

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7304246号  
(P7304246)

(45)発行日 令和5年7月6日(2023.7.6)

(24)登録日 令和5年6月28日(2023.6.28)

(51)国際特許分類		F I	
B 6 0 W	30/045 (2012.01)	B 6 0 W	30/045
B 6 2 D	17/00 (2006.01)	B 6 2 D	17/00
F 1 6 H	48/22 (2006.01)	F 1 6 H	48/22
F 1 6 H	48/34 (2012.01)	F 1 6 H	48/34
F 1 6 H	48/26 (2006.01)	F 1 6 H	48/26

請求項の数 5 (全16頁)

(21)出願番号	特願2019-164183(P2019-164183)	(73)特許権者	000005348 株式会社SUBARU 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
(22)出願日	令和1年9月10日(2019.9.10)	(74)代理人	100123696 弁理士 稲田 弘明
(65)公開番号	特開2021-41775(P2021-41775A)	(74)代理人	100100413 弁理士 渡部 温
(43)公開日	令和3年3月18日(2021.3.18)	(72)発明者	大和田 法臣 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社SUBARU内
審査請求日	令和4年8月24日(2022.8.24)	(72)発明者	塩野谷 晋 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社SUBARU内
		(72)発明者	川口 智之 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 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】

右側車輪及び左側車輪に駆動力を伝達するとともに前記右側車輪と前記左側車輪との差動を許容する差動機構と、

前記差動機構に設けられ前記差動を制限する差動制限機構と、

前記右側車輪及び前記左側車輪のトーとキャンバとの少なくとも一方をアクチュエータにより左右独立して変化させる車輪変位機構と、

車両の旋回状態を検出する旋回状態検出部と、

前記右側車輪と前記左側車輪のスリップ状態を検出するスリップ状態検出部と、

車両が旋回状態であり、所定以上の駆動力が前記差動機構に伝達されており、かつ前記右側車輪と前記左側車輪とのうち旋回内輪にスリップ状態が発生していない場合に、前記旋回内輪の前記トーと前記キャンバとの少なくとも一方を変位させて前記旋回内輪のスリップ率を増加させる制御部と、

を備えること

を特徴とする車両制御装置。

【請求項2】

前記車輪変位機構は、前記右側車輪と前記左側車輪との舵角を左右独立して変化させる機構であり、

前記制御部は、前記旋回内輪をトーアウト側にステアすることによって前記旋回内輪のスリップ率を増加させる

こと

を特徴とする請求項 1 に記載の車両制御装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記旋回内輪のトーアウト側へのステア量を、前記旋回内輪のスリップ率が所定値以上となるよう設定する

こと

を特徴とする請求項 2 に記載の車両制御装置。

【請求項 4】

ドライバの操舵操作量を検出する操舵操作量検出部と、

ドライバの要求トルクを検出する要求トルク検出部とを有し、

前記制御部は、前記操舵操作量及び前記要求トルクがそれぞれ所定の閾値以上である場合にのみ前記旋回内輪のスリップ率を増加させる制御を行う

こと

を特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の車両制御装置。

【請求項 5】

車両の目標となる旋回状態を算出する目標旋回状態算出部と、

車両の実際の旋回状態を検出する旋回状態検出部とを有し、

前記制御部は、前記目標となる旋回状態と前記実際の旋回状態との差分が所定値以上である場合に前記旋回内輪のスリップ率を増加させる制御を行う

こと

を特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の車両制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車等の車両の旋回状態を制御する車両制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

四輪の乗用車等の自動車は、通常ドライバからの操舵操作等に応じて、前二輪の舵角を変化（ステア）させることにより、タイヤにスリップアングルを発生させ、タイヤが発生する横力（コーナリングフォース）から得られるヨーモーメントにより車両を旋回させる。

また、旋回開始時における応答性や、定常旋回時における安定性を向上するため、後輪を前輪と逆相又は同相に操舵する各種の四輪操舵機構が提案されている。

【0003】

さらに、近年では左右の車輪の舵角を独立して制御可能な操舵機構が提案されている。

車両の左右独立操舵に関する従来技術として、例えば特許文献 1 には、ジャッキアップ現象による車体ロール時の車体上方移動を抑制するため、車体がロールしていることが検出された場合に、全輪独立操舵制御手段を用いて左右前輪又は左右後輪の少なくとも一方をトーアウト側へステアすることが記載されている。

特許文献 2 には、左右の前後輪の舵角を独立して制御可能なステアバイワイヤ式の 4 輪操舵装置を有する車両において、通常時には操舵操作に応じて前後輪を同相にステアするとともに、左右輪が接する路面の摩擦係数が異なった状態での加減速時に、左右の舵角を独立して制御することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2005 - 306249 号公報

特開 2007 - 290508 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

20

30

40

50

エンジン、モータ等の走行用動力源の出力を左右車輪に伝達する動力伝達機構には、例えば旋回時の左右車輪の回転速度差を許容する差動機構（ディファレンシャル）が設けられている。

また、このような差動機構に、限界走行時の駆動力（トラクション）向上のため、左右車輪の動力伝達機構を相互に拘束して差動を制限する差動制限機構（リミテッドスリップディファレンシャル、LSD）を設けることが知られている。

しかし、このような差動制限機構は、原理的に回転速度が高速である側から低速である側へトルクが移動する性質（トルクバイアス）を有するため、タイヤのスリップ率が比較的小さい通常の旋回時には、回転速度が遅い旋回内輪側の駆動力が旋回外輪側の駆動力よりも大きくなる傾向がある。このような駆動力差は、車両の旋回方向とは逆方向へのヨーモーメントを発生させることから、車両の運動性が低下（アンダーステア傾向が促進）されてしまう。

10

上述した問題に鑑み、本発明の課題は、差動制限機構を有する車両の運動性を向上した車両制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、以下のような解決手段により、上述した課題を解決する。

