

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5801839号
(P5801839)

(45) 発行日 平成27年10月28日(2015.10.28)

(24) 登録日 平成27年9月4日(2015.9.4)

(51) Int.Cl.

F 1

B 6 0 K 1 7 / 3 4 8 (2 0 0 6 . 0 1)

B 6 0 K 1 7 / 3 4 8

B

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2013-69576 (P2013-69576)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成25年3月28日 (2013. 3. 28)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2014-189253 (P2014-189253A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成26年10月6日 (2014. 10. 6)	(74) 代理人	100077539
審査請求日	平成26年1月29日 (2014. 1. 29)		弁理士 飯塚 義仁
		(74) 代理人	100125265
			弁理士 貝塚 亮平
		(72) 発明者	二飯田 典久
			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	関 孝幸
			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】 四輪駆動車両の駆動力配分制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

駆動源からの駆動力を主駆動輪及び副駆動輪に伝達する駆動力伝達経路と、
前記駆動力伝達経路において前記駆動源と副駆動輪との間に配置された駆動力配分装置と、

を備えた四輪駆動車両において、

前記駆動源からの駆動力及び車両の走行状態に応じて前記副駆動輪に対する駆動力の基本配分を決定する基本配分決定部であって、

前記車両の前後方向の加速度と横方向の加速度とのベクトル合成値であるタイヤ要求加速度を算出し、該算出したタイヤ要求加速度が所定閾値を下回る過渡領域において、前記副駆動輪に対する前記基本配分の割合を零に至るまで、該タイヤ要求加速度の減少に伴い徐々に減少する特性で、基本配分調整信号を出力するタイヤ力限界判定部と、

前記副駆動輪に対する駆動力の前記基本配分を、前記タイヤ力限界判定部が出力する前記基本配分調整信号に応じた割合で調整する演算部と、を備える前記基本配分決定部と、

前記基本配分決定部が決定した前記基本配分に基づく前記副駆動輪への駆動力を、前記駆動力配分装置の入出力軸回転差の測定値と規範値との偏差に基づき、補正するサーボ制御部と

を備える四輪駆動車両の駆動力配分制御装置。

【請求項2】

前記サーボ制御部は、前記四輪駆動車両の操舵角、車速、ヨーレート及びスリップ角に基づいて前記主駆動輪の回転数理論値と前記副駆動輪の回転数理論値をそれぞれ求め、両回転数理論値に基づいて前記規範値を算出する手段を含む、請求項1の四輪駆動車両の駆動力配分制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、四輪駆動車両において前輪及び後輪への駆動力配分を制御する四輪駆動車両の駆動力配分制御装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

下記特許文献1においては、四輪駆動車両に作用する横加速度（横G）を検出し、横Gの増大に応じて後輪に対する駆動力配分を高め、走行安定性を高めることが開示されている。下記特許文献2においては、四輪駆動車両において走行状態に応じて前輪及び後輪への駆動力配分を制御することが開示されている。また、下記特許文献3においては、前後輪のうち一方（主駆動輪）にはエンジン駆動力を直接伝達し、他方（副駆動輪）にはトルク配分用クラッチを介して配分制御された駆動力を伝達するトルクスプリット式の四輪駆動車両が示されており、そこに示された配分制御の手法は、原則として、前後輪回転速度差を零に収束させる方向に制御するものである。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第2544295号公報

【特許文献2】米国特許第8002070号明細書

【特許文献3】特開平4-103433号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前後輪に対して駆動力を常時配分する構成にあっては、燃費の増加を招き、また、駆動力配分装置を電磁クラッチによって構成した場合、消費電力の増加を招く。しかし、従来技術においては、四輪駆動機能を活かすために、燃費の増加あるいは消費電力の増加が犠牲にされていた。

30

【0005】

本発明は、上述の点に鑑みてなされたもので、駆動源からの駆動力を前後輪へ任意に配分する四輪駆動車両において、燃費あるいは消費電力を低減し、かつ、四輪駆動機能も適切に活用することができるようにした駆動力配分制御装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る四輪駆動車両の駆動力配分制御装置は、駆動源（3）からの駆動力を主駆動輪及び副駆動輪に伝達する駆動力伝達経路（20）と、前記駆動力伝達経路において前記駆動源と副駆動輪との間に配置された駆動力配分装置（10）とを備えた四輪駆動車両において、前記駆動源からの駆動力及び車両の走行状態に応じて前記副駆動輪に対する駆動力の基本配分を決定する基本配分決定部（60）であって、前記車両の前後方向の加速度と横方向の加速度とのベクトル合成値であるタイヤ要求加速度を算出し、該算出したタイヤ要求加速度が所定閾値を下回る過渡領域において、前記副駆動輪に対する前記基本配分の割合を零に至るまで、該タイヤ要求加速度の減少に伴い徐々に減少する特性で、基本配分調整信号を出力するタイヤ力限界判定部（63）と、前記副駆動輪に対する駆動力の前記基本配分を、前記タイヤ力限界判定部が出力する前記基本配分調整信号に応じた割合で調整する演算部（64）と、を備える前記基本配分決定部と、前記基本配分決定部が決

