

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4956035号
(P4956035)

(45) 発行日 平成24年6月20日 (2012.6.20)

(24) 登録日 平成24年3月23日 (2012.3.23)

(51) Int. Cl.

F 1

B 6 O W 30/02 (2012.01)	B 6 O W 30/02
B 6 O T 8/1755 (2006.01)	B 6 O T 8/1755 Z Y W A
B 6 O W 10/18 (2012.01)	B 6 O W 10/18
B 6 O W 10/20 (2006.01)	B 6 O W 10/20
B 6 2 D 5/04 (2006.01)	B 6 2 D 5/04

請求項の数 1 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-103214 (P2006-103214)
 (22) 出願日 平成18年4月4日 (2006.4.4)
 (65) 公開番号 特開2007-276564 (P2007-276564A)
 (43) 公開日 平成19年10月25日 (2007.10.25)
 審査請求日 平成20年11月27日 (2008.11.27)

(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 110001379
 特許業務法人 大島特許事務所
 (74) 代理人 100089266
 弁理士 大島 陽一
 (72) 発明者 山崎 憲雄
 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 川本 善通
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

実ヨーレートと規範ヨーレートとの比較により算出されたヨーレート偏差に基づいて車両運動制御を実行する制御手段と、現時点から所定の時間間隔をおいた将来のヨーレート偏差を予測するヨーレート偏差予測手段とを有し、前記制御手段が、前記ヨーレート偏差予測手段にて取得したヨーレート偏差の予測値に基づいて制御を行う車両制御装置であって、

前記ヨーレート偏差予測手段での予測のための時間間隔を、車体スリップ角速度、もしくは操舵角速度に基づいて決定する予測時間決定手段を有し、

この予測時間決定手段が、前記車体スリップ角速度が小さいほど長くなるように前記時間間隔を決定する、もしくは前記操舵角速度が大きいほど長くなるように前記時間間隔を決定することを特徴とする車両制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、実ヨーレートと規範ヨーレートとの比較により算出されたヨーレート偏差に基づいて車両運動制御を実行する車両制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

車両の運動制御を理想的に行うべく、理想的な車両挙動となるような規範ヨーレイトを

舵角に基づいて設定し、その規範ヨーレートに対して実際のヨーレートがずれている場合には、車両が不安定状態にあるものと判断して、その車両の不安定状態が解消されるように車両の運動制御を行うようにした技術が知られている（例えば特許文献1参照）。

【特許文献1】特開平1-94032号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、前記従来の技術では、舵角などの規範ヨーレート算出の元になる車両の状態量から制御量が一律に決定されてしまうため、路面状況などによる外乱により車両挙動変化が急変した場合や、運転者の操作が車両に作用した際に生じる車両挙動変化が慣性の影響などにより遅れがちになる状況下では、その後に車両挙動変化が急変した場合に車両挙動変化に制御が即応することができなくなる不都合が生じる。

10

【0004】

本発明は、このような従来技術の問題点を解消するべく案出されたものであり、その主な目的は、車両挙動変化が急変した場合でも、これに即応した適切な制御を行うことができるように構成された車両制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

このような課題を解決するために、本発明においては、請求項1に示すとおり、実ヨーレートと規範ヨーレートとの比較により算出されたヨーレート偏差に基づいて車両運動制御を実行する制御手段(22・23)と、現時点から所定の時間間隔をおいた将来のヨーレート偏差を予測するヨーレート偏差予測手段(21)とを有し、前記制御手段が、前記ヨーレート偏差予測手段にて取得したヨーレート偏差の予測値に基づいて制御を行う車両制御装置において、前記ヨーレート偏差予測手段での予測のための時間間隔を、車体スリップ角速度、もしくは操舵角速度に基づいて決定する予測時間決定手段(41)を有し、この予測時間決定手段が、前記車体スリップ角速度が小さいほど長くなるように前記時間間隔を決定する、もしくは前記操舵角速度が大きいほど長くなるように前記時間間隔を決定するものとした。

