

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7060356号
(P7060356)

(45)発行日 令和4年4月26日(2022.4.26)

(24)登録日 令和4年4月18日(2022.4.18)

(51)国際特許分類		F I		
B 6 0 T	8/1755(2006.01)	B 6 0 T	8/1755	Z
B 6 0 T	8/26 (2006.01)	B 6 0 T	8/26	H
B 6 0 T	13/74 (2006.01)	B 6 0 T	13/74	G

請求項の数 8 (全15頁)

(21)出願番号	特願2017-203361(P2017-203361)	(73)特許権者	509186579 日立Astemo株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(22)出願日	平成29年10月20日(2017.10.20)	(74)代理人	110000350 ポレール特許業務法人
(65)公開番号	特開2019-77221(P2019-77221A)	(72)発明者	伊多倉 京土朗 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(43)公開日	令和1年5月23日(2019.5.23)	(72)発明者	安島 俊幸 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
審査請求日	令和2年9月8日(2020.9.8)	(72)発明者	伊藤 貴廣 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72)発明者	松原 謙一郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両のブレーキシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の前輪側制動機構及び後輪側制動機構への制動力を配分する制動力配分装置を備えた車両のブレーキシステムにおいて、

前記制動力配分装置は、

前記車両の前後方向の傾きである実ピッチ角を検出する姿勢推定部と、予め定めた所定の傾きである目標ピッチ角を求める目標姿勢生成部と、前記実ピッチ角と前記目標ピッチ角とを比較して差分を求め、前記実ピッチ角を前記目標ピッチ角に近づけて前記差分を縮小する帰還制御を実行することによって、前記前輪側制動機構と前記後輪側制動機構の制動力の配分比を修正する制動力配分比演算部とを備えている

ことを特徴とする車両のブレーキシステム。

【請求項2】

請求項1に記載の車両のブレーキシステムにおいて、前記目標ピッチ角は固定の値、或いは可変の値に設定されていることを特徴とする車両のブレーキシステム。

【請求項3】

請求項2に記載の車両のブレーキシステムにおいて、前記目標ピッチ角は、前記車両の姿勢が水平状態から「ノーズダイブ」の状態のピッチ角に設定されていることを特徴とする車両のブレーキシステム。

【請求項4】

前記請求項 1 に記載の車両のブレーキシステムにおいて、
前記制動力配分比演算部は、

前記目標ピッチ角に比べて前記実ピッチ角が小さい状態であると、前記前輪側制動機構の制動力を大きく、前記後輪側制動機構の制動力を小さくなるように配分し、前記目標ピッチ角に比べて前記実ピッチ角が大きい状態であると、前記前輪側制動機構の制動力を小さく、前記後輪側制動機構の制動力を大きくなるように配分することを特徴とする車両のブレーキシステム。

【請求項 5】

前記請求項 2 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載の車両のブレーキシステムにおいて、前記前輪側制動機構は液圧ブレーキ機構で構成され、前記後輪側制動機構は電動ブレーキ機構で構成されているか、或いは前記前輪側制動機構と前記後輪側制動機構は前記電動ブレーキ機構で構成されている、
ことを特徴とする車両のブレーキシステム。

10

【請求項 6】

前記請求項 2 ~ 請求項 5 のいずれか 1 項に記載の車両のブレーキシステムにおいて、前記制動力配分比演算部は、前記車両の車輪速度から算出される車輪のスリップ率を検出し、前記スリップ率が所定のスリップ率閾値より小さいときに制動力の配分比を修正することを特徴とする車両のブレーキシステム。

【請求項 7】

前記請求項 2 ~ 請求項 6 のいずれか 1 項に記載の車両のブレーキシステムにおいて、前記目標ピッチ角は、搭乗者の運転操作情報、前記車両の運動情報、外界情報、搭乗者から得られる生体情報のうちの、少なくとも 1 つ以上の情報に基づいて設定されていることを特徴とする車両のブレーキシステム。

20

【請求項 8】

前記請求項 7 に記載の車両のブレーキシステムにおいて、前記 1 つ以上の情報に基づいて設定された前記目標ピッチ角は、前記車両とは別のデータベースに保存されており、前記目標ピッチ角は前記データベースから読み出されて、前記制動力配分装置で利用されることを特徴とする車両のブレーキシステム。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は車両の制動動作を行なうブレーキシステムに係り、特に前輪と後輪の制動力の配分比を調整することができる車両のブレーキシステムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

自動車においては、ブレーキペダルの踏込量に応じて車輪に制動力を付与するブレーキシステムが搭載されている。そして、最近では前輪と後輪の制動力を個別に制御するブレーキシステムが提案されており、例えば、特開 2007-216771 号公報（特許文献 1）においては、自動車の前輪と後輪の制動力を制御するブレーキ液圧制御用アクチュエータを備え、ブレーキ用制御装置（ECU）からの制御指令によって、前輪と後輪の制動力の配分を調整することが示されている。

40

【0003】

特許文献 1 では、任意の減速度を発生させる場合において、実制動力配分特性線上の制動力配分とした場合と、理想制動力配分特性上の制動力配分とした場合とを比べて、実制動力配分特性線上の制動力配分とした場合における前輪の制動力配分の比率が、理想制動力配分特性上の制動力配分とした場合における前輪の制動力配分の比率よりも低く設定することによって、制動時の車体の「ノーズダイブ」を抑制して搭乗者に不快感を与える「前のめり姿勢」を低減するようにしている。

【0004】

50

また、特開平 11 - 70874 号公報（特許文献 2）においては、自動車の制動時の停止直前から停止に至る間で、後輪側の車輪に車輪制動力を発生させる車輪制動力発生手段にかかるブレーキ液圧の増圧勾配を、停止直前以前までにおける増圧勾配よりも大きくすることによって、停止前後の車体挙動を適切に制御し、自動車の制動時の快適性を向上させるようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2007 - 216771 号公報

