

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-155473

(P2010-155473A)

(43) 公開日 平成22年7月15日(2010.7.15)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>B 6 2 D 6/00</b> (2006.01)	B 6 2 D 6/00 Z Y W	3 D 2 3 2
<b>B 6 0 W 40/10</b> (2006.01)	B 6 0 R 16/02 6 6 1 Z	
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	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-333318 (P2008-333318)  
 (22) 出願日 平成20年12月26日 (2008.12.26)

(71) 出願人 000003997  
 日産自動車株式会社  
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地  
 (74) 代理人 100066980  
 弁理士 森 哲也  
 (74) 代理人 100075579  
 弁理士 内藤 嘉昭  
 (74) 代理人 100103850  
 弁理士 田中 秀▲てつ▼  
 (74) 代理人 100116012  
 弁理士 宮坂 徹  
 (72) 発明者 蔡 佑文  
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

最終頁に続く

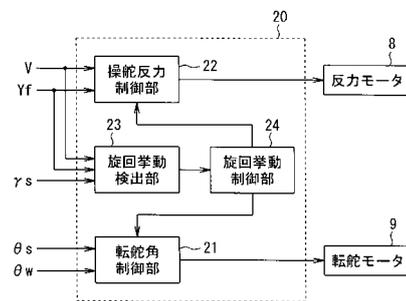
(54) 【発明の名称】 旋回挙動検出装置、旋回挙動検出方法、及びヨーレート推定方法

(57) 【要約】

【課題】車両の旋回挙動を精度よく検出する。

【解決手段】車速  $V$ 、操舵輪のタイヤ横力  $Y_f$ 、及びヨーレートの実測値  $s$  を検出し、検出した車速  $V$ 、及びタイヤ横力  $Y_f$  に応じてヨーレートの推定値  $e$  を算出し、算出した推定値  $e$ 、及び検出した実測値  $s$  の差分  $s - e$  に応じて、車両のアンダーステア傾向やオーバーステア傾向を判定する。但し、車速  $V$  が低速の所定値  $V_1$  以下であれば、この所定値  $V_1$  を代入して推定値  $e$  を算出する。また、推定値  $e$  の算出処理に、一次遅れのローパスフィルタを追加することで、推定値  $e$  の位相を実測値  $s$  の位相に一致させる。

【選択図】 図 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

車速を検出する車速検出手段と、操舵輪のタイヤ横力を検出する横力検出手段と、前記車速検出手段が検出した車速、及び前記横力検出手段が検出したタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出する推定値算出手段と、ヨーレートの実測値を検出する実測値検出手段と、前記推定値算出手段が算出した推定値、及び前記実測値検出手段が検出した実測値の差分に応じて車両の旋回挙動を検出する挙動検出手段と、を備えることを特徴とする旋回挙動検出装置。

## 【請求項 2】

前記推定値算出手段は、次式に従い、前記車速検出手段が検出した車速、及び前記横力検出手段が検出したタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の旋回挙動検出装置。

$$e = \{ Y f \times ( L / L r ) \} / ( m \times V )$$

e : ヨーレートの推定値  
 Y f : 操舵輪のタイヤ横力  
 L : ホイールベース  
 L r : 車両重心点と従動輪車軸との距離  
 m : 車両重量  
 V : 車速

## 【請求項 3】

前記推定値算出手段は、算出する推定値の位相を、前記実測値検出手段の検出する実測値の位相に一致させるフィルタを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の旋回挙動検出装置。

## 【請求項 4】

前記推定値算出手段は、前記車速検出手段の検出した車速が所定値以下であるときは、当該所定値、及び前記横力検出手段が検出したタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出することを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の旋回挙動検出装置。

## 【請求項 5】

車両重量を検出する重量検出手段を備え、

前記推定値算出手段は、前記重量検出手段が検出した車両重量、前記車速検出手段が検出した車速、及び前記横力検出手段が検出したタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出することを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の旋回挙動検出装置。

