

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7616404号
(P7616404)

(45)発行日 令和7年1月17日(2025.1.17)

(24)登録日 令和7年1月8日(2025.1.8)

(51)国際特許分類

F I

B 6 0 L 15/20 (2006.01)

B 6 0 L 15/20

S

請求項の数 6 (全15頁)

(21)出願番号	特願2023-544994(P2023-544994)	(73)特許権者	000003997
(86)(22)出願日	令和3年9月6日(2021.9.6)		日産自動車株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/032722		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(87)国際公開番号	WO2023/032220	(74)代理人	110002468
(87)国際公開日	令和5年3月9日(2023.3.9)		弁理士法人後藤特許事務所
審査請求日	令和6年2月6日(2024.2.6)	(72)発明者	岩本 匡史
			神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内
		審査官	安池 一貴

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 駆動力制御方法及び駆動力制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の前輪に接続された前輪モータ及び後輪に接続された後輪モータにより前輪駆動力及び後輪駆動力をそれぞれ制御する駆動力制御方法であって、

前記車両が段差を通過する際に前記前輪モータの駆動力及び前記後輪モータの駆動力を調節することで、前記後輪が前記段差に乗り上げた際に車室内に伝わる振動を軽減する段差対応制御を実行し、

前記段差対応制御では、

駆動力配分を調節する制御モードを、前記前輪モータを回生させて前記後輪モータを力行させる第1制御モード及び前記前輪モータを力行させて前記後輪モータを回生させる第2制御モードの順で遷移させ、

前記第1制御モードを、前記前輪が前記段差に乗り上げる前輪乗り上げタイミング以降であって前記後輪が前記段差に乗り上げる後輪乗り上げタイミングよりも前に実行し、

前記第2制御モードを、前記第1制御モードの実行後であって前記後輪乗り上げタイミング以前に実行する、

駆動力制御方法。

【請求項2】

請求項1に記載の駆動力制御方法であって、

前記前輪乗り上げタイミングから所定の第1切り替え判定時間が経過すると、前記第1制御モードを開始する、

駆動力制御方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の駆動力制御方法であって、

前記前輪乗り上げタイミングから前記第 1 切り替え判定時間よりも長い第 2 切り替え判定時間が経過すると、前記第 2 制御モードを開始する、

駆動力制御方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の駆動力制御方法であって、

さらに、タイヤ径の学習値を求めるタイヤ径学習処理を実行し、

前記段差対応制御では、

前記タイヤ径学習処理により得られた前記学習値に基づいて定まる車速に応じて、前記第 1 切り替え判定時間及び前記第 2 切り替え判定時間を可変値に設定する、

駆動力制御方法。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の駆動力制御方法であって、

さらに、前記車両が前記段差を通過するか否かを判定する段差判定処理を実行し、

前記段差判定処理では、

前記前輪の双方の車輪が前記段差を跨いだことを検出した場合に、前記車両が前記段差を通過すると判断し、

少なくとも一方の前記車輪が前記段差を跨いだことが検出されない場合には、前記車両が前記段差を通過しないと判断し、

前記車両が前記段差を通過すると判断した場合には、前記段差対応制御を実行し、

前記車両が前記段差を通過しないと判断した場合には、前記前輪モータ及び前記後輪モータの駆動力のそれぞれを所定の基本駆動力に設定する基本駆動制御を実行する、

駆動力制御方法。

【請求項 6】

車両の前輪に接続された前輪モータ及び後輪に接続された後輪モータにより前輪駆動力及び後輪駆動力をそれぞれ制御する駆動力制御装置であって、

前記車両が段差を通過する際に前記前輪モータの駆動力及び前記後輪モータの駆動力を調節することで、前記後輪が前記段差に乗り上げた際に車室内に伝わる振動を軽減する段差対応制御部を有し、

前記段差対応制御部は、

駆動力配分を調節する制御モードを、前記前輪モータを回生させて前記後輪モータを力行させる第 1 制御モード及び前記前輪モータを力行させて前記後輪モータを回生させる第 2 制御モードの順で遷移させ、

前記第 1 制御モードを、前記前輪が前記段差に乗り上げる前輪乗り上げタイミング以降であって前記後輪が前記段差に乗り上げる後輪乗り上げタイミングよりも前に実行し、

前記第 2 制御モードを、前記第 1 制御モードの実行後であって前記後輪乗り上げタイミング以前に実行する、

駆動力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、駆動力制御方法及び駆動力制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

J P 2 0 0 6 - 6 9 3 9 5 A では、車両の走行環境に応じて前輪と後輪の間の駆動トルクに差を与える駆動力制御方法が提案されている。特に、この駆動力制御方法では、悪路走行時に、前輪と後輪の間の駆動力に差を与えて、車体をリフトアップさせて走破性を向上させている。

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【０００３】

悪路走行時においては、車両が段差を跨ぐ際の振動により乗員が不快感を覚えることが考えられる。しかしながら、ＪＰ２００６－６９３９５Ａの制御は走破性の改善に焦点をおいたものであり、乗員に与える振動の改善について何ら対策を与えるものではない。

【０００４】

したがって、本発明の目的は、車両の段差通過時に乗員に与える振動を低減することのできる駆動力制御方法及び駆動力制御装置を提供することにある。

【０００５】

本発明のある態様によれば、車両の前輪に接続された前輪モータ及び後輪に接続された後輪モータにより前輪駆動力及び後輪駆動力をそれぞれ制御する駆動力制御方法が提供される。この駆動力制御方法は、車両が段差を通過する際に前輪モータの駆動力及び後輪モータの駆動力を調節する段差対応制御を実行する。そして、段差対応制御では、前輪が段差に乗り上げる前輪乗り上げタイミング以降であって後輪が段差に乗り上げる後輪乗り上げタイミングよりも前に、前輪モータを回生させて後輪モータを力行させる第１制御モードを実行する。また、段差対応制御では、第１制御モードの実行後であって後輪乗り上げタイミング以前に、前輪モータを力行させて後輪モータを回生させる第２制御モードを実行する。

