

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7365963号
(P7365963)

(45)発行日 令和5年10月20日(2023.10.20)

(24)登録日 令和5年10月12日(2023.10.12)

(51)国際特許分類 F I
B 6 0 G 17/015(2006.01) B 6 0 G 17/015 A

請求項の数 8 (全16頁)

(21)出願番号	特願2020-89120(P2020-89120)	(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	令和2年5月21日(2020.5.21)	(74)代理人	110002457 弁理士法人広和特許事務所
(65)公開番号	特開2021-183440(P2021-183440 A)	(72)発明者	田口 敦士 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社 内
(43)公開日	令和3年12月2日(2021.12.2)	(72)発明者	平尾 隆介 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社 内
審査請求日	令和4年12月8日(2022.12.8)	審査官	菅 和幸

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

コントロール部を備える制御装置であって、
前記コントロール部は、
車両の加減速による前記車両の前後方向の傾きを抑制するアンチダイブスクワット制御指令または前記車両のロール挙動を抑制するロール制御指令の少なくとも一方である操縦安定性制御指令を出力する操縦安定性制御部と、

前記車両の乗り心地を向上させる乗り心地制御指令を出力する乗り心地制御部と、
前記車両の横滑り量を検出する横滑り検出部と、

前記操縦安定性制御指令および前記乗り心地制御指令に応じて減衰力調整式緩衝器の減衰力を可変する緩衝器制御指令を出力する制御指令統合部と、
を備え、

前記コントロール部は、前記車両の横滑り量の増加に応じて、前記緩衝器制御指令における前記操縦安定性制御指令の前記乗り心地制御指令に対する比率を上げることを特徴とする制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の制御装置において、
前記コントロール部は、
前記車両の横滑り量の増加に応じて前記緩衝器制御指令における前記操縦安定性制御指令の値を上げることを特徴とする制御装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の制御装置において、
前記コントロール部は、

路面のうねりの大きさを検出し、前記車両の横滑り量の増加に応じて前記うねりの大きさを減少させてうねり路指数として出力するうねり路指数演算部を有し、

前記うねり路指数の減少に応じて前記緩衝器制御指令における前記操縦安定性制御指令の値を上げることを特徴とする制御装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の制御装置において、

前記操縦安定性制御部は、前記アンチダイブスクオット制御指令の値と前記ロール制御指令の値のうち大きい値を選択し、前記うねり路指数を乗算することで前記操縦安定性制御指令を出力することを特徴とする制御装置。

10

【請求項 5】

請求項 3 に記載の制御装置において、

前記制御指令統合部は、前記操縦安定性制御指令の値と前記乗り心地制御指令の値のうち大きい値を前記緩衝器制御指令として出力することを特徴とする制御装置。

【請求項 6】

請求項 2 に記載の制御装置において、

前記コントロール部は、

前記車両の横滑り量の増加に応じて前記緩衝器制御指令における前記乗り心地制御指令の値を下げることを特徴とする制御装置。

20

【請求項 7】

請求項 1 に記載の制御装置において、

前記乗り心地制御部は、前記車両の上下運動を抑える制御を行うことを特徴とする制御装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の制御装置において、

前記横滑り検出部は、前記車両の操舵角および車速から算出した推定ヨーレイトの値と前記車両に搭載されたヨーレイトセンサの値との差分により前記横滑り量を検出することを特徴とする制御装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、自動車等の車両に搭載されるサスペンション装置を制御する制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、4輪自動車等の車両には、車体側と各車輪側との間に緩衝器等からなるサスペンション装置が設けられている。このようなサスペンション装置の緩衝器には、アクチュエータにより減衰力が調整可能なものがある。特許文献 1 に開示された制御装置は、ヨーレイトに基づいて検出した車体走行状態に応じて、緩衝器の減衰力特性を制御している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開平 6 - 288876 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、特許文献 1 に開示された制御装置は、車両走行時のタイヤが線形領域（例えば、路面のグリップ状態が良好な領域）にあるか、非線形領域（例えば、路面のグリップ

50

状態が悪い領域)にあるかを判断し、非線形領域にあると判断したときに減衰力特性をハード側に切替えて操縦安定性を確保する。しかしながら、減衰力特性をハード側に切替えることが操縦安定性を確保する最適な方法とは限らない。

