

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 8 月 4 日(04.08.2016)

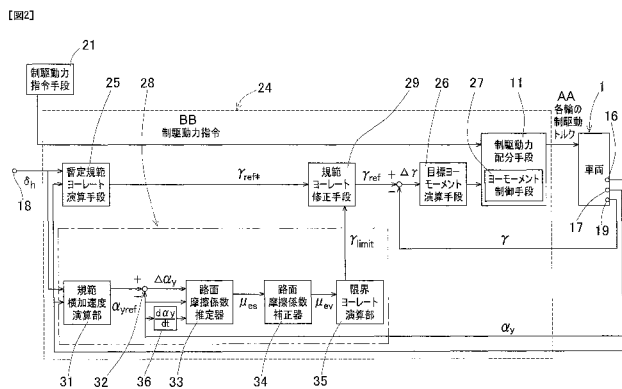


(10) 国際公開番号
WO 2016/121546 A1

- (51) 国際特許分類:
B60W 40/114 (2012.01) B60W 10/119 (2012.01)
B60K 17/356 (2006.01) B60W 10/184 (2012.01)
B60T 8/172 (2006.01) B60W 30/02 (2012.01)
B60T 8/1755 (2006.01) B60W 40/101 (2012.01)
B60W 10/08 (2006.01) B60W 40/109 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/051229
- (22) 国際出願日: 2016 年 1 月 18 日(18.01.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-013904 2015 年 1 月 28 日(28.01.2015) JP
- (71) 出願人: N T N 株式会社 (NTN CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀 1 丁
目 3 番 1 7 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 水貝 智洋 (SUGAI, Tomohiro); 〒4388510
静岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番地 N T N 株式
会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 杉本 修司, 外 (SUGIMOTO, Shuji et al.);
〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 0
番 2 号 肥後橋ニッタイビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: VEHICLE ORIENTATION CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 車両姿勢制御装置



- 1... VEHICLE
11... BRAKING/DRIVING FORCE DISTRIBUTION MEANS
21... BRAKING/DRIVING FORCE INSTRUCTION MEANS
25... TEMPORARY NORMATIVE YAW RATE CALCULATION MEANS
26... TARGET YAW MOMENT CALCULATION MEANS
27... YAW MOMENT CONTROL MEANS
29... NORMATIVE YAW RATE REVISION MEANS
31... NORMATIVE LATERAL ACCELERATION CALCULATION PART
33... ROAD SURFACE FRICTION COEFFICIENT ESTIMATOR
34... ROAD SURFACE FRICTION COEFFICIENT CORRECTOR
35... LIMIT YAW RATE CALCULATION PART
AA... BRAKING/DRIVING TORQUE OF EACH WHEEL
BB... BRAKING/DRIVING FORCE INSTRUCTION

(57) Abstract: Provided is a vehicle orientation control device that improves marginal performance and prevents excessive lateral sliding in a marginal region, thereby achieving stabilization of the orientation of a vehicle while improving responsiveness of the vehicle in the initial stage of steering. The vehicle orientation control device (24) is disposed in a vehicle control device (10) that controls a vehicle (1) of which braking/driving torques of at least one pair of right and left wheels (2, 3) can be independently controlled. The vehicle control device (24) is provided with: a temporary normative yaw rate calculation means (25) for determining a normative yaw rate from a vehicle speed and a steering angle; a target yaw moment calculation means (26) for calculating a target yaw moment on the basis of the deviation between the normative yaw rate and an actual yaw rate; a yaw moment control means (27) for adding a necessary braking/driving force for achieving the target yaw moment to a braking/driving force to be applied to each wheel by a braking/driving force instruction means (21); a limit yaw rate calculation means (28) for determining a limit yaw rate upon estimating a road surface friction coefficient; and a normative yaw rate revision means (29) for revising the normative yaw rate using the limit yaw rate when the normative yaw rate is greater than the limit yaw rate.

(57) 要約:

[続葉有]



操舵初期の車両の応答性を向上させる一方、限界性能の向上と限界領域での過大な横滑りを防止し車両姿勢を安定化する車両姿勢制御装置を提供する。車両姿勢制御装置(24)は、少なくとも左右一対の車輪(2(3))の制駆動トルクを独立に制御可能な車両(1)を制御する車両制御装置(10)に設けられる。車両姿勢制御装置(10)は、車速と操舵角から規範ヨーレートを求める暫定規範ヨーレート演算手段(25)と、規範ヨーレートと実ヨーレートとの偏差に基づいて目標ヨーモーメントを算出する目標ヨーモーメント演算手段(26)と、目標ヨーモーメントを実現するために必要な制駆動力を、制駆動力指令手段(21)から与えられる各輪の制駆動力に加えるヨーモーメント制御手段(27)と、路面摩擦係数を推定して限界ヨーレートを定める限界ヨーレート演算手段(28)と、規範ヨーレートが限界ヨーレートより大きい場合に、限界ヨーレートをを用いて規範ヨーレートを修正する規範ヨーレート修正手段(29)と備える。

明 細 書

発明の名称：車両姿勢制御装置

関連出願

[0001] 本出願は、2015年1月28日出願の特願2015-013904の優先権を主張するものであり、それらの全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] この発明は、旋回性能の向上と、旋回限界領域での車両挙動の安定化とを図る車両姿勢制御装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、車両姿勢制御装置において、車速や操舵角等の各種車両状態量から規範ヨーレートを求め、規範ヨーレートと実ヨーレートとの偏差に基づいて目標ヨーモーメントを算出し、その目標ヨーモーメントを実現するために必要な制駆動力を各輪に加えることにより、安定した車両挙動を確保するものが知られている（例えば、特許文献1）。

[0004] しかし、車両の運動目標となる状態量をヨーレートのみとした場合、タイヤのコナリングパワーが非線形特性となる限界領域では、規範ヨーレートを実現すると車両横滑り角も増大し、車両の挙動が不安定となる場合がある。そのため、ヨーレートフィードバックによって制御する一方、車両の横滑り角フィードバックによっても制御し、これらを所定の条件に応じて切り換えることで、このような状態での車両の挙動を安定させるものが公知である（特許文献2）。

[0005] 特許文献3では、特許文献2の横滑り角フィードバックによる制御を付加する対策の代わりに、車体横滑り角に応じヨーイング運動目標値を修正することで、従来のヨーイング挙動制御で生じていた車両挙動が益々不安定になるという問題を解消する方法が提案されている。

