

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5128133号

(P5128133)

(45) 発行日 平成25年1月23日(2013.1.23)

(24) 登録日 平成24年11月9日(2012.11.9)

(51) Int.Cl.

F I

B 6 2 D 6/00 (2006.01)

B 6 2 D 6/00

B 6 2 D 7/14 (2006.01)

B 6 2 D 7/14

A

B 6 2 D 101/00 (2006.01)

B 6 2 D 101:00

B 6 2 D 111/00 (2006.01)

B 6 2 D 111:00

B 6 2 D 113/00 (2006.01)

B 6 2 D 113:00

請求項の数 11 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-544524 (P2006-544524)
 (86) (22) 出願日 平成16年12月16日(2004.12.16)
 (65) 公表番号 特表2007-514601 (P2007-514601A)
 (43) 公表日 平成19年6月7日(2007.6.7)
 (86) 国際出願番号 PCT/FR2004/050709
 (87) 国際公開番号 W02005/061306
 (87) 国際公開日 平成17年7月7日(2005.7.7)
 審査請求日 平成19年12月6日(2007.12.6)
 (31) 優先権主張番号 0314930
 (32) 優先日 平成15年12月18日(2003.12.18)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 507308902
 ルノー・エス・アー・エス
 フランス国 エフ-92100 ブローニ
 ュ ビランクール, ケ ル ガロ 13
 -15
 (74) 代理人 100109726
 弁理士 園田 吉隆
 (74) 代理人 100101199
 弁理士 小林 義教
 (74) 代理人 100075753
 弁理士 和泉 良彦
 (72) 発明者 ゲガン ステイファン
 フランス国 エフ-75002 パリ リ
 ュ シャバネ 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 操舵可能な後輪のロックの制御方法及びシステム並びに対応する車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも3つの操舵可能な車輪を有する車両のための、操舵可能な後輪の操舵角度の制御方法において、

上記車両が受ける擾乱を排除する角度 α_{2RP} を出力する擾乱排除モジュールと、

上記後輪の設定操舵角度 α_{2FF} をフィードバックしつつ、前輪の操舵角度 α_1 、上記車両の速度 V 及び上記設定操舵角度 α_{2FF} を用いて、上記設定操舵角度 α_{2FF} を出力するフィードバックモジュールと、

上記車両の動的応答を制御するための設定操舵角度 α_{2PP} を出力する制御モジュールと、を用いて、上記角度 α_{2RP} 、上記設定操舵角度 α_{2FF} 及び上記設定操舵角度 α_{2PP} から上記後輪の操舵角度 α_2 を出力する制御方法であって、

上記擾乱排除モジュール、上記フィードバックモジュール、上記制御モジュールのそれぞれは、上記車両の運転状態に応じた非活性化信号が入力されたとき、出力を0にし、

上記フィードバックモジュールは、上記車両のモデルに基づいて、上記車両の状態データとして、ヨーレート、ドリフト角 β 、及び、上記後輪の実際の操舵角度 α_{f2} を推定し、上記車両の状態データと上記車両の速度 V とを用いて、上記車両の動的応答に作用する動的応答指令値 $\alpha_{2FF-transient}$ 及び上記車両の静的応答に作用する静的応答指令値 $\alpha_{2FF-static}$ を求め、求めたこれらの指令値を用いて、上記設定操舵角度 α_{2FF} を決定することを特徴とする、操舵可能な後輪の操舵角度の制御方法。

【請求項2】

10

20

上記車両が受ける擾乱が推定されることを特徴とする、請求項 1 に記載の操舵可能な後輪の操舵角度の制御方法。

【請求項 3】

上記後輪の現在の上記設定操舵角度が、上記前輪の操舵角度と、上記車両の移動データと、上記後輪の以前の上記設定操舵角度の関数として出力されることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の操舵可能な後輪の操舵角度の制御方法。

【請求項 4】

上記後輪の現在の上記設定操舵角度が、上記車両の速度の関数として設定されるように、上記車両の移動データは、上記車両の速度を含むことを特徴とする、請求項 3 に記載の操舵可能な後輪の操舵角度の制御方法。

【請求項 5】

推定される上記車両の状態データが、さらに、推定擾乱

【数 2】

(数 2)

$$\hat{d}$$

を含むことを特徴とする、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 つに記載の操舵可能な後輪の操舵角度の制御方法。

【請求項 6】

少なくとも 3 つの操舵可能な車輪を有する車両のための、操舵可能な後輪 (5) の操舵角度の制御システム (10) において、

上記車両が受ける擾乱を漸近的に排除する角度 α_{2RP} を出力する擾乱排除モジュール (24) と、

上記後輪の設定操舵角度 α_{2FF} をフィードバックしつつ、前輪の操舵角度 α_1 、上記車両の速度 V 及び上記設定操舵角度 α_{2FF} を用いて、上記設定操舵角度 α_{2FF} を出力するフィードバックモジュール (25) と、

上記車両の動的応答を制御するための設定操舵角度 α_{2PP} を出力する制御モジュール (27) と、

上記車両の運転状態に応じた非活性化信号を上記各モジュールに出力する選択的活性化手段 (29) と、を含み、上記角度 α_{2RP} 、上記設定操舵角度 α_{2FF} 及び上記設定操舵角度 α_{2PP} から上記後輪の操舵角度 α_2 を出力する制御システムであって、

上記擾乱排除モジュール、上記フィードバックモジュール、上記制御モジュールのそれぞれは、上記車両の運転状態に応じた非活性化信号が入力されたとき、出力を 0 にし、

上記フィードバックモジュールは、上記車両のモデルに基づいて、上記車両の状態データとして、ヨーレート、ドリフト角 β 、及び、上記後輪の実際の操舵角度 α_{f2} を推定し、上記車両の状態データと上記車両の速度 V とを用いて、上記車両の動的応答に作用する動的応答指令値 $\alpha_{2FF-transient}$ 及び上記車両の静的応答に作用する静的応答指令値 $\alpha_{2FF-static}$ を求め、求めたこれらの指令値を用いて上記設定操舵角度 α_{2FF} を形成することを特徴とする、操舵可能な後輪の操舵角度の制御システム。