【0005】

本発明の一実施形態の目的は、車両の走行状態に応じて適切な操縦安定性を確保することが可能な制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一実施形態は、コントロール部を備える制御装置であって、前記コントロール部は、車両の加減速による前記車両の前後方向の傾きを抑制するアンチダイブスクワット制御指令または前記車両のロール挙動を抑制するロール制御指令の少なくとも一方である操縦安定性制御指令を出力する操縦安定性制御部と、前記車両の乗り心地を向上させる乗り心地制御指令を出力する乗り心地制御部と、前記車両の横滑り量を検出する横滑り検出部と、前記操縦安定性制御指令および前記乗り心地制御指令に応じて減衰力調整式緩衝器の減衰力を可変する緩衝器制御指令を出力する制御指令統合部と、を備え、前記コントロール部は、前記車両の横滑り量の増加に応じて、前記緩衝器制御指令における前記操縦安定性制御指令の前記乗り心地制御指令に対する比率を上げることを特徴としている。

10

【発明の効果】

【0007】

本発明の一実施形態によれば、車両の走行状態に応じて適切な操縦安定性を確保することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第1の実施形態によるECUが適用された4輪自動車を示す全体構成図である。

【図2】図1中の自動車に搭載した緩衝器を模式的に示す図である。

【図3】図1中の車両挙動演算部の構成を示すブロック図である。

【図4】図1中のうねり路指数演算部の構成を示すブロック図である。

【図5】図1中の操縦安定性制御部の構成を示すブロック図である。

【図6】図5中のアンチダイブスクワット制御部の構成を示すブロック図である。

【図7】図5中のロール制御部の構成を示すブロック図である。

30

【図8】図5中の操縦安定性制御指令統合部の構成を示すブロック図である。

【図9】変形例による車両挙動演算部の構成を示すブロック図である。

【図10】第2の実施形態によるECUが適用された4輪自動車を示す全体構成図である。

【図11】図10中の操縦安定性制御部の構成を示すブロック図である。

【図12】図10中の制御指令統合部の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態による制御装置を、例えば4輪自動車に適用した場合を例に挙げ、添付図面に従って詳細に説明する。

【0010】

40

ここで、図1ないし図8は本発明の第1の実施形態を示している。図1において、車体1は、車両のボディを構成している。車体1の下側には、例えば左、右の前輪と左、右の後輪(以下、総称して車輪2という)が設けられている。これらの車輪2は、タイヤ3を含んで構成されている。タイヤ3は、路面の細かい凹凸を吸収するばねとして作用する。車体1と車輪2は、車両を構成している。

【0011】

サスペンション装置4は、車体1と車輪2との間に介装して設けられている。サスペンション装置4は、懸架ばね5(以下、スプリング5という)と、スプリング5と並列関係なして車体1と車輪2との間に介装して設けられた減衰力調整式緩衝器(以下、可変ダンパ6という)とにより構成される。

50

【 0 0 1 2 】

サスペンション装置 4 の可変ダンパ 6 は、車体 1 側と車輪 2 側との間で調整可能な力を発生する減衰力発生機構である。可変ダンパ 6 は、減衰力調整式の油圧緩衝器を用いて構成されている。図 2 に示すように、可変ダンパ 6 には、発生減衰力の特徴（即ち、減衰力特性）をハードな特性（硬特性）からソフトな特性（軟特性）に連続的に調整するため、減衰力調整バルブ等からなる減衰力可変アクチュエータ 7 が付設されている。減衰力可変アクチュエータ 7 は、供給される電流（駆動電流）に応じて減衰力が調整される減衰力調整部である。

【 0 0 1 3 】

なお、減衰力可変アクチュエータ 7 は、減衰力特性を必ずしも連続的に調整する構成でなくてもよく、例えば 2 段階以上の複数段階で減衰力を調整可能なものであってもよい。また、可変ダンパ 6 は、圧力制御タイプでもよく、流量制御タイプであってもよい。

10

【 0 0 1 4 】

CAN 8 (controller area network) は、車体 1 に搭載されたシリアル通信部である。CAN 8 は、車両に搭載された多数の電子機器と ECU 11 との間で車載向けの多重通信を行う。CAN 8 は、シリアル信号からなる CAN 信号によって車両運転情報を伝送する。この場合、CAN 8 を伝送する車両運転情報としては、例えばヨーレイト、操舵角、車速、前後加速度等が挙げられる。