請求項1に係る発明は、右側車輪及び左側車輪に駆動力を伝達するとともに前記右側車輪と前記左側車輪との差動を許容する差動機構と、前記差動機構に設けられ前記差動を制限する差動制限機構と、前記右側車輪及び前記左側車輪のトーとキャンバとの少なくとも一方をアクチュエータにより左右独立して変化させる車輪変位機構と、車両の旋回状態を検出する旋回状態検出部と、前記右側車輪と前記左側車輪のスリップ状態を検出するスリップ状態検出部と、車両が旋回状態であり、所定以上の駆動力が前記差動機構に伝達されており、かつ前記右側車輪と前記左側車輪のうち旋回内輪にスリップ状態が発生していない場合に、前記旋回内輪の前記トーと前記キャンバとの少なくとも一方を変位させて前記旋回内輪のスリップ率を増加させる制御部と、を備えることを特徴とする車両制御装置である。

20

これによれば、旋回内輪のトー、キャンバの少なくとも一方を変位させてタイヤ作用力が摩擦円限界を超過する状態とし、スリップ率が増加したスリップ状態とすることにより、差動制限機構が旋回内輪側から旋回外輪側へトルクを移動させて旋回外輪の駆動力が旋回内輪の駆動力よりも大きい状態とすることができる。

30

これにより、左右車輪の駆動力差が車両の旋回を促進する方向のヨーモーメントを発生するため、車両の旋回性能を向上することができる。

【0007】

請求項2に係る発明は、前記車輪変位機構は、前記右側車輪と前記左側車輪との舵角を左右独立して変化させる機構であり、前記制御部は、前記旋回内輪をトーアウト側にステアすることによって前記旋回内輪のスリップ率を増加させることを特徴とする請求項1に記載の車両制御装置である。

これによれば、いわゆる4輪操舵機能を有する車両の後輪操舵機構を利用し、比較的汎用性のあるデバイスを利用して本発明を実車に容易に適用することができる。

40

【0008】

請求項3に係る発明は、前記制御部は、前記旋回内輪のトーアウト側へのステア量を、前記旋回内輪のスリップ率が所定値以上となるよう設定することを特徴とする請求項2に記載の車両制御装置である。

これによれば、旋回内輪を確実にスリップ状態に移行させて上述した効果を確実に得ることができる。

【0009】

請求項4に係る発明は、ドライバの操舵操作量を検出する操舵操作量検出部と、ドライバの要求トルクを検出する要求トルク検出部とを有し、前記制御部は、前記操舵操作量及び前記要求トルクがそれぞれ所定の閾値以上である場合にのみ前記旋回内輪のスリップ率

50

を増加させる制御を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の車両制御装置である。

これによれば、ドライバが駆動トルクによりヨーモーメントを利用して旋回性能を向上させたいと意図する場合に、ドライバの意図に忠実な車両の制御を行うことができる。

【0010】

請求項 5 に係る発明は、車両の目標となる旋回状態を算出する目標旋回状態算出部と、車両の実際の旋回状態を検出する旋回状態検出部とを有し、前記制御部は、前記目標となる旋回状態と前記実際の旋回状態との差分が所定値以上である場合に前記旋回内輪のスリップ率を増加させる制御を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の車両制御装置である。

10

これによれば、実際の旋回状態が目標となる旋回状態から乖離した場合に旋回内輪をスリップ状態とする制御を行うことにより、車両の実際の旋回状態を目標とする旋回状態に近付け、ライントレース性に優れた良好な操縦安定性を得ることができる。

【発明の効果】

【0011】

以上説明したように、本発明によれば、差動制限機構を有する車両の運動性を向上した車両制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】本発明を適用した車両制御装置の第 1 実施形態を有する車両の駆動系の構成を模式的に示す図である。

20

【図 2】第 1 実施形態の車両におけるリアサスペンションの外観斜視図である。

【図 3】第 1 実施形態の車両制御装置における制御システムの構成を模式的に示すブロック図である。

【図 4】差動制限機構を有する車両の旋回時のタイヤ横力、タイヤ駆動力、車体のヨーモーメントの状態を模式的に示す図であって、旋回内輪がスリップ状態ではない状態を示している。

【図 5】差動制限機構を有する車両の旋回時のタイヤ横力、タイヤ駆動力、車体のヨーモーメントの状態を模式的に示す図であって、旋回内輪がスリップ状態である状態を示している。

30

【図 6】第 1 実施形態の車両制御装置における旋回時の内輪スリップ制御を示すフローチャートである。

【図 7】第 1 実施形態の車両制御装置における旋回時の後輪周辺部の状態を模式的に示す図であって、旋回内輪がスリップ状態ではない状態を示す図である。

【図 8】第 1 実施形態の車両制御装置における旋回時の後輪周辺部の状態を模式的に示す図であって、旋回内輪がスリップを開始した状態を示す図である。

【図 9】第 1 実施形態の車両制御装置における旋回時の後輪周辺部の状態を模式的に示す図であって、旋回内輪がスリップ状態であり定常的なトルク旋回に移行した状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0013】

<第 1 実施形態>

以下、本発明を適用した車両制御装置の第 1 実施形態について説明する。

第 1 実施形態の車両制御装置は、例えば、乗用車等の自動車に搭載されるものである。

図 1 は、第 1 実施形態の車両制御装置を有する車両の駆動系の構成を模式的に示す図である。

【0014】

図 1 に示すように、車両 1 は、左前輪  $W_{f1}$ 、右前輪  $W_{fr}$ 、左後輪  $W_{r1}$ 、右後輪  $W_{rr}$  を有する 4 輪の乗用車である。

左前輪  $W_{f1}$ 、右前輪  $W_{fr}$  は、周知の電動パワーステアリング装置を有する操舵装置

50

により、ドライバからの操舵操作、あるいは、自動運転装置、運転支援装置からの操舵指令値に応じて、左右連動してステアされる。

左後輪  $W_{r1}$ 、右後輪  $W_{r2}$  は、左右独立した後輪操舵機構により、独立してステア可能となっている。

この点に関しては、後に詳しく説明する。

#### 【0015】

車両1は、センターディファレンシャル2、フロントディファレンシャル3、リアディファレンシャル4を備えている。

センターディファレンシャル2は、例えばエンジン、モータジェネレータ等の走行用動力源が発生する出力を、フロントディファレンシャル3、リアディファレンシャル4に伝達する動力伝達機構である。