10

【図面の簡単な説明】

【０００６】

20

【図１】図１は、本発明の一実施形態の駆動力制御方法が実行される車両の構成を説明する図である。

【図２】図２は、車両のシャシー系の概略構造を示す図である。

【図３】図３は、段差対応制御を説明するフローチャートである。

【図４Ａ】図４Ａは、段差対応制御を実行したことによる作用効果を説明する図である。

【図４Ｂ】図４Ｂは、段差対応制御を実行したことによる作用効果を説明する図である。

【図４Ｃ】図４Ｃは、段差対応制御を実行したことによる作用効果を説明する図である。

【図５】図５は、段差対応制御を実行した結果の一例を示すタイミングチャートである。

【図６】図６は、タイヤ径学習処理を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

30

【０００７】

以下、本発明の各実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。

【０００８】

〔第１実施形態〕

図１は、本実施形態の駆動力制御方法が実行される車両１００の構成を説明する図である。

【０００９】

なお、本実施形態の車両１００としては、駆動源としての駆動モータ１０を備え、当該駆動モータ１０の駆動力により走行可能な電気自動車又はハイブリッド自動車などが想定される。

40

【００１０】

駆動モータ１０は、車両１００の前方の位置（前輪側）に設けられ前輪１１ｆを駆動する前輪モータ１０ｆと、後方の位置（後輪側）に設けられ後輪１１ｒを駆動する後輪モータ１０ｒと、により構成される。

【００１１】

前輪モータ１０ｆは、三相交流モータとして構成される。前輪モータ１０ｆは、力行時において、図示しない車載バッテリーから電力の供給を受けて駆動力を発生する。前輪モータ１０ｆで生成される駆動力は前輪変速機１６ｆ及び前輪ドライブシャフト２１ｆを介して前輪１１ｆに伝達される。一方、前輪モータ１０ｆは、回生時において、前輪１１ｆの回生制動力を交流電力に変換して、車載バッテリーに供給する。

50

【0012】

一方、後輪モータ10rは、三相交流モータとして構成される。後輪モータ10rは、力行時において、車載バッテリーから電力の供給を受けて駆動力を発生する。後輪モータ10rで生成される駆動力は後輪変速機16r及び後輪ドライブシャフト21rを介して後輪11rに伝達される。また、後輪モータ10rは、回生時において、後輪11rの回生制動力を交流電力に変換して、車載バッテリーに供給する。

【0013】

インバータ12は、前輪モータ10fに対する供給電力（力行時は正、回生時は負）を調節する前輪インバータ12fと、後輪モータ10rに対する供給電力（力行時は正、回生時は負）を調節する後輪インバータ12rと、を有する。

10

【0014】

前輪インバータ12fは、車両100に要求される総駆動力（以下、「総要求駆動力 F_{fr} 」とも称する）に対して定められる駆動力（以下、「前輪駆動力 F_f 」とも称する）が実現されるように前輪モータ10fの供給電力を調節する。一方、後輪インバータ12rは、総要求駆動力 F_{fr} に対して定められる駆動力（以下、「後輪駆動力 F_r 」とも称する）が実現されるように後輪モータ10rに対する供給電力を調節する。

【0015】

特に、本実施形態の前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r は、それらの和が総要求駆動力 F_{fr} に一致するように定められる。なお、総要求駆動力 F_{fr} は、例えば、車両100に搭載されるアクセルペダルに対する操作量（アクセル開度）、又はADAS（Advanced Driver Assistance Systems）又はAD（Autonomous Driving）などの所定の自動運転システム（自動運転制御装置）からの指令に基づいて定まる。

20

【0016】

さらに、車両100には、前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r を制御する駆動力制御装置としてのコントローラ50が設けられている。

【0017】

コントローラ50は、中央演算装置（CPU）、読み出し専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、及び入出力インタフェース（I/Oインタフェース）を備えたコンピュータで構成され、以下で説明する車両制御における各処理を実行できるようにプログラムされている。特に、コントローラ50の機能は、車両コントローラ（VCM：Vehicle Control Module）、車両運動制御装置（VMC：Vehicle Motion Controller）、及びモータコントローラ等の任意の車載コンピュータ及び／又は車両100の外部に設置されるコンピュータにより実現することができる。なお、コントローラ50は一台のコンピュータハードウェアにより実現されても良いし、複数台のコンピュータハードウェアにより各種処理を分散させることで実現しても良い。

30

【0018】

コントローラ50は、総要求駆動力 F_{fr} 、前輪側の上下加速度センサ30fL、30fRの検出値、後輪側の上下加速度センサ30rL、30rRの検出値、及びGPS車速センサ32の検出値などを入力情報として、前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r を制御する。より詳細には、コントローラ50は、所望の前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r を実現するように前輪インバータ12f及び後輪インバータ12rに対する指令を行う。

40

【0019】

特に、本実施形態において、コントローラ50は、車両100の前進走行時（特に加速時）における駆動力配分を規定する制御として、基本駆動制御、及び段差対応制御の何れかを実行する。

【0020】

コントローラ50は、通常走行時（本実施形態では後述する段差Buを通過時以外のシーン）において、基本駆動制御を実行する。基本駆動制御において、コントローラ50は、前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r をそれぞれ、所定の基本前輪駆動力及び基本後輪駆動力に設定する。