特開平 11 - 70874 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、特許文献 1 に記載のブレーキシステムでは、前輪と後輪の制動力配分を理想配分よりも後輪側の制動力が大きくなるように配分することで、自動車の「ノーズダイブ」を抑制することができる。しかしながら、「ノーズダイブ」の抑制を図るため制動力配分を理想配分よりも後輪側の制動力を大きく設定しているが、その配分割合は常に一定に設定されている。

【0007】

また、特許文献 2 に記載のブレーキシステムでは、制動力の配分は常には一定とせず、制動時のブレーキペダルの踏込操作や減速度などが所定の閾値を越える場合においてのみ、自動車のピッチ角の変動が大きいと見做して、後輪側の制動力の制動力配分を大きくしている。

20

【0008】

これらの特許文献 1、特許文献 2 では、いずれもピッチングを抑制するための前輪及び後輪の制動力の配分比は、制動力の強さによらず一定とされているか、もしくは検討が十分になされていないものである。しかしながら、実際の自動車の挙動を考慮すると、制動力が大きいほど自動車の荷重移動は大きくなり、「ノーズダイブ」の量は増大する。このため、「ノーズダイブ」の抑制には、前輪及び後輪の制動力の配分比を時々刻々と変化する制動状態に対応して動的に配分することが望ましい。

30

【0009】

本発明の目的は、制動時の自動車の姿勢の変化に対応して前輪と後輪の制動力の配分比を動的に調整して乗り心地の快適性を向上することができる新規な車両のブレーキシステムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の特徴は、車両の前後方向の傾きに関する目標値に対する車両の前後方向の傾きに関する検出値に応じて、前輪側制動機構及び後輪側制動機構に制動力を配分する、ところにある。

【発明の効果】

40

【0011】

本発明によれば、制動時の車両の姿勢の変化に対応して前輪と後輪の制動力の配分比を動的に調整して乗り心地の快適性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】本発明が適用される自動車のブレーキシステムの構成を示す構成図である。

【図 2】図 1 に示す前輪側のブレーキ機構の構成を示す構成図である。

【図 3】図 1 に示す後輪側のブレーキ機構の構成を示す構成図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態になるブレーキシステムの制動制御手段の構成を示す構成図である。

50

【図 5】図 4 に示す制動制御手段によって実施される制御ステップを説明するフローチャート図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施形態の制動動作を説明する説明図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施形態の制動動作の効果の説明図である。

【図 8】本発明の第 2 の実施形態の制動動作を説明する説明図である。

【図 9】本発明の第 2 の実施形態の制動動作の効果の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されることなく、本発明の技術的な概念の中で種々の変形例や応用例をもその範囲に含むものである。

10

【実施例 1】

【0014】

次に、本発明の第 1 の実施形態になる自動車のブレーキシステムを図 1 ~ 図 7 を用いて詳細に説明する。ここで、図 1 は自動車のブレーキシステムの概略を示し、図 2、図 3 は前輪側と後輪側の夫々の制動機構の概略を示し、図 4 はブレーキシステムの制動制御手段の構成を示し、図 5 はその制御フローを示している。

【0015】

図 1 において、自動車 1 は一対の前輪 2 R、2 L と、一対の後輪 3 R、3 L とを備え、また、前輪 2 R、2 L に対して制動力を付与する液圧ブレーキ機構からなる前輪側制動機構 4 (図 2 参照) と、後輪 3 R、3 L に対して制動力を付与する電動ブレーキ機構からなる後輪側制動機構 5 (図 3 参照) を備えている。尚、前輪側制動機構 4 と後輪側制動機構 5 は、それぞれ逆の関係であっても差し支えないものである。更に、前記前輪側制動機構と前記後輪側制動機構は、共に電動ブレーキ機構で構成されていても良いものである。

20

【0016】

本実施形態においては、前輪側制動機構 4 は、ブレーキ液圧で動作してブレーキディスク B D を挟み込む液圧ディスクブレーキ(液圧ブレーキ機構) 4 R、4 L と、ブレーキ液圧を生成する前輪側電動液圧機構 6 と、前輪側制御装置 7 とから構成されている。

【0017】

また、後輪側制動機構 5 は、ブレーキ用電動モータ 8 R、8 L の回転によって動作してブレーキディスク B D を挟み込む電動ディスクブレーキ(電動ブレーキ機構) 5 R、5 L と、電動モータを制御する後輪側制御装置 9 から構成されている。

30

【0018】

前輪側電動液圧機構 6 は、例えば図 2 に示すように、電動部品要素であるポンプ用電動モータ 10 で動作され、リザーバタンク 11 R 内のブレーキ液を加圧する液圧源である液圧ポンプ 11 P と、液圧ポンプ 11 P のブレーキ液圧を調整する電磁調圧弁 12 と、液圧ディスクブレーキ 4 R、4 L に流入するブレーキ液を調整する電磁流入弁 13 R、13 L と、流出するブレーキ液を調整する電磁流出弁 14 R、14 L と、ブレーキペダル 15 側を遮断する電磁遮断弁 16 等の電動部品要素で構成された液圧回路系統 17 を備えている。尚、前輪側電動液圧機構 6 と液圧回路系統 17 は同じ枠で囲っている。

40

【0019】

更に、図 2 に示す前輪側制動機構 4 は、前輪側電動液圧機構 6 とは別に運転者が操作するブレーキペダル 15 の操作を動力源として動作するマスタシリンダ 18 を有している。マスタシリンダ 18 は液圧回路系統 17 によって液圧ディスクブレーキ 4 R、4 L と接続されており、電磁遮断弁 16 と電磁流入弁 13 R、13 L を開弁状態にすることで、マスタシリンダ 18 で生成されたブレーキ液圧により液圧ディスクブレーキ 4 R、4 L を動作し、自動車 1 を制動することが可能である。したがって、前輪側電動液圧機構 6 の電動部品要素に電力を供給しなくても制動動作が可能となっている。