## 【請求項 6】

車両の重心点を検出する重心点検出手段を備え、

前記推定値算出手段は、前記重心点検出手段が検出した車両重心点、前記車速検出手段が検出した車速、及び前記横力検出手段が検出したタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出することを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の旋回挙動検出装置。

## 【請求項 7】

車速、操舵輪のタイヤ横力、及びヨーレートの実測値を検出し、検出した車速、及びタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出し、算出した推定値、及び検出した実測値の差分に応じて車両の旋回挙動を検出することを特徴とする旋回挙動検出方法。

## 【請求項 8】

車速、及び操舵輪のタイヤ横力を検出し、検出した車速、及び操舵輪のタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出することを特徴とするヨーレート推定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、旋回挙動検出装置、旋回挙動検出方法、及びヨーレート推定方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、車速や操舵角に基づいて算出したヨーレートの推定値と、センサで検出したヨーレートの実測値とを比較することで、オーバーステアであるかアンダーステアであるかを判断し、車両の旋回挙動を制御するものがあった（特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2007-246006号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

ところで、実際に発生するヨーレートは、路面摩擦係数の影響を受けるので、車速や操舵角に基づいて算出したヨーレートの推定値には、摩擦係数に応じた補正が必要となる。しかしながら、摩擦係数を正確に検出すること自体が難しいため、ヨーレートの推定、延いてはオーバーステアやアンダーステアなど、旋回挙動の検出も難しかった。

10

本発明の課題は、車両の旋回挙動を精度よく検出することである。

【課題を解決するための手段】

## 【0004】

本発明に係る車両挙動検出装置は、車速、操舵輪のタイヤ横力、及びヨーレートの実測値を検出し、検出した車速、及びタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出し、算出した推定値、及び検出した実測値の差分に応じて車両の旋回挙動を検出する。

【発明の効果】

## 【0005】

20

本発明に係る車両挙動装置によれば、ヨーレートの推定値を算出する際に、タイヤ横力を用いるので、路面摩擦係数の影響を受けることなく正確に推定することができ、車両の旋回挙動も精度よく検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

## 【0006】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

《第1実施形態》

《構成》

図1は、ステアリングパイワイヤの概略構成図である。

図中、1はステアリングホイールであり、ステアリングシャフト2に連結されている。また、3L及び3Rは操舵輪であり、ナックルアーム4、タイロッド5、及びラックアンドピニオン6を順に介してピニオンシャフト7に連結されている。ステアリングシャフト2及びピニオンシャフト7の両者は機械的に分離された非連結状態にあり、夫々、図示しないハウジング等によって回動自在に保持されている。

30

ステアリングシャフト2には、運転者によるステアリング操作に対して擬似的な操舵反力を発生させる反力モータ8が設けられており、ピニオンシャフト7には、ステアリングシャフト2の操舵角に応じてピニオンシャフト7を転舵させる転舵モータ9が設けられている。

## 【0007】

ステアリングシャフト2には、操舵角  $s$  を検出する操舵角センサ11が設けられ、ピニオンシャフト7には、転舵角  $w$  を検出する転舵角センサ12が設けられている。左右輪の夫々のハブユニットには、タイヤ横力を検出するハブセンサ13が設けられ、変速機の出力側には、車速  $V$  を検出する車速センサ14が装着されている。パネ上となる車体には、ヨーレートの実測値  $s$  を検出するヨーレートセンサ15が設けられている。なお、操舵角センサ11及び転舵角センサ12は、右旋回時に正の値を検出し、左旋回時に負の値を検出するように構成されている。

40

## 【0008】

ハブセンサ13は、例えばホール素子と着磁式のエンコーダを用いて、ハブユニット内における内輪と外輪の変位差の変化を検出することでタイヤ横力を検出するものである。なお、これに限定されるものではなく、軸受の外側に歪ゲージを設け、軸受の変形を検出

50

することでタイヤ横力を検出するものでもよい。

これら操舵角センサ 1 1、転舵角センサ 1 2、ハブセンサ 1 3、車速センサ 1 4、及びヨーレートセンサ 1 5 で検出される各種信号が、例えばマイクロコンピュータで構成されたコントローラ 2 0 へ入力される。なお、ハブセンサ 1 3 で検出される左右輪のタイヤ横力は、その合計値 Y f が入力される。