10

センターディファレンシャル2は、フロントディファレンシャル3、リアディファレンシャル4の回転速度差を許容する差動機構を備えている。

また、この差動機構は、回転速度差を規制する差動制限機構（リミテッドスリップディファレンシャル：LSD）を有する。

差動制限機構として、例えば、前輪側の出力部と後輪側の出力部とを相互に拘束する締結状態と、拘束を解除した開放状態とを切替可能であるとともに、締結状態における締結力を制御可能な油圧式あるいは電磁式などの湿式多板クラッチ（トランスファクラッチ141）を用いることができる。

#### 【0016】

20

フロントディファレンシャル3は、センターディファレンシャル2から伝達される動力を、ドライブシャフトを介して左前輪  $W_{f1}$ 、右前輪  $W_{f2}$  に伝達する動力伝達機構である。

フロントディファレンシャル3は、左前輪  $W_{f1}$ 、右前輪  $W_{f2}$  の回転速度差（差動）を許容する差動機構を備えている。

#### 【0017】

リアディファレンシャル4は、センターディファレンシャル2から伝達される動力を、ドライブシャフトを介して左後輪  $W_{r1}$ 、右後輪  $W_{r2}$  に伝達する動力伝達機構である。

リアディファレンシャル4は、左後輪  $W_{r1}$ 、右後輪  $W_{r2}$  の回転速度差（差動）を許容する差動機構を備えている。

30

#### 【0018】

フロントディファレンシャル3、リアディファレンシャル4の差動機構は、例えば左右一方の車輪のスリップ時等に、左右車輪の回転速度差を規制する差動制限機構（LSD）を有する。

これらの差動制限機構として、例えば、左右車輪の回転速度差に応じて多板クラッチのクラッチプレートを押圧するカム機構を有する機械式LSDを用いることができる。

機械式LSDは、左右車輪の一方がスリップ状態となったときに、多板クラッチを締結して左右車輪の回転速度差を制限する。

また、LSDは、回転速度が速い側の車輪から、回転速度が遅い側の車輪へトルクを移動（トルクバイアス）させる特性を有する。例えば、旋回時に旋回内輪にスリップが生じた場合（タイヤのスリップ率が通常の旋回時よりも高い状態である場合）には、旋回内輪側から旋回外輪側へのトルクの移動が生じ、旋回外輪側の駆動力が旋回内輪側よりも大きくなる。

40

なお、スリップ率は、車体速度と車輪速度（周速）との差分を、車体速度で除することによって得られる値である。

#### 【0019】

次に、上述した後輪操舵機構の構成について説明する。

図2は、第1実施形態の車両におけるリアサスペンションの外観斜視図である。

図2は、左後輪のサスペンション装置を、斜め前方側かつ斜め上方側から見た状態を示している。

50

サスペンション装置 10 は、リアサブフレーム 11、ハウジング 12、ロワアーム 13、アップアーム 14、トレーリングアーム 15、トーコントロールアーム 16、ダンパスプリングユニット 17、スタビライザ 18、アクチュエータ 20 等を備えて構成されている。

【0020】

リアサブフレーム 11 は、図示しない車体の後部床下に取り付けられる構造部材である。

リアサブフレーム 11 には、各アーム類の車体側支点が設けられる。

リアサブフレーム 11 は、例えば、上方から見た平面視においてほぼ矩形状（井桁状）に形成され、前方左右、後方左右の 4 か所において、弾性体ブッシュを介して車体に締結されている。

10

【0021】

ハウジング 12 は、左後輪 Wr1 が締結される図示しないハブを回転可能に支持する図示しないハブベアリングが収容される部材である。

サスペンション装置 10 は、ハウジング 12 を車体及びリアサブフレーム 11 に対して、所定の軌跡に沿ってストローク可能に支持する機能を有する。

【0022】

ロワアーム 13 は、平面視において車幅方向にほぼ沿って配置され、ハウジング 12 の下部と、リアサブフレーム 11 との間にわたして設けられたリンク状の部材である。

アップアーム 14 は、平面視において車幅方向にほぼ沿いかつロワアーム 13 の上方側に設けられ、ハウジング 12 の上部と、リアサブフレーム 11 との間にわたして設けられたリンク状の部材である。

20

ロワアーム 13、アップアーム 14 は、ハウジング 12 の主に車幅方向における位置決めを行うとともに、ストローク時における左後輪 Wr1 のキャンバ変化をコントロールする機能を有する。

【0023】

トレーリングアーム 15 は、平面視において車両前後方向にほぼ沿って配置され、ハウジング 12 の下部と、リアサブフレーム 11 との間にわたして設けられたリンク状の部材である。

トレーリングアーム 15 は、ハウジング 12 の主に車両前後方向における位置決めを行うとともに、ストローク時における左後輪 Wr1 を車幅方向から見たときの軌跡をコントロールする機能を有する。

30

【0024】

トーコントロールアーム 16 は、平面視において車幅方向にほぼ沿って配置され、ハウジング 12 の前部と、リアサブフレーム 11 との間にわたして設けられたリンク状の部材である。

トーコントロールアーム 16 は、ハウジング 12 の主にトー角（鉛直軸回りにおける角度位置）をコントロールする機能を有する。

【0025】

上述した各アームの両端部は、例えば弾性体ブッシュやボールジョイント（スフェリカルベアリング）を介して、リアサブフレーム 11 又はハウジング 12 に対して揺動可能に連結されている。

40

【0026】

ダンパスプリングユニット 17 は、ダンパとコイルスプリングとをユニット化したものである。

ダンパ（ショックアブソーバ）は、サスペンション装置 10 のストローク速度に応じた減衰力を発生する減衰要素である。

コイルスプリングは、ダンパの外径側にダンパと同心に設けられ、サスペンション装置 10 のストローク量に応じたばね反力を発生する。

ダンパスプリングユニット 17 の下端部は、ロワアーム 13 のハウジング 12 側の端部近傍に揺動可能に連結されている。

50

ダンパスプリングユニット 17 の上端部は、車体側に設けられた図示しないマウント部に締結される。

【0027】

スタビライザ 18 は、サスペンション装置 10 のストロークに左右差が発生した場合に、これを低減する方向への反力を発生して車体のロールを抑制するものである。

スタビライザ 18 は、ばね鋼からなる棒材により形成されたトーションバースプリングであるスタビライザバーの両端部を、左右のロワアーム 13 に図示しないリンクを介して連結して構成されている。