【0020】

また、電磁遮断弁 16 が閉弁状態の時にブレーキペダル 15 の操作に対して、適切な反力

50

を運転者に与え、マスタシリンダ 18 から吐出されるブレーキ液圧を吸収するためにストロークシミュレータ 19 を備えている。更に、ストロークシミュレータ 19 に至る液圧回路系統 17 には、ストロークシミュレータ 19 へのブレーキ液の流入、流出を調整する電磁ストロークシミュレータ弁 20 も備えられている。前輪側制動機構 4 のうちで、電動部品要素である、ポンプ用電動モータ 10、電磁液圧制御弁として機能する電磁制御弁 12、13 R、13 L、14 R、14 L、16、20 は、前輪側制御装置 7 で制御される。

【0021】

図 1 に示すように、前輪側制御装置 7 には制御信号線 21 及び通信線 22、23 が接続されている。制御信号線 21 は上位制御装置 24 から制御指令情報を前輪側制御装置 7 に入力しており、また、通信線 22、23 は後述する後輪側制御装置 9 と通信を行なっている。更に、前輪側制御装置 7 には、車載バッテリーのような主電源 25 に接続された主電力線 26 が接続されている。

10

【0022】

また、本実施形態においては、後輪側制動機構 5 は電動ディスクブレーキ 5 R、5 L を備えている。ここで、電動ディスクブレーキ 5 R、5 L は同じ構成とされており、例えば、図 3 に示すように、後輪側電動機構 27 は、ブレーキ用電動モータ 8 R、8 L によってブレーキパッド 28 をブレーキディスク BD に押し付け、押圧力を生成して制動力を発生させている。

【0023】

ブレーキ用電動モータ 8 R、8 L の回転力は、回転/直動変換機構 29 によって直動運動に変換されて、ブレーキパッド 28 をブレーキディスク BD に押し付けて制動力を付与している。ここで、ブレーキパッド 28 の押圧力を調整するため、ブレーキ用電動モータ 8 R、8 L の回転は後輪側制御装置 9 によって制御されている。ここで、回転/直動変換機構 29 は、送りねじ機構を採用して、回転運動を直動運動に変換している。また、回転/直動変換機構 29 の一部には、推力を検出するロードセル 30 が設けられており、推力を検出することによって制動力を推定することができる。

20

【0024】

更に、前輪側制御装置 7 と同様に後輪側制御装置 9 には、制御信号線 21 及び通信線 22、23 が接続されている。制御信号線 21 は上位制御装置 24 から制御指令情報を後輪側制御装置 9 に入力しており、また、通信線 22、23 は上述した前輪側制御装置 7 と通信を行なっている。更に、後輪側制御装置 9 には、車載バッテリーのような主電源に接続された主電力線 31 が接続されている。

30

【0025】

図 1 に戻って、自動車 1 には、カメラ、レーダ等からの外界情報、ナビゲーションシステムからの地図情報、自動車 1 に備えられた駆動システム、操舵システム、ブレーキシステム等の動作状態情報、運動状態情報等の 1 つ以上の情報に基づき、自動車 1 の適切な制動動作量を演算し、この制動動作量を制御指令情報として前輪側制御装置 7 と後輪側制御装置 9 に送信する上位制御装置 24 を備えている。

【0026】

また、前輪 2 R、2 L と後輪 3 R、3 L には車輪速度センサ 32 が設けられており、それぞれの車輪の回転速度を検出している。これらの回転速度は、前輪側制御装置 7、後輪側制御装置 9、及び上位制御装置 24 に送られている。

40

【0027】

ブレーキペダル 15 の操作量情報（ブレーキペダルのストローク、マスタシリンダ内圧力等）や上位制御装置 24 の制御指令情報は、制御信号線 21 を介して前輪側制御装置 7、及び後輪側制御装置 9 に送られている。また、前輪側制御装置 7 と後輪側制御装置 9 は通信線 22、23 を介して互いに接続されている。

【0028】

更に、本実施形態では前輪側制動機構 4 と後輪側制動機構 5 への制動力の配分比を求める、制動力配分装置 33 が設けられており、制御信号線 21、通信線 22、23 を介して、

50

前輪側制御装置 7 と後輪側制御装置 9 に接続されている。そして、ブレーキペダル 15 の操作情報（ブレーキペダルストローク、マスタシリンダ内圧力等）、車輪速度センサ 32 の車輪速度情報、ロードセル 30 のブレーキパッド推力情報、及び上位制御装置 24 の制御指令情報は、制御信号線 21、通信線 22、23 を介して制動力配分装置 33 に送られている。

【0029】

次に、制動力配分装置 33 の機能ブロックを図 4 に基づき説明する。姿勢検出部 40 は、例えばピッチ角速度の情報を所定のサンプリング周期で時々刻々と計測し、この計測されたピッチ角速度を姿勢推定部 41 に転送する。尚、ピッチ角速度は、加速度センサ、ジャイロ等の慣性センサを、単独、或いは組み合わせて利用して求めることができるが、これ以外のセンサ（例えば、車高センサ）や数学的な推定方法でピッチ角の情報を求めることができる。本実施形態では、要は自動車の制動時の姿勢が推定できれば良いものである

10

【0030】

ので、ピッチ角速度、或いはピッチ角を求めるセンサは限定されるものではない。姿勢検出部 40 から送られてきたピッチ角速度は、姿勢推定部 41 によって、例えばピッチ角速度の計測データをフィルタリングしてノイズを除去した後に、積分されて自動車の車両姿勢が実ピッチ角として求められる。姿勢推定部 41 で求められた実ピッチ角は、姿勢推定値として制動力配分演算部 43 に転送されて入力される。