50

【 0 0 2 1 】

ここで、基本前輪駆動力及び基本後輪駆動力は、車両 1 0 0 の車両特性（特に電費性能）が走行シーンに応じた所望の特性をとるように、実験又はシミュレーションなどにより定まる値である。基本前輪駆動力及び基本後輪駆動力の具体的な値は、車両 1 0 0 の仕様及び走行シーンにおいて適宜変更し得る。一例として、平坦な舗装道路を一定速度で直進するような場合には、総要求駆動力 F_{fr} に対して基本前輪駆動力と基本後輪駆動力の配分比を 5 0 : 5 0 に定めることができる。

【 0 0 2 2 】

一方で、コントローラ 5 0 は、上記基本駆動制御の実行下において、各種入力情報に基づいて車両 1 0 0 が所定の段差 B_u を通過するシーンにおいて、車両 1 0 0 の乗員に与える振動を緩和するための段差対応制御を実行する。段差対応制御において、コントローラ 5 0 は、第 1 制御モード及び第 2 制御モードを順に実行する。

10

【 0 0 2 3 】

より具体的に、コントローラ 5 0 は、前輪 1 1 f による段差 B_u への乗り上げを検出したタイミング（以下、「前輪乗り上げタイミング T_1 」とも称する）以降であって、後輪 1 1 r が段差 B_u に乗り上げるタイミング（以下、「後輪乗り上げタイミング T_2 」とも称する）よりも前に第 1 制御モードを実行する。

【 0 0 2 4 】

第 1 制御モードにおいて、コントローラ 5 0 は、前輪駆動力 F_f を負の値に設定するとともに、後輪駆動力 F_r を正の値に設定する。すなわち、コントローラ 5 0 は、前輪モータ 1 0 f を回生させつつ（前輪 1 1 f を回生制動しつつ）、後輪モータ 1 0 r を力行させる（後輪 1 1 r を力行駆動する）。

20

【 0 0 2 5 】

一方、コントローラ 5 0 は、第 1 制御モードの実行後であって後輪乗り上げタイミング T_2 以前に第 2 制御モードを実行する。

【 0 0 2 6 】

第 2 制御モードにおいて、コントローラ 5 0 は、前輪駆動力 F_f を正の値に設定するとともに、後輪駆動力 F_r を負の値に設定する。すなわち、前輪モータ 1 0 f を力行させつつ（前輪 1 1 f を力行駆動しつつ）、後輪モータ 1 0 r を回生させる（後輪 1 1 r を回生制動する）。

30

【 0 0 2 7 】

なお、第 1 制御モード又は第 2 制御モードで設定される前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r の具体的な値については、特定の数値に限定されるものではなく、状況に応じて適宜調整が可能である。

【 0 0 2 8 】

すなわち、本実施形態では、車両 1 0 0 が段差 B_u を通過するシーンにおいて、コントローラ 5 0 による駆動力制御が、適切なタイミングで基本駆動制御から段差対応制御に切り替わることとなる。そして、段差対応制御では、適切なタイミングで駆動力制御が第 1 制御モード及び第 2 制御モードの順で遷移することとなる。

【 0 0 2 9 】

40

これにより、前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r の駆動力配分に応じて車両 1 0 0 に作用するピッチ方向（ノーズダウン方向又はノーズアップ方向）の力（ピッチング力 F_{pi} ）を調節して、段差 B_u の通過時における振動を緩和することができる。以下では、段差対応制御の下における前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r の調節と段差 B_u の通過時における振動の緩和との関係についてより具体的に説明する。

【 0 0 3 0 】

図 2 は、車両 1 0 0 のシャシー系の概略構造（特にサスペンションジオメトリの概略）を示す図である。なお、図中の「 O_f 」は車体前部のピッチ方向における仮想回転中心（瞬間回転中心）を表し、「 O_r 」は車体後部のピッチ方向における仮想回転中心（瞬間回転中心）を表す。

50

【 0 0 3 1 】

車両 1 0 0 の前進走行時において、前輪 1 1 f に回生制動力（進行方向に対して逆向きの力）を与え、後輪 1 1 r に力行駆動力（進行方向と同じ向きの力）を与えた場合、車体にアンチスクオート力 F_{an} （車体の持ち上げる力）が作用する。一方で、前輪 1 1 f に力行駆動力を与え、後輪 1 1 r に回生制動力を与えた場合、車体にスクオート力 F_{sq} （車体を沈みこませる力）が作用する。

【 0 0 3 2 】

ここで、前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r の駆動力配分の調節によって実現できるアンチスクオート力 F_{an} 又はスクオート力 F_{sq} の大きさは、サスペンション構造に応じたアンチスカット角 θ の大きさに依存する。特に、図 2 に示すように、乗り心地やブレーキ時のノーズダイブフィーリングなどを考慮してフロントのアンチスカット角 θ_f がリアのアンチスカット角 θ_r に比べて小さい構造が採用される場合、上記の駆動力配分の調節によるアンチスクオート力 F_{an} 又はスクオート力 F_{sq} は車体前部に比べて車体後部により強く作用する。

10

【 0 0 3 3 】

このため、前進走行中に前輪 1 1 f に回生制動力及び後輪 1 1 r に力行駆動力をそれぞれ与えることで（上記第 1 制御モードを実行することで）、車体後部をリフトアップ（車体をノーズダウン）させることができる。一方で、前輪 1 1 f に力行駆動力及び後輪 1 1 r に回生制動力をそれぞれ与えることで（上記第 2 制御モードを実行することで）、車体後部をリフトダウン（車体をノーズアップ）させることができる。