【0028】

トーコントロールアーム 16 の中間部には、トーコントロールアーム 16 の全長を伸縮させるアクチュエータ 20 が設けられている。

アクチュエータ 20 は、例えば、ボールねじ機構及びこれを駆動する電動モータ等を有する構成とすることができる。

アクチュエータ 20 は、後述する後輪操舵制御ユニット 150 からの指令に応じて伸縮する。

アクチュエータ 20 は、左後輪  $W_{r1}$ 、右後輪  $W_{r2}$  のトー角を左右独立して変位させることが可能な車輪変位機構である。

なお、以下の説明において、左右のサスペンション装置 10 にそれぞれ設けられたアクチュエータ 20 に、添字 L, R をそれぞれ付して説明する。

【0029】

次に、上述したアクチュエータ 20 (20L, 20R) を制御する制御システムの構成について説明する。

図 3 は、第 1 実施形態の車両制御装置における制御システムの構成を模式的に示すブロック図である。

第 1 実施形態の車両制御装置 100 は、車両運動制御ユニット 110、パワーステアリング制御ユニット 120、エンジン制御ユニット 130、トランスミッション制御ユニット 140、後輪操舵制御ユニット 150 等を有する。

これらの各ユニットは、例えば、CPU 等の情報処理部、RAM や ROM などの記憶部、入出力インターフェイス及びこれらを接続するバス等を有する。

また、各ユニットは、例えば CAN 通信システムなどの車載 LAN システムを介して、相互に通信可能となっている。

【0030】

車両運動制御ユニット 110 は、各ユニット及びセンサ類からの入力に基づいて車両の旋回状態を把握し、その結果に基づいて、後輪操舵制御ユニット 150 への指令値を決定するものである。

車両制御ユニット 110 は、パワーステアリング制御ユニット 120 から、前輪を操舵する操舵装置の現在の舵角 (ドライバの操舵操作量) に関する情報を取得する。

また、車両制御ユニット 110 は、エンジン制御ユニット 130 から、アクセル開度 (ドライバのアクセルペダル操作量) に関する情報を取得する。

【0031】

車両制御ユニット 110 には、ヨーレートセンサ 111、横 G センサ 112、車輪速センサ 113 が接続されている。

ヨーレートセンサ 111 は、車体の鉛直軸回りの回転角速度 (ヨーレート) を検出するものである。

横 G センサ 112 は、車体に車幅方向に作用する加速度を検出するものである。

ヨーレートセンサ 111、横 G センサ 112 は、後述する舵角センサ 121 と協働して車両の旋回状態を検出する旋回状態検出部として機能する。

車輪速センサ 113 は、各車輪の回転速度を個別に検出するものである。

車輪速センサ 113 が検出する各車輪の回転速度を比較することにより、特定の車輪のスリップ率を推定することが可能である。

10

20

30

40

50

車輪速センサ 1 1 3 は、スリップ状態検出部としての機能を有する。

【 0 0 3 2 】

パワーステアリング制御ユニット 1 2 0 は、左前輪  $W f l$ 、右前輪  $W f r$  を操舵する操舵機構に設けられる電動パワーステアリング装置を統括的に制御するものである。

パワーステアリング制御ユニット 1 2 0 には、舵角センサ 1 2 1 が接続されている。

舵角センサ 1 2 1 は、ドライバが操舵操作を入力するステアリングホイールが接続されたステアリングシャフトの回転角度を検出する角度エンコーダを有する。

舵角センサ 1 2 1 が検出する舵角は、ドライバからの操舵操作量とほぼ一致する。

【 0 0 3 3 】

エンジン制御ユニット 1 3 0 は、車両の走行用動力源であるエンジン及びその補機類を統括的に制御するものである。

エンジン制御ユニット 1 3 0 には、アクセル開度センサ 1 3 1 が接続されている。

アクセル開度センサ 1 3 1 は、ドライバが加速要求を入力する図示しないアクセルペダルの操作量（踏み量）を検出するものである。

エンジン制御ユニット 1 3 0 は、アクセル開度センサ 1 3 1 の出力等に基づいてドライバ要求トルクを設定し、エンジンが実際に発生する実トルクがドライバ要求トルクと一致するように、エンジンの出力調整を行う。

【 0 0 3 4 】

トランスミッション制御ユニット 1 4 0 は、エンジンの出力回転を変速してセンターディファレンシャル 2 に伝達する変速機及びその補機類を統括的に制御するものである。

変速機として、例えばチェーン式の無段変速機を用いることができる。

また、トランスミッション制御ユニット 1 4 0 は、センターディファレンシャル 2 に設けられるトランスファクラッチ 1 4 1 の締結力（拘束力）を制御する機能を有する。

【 0 0 3 5 】

後輪操舵制御ユニット 1 5 0 は、車両運動制御ユニット 1 1 0 からの指令に応じて、左後輪  $W r l$ 、右後輪  $W r r$  をそれぞれ転舵する左側アクチュエータ 2 0 L、右側アクチュエータ 2 0 R を駆動させるものである。

【 0 0 3 6 】

第 1 実施形態のように、フロントディファレンシャル 3、リアディファレンシャル 4 に差動制限機構を有する車両においては、以下説明するように、差動制限機構による左右車輪間のトルクの移動により、旋回性能に影響が発生する場合がある。

図 4 は、差動制限機構を有する車両の旋回時のタイヤ横力、タイヤ駆動力、車体のヨーモーメントの状態を模式的に示す図であって、旋回内輪がスリップ状態ではない状態を示している。

通常の旋回状態においては、旋回外輪のほうが旋回内輪よりも走行距離が大きくなることから、差動制限機構が拘束された場合、旋回外輪側から旋回内輪側へのトルクの移動が発生する。