20

【0006】

これによると、ヨーレート偏差を予測してそのヨーレート偏差の予測値に基づいて車両運動制御を行うため、車両運動制御のタイミングを早めることができ、車両挙動変化が急変した場合でも、これに即応した適切な制御、すなわち作動判断及び制御量の決定を適切に行うことが可能になり、車両の走行安定性、特に車両旋回時の走行安定性を向上させることができる。

30

【0007】

この場合、実ヨーレートは、ヨーレートセンサにより取得すれば良い。また規範ヨーレートは、舵角センサや車速センサにより取得される舵角や車速などの車両の状態量に基づいて算出すれば良い。またヨーレート偏差の予測値は、実ヨーレートの予測値と規範ヨーレートの予測値との比較により算出すれば良く、実ヨーレートの予測値は、ヨーレートセンサによる実ヨーレートの直前の変化状況から取得することができ、また規範ヨーレートの予測値は、規範ヨーレート算出の元になる状態量の直前の変化状況からその状態量の予測値を算出して求めれば良い。

40

【0008】

また、制御手段で行われる車両運動制御としては、旋回走行状態でオーバーステアあるいはアンダーステアが生じたときに、ステアリング特性がニュートラルとなるように旋回外輪側あるいは内輪側のブレーキを作動させることで、方向安定性の向上を図る車両運動制御システム、いわゆるVSA(Vehicle Stability Assist)が好適である。またステアリングハンドルの操舵力を操向輪に伝達する操向伝動機構内に補助操舵力を発生させるモータを設けた電動パワーステアリング装置において、ステアリング特性がニュートラルとなるようにモータの補助操舵力を調整する操舵制御システムも可能である。

50

【0010】

特に、車体スリップ角速度が小さい、すなわち車両が安定状態にある場合に、今後の車両挙動変化に備えて、時間間隔を大きく設定して制御のタイミングを早めることで、今後の車両挙動変化の急変に対してより一層適切な制御が可能になる。

【0014】

また、操舵角速度が大きい、すなわち運転者により急激なステアリング操作が行われた場合には車両挙動変化の急変が予測されるので、時間間隔を大きく設定して制御のタイミングを早めることで、今後の車両挙動変化の急変に対してより一層適切な制御が可能になる。

【発明の効果】

10

【0015】

このように本発明によれば、ヨーレート偏差を予測してそのヨーレート偏差の予測値に基づいて車両運動制御を行うため、車両運動制御のタイミングを早めることができ、車両挙動変化が急変した場合でも、これに即応した適切な制御、すなわち作動判断及び制御量の決定を適切に行うことが可能になり、車両の走行安定性、特に車両旋回時の走行安定性を向上させる上で顕著な効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

【0017】

20

図1は、本発明が適用される車両の全体構成を模式的に示す上面図である。この車両1は、タイヤ2が装着された4つのホイール3を備え、各ホイール3にはブレーキ装置4が内装されており、制動ユニット5から供給される油圧により各輪のブレーキ装置4が個別に制御される。

【0018】

またこの車両1は、ステアリングホイール6の手動操舵力を軽減するための補助操舵トルクをEPSモータ7により発生させて前輪のホイール3を転舵するステアリングラック8を動作させるEPS(Electric Power Steering: 電動パワーステアリング)9を備えている。

【0019】

30

さらにこの車両1は、実ヨーレートを検出するヨーレートセンサ11、車輪速センサ12、横加速度を検出する横Gセンサ13、ステアリングホイール6の操舵角を検出する操舵角センサ14、及びこれらのセンサ11~14により収集された車体情報に基づいて制御を行うECU(Electronic Control Unit)15を有している。

【0020】

ECU15は、旋回走行時のオーバステアやアンダステアを抑制してステアリング特性がニュートラルとなるように各輪のブレーキ装置4の制動力を制御するVSA(Vehicle Stability Assist: 車両運動制御システム)の制御主体となるVSA制御部と、同じくステアリング特性がニュートラルとなるようにEPSモータ7の補助操舵トルクを制御するEPS制御部とを有している。

40

【0021】

このECU15は、マイクロコンピュータ、ROM、RAM、周辺回路、入出力インターフェース、及び各種ドライバ等から構成されており、通信回線を介して、制動ユニット5、EPSモータ7、及び各センサ11~14と接続されている。