40

50

定した前記基本配分に基づく前記副駆動輪への駆動力を、前記駆動力配分装置の入出力軸回転差の測定値と規範値との偏差に基づき、補正するサーボ制御部（70）とを備える。括弧内に記載した符号は、後述する実施例における対応する構成要素を、単なる参考のために例示するものである。

【0007】

本発明によれば、駆動源からの駆動力及び車両の走行状態に応じて副駆動輪に対する駆動力の基本配分を決定する構成において、車両の前後方向の加速度と横方向の加速度とのベクトル合成値であるタイヤ要求加速度を算出し、該算出したタイヤ要求加速度が所定閾値を下回る場合、副駆動輪に対する基本配分の割合を零にすることができる。これにより、タイヤ要求加速度から見て四輪駆動が不要な領域（例えば渋滞時あるいは高速クルーズ走行時など）においては、副駆動輪への駆動力配分を零とすることができるので、燃費を低減することができ、また、駆動力配分装置（例えば電磁クラッチ）の消費電力を低減することができる。また、算出したタイヤ要求加速度が所定閾値を下回る過渡領域において、副駆動輪に対する基本配分の割合を零に至るまで、該タイヤ要求加速度の減少に伴い徐々に減少する特性で、基本配分を調整するようにしたので、副駆動輪に対する駆動力の遮断あるいは接続が急激に行われることがなく、ショックのない制御を行うことができる。更に、このように制御される基本配分に基づく副駆動輪への駆動力を、駆動力配分装置の入出力軸回転差の測定値と規範値との偏差に基づき、補正するサーボ制御部を具備するので、タイヤ要求加速度が所定閾値を下回る領域においても、副駆動輪への駆動が必要とされる状況（例えば凍結路など滑り易い路面走行時など）においては、回転差測定値が規範値に収束するように副駆動輪に駆動力を配分することができ、安定した走行を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施形態に係る駆動力配分制御装置を備えた四輪駆動車両の概略構成を示す図。

【図2】図1における4WD・ECUが実行する本発明に従う制御機能を概略的に示すブロック図。

【図3】図2におけるタイヤ力限界判定部の詳細例を示すブロック図。

【図4】図2におけるNサーボ制御部の詳細例を示すブロック図。

【図5】車両の二輪モデルを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図1に示す四輪駆動車両1は、車両の前部に横置きに搭載したエンジン（駆動源）3と、エンジン3と一体に設置された自動変速機4と、エンジン3からの駆動力を前輪W1、W2及び後輪W3、W4に伝達するための駆動力伝達経路20とを備えている。

【0010】

エンジン3の出力軸（図示せず）は、自動変速機4、フロントディファレンシャル（以下「フロントデフ」という）5、左右のフロントドライブシャフト6、6を介して、主駆動輪である左右の前輪W1、W2に連結されている。さらに、エンジン3の出力軸は、自動変速機4、フロントデフ5、プロペラシャフト7、リアデファレンシャルユニット（以下「リアデフユニット」という）8、左右のリアドライブシャフト9、9を介して副駆動輪である左右の後輪W3、W4に連結されている。

【0011】

リアデフユニット8には、左右のリアドライブシャフト9、9に駆動力を配分するためのリアデファレンシャル（以下、「リアデフ」という。）11と、プロペラシャフト7からリアデフ11への駆動力伝達経路を接続・切断するための前後トルク配分用クラッチ10とが設けられている。前後トルク配分用クラッチ10は、駆動力伝達経路20において後輪W3、W4に配分する駆動力を制御するための駆動力配分装置であり、例えば電磁クラッチからなる。後述する4WD・ECU50は、この前後トルク配分用クラッチ10で

10

20

30

40

50

後輪W3, W4に配分する駆動力を制御することで、前輪W1, W2を主駆動輪とし、後輪W3, W4を副駆動輪とする駆動制御を行うようになっている。

【0012】

すなわち、前後トルク配分用クラッチ10が解除(切断)されているときには、プロペラシャフト7の回転がリアデフ11側に伝達されず、エンジン3のトルクがすべて前輪W1, W2に伝達されることで、前輪駆動(2WD)状態となる。一方、前後トルク配分用クラッチ10が接続されているときには、プロペラシャフト7の回転がリアデフ11側に伝達されることで、エンジン3のトルクが前輪W1, W2と後輪W3, W4の両方に配分されて四輪駆動(4WD)状態となる。この場合、前後トルク配分用クラッチ10の締結力(締結量)を可変制御しうようになり、締結力(締結量)に応じた駆動力が後輪(副駆動輪)W3, W4に配分される。

10

【0013】

また、四輪駆動車両1には、車両の駆動を制御するための制御手段であるFI/AT・ECU30、VSA・ECU40、4WD・ECU50が設けられている。また、左のフロントドライブシャフト6の回転数に基づいて左前輪W1の車輪速を検出する左前輪速度センサS1と、右のフロントドライブシャフト6の回転数に基づいて右前輪W2の車輪速を検出する右前輪速度センサS2と、左のリアドライブシャフト9の回転数に基づいて左後輪W3の車輪速を検出する左後輪速度センサS3と、右のリアドライブシャフト9の回転数に基づいて右後輪W4の車輪速を検出する右後輪速度センサS4とが設けられている。これら4つの車輪速度センサS1~S4は、左右前後の車輪W1~W4の車輪速度VW1~VW4をそれぞれ検出する。車輪速度VW1~VW4の検出信号は、VSA・ECU40に送られるようになっている。

