低減してパラメータ a 及び b を正確に且つ確実に推定することができ、これにより車輛の旋回特性としてのスタビリティファクタ K_h 及び操舵応答時定数係数 T_p を正確に且つ確実に推定することができる。

【 0 0 7 4 】

以上に於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。

【 0 0 7 5 】

例えば上述の実施形態に於いては、ステップ 40 及び 50 に於いてヨーレートの変化率 d の絶対値に基づき係数 K_y が演算され、ステップ 60 及び 70 に於いて車速の変化率 V_d の絶対値に基づき係数 K_v が演算され、ステップ 80 及び 90 に於いて路面のカント C の絶対値に基づき係数 K_c が演算され、ステップ 100 に於いて忘却係数 α が係数 K_y 、 K_v 、 K_c と標準値 σ との積として演算されるようになっており、係数 K_y 、 K_v 、 K_c の何れかが省略されてもよい。

【 0 0 7 6 】

また上述の実施形態に於いては、車輛が旋回を終了すると、ステップ 130 に於いて最大で n 個のスタビリティファクタ K_h 及び旋回応答時定数係数 T_p の推定値 K_{hj} 及び T_{pj} についてそれぞれ移動平均値 K_{ha} 及び T_{pa} が演算され、最大で m 個の移動平均値 K_{ha} 及び T_{pa} の移動平均値 K_{haa} 及び T_{paa} が演算され、スタビリティファクタ K_h 及び旋回応答時定数係数 T_p の推定値 K_{hj} 及び T_{pj} について所定の条件が成立したときには、EEPROM に記憶されているスタビリティファクタの初期値 K_{hi} 及び旋回応答時定数係数の初期値 T_{pi} がそれぞれ移動平均値 K_{haa} 及び T_{paa} に書き換えられることにより更新されるようになっているが、スタビリティファクタの推定値 K_{hj} 及び旋回応答時定数係数の推定値 T_{pj} に基づくスタビリティファクタ K_h 及び旋回応答時定数係数 T_p の演算は、例えば移動平均値 K_{ha} 等のローパスフィルタ処理や平均値の如く、任意の態様にて行われてよい。

【 0 0 7 7 】

また上述の実施形態に於いては、車速の変化率 V_d の絶対値が大きい場合や路面のカント C の絶対値が大きい場合に演算されたスタビリティファクタの推定値 K_{hj} 及び旋回応答時定数係数の推定値 T_{pj} についてそれぞれ移動平均値 K_{ha} 及び T_{pa} を演算する際の重みが低減されてもよく、 K_{ha} 及び T_{pa} の移動平均値 K_{haa} 及び T_{paa} が演算される際に、車速の変化率 V_d の絶対値が大きい場合や路面のカント C の絶対値が大きい場合に演算された K_{ha} 及び T_{pa} の重みが低減されてもよい。

【 0 0 7 8 】

また上述の実施形態に於いては、規範旋回状態量及び実旋回状態量はそれぞれ車輛の規範ヨーレート及び実ヨーレートであるが、規範旋回状態量及び実旋回状態量は規範ヨーレート及び実ヨーレートをそれぞれ車速 V にて除算し変換係数を乗算した値として得られる操舵輪の規範舵角及び実舵角であってもよい。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による車輛の挙動制御装置に適用された旋回特性推定装置の一つの実施形態を示す概略構成図である。