【0031】

また、目標姿勢演算部 42 は、実ピッチ角、車輪速度、制動力、減速度等の種々の情報に基づき、所定の演算によって予め定めた目標ピッチ角を演算し、この目標ピッチ角を目標姿勢値として制動力配分演算部 43 に転送して入力する。目標ピッチ角は、固定の値、或いは可変の値を用いることができる。

20

【0032】

例えば、目標ピッチ角は常に「0」（＝水平姿勢）としても良く、また、自動車の運転操作量、自動車の運動情報、外界情報、搭乗者から得られる生体情報等に基づき設定されても良いものである。尚、搭乗者の生体情報は、搭乗者の身体的負荷を計測し、身体的負荷を和らげるように目標ピッチ角を設定しても良い。更に、目標ピッチ角は、車両姿勢が水平状態から「ノーズダイブ」の状態のピッチ角に設定されることが望ましい。

【0033】

そして、制動力配分演算部 43 は、目標姿勢生成部 42 から入力された目標姿勢値と、姿勢推定部 41 から入力される姿勢推定値の情報に基づき、現在の姿勢推定値が目標推定値に収束するように、制動力の配分比を時々刻々と調整する。ここで、調整された制動力の配分比は、通信線 22、23 を介して前輪側制御装置 7、後輪側制御装置 9 に送られる。

30

【0034】

尚、運転者の運転特性や生体情報を反映した目標姿勢値は、ストレージやクラウドサーバー等に保存しておき、運転する対象となる自動車が置き換わった際に、通信手段によって目標姿勢値を取り寄せて、制動力配分装置 33 で再利用するシステムを構築することも可能である。

【0035】

ところで、図 4 に示した制動力配分装置 33 の機能ブロックは、実際にはマイクロコンピュータのメモリに記憶されたソフトウェアで実行されるものである。次のこの制御フローを図 4 に基づき説明するが、この制御フローは、所定の時間間隔で起動されるものである。

40

【0036】

ステップ S10

ステップ S10 においては、現在の自動車の走行が制動状態かどうかを判断している。これは、ブレーキペダルが所定量以上に踏み込まれて、自動車が減速されていることを検出することで判断することができる。この判断で、制動状態にないと判断されるとエンドに抜けて次の起動タイミングを待つことになる。一方、制動状態であると判断されるとステップ S11 に移行する。

50

【 0 0 3 7 】

ステップ S 1 1

ステップ S 1 1 においては、各車輪に取り付けられた車輪速度センサ 3 2 で車輪速度を検出し、前輪側制動機構 4 の液圧回路系統 1 7 に取り付けられた圧力センサでブレーキ液圧を検出し、後輪側制動機構 5 のロードセル 3 0 で推力を検出し、図示しない加速度センサで減速度を検出し、更にジャイロや加速度センサによってピッチ角速度を検出する。ここで、圧力センサは、図 2 に示すように電磁流入弁 1 3 R、1 3 L と電磁流出弁 1 4 R、1 4 L の間のブレーキ圧 P R、P L を検出するものである。これらの検出情報は、マイクロコンピュータに備えられている R A M の一時記憶領域に記憶され、以下の制御ステップで実行される演算に利用される。尚、ブレーキシステムに合せて、これ以外に他の情報を検出することも可能である。

10

【 0 0 3 8 】

ステップ S 1 2

ステップ S 1 2 においては、各車輪速度の検出情報に基づき各車輪のスリップ率を算出する。ここで、スリップ率()の演算は、一般に車体速度を「V v」、車輪速度を「V w」とすると、以下の(1)式で求めることができる。

$$= \{ (V v - V w) / V v \} \times 100 [\%] \dots \dots (1)$$

スリップ率()が求まると、ステップ S 1 3 に移行する。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 3

ステップ S 1 3 においては、スリップ率()が所定値以上かどうかを判断している。自動車の車輪は、一般的にスリップ率 1 0 % ~ 2 0 % で最大制動力を発生し、最大制動力を超えるスリップ率()となると車輪がロック状態に陥ることが知られている。したがって、ステップ S 1 3 では、この車輪のロック状態を回避するため、各車輪のスリップ率()を監視し、所定のスリップ率閾値(t h)未満の場合には、車輪がロック状態にないと判断して制動力配分を行うステップ S 1 5 に移行する。一方、スリップ率()がスリップ率閾値(t h)以上の場合は、車輪がロック状態にあると判断してステップ S 1 4 に移行する。

20

【 0 0 4 0 】

ステップ S 1 4

ステップ S 1 4 においては、車輪がロック状態に陥らないため、或いはロック状態から復帰するために、アンチロックブレーキシステム(A B S)を動作させる。A B S システムは、ブレーキキャリパの制動力を調整しながら車輪がロックするのを避ける技術であり、これはよく知られたものであるので、これ以上の説明は省略する。

30

【 0 0 4 1 】

そして、スリップ率()を監視し、スリップ率()がスリップ率閾値(t h)未満となり、タイヤが路面を十分にグリップできるようになるまで、ステップ S 1 3 及びステップ S 1 4 を繰り返し実行する。ステップ S 1 3 で、各車輪のスリップ率()が所定のスリップ率閾値(t h)未満になると、車輪がロック状態にないと判断して制動力の配分を行うステップ S 1 5 に移行する。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 1 5

ステップ S 1 5 においては、検出されたピッチ角速度から実ピッチ角(e s t)を推定演算する。これは、図 4 の姿勢検出部 4 0 や姿勢推定部 4 1 に対応するものである。更に、実ピッチ角、車輪速度、制動力、減速度等の種々の情報に基づき、所定の演算によって予め定められた目標ピッチ角(r e f)を推定演算する。これは、図 4 の目標姿勢演算部 4 2 に対応するものである。実ピッチ角、及び目標ピッチ角が求まるとステップ S 1 6 に移行する。