20

【0014】

また、この四輪駆動車両1には、ステアリングホイール15の操舵角を検出する操舵角センサS5と、車体のヨーレートを検出するヨーレートセンサS6と、車体の横加速度を検出する横加速度センサS7と、車両の車体速度(車速)を検出するための車速センサS8などが設けられている。これら操舵角センサS5、ヨーレートセンサS6、横加速度センサS7、車速センサS8による検出信号は、4WD・ECU50に送られるようになっている。

30

【0015】

FI/AT・ECU30は、エンジン3及び自動変速機4を制御する制御手段であり、RAM、ROM、CPUおよびI/Oインターフェースなどからなるマイクロコンピュータ(いずれも図示せず)を備えて構成されている。このFI/AT・ECU30には、スロットル開度センサS9で検出されたスロットル開度Thの検出信号、エンジン回転数センサS10で検出されたエンジン回転数Neの検出信号、及びシフトポジションセンサS11で検出されたシフトポジションの検出信号などが送られるようになっている。また、FI/AT・ECU30には、エンジン回転数Neとスロットル開度Thとエンジントルク推定値Teとの関係を記したエンジントルクマップが格納されており、スロットル開度センサS9で検出されたスロットル開度Thと、エンジン回転数センサS10で検出されたエンジン回転数Neとに基づいて、エンジントルクの推定値Teを算出するようになっている。

40

【0016】

VSA(Vehicle Stability Assist)・ECU40は、左右前後の車輪W1~W4のアンチロック制御を行うことでブレーキ時の車輪ロックを防ぐためのABS(Antilock Braking System)としての機能と、車両の加速時などの車輪空転を防ぐためのTCS(Traction Control System)としての機能と、旋回時の横すべり抑制システムとしての機能とを備えた制御手段であって、上記3つの機能をコントロールすることで車両挙動安定化制御を行うものである。このVSA・ECU40は、上記のFI/AT・ECU30と同様に、マイクロコンピュータで構成されている。

【0017】

50

4WD・ECU50は、FI/AT・ECU30及びVSA・ECU40と同様に、マイクロコンピュータで構成されている。4WD・ECU50とFI/AT・ECU30及びVSA・ECU40とは相互に接続されている。したがって、4WD・ECU50には、FI/AT・ECU30及びVSA・ECU40とのシリアル通信により、上記の車輪速度センサS1～S4、シフトポジションセンサS11などの検出信号や、エンジントルク推定値Teの情報などが入力されるようになっている。4WD・ECU50は、これらの入力情報に応じて、ROMに記憶された制御プログラムおよびRAMに記憶された各フラグ値および演算値などに基づいて、後述するように、後輪W3，W4に配分する駆動力およびこれに対応する前後トルク配分用クラッチ10への駆動電流値を演算すると共に、当該演算結果に基づく駆動信号を前後トルク配分用クラッチ10に出力する。これによって前後トルク配分用クラッチ10の締結力を制御し、後輪W3，W4に配分する駆動力を制御するようになっている。

10

【0018】

図2は、4WD・ECU50が実行する制御機能を概略的に示すブロック図である。図示された各制御機能は、当該機能を実現するようにプログラムが組まれたコンピュータプログラムによって実現される。基本配分決定部60は、車両走行状態に応じた前輪（主駆動輪）W1，W2及び後輪（副駆動輪）W3，W4の接地荷重比に従って、後輪（副駆動輪）W3，W4に対する駆動力の基本配分制御量を決定する。Nサーボ制御部70は、前輪（主駆動輪）W1，W2及び後輪（副駆動輪）W3，W4の回転差（Nと略称する）の規範値（目標値）を算出し、実際のNの測定値が該規範値（目標値）に収束するようにサーボ制御を行う。基本配分決定部60で決定した基本配分制御量とNサーボ制御部70から出力されるサーボ制御用の偏差信号とが加算部80で加算され、後輪（副駆動輪）W3，W4の駆動力配分値として出力される。なお、最終的な制御量は、推定駆動力に駆動力配分値（0～1）を掛けたものが出力される。

20

【0019】

基本配分決定部60は、理想配分決定部61、ヨーレートフィードバック制御部62、タイヤ力限界判定部63を含む。理想配分決定部61は、推定車体速度、推定駆動力及び車体の前後方向の加速度（前後Gという）に基づいて、前後輪の接地荷重を推定し、この接地荷重比に基づいて後輪（副駆動輪）W3，W4への駆動力の理想配分を決定する。ヨーレートフィードバック制御部62は、操舵角と車速とに基づいて算出される規範ヨーレートに対する実ヨーレート（ヨーレートセンサS6によるヨーレート検出データ）の偏差を算出し、ヨーレートのフィードバック制御を行う。算出されたヨーレート偏差は、加算部64において、理想配分決定部61で決定された理想配分値に加算される。これにより、ヨーレートフィードバック制御に応じて、理想配分決定部61で求めた理想配分値が修正される。このヨーレートフィードバック制御により、車両が旋回しているときの制御性を向上させることができる。