[0006] 特許文献3や特許文献4では、実横加速度を車速で除して求めたヨーレー

トの値を上限として、車速や操舵角等の各種車両状態量から求めた規範ヨーレートを修正することによっても、横滑り角の過大な増加を抑制している。しかし、この方法を用いると、操舵初期の車両運動の応答性向上は望めない。

[0007] また、横滑り防止制御装置では、路面の摩擦係数を随時推測しながら制御を行うものがあり、例えば特許文献4では、横加速度評価値が第1の閾値以上であるという第1の条件を満たす場合、または、前記横加速度評価値が前記第1の閾値よりも小さな第2の閾値以上であるとともに前記横加速度評価値の時間的变化率が所定値以上であるという第2の条件を満たす場合に、前記車両が走行している路面が高 μ 路であると判定し、第1の条件および第2の条件のいずれをも満たさない場合に、前記路面が低 μ 路であると判定する方法が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開平9-86378号

特許文献2：特開平4-362470号公報

特許文献3：特開平9-2316号公報

特許文献4：特許第5078484号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 特許文献2の方法では、制御の切り替え時にドライバに違和感を与える恐れがあり、また実横滑り角の値が必要である。特許文献3の方法でも、やはり実横滑り角の値が必要である。横滑り角を実測するためのセンサを搭載すると非常にコストがかかり、あらゆる状況において精度良く推定することは困難である。また、特許文献3や特許文献4では、実横加速度を車速で除して求めたヨーレートの値を上限として、車速や操舵角等の各種車両状態量から求めた規範ヨーレートを修正することによっても、横滑り角の過大な増加

を抑制しているが、この方法では操舵初期の車両運動の応答性向上は望めない。

特許文献4では、直進走行状態のような横加速度が小さい場合は高 μ 路でも低 μ 路と判断してしまう。

[0010] この発明は、上記課題を解消するものであり、操舵初期の車両の応答性を向上させる一方、限界性能の向上と限界領域での過大な横滑りを防止し車両姿勢を安定化する車両姿勢制御装置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

[0011] 以下、便宜上理解を容易にするために、実施形態の符号を参照して説明する。

[0012] この発明の一構成に係る、車両姿勢制御装置は、少なくとも左右一对の車輪2(3)の各車輪に対してそれぞれ設けられた少なくとも2つの動力源4を備えた車両を制御する車両制御装置10であって、前記少なくとも2つの動力源4を個別に制御することで前記各車輪2(3)の制駆動トルクを独立に制御する車両制御装置10に設けられた車両姿勢制御装置24であって、
車速と操舵角から規範ヨーレートを求める暫定規範ヨーレート演算手段25と、

前記規範ヨーレートとヨーレートセンサ19によって検出された実ヨーレートとの偏差に基づいて目標ヨーモーメントを算出する目標ヨーモーメント演算手段26と、

前記目標ヨーモーメントを実現するために必要な制駆動力を、制駆動力指令手段21から与えられて各輪の動力源4に配分する制駆動力に加えるヨーモーメント制御手段27と、

路面摩擦係数を推定し、推定されたこの路面摩擦係数に基づき限界ヨーレートを定める限界ヨーレート演算手段28と、

前記規範ヨーレートが前記限界ヨーレート演算手段28で定められた限界ヨーレートより大きい場合に、前記限界ヨーレートを用いて規範ヨーレートを修正する規範ヨーレート修正手段29とを備える。

- [0013] この構成によると、車速と操舵角から規範ヨーレートを求め、規範ヨーレートと実ヨーレートとの偏差に基づいて目標ヨーモーメントを算出し、その目標ヨーモーメントを実現するために必要な制動力または駆動力を各輪に加えるため、操舵初期の応答性が向上する。
- [0014] その一方、路面摩擦係数を推定し、推定された路面摩擦係数に基づき限界ヨーレートを定め、前記規範ヨーレートが限界ヨーレートよりも大きい場合は限界ヨーレートを用いて規範ヨーレートを修正するため、タイヤのコーナリングパワーが非線形特性となる限界領域では、規範ヨーレートは推定された路面摩擦係数を考慮して計算される。これにより、現在の路面において発生し得る最大ヨーレートによって目標ヨーモーメントが制限されることになる。そのため、過大な横滑り角が生じることがなく、車両の挙動が不安定となる恐れがない。これにより、限界性能の向上と限界領域での過大な横滑りの防止との効果を得ることができる。
- [0015] 前記限界ヨーレート演算手段 28 は、推定された前記路面摩擦係数に定数を加算した値と重力加速度との積を限界横加速度とし、この限界横加速度を車速で除して算出された値を前記限界ヨーレートとして出力するようにしても良い。
- [0016] このように、推定された前記路面摩擦係数に定数を加算した値を用いて限界横加速度を求め、この限界横加速度を車速で除して限界ヨーレートとするため、実横加速度よりも僅かに大きな横加速度に基づいて限界ヨーレートが計算されるようにできる。したがって、車両の横滑り角が僅かに増加し、効果的にアンダーステアを低減することができる。
- [0017] 前記限界ヨーレート演算手段 28 は、車速と操舵角から規範横加速度を求め、規範横加速度と実横加速度の偏差である横加速度偏差が偏差閾値よりも大きく、かつ実横加速度の変化率が変化率閾値以下の場合は、実横加速度を重力加速度で除した値を、推定された前記路面摩擦係数とし、前記横加速度偏差が偏差閾値以下、または実横加速度の変化率が変化率閾値よりも大きい場合は、予め定められた値を、推定された前記路面摩擦係数としても良い。

[0018] このように、実横加速度と規範横加速度の偏差と、実横加速度の変化率とを参照することによって、タイヤの限界（横滑り角に対するコーナリングフォースの飽和）を精度良く検出することができる。そのため、より一層の限界性能の向上と限界領域での過大な横滑りの防止との効果を高めることができる。

[0019] 好ましい実施形態において、前記限界ヨーレート演算手段 28 は、推定された前記路面摩擦係数を、推定された前記路面摩擦係数が増加している間は、この路面摩擦係数よりも小さくなるように補正しても良い。

推定された路面摩擦係数を、その増加時にはその推定された路面摩擦係数よりも小さくなるように補正することで、路面の μ 値が増加しても、限界ヨーレートの増大を抑制し、限界領域での過大な横滑りの防止をより確実に行うことができる。

[0020] 別の好ましい実施形態において、前記予め定められた値は、高 μ 路における路面摩擦係数であっても良い。

[0021] この発明の他の構成に係る、車両姿勢制御装置は、車両を制御する車両制御装置 10 であって、前記車両 1 が、少なくとも左右一对の車輪 2（3）の各車輪に対してそれぞれ設けられた少なくとも 2 つの動力源 4 を有し、