このため、図 4 に示す左旋回状態においては、左前輪  $W f l$  の駆動力  $T f l$  は、右前輪  $W f r$  の駆動力  $T f r$  よりも大きくなり、左後輪  $W r l$  の駆動力  $T r l$  は、右後輪  $W r r$  の駆動力  $T r r$  よりも大きくなる。

車両は左旋回により図 4 においては反時計回りにヨー運動をすることになるが、このような左右車輪の駆動力差は、旋回を妨げる時計回りのヨーモーメントを発生させてしまい、これにより車両の旋回性能が損なわれてしまう。

図 4 において、操舵により発生する前輪のスリップアングルにより発生するヨーを  $Y s t$ 、前輪の左右駆動力差により発生するヨーを  $Y f t$ 、後輪の左右駆動力差により発生するヨーを  $Y r t$  として図示する。

また、車体に作用する横  $G$ （遠心力）を  $G y$ 、前輪、後輪のタイヤ発生横力を  $L F f$ 、 $L F r$  として図示する。

【 0 0 3 7 】

図 5 は、差動制限機構を有する車両の旋回時のタイヤ横力、タイヤ駆動力、車体のヨー

10

20

30

40

50

モーメントの状態を模式的に示す図であって、旋回内輪がスリップ状態である状態を示している。

旋回内輪である左前輪 $W_{fl}$ 、右前輪 $W_{fr}$ が、通常よりもスリップ率が大きいスリップ状態となり、その回転速度が旋回外輪である右前輪 $W_{fr}$ 、右後輪 $W_{rr}$ の回転速度を上回ると、フロントディファレンシャル3、リアディファレンシャル4の差動制限機構は、旋回内輪側から旋回外輪側へトルクを移動させる。

このため、図5に示す左旋回状態においては、右前輪 $W_{fr}$ の駆動力 $T_{fr}$ は、左前輪 $W_{fl}$ の駆動力 $T_{fl}$ よりも大きくなり、右後輪 $W_{rr}$ の駆動力 $T_{rr}$ は、右後輪 $W_{rr}$ の駆動力 $T_{rr}$ よりも大きくなる。

この場合、左右車輪の駆動力差は、いわゆるトルクベクタリングによる回頭性向上制御と同様に、旋回を促進する反時計回りのヨーモーメントを発生させ、これにより車両の旋回性能が向上する。

このような状態での旋回を、本明細書において、「トルク旋回」と称する。

#### 【0038】

第1実施形態の車両制御装置においては、旋回内輪側の後輪をトーアウト側に操舵してタイヤの摩擦円限界を超えさせることにより、当該車輪をスリップ状態として、車両をトルク旋回状態に移行させ、旋回性能を向上するトルク旋回制御を実行する。

図6は、第1実施形態の車両制御装置における旋回時のトルク旋回制御を示すフローチャートである。

以下、ステップ毎に順を追って説明する。

#### 【0039】

<ステップS01：舵角センサ出力検出>

車両運動制御ユニット110は、ステアリング制御ユニット120を介して舵角センサ121が検出した舵角に関する情報を取得する。

その後、ステップS02に進む。

#### 【0040】

<ステップS02：アクセル開度センサ出力検出>

車両運動制御ユニット110は、エンジン制御ユニット130を介して、アクセル開度センサ131が検出したアクセル開度を取得する。

その後、ステップS03に進む。

#### 【0041】

<ステップS03：車体状態量センサ出力検出>

車両運動制御ユニット110は、ヨーレートセンサ111、横Gセンサ112、車輪速センサ113がそれぞれ検出する車体ヨーレート、車体横G、各車輪の回転速度に関する情報を取得する。

その後、ステップS04に進む。

#### 【0042】

<ステップS04：旋回状態判定>

車両運動制御ユニット110は、舵角、車体ヨーレート、車体横Gなどから、車両が旋回状態にあるか否かを判別する。

例えば、これらの値がそれぞれ設定された閾値以上である場合に、旋回状態判定を成立させることができる。

旋回状態判定が成立した場合ステップS05に進み、その他の場合は一連の処理を終了（リターン）する。

#### 【0043】

<ステップS05：旋回方向判定>

車両運動制御ユニット110は、舵角、ヨーレート、横Gの極性（方向）に基づいて、車輪の旋回方向を判定する。

旋回方向の判定成立後、ステップS06に進む。

#### 【0044】

10

20

30

40

50

## &lt;ステップS06：内輪スリップ判定&gt;

車両運動制御ユニット110は、車速センサ113が検出する左後輪 $W r l$ の回転速度と、右後輪 $W r r$ の回転速度とに基づいて、旋回内輪（例えば、左旋回である場合は左後輪 $W r l$ ）のスリップ率が所定以上高くなるスリップ状態となっているか否かを判別する。

例えば、左後輪 $W r l$ の回転速度と右後輪 $W r r$ の回転速度との差分が、予め設定された閾値以上である場合に、内輪スリップ判定を成立させる。

内輪スリップ判定が成立した場合は一連の処理を終了（リターン）し、不成立である場合（旋回内輪がグリップ状態である場合）はステップS07に進む。

## 【0045】

## &lt;ステップS07：トルク旋回制御実行条件判定&gt;

車両運動制御ユニット110は、旋回内輪をスリップさせてトルク旋回状態へ推移させるべきトルク旋回制御実行条件が充足したか否かを判別する。

例えば、舵角センサ121が検出する旋回方向への舵角（ドライバによる操舵操作量）が所定の閾値以上であり、かつ、アクセル開度センサ131が検出するアクセル開度（ドライバによるアクセル操作量）が所定の閾値以上である場合に、トルク旋回制御実行条件が充足したものと判定することができる。

トルク旋回制御実行条件が充足した場合はステップS08に進み、充足しない場合は一連の処理を終了（リターン）する。

## 【0046】

## &lt;ステップS08：後輪操舵量算出&gt;

車両運動制御ユニット110は、旋回内輪（左旋回の場合左後輪 $W r l$ ）をステアして、横力（コーナリングフォース） $C F r l$ と駆動力 $T r l$ とのベクトル和 $V S r l$ （図7乃至9参照）がタイヤの摩擦円限界を超過するために必要な後輪操舵量（舵角）を算出する。