30

【0020】

タイヤ力限界判定部63は、車速とヨーレート（旋回角速度）とに基づいて算出される規範横G（車体の横方向の加速度）と推定駆動力に基づき、設定した摩擦係数基準の前輪（主駆動輪）W1，W2のタイヤ力限界率を算出し、タイヤ力限界率に応じて後輪（副駆動輪）W3，W4への駆動力の配分比を制御する。タイヤ力限界判定部63から出力される配分補正係数が乗算部65に与えられ、前記加算部64から出力される理想配分値の修正値に対して乗算されるこれにより、前輪（主駆動輪）W1，W2のタイヤ力限界率に応じた理想配分値の修正が行われる。乗算部65から出力される修正済みの配分値は、後輪（副駆動輪）W3，W4に対する駆動力の基本配分制御量として出力される。

40

【0021】

図3を参照して、タイヤ力限界判定部63の詳細について更に説明する。タイヤ力限界判定部63は、タイヤ力限界率算出部630と、配分補正係数生成部631を含む。タイヤ力限界率算出部630は、推定駆動力から求めた前後Gと規範横Gとに基づき、車両1

50

の走行状態に応じたタイヤ要求加速度を算出し、タイヤ力限界を示す所定の閾値に対する該タイヤ要求加速度の比を求める。例えば、演算部 6 3 2 において、駆動力（エンジン回転数 N_m ）を車両 1 の重量及びタイヤ径で割り算することにより、推定駆動力に基づく前後 G を求める。こうして求めた前後 G の二乗を演算部 6 3 3 で求め、かつ、規範横 G の二乗を演算部 6 3 4 で求め、加算部 6 3 5 で両者を加算し、その和のルート値を演算部 6 3 6 で求める。こうして、前後 G （これを G_1 で示す）と規範横 G （これを G_2 で示す）をベクトル合成した合成 $G = \{ (G_1)^2 + (G_2)^2 \}$ をタイヤ要求加速度として算出する。割算器 6 3 7 では、タイヤ力限界を示す所定の閾値（例えば $0.3 G$ ）で該タイヤ要求加速度（合成 G ）を割算し、タイヤ力限界を示す所定の閾値に対する該タイヤ要求加速度の比（すなわち、タイヤ力限界率）を求める。例えば、割算器 6 3 7 の出力（タイヤ力限界率）は、該タイヤ要求加速度が所定閾値（例えば $0.3 G$ ）に等しいとき「1」であり、所定閾値（例えば $0.3 G$ ）を下回るとき 1 未満の小数值であり、また、所定閾値を上回るときは 1 よりも大きい値である。

10

【 0 0 2 2 】

配分補正係数生成部 6 3 1 は、タイヤ力限界率算出部 6 3 0 で求めたタイヤ力限界率に応じて配分補正係数を生成する。この配分補正係数は、タイヤ要求加速度が前記所定閾値を下回る過渡領域において、副駆動輪に対する基本配分の割合を零に至るまで徐々に減少する特性である。この漸次減少特性の一例が、図 3 の配分補正係数生成部 6 3 1 のブロック中に例示されている。例えば配分補正係数生成部 6 3 1 は、該所定の特性を記憶したマップ又はテーブルからなる。配分補正係数生成部 6 3 1 が生成する配分補正係数は、1 乃至 0 の範囲の小数を含む値からなり、基本配分調整信号として、図 2 の乗算器 6 5 に入力される。乗算器 6 5 の出力が基本配分決定部 6 0 で決定した基本配分制御量として加算部 8 0 に入力され、加算部 8 0 の出力が後輪（副駆動輪） W_3 、 W_4 の駆動力配分値として出力される。

20

【 0 0 2 3 】

配分補正係数生成部 6 3 1 は、タイヤ力限界率が 1 以上のときは、配分補正係数として 1 を生成する。配分補正係数が 1 のときは、加算器 6 4 から出力される副駆動輪に対する基本配分の理想配分値（その修正値）が 100% の割合で乗算器 6 5 から出力される。

【 0 0 2 4 】

配分補正係数生成部 6 3 1 は、タイヤ力限界率が 1 未満の所定の過渡領域のときは、配分補正係数として前記漸次減少特性に応じた 1 未満の小数值を生成する。配分補正係数が前記漸次減少特性に応じた 1 未満の小数值のときは、加算器 6 4 から出力される副駆動輪に対する基本配分の理想配分値（その修正値）が 100% 未満乃至 0% より大きい範囲で該特性に応じた割合（%）で調整されて乗算器 6 5 から出力される。

30

【 0 0 2 5 】

配分補正係数生成部 6 3 1 は、タイヤ力限界率が前記所定の過渡領域の値よりも小さいときは、配分補正係数として 0 を生成する。配分補正係数が 0 のときは、加算器 6 4 から出力される副駆動輪に対する基本配分の理想配分値（その修正値）が 0% の割合で調整され、乗算器 6 5 から出力される副駆動輪に対する基本配分は 0 とされる。