【 0 0 1 5 】

ばね上加速度センサ 9 は、車体 1 に設けられ、ばね上側となる車体 1 側で上下方向の振動加速度を検出する。ばね上加速度センサ 9 は、例えば車体 1 に合計 3 個設けられている。この場合、ばね上加速度センサ 9 は、例えば左右の前輪側の可変ダンパ 6 の上端側近傍となる位置で車体 1 に取付けられると共に、左右の後輪間の中間位置で車体 1 に取付けられている。ばね上加速度センサ 9 は、ばね上側となる車体 1 側で上下方向の振動加速度を検出し、その検出信号を ECU 11 に出力する。

20

【 0 0 1 6 】

ばね下加速度センサ 10 は、車両の車輪 2 側に設けられている。ばね下加速度センサ 10 は、車両に合計 2 個設けられている。具体的には、ばね下加速度センサ 10 は、例えば車両の右側の前輪と左側の前輪にそれぞれ設けられている。ばね下加速度センサ 10 は、ばね下側となる車輪 2 側で上下方向の振動加速度を検出し、その検出信号を ECU 11 に出力する。

30

【 0 0 1 7 】

ECU 11 は、サスペンション装置 4 を制御する制御装置を構成している。ECU 11 は、コントロール部としてのプロセッサ 20 を備えている。プロセッサ 20 は、マイクロコンピュータ等によって構成されている。ECU 11 は、ROM、RAM、不揮発性メモリ等からなる記憶部（図示せず）を備えている。プロセッサ 20 は、記憶部に格納されたプログラムを実行することによって、可変ダンパ 6 の減衰力を制御する。図 1 に示すように、ECU 11 は、入力側が CAN 8、ばね上加速度センサ 9、ばね下加速度センサ 10 等に接続され、出力側は可変ダンパ 6 の減衰力可変アクチュエータ 7 等に接続されている。プロセッサ 20 は、CAN 8 から車両運転情報をシリアル通信により読み込む。プロセッサ 20 は、ばね上加速度センサ値（ばね上加速度）を、ばね上加速度センサ 9 からの検出信号により読み込む。プロセッサ 20 は、ばね下加速度センサ値（ばね下加速度）を、ばね下加速度センサ 10 からの検出信号により読み込む。

40

【 0 0 1 8 】

プロセッサ 20 は、後述する車両挙動演算部 21 と、うねり路指数演算部 24 と、乗り心地制御部 25 と、操縦安定性制御部 26 と、制御指令統合部 30 とを有している。

【 0 0 1 9 】

車両挙動演算部 21 は、CAN 8 から入力される情報（車両運転情報）と、ばね上加速度センサ 9 から入力されるばね上加速度と、ばね下加速度センサ 10 から入力されるばね下加速度とに基づいて、車両挙動を求める。車両挙動演算部 21 が求める車両挙動には、

50

例えば、ばね上速度、相対速度（ピストン速度）、相対変位、差ヨーレイト最大値、推定横加速度等が含まれている。図3に示すように、車両挙動演算部21は、車体1のばね上速度等を検出する第1検出部22と、車両の横滑り量を検出する横滑り検出部としての第2検出部23を備えている。

【0020】

第1検出部22は、減算器22Aと積分器22B～22Dとを備えている。第1検出部22には、ばね上加速度とばね下加速度が入力される。減算器22Aは、ばね上加速度からばね下加速度を減算し、これらの差である相対加速度を求める。積分器22Bは、ばね上加速度を積分し、ばね上速度を求める。積分器22Cは、相対加速度を積分し、相対速度を求める。積分器22Dは、相対速度を積分し、相対変位を求める。第1検出部22は、ばね上速度、相対速度および相対変位を出力する。