例えば、後輪操舵量は、車両の旋回状態を示すパラメータ（車速、前輪舵角、ヨーレート、横Gなど）、及び、現在旋回内輪に伝達されているトルクの推定値などから、実験的あるいはシミュレーションにより生成したテーブル等を利用して算出することができる。

また、路面摩擦係数の推定値が利用可能な場合には、この値も考慮して後輪操舵量を設定することが好ましい。

後輪操舵量は、旋回内輪のスリップ率が所定の閾値以上となるスリップ状態に維持可能なことを考慮して設定される。

後輪駆動量の算出後、ステップS09に進む。

## 【0047】

## &lt;ステップS09：アクチュエータ駆動&gt;

車両運動制御ユニット110は、ステップS08において算出した後輪操舵量を、後輪操舵制御ユニット150に指令する。

指令を受けた後輪操舵制御ユニット150は、旋回内輪側のアクチュエータ20を伸長させて、旋回内輪をトーアウト側へ、指令された後輪操舵量だけステアさせる。

このとき、車両運動制御ユニット110は、リアディファレンシャル4へ入力されるトルクを増加させてトルク旋回の効果を確保するため、トランスミッション制御ユニット140に指令を与え、トランスファクラッチ141を締結状態に保持させる。

その後、一連の処理を終了（リターン）する。

## 【0048】

以下、上述した旋回内輪側の後輪ステアの前後における後輪周辺部の状態について説明する。

以下、左旋回の場合を例にとって説明する。

図7は、第1実施形態の車両制御装置における旋回時の後輪周辺部の状態を模式的に示す図であって、旋回内輪がスリップ状態ではない状態を示す図である。

この状態では、左後輪 $W r l$ のコーナリングフォース $C F r l$ と駆動力 $T r l$ とのベクトル和 $V S r l$ は、破線で示す摩擦円の内側に収まっている。

10

20

30

40

50

図7に示す状態では、上述した図4と同様に、旋回内輪である左後輪 $W_{r1}$ のスリップ率が小さい状態（グリップ状態）であり、その結果右後輪 $W_{r2}$ 側から左後輪 $W_{r1}$ 側へのトルク移動が発生し、左後輪 $W_{r1}$ と右後輪 $W_{r2}$ との駆動力差（ $T_{r1} - T_{r2}$ ）により、車両の旋回を妨げる方向（図7における時計回り）のヨーモーメントが発生してしまう。

【0049】

図8は、第1実施形態の車両制御装置における旋回時の後輪周辺部の状態を模式的に示す図であって、旋回内輪がスリップを開始した状態を示す図である。

上述したトルク旋回制御実行条件が充足し、左後輪 $W_{r1}$ のトーアウト側へのステアが行われると、左後輪 $W_{r1}$ のスリップアングルが増加して、タイヤが発生するコーナリングフォース $C_{F_{r1}}$ が増加する。

10

その結果、左後輪 $W_{r1}$ のコーナリングフォース $C_{F_{r1}}$ と駆動力 $T_{r1}$ とのベクトル和 $V_{S_{r1}}$ は、摩擦円限界を超過する。

これにより、左後輪 $W_{r1}$ はスリップ率が増加し、スリップ状態に移行する。

【0050】

図9は、第1実施形態の車両制御装置における旋回時の後輪周辺部の状態を模式的に示す図であって、旋回内輪がスリップ状態であり定常的なトルク旋回に移行した状態を示す図である。

図8において説明したように、左後輪 $W_{r1}$ のスリップが始まることにより、左後輪 $W_{r1}$ の回転速度は、右後輪 $W_{r2}$ の回転速度よりも高速となる。

20

これにより、リアディファレンシャル4では、左後輪 $W_{r1}$ 側から右後輪 $W_{r2}$ 側へのトルク移動（トルクバイアス）が開始され、右後輪 $W_{r2}$ の駆動力 $T_{r2}$ は、左後輪 $W_{r1}$ の駆動力 $T_{r1}$ よりも大きい状態となる。

この駆動力差は、車両の旋回を促進する方向（図9における反時計回り）のヨーモーメントを発生させ、車両をトルク旋回状態に移行させる。

このとき、車両は、タイヤのスリップアングルに応じて発生するコーナリングフォースにより得られるヨーモーメント以上のヨーモーメントを発生することが可能となり、旋回性能（特に回頭性）が向上する。

【0051】

以上説明したように、第1実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

30

(1) 旋回内輪のトーを変位させてタイヤ作用力が摩擦円限界を超過する状態とし、スリップ率が増加したスリップ状態とすることにより、差動制限機構が旋回内輪側から旋回外輪側へトルクを移動させて旋回外輪の駆動力が旋回内輪の駆動力よりも大きい状態とすることができる。

これにより、左右車輪の駆動力差が車両の旋回を促進する方向のヨーモーメントを発生するため、車両の旋回性能を向上することができる。

(2) 旋回内輪のスリップ状態を、後輪への舵角付与により行うことにより、いわゆる4輪操舵機能を有する車両の後輪操舵機構を利用し、比較的汎用性のあるデバイスを利用して本発明を実車に容易に適用することができる。

(3) 旋回内輪のステア量を、スリップ率が所定値以上となるように設定することにより、旋回内輪を確実にスリップ状態に移行させて上述した効果を確実に得ることができる。

40

(4) ドライバの操舵操作量、アクセル操作量がそれぞれ所定値以上である場合にトルク旋回制御を実行することにより、ドライバが旋回性能を向上させたいとする意図に忠実な車両の制御を行うことができる。

【0052】

< 第2実施形態 >

次に、本発明を適用した車両制御装置の第2実施形態について説明する。

第2実施形態において、上述した第1実施形態と共通する箇所には同じ符号を付して説明を省略し、主に相違点について説明する。

【0053】

50

第2実施形態においては、ステップS07において、車両の目標となるヨーレートと、実際のヨーレートとを比較し、その差分が所定の閾値以上アンダーステア傾向（実ヨーレートが目標ヨーレートよりも小さい）場合に、トルク旋回制御条件が成立したものとし、旋回内輪をステアしてスリップ状態に移行させ、トルク旋回を行う制御を実行している。