【 0 0 2 6 】

40

図 2 に戻り、 N サーボ制御部 7 0 は、理論値算出部 7 1、規範値算出部 7 2、サーボ制御部 7 3 を含む。理論値算出部 7 1 は、車両 1 の操舵角、車速、ヨーレート及びスリップ角に基づいて前輪（主駆動輪） W_1 、 W_2 の回転数理論値と後輪（副駆動輪） W_3 、 W_4 の回転数理論値をそれぞれ求め、その値から前後トルク配分用クラッチ 1 0 の入出力軸回転数理論値の差である回転差規範理論値（ N 規範理論値という）を算出する。規範値算出部 7 2 は、実際のクラッチ 1 0 の入出力軸回転差 N の測定値（以下、 N 測定値という）と前記回転差規範理論値との偏差に基づき、前記回転差規範理論値を修正した回転差規範値を算出する。なお、 N 測定値は、一例として、フロントドライブシャフト 6 に設けられた前輪速度センサ S_1 、 S_2 の出力に基づく前輪軸平均速度と前後トルク配分用クラッチ 1 0 の入力軸（前輪側クラッチ回転軸）からフロントドライブシャフト 6 に至る

50

ギヤ比とに基づき算出される該クラッチ 10 の入力軸（前輪側クラッチ回転軸）の回転数と、リアドライブシャフト 9 に設けられた後輪速度センサ S3, S4 の出力に基づく後輪軸平均速度と前後トルク配分用クラッチ 10 の出力軸（後輪側クラッチ回転軸）からリアドライブシャフト 9 に至るギヤ比とに基づき算出される該クラッチ 10 の出力軸（後輪側クラッチ回転軸）の回転数との差に基づいて算出される。あるいは、これに限らず、前後トルク配分用クラッチ（駆動力配分装置）10 の入力軸と出力軸にそれぞれ回転センサを設け、測定した該クラッチ入出力軸の回転数の差を算出するようにしてもよく、その他、適宜の手法で測定（算出）すればよい。この実施例ではクラッチ 10 の入力軸回転数（主駆動輪側）からクラッチ 10 の出力軸回転数（副駆動輪側）を引いたものをクラッチ回転差 N とする。サーボ制御部 73 は、前記規範値算出部 72 で算出した前記回転差規範値を目標値とする前記回転差 N の測定値のサーボ制御により、前後トルク配分用クラッチ（駆動力配分装置）10 により配分する後輪（副駆動輪）W3, W4 への駆動力を補正する。このように N 規範理論値を N 測定値で修正することにより、理論値では補償しきれない車両状態のバラツキに適応して適切な回転差規範値を求め、これに基づき後輪（副駆動輪）W3, W4 への駆動力配分を制御することができる。サーボ制御部 73 の出力は、加算器 80 に入力され、乗算器 65 から出力される基本配分制御量に対して加算（負の場合は減算）される。なお、本発明の実施にあたって、規範値算出部 72 は必須要素ではなく、これを省略してもよい。すなわち、 N サーボ制御部 70 は、基本配分決定部 60 が決定した前記基本配分に基づく前記副駆動輪 W3, W4 への駆動力を、車両 1 の走行状態に基づく何らかの規範値（例えば理論値算出部 71 で求めた N 規範理論値）と主駆動輪と副駆動輪の回転差の測定値（ N 測定値）との偏差に基づき、補正するようになっていけばよい。

【0027】

以上の構成により、走行状況に応じたタイヤ要求加速度のタイヤ力限界閾値（例えば 0.3G）に対する比（タイヤ力限界率）が 100% 以上のときは、タイヤ力限界判定部 63 の出力（基本配分調整信号）が 1 であり、車両の走行状態に応じて決定される副駆動輪に対する駆動力の基本配分（加算器 64 の出力）が 100% の割合に設定される。これにより、車両 1 はフル四輪駆動で動作する。一方、タイヤ要求加速度のタイヤ力限界閾値（例えば 0.3G）に対する比（タイヤ力限界率）が 100% 未満の所定の過渡領域のときは、タイヤ力限界判定部 63 の出力（基本配分調整信号）が 1 未満の小数值であり、車両の走行状態に応じて決定される副駆動輪に対する駆動力の基本配分（加算器 64 の出力）が 100% 未満乃至 0% より大きい範囲で前記特性に応じた割合（%）で調整されて乗算器 65 から出力される。また、タイヤ力限界率が前記所定の過渡領域の値よりも小さいときは、タイヤ力限界判定部 63 の出力（基本配分調整信号）が 0 であり、副駆動輪に対する駆動力の基本配分（加算器 64 の出力）が 0% の割合に設定される。これにより、車両 1 は主駆動輪（前輪 W1, W2）のみで駆動される。

【0028】

これにより、タイヤ要求加速度から見て四輪駆動が不要な領域（例えば渋滞時あるいは高速クルーズ走行時など）においては、副駆動輪 W3, W4 への駆動力配分を零とすることができるので、燃費を低減することができる。また、駆動力配分装置 10（例えば電磁クラッチ）の消費電力を低減することができる。また、算出したタイヤ要求加速度が所定閾値を下回る過渡領域において、副駆動輪 W3, W4 に対する基本配分の割合を零に至るまで徐々に減少する特性で、基本配分を調整するようにしたので、副駆動輪 W3, W4 に対する駆動力の遮断あるいは接続が急激に行われることがなく、ショックのない制御を行うことができる。