【 0 0 0 9 】

コントローラ 2 0 は、図 2 に示すように、転舵モータ 9 を駆動制御する転舵角制御部 2 1 と、反力モータ 8 を駆動制御する操舵反力制御部 2 2 と、車両の旋回挙動を検出する旋回挙動検出部 2 3 と、車両の旋回挙動を制御する旋回挙動制御部 2 4 と、を備える。

転舵角制御部 2 1 は、ステアリングシャフト 2 の操舵角  $\delta$  及びピニオンシャフト 7 の転舵角  $w$  を入力し、操舵角  $w$  に応じて転舵モータ 9 を駆動することで転舵角  $w$  を制御する。

【 0 0 1 0 】

操舵反力制御部 2 2 は、タイヤ横力 Y f 及び車速 V を入力し、反力モータ 8 を駆動することでステアリング操作に対する操舵反力 T r を制御する。具体的には、図 3 のマップを参照し、タイヤ横力 Y f に応じて操舵反力 T r を算出する。このマップは、タイヤ横力 Y f が大きいほど、これに比例して操舵反力 T r が大きくなるように設定されている。

旋回挙動検出部 2 3 は、図 4 に示すように、タイヤ横力 Y f 及び車速 V に応じてヨーレートの推定値  $e$  を算出する推定値算出部 3 1 と、検出した実測値  $s$  及び算出した推定値  $e$  の差分に応じて車両の旋回挙動を判定する判定部 3 2 と、を備える。

【 0 0 1 1 】

推定値算出部 3 1 は、下記 ( 1 ) 式に従い、タイヤ横力 Y f 及び車速 V に応じてヨーレートの推定値  $e$  を算出する。

$$e = \{ Y f \times ( L / L r ) \} / ( m \times V ) \dots \dots \dots ( 1 )$$

- $e$  : ヨーレートの推定値
- $Y f$  : 操舵輪のタイヤ横力
- $L$  : ホイールベース
- $L r$  : 車両重心点と後輪車軸との距離
- $m$  : 車両重量
- $V$  : 車速

【 0 0 1 2 】

但し、車速 V が低速の所定値 V 1 以下であるときには、上記 ( 1 ) 式には、所定値 V 1 を代入することとする。この所定値 V 1 は、例えば 2 0 k m / h 程度の値である。

上記 ( 1 ) 式について説明する。

一般車両の車両運動方程式は下記 ( 2 ) 式で表される。

$$m a_y = Y f + Y r$$

$$I = Y f L_f + Y r L_r \dots \dots \dots ( 2 )$$

- $a_y$  : 横加速度
- $I$  : ヨーイング慣性モーメント
- $Y r$  : 後輪タイヤ横力
- $L_f$  : 車両重心点と前輪車軸との距離

【 0 0 1 3 】

定常旋回 ( 安定 ) 時は下記 ( 3 ) 式で表される。

$$m a_y = Y f + Y r = m V$$

$$Y f L_f = Y r L_r \dots \dots \dots ( 3 )$$

上記 ( 3 ) 式を整理すると下記 ( 4 ) 式が導かれる。

$$Y f \{ ( L_f + L_r ) / L_r \} = m V \dots \dots \dots ( 4 )$$

上記 ( 4 ) 式を  $\delta$  について解くと前記 ( 1 ) 式が導かれる。

判定部 3 2 は、推定値  $e$  よりも実測値  $s$  が小さく、その差分  $e - s$  が所定値  $\Delta$  よりも大きいときは、アンダーステア傾向であると判定し、推定値  $e$  よりも実測値  $s$  が

10

20

30

40

50

大きく、その差分  $\Delta Y$  が所定値  $Y_{th}$  2 よりも大きいときは、オーバーステア傾向であると判定する。

【0014】

図5は、オーバーステア傾向の具体例であり、例えばブレーキによる荷重移動により、後輪のタイヤ横力  $Y_r$  が飽和し、前輪のタイヤ横力  $Y_f$  が増加すると、ヨーレートが増加し、オーバーステア傾向となる。