車両の目標となるヨーレートは、例えば、車両の数値解析モデルを用いて、車速、前輪舵角などから算出することが可能である。

また、実際のヨーレートは、ヨーレートセンサ111によって検出することが可能である。

【0054】

以上説明した第2実施形態によれば、上述した第1実施形態の効果と同様の効果（4項記載のものを除く）に代えて、実際の旋回状態が目標となる旋回状態から乖離した場合に旋回内輪をスリップ状態とする制御を行うことにより、車両の実際の旋回状態を目標とする旋回状態に近付け、ライントレース性に優れた良好な操縦安定性を得ることができる。

10

【0055】

（変形例）

本発明は、以上説明した実施形態に限定されることなく、種々の変形や変更が可能であって、それらも本発明の技術的範囲内である。

（1）車両制御装置及び車両の構成は、上述した各実施形態に限定されず、適宜変更することができる。

例えば、各実施形態においては、旋回内輪側の後輪を操舵してスリップ状態とし、トルク旋回状態へ移行させているが、本発明は左右の前輪を独立して舵角制御可能でありかつフロントディファレンシャルに差動制限機構を有する車両の前輪にも適用することが可能である。

20

（2）各実施形態において、車両は例えばセンター及び前後アクスルにディファレンシャルを有するフルタイムAWD（全輪駆動）車であったが、本発明は、後輪駆動車の後輪や、前輪駆動車の前輪にも適用することができる。

（3）各実施形態において、差動制限機構は、例えば、カム機構によりクラッチを圧着させる機械式LSDであったが、本発明はこれに限定されず、他の方式の差動制限機構を有する車両にも適用することができる。

例えば、トルク感応式などの異なった種類の機械式LSDや、締結力（拘束力）を電子制御可能な電制式LSD、流体の粘性を差動制限に用いるビスカスカップリング式LSDなど、異なった種類の差動制限機構を有する車両にも本発明は適用することができる。

30

（4）各実施形態では、旋回内輪をトーアウト側へステアすることによってスリップ率を増加させているが、スリップ率を増加させるための旋回内輪の変位のさせ方はこれに限らず、適宜変更することができる。

例えば、サスペンションのアップアーム等キャンバに影響を有する箇所をアクチュエータによって伸縮させ、旋回内輪のキャンバ角を変化させて接地面積を低減し、スリップ状態を形成してもよい。

【符号の説明】

【0056】

- 1 車両
- 2 センターディファレンシャル
- 3 フロントディファレンシャル
- 4 リアディファレンシャル
- 10 サスペンション装置
- 11 リアサブフレーム
- 12ハウジング
- 13 ロワアーム
- 14 アップアーム
- 15 トレーリングアーム
- 16 トーコントロールアーム
- 17 ダンパスプリングユニット
- 18 スタビライザ
- 20 (20L, 20R) アクチュエータ
- 100 車両制御装置
- 110 車両運動制御ユニット
- 111 ヨーレートセンサ
- 112 横Gセンサ

40

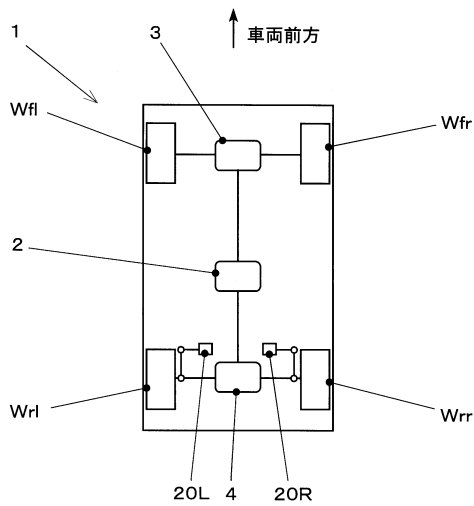
50

- 1 1 3 車輪速センサ
- 1 2 1 舵角センサ
- 1 3 1 アクセル開度センサ
- 1 4 1 トランスファクラッチ
- W f l 左前輪
- W r l 左後輪
- T f l 左前輪駆動力
- T r l 左後輪駆動力
- C F r l 左後輪コーナリングフォース
- C F r r 右後輪コーナリングフォース
- V S r l 左後輪ベクトル和
- F C 摩擦円
- 1 2 0 パワーステアリング制御ユニット
- 1 3 0 エンジン制御ユニット
- 1 4 0 トランスミッション制御ユニット
- 1 5 0 後輪操舵制御ユニット
- W f r 右前輪
- W r r 右後輪
- T f r 右前輪駆動力
- T r r 右後輪駆動力