40

【 0 0 4 3 】

ステップ S 1 6

ステップ S 1 6 においては、前輪側制動機構 4 のブレーキ液圧と、後輪側制動機構 5 の推

50

力から、現在の前輪側制動機構 4 の制動力と後輪側制動機構 5 の制動力を演算する。この演算は、算術演算で行っても良いし、また、ブレーキ液圧、及び推力から予め定めた制動力マップから検索して演算しても良いものである。現在の前輪側制動機構 4 の制動力と後輪側制動機構 5 の制動力が求まると、ステップ S 1 7 に移行する。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 1 7

ステップ S 1 7 においては、ステップ S 1 6 で求めた制動力から、現在の前輪側制動機構 4 と後輪側制動機構 5 の制動力の配分比()を演算する。現在の制動力の配分比が求まるとステップ S 1 8 に移行する。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 1 8

ステップ S 1 8 においては、ステップ S 1 5 で求められた目標ピッチ角(r e f)と実ピッチ角(e s t)を基に、以下の(2)式から目標ピッチ角(r e f)と実ピッチ角(e s t)の差分(e)を求める。この差分(e)は姿勢誤差として帰還制御される。

$$e = r e f - e s t \dots\dots (2)$$

そして、差分(e)が求まると、この差分(e)を縮小するように制動力の配分比()を修正する。ここでは、帰還制御である「比例制御」、或いは「比例/積分制御」を実行して、以下の(3)式から配分比修正値()を求め、この配分比修正値()を用いて(4)式から制動力の配分比()を修正する。

$$= K \times e = K (r e f - e s t) \dots\dots (3)$$

$$= + \dots\dots (4)$$

尚、制動力の配分比()は、「前輪側制動力」/「後輪側制動力」の比で表され、値が大きいほど前輪側の制動力が優勢となり、値が小さいほど後輪側の制動力が優勢となるものである。ここで、これらの計算は、図 5 の制御フローチャートの起動タイミング毎に演算されるので、この起動タイミング周期に対応して差分(e)、配分修正値()、配分比()が変更されていくものである。また、配分比修正値()は(3)式にあるように正負の記号が付き、これによって、配分比()が修正されるようになる。

【 0 0 4 6 】

例えば、目標ピッチ角(r e f)に比べて実ピッチ角(e s t)が小さい「ノーズリフト」の状態であると、前輪側制動機構 4 の制動力を大きく、後輪側制動機構 5 の制動力を小さくなるように配分する。逆に、目標ピッチ角(r e f)に比べて実ピッチ角(e s t)が大きい「ノーズダイブ」の状態であると、前輪側制動機構 4 の制動力を小さく、後輪側制動機構 5 の制動力を大きくなるように配分する。配分比()の修正が行なわれるとステップ S 1 9 に移行する。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 1 9

ステップ S 1 9 においては、現在の制動状態が継続しているか否かを加速度センサやブレーキペダルのストローク等から判断するものである。制動状態が継続されていれば、再度ステップ S 1 1 に戻って上述の制御を実行し、制動状態が終了するまでステップ S 1 1 からステップ S 1 9 の制御を繰り返すものである。そして、制動状態でないと判断するとエンドに抜けて、制動力の配分制御を完了するものである。

【 0 0 4 8 】

以上のような制御を実行することによって、実ピッチ角(e s t)が目標ピッチ角(r e f)に収束するように制動力の配分比()を帰還制御することで、制動時の自動車の姿勢の変化に対応して、前輪と後輪の制動力の配分を動的に調整して乗り心地の快適性を向上することができる。

【 0 0 4 9 】

次に、上述した制御を実施した時の制御挙動を図 6 に基づき説明する。図 6 は制動力の配分比()、制動力の大きさ、及びピッチ角の関係を示している。

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

一般的には、「ノーズダイブ」や「ノーズリフト」の主要因はサスペンションの伸縮であるといわれている。制動時に発生する、前輪側サスペンションの沈み込みストローク量(f)と後輪側の浮き上がりストローク量(r)は、以下の(5)式、及び(6)式でそれぞれ表せる。

$$f = (hCG/L - \tan \theta_f) F / k_f \dots\dots\dots (5)$$

$$r = (hCG/L - (1 - \theta_r) \tan \theta_r) F / k_r \dots\dots\dots (6)$$

ここで、「 hCG 」は自動車の重心高、「 L 」は車輪間の距離、「 θ 」は制動力の配分比(図6にあるように、「 1 」に近づくほど前輪配分が優勢となり、「 0 」に近づくほど後輪配分が優勢となる)、「 θ_f 」及び「 θ_r 」は前輪と後輪の仮想リンク角度(力の伝達が行われると仮定できるリンクと平坦な地面との成す角度)、「 F 」は制動力、「 k_f 」、及び「 k_r 」はサスペンションのばね定数である。そして、上述の(5)式、(6)式から制動力の配分比()を変更することで、サスペンションストロークを変化させることができるため、自動車のピッチ角を制御することができるようになる。

【0051】

したがって、制動力(F)は運転者の意図した制動力を維持したまま、制動力(F)の配分を調整することで、自動車の姿勢(実ピッチ角)を目標姿勢(目標ピッチ角)に近づけることが可能となる。

【0052】

図6においては、縦軸がピッチ角を示しており、上側が「ノーズリフト」、下側が「ノーズダイブ」の方向のピッチ角を表し、横軸は制動力の配分比()であり、右にいくほど前輪側の制動力が増大し、左にいくほど後輪側の制動力が増大する。

【0053】

一般的に、自動車は前輪側で制動力を与えると「ノーズダイブ」し、後輪側で制動力を与えると「ノーズリフト」となる特性を有し、制動力が小さいと制動特性(C_s)となり、制動力が大きいと制動特性(C_b)となり、釣り合い点(B_a)の周りで制動力の増加に応じてピッチ角()の傾きは増大する。尚、釣り合い点(B_a)のピッチ角()は、「 $\theta = 0$ 」であり、車両姿勢は水平状態となる。