【請求項 7】

上記車両の状態と、上記車両が受けた擾乱を推定することが可能な状態観察機 (23) を含むことを特徴とする、請求項 6 に記載の操舵可能な後輪の操舵角度の制御システム。

【請求項 8】

上記制御モジュール (27) は、極配置による制御を行って、上記設定操舵角度 α_{2PP} を形成することを特徴とする、請求項 6 または 7 に記載の操舵可能な後輪の操舵角度の制御システム。

【請求項 9】

上記選択的活性化手段 (29) は、手動操作装置を有することを特徴とする、請求項 6

10

20

30

40

50

～8のいずれか1つに記載の操舵可能な後輪の操舵角度の制御システム。

【請求項10】

上記選択の活性化手段(29)は、自動操作装置を有することを特徴とする、請求項6～8のいずれか1つに記載の操舵可能な後輪の操舵角度の制御システム。

【請求項11】

シャーシ(2)と、上記シャーシに弾性的に連結された少なくとも3つの操舵可能な車輪を含む車両において、請求項8に記載の制御システム(10)を含むことを特徴とする車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、陸上車両、特に車輪付き自動車の制御システムの分野に属する。

【背景技術】

【0002】

従来の自動車には、シャーシと、キャビンと、車輪が設けられている。車輪はサスペンション機構を介してシャーシに連結され、操舵可能な前輪は、車両のキャビンの中の運転者によって、ステアリングホイールによって操作される。

【0003】

文献FR-A-2 681 303には、4輪操舵の自動車のための、カムを形成するプレートと、後輪の旋回を制御する、後の操舵ロッドの縦方向の軸を含む同一の垂直中心面に配置された2つのローラからなる、後輪操舵制御装置が記載されている。

20

【0004】

またこの文献には、車両の可能な最良の路上運動を得るためには、操舵角度の値が閾値を越えたときの前輪と反対の向きにおける所定の閾値よりも小さい、操舵車輪の操舵角度の値に、後輪を前輪と同じ向きに操舵する必要があることが記載されている。

【0005】

このようにして、例えば車両を車庫または駐車場に駐車するときのように、ロック角度が比較的大きいときには、車両の望ましい「オーバーステア」効果が得られる。同様に、車両が比較的高速で走行中のときのように、ロックの角度が比較的小さいときには、望ましい「アンダーステア」効果が得られる。

30

【特許文献1】FR-A-2 681 303

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、比較的未成熟なこのような装置は、車両の運動についての精密な操作を可能にしない。

【0007】

本発明はこれらの問題を解消して、車両の運動、従って運転者の安全性と運転の快適性を改良することを可能にする、操舵可能な後輪の操舵角度の制御方法及びシステム並びに対応する車両を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の1局面による操舵可能な後輪の操舵角度の制御方法は、少なくとも3つの操舵可能な車輪を有する車両のためのものである。漸近擾乱排除モジュールと、フィードバックモジュールと、車両の動的応答(ダイナミクス)の監視モジュールが、後輪の設定操舵角度を表示するために、選択的に活性化される。車両は、活性なモジュールの選択を介して、環境に最も適した制御を受けることができる。

【0009】

本発明の1実施の形態においては、上記車両が受ける擾乱が、特に測定される量に基づいて推定される。

50

【0010】

本発明の1実施の形態においては、後輪の現在の設定操舵角度が、前輪の操舵角度と、車両の移動データと、後輪の以前の設定操舵角度の関数として表示される。後輪の以前の設定操舵角度を考慮に入れることによって、健全で信頼性のある操作が可能になる。上記後輪の現在の設定操舵角度が、上記車両の速度の関数として設定されるように、上記車両の移動データは、上記車両の速度を含むことができる。

【0011】

本発明の1実施の形態においては、車両の状態データが、入力データに基づいて推定される。推定される上記状態データは、ヨーレート

【0012】

【数4】

(数4)

$$\dot{\psi}$$

と、ドリフト角 β と、後輪の操舵角度 α_2 を含むことができる。推定される上記状態データは、さらに、推定擾乱

【0013】

【数5】

(数5)

$$\hat{a}$$

を含むことができる。推定される上記状態データは、測定が不可能、困難または厄介な変数である。

【0014】

本発明の1実施の形態においては、上記後輪の現在の設定操舵角度が、擾乱が漸近的に排除されるように表示される。このように、車両の運動は、擾乱にほとんど影響されない。

【0015】

また本発明は、少なくとも3つの操舵可能な車輪を有する車両のための、操舵可能な後輪の操舵角度の制御システムを提供する。上記後輪の設定操舵角度を表示するために、漸近擾乱排除モジュールと、フィードバックモジュールと、車両の動的応答の監視モジュールと、上記各モジュールの選択的活性化手段を含む。このようにして、最も適した1または複数のモジュールを活性化することが可能である。

【0016】

望ましくは、上記制御システムは、上記車両の状態と、上記車両が受けた擾乱を推定することが可能な状態観察機を含む。

【0017】

本発明の1実施の形態においては、上記制御システムは、極配置による制御のためのモジュールを含む。上記極配置による制御のためのモジュールは、上記各モジュールの選択的活性化手段によって、活性化または非活性化される。

【0018】

有利には、上記フィードバックモジュールは、ループバックされる。

【0019】

本発明の1実施の形態においては、上記フィードバックモジュールは、反転モデルを有するタイプのものである。

【0020】

望ましくは、上記フィードバックモジュールは、車両のモデルに基づいて、上記車両の重心位置におけるヨーレートと、ドリフト角を計算するための構成要素と、上記車両の動的及び静的応答のタイプを決めることを可能にする指令値を計算するための構成要素を含

10

20

30

40

50

む。

【0021】

本発明の1実施の形態においては、上記選択的活性化手段は、手動操作装置を有する。

【0022】

本発明の1実施の形態においては、上記選択的活性化手段は、自動操作装置を有する。

【0023】

また本発明は、シャーシと、上記シャーシに弾性的に連結された少なくとも3つの操舵可能な車輪と、後輪の設定操舵角度を表示するために、漸近擾乱排除モジュールと、フィードバックモジュールと、車両の動的応答の監視モジュールと、上記各モジュールの選択的活性化手段を含むシステムを含んでなる車両を提供する。