当該車両制御装置 10 が、

前記少なくとも 2 つの動力源 4 を個別にトルク制御する少なくとも 1 つのインバータ装置 12 と、

前記少なくともインバータ装置 12 に接続されたプロセッサ 11 であって、

各輪 2（3）の動力源 4 に配分する指令制駆動力を決定し、

車速と操舵角から規範ヨーレートを求め、

前記規範ヨーレートとヨーレートセンサによって検出された実ヨーレートとの偏差に基づいて目標ヨーモーメントを算出し、

前記目標ヨーモーメントを実現するために必要な制駆動力を、前記指令制動力に加え、

路面摩擦係数を推定し、推定されたこの路面摩擦係数に基づき限界ヨーレートを定め、

前記規範ヨーレートが定められた前記限界ヨーレートより大きい場合に、前記限界ヨーレートをを用いて規範ヨーレートを修正するようにプログラムされたプロセッサ１１とを備える。

[0022] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも２つの構成のどのような組合せも、本発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の２つ以上のどのような組合せも、本発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0023] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明から、より明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の符号は、同一または相当する部分を示す。

[図1]この発明の第１の実施形態に係る車両姿勢制御装置を搭載した電気自動車の概念構成を示すシステム構成図である。

[図2]図１の車両姿勢制御装置の制御ブロック図である。

[図3]図１の同車両姿勢制御装置の限界ヨーレート演算を示すフローチャートである。

[図4A]図１の車両姿勢制御装置を適用した４輪駆動車における姿勢制御時の各駆動力を示す説明図である。

[図4B]図１の車両姿勢制御装置を適用した後輪駆動車における姿勢制御時の各駆動力を示す説明図である。

[図5]図１の電気自動車におけるモータが構成するモータ駆動装置の一例であるインホイールモータ駆動装置の概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0024] この発明の第１の実施形態を図１ないし図５と共に説明する。図１は、電

気自動車の概念構成のブロック図であり、図の上側が車両の前方である。この電気自動車は車両制御装置 10 を備える。この車両制御装置 10 が、本実施形態に係る車両姿勢制御装置 24 を搭載する。この電気自動車は、左右輪独立駆動式車両である。つまり、この電気自動車は、車両 1 の左右一対の後輪 2, 2 および左右一対の前輪 3, 3 が、いずれも動力源である電動のモータ 4 で独立して駆動される 4 輪独立駆動の自動車である。前輪 3, 3 は操舵輪である。各モータ 4 は、例えば図 5 のインホイールモータ駆動装置 5 を構成するが、車台（図示せず）上に搭載されるオンボード形式であっても良い。

[0025] 図 5 において、インホイールモータ駆動装置 5 は、インホイールモータ（IWM）であるモータ 4、減速機 6、および車輪用軸受 7 を有し、これらの一部または全体が車輪 2 内に配置される。モータ 4 の回転は、減速機 6 および車輪用軸受 7 を介して車輪 2（3）に伝達される。車輪用軸受 7 のハブ輪 7 a のフランジ部には摩擦ブレーキ装置 8 を構成するブレーキロータ 8 a が固定され、同ブレーキロータ 8 a は車輪 2（3）と一体に回転する。モータ 4 は、例えば、ロータ 4 a のコア部に永久磁石が内蔵された埋込磁石型同期モータである。このモータ 4 は、ハウジング 4 c に固定したステータ 4 b と、回転出力軸 9 に取り付けられたロータ 4 a との間にラジアルギャップを設けたモータである。

[0026] 図 1 を参照して、制御系を説明する。車両制御装置 10 は、車両 1 に搭載された ECU 11 と、前輪 3, 3 用の一対のモータ 4, 4 および後輪 2, 2 用の一対のモータ 4, 4 に対してそれぞれ設けられた複数（この例では 2 つ）のインバータ装置 12 とを有する。ECU 11 は、その基本的な構成として、統合制御手段 23 と、駆動力指令手段 21 と、制駆動力分配手段 22 とを有する。統合制御手段 23 は、自動車全般の統括制御や協調制御を行う制御手段である。駆動力指令手段 21 は、アクセルペダル 14 等のアクセル操作手段の操作量の検出信号と、ブレーキペダル 15 等のブレーキ操作手段の操作量の検出信号とに基づいて、車両全体の制駆動力（制動力および駆動力）

の指令、例えばトルク指令を生成する手段である。制駆動力分配手段 2 2 は、駆動力指令手段 2 1 の出力する指令を、設定規則に従って各モータ 4 のインバータ装置 1 2 へ個別の制駆動力指令、例えばトルク指令として分配する。

[0027] 各インバータ装置 1 2 は、バッテリー（図示せず）の直流電力をモータ 4 の駆動のための交流電力に変換する手段であって、その出力を制御する制御部（図示せず）を有し、上記の分配されたトルク指令等の制駆動力の指令に従って対応するモータ 4 を制御する。インバータ装置 1 2 は、図示の例では、前後それぞれ 2 台のモータ 4 に対して一台ずつ設けているが、前後の各インバータ装置 1 2 は、一台のインバータ装置 1 2 内に左右のモータ 4 を個別に制御する構成を有している。例えば、各インバータ装置 1 2 は、交流電力に変換するスイッチング素子のゲート回路等のパワー回路部（図示せず）が左右一对のモータ 4、4 に対してそれぞれ別に設けられ、その制御部は時分割等により 1 台で 2 つのパワー回路部を制御する構成とされる。前記インバータ装置 1 2 は、上記のように 2 台設ける代わりに、各モータ 4 に個別として合計 4 台設けても良い。

[0028] ECU 1 1 は、マイクロコンピュータ等のコンピュータとこれに実行されるプログラム、並びに各種の電子回路等で構成される。ECU 1 1 と各インバータ装置 1 2 とは、CAN（コントロール・エリア・ネットワーク）等の車内通信網で接続されている。上記の基本的な構成を有する ECU 1 1 は、さらに車両姿勢制御装置 2 4 を有する。また、車両 1 には、センサ類として、車速検出手段 1 6、横加速度センサ 1 7、操舵角センサ 1 8、およびヨーレートセンサ 1 9 が設けられている。操舵角センサ 1 8 は、ステアリングハンドル等の操舵手段 1 3 の操舵角を検出するセンサ、または転舵装置（図示せず）から操舵角を検出するセンサである。