【0029】

一方、 N サーボ制御部 70 による制御が付加されているため、タイヤ要求加速度が所定閾値を下回る領域においても、副駆動輪 W3, W4 への駆動が必要とされる状況（例えば凍結路など滑り易い路面走行時など）においては、回転差測定値が規範値に収束するように副駆動輪 W3, W4 に駆動力を配分することができ、安定した走行を確保することが

10

20

30

40

50

できる。

【 0 0 3 0 】

次に、図 4 を参照して、N サーボ制御部 7 0 の詳細例について更に説明する。理論値算出部 7 1 は、一例として、下記式に基づいて、前輪（主駆動輪）W 1 , W 2 側のクラッチ 1 0 の回転軸（入力軸）の回転数理論値と後輪（副駆動輪）W 3 , W 4 側のクラッチ 1 0 の回転軸（出力軸）の回転数理論値をそれぞれ求め、両回転数理論値の差である回転差規範理論値（N 規範理論値という）を算出する。

$$\text{クラッチ入力軸回転数理論値} = A \{ V \cdot \cos(\delta) + L_f \cdot \sin(\delta) \}$$

$$\text{クラッチ出力軸回転数理論値} = B \cdot V \cdot \cos(\delta)$$

$$N \text{ 規範理論値} = \text{クラッチ入力軸回転数理論値} - \text{クラッチ出力軸回転数理論値}$$

上記式は、図 5 に示すような公知の理想的な車両二輪モデルに基づいて設定されるもので、 δ は操舵角、 δ_s は規範スリップ角、 $\dot{\delta}$ は規範ヨーレート、 L_f は車両の重心点からフロントドライブシャフト 6 までの距離、 V は車体速度、 A は車速をクラッチ 1 0 の前輪側回転軸の回転数に変換するための係数、 B は車速をクラッチ 1 0 の後輪側回転軸の回転数に変換するための係数、である。前輪側の変換係数 A は、前輪（主駆動輪）W 1 , W 2 のタイヤ動荷重半径、前輪駆動ギヤレシオ、ハイポイドギヤレシオ等に基づいて決定される。前輪側の変換係数 B は、後輪（副駆動輪）W 3 , W 4 のタイヤ動荷重半径、後輪デフギヤレシオ等に基づいて決定される。なお、規範ヨーレート $\dot{\delta}$ は、理想的な車両二輪モデルに基づいて、車両 1 の現在の車速 V 、操舵角 δ から算出される。また、規範スリップ角 δ_s は、理想的な車両二輪モデルに基づいて、車両 1 の現在の車速 V 、前後 G 及び横 G から算出される。

【 0 0 3 1 】

図 4 において、規範値算出部 7 2 は補正係数算出部 7 4 を含む。補正係数算出部 7 4 は、理論値算出部 7 1 で算出した N 規範理論値を実際の N 測定値に応じて補正するための補正係数を算出する。補正係数算出部 7 4 において、引算器 7 4 1 は、理論値算出部 7 1 で算出した N 規範理論値から N 測定値を引算し、これにより、実際の N 測定値と N 規範理論値との偏差（実際値と理論値の偏差）を求める。割算器 7 4 2 は、引算器 7 4 1 で求めた該偏差を、理論値算出部 7 1 で算出したクラッチ入力軸回転数理論値によって割算することにより、該偏差のクラッチ入力軸回転数理論値に対する比を求める。つまり、クラッチ 1 0 の入出力軸回転差の実際値と理論値の偏差を、クラッチ入力軸回転数理論値に対する比に変換する。割算器 7 4 2 の出力はフィルタ処理部 7 4 3 に入力される。割算器 7 4 2 の出力は「0」の前後の（正又は負の）小数を含む値である。フィルタ処理部 7 4 3 は、その入力信号の一時的な変化にตอบสนองしないようにローパスフィルタ処理を行う。フィルタ処理部 7 4 3 の出力は、加算器 7 4 4 に与えられ、基準係数値「1」と加算される。フィルタ処理部 7 4 3 の出力は「0」の前後の（正又は負の）小数を含む値であり、一時的な（若しくは急激な）変化分を吸収し、車両挙動の安定した領域にตอบสนองするものである。加算器 7 4 4 の出力が、補正係数算出部 7 4 が算出した補正係数として出力される。この補正係数は、「1」の前後の小数を含む値である。以上から明らかのように、この補正係数は、クラッチ入力軸回転数理論値に対する比の性格を持っている。