10

【発明の効果】

【0024】

本発明は、運転者の操作または車道の状態に関係なく、車両が可能な最も安定した運動をとることを可能にする。このように、車両の制御の喪失をもたらす可能性がある幾つかの状況、例えば一または二重の障害物の回避を考慮に入れることが可能である。本発明は、このような場合における、敏捷過ぎるか、十分に減衰されないか、あるいは予見困難であるための、車両の不適當な応答に起因する可能性がある、制御の喪失のリスクを減少させることを可能にする。

【0025】

また本発明は、運転の安全性と、快適性と、楽しみの感覚を増強することを可能にする。このことは、特に、質量における変動、またはタイヤのドリフト剛性における変動のような、パラメトリックな擾乱の排除の可能性によるものである。さらに、この操舵可能な後輪の制御システムは、例えば車両の運動開始直後、または車輪のアンチロックシステムまたはアンチスキッドシステムの起動のような場合においても、連続的に作用することが可能である。

20

【0026】

3つの操舵可能な車輪を有する車両における操舵可能な後輪の制御システムは、車両の速度を考慮に入れることによって、運転者によるステアリングホイールの急操作に対する車両の横方向の応答を最小化することを可能にする。実際、この制御システムは、車両の横方向応答の静的部分と過渡的部分およびその減衰を調整し、また上記の静的部分と過渡的部分を個別に調節することも可能にする。最適化は、運転の安全性、快適性及び魅力の評価基準に従って達成される。

30

【0027】

本発明の1実施の形態においては、後輪の現在の設定操舵角度は、1であるときには車両の運動に関して中立である調整パラメータによって表わされる。低下モードにおける操作は、このように、デフォルトが1である調整パラメータを設けることによって容易になされる。

【0028】

本発明は、2つの前輪と2つの後輪の4車輪を有する車両、3車輪を有する車両、少なくとも4車輪が操舵可能な6または6以上の車輪を有する車両に適用される。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

本発明は、非限定的な例としてとられ、添付図面によって例示された実施の形態の詳細な説明を検討することによってよりよく理解されるであろう。添付図面において：

- 図1は、本発明の1実施の形態による制御システムが装備された車両の略図であり；
- 図2は、本発明の1実施の形態による制御システムの論理図であり；
- 図3は、本発明の他の1つの実施の形態による制御システムの論理図であり；
- 図4は、本発明のさらに他の1つの実施の形態による制御システムの論理図である。

【0030】

図1に示すように、車両1は、シャーシ2と、2つの操舵可能な前輪3、4と、2つの

50

操舵可能な後輪 5、6 を有する。これらの車輪は、図示しないサスペンション機構によってシャーシ 2 に連結されている。

【0031】

車両 1 には、さらに、前輪 3、4 の間に配置されたラック 8 とラックアクチュエータ 9 を含むステアリング装置 7 が設けられている。ラックアクチュエータ 9 は、ステアリングホイール（図示しない）から機械的または電氣的に発せられた信号を受信し、受信した信号に応じて、ラック 8 を介して前輪 3、4 の向きを変えることができる。

【0032】

操舵を支援する制御システム 10 は、制御装置 11 と、例えばラックアクチュエータ 9 上で位置決めされた前輪 3、4 の操舵位置のセンサ 12 と、車両の速度 V を決めることを可能にする前輪の回転速度のセンサ 13 と、車両のヨーレート

10

【0033】

【数 6】

(数 6)

$$\dot{\psi}$$

すなわち、重心を通る垂直軸の周りの車両の回転速度のセンサ 14 と、車輪の重心における横方向の加速度のセンサ 15 を含む。

【0034】

20

さらに、制御システム 10 は、後輪 5、6 の操舵のセンサ 17、18 と、後輪 5、6 の向きを変えることを可能にするアクチュエータ 19、20 を含む。ただし、後輪 5、6 の操舵を検出するためには 1 個のセンサ、例えばセンサ 17 のみで充分であり、後輪 5、6 の向きを変えるためには、1 個のアクチュエータ、例えばアクチュエータ 19 のみで充分である。位置及び速度センサとして、光学的または磁氣的なセンサを使用することができ、例えば、可動部と一体化されたコーダと非回転のセンサからなるホール効果センサを使用することができる。

【0035】

制御装置 11 は、ランダムアクセスメモリと、リードオンリーメモリと、セントラルユニットと、入／出力インターフェースが設けられたマイクロプロセッサの形に具体化することができる。この入／出力インターフェースは、センサから情報を受け、特にアクチュエータ 19、20 へ指令を送ることが可能なものである。

30

【0036】

より詳細には、制御装置 11 は、センサ 12～14 から発信される信号、特に車両の速度 V と、ヨーレート

【0037】

【数 7】

(数 7)

$$\dot{\psi}$$

40

と、前輪の角度 α_1 を受ける入力ブロック 22（図 2 参照）を含む。車両の速度は、車輪のアンチロックシステムのセンサによって測定されるような、前輪または後輪の速度を平均することによって得ることができる。この場合、車輪ごとに 1 つのセンサ 13 が設けられ、車輪のアンチロックシステムは、車両の速度の情報を提供するために制御装置 11 の入力へ接続される出力を有する。あるいは、各センサ 13 が制御装置 11 の入力へ接続され、制御装置 11 が車輪の速度を平均する。

【0038】

また、制御装置 11 は、測定されないが制御に必要な情報、特に車両に作用する擾乱（*p e r t u r b a t i o n*）を推定することを可能にする状態観察機 23 を有する。状態

50

観察機 2 3 は、スパイク状の擾乱 d が有限の時間間隔にわたって、車両のヨーレートに直接作用することができると仮定することによって、例えば、弛緩のない 2 つの操舵可能な車輪を有する車両モデルに基づいて構築することができる。アクチュエータの運動をモデル化する動力学を付加することができる。擾乱によって拡張されたモデルに係わる状態方程式は、次のとおりである：