[0029] 車両姿勢制御装置 2 4 は、概要を説明すると、車速や操舵角等の各種車両状態量から規範ヨーレートを求め、規範ヨーレートと実ヨーレートとの偏差に基づいて目標ヨーモーメントを算出し、その目標ヨーモーメントを実現す

るために必要な制駆動力を、各輪の動力源に配分する制駆動力に加える。この際に、実横加速度および横加速度変化率から路面摩擦係数を推定し、推定された路面摩擦係数に基づき限界ヨーレートを定める。そして、車速と操舵角に基づいて演算される規範ヨーレートを、前記定めた限界ヨーレートで修正する。これにより、操舵初期の車両の応答性を向上させる一方、限界性能の向上と限界領域での過大な横滑りを防止し車両姿勢を安定化する。

[0030] 車両姿勢制御装置 24 は、暫定規範ヨーレート演算手段 25、目標ヨーモーメント演算手段 26、ヨーモーメント制御手段 27、限界ヨーレート演算手段 28、および規範ヨーレート修正手段 29 を有する。車両姿勢制御装置 24 は、これら各手段 25～29 の後述するアルゴリズムからなるプログラムで具現化される。そして、ECU 21 のプロセッサは、手段 25～29 のアルゴリズムを実行するようにプログラミングされている。

[0031] 図 2 は、車両姿勢制御装置 24 の制御ブロック図である。暫定規範ヨーレート演算手段 25 は、車速と操舵角から規範ヨーレートを求める手段である。ここで、車速は車速検出手段 16 から、操舵角は操舵角センサ 18 から取得する。目標ヨーモーメント演算手段 26 は、前記規範ヨーレートとヨーレートセンサ 19 によって検出された実ヨーレートとの偏差に基づいて目標ヨーモーメントを算出する。ヨーモーメント制御手段 27 は、前記目標ヨーモーメントを実現するために必要な制駆動力を、制駆動力指令手段 21 から与えられた各輪のモータ 4 に配分する制駆動力に対して加える。ヨーモーメント制御手段 27 は、前記制駆動力制御手段 11 の一部として構成されていても、また制駆動力制御手段 11 とは別に設けられていても良い。

[0032] 限界ヨーレート演算手段 28 は、路面摩擦係数を推定し、推定された路面摩擦係数に基づき限界ヨーレートを定める。

規範ヨーレート修正手段 29 は、前記規範ヨーレートが前記限界ヨーレート演算手段 28 で定められた限界ヨーレートより大きい場合に、前記限界ヨーレートを用いて規範ヨーレートを修正する。

[0033] 限界ヨーレート演算手段 28 は、規範横加速度演算部 31、加算部 32、

微分部 3 6、路面摩擦係数推定器 3 3、路面摩擦係数補正器 3 4、および限界ヨーレート演算部 3 5 を有する。

[0034] 前記限界ヨーレート演算手段 2 8 は、後により詳しく説明するが、推定された路面摩擦係数に定数を加算した値と重力加速度との積を限界横加速度とし、この限界横加速度を車速で除して算出された値を限界ヨーレートとする。

[0035] また、前記限界ヨーレート演算手段 2 8 は、車速と操舵角から規範横加速度を求め、規範横加速度と実横加速度を比較し、両者の偏差である横加速度偏差が偏差閾値よりも大きく、かつ実横加速度の変化率が変化率閾値以下の場合は、横加速度を重力加速度で除した値を、推定された路面摩擦係数とし、前記横加速度偏差が偏差閾値以下、または実横加速度の変化率が変化率閾値よりも大きい場合は、予め定められた値を、推定された前記路面摩擦係数とする。

この構成の場合に、前記限界ヨーレート演算手段 2 8 は、推定された前記路面摩擦係数を、その路面摩擦係数が増加している間は、この路面摩擦係数よりも小さくなるように補正しても良い。

[0036] 次に、この実施形態の車両姿勢制御装置 2 4 につき、その作用と、各構成手段のより具体的な機能を説明する。この車両姿勢制御装置 2 4 は、次の手順で演算を実行する。図 3 はその規範ヨーレート演算のフローチャートである。

[0037] (1) 暫定規範ヨーレート演算手段 2 5 は、操舵角 δ_n と車速 V より、次式のように、車両モデルに基づき暫定規範ヨーレート γ_{ref*} を求める（ステップ S 1）。限界ヨーレート演算手段 2 8 の規範横加速度演算部 3 1 は、規範横加速度 $\alpha_{y_{ref}}$ を求める（ステップ S 1）。

[0038]

[数1]

$$\gamma_{\text{ref}}(s) = G_{\delta^r}(0) \frac{\omega_n^2 (T_r s + 1)}{s^2 + 2\omega_n \zeta s + \omega_n^2} \delta_h(s)$$

$$a_{y_{\text{ref}}}(s) = \gamma_{\text{ref}}(s) \cdot V$$

ここで、 $G_{\delta^r}(0)$ はヨーレートゲイン定数、 ω_n は車両の固有振動数、 ζ は減衰比、 T_r は定数、 s はラプラス演算子である。車両の固有振動数 ω_n および減衰比 ζ は車速 V に依存する。

[0039] (2) 規範横加速度 $\alpha_{y_{\text{ref}}}$ と横加速度センサ17で検出した実横加速度 α_y との偏差 $\Delta\alpha_y$ を加算部32で算出する（ステップS2a）。

路面摩擦係数推定器33は、横加速度偏差の大きさ $|\Delta\alpha_y|$ が偏差閾値よりも大きく、かつ実横加速度の変化率の大きさが変化率閾値以下の場合（ステップS2b）、実横加速度 α_y を重力加速度 g で除して路面摩擦係数推定値 μ_{es} とする（ステップS3）。

$$\mu_{es} = |\alpha_y / g|$$

横加速度偏差の大きさ $|\Delta\alpha_y|$ が偏差閾値以下、または実横加速度の変化率の大きさが変化率閾値よりも大きい場合は、路面摩擦係数の規定値 μ_H を路面摩擦係数推定値 μ_{es} とする（ステップS4）。

$$\mu_{es} = \mu_H$$

[0040] 路面摩擦係数の規定値 μ_H は、予め定められた値であり、高 μ 路における路面摩擦係数である。この規定値 μ_H は、車両によって異なる。

実横加速度と規範横加速度の偏差と、実横加速度の変化率とを参照することによって、タイヤの限界（横滑り角に対するコーナリングフォースの飽和）を精度良く検出することができる。