【0022】

図2は、本発明による車両制御装置を示すブロック図である。この車両制御装置は、操舵角センサ14及びヨーレートセンサ11の検出値に基づいて取得される実ヨーレートと規範ヨーレートとの差であるヨーレート偏差を予測するヨーレート偏差予測部(ヨーレート偏差予測手段)21を有しており、このヨーレート偏差予測部21で取得したヨーレート偏差の予測値がVSA制御部(制御手段)22及びEPS制御部(制御手段)23に出

50

力されて、ここで予測値に基づく制御が行われる。

【 0 0 2 3 】

V S A 制御部 2 2 では、ヨーレート偏差を所定の基準値と比較するなどしてオーバーステア及びアンダーステアの別及びその程度を判定し、これにより取得したオーバーステア及びアンダーステアの程度に応じて、ステアリング特性がニュートラルとなるような適切な制動力が各ブレーキ装置 4 で発生するように制動ユニット 5 に制御信号を出力する。例えば、オーバーステアの場合には旋回外輪側のブレーキ装置 4 を作動させ、逆にアンダーステアの場合には旋回内輪側のブレーキ装置 4 を作動させる。

【 0 0 2 4 】

E P S 制御部 2 3 では、E P S モータ 7 の操舵補助トルクをニュートラル方向に働かせる、すなわち前記と同様にして判定されたオーバーステア及びアンダーステアの別及びその程度に対応した操舵補助トルクが E P S モータ 7 で発生するように E P S モータ 7 に制御信号を出力する。例えば、オーバーステア状態にある場合には、反力成分を補助操舵トルクに付加して補助操舵トルクを減少させることより操舵力を重くして運転者にそれ以上の操舵を行わないように誘導する。

【 0 0 2 5 】

ヨーレート偏差予測部 2 1 は、舵角予測用の第 1 ・第 2 の後退差分部 3 1 ・3 2 と、舵角予測部 3 3 と、規範ヨーレート算出部 3 4 と、実ヨーレート予測用の第 1 ・第 2 の後退差分部 3 5 ・3 6 と、実ヨーレート予測部 3 7 と、減算器 3 8 とを有している。

【 0 0 2 6 】

舵角予測用の第 1 ・第 2 の後退差分部 3 1 ・3 2 では、操舵角センサ 1 4 による舵角検出値が示す直前の舵角変化状況から舵角速度 (1 階微分) 及び舵角加速度 (2 階微分) が算出される。舵角予測部 3 3 では、操舵角センサ 1 4 による現在の舵角、及び第 1 ・第 2 の後退差分部 3 1 ・3 2 で取得した舵角速度及び舵角加速度に基づいて舵角予測値が算出される。規範ヨーレート算出部 3 4 では、舵角予測部 3 3 で取得した舵角予測値に基づいて規範ヨーレート予測値が算出される。

【 0 0 2 7 】

実ヨーレート予測用の第 1 ・第 2 の後退差分部 3 5 ・3 6 では、ヨーレートセンサ 1 1 による実ヨーレート検出値が示す直前の実ヨーレート変化状況から実ヨーレートの変化速度 (1 階微分) 及び加速度 (2 階微分) が算出される。実ヨーレート予測部 3 7 では、ヨーレートセンサ 1 1 による現在の実ヨーレート検出値、及び第 1 ・第 2 の後退差分部 3 5 ・3 6 で取得した実ヨーレートの変化速度及び加速度に基づいて実ヨーレート予測値が算出される。

【 0 0 2 8 】

減算器 3 8 では、規範ヨーレート算出部 3 4 で取得した規範ヨーレート予測値から、実ヨーレート予測部 3 7 で取得した実ヨーレート予測値を減算してヨーレート偏差予測値が求められる。

【 0 0 2 9 】

なお、規範ヨーレート算出部 3 4 で行われる規範ヨーレート算出処理では、操舵角センサ 1 4 による舵角に加えて、車輪速センサ 1 2 の検出値から取得される車体速度や、横 G センサ 1 2 による横加速度を用いて規範ヨーレートを算出することも可能である。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、図 2 に示したヨーレート偏差予測部 2 1 にて行われる舵角予測の要領を説明するグラフであり、(A) に舵角の経時変化を、(B) に舵角速度の経時変化を示している。t 後の舵角予測値 $y (t + \Delta t)$ は、テーラー展開 (2 次まで) により、次式により求められる。

$$y (t + \Delta t) = y (t) + y ' (t) \cdot \Delta t + y '' (t) / 2 ! \cdot \Delta t ^ 2 \quad (式 1)$$