【0039】

【数 8】

(数 8)

$$\begin{bmatrix} \ddot{\psi} \\ \dot{\beta} \\ \dot{\alpha}_{f2} \\ \dot{d} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{D_1 L_1^2 + D_2 L_2^2}{VI_z} & \frac{D_2 L_2 - D_1 L_1}{I_z} & -\frac{D_2 L_2}{I_z} & 0 \\ -1 + \frac{D_2 L_2 - D_1 L_1}{MV^2} & -\frac{D_1 + D_2}{MV} & \frac{D_2}{MV} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{\tau} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\psi} \\ \beta \\ \alpha_{f2} \\ d \end{bmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{\tau} \\ 0 \end{pmatrix} \alpha_2 + \begin{pmatrix} \frac{D_1 L_1}{I_z} \\ \frac{D_1}{MV} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \alpha_1 \quad 10$$

$$y = (1 \ 0 \ 0 \ 1) \begin{bmatrix} \dot{\psi} \\ \beta \\ \alpha_{f2} \\ d \end{bmatrix} \quad 20$$

ここに、 y は考察される出力、 M は車両の全質量、 I_z は車両の重心を通る垂直軸の周りの車両の慣性、 L_1 は前車軸と重心の間の距離、 L_2 は重心と後車軸の間の距離、 L はホイールベースで、 $L_1 + L_2$ に等しく、 D_1 は前輪ドリフト剛性、 D_2 は後輪ドリフト剛性、 α_1 は車両の縦軸との前輪の角度、 α_2 は車両の縦軸に対する後輪の設定操舵角度、 α_{f2} は後輪の実際の操舵角度、 V は車両の速度、

【0040】

【数 9】

(数 9)

$\dot{\psi}$

はヨーレート、 β はドリフト角、すなわち、車両の速度ベクトルが車両の縦軸となす角度、 τ はアクチュエータの応答時間を表す。

【0041】

このモデルをベースにして、古典的な線形観察理論が展開される。状態観察機 2 3 は、車両の状態と、車両に作用する擾乱の全体を推定することを可能にする。従って、状態観察機は、次式を使用することができる：

【0042】

【数 1 0】

(数 1 0)

$$\begin{bmatrix} \hat{\psi} \\ \hat{\beta} \\ \hat{\alpha}_{f2} \\ \hat{d} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{D_1 L_1^2 + D_2 L_2^2}{V I_z} & \frac{D_2 L_2 - D_1 L_1}{I_z} & -\frac{D_2 L_2}{I_z} & 0 \\ -1 + \frac{D_2 L_2 - D_1 L_1}{MV^2} & -\frac{D_1 + D_2}{MV} & \frac{D_2}{MV} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{\tau} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\psi} \\ \hat{\beta} \\ \hat{\alpha}_{f2} \\ \hat{d} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{\tau} \\ 0 \end{bmatrix} \alpha_2 + \begin{bmatrix} \frac{D_1 L_1}{I_z} \\ \frac{D_1}{MV} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \alpha_1 + K_o(V)(\dot{\psi} - \hat{\psi}) \quad 10$$

$$\hat{y} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\psi} \\ \hat{\beta} \\ \hat{\alpha}_{f2} \\ \hat{d} \end{bmatrix}$$

ここに、

【 0 0 4 3 】

【数 1 1】

(数 1 1)

^

は推定値を意味し、dは車両が受けた擾乱、K（V）は車両の速度の関数として進展する状態観察機の調整パラメータを意味する。4推定値：

【 0 0 4 4 】

【数 1 2】

(数 1 2)

$$\hat{\psi}, \hat{\beta}, \hat{\alpha}_{f2} \text{ および } \hat{d}$$

は、制御装置 1 1 の他の構成要素によって使用されることが可能な、車両の状態の推定値を提供する。

【 0 0 4 5 】

制御装置 1 1 は、更に漸近擾乱排除ブロック（漸近擾乱排除モジュール） 2 4 を有する。漸近擾乱排除ブロック 2 4 は、考察される出力、一般に車両のヨーレート

【 0 0 4 6 】

【数 1 3】

(数 1 3)

$$\dot{\psi}$$

に関して擾乱 d が消失することを可能にする。状態観察機 2 3 によって推定された擾乱

【 0 0 4 7 】

10

20

30

40

【数 1 4】

(数 1 4)

$$\hat{d}$$

に、ルーピングが実行される。漸近擾乱排除ブロック 2 4 は、状態観察機 2 3 から発生する推定擾乱

【0 0 4 8】

【数 1 5】

(数 1 5)

$$\hat{d}$$

を受ける入力と、入力ブロック 2 2 から発生する速度 V の入力と、漸近擾乱排除ブロック 2 4 を活性化または非活性化することを可能にする活性信号の入力を有する。漸近擾乱排除ブロック 2 4 が非活性である場合には、出力は信号 $\alpha_{2RP} = 0$ を発生する。漸近擾乱排除ブロック 2 4 が活性であるときには、出力 α_{2RP} は、推定擾乱

【0 0 4 9】

【数 1 6】

(数 1 6)

$$\hat{d}$$

と演算子 Ga との積の逆数に等しい値をとる。 Ga は、

【0 0 5 0】

【数 1 7】

(数 1 7)

$$Ga = \frac{((D_1 L_1 - D_2 L_2) * (MV^2 L_2 + D_1 L_1 (L_2 + L_1)) - D_1 (L_1 + L_2) (D_1 L_1^2 + D_2 L_2^2))}{VD_1 D_2 L_2 (L_1 + L_2)}$$

30

とすることができる。

【0 0 5 1】

制御装置 1 1 は、更に正のフィードバックモジュール 2 5 を有する。正のフィードバックモジュール 2 5 は、装置を不安定にするリスクなしに制御の性能を改良することを可能にする。

【0 0 5 2】

正のフィードバックモジュール 2 5 は、速度 V の入力と、前輪の操舵角度 α_1 の入力と、活性化、非活性化の入力と、ヨーレート

40

【0 0 5 3】

【数 1 8】

(数 1 8)

$$\dot{\psi}$$

の出力と、車両 1 の重心におけるドリフト角 β の出力と、指令値を構成する後輪の操舵角度 α_{2FF} の出力を有する。

【0 0 5 4】

正のフィードバックモジュール 2 5 は、前輪の角度 α_1 と、後輪の角度 α_2 と、車両の

50

速度 V に関する情報を与えられ、2 輪車モデルに基づく、ヨーレート

【0055】

【数19】

(数19)

$$\dot{\psi}$$

とドリフト角 β の計算と、このモデルの出力と車両の速度 V に基づく、車両の動的及び静的応答を表すことを可能にする指令値の計算を実行する。この指令値は、「極配置 (placement of poles)」、PIDその他のタイプのコントローラによって発生することができる。正のフィードバックモジュール25は、2 輪車モデルへ向けられたものと同じ指令値を車両へ適用することを実行する。