[0041] (3) 路面摩擦係数補正器34は、推定された路面摩擦係数推定値 μ_{es} から路面摩擦係数補正值 μ_{ev} を定める。具体的には、路面摩擦係数補正值 μ_{ev} は、路面摩擦係数補正器34により、路面摩擦係数推定値 μ_{es} が減少するとき

は路面摩擦係数推定値 μ_{es} に追従して減少するのに対して、路面摩擦係数推定値 μ_{es} が増加するときは、徐々に（つまり、路面摩擦係数推定値 μ_{es} よりも遅れて）増加するようにする（ステップ S 5）。すなわち、路面摩擦係数推定値 μ_{es} が減少している間、路面摩擦係数補正值 μ_{ev} は路面摩擦係数推定値 μ_{es} に等しく、路面摩擦係数推定値 μ_{es} が減少している間、路面摩擦係数補正值 μ_{ev} は路面摩擦係数推定値 μ_{es} よりも小さい。

[0042] これにより、低 μ を検出した場合には、すみやかに路面摩擦係数補正值 μ_{ev} を低下させることにより規範ヨーレートを低下させて車両が不安定になるのを防止しする一方、操舵が小さく規範横加速度と実横加速度との偏差が小さい場合や高 μ 路に移行した場合には、徐々に路面摩擦係数補正值 μ_{ev} を増加させることにより、規範ヨーレート γ_{ref} の急激な増加や車両姿勢の急激な変化を防ぐことができる。

[0043] (4) 限界ヨーレート演算部 35 は、路面摩擦係数補正值 μ_{ev} に定数を加算し（ステップ S 6）、重力加速度 g との積を限界横加速度 G_{ylimit} とする（ステップ S 7）。限界横加速度 G_{ylimit} から、次式により限界ヨーレート γ_{limit} を定める（ステップ S 8）。

$$\gamma_{limit} = G_{ylimit} / V$$

路面摩擦係数補正值 μ_{ev} に定数を加算することにより、実横加速度より僅かに大きな横加速度に基づいて限界ヨーレートが計算されるため、車両 1 の横滑り角が僅かに増加し、効果的にアンダーステアを低減することができる。

なお、他の方法により計測または推定された路面摩擦係数を用いる場合は、その路面摩擦係数を路面摩擦係数補正值 μ_{ev} とする。

[0044] (5) 規範ヨーレート修正手段 29 は、暫定規範ヨーレート γ_{ref*} が限界ヨーレート γ_{limit} より大きい場合、限界ヨーレートの大きさに制限して暫定規範ヨーレートを修正する（ステップ S 9）。すなわち、

$$|\gamma_{ref}| \leq |\gamma_{limit}|$$

が満たされることになる。

[0045] (6) 目標ヨーモーメント演算手段26は、修正後の規範ヨーレート γ_{ref} とヨーレートセンサ19で検出された実ヨーレート γ の偏差 $\Delta\gamma$ に基づいて、目標ヨーモーメントを計算する。実ヨーレート γ 、ヨーレート偏差 $\Delta\gamma$ 、車速 V 、横加速度 α_y 等の車両挙動の情報から、オーバーステア状態またはアンダーステア状態を判断する。例えば、規範ヨーレートの絶対値 $|\gamma_{ref}|$ より実ヨーレートの絶対値 $|\gamma|$ が小さい場合は、アンダーステアと判断する。アンダーステア状態の場合は、アクセルペダル14の操作量等により制駆動力指令手段21で決定される制駆動力指令値に加えて、目標ヨーモーメントとなるように、車両旋回の内側となる前後の車輪2に制動力、車両旋回の外側となる前後の車輪2に駆動力を付加する。これにより、内向きのヨーモーメントが発生し、アンダーステア傾向を低減することができる。

[0046] 図4Aに、図1の4輪駆動車の場合における右旋回アンダーステア時に、各輪2に加えられる制駆動力の例を示す。後輪駆動車の場合は、図4Bのように旋回外側の後輪に駆動力を加えることになるが、四輪駆動車の場合は旋回外側の前輪にも駆動力を加えることが可能である。

[0047] 以上により、操舵初期の規範ヨーレート γ_{ref} は高 μ 路において発生し得るヨーレートで計算されるため、より応答性が向上する。さらに、アンダーステア傾向が低減され、旋回限界が向上する。また、限界領域では、規範ヨーレート γ_{ref} は路面摩擦係数推定値 μ_{es} を考慮して計算され、現在の路面において発生し得る最大ヨーレートによって値が制限されるため、過大な横滑り角が生じることがなく、車両の挙動が不安定となりにくい。

[0048] なお、インホイールモータ方式の四輪駆動車について本実施形態を説明したが、後輪2輪のみにインホイールモータを備える後輪駆動車や、非インホイールモータ方式の車両、例えば、左右輪それぞれに対応させて車体に設置された2つのモータの出力をドライブシャフト等を介して各車輪にそれぞれ伝達し、各車輪の駆動トルクを独立して制御する構成の電気自動車においても、この発明を適用することができる。

[0049] 以上のとおり、図面を参照しながら好適な実施形態を説明したが、当業者

であれば、本件明細書を見て、自明な範囲内で種々の変更および修正を容易に想定するであろう。したがって、そのような変更および修正は、請求の範囲から定まる発明の範囲内またはこれと均等の範囲内のものと解釈される。

符号の説明

- [0050] 1 …車両
2 …車輪
4 …モータ（動力源）
10 …車両制御装置
24 …車両姿勢制御装置
25 …暫定規範ヨーレート演算手段
26 …目標ヨーモーメント演算手段
27 …ヨーモーメント制御手段
28 …限界ヨーレート演算手段
29 …規範ヨーレート修正手段

請求の範囲

[請求項1] 少なくとも左右一对の車輪の各車輪に対してそれぞれ設けられた少なくとも2つの動力源を備えた車両を制御する車両制御装置であって、前記少なくとも2つの動力源を個別に制御することで前記各車輪の制駆動トルクを独立に制御する車両制御装置に設けられた車両姿勢制御装置であって、

車速と操舵角から規範ヨーレートを求める暫定規範ヨーレート演算手段と、

前記規範ヨーレートとヨーレートセンサによって検出された実ヨーレートとの偏差に基づいて目標ヨーモーメントを算出する目標ヨーモーメント演算手段と、

前記目標ヨーモーメントを実現するために必要な制駆動力を、制駆動力指令手段から与えられて各輪の動力源に配分する制駆動力に加えるヨーモーメント制御手段と、

路面摩擦係数を推定し、推定されたこの路面摩擦係数に基づき限界ヨーレートを定める限界ヨーレート演算手段と、

前記規範ヨーレートが前記限界ヨーレート演算手段で定められた限界ヨーレートより大きい場合に、前記限界ヨーレートを用いて規範ヨーレートを修正する規範ヨーレート修正手段とを備えた車両姿勢制御装置。