10

【0021】

第2検出部23は、車両モデル23Aと減算器23Bと最大値保持処理部23Cとを備えている。第2検出部23には、ヨーレイト、操舵角および車速が入力される。車両モデル23Aは、操舵角と車速に基づいて車両の挙動を推定する。具体的には、車両モデル23Aは、操舵角と車速に基づいて車両の横加速度とヨーレイトを推定し、推定横加速度と推定ヨーレイトを出力する。減算器23Bは、CAN8から取得したヨーレイトから車両モデル23Aで求まる推定ヨーレイトを減算し、これらの差分である差ヨーレイトを求める。最大値保持処理部23Cは、差ヨーレイトのうち最大値を保持し、この最大値に対応した差ヨーレイト最大値 u を出力する。第2検出部23は、推定横加速度および差ヨーレイト最大値 u を出力する。

20

【0022】

うねり路指数演算部24は、帯域通過フィルタ24A（以下、BPF24Aという）と、最大値保持処理部24Bと、絶対値演算部24Cと、補正ゲイン演算部24Dと、乗算器24Eとを備えている（図4参照）。うねり路指数演算部24には、相対変位と差ヨーレイト最大値 u が入力される。BPF24Aは、相対変位からばね上共振周波数帯の成分を抽出する。最大値保持処理部24Bは、BPF24Aから出力された相対変位のばね上共振周波数帯の成分のうち最大値を抽出して保持する。

【0023】

絶対値演算部24Cは、差ヨーレイト最大値 u の絶対値（ $|u|$ ）を求める。補正ゲイン演算部24Dは、絶対値（ $|u|$ ）から補正ゲインを求める。補正ゲインは、最低値GLと最高値GHとの間の値となっている。補正ゲインは、絶対値（ $|u|$ ）が小さいときには大きい値（高ゲイン）になり、絶対値（ $|u|$ ）が大きいときには小さい値（低ゲイン）になる。即ち、絶対値（ $|u|$ ）が大きくなるに従って、補正ゲインは、最高値GHから最低値GLに近づくように小さい値になる。乗算器24Eは、最大値保持処理部24Bから出力された相対変位のばね上共振周波数帯成分の最大値に補正ゲインを乗算し、乗算結果をうねり路指数 X として出力する。

30

【0024】

差ヨーレイト最大値 u が大きくなったとき、走行の危険性を回避するために、うねり路での乗り心地を目的とした機能を抑え、操縦安定性を確保する必要がある。この点を考慮して、うねり路指数演算部24は、差ヨーレイト最大値 u が大きくなったとき、うねり路指数 X を小さくする。

40

【0025】

乗り心地制御部25は、車両の乗り心地を向上させるための乗り心地制御指令を出力する。図1に示すように、乗り心地制御部25は、車両挙動演算部21からばね上速度と、ばね上とばね下との間の相対速度（ピストン速度）とを取得する。乗り心地制御部25は、各輪のばね上速度と相対速度とに基づいて、乗り心地制御指令を出力する。このとき、乗り心地制御指令は、例えば減衰力可変アクチュエータ7への電流の指令信号となる制御指令値となっている。乗り心地制御部25は、例えばスカイフック制御則に基づいて、ばね上速度と相対速度とからばね上の上下振動を低減するための制御指令値を出力する。

50

【 0 0 2 6 】

なお、第 1 の実施形態では、乗り心地制御部 2 5 は、スカイフック制御に基づいて乗り心地制御指令を出力するものとした。本発明はこれに限らず、乗り心地制御部は、例えば双線形最適制御や H 制御に基づいて乗り心地制御指令を出力してもよい。

【 0 0 2 7 】

操縦安定性制御部 2 6 は、車両の操縦安定性を向上させるための操縦安定性制御指令を出力する。操縦安定性制御部 2 6 には、前後加速度、推定横加速度およびうねり路指数 X が入力される。図 5 に示すように、操縦安定性制御部 2 6 は、アンチダイブスクオート制御部 2 7 と、ロール制御部 2 8 と、操縦安定性制御指令統合部 2 9 とを備えている。

【 0 0 2 8 】

アンチダイブスクオート制御部 2 7 は、車両の加速または減速による車両の前後方向の傾きを抑制するためのアンチダイブスクオート制御指令を出力する。アンチダイブスクオート制御部 2 7 には、前後加速度が入力される。図 6 に示すように、アンチダイブスクオート制御部 2 7 は、微分器 2 7 A、フロントゲイン乗算部 2 7 B、反転部 2 7 C、リアゲイン乗算部 2 7 D、相対速度算出部 2 7 E および減衰力特性処理部 2 7 F を備えている。