20

【 0 0 3 4 】

上記の点に着目して、本実施形態では、上記段差対応制御により適切なタイミングで車体後部のリフトアップ及びリフトダウンを切り替えることで、リアサスペンション 4 0 r のバネによる振動抑制効果を高めて、車両 1 0 0 が段差 B u を通過する際のショックを軽減する。以下、段差対応制御における具体的な処理について説明する。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、段差対応制御を説明するフローチャートである。なお、コントローラ 5 0 は、車両 1 0 0 の前進走行中において、図 3 に示す各処理を所定の演算周期毎に繰り返し実行する。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 1 1 0 において、コントローラ 5 0 は、前輪側の上下加速度センサ 3 0 f L , 3 0 f R の各検出値（以下では、それぞれ「フロント f L 上下 G_{fL} 」及び「フロント f R 上下 G_{fR} 」とも称する）の双方が、所定の段差判定閾値 G_{bu} を超えたか否かを判定する。

30

【 0 0 3 7 】

なお、本判定は、段差対応制御（ステップ S 1 2 0 ～ステップ S 1 7 0）を実行すべきシーンを検出するための予備的処理である。ここで、段差判定閾値 G_{bu} は、段差 B u が、車輪による乗り上げの際に車両 1 0 0 の乗員に不快感を与える程度の振動をもたらす大きさであるかを判断する観点から、予め実験やシミュレーション等により好適な値に定められる。

40

【 0 0 3 8 】

そして、コントローラ 5 0 は、フロント f L 上下 G_{fL} 及びフロント f R 上下 G_{fR} の双方が段差判定閾値 G_{bu} を超えていると判断した場合にステップ S 1 2 0 以降の段差対応制御を実行し、そうではない場合には本ルーチンを終了する。

【 0 0 3 9 】

すなわち、前輪 1 1 f を構成する双方の車輪（図 1 に示す左側前輪 1 1 f L 及び右側前輪 1 1 f R）が段差 B u に乗り上げた場合に段差対応制御を行い、左側前輪 1 1 f L 及び右側前輪 1 1 f R の内の少なくとも一方（片輪のみ）しか段差 B u に乗り上げていない場合には段差対応制御を実行せずに基本駆動制御を維持する。

【 0 0 4 0 】

50

次に、ステップ S 1 2 0 において、コントローラ 5 0 は、上記ステップ S 1 1 0 において前輪 1 1 f が段差 B u に乗り上げたことを検出したタイミング（すなわち、前輪乗り上げタイミング T 1 ）を基点として、経過時間 ΔT_{c0} の計測を開始する。

【 0 0 4 1 】

さらに、ステップ S 1 3 0 において、コントローラ 5 0 は、経過時間 ΔT_{c0} が所定の第 1 切り替え判定時間 ΔT_{up} 以上となったか否かを判定する。

【 0 0 4 2 】

第 1 切り替え判定時間 ΔT_{up} は、基本駆動制御から第 1 制御モードへの切り替えタイミングを規定する観点から好適な値に設定される。特に、第 1 切り替え判定時間 ΔT_{up} は、前輪 1 1 f が段差 B u に乗り上げた以降も好ましい車両特性（最適な電費など）を実現する基本駆動制御をできるだけ長く継続させた上で、後輪 1 1 r が段差 B u に乗り上げた時点で制御モードが第 2 制御モードに切り替わった状態となるように定められる。

10

【 0 0 4 3 】

より具体的に、コントローラ 5 0 は、先ず、前輪乗り上げタイミング T 1 を基点として、以降に車両 1 0 0 が走行する距離の推定値（以下「推定走行距離 D_{T-T1} 」とも称する）を求める。特に、推定走行距離 D_{T-T1} は、車速 V の検出値（例えば GPS 車体速 V_{GPS} ）若しくは推定値及び車輪速 w（若しくは車輪回転数 N_w ）を用いて、経過時間 ΔT_{c0} の関数として定めることができる。

【 0 0 4 4 】

さらに、コントローラ 5 0 は、演算した推定走行距離 D_{T-T1} が、前輪 1 1 f と後輪 1 1 r の間の距離からマージン α を減じた値と等しくなる時刻である第 1 切り替え予定時刻 T_a を求める。そして、コントローラ 5 0 は、前輪乗り上げタイミング T 1 から当該第 1 切り替え予定時刻 T_a までの時間を第 1 切り替え判定時間 ΔT_{up} として定める。

20

【 0 0 4 5 】

なお、マージン α は、前輪乗り上げタイミング T 1 以降において、好ましい車両特性を実現する基本駆動制御をできるだけ長く維持しつつも、後輪乗り上げタイミング T 2 よりも前に第 1 制御モードから第 2 制御モードへの切り替えを完了させることのできる好適な値に設定される。

【 0 0 4 6 】

そして、コントローラ 5 0 は、経過時間 ΔT_{c0} が第 1 切り替え判定時間 ΔT_{up} 以上となったと判断すると、ステップ S 1 4 0 の処理を実行する。

30

【 0 0 4 7 】

ステップ S 1 4 0 において、コントローラ 5 0 は、第 1 制御モードを実行する。より具体的に、コントローラ 5 0 は、駆動力制御を、前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r がともに正に設定される基本駆動制御から、前輪駆動力 F_f が負且つ後輪駆動力 F_r が正に設定される第 1 制御モードに切り替える。

【 0 0 4 8 】

次に、ステップ S 1 5 0 において、コントローラ 5 0 は、経過時間 ΔT_{c0} が所定の第 2 切り替え判定時間 ΔT_{d0} 以上となったか否かを判定する。

【 0 0 4 9 】

40

第 2 切り替え判定時間 ΔT_{d0} は、第 1 制御モードから第 2 制御モードへの切り替えタイミングを規定する観点から好適な値に設定される。特に、第 2 切り替え判定時間 ΔT_{d0} は、第 1 制御モードを継続させる時間（前輪乗り上げタイミング T 1 から第 1 切り替え予定時刻 T_a までの時間間隔）を一定値以上に確保しつつも、後輪乗り上げタイミング T 2 においては制御モードが第 2 制御モードに切り替わっている状態となるように適切な値に設定される。