[請求項2] 請求項1に記載の車両姿勢制御装置において、前記限界ヨーレート演算手段は、推定された前記路面摩擦係数に定数を加算した値と重力加速度との積を限界横加速度とし、この限界横加速度を車速で除して算出された値を前記限界ヨーレートとして出力する車両姿勢制御装置。

[請求項3] 請求項1に記載の車両姿勢制御装置において、前記限界ヨーレート演算手段は、車速と操舵角から規範横加速度を求め、規範横加速度と実横加速度の偏差である横加速度偏差が偏差閾値よりも大きく、かつ

実横加速度の変化率が変化率閾値以下の場合は、実横加速度を重力加速度で除した値を、推定された前記路面摩擦係数とし、前記横加速度偏差が偏差閾値以下、または実横加速度の変化率が変化率閾値よりも大きい場合は、予め定められた値を、推定された前記路面摩擦係数とする車両姿勢制御装置。

[請求項4] 請求項3に記載の車両姿勢制御装置において、前記限界ヨーレート演算手段は、推定された前記路面摩擦係数を、推定された前記路面摩擦係数が増加している間は、この路面摩擦係数よりも小さくなるように補正する車両姿勢制御装置。

[請求項5] 請求項3に記載の車両姿勢制御装置において、前記予め定められた値は、高 μ 路における路面摩擦係数である車両姿勢制御装置。