10

【0056】

正のフィードバックモジュール25の出力、

【0057】

【数20】

(数20)

$$\dot{\psi}_{FF}$$

20

と、 β_{FF} と、 α_{2FF} は、減算器26の正入力へ送られる。状態観察機23の出力

【0058】

【数21】

(数21)

$$\hat{\psi}, \hat{\beta}, \hat{\alpha}_{f2}$$

は、減算器26の負入力へ送られる。減算器26の出力は、正のフィードバックモジュール25が非活性化されたときに、正のフィードバックモジュール25と類似の役割を実行することが可能な、極配置による制御のためのブロック27の対応する入力へ接続される。

30

【0059】

極配置による制御のためのブロック27は、速度 V の入力と、前輪の角度 α_1 の入力と、推定ヨーレート

【0060】

【数22】

(数22)

$$\hat{\psi}$$

40

の入力と、推定ドリフト

【0061】

【数 2 3】

(数 2 3)

$$\hat{\beta}$$

のと、後輪の固定の操舵角度

【0 0 6 2】

【数 2 4】

(数 2 4)

$$\hat{\alpha}_{f2}$$

のと、極配置による制御のためのブロック 2 7 の活性化、非活性化信号の、並びに、漸近擾乱排除ブロック 2 4 と正のフィードバックモジュール 2 5 の状態を確認するための、漸近擾乱排除ブロック 2 4 の活性化、非活性化信号のと、正のフィードバックモジュール 2 5 の活性化、非活性化信号のを有する。

【0 0 6 3】

極配置による制御のためのブロック 2 7 は、後輪の設定操舵角度 α_{2PP} の出力を有する。後輪の設定操舵角度 α_{2PP} は、加算器 2 8 のへ送られる。加算器 2 8 は、漸近擾乱排除ブロック 2 4 から発生される設定角度 α_{2RP} と、正のフィードバックモジュール 2 5 から発生される設定操舵角度 α_{2FF} もとして受ける。加算器 2 8 の出力は、制御装置 1 1 の、後輪の設定操舵角度 α_2 を、 $\alpha_2 = \alpha_{2PP} + \alpha_{2RP} + \alpha_{2FF}$ によって供給する。

【0 0 6 4】

制御装置 1 1 に、漸近擾乱排除ブロック 2 4、正のフィードバックモジュール 2 5、極配置による制御のためのブロック 2 7 の、活性化、非活性化のための活性化、非活性化ブロック（選択的活性化手段）2 9 が付加される。活性化、非活性化ブロック 2 9 の出力は、漸近擾乱排除ブロック 2 4、正のフィードバックモジュール 2 5、極配置による制御のためのブロック 2 7 の対応するに接続される。活性化、非活性化ブロック 2 9 は、制御装置 1 1 の可能な様々な形態を実行することを可能にする。活性化及び非活性化は、例えば車輪アンチロックシステムまたはアンチスキッドシステムの実行のような確認された状況の下に、手動または自動で実行することができる。このため、このような装置の起動を制御装置 1 1 に知らせるために、制御装置 1 1 の外部の装置から発生される信号のが、活性化、非活性化ブロック 2 9 に設けられる。手動の活性化、非活性化は、様々な組み合わせをテストし、それらの性能を比較することができるよう、制御装置 1 1 を選択して精密チューニングするときに特に重要である。

【0 0 6 5】

図 2 においては、図の明確化のために、活性化、非活性化ブロック 2 9 の出力と、漸近擾乱排除ブロック 2 4、正のフィードバックモジュール 2 5、極配置による制御のためのブロック 2 7 のとの間の接続は図示されていない。しかし、同じ参照符号が記されている。すなわち、活性化、非活性化ブロック 2 9 の出力 3 0 は、極配置による制御のためのブロック 2 7 の活性化と非活性化のために、同ブロック 2 7 へ接続され、活性化、非活性化ブロック 2 9 の出力 3 1 は、正フィードバックモジュール 2 5 の活性化と非活性化のために、同ブロック 2 5 へ接続され、活性化、非活性化ブロック 2 9 の出力 3 2 は、漸近擾乱排除ブロック 2 4 の活性化と非活性化のために、同ブロック 2 4 へ接続されると理解され、さらに、極配置による制御のためのブロック 2 7 が、漸近擾乱排除ブロック 2 4 と正フィードバックモジュール 2 5 の活性化または非活性化に関する情報を受けるように、活性化、非活性化ブロック 2 9 の出力 3 1、3 2 は、極配置による制御のためのブロック 2 7 へ接続される。

10

20

30

40

50

【0066】

図3に、正のフィードバックモジュール25の詳細を示す。なお、活性化、非活性化ブロック29の出力31の図示を省略している。

【0067】

正のフィードバックモジュール25は、車両モデルブロック33と、トランジエント計算ブロック34と、静的指令値計算ブロック35と、減算器36と、単遅延器37からなる。車両モデルブロック33は、入力として、前輪の角度 α_1 と、車両の速度 V と、正のフィードバックモジュール25によって計算されたような設定操舵角度 α_{2FF} を受けてルーピングを実行する。

【0068】

車両モデルブロック33の目的は、シャーシの固有の挙動、すなわち、前輪及び後輪の操舵角度の関数として、ヨーレート

【0069】

【数25】

(数25)

 $\dot{\psi}$

として、及びドリフト β としての、応答を予測することにある。車両モデルブロック33は、弛緩のない2輪車モデルに基づいて構築することができ、アクチュエータ19、20の運動をモデル化する動力学を付加することができる。また車両モデルブロック33は、アクチュエータに要求される操舵角度の関数として、後輪の実際の操舵角度 α_{f2} も計算する。状態方程式は、次のとおりである：