旋回挙動制御部24は、アンダーステア傾向、又はオーバーステア傾向を抑制する方向に転舵角  $\delta$  を修正するための補正指令を転舵角制御部21へ出力し、これに伴って操舵反力  $T_r$  を修正するための補正指令を操舵反力制御部22へ出力する。

【0015】

《作用》

実際に発生するヨーレートは、路面摩擦係数の影響を受けるので、車速  $V$  や操舵角  $\delta$  に基づいて算出したヨーレートの推定値には、摩擦係数に応じた補正が必要となる。しかしながら、摩擦係数を正確に検出すること自体が難しいため、ヨーレートの正確な推定が難しかった。

そこで、本実施形態では、前記(1)式に従い、タイヤ横力  $Y_f$  及び車速  $V$  に応じてヨーレートの推定値  $e$  を算出する。このようにタイヤ横力  $Y_f$  を用いることで、路面摩擦係数の影響を受けることなく、ヨーレートを正確に推定することができる。したがって、車両の旋回挙動も精度よく検出することができる。

但し、車速  $V$  が低速の所定値  $V_1$  以下であるときには、この所定値  $V_1$  を前記(1)式に代入して推定値  $e$  を算出する。すなわち、前記(1)式によれば、車速  $V$  が低くなるほど推定値  $e$  が大きくなるので、代入する車速  $V$  に下限値を設けることで、こうした推定値  $e$  の極大化を防ぎ、実態に即した推定値  $e$  を算出することができる。

【0016】

《応用例》

なお、本実施形態では、ホール素子と着磁式のエンコーダを用いてタイヤ横力  $Y_f$  を検出しているが、この種のハブセンサ13は、車速が極低速である場合に、精度よくタイヤ横力  $Y_f$  を検出できない可能性がある。そこで、車速  $V$  が低速の所定値  $V_1$  以下であるときには、転舵モータ9の駆動電流を検出したり、ラック軸力を検出したり、ピニオントルクを検出したりして、これらを代用してヨーレートの推定値  $e$  を算出してもよい。これにより、車速  $V$  が低速であっても、ヨーレートの推定を継続して実行することができる。

【0017】

また、本実施形態では、タイヤ横力  $Y_f$  及び車速  $V$  に応じてヨーレートの推定値  $e$  を算出しているが、これに限定されるものではない。すなわち、前記(1)式によれば、車両重量  $m$  も可変要素である。そこで、車両重量  $m$  を固定値とする代わりに、ストロークセンサで検出したサスペンションストロークや加速度センサで検出した車両のピッチング状態に基づいて車両重量  $m$  を検出し、これも前記(1)に代入して推定値  $e$  を算出すればよい。同様に、車両重心点と後輪車軸との距離  $L_r$  も可変要素であるため、ストロークセンサで検出したサスペンションストロークや加速度センサで検出した車両のピッチング状態に基づいて車両重心点を検出したうえで後輪車軸との距離  $L_r$  を算出し、これも前記(1)に代入して推定値  $e$  を算出すればよい。このように、車両重量  $m$  や車両重心点を検出し、推定値  $e$  の算出に反映させることで、より正確な推定を行うことができる。

【0018】

また、本実施形態では、ステアリングバイワイヤについて説明したが、これに限定されるものではなく、アンダーステア傾向やオーバーステア傾向を検出するために、ヨーレートを推定するものであれば、他の如何なるものにも適用可能である。さらには、車両挙動の検出のためではなく、単にヨーレートを推定するだけのものにも適用可能である。

【0019】

《効果》

以上より、車速センサ14が「車速検出手段」に対応し、ハブセンサ13が「横力検出

10

20

30

40

50

手段」に対応し、推定値算出部 3 1 が「推定値算出手段」に対応し、ヨーレートセンサ 1 5 が「実測値検出手段」に対応し、判定部 3 2 が「挙動検出手段」に対応している。