【 0 0 5 0 】

より具体的に、コントローラ 5 0 は、ステップ S 1 3 0 で演算した推定走行距離 D_{T-T1} が、前輪 1 1 f と後輪 1 1 r の間の距離と等しくなる時刻である第 2 切り替え予定時刻 T_b を求める。さらに、コントローラ 5 0 は、前輪乗り上げタイミング T 1 から当該第 2

50

切り替え予定時刻 T_b までの時間を第2切り替え判定時間 ΔT_{do} として定める。すなわち、第2切り替え判定時間 ΔT_{do} は、第2切り替え予定時刻 T_b が後輪乗り上げタイミング T_2 とほぼ同時となるように定められる。なお、制御遅れなどを考慮して、第2切り替え予定時刻 T_b が後輪乗り上げタイミング T_2 よりも前になるように第2切り替え判定時間 ΔT_{do} を定めても良い。

【0051】

そして、コントローラ50は、経過時間 ΔT_{co} が第2切り替え判定時間 ΔT_{do} 以上となったと判断すると、ステップS160の処理を実行する。

【0052】

ステップS160において、コントローラ50は、第2制御モードを実行する。より詳細には、駆動力制御を、前輪駆動力 F_f が負且つ後輪駆動力 F_r が正に設定される第1制御モードから、前輪駆動力 F_f が正且つ後輪駆動力 F_r が負に設定される第2制御モードに切り替える。

10

【0053】

そして、ステップS170において、コントローラ50は、経過時間 ΔT_{co} が所定の制御継続時間 ΔT_{end} 以上となったと判断すると（制御継続タイミング T_{end} に到達すると）、制御モードを第2制御モードから基本駆動制御に戻して本ルーチンを終了する。

【0054】

図4A～図4Cは、段差対応制御を実行したことによる作用効果を説明する図である。

【0055】

20

上記段差対応制御を実行することで、前輪11fが段差Buに乗り上げた前輪乗り上げタイミング T_1 （図4A）から第1切り替え判定時間 ΔT_{up} が経過すると、制御モードが基本駆動制御から第1制御モードに切り替わり、車両100にアンチスクォート力 F_{an} が作用して車体後部がリフトアップする（図4B）。これにより、基本駆動制御の下における駆動力配分が設定される場合に比べて、リアサスペンション40rがより伸長する。

【0056】

その後、後輪11rが段差Buに乗り上げる後輪乗り上げタイミング T_2 の直前に（前輪乗り上げタイミング T_1 （図4A）から第1切り替え判定時間 ΔT_{up} が経過すると）、制御モードが第1制御モードから第2制御モードに切り替わり、車両100にスクォート力 F_{sq} が作用して車体後部がリフトダウンする（図4C）。これにより、第1制御モードの下で伸長している状態のリアサスペンション40rに対し、これを収縮させる方向の力（より詳細には下向きの力）が作用する。

30

【0057】

したがって、第1制御モード（アンチスクォート力 F_{an} ）により伸長したリアサスペンション40rの圧縮力、及び第2制御モード（スクォート力 F_{sq} ）によりリアサスペンション40rに作用する下向きの力が相互に相俟って、リアサスペンション40rよりも上部の車体構造部分（車室内も含む）から見た当該リアサスペンション40rの減衰力（抵抗力）が小さくなる（リアサスペンション40rが柔らかくなる）。このため、後輪11rが段差Buに乗り上げた際における車室内への振動が軽減されることとなり、乗員の乗り心地がより改善される。

40

【0058】

図5は、段差対応制御の制御結果の一例を示すタイミングチャートである。図示のように、本実施形態におけるリアサスペンション40rから上部の車体構造に入力される上下力 F_{sus} （実線参照）は、段差対応制御を実行しない（段差Buを走行する際にも基本駆動制御を維持する）比較例（破線参照）に比べて減少している。

【0059】

以下、上述した本実施形態の構成及びその作用効果についてまとめて説明する。

【0060】

本実施形態では、車両100の前輪11fに接続された前輪モータ10f及び後輪11rに接続された後輪モータ10rにより前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r をそれぞれ制

50

御する駆動力制御方法が提供される。

【 0 0 6 1 】

この駆動力制御方法では、車両 1 0 0 が段差 B u を通過する際に前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r を調節する段差対応制御（ステップ S 1 2 0 ~ ステップ S 1 7 0 ）を実行する。そして、段差対応制御では、前輪 1 1 f が段差 B u に乗り上げる前輪乗り上げタイミング T 1 以降であって後輪 1 1 r が段差 B u に乗り上げる後輪乗り上げタイミング T 2 よりも前に、前輪モータ 1 0 f を回生させて後輪モータ 1 0 r を力行させる第 1 制御モードを実行し（ステップ S 1 2 0 ~ ステップ S 1 4 0 ）、第 1 制御モードの実行後であって後輪乗り上げタイミング T 2 以前（後輪乗り上げタイミング T 2 よりも前又は同時）に、前輪モータ 1 0 f を力行させて後輪モータ 1 0 r を回生させる第 2 制御モードを実行する（ステップ S 1 5 0 ~ ステップ S 1 7 0 ）。

10

【 0 0 6 2 】

これにより、後輪 1 1 r が段差 B u に乗り上げる前後において、リアサスペンション 4 0 r の減衰力を低下させる車両 1 0 0 の上下変位が実現されるように、前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r の駆動力配分を調節することができる。したがって、車両 1 0 0 が段差 B u を通過する際に車室に伝わる振動を軽減して乗員の乗り心地をより改善することができる。

【 0 0 6 3 】

また、本実施形態では、前輪乗り上げタイミング T 1 から所定の第 1 切り替え判定時間 ΔT_{up} が経過すると、第 1 制御モードを開始する（ステップ S 1 3 0 及びステップ S 1 4 0 ）。