ここで、 $y ' (t)$ は舵角速度 (1 階微分) であり、 $y '' (t)$ は舵角加速度 (2 階微分) である。

【 0 0 3 1 】

10

20

30

40

50

舵角速度 $y'(t)$ は、舵角予測用の第 1 の後退差分部 3 1 にて舵角 $y(t)$ の後退差分 $(y(t) - y(t - \Delta t)) / \Delta t$ により算出され、また舵角加速度 $y''(t)$ は、第 2 の後退差分部 3 2 にて舵角速度 $y'(t)$ の後退差分 $(y'(t) - y'(t - \Delta t)) / \Delta t$ により算出され、これらにより取得した舵角速度 $y'(t)$ 、舵角加速度 $y''(t)$ 、及び現在の舵角 $y(t)$ から式 1 を用いて、舵角予測部 3 3 にて Δt 秒後の舵角予測値 $y(t + \Delta t)$ が算出される。

【 0 0 3 2 】

なお、実ヨーレート予測もこの舵角予測と同様の要領で行われ、具体的には、実ヨーレートの変化速度が、実ヨーレート予測用の第 1 の後退差分部 3 5 にて実ヨーレートの後退差分により算出され、また実ヨーレートの変化加速度が、第 2 の後退差分部 3 6 にて実ヨーレートの変化速度の後退差分により算出され、これらにより取得した実ヨーレートの変化速度、加速度、及び現在の実ヨーレートから式 1 の同様のテーラー展開式を用いて、実ヨーレート予測部 3 7 にて Δt 秒後の実ヨーレートが算出される。

10

【 0 0 3 3 】

また、差分時間 Δt は、操舵角センサ 1 4 及びヨーレートセンサ 1 1 の分解能に応じて決定され、例えば舵角では 0.2 秒、ヨーレートでは 0.1 秒とする。

【 0 0 3 4 】

また、図 2 に示したように、この車両制御装置は、ヨーレート偏差予測部 2 1 にて行われる予測値算出における現時点から予測時点までの時間間隔 Δt を、車体スリップ角速度に基づいて決定する予測時間決定部（予測時間決定手段）4 1 を有している。

20

【 0 0 3 5 】

図 4 は、図 2 に示した予測時間決定部 4 1 にて行われる車体スリップ角速度に基づく予測時間決定のためのマップである。予測時間決定部 4 1 では、車体スリップ角速度の絶対値が小さくなるのに応じて長くなるように時間間隔 Δt が決定される。これにより、車体スリップ角速度が小さい、すなわち車両が安定状態にある場合は、今後の車両挙動変化に備えて、時間間隔 Δt を大きく設定して制御のタイミングを早めることで、今後の車両挙動変化の急変に即応することができる。

【 0 0 3 6 】

特にここでは、正のしきい値 θ_2 を超える領域及び負のしきい値 $-\theta_2$ を下回る領域では、時間間隔 $\Delta t = 0$ 、すなわち予測を行わないようになっており、この場合、現在の舵角検出値による規範ヨーレートと現在の実ヨーレート検出値に基づいて求められるヨーレート偏差により制御が行われる。これは、今後の車両挙動変化を予測するにあたり、車体スリップ角速度が十分に大きいときは既に車両に大きな挙動変化が起きているため、予測する必要性が低いためである。また正のしきい値 θ_1 と負のしきい値 $-\theta_1$ との間の領域では、時間間隔 Δt が所定の上限値（ここでは 0.5 秒）に制限されている。

30

【 0 0 3 7 】

この予測時間決定部 4 1 では、スリップ角速度算出部 4 2 にて取得した車体スリップ角速度により予測時間決定の処理が行われる。スリップ角速度算出部 4 2 では、ヨーレートセンサ 1 1 によるヨーレート、車輪速センサ 1 2 による車体速度、及び横 G センサ 1 3 による横加速度の各値から車体スリップ角速度 θ を算出する。