(1) 車速を検出する車速検出手段と、操舵輪のタイヤ横力を検出する横力検出手段と、前記車速検出手段が検出した車速、及び前記横力検出手段が検出したタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出する推定値算出手段と、ヨーレートの実測値を検出する実測値検出手段と、前記推定値算出手段が算出した推定値、及び前記実測値検出手段が検出した実測値の差分に応じて車両の旋回挙動を検出する挙動検出手段と、を備える。

このように、ヨーレートの推定値を算出する際に、タイヤ横力を用いるので、路面摩擦係数の影響を受けることなく、正確に推定することができ、車両の旋回挙動も精度よく検出することができる。

#### 【0020】

(2) 前記推定値算出手段は、次式に従い、前記車速検出手段が検出した車速、及び前記横力検出手段が検出したタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の旋回挙動検出装置。

$$e = \{ Y f \times ( L / L r ) \} / ( m \times V )$$

- e : ヨーレートの推定値
- Y f : 操舵輪のタイヤ横力
- L : ホイールベース
- L r : 車両重心点と従動輪車軸との距離
- m : 車両重量
- V : 車速

このように、ヨーレートの推定値を算出する際に、タイヤ横力を用いるので、路面摩擦係数の影響を受けることなく、正確に推定することができ、車両の旋回挙動も精度よく検出することができる。

#### 【0021】

(3) 前記推定値算出手段は、前記車速検出手段の検出した車速が所定値以下であるときは、当該所定値、及び前記横力検出手段が検出したタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出する。

このように、代入する車速に下限値を設けることで、推定値の極大化を防ぎ、実態に即した推定値を算出することができる。

(4) 車両重量を検出する重量検出手段を備え、前記推定値算出手段は、前記重量検出手段が検出した車両重量、前記車速検出手段が検出した車速、及び前記横力検出手段が検出したタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出する。

このように、車両重量を検出し、推定値の算出に反映させることで、より正確な推定を行うことができる。

#### 【0022】

(5) 車両の重心点を検出する重心点検出手段を備え、前記推定値算出手段は、前記重心点検出手段が検出した車両重心点、前記車速検出手段が検出した車速、及び前記横力検出手段が検出したタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出する。

このように、車両重心点を検出し、推定値の算出に反映させることで、より正確な推定を行うことができる。

#### 【0023】

(6) 車速、操舵輪のタイヤ横力、及びヨーレートの実測値を検出し、検出した車速、及びタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出し、算出した推定値、及び検出した実測値の差分に応じて車両の旋回挙動を検出する。

このように、ヨーレートの推定値を算出する際に、タイヤ横力を用いるので、路面摩擦係数の影響を受けることなく、正確に推定することができ、車両の旋回挙動も精度よく検出することができる。

(7) 車速、及び操舵輪のタイヤ横力を検出し、検出した車速、及び操舵輪のタイヤ横力に応じてヨーレートの推定値を算出する。

10

20

30

40

50

このように、ヨーレートの推定値を算出する際に、タイヤ横力を用いるので、路面摩擦係数の影響を受けることなく、正確に推定することができる。

【0024】

《第2実施形態》

《構成》

この第2実施形態は、推定値  $e$  の算出処理に、一次遅れのローパスフィルタを追加したものである。すなわち、推定値算出部31は、下記(5)式に従い、ヨーレートの推定値  $e$  を算出する。

$$e = \{ \{ Y_f \times (L / L_r) \} / (m \times V) \} \times (1 / 1 + Ts) \quad \dots \dots \dots (5)$$

10

【0025】

《作用》

ハブセンサ13は、パネ下となるハブユニットに取り付けられているが、ヨーレートセンサ15は、パネ上となる車体に取り付けられている。したがって、厳密には、タイヤ横力  $Y_f$  に応じて算出したヨーレートの推定値  $e$  に対して、ヨーレートセンサ15で検出するヨーレートの実測値  $s$  には、位相遅れが発生することになる。すなわち、この位相ずれが、旋回挙動の判定に影響を及ぼすことになる。