【0070】

【数26】

(数26)

$$\begin{bmatrix} \ddot{\psi}_c \\ \dot{\beta} \\ \dot{\alpha}_{f2} \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{D_1 L_1^2 + D_2 L_2^2}{V I_z} & \frac{D_2 L_2 - D_1 L_1}{I_z} & -\frac{D_2 L_2}{I_z} \\ -1 + \frac{D_2 L_2 - D_1 L_1}{MV^2} & -\frac{D_1 + D_2}{MV} & \frac{D_2}{MV} \\ 0 & 0 & -\frac{1}{\tau} \end{pmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\psi}_c \\ \beta \\ \alpha_{f2} \end{bmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{\tau} \end{pmatrix} \alpha_2 + \begin{pmatrix} \frac{D_1 L_1}{I_z} \\ \frac{D_1}{MV} \\ 0 \end{pmatrix} \alpha_1 \quad 30$$

$$y = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\psi}_c \\ \beta \\ \alpha_{f2} \end{bmatrix} \quad 40$$

ここに、 y は考察される出力である。

【0071】

トランジエント計算ブロック34は、入力として、車両モデルブロック33の出力と、車両の速度 V を受ける。

【0072】

トランジエント計算ブロック34は、 $\alpha_{2FF-transient}$ と表記され、過渡応答に作用することが可能な、後輪5、6の操舵角のための制御値を計算する。この計算は

10

20

30

40

50

、極配置の技術によって実行することができる。これに関して、ジェイ．カウツキー、エヌ．ケー．ニコルス著「線形状態フィードバックにおけるロバストポールアサインメント」国際制御学会誌、41（1985）、1129～1155ページ（Kautsky, J. and N. K. Nicols, “Robust Pole Assignment in Linear State Feedback”, Int. J. Control. 41（1985）, pages 1129–1155）を参照することができる。上述の3つの極を

【0073】

【数27】

(数27)

10

$$[a_1(V)+b_1(V)i \quad (a_2(V)+b_2(V)i \quad (a_3(V)+b_3(V)i]$$

と書けば、 $a(V)$ と $b(V)$ は、速度 V における各極の実数部と虚数部に対応し、ループ装置の極を

【0074】

【数28】

(数28)

20

$$\begin{aligned} & [T_{dyn11}(V) \cdot a_1(V) + T_{dyn12}(V) \cdot b_1(V) \cdot i \\ & T_{dyn21}(V) \cdot a_2(V) + T_{dyn22}(V) \cdot b_2(V) \cdot i \\ & T_{dyn31}(V) \cdot a_3(V) + T_{dyn32}(V) \cdot b_3(V) \cdot i] \end{aligned}$$

に置く、コレクター $K = [K_1(V) \quad K_2(V) \quad K_3(V)]$ を求める。 T_{dyn11} 、 T_{dyn12} 、 T_{dyn21} 、 T_{dyn22} 、 T_{dyn31} 、 T_{dyn32} 、は、車両の過渡応答の調整パラメータ（車両の速度 V の関数としての変数）である。

【0075】

選択された各 V_0 について、上述の文献に書かれた極配置手順によって、コレクター $K(V_0)$ を計算することができる。その後、 $K(V)$ は、速度の関数として内挿される。このようにして、制御変数：

30

【0076】

【数29】

(数29)

$$\alpha_{2FF-transient} = K_1(V) \dot{\psi} + K_2(V) \beta_c + K_3(V) \alpha_{f2}$$

が得られる。

40

【0077】

調整パラメータが1に等しければ、車両の動的応答は修正されず、1よりも大きい調整パラメータは、車両の応答の活発化の増加によって明示され、1よりも小さい調整パラメータは、車両の応答の活発化の減少によって明示されることに注意する。調整の例として：

$$\begin{aligned} T_{dyn11} &= 0.8 \\ T_{dyn12} &= 0 \\ T_{dyn21} &= 0.8 \\ T_{dyn22} &= 0 \\ T_{dyn31} &= 0.8 \end{aligned}$$

50

$Tdyn_{32} = 0$
を想定することができる。

【0078】

このような調整は、車両の動的応答を減速し、車両のヨーレートとドリフトにおける振動を抑制することを可能にする。例えば90 km/hのような高速において、この調整は、レーンの二重変更の実行を最適化することを可能にする。

【0079】

さらに、制御装置11は、センサ12によって測定されるような前輪の角度 α_1 と、トランジエント計算ブロック34によって計算された K_1 、 K_2 、 K_3 と、センサ13によって測定された車両の速度 V を入力として受け、 $\alpha_{2-static}$ と表示される静的指令値を計算するための、静的指令値計算ブロック35を有する。静的指令値 $\alpha_{2-static}$ は、車両の静的応答に作用し、ステアリングホイールに対する与えられた大きさの急操作に応じて得られたヨーレートの安定化された値を修正することを可能にする。その結果は、後輪が操舵可能でない車両に対して得られるであろう静的利得との比較によって表わされる。

【0080】

【数30】

(数30)

$$\left[\frac{\dot{\psi}_{STABILIZED}}{\alpha_1} \right]_{4RD} = Tgs \cdot \left[\frac{\dot{\psi}_{STABILIZED}}{\alpha_1} \right]_{2RD}$$

ここに、 Tgs は、要すれば速度 V の関数として変化することができる調整パラメータである。

【0081】

指令値の第2の部分は、 Tgs の関数として、次のように計算される：

【0082】

【数31】

(数31)

$$\alpha_{2-static} = [(1-Tgs(V)) \cdot (1+K_3(V)) + Tgs(V) \cdot (K_1(V) \cdot G_{\psi} + K_2(V) \cdot G_{\beta 2}) + K_2(V)] \cdot \alpha_1$$

ここに：

【0083】

【数32】

(数32)

$$G_{\psi} = \frac{V}{L + \frac{M \cdot (L_2 D_2 - L_1 D_1)}{L D_1 D_2}}$$

【0084】

10

20

30

40

【数 3 3】

(数 3 3)

$$G_{\beta_2} = G_{\psi} \left(\frac{L_1}{V} + \frac{L_2 MV}{LD_1} \right)$$

もし、 Tgs が 1 に等しければ、車両の静的応答は修正されず、従って後輪が操舵可能でない車両の静的利得に等しい。1 よりも大きい係数 Tgs の値は、車両の静的応答における増加によって示され、一方、1 よりも小さい係数 Tgs の値は、車両の静的応答にお