20

【 0 0 6 4 】

これにより、好ましい車両特性（最適な電費など）を実現する基本駆動制御をできるだけ長く継続させた上で、第 1 制御モードへの切り替えを行うための具体的な制御ロジックを実現することができる。特に、第 1 切り替え判定時間 ΔT_{up} を車速 V に応じて定めることで、基本駆動制御から第 1 制御モードへの切り替えをより適切なタイミングで実行することができる。

【 0 0 6 5 】

さらに、本実施形態では、前輪乗り上げタイミング T 1 から第 1 切り替え判定時間 ΔT_{up} よりも長い第 2 切り替え判定時間 ΔT_d が経過すると、第 2 制御モードを開始する（ステップ S 1 5 0 及びステップ S 1 6 0 ）。

30

【 0 0 6 6 】

これにより、後輪 1 1 r が段差 B u に乗り上げる後輪乗り上げタイミング T 2 より前に第 1 制御モード及び第 2 制御モードを行うための具体的な制御ロジックを実現することができる。特に、第 2 切り替え判定時間 ΔT_d を車速 V に応じて定めることで、第 1 制御モードから第 2 制御モードへの切り替えをより適切なタイミングで実行することができる。

【 0 0 6 7 】

さらに、本実施形態の駆動力制御方法は、車両 1 0 0 が段差 B u を通過するか否かを判定する段差判定処理を実行する（ステップ S 1 1 0 ）。

【 0 0 6 8 】

40

そして、段差判定処理では、前輪 1 1 f の双方の車輪（左側前輪 1 1 f L 及び右側前輪 1 1 f R ）が段差 B u を跨いだことを検出した場合に、車両 1 0 0 が段差 B u を通過すると判断する。一方、少なくとも一方の車輪が段差 B u を跨いだことが検出されない場合には、車両 1 0 0 が段差 B u を通過しないと判断する。

【 0 0 6 9 】

そして、車両 1 0 0 が段差 B u を通過すると判断した場合には上記段差対応制御を実行する（ステップ S 1 1 0 の Y e s ）。一方、車両 1 0 0 が段差 B u を通過しないと判断した場合には、前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r のそれぞれを、所定の基本駆動力（基本前輪駆動力及び基本後輪駆動力）に設定する基本駆動制御を実行する（ステップ S 1 1 0 の N o ）。

50

【 0 0 7 0 】

これにより、前輪 1 1 f は段差 B u に乗り上げたが後輪 1 1 r が当該段差 B u に乗り上げないため、段差対応制御が不要となるシーン（例えば、車両 1 0 0 の旋回時などに前輪 1 1 f の片輪のみが段差 B u に乗り上げたシーン）を判別して、当該シーンにおいては好適な車両特性を実現する基本駆動力配分を維持することができる。

【 0 0 7 1 】

さらに、本実施形態では、上記駆動力制御方法を実行するための駆動力制御装置として機能するコントローラ 5 0 が提供される。コントローラ 5 0 は、車両 1 0 0 の前輪 1 1 f に接続された前輪モータ 1 0 f 及び後輪 1 1 r に接続された後輪モータ 1 0 r により前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r をそれぞれ制御する。

10

【 0 0 7 2 】

特に、コントローラ 5 0 は、車両 1 0 0 が段差 B u を通過する際に前輪駆動力 F_f 及び後輪駆動力 F_r を調節する段差対応制御部（図 3）を有する。そして、段差対応制御部は、前輪 1 1 f が段差 B u に乗り上げる前輪乗り上げタイミング T 1 以降であって後輪 1 1 r が段差 B u に乗り上げる後輪乗り上げタイミング T 2 よりも前に、前輪モータ 1 0 f を回生させて後輪モータ 1 0 r を力行させる第 1 制御モードを実行し（ステップ S 1 1 0 ~ ステップ S 1 4 0）、第 1 制御モードの実行後であって後輪乗り上げタイミング T 2 より以前（後輪乗り上げタイミング T 2 よりも前、又は同時）に、前輪モータ 1 0 f を力行させて及び後輪モータ 1 0 r を回生させる第 2 制御モードを実行する（ステップ S 1 5 0 ~ ステップ S 1 7 0）。

20

【 0 0 7 3 】

これにより、上記駆動力制御方法の実行に適した制御装置の構成が実現されることとなる。

【 0 0 7 4 】

〔 第 2 実施形態 〕

以下、第 2 実施形態について説明する。なお、第 1 実施形態と同様の要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。特に、本実施形態では、経年変化などの要因で変化するタイヤ径 R に関して、当該変化を加味した学習値（以下、「タイヤ径学習値 R_L 」とも称する）を求めるタイヤ径学習処理を行う。

【 0 0 7 5 】

30

特に、タイヤ径学習処理では、既に説明した段差対応制御と同様に車両 1 0 0 が段差 B u を通過するシーンを想定して、基本駆動制御を設定して前輪 1 1 f の段差 B u への乗り上げタイミングから後輪 1 1 r の段差 B u への乗り上げタイミングまでの時間を計測し、当該時間に基づいてタイヤ径学習値 R_L を定める。

【 0 0 7 6 】

なお、以下では説明の便宜のため、第 1 実施形態の段差対応制御で説明した各制御パラメータと同様のパラメータには同一の符号を用いる。

【 0 0 7 7 】

図 6 は、本実施形態のタイヤ径学習処理を説明するフローチャートである。なお、コントローラ 5 0 は、図 6 に示す各処理を車両システム（車両 1 0 0 の走行及びその他の補助機能を実現するためのシステム）の起動時に実行する。

40

【 0 0 7 8 】

図示のように、ステップ S 2 1 0 において、コントローラ 5 0 は、車両 1 0 0 に対するシステム起動指令の検出の有無を判定する。ここで、本実施形態のシステム起動指令とは、乗員による車両システムの起動を要求する操作（例えばイグニッションスイッチのオン操作）などに応じて生成される信号を意味する。