【 0 0 3 2 】

加算器 7 4 4 から出力される補正係数は、乗算器 7 5 に入力され、理論値算出部 7 1 で算出したクラッチ入力軸回転数理論値に乘算される。これにより、理論値算出部 7 1 で算出したクラッチ入力軸回転数理論値が補正係数によって修正される、つまり、クラッチ 1 0 の入出力軸回転差 N の実際値と理論値の偏差を考慮に入れた値に修正される。乗算器 7 5 の出力は引算器 7 6 に入力され、理論値算出部 7 1 で算出したクラッチ出力軸回転数理論値との差が求められる。つまり、前後回転差 N の実際値と理論値の偏差を考慮に入れて修正したクラッチ入力軸回転数理論値からクラッチ出力軸回転数理論値が引かれ、理論値に基づく、修正されたクラッチ回転差 N の規範値が得られる。こうして、引算器 7 6 からは、実際の N 測定値と N 規範理論値との偏差に基づき、N 規範理論値を修正した回転差規範値（N 規範値という）が得られる。

【 0 0 3 3 】

こうして規範値算出部 7 2 で算出された N 規範値は、サーボ制御部 7 3 の引算器 7 7 に入力され、N 測定値から引かれる。この引算器 7 7 の出力がサーボ制御の偏差値「N 測定値 - N 規範値」として、PID (比例・積分・微分) 制御部 7 8 に入力される。PID 制御部 7 8 の出力は、N サーボ制御部 7 0 のサーボ制御出力信号として加算器 8 0 (図 2) に入力され、基本配分制御量に対して加算 (負の場合は減算) される。加算器 8 0 の出力に応じて、前後トルク配分用クラッチ (駆動力配分装置) 1 0 の締結力が可変制御される。こうして、前後トルク配分用クラッチ (駆動力配分装置) 1 0 により配分する後輪 (副駆動輪) W 3, W 4 への駆動力を補正するサーボ制御が行われる。例えば、後輪 (副駆動輪) W 3, W 4 への駆動力が不足している場合は、引算器 7 7 から出力される偏差値「N 測定値 - N 規範値」が正となり、後輪 (副駆動輪) W 3, W 4 への駆動力を増加するようにサーボ制御が行われる。反対に、後輪 (副駆動輪) W 3, W 4 への駆動力が過剰な場合は、引算器 7 7 から出力される偏差値「N 測定値 - N 規範値」が負となり、後輪 (副駆動輪) W 3, W 4 への駆動力を減少するようにサーボ制御が行われる。

10

【 0 0 3 4 】

以上の構成により、理論値算出部 7 1 においては、車両の走行状況に応じた理論上のクラッチ回転差を、N 規範理論値として算出するが、これをそのままサーボ制御の規範値 (目標値) として使用することなく、規範値算出部 7 2 において、この N 規範理論値と実際の N 測定値との偏差に基づき、該 N 規範理論値を修正した N 規範値を求めるようにしている。これにより、理論値では補償しきれないバラツキに適應して適切な N 規範値を求めることができる。すなわち、N 規範理論値と実際の N 測定値との偏差が常に存在している場合、そのような偏差が定常的なバラツキ (例えば、タイヤ半径、センサ誤差、規範モデルの設定誤差等) により生じていると見なし、規範値算出部 7 2 において、そのような定常的な偏差を検出し、該定常的な偏差に応じた補正係数を算出し (補正係数算出部 7 4)、この補正係数によって補正した N 規範値を求めている。こうして、理論値では補償しきれないバラツキに適應して適切な N 規範値を求め、N 測定値がこの N 規範値に収束するようにサーボ制御を行うことにより、前後輪 (主副駆動輪) 間で摩擦係数が異なる場合のトラクション性能や旋回中のコントロール性を向上させ、かつ、バラツキに適應した駆動力配分制御を行うことができる。また、センサ誤差あるいは規範モデルの設定誤差等によるリスクを低減することもできる。

20

30

【 0 0 3 5 】

上記実施例では、規範値算出部 7 2 において、補正係数によってクラッチ入力軸回転数理論値を補正するようにしているが、これに限らず、クラッチ出力軸回転数理論値を補正するようにしてもよく、あるいは、クラッチ入力軸回転数理論値とクラッチ出力軸回転数理論値の両方を補正するようにしてもよい。あるいは、N 規範理論値を直接的に補正するように演算を行ってもよい。また、後輪を主駆動輪とし、前輪を副駆動輪とする構成であってもよい。前後トルク配分用クラッチ (駆動力配分装置) 1 0 は、電磁クラッチに限らず、流体圧クラッチであってもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 6 】

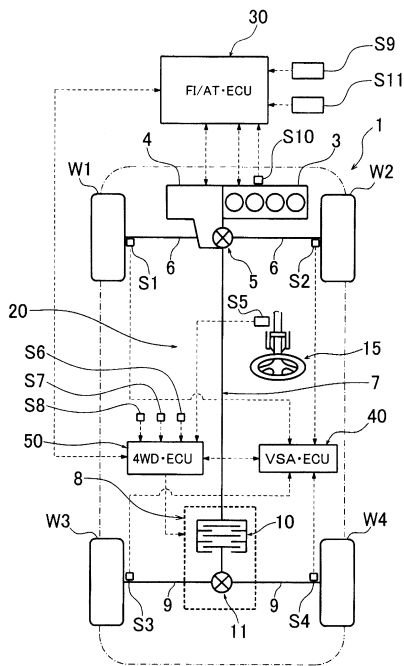
- 1 四輪駆動車両
- W 1, W 2 前輪 (主駆動輪)
- W 3, W 4 後輪 (副駆動輪)
- 3 エンジン
- 4 自動変速機
- 8 リアデフユニット
- 1 0 前後トルク配分用クラッチ (駆動力配分装置)
- 2 0 駆動力伝達経路
- 5 0 4WD・ECU
- 6 0 基本配分決定部