【0054】

このように、制動力の配分比が例えば「 0.6 」に設定されている状態で、ブレーキペダルの踏込量が増大して制動力が大きくなるにしたがって、そのピッチ角()は、ピッチ角(s)からピッチ角(b)のように大きくなり、「ノーズダイブ」の量が大きくなる。

【0055】

そして、従来の制動力の配分比()は、一般に「 $\theta = 0.6$ 」付近で一定としてあるため、制動力の増加に伴い「ノーズダイブ」の量が増大する。また、特許文献1では、後輪側の制動力の配分比を一定割合だけ増大するものであり、例えば「 $\theta = 0.4$ 」としても「ノーズダイブ」の抑制を十分に行えない恐れがある。

【0056】

これに対して、本実施形態では、制動力の変化に対応して変化する車両姿勢である実ピッチ角($e s t$)を、目標姿勢である目標ピッチ角($r e f$)と比較して、現在の車両姿勢が目標姿勢に収束するように制動力の配分比()を動的に調整している。今、配分比()を「 $\theta = 0.6$ 」と設定した状態で、ブレーキペダルを踏み込むと、制動特性(C_s)のピッチ角(s)となり、更にブレーキペダルを踏み込んでいくと、制動特性(C_b)のピッチ角(b)となる。

【0057】

しかしながら、本実施形態では、実ピッチ角($e s t$)が目標ピッチ角($r e f$)に収束する方向に向けて、「破線丸印」に示すようなピッチ角(c)になるように、制動力の配分比()を後輪側が優勢となるように修正していくので、制動動作中の「ノーズダイブ」を小さくすることができる。そして、実ピッチ角($e s t$)が目標ピッチ角($r e f$)に十分に近づくと、この時の制動力の配分を維持するものである。

【0058】

10

20

30

40

50

以上のような制御を実行することによって、図7に示すような自動車の姿勢制御を実現できる。図7は、従来のブレーキシステム、特許文献1のブレーキシステム、及び本実施形態のブレーキシステムを比較しており、従来のブレーキシステム、特許文献1のブレーキシステムに比べて、本実施形態のブレーキシステムでは「ノーズダイブ」の影響が早期に解消されていることがわかる。

【0059】

このように、本実施形態では、制動時の「ノーズダイブ」を抑制して搭乗者に不快感を与える「前のめり姿勢」を低減することによって、乗り心地の快適性を向上することができる。

【実施例2】

【0060】

次に、本発明の第2の実施形態になる自動車のブレーキシステムを図8、図9を用いて説明する。第1の実施形態は、目標ピッチ角(r_{ref})を水平状態と設定したものであるが、第2の実施形態では、目標ピッチ角(r_{ref})を任意の所定のピッチ角(r_0)に設定したものである。尚、この場合の所定のピッチ角(r_0)は「ノーズダイブ」を生じるピッチ角である。

【0061】

制動力の配分比が例えば「0.6」に設定されている状態で、ブレーキペダルの踏込量が増大して制動力が大きくなるにしたがって、そのピッチ角(r)は、ピッチ角(r_s)からピッチ角(r_b)のように大きくなり、「ノーズダイブ」の量が大きくなる。

【0062】

そして、本実施形態では、制動力の変化に対応して変化する車両姿勢である実ピッチ角(r_{est})を、目標姿勢である目標ピッチ角(r_{ref})と比較して、現在の車両姿勢が目標姿勢に収束するように制動力の配分比(α)を動的に調整している。今、配分比(α)を「 $\alpha = 0.6$ 」と設定した状態で、ブレーキペダルを踏み込むと、制動特性(C_s)のピッチ角(r_s)となり、更にブレーキペダルを踏み込んでいくと、制動特性(C_b)のピッチ角(r_b)となる。

【0063】

しかしながら、本実施形態では、実ピッチ角(r_{est})が目標ピッチ角(r_{ref})に収束する方向に向けて、「破線丸印」に示すようなピッチ角(r_c)になるように、制動力の配分比(α)を後輪側が優勢となるように修正していくので、制動動作中の「ノーズダイブ」を徐々に小さくすることができる。そして、実ピッチ角(r_{est})が目標ピッチ角(r_{ref})に十分に近づくと、この時の制動力の配分を維持するものである。

【0064】

ここで、ピッチ角(r_b)は従来のブレーキシステムで生じるピッチ角であり、ピッチ角(r_p)は従来のブレーキシステムを改良した特許文献1で生じるピッチ角である。そして、特許文献1では、制動力が増大して配分比(α)が「0.6」から「0.4」に変更されると、ピッチ角(r)もピッチ角(r_b)からピッチ角(r_p)に一気に変更される。したがって、この時に搭乗者は違和感を感じるようになる。

【0065】

これに対して、本実施形態では、実ピッチ角(r_{est})が目標ピッチ角(r_{ref})に収束する方向に向けて、「破線丸印」に示すようなピッチ角(r_c)になるように、制動力の配分比(α)を後輪側が優勢となるように修正していくので、制動動作中の「ノーズダイブ」を小さくすることができる。更に、ピッチ角(r_c)が段階的(所定の時定数)に変更されるようにすれば、搭乗者は違和感を感じるものが少なくなるものである。そして、実ピッチ角(r_{est})が目標ピッチ角(r_{ref})に十分に近づくと、この時の制動力の配分を維持するものである。