そこで、本実施形態では、前記(5)式に従い、推定値  $e$  の算出処理に、一次遅れのローパスフィルタを追加することで、推定値  $e$  の位相を実測値  $s$  の位相に一致させている。これにより、推定値  $e$  と実測値  $s$  との位相ずれを解消し、旋回挙動の判定精度を向上させることができる。

20

【0026】

《効果》

(1) 前記推定値算出手段は、算出する推定値の位相を、前記実測値検出手段の検出する実測値の位相に一致させるフィルタを有することを特徴とする請求項1又は2に記載の旋回挙動検出装置。

これにより、推定値と実測値との位相ずれを解消し、旋回挙動の判定精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

30

【図1】ステアリングワイヤの概略構成である。

【図2】コントローラのブロック図である。

【図3】操舵反力の算出に用いるマップである。

【図4】旋回挙動検出部のブロック図である。

【図5】オーバーステア傾向の具体例である。

【符号の説明】

【0028】

3L、3R 操舵輪

8 反力モータ

9 転舵モータ

40

11 操舵角センサ

12 転舵角センサ

13 ハブセンサ

14 車速センサ

15 ヨーレートセンサ

20 コントローラ

21 転舵角制御部

22 操舵反力制御部

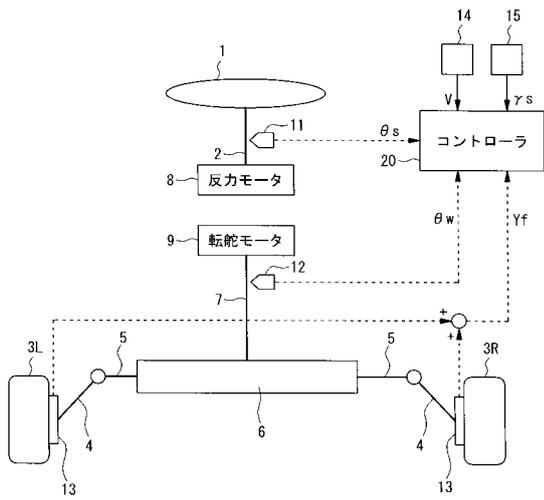
23 旋回挙動検出部

24 旋回挙動制御部

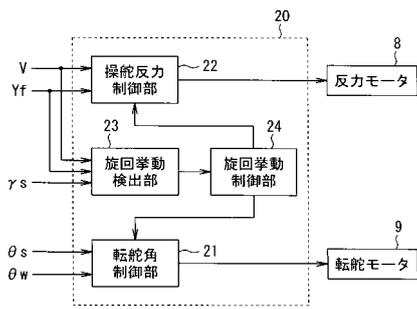
50

- 3 1 推定値算出部
- 3 2 判定部

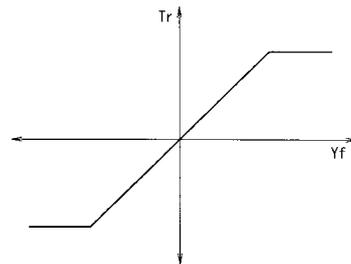
【図 1】



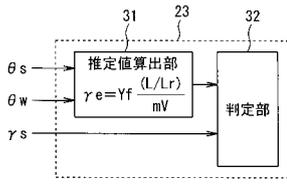
【図 2】



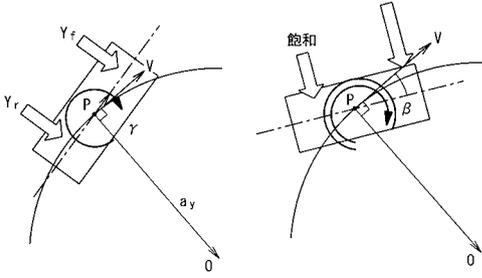
【図 3】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
B 6 2 D 137/00 (2006.01) B 6 2 D 137:00

(72)発明者 江口 孝彰  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 吉沢 弘之  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

Fターム(参考) 3D232 DA03 DA23 DA33 DA82 DC08 DC10 DC12 DC32 EB12 EC37