40

【 0 0 3 8 】

さらに、この車両制御装置では、図 2 に示したように、予測時間決定部 4 1 において、路面 μ 算出部 4 3 にて取得した路面摩擦係数に基づいて、ヨーレート偏差予測部 2 1 にて行われる予測値算出における現時点から予測時点までの時間間隔 Δt が決定される。

【 0 0 3 9 】

図 5 は、図 2 に示した予測時間決定部 4 1 にて行われる路面摩擦係数に基づく予測時間決定のためのマップである。予測時間決定部 4 1 では、路面摩擦係数が低くなるのに応じて長くなるように時間間隔 Δt が決定される。これにより、路面摩擦係数が低い場合は今後車両挙動変化の急変が予測されるので、時間間隔 Δt を大きく設定して制御のタイミングを早めることで、今後の車両挙動変化の急変に即応することができる。

50

【 0 0 4 0 】

路面 μ 算出部 4 3 では、車輪速センサ 1 2 により検出される駆動輪の車輪速と従動輪の車輪速とを比較して駆動輪のスリップ率を算出し、そのスリップ率から路面摩擦係数 μ を算出する。

【 0 0 4 1 】

さらに、この車両制御装置では、図 2 に示したように、予測時間決定部 4 1 において、操舵角センサ 1 4 により検出された操舵角速度に基づいて、ヨーレート偏差予測部 2 1 にて行われる予測値算出における現時点から予測時点までの時間間隔 t が決定される。

【 0 0 4 2 】

図 6 は、図 2 に示した予測時間決定部 4 1 にて行われる操舵角速度に基づく予測時間決定のためのマップである。予測時間決定部 4 1 では、操舵角速度の絶対値が大きくなるに応じて長くなるように時間間隔 t が決定される。これにより、操舵角速度が大きい、すなわち運転者により急激なステアリング操作が行われた場合には車両挙動変化の急変が予測されるので、時間間隔を大きく設定して制御のタイミングを早めることで、今後の車両挙動変化の急変に即応することができる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 3 】

【 図 1 】 本発明が適用される車両の全体構成を模式的に示す上面図である。

【 図 2 】 本発明による車両制御装置を示すブロック図である。

【 図 3 】 図 2 に示したヨーレート偏差予測部にて行われる舵角予測の要領を説明するグラフである。

20

【 図 4 】 図 2 に示した予測時間決定部にて行われる車体スリップ角速度に基づく予測時間決定のためのマップである。

【 図 5 】 図 2 に示した予測時間決定部にて行われる路面摩擦係数に基づく予測時間決定のためのマップである。

【 図 6 】 図 2 に示した予測時間決定部にて行われる操舵角速度に基づく予測時間決定のためのマップである。

【 符号の説明 】

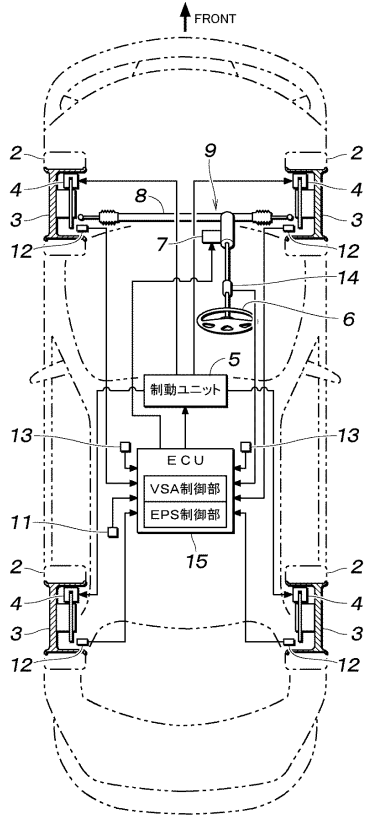
【 0 0 4 4 】

- 4 ブレーキ装置
- 5 制動ユニット
- 6 ステアリングホイール
- 7 E P S モータ
- 9 E P S
- 1 1 ヨーレートセンサ
- 1 2 車輪速センサ
- 1 4 操舵角センサ
- 1 5 E C U
- 2 1 ヨーレート偏差予測部 (ヨーレート偏差予測手段)
- 2 2 V S A 制御部 (制御手段)
- 2 3 E P S 制御部 (制御手段)
- 4 1 予測時間決定部 (予測時間決定手段)
- 4 2 スリップ角速度算出部
- 4 3 路面 μ 算出部