【0066】

図9には、図7と同様に従来のブレーキシステム、特許文献1のブレーキシステム、及び本実施形態のブレーキシステムを比較しており、本実施形態のブレーキシステムではピッ

10

20

30

40

50

チ角()が段階的(所定の時定数)に変更されていくので、搭乗者は「ノーズダイブ」の変更の違和感を感じる事が少なくなるものである。

【0067】

尚、以上の説明は「ノーズダイブ」について説明したが、「ノーズリフト」の場合も同様の制御を行えば良いことはいうまでもないものである。

【0068】

以上述べた通り、本発明によれば、車両の前後方向の傾きに関する目標値に対する車両の前後方向の傾きに関する検出値に応じて、前輪側制動機構及び後輪側制動機構に制動力を配分する構成とした。これによれば、制動時の車両の姿勢の変化に対応して前輪と後輪の制動力の配分を動的に調整して乗り心地の快適性を向上することができるようになる。

10

【0069】

尚、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

【符号の説明】

【0070】

1 ...自動車、2 R、2 L ... 一对の前輪、3 R、3 L ... 一对の後輪、4 ... 前輪側制動機構、4 R、4 L ... 液圧ディスクブレーキ、5 ... 後輪側制動機構、6 ... 前輪側電動液圧機構、7 ... 前輪側制御装置、8 R、8 L ... 電動ディスクブレーキ、9 ... 後輪側制御装置、15 ... ブレーキペダル、18 ... マスタシリンダ、32 ... 車輪速センサ、33 ... 制動力配分装置、40 ... 姿勢検出部、41 ... 姿勢推定部、42 ... 目標姿勢生成部、43 ... 制動力配分比演算部。

20

30

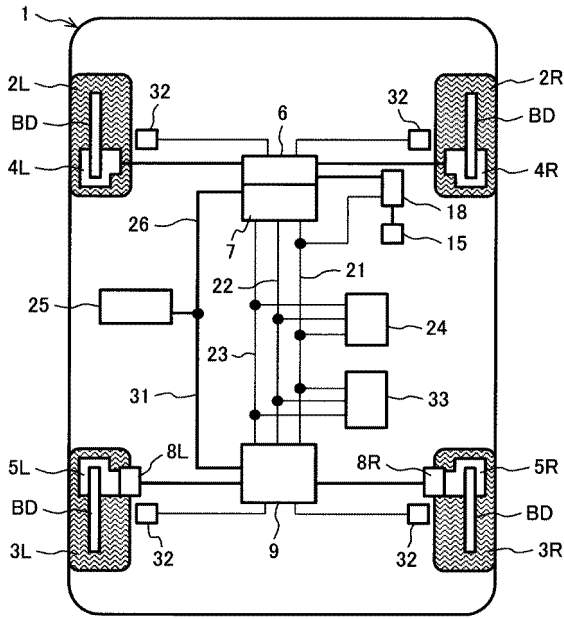
40

50

【図面】

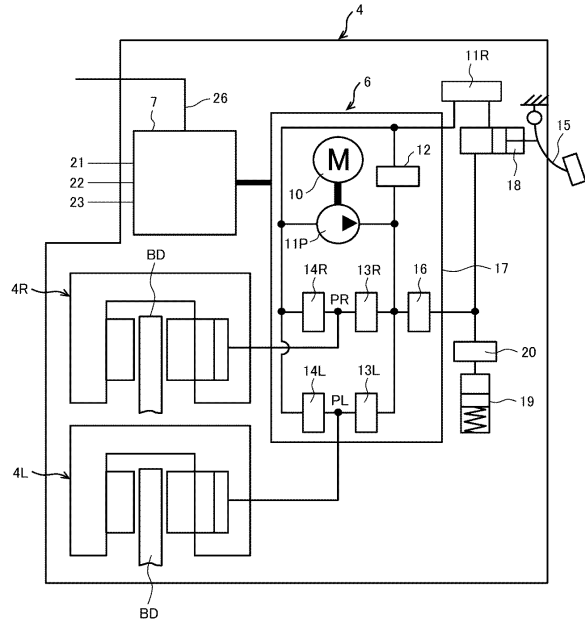
【図 1】

図 1



【図 2】

図 2

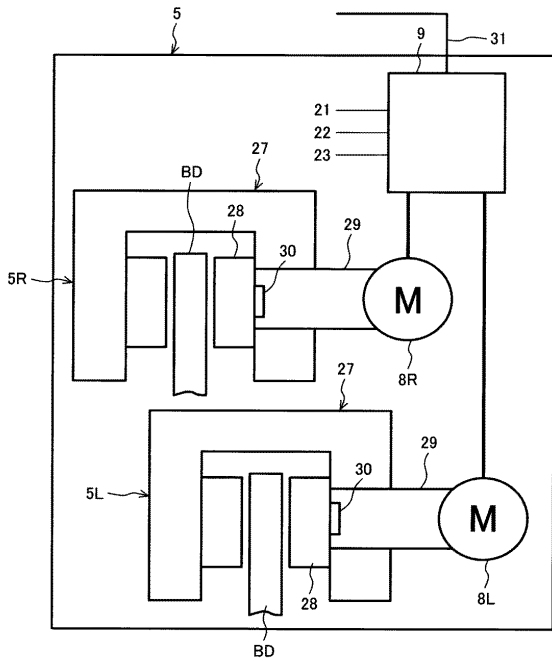


10

20

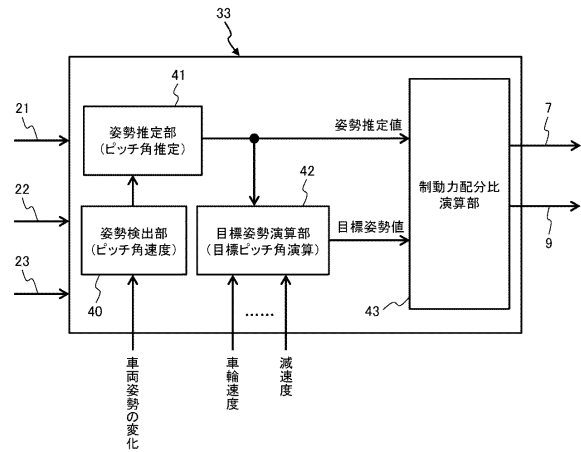
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4