10

【0085】

減算器 36 は、その正入力にトランジエント計算ブロック 34 の制御出力 α_{2FF-t} $r a n s i e n t$ を受け、その負入力に静的指令値計算ブロック 35 の制御出力 α_{2FF} $- s t a t i c$ を受ける。減算器 36 の出力は、一方では、正フィードバックモジュール 25 の全体出力へ、他方では、出力が減算器 26 の正入力に接続された単遅延器 37 へ接続される。変数

【0086】

20

【数 3 4】

(数 3 4)

$$\dot{\psi}$$

と β の出力は、図面を簡単化するために図示されていない。

【0087】

極配置による制御のためのブロック 27 は、推定された状態と車両の速度に基づいて、車両の動的及び静的応答のタイプを決める、またはタイプを補足することを可能にする指令値を計算することを可能にする。この指令値は、以下に説明するような、極配置型の制御器によって発生される。極配置による制御のためのブロック 27 は、に示すように、入力として、前輪の操舵角度 α_1 と、ヨーレート

30

【0088】

【数 3 5】

(数 3 5)

$$\dot{\psi}$$

と、車両の速度 V と、極配置による制御のためのブロック 27 によって計算されるような α_{2PP} を受ける、状態観察機 38 を有する。図 2 を参照して説明した状態観察機 23 と同じ型であることができる状態観察機 38 は、ヨーレートの推定値

40

【0089】

【数 3 6】

(数 3 6)

$$\hat{\dot{\psi}}$$

と、ドリフトの推定値

【0090】

50

【数 3 7】

(数 3 7)

$$\hat{\beta}$$

と、フィルタされた後輪の操舵角度の推定値 α_{2F} を供給する。状態観察機 3 8 の出力は、トランジエント指令値計算ブロック 3 9 へ接続される。トランジエント指令値計算ブロック 3 9 は、入力として車両の速度 V も受ける。

【0 0 9 1】

10

トランジエント指令値計算ブロック 3 9 は、過渡応答に作用することを可能にする $\alpha_{2PP-transient}$ と表記された制御値を計算する。この計算は、極配置の技術によって実行することができる。これに関して、ジェイ．カウツキー、エヌ．ケー．ニコルス著「線形状態フィードバックにおけるロバストポールアサインメント」国際制御学会誌、4 1 (1 9 8 5)、1 1 2 9 ～ 1 1 5 5 ページを参照することができる。上述の 3 つの極を

【0 0 9 2】

【数 3 8】

(数 3 8)

20

$$[a_1(V)+b_1(V)i \quad (a_2(V)+b_2(V)i \quad (a_3(V)+b_3(V)i]$$

と書けば、 $a(V)$ と $b(V)$ は、速度 V における各極の実数部と虚数部に対応し、ループ装置の極を

【0 0 9 3】

【数 3 9】

(数 3 9)

$$\begin{aligned} & [T_{dyn11}(V) \cdot a_1(V) + T_{dyn12}(V) \cdot b_1(V) \cdot i \\ & T_{dyn21}(V) \cdot a_2(V) + T_{dyn22}(V) \cdot b_2(V) \cdot i \\ & T_{dyn31}(V) \cdot a_3(V) + T_{dyn32}(V) \cdot b_3(V) \cdot i] \end{aligned}$$

30

に置く、コレクター $K = [K_1(V) \quad K_2(V) \quad K_3(V)]$ を求める。 T_{dyn11} 、 T_{dyn12} 、 T_{dyn21} 、 T_{dyn22} 、 T_{dyn31} 、 T_{dyn32} は、車両の過渡応答の調整パラメータ（車両の速度 V の関数としての変数）である。

【0 0 9 4】

選択された各 V_o について、上述の文献に書かれた極配置手順によって、コレクター $K(V_o)$ を計算することができる。その後、 $K(V)$ は、速度の関数として内挿される。このようにして、制御変数：

40

【0 0 9 5】

【数 4 0】

(数 4 0)

$$\alpha_{2PP-transient} = K_1(V) \cdot \hat{\psi} + K_2(V) \cdot \hat{\beta} + K_3(V) \cdot \hat{\alpha}_{f2}$$

が得られる。

【0 0 9 6】

調整パラメータが 1 に等しければ、車両の動的応答は変更されず、1 よりも大きい調整

50

パラメータは、車両の応答の活発化の増加によって明示され、1 よりも小さい調整パラメータは、車両の応答の活発化の減少によって明示されることに注意する。調整の例として：

$$Tdyn_{11} = 0.8$$

$$Tdyn_{12} = 0$$

$$Tdyn_{21} = 0.8$$

$$Tdyn_{22} = 0$$

$$Tdyn_{31} = 0.8$$

$$Tdyn_{32} = 0$$

を想定することができる。

10

【0097】

このような調整は、車両の動的応答を減速し、車両のヨーレートとドリフトにおける振動を抑制することを可能にする。例えば90 km/hのような高速において、この調整は、レーンの二重変更の実行を最適化することを可能にする。

【0098】

さらに、極配置による制御のためのブロック27は、センサ12によって測定されたような前輪の角度 α_1 と、トランジエント指令値計算ブロック39によって計算された係数 K_1 、 K_2 、 K_3 と、センサ13によって測定された車両の速度 V を入力として受け、 $\alpha_{2PP-static}$ と表示される静的指令値を計算するための、静的指令値計算ブロック40を有する。静的指令値 $\alpha_{2PP-static}$ は、車両の静的応答に作用し、ステアリングホイールに対する与えられた大きさの急操作に応じて得られたヨーレートの安定化された値を修正することを可能にする。その結果は、後輪が操舵可能でない車両に対して得られるであろう静的利得との比較によって表わされる。

20

【0099】

【数41】

(数41)

$$\left[\frac{\dot{\psi}_{STABILIZED}}{\alpha_1} \right]_{4RD} = Tgs, \left[\frac{\dot{\psi}_{STABILIZED}}{\alpha_1} \right]_{2RD}$$

30

ここに、 Tgs は、要すれば速度 V の関数として変化することができる調整パラメータである。

【0100】

指令値の第2の部分は、 Tgs の関数として、次のように計算される：

【0101】

【数42】

(数42)

$$\alpha_{2-static} = [(1-Tgs(V)) \cdot (1+K_3(V)) + Tgs(V) \cdot (K_1(V) \cdot G_{\dot{\psi}} + K_2(V) \cdot G_{\beta 2}) + K_2(V)] \cdot \alpha_1$$