【 0 0 7 9 】

そして、コントローラ 5 0 は、システム起動指令を検出した場合にステップ S 2 2 0 以降の処理を実行し、そうではない場合には本タイヤ径学習処理を終了する。

【 0 0 8 0 】

50

次に、ステップS 2 2 0において、コントローラ5 0は、段差対応制御禁止フラグをセットする。段差対応制御禁止フラグは、図3で説明した段差対応制御（ステップS 1 2 0～ステップS 1 7 0）の実行を禁止するフラグである。すなわち、本実施形態において、コントローラ5 0は図3に示す各処理を開始する前（又はステップS 1 2 0の処理を開始する前）に段差対応制御禁止フラグを参照し、当該フラグが設定されている場合には段差対応制御を実行しないように構成される。

【0081】

ステップS 2 3 0において、コントローラ5 0は、フロントf L上下G_{f l}及びフロントf R上下G_{f r}の双方が段差判定閾値G_{b u}を超えたか否かを判定する。なお、本判定は、図3のステップS 1 2 0と同様に前輪1 1 fが段差B uに乗り上げた状態を検出する趣旨で実行されるものである。そして、コントローラ5 0は、フロントf L上下G_{f l}及びフロントf R上下G_{f r}の双方が段差判定閾値G_{b u}を超えていると判断した場合にステップS 2 4 0以降の処理を実行する。

10

【0082】

次に、ステップS 2 4 0において、コントローラ5 0は、上記ステップS 2 3 0において検出した前輪1 1 fが段差B uに乗り上げたタイミングを基点として、経過時間ΔT_{c o}の計測を開始する。

【0083】

ステップS 2 5 0において、コントローラ5 0は、リアr L上下加速度センサ3 0 r Lの検出値（以下、「リアr L上下G_{r l}」とも称する）及びリアr R上下加速度センサ3 0 r Rの検出値（以下、「リアr R上下G_{r r}」とも称する）の双方が、段差判定閾値G_{b u}を超えたか否かを判定する。なお、本判定は、後輪1 1 rが段差B uに乗り上げた状態を検出する趣旨で実行されるものである。

20

【0084】

そして、コントローラ5 0は、リアr L上下G_{r l}及びリアr R上下G_{r r}の双方が段差判定閾値G_{b u}を超えていると判断した場合にステップS 2 6 0以降の処理を実行する。

【0085】

次に、ステップS 2 6 0において、コントローラ5 0は、上記ステップS 2 5 0において肯定的判定を行ったタイミング（後輪1 1 rが段差B uに乗り上げたタイミング）において経過時間ΔT_{c o}の計測を停止して当該経過時間ΔT_{c o}を記録する。すなわち、この経過時間ΔT_{c o}は、前輪1 1 fが段差B uに乗り上げてから後輪1 1 rが段差B uに乗り上げるまでの期間に相当する。なお、説明の便宜のため、以下ではこれを「前後輪乗り上げ時間ΔT_{f→r}」とも称する。

30

【0086】

ステップS 2 7 0において、コントローラ5 0は、図示しないセンサなどから入力されるGPS車体速V_{GPS}、車輪回転数N_w、及び前後輪乗り上げ時間ΔT_{f→r}に基づいて、以下の式（1）からタイヤ径学習値R_Lを演算する。

【0087】

【数1】

$$R_L = \frac{\int_0^{\Delta T_{f \rightarrow r}} V_{GPS} \cdot dT}{\int_0^{\Delta T_{f \rightarrow r}} N_w \cdot dT} \quad \cdots (1)$$

40

【0088】

ステップS 2 8 0において、コントローラ5 0は、求めたタイヤ径学習値R_Lを記録し、ステップS 2 2 0で設定した段差対応制御禁止フラグをキャンセルして、本タイヤ径学習処理を終了する。なお、段差対応制御禁止フラグがキャンセルされた状態でタイヤ径学習処理が終了することで、コントローラ5 0による以降の段差対応制御の実行が許容され

50

る。

【 0 0 8 9 】

そして、コントローラ 5 0 は、以降の段差対応制御（特にステップ S 1 3 0 及びステップ S 1 5 0 ）において、上述の第 1 切り替え判定時間 ΔT_{up} 及び第 2 切り替え判定時間 ΔT_{do} を求めるために用いる車速 V を、タイヤ径学習処理で得られたタイヤ径学習値 R_L を用いて演算する。すなわち、第 1 切り替え判定時間 ΔT_{up} 及び第 2 切り替え判定時間 ΔT_{do} は、タイヤ径学習値 R_L に基づく車速 V に応じた可変値に設定されることとなる。

【 0 0 9 0 】

以下、上述した本実施形態の構成及びその作用効果についてまとめて説明する。

【 0 0 9 1 】

本実施形態の駆動力制御方法では、さらに、タイヤ径 R の学習値（タイヤ径学習値 R_L ）を求めるタイヤ径学習処理を実行する。そして、段差対応制御（図 3 ）では、タイヤ径学習処理により得られたタイヤ径学習値 R_L に基づいて定まる車速 V に応じて、第 1 切り替え判定時間 ΔT_{up} 及び第 2 切り替え判定時間 ΔT_{do} を可変値に設定する。

【 0 0 9 2 】

これにより、段差対応制御において、経年によるタイヤ径 R の変化に起因する車速 V の変化を加味した上で、第 1 制御モードの開始タイミングを規定する第 1 切り替え判定時間 ΔT_{up} 及び第 2 制御モードの開始タイミングを規定する第 2 切り替え判定時間 ΔT_{do} を定めることができる。したがって、段差対応制御において、前輪 1 1 f 及び後輪 1 1 r における力行と回生の切り替えタイミングを高精度に定めることができ、乗員が感じる振動の緩和効果をより確実に発揮することができる。