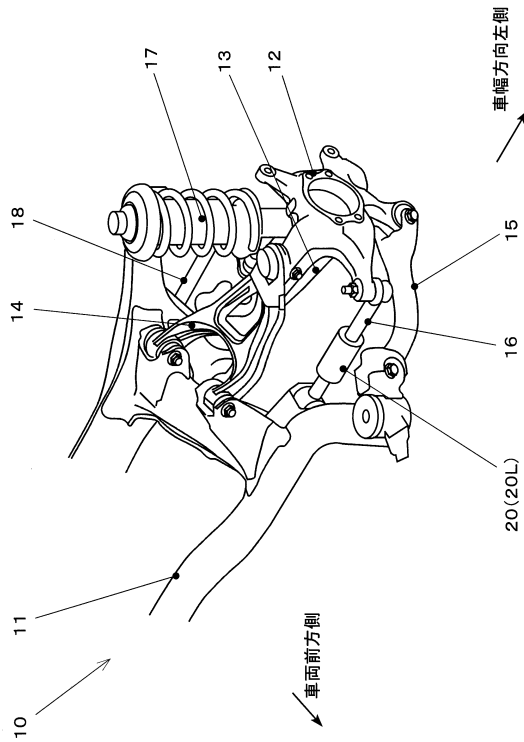
10

【図面】

【図 1】



【図 2】



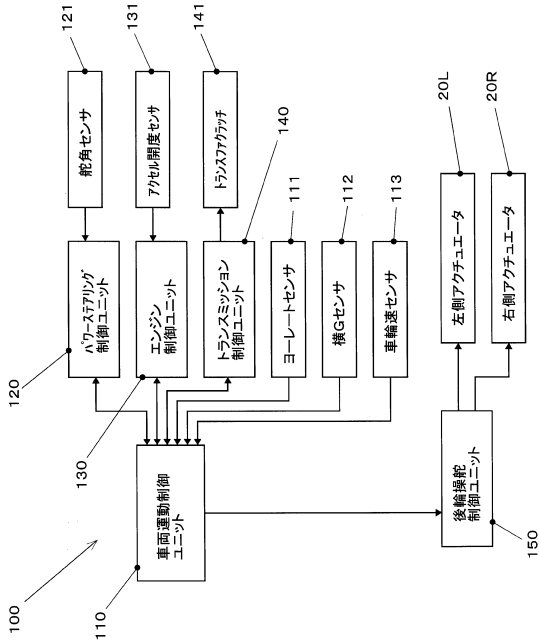
20

30

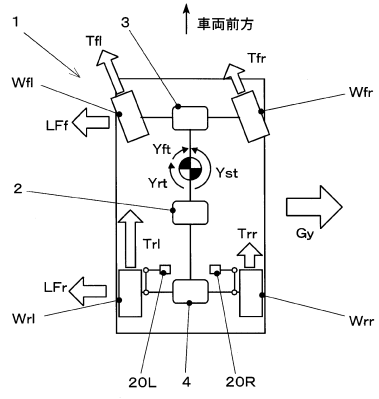
40

50

【図3】



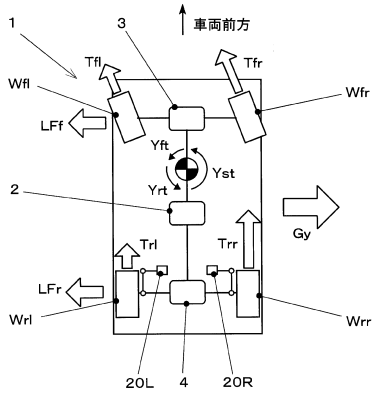
【図4】



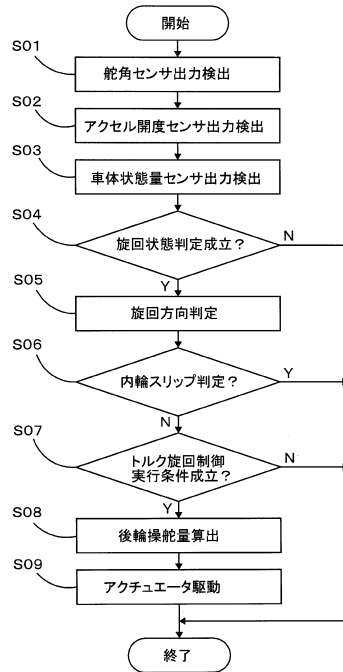
10

20

【図5】



【図6】

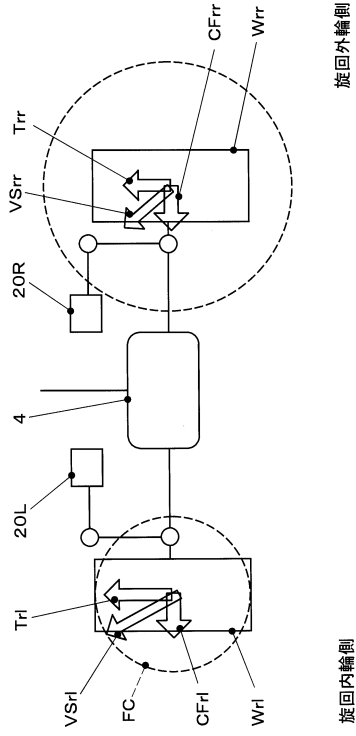


30

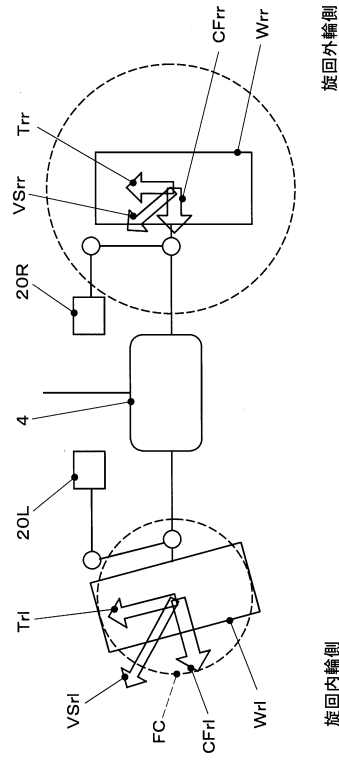
40

50

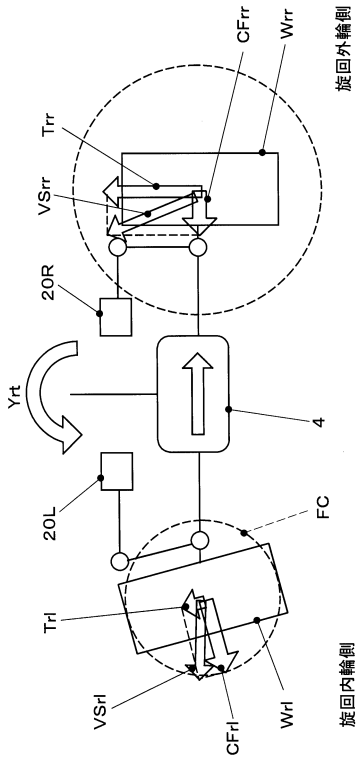
【図 7】



【図 8】



【図 9】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

株式会社SUBARU内

(72)発明者 岸川 昌寿

東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社SUBARU内

審査官 神田 泰貴

(56)参考文献 特開2009-234306(JP,A)

特開昭64-085879(JP,A)

特開2010-164080(JP,A)

特開2000-118219(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B62D 6/00 - 6/10

B60W 10/00 - 60/00