40

ここに：

【0102】

【数 4 3】

(数 4 3)

$$G_{\psi} = \frac{V}{L + \frac{M \cdot (L_2 D_2 - L_1 D_1)}{L D_1 D_2}}$$

【0103】

【数 4 4】

10

(数 4 4)

$$G_{\beta_2} = G_{\psi} \left(\frac{L_1}{V} + \frac{L_2 M V}{L D_1} \right)$$

もし、 Tgs が 1 に等しければ、車両の静的応答は修正されず、従って後輪が操舵可能でない車両の静的利得に等しい。1 よりも大きい係数 Tgs の値は、車両の静的応答における増加によって示され、一方、1 よりも小さい係数 Tgs の値は、車両の静的応答にお

20

【0104】

極配置による制御のためのブロック 27 に、減算器 41 と単遅延器 42 が付加される。減算器 41 は、正入力にトランジエント指令値計算ブロック 39 から発生される変数 $\alpha_{2PP-transient}$ を受け、負入力に静的指令値計算ブロック 40 から発生される変数 $\alpha_{2PP-static}$ を受け、出力として変数 $\alpha_{2PP} = \alpha_{2PP-transient} - \alpha_{2PP-static}$ を供給する。単遅延器 42 は、この変数が状態観察機 38 の入力へ送られることを遅らせることを可能にする。変数 α_{2PP} は、極配置による制

30

【0105】

図示しない実施の形態においては、制御装置 11 は図 2 に示されたものと類似であり、更に、状態検出モジュール 43 を有する。状態検出モジュール 43 は、車輪アンチロックシステム制御／指令モジュール及び車輪アンチスキッドシステム制御／指令モジュールのような、他のモジュール（図示しない）の出力に接続された入力 26 を介して情報を受ける。状態検出モジュール 43 は、外部の事象に応じて、漸近擾乱排除ブロック 24、正フィードモジュール 25 及び極配置による制御のためのブロック 27 を活性化または非活性化するように、活性化、非活性化ブロック 29 へ指示を送ることができる。

40

【0106】

本発明は、閉ループ構造による後輪の操舵角度の制御システムを提供する。この閉ループ構造は、システムの動的応答 (Dynamics) と、静利得の調整を許容する利得の修正を可能にする、制御装置を用いる。全ての変数は、速度の関数である。

【0107】

この制御方策は、ステアリングホイールの急操作に対する車両の横方向の応答の過渡的な部分を調整することを可能にする。特に、応答の速度とダンピングを調整することが可能である。車両の速度に依存する最終調整は、これがなければ低速においてのみ許容される機動である、レーンの二重変更の分割 (splitting) の有効性と容易性を最適化することを可能にする。

50

【0108】

この制御方策は、ステアリングホイールの急操作に対する車両の横方向の応答の静的な部分を調整することを可能にする。車両の速度に依存する最終調整は、例えば、レーンの二重変更の実行と低速において許容される機動との少なくとも一方の、有効性と容易性を最適化することを可能にする。

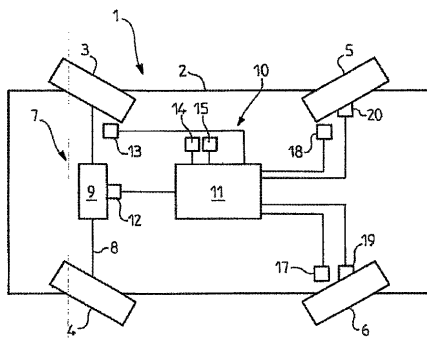
【0109】

車両の応答の静的部分と動的部分は、独立した調整の対象を形成するであろう。この閉ループ構造は、優れた精度と頑健性を保証する。更に、前輪3、4のアクチュエータ9の動的応答と後輪5、6のアクチュエータ19、20の動的応答を考慮に入れることが可能である。パラメータは、車両の最低性能、すなわち操舵できない後輪を有する車両の性能に関連付けられるので、パラメータの調整は、迅速で直感的である。特に、1に等しい調整パラメータは、車両の運動を修正しないが、1よりも大きい調整パラメータは、車両の運動をより活発でより直接的にし、1よりも小さい調整パラメータは、その逆にする。

10

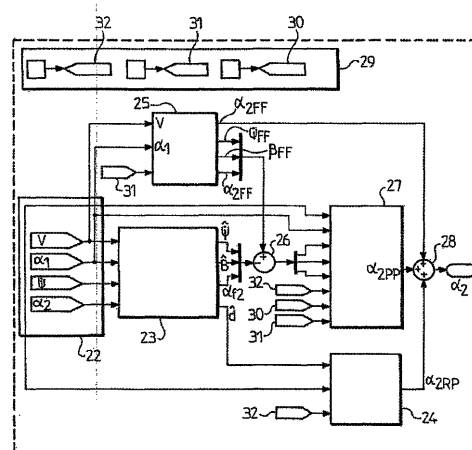
【図1】

FIG.1



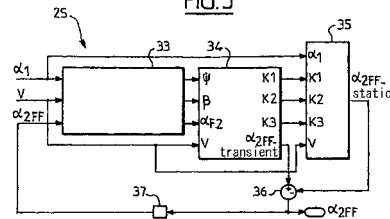
【図2】

FIG.2

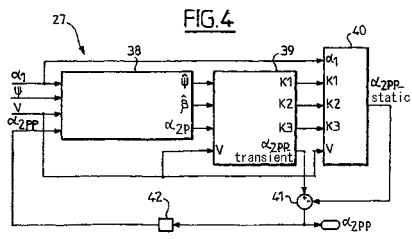


【図3】

FIG.3



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 2 D 137/00 (2006.01) B 6 2 D 137:00

(72)発明者 ポティン リーシャル
フランス国 エフー９２４２０ ヴォウクレソン アレ デ オーム １２

審査官 梶本 直樹

(56)参考文献 特開平０４－２８３１６７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－１１２２７３（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－３０２０５８（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２４２１７９（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２０２４０３（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２９４２４９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
B62D 6/00
B62D 7/14