[請求項6] 車両を制御する車両制御装置であって、前記車両が、少なくとも左右一对の車輪の各車輪に対してそれぞれ設けられた少なくとも2つの動力源を有し、

当該車両制御装置が、

前記少なくとも2つの動力源を個別にトルク制御する少なくとも1つのインバータ装置と、

前記少なくとも1つのインバータ装置に接続されたプロセッサであって、

各輪の動力源に配分する指令制駆動力を決定し、

車速と操舵角から規範ヨーレートを求め、

前記規範ヨーレートとヨーレートセンサによって検出された実ヨーレートとの偏差に基づいて目標ヨーモーメントを算出し、

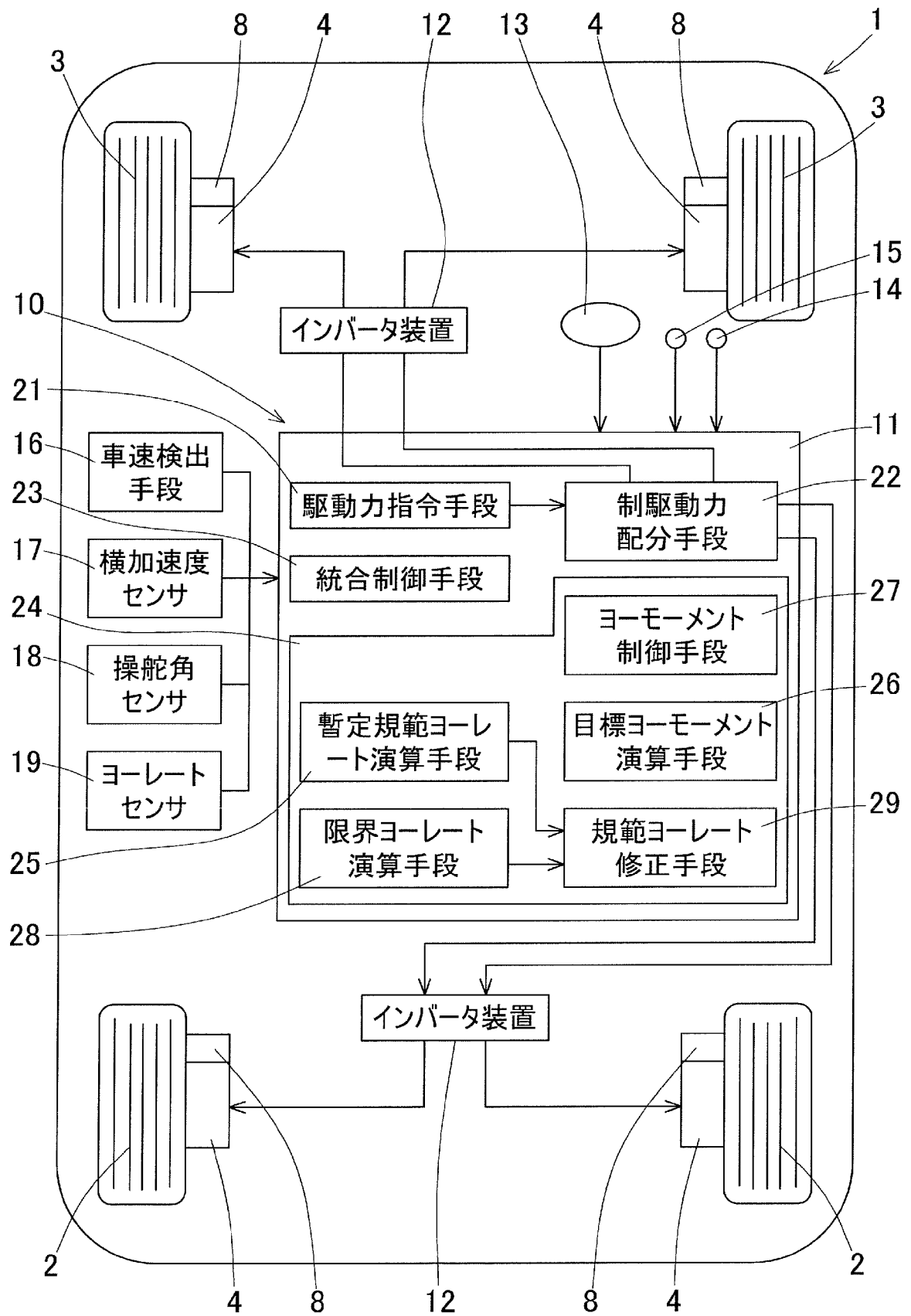
前記目標ヨーモーメントを実現するために必要な制駆動力を、前記指令制動力に加え、

路面摩擦係数を推定し、推定されたこの路面摩擦係数に基づき限界ヨーレートを定め、

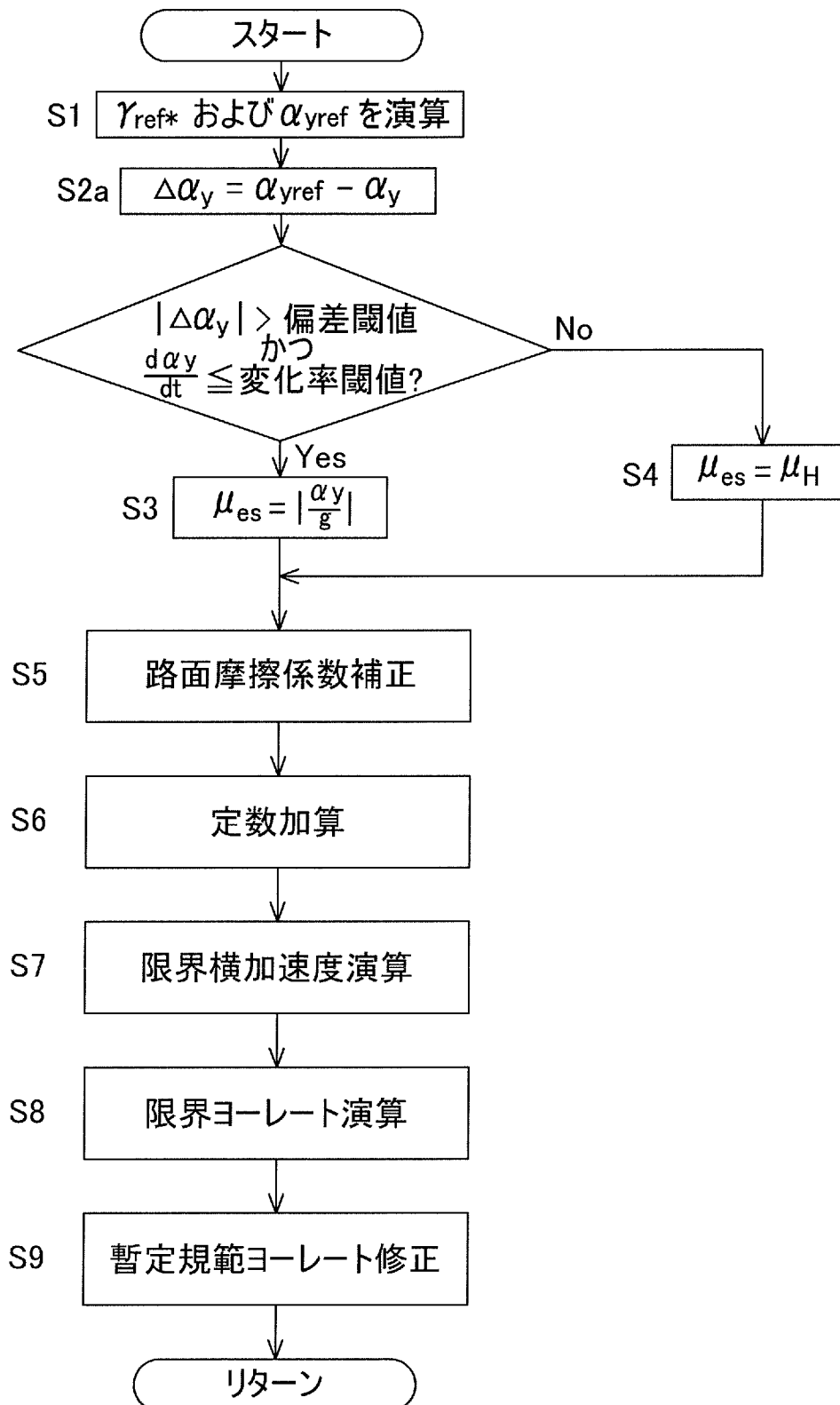
前記規範ヨーレートが定められた前記限界ヨーレートより大きい

場合に、前記限界ヨーレートを用いて規範ヨーレートを修正するようにプログラムされたプロセッサとを備えた車両姿勢制御装置。

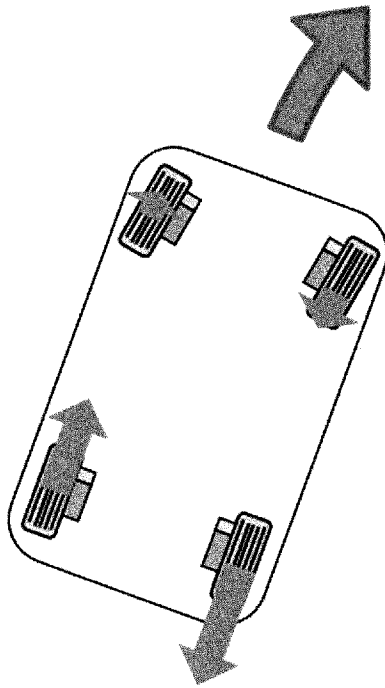
[図1]



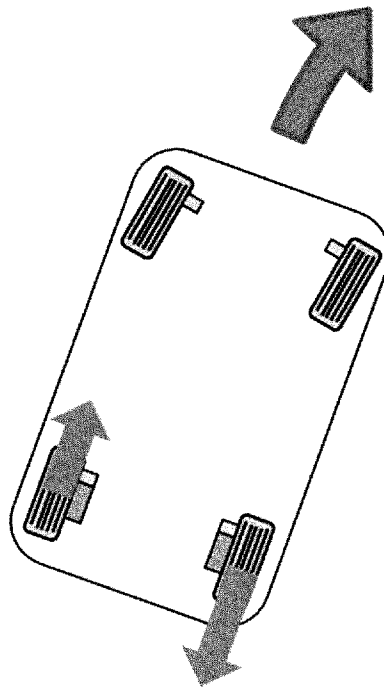
[図3]