40

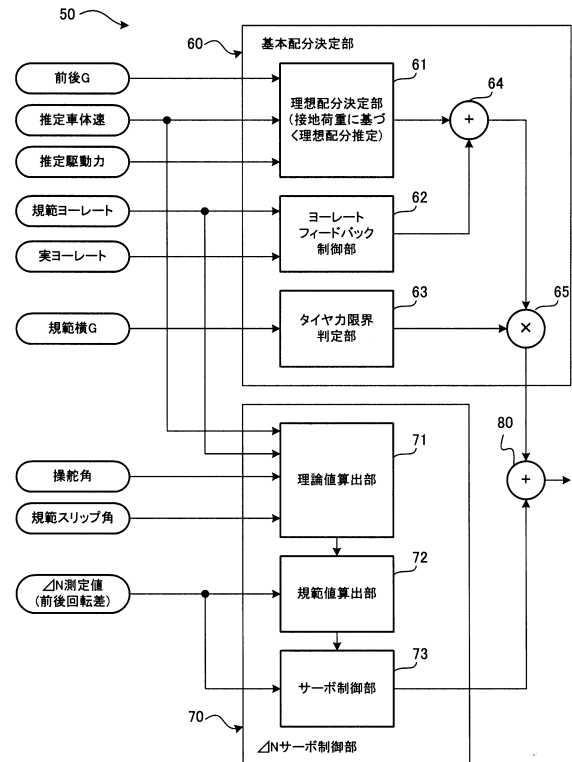
50

- 6 1 理想配分決定部
- 6 2 ヨーレートフィードバック制御部
- 6 3 タイヤ力限界判定部
- 6 3 0 タイヤ力限界率算出部
- 6 3 1 配分補正係数生成部
- 7 0 Nサーボ制御部
- 7 1 理論値算出部
- 7 2 規範値算出部
- 7 3 サーボ制御部

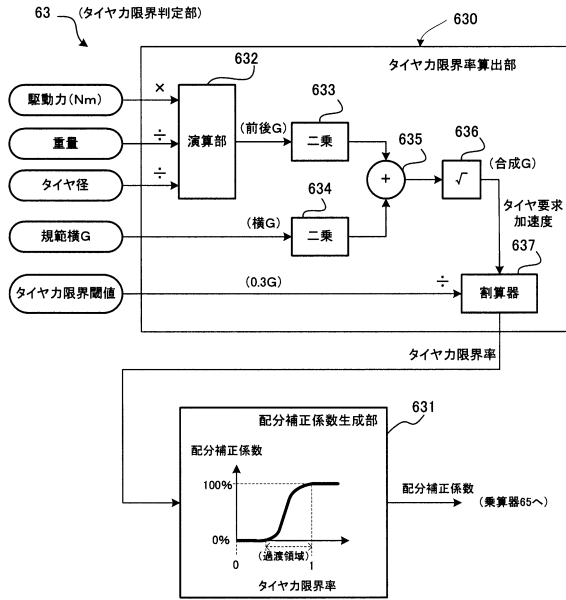
【図1】



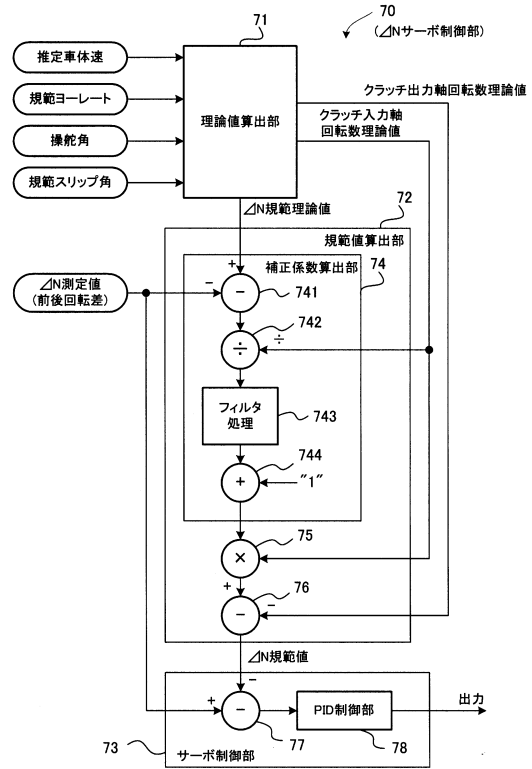
【図2】



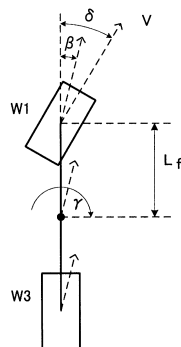
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 大八木 翔一
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

審査官 瀬川 裕

(56)参考文献 特開2004-009814(JP,A)
特開2010-052523(JP,A)
特開平05-178112(JP,A)
特開2001-287562(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B60K 17/348