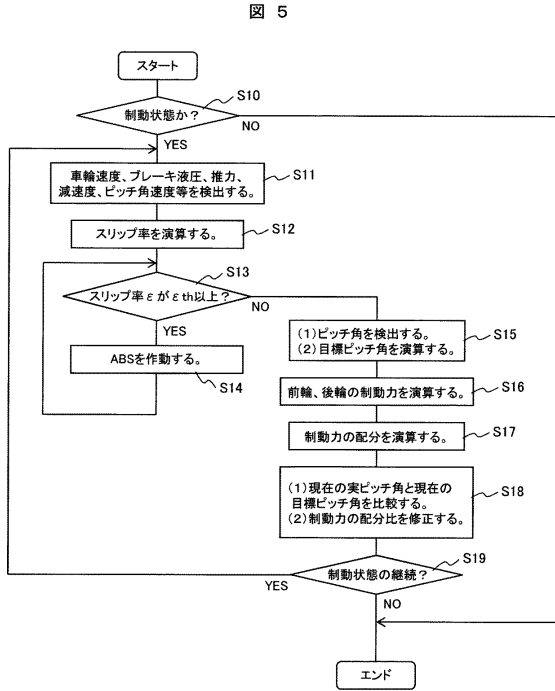


30

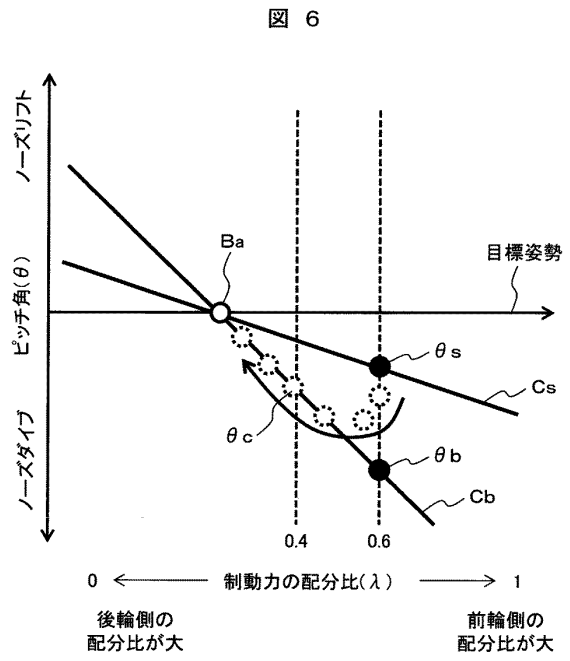
40

50

【 図 5 】



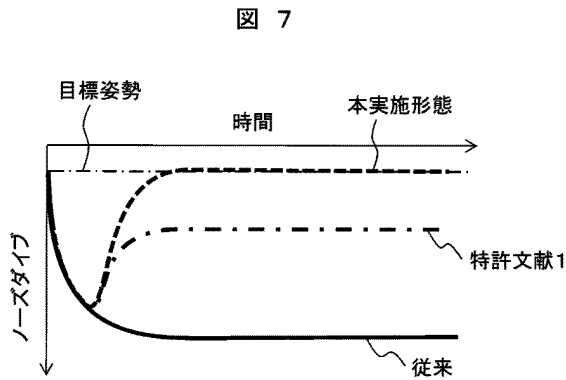
【 図 6 】



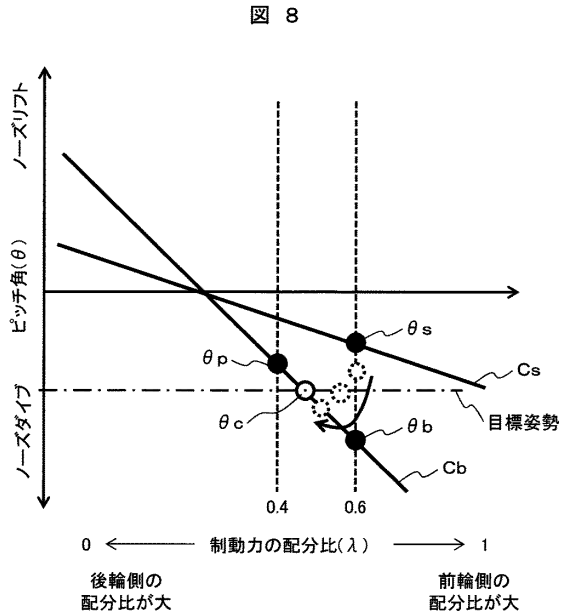
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

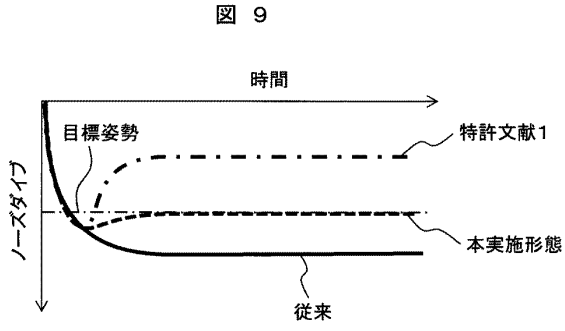


30

40

50

【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内
(72)発明者 後藤 大輔
茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内
審査官 保田 亨介
(56)参考文献 特許第 6 0 6 7 9 3 9 (J P , B 2)
特開 2 0 1 5 - 0 6 3 1 5 4 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 6 1 9 5 4 (J P , A)
特許第 5 0 0 7 5 7 6 (J P , B 2)
特開 2 0 0 5 - 0 2 8 9 3 4 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 6 0 T 7 / 1 2 - 8 / 9 6
1 3 / 0 0 - 1 3 / 7 4