【 0 0 9 3 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。

10

20

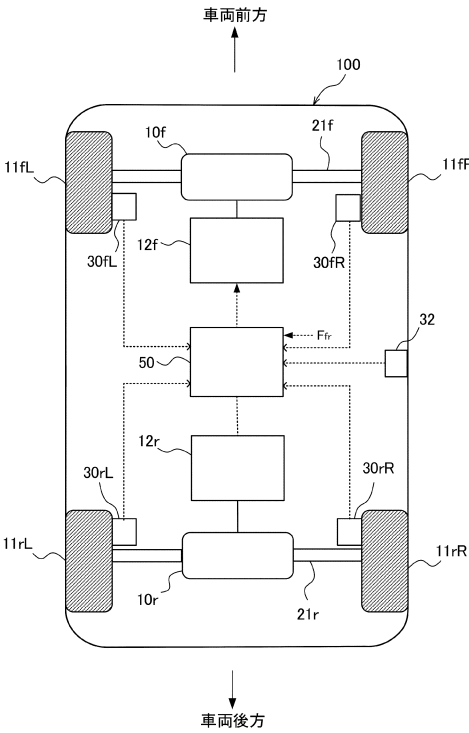
30

40

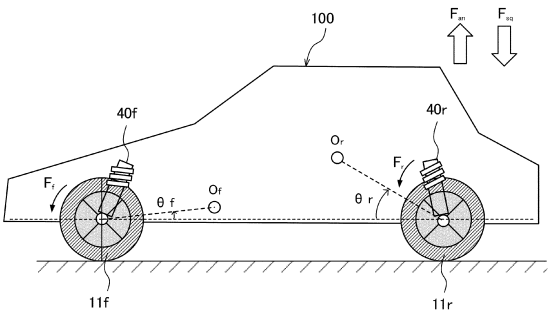
50

【図面】

【図 1】



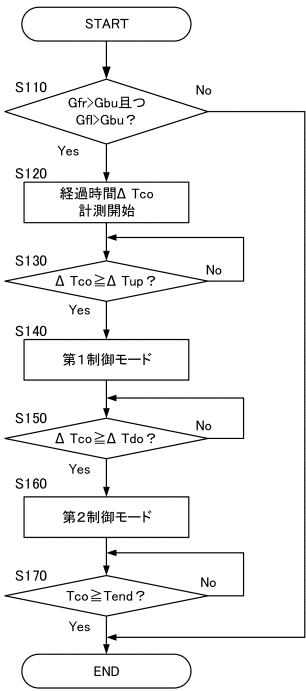
【図 2】



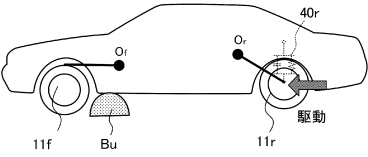
10

20

【図 3】



【図 4 A】

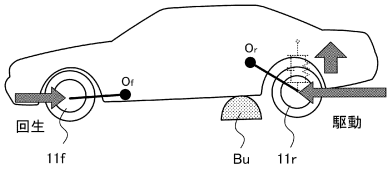


30

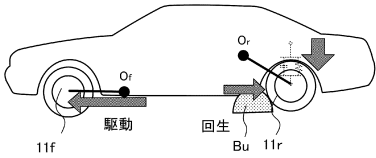
40

50

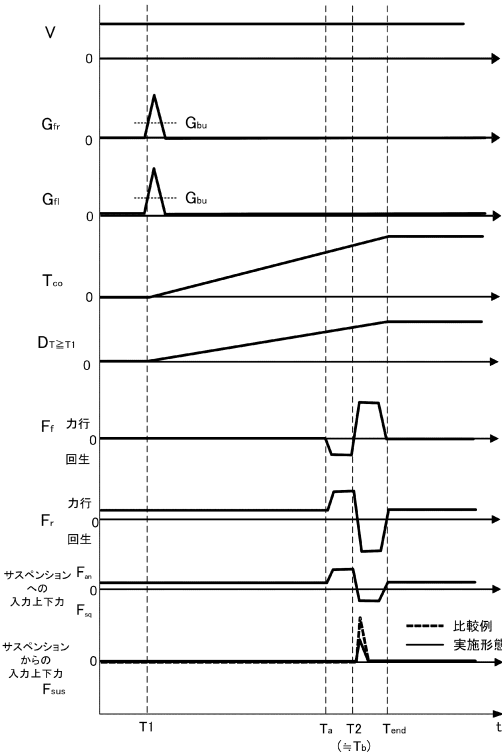
【図 4 B】



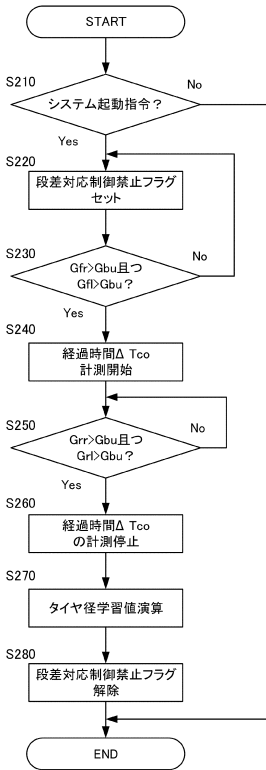
【図 4 C】



【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 1 1 8 8 9 8 (J P , A)
特開 2 0 2 0 - 1 9 6 4 1 0 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 2 1 / 0 0 9 4 5 3 4 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 2 2 / 0 1 8 5 2 8 3 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- B 6 0 L 1 / 0 0 - 3 / 1 2
B 6 0 L 7 / 0 0 - 1 3 / 0 0
B 6 0 L 1 5 / 0 0 - 5 8 / 4 0