【図2】図示の実施形態に於けるスタビリティファクタKh及び旋回応答時定数係数Tpの推定演算ルーチンを示すフローチャートである。

【図3】ヨーレートの変化率 $\dot{\gamma}$ の絶対値と係数Kyとの関係を示すグラフである。

【図4】車速の変化率 \dot{V} の絶対値と係数Kvとの関係を示すグラフである。

【図5】路面のカントCの絶対値と係数Kcとの関係を示すグラフである。

【図6】規範ヨーレート、スタビリティファクタ、操舵応答時定数係数を推定するための車輛の二輪モデルを示す説明図である。

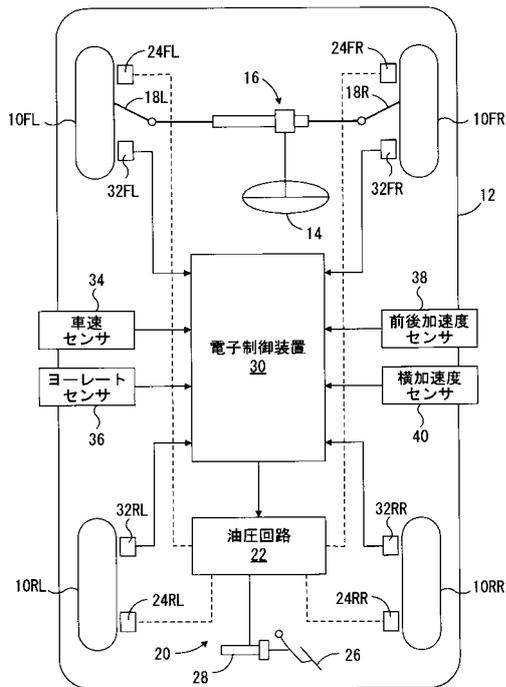
10

【符号の説明】

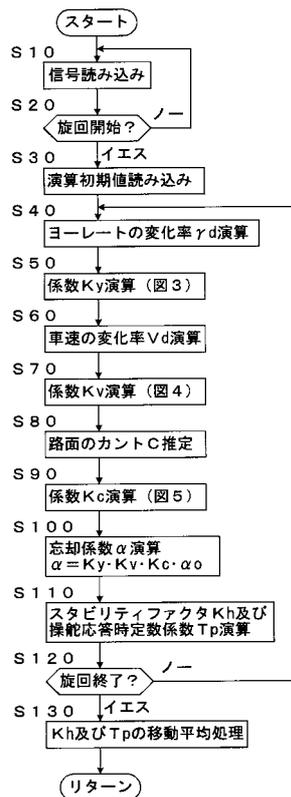
- 10 FR ~ 10 RL... 車輪
- 20 ... 制動装置
- 28 ... マスタシリンダ
- 30 ... 電子制御装置
- 32 FR ~ 32 RL... 圧力センサ
- 34 ... 車速センサ
- 36 ... ヨーレートセンサ
- 38 ... 前後加速度センサ
- 40 ... 横加速度センサ

20

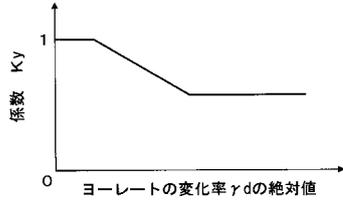
【図1】



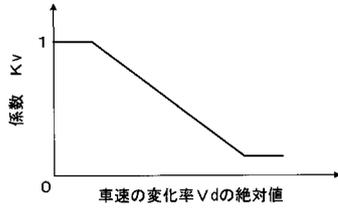
【図2】



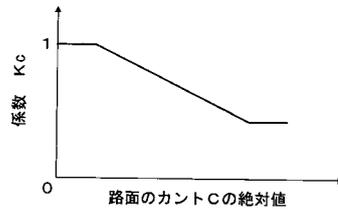
【図3】



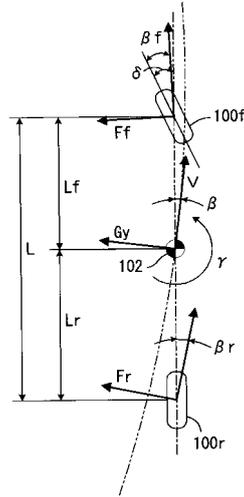
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 0 9 4 7 1 2 (J P , A)
特開平 1 1 - 3 2 1 6 0 3 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 7 2 4 9 1 (J P , A)
特開平 0 9 - 0 1 1 8 7 2 (J P , A)
特開昭 6 2 - 1 8 1 9 5 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B60T 7/12-8/1769

B60R 16/02