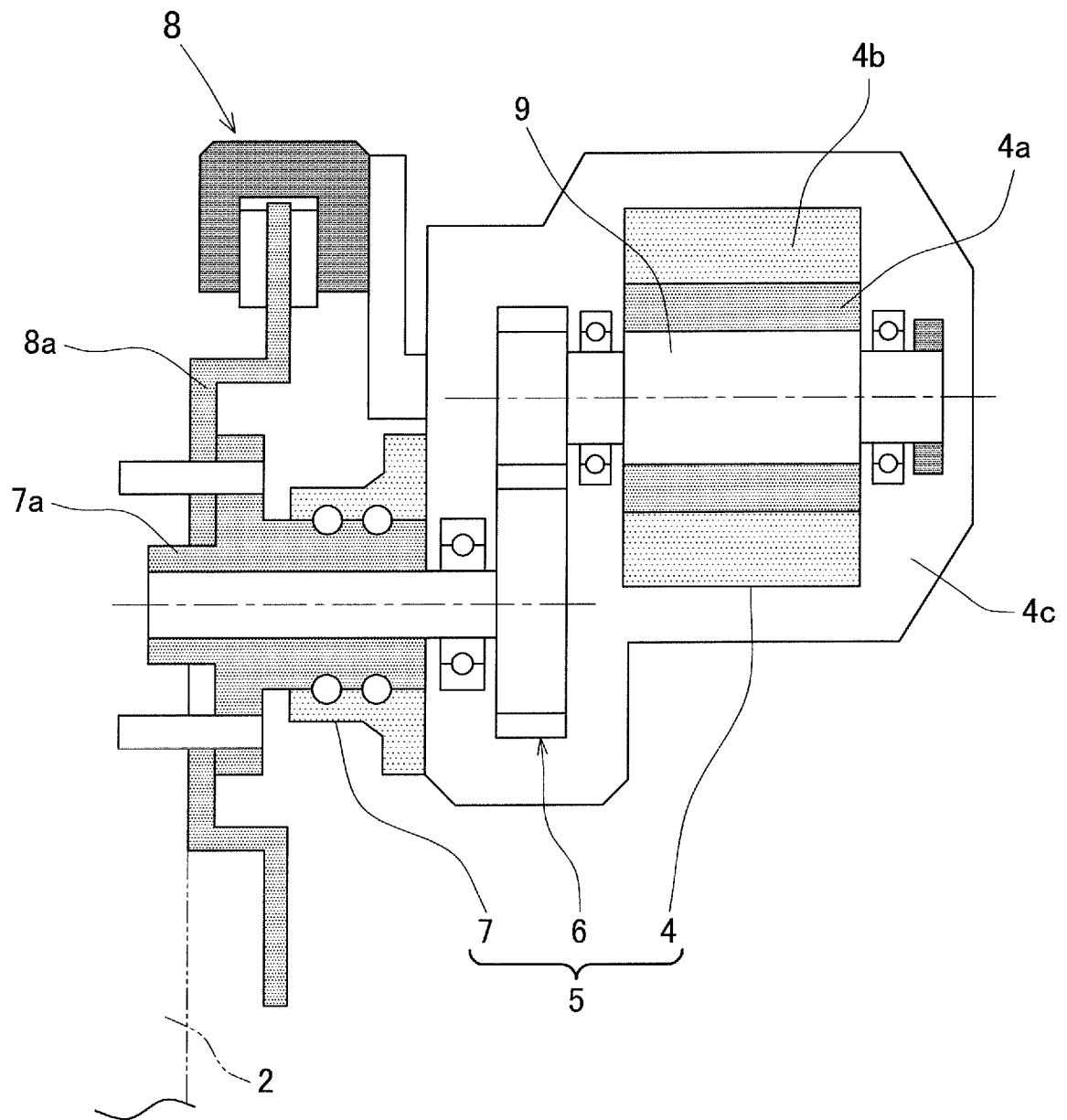
[図4A]



[図4B]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/051229

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60W40/114(2012.01)i, B60K17/356(2006.01)i, B60T8/172(2006.01)i,
B60T8/1755(2006.01)i, B60W10/08(2006.01)i, B60W10/119(2012.01)i,
B60W10/184(2012.01)i, B60W30/02(2012.01)i, B60W40/101(2012.01)i,
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60W10/00-50/16, B60L1/00-15/42, B60K17/00-17/36, F02D29/00-29/06,
B60T7/12-8/96

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
DWPI(Thomson Innovation)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2010-188918 A (Toyota Motor Corp.), 02 September 2010 (02.09.2010), paragraphs [0013] to [0016], [0018], [0024] to [0026]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1, 6 2-5
A	JP 2007-276564 A (Honda Motor Co., Ltd.), 25 October 2007 (25.10.2007), abstract; fig. 2 (Family: none)	1-6
A	JP 9-86378 A (Mitsubishi Motors Corp.), 31 March 1997 (31.03.1997), abstract; fig. 3 to 5 (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 March 2016 (10.03.16)

Date of mailing of the international search report
05 April 2016 (05.04.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/051229

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5078484 B2 (Nissin Kogyo Co., Ltd.), 21 November 2012 (21.11.2012), paragraphs [0051] to [0055]; fig. 6 to 7 (Family: none)	1-6
A	JP 2008-273289 A (Denso Corp.), 13 November 2008 (13.11.2008), paragraph [0054]; fig. 4 (Family: none)	1-6
A	US 2011/0251749 A1 (Chris SCHWARZ), 13 October 2011 (13.10.2011), abstract; fig. 1 (Family: none)	1-6
A	GB 2435102 A (FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC), 15 August 2007 (15.08.2007), abstract; fig. 3 & DE 102007003397 A	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/051229

Continuation of A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
(International Patent Classification (IPC))

B60W40/109(2012.01)i

(According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B60W40/114(2012.01)i, B60K17/356(2006.01)i, B60T8/172(2006.01)i, B60T8/1755(2006.01)i, B60W10/08(2006.01)i, B60W10/119(2012.01)i, B60W10/184(2012.01)i, B60W30/02(2012.01)i, B60W40/101(2012.01)i, B60W40/109(2012.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B60W10/00-50/16, B60L1/00-15/42, B60K17/00-17/36, F02D29/00-29/06, B60T7/12-8/96

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

DWPI (Thomson Innovation)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2010-188918 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.09.02, 段落 [0013]-[0016], [0018], [0024]-[0026], 図 1-2 (ファミリーなし)	1, 6 2-5
A	JP 2007-276564 A (本田技研工業株式会社) 2007.10.25, 要約, 図 2 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 9-86378 A (三菱自動車工業株式会社) 1997.03.31, 要約, 図 3-5 (ファミリーなし)	1-6

☑ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.03.2016

国際調査報告の発送日

05.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小原 一郎

3Z

3021

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 5078484 B2 (日信工業株式会社) 2012. 11. 21, 段落 [0051]-[0055], 図 6-7 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2008-273289 A (株式会社デンソー) 2008. 11. 13, 段落[0054], 図 4 (ファミリーなし)	1-6
A	US 2011/0251749 A1 (Chris SCHWARZ) 2011. 10. 13, 要約, 図 1 (フ ァミリーなし)	1-6
A	GB 2435102 A (FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC) 2007. 08. 15, 要約, 図 3 & DE 102007003397 A	1-6