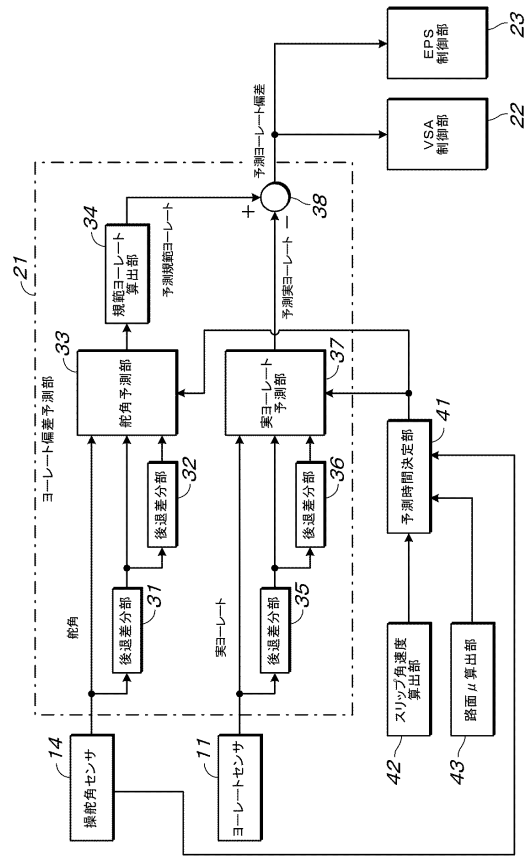
30

40

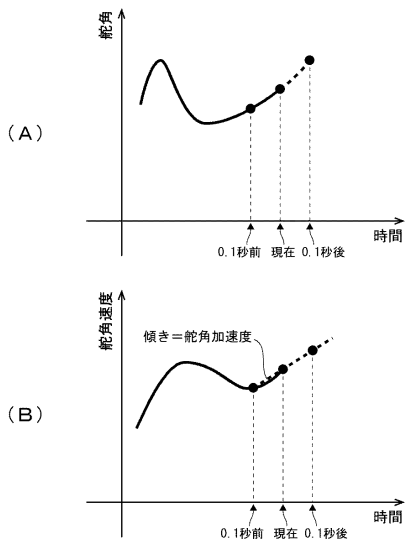
【図1】



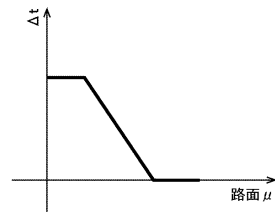
【図2】



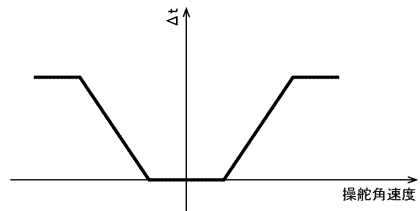
【図3】



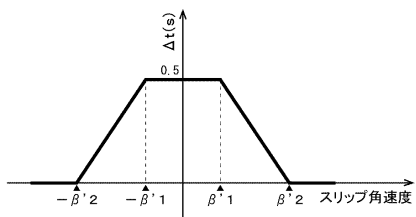
【図5】



【図6】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 2 D 6/00 (2006.01) B 6 2 D 6/00
B 6 0 W 50/06 (2006.01) B 6 0 W 50/06

(72)発明者 滝本 繁規
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 内山 慎一
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 西岡 崇
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 堀川 泰宏

(56)参考文献 国際公開第2006/013922(WO, A1)
特開2005-178454(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 6 0 W 1 0 / 0 0 - 5 0 / 0 8
B 6 0 T 7 / 2 1 - 8 / 9 6
B 6 2 D 6 / 0 0 - 6 / 0 6