【 0 0 2 9 】

微分器 2 7 A は、前後加速度を微分して車両の前後方向に対する加加速度（前後加加速度）を算出する。フロントゲイン乗算部 2 7 B は、前後加加速度に対してフロントゲインを乗算し、フロント側の目標減衰力を出力する。リアゲイン乗算部 2 7 D は、反転部 2 7 C によって「 - 1 」が乗算された前後加加速度に対してリアゲインを乗算し、リア側の目標減衰力を出力する。

【 0 0 3 0 】

例えば前後加速度の微分値（前後加加速度）がマイナスの場合、ダイブ挙動が予測されるため、フロント側はダンパの縮みに備えた目標減衰力の導出が必要であり、リア側はダンパの伸びに備えた目標減衰力の導出が必要である。この点を考慮して、反転部 2 7 C は、リアゲインを掛ける前に前後加加速度に「 - 1 」を乗算する。即ち、ここでは、ダンパの伸び側をプラスとし、ダンパの縮み側をマイナスとした。

【 0 0 3 1 】

相対速度算出部 2 7 E は、前後加加速度から相対速度を算出する。減衰力特性処理部 2 7 F は、例えば目標減衰力および相対速度と可変ダンパ 6 へ出力する指令値（制御指令）との関係性を示す減衰力マップによって構成されている。減衰力特性処理部 2 7 F は、フロント側の目標減衰力と相対速度に基づいてフロント側の可変ダンパ 6 を制御するための制御指令を出力する。減衰力特性処理部 2 7 F は、リア側の目標減衰力と相対速度に基づいてリア側の可変ダンパ 6 を制御するための制御指令を出力する。これらの制御指令は、アンチダイブスクオート制御指令であり、例えば減衰力可変アクチュエータ 7 への電流の指令信号となる制御指令値となっている。

【 0 0 3 2 】

ロール制御部 2 8 は、車両のロール挙動を抑制するためのロール制御指令を出力する。ロール制御部 2 8 には、推定横加速度が入力される。図 7 に示すように、ロール制御部 2 8 は、微分器 2 8 A、左輪ゲイン乗算部 2 8 B、反転部 2 8 C、右輪ゲイン乗算部 2 8 D、ゲイン乗算部 2 8 E、ピッチ制御処理部 2 8 F、相対速度算出部 2 8 G、加算器 2 8 H および減衰力特性処理部 2 8 J を備えている。

【 0 0 3 3 】

微分器 2 8 A は、推定横加速度を微分して車両の横方向（左右方向）に対する加加速度（横加加速度）を算出する。左輪ゲイン乗算部 2 8 B は、横加加速度に左輪ゲインを乗算し、左輪側の目標減衰力を出力する。右輪ゲイン乗算部 2 8 D は、反転部 2 8 C によって「 - 1 」が乗算された横加加速度に対して右輪ゲインを乗算し、右輪側の目標減衰力を出力する。

【 0 0 3 4 】

例えば推定横加速度の微分値（横加加速度）がプラスの場合、車体は右輪側に沈むこと

10

20

30

40

50

が予測されるため、左輪側はダンパの伸び側に備える必要があり、右輪側はダンパの縮み側に備える必要がある。この点を考慮して、反転部 28C は、右輪ゲインを掛ける前に横加加速度に「-1」を乗算する。

【0035】

ロール制御部 28 は、走行性を高める G ベクタリングの基本概念である「横運動に合わせて前後運動を制御する」を拡張し、横運動に合わせてピッチ運動を制御する。このため、ゲイン乗算部 28E は、横加加速度にゲインを乗算する。ピッチ制御処理部 28F は、ゲインが乗算された横加加速度に基づいて、G ベクタリングの拡張概念にかなうピッチ制御用の目標減衰力を導出する。

【0036】

相対速度算出部 28G は、横加加速度から相対速度を算出する。加算器 28H は、ロール抑制用の左輪側の目標減衰力にピッチ制御用の左輪側の目標減衰力を加算し、ロールとピッチを制御するための左輪側の目標減衰力を出力する。加算器 28H は、ロール抑制用の右輪側の目標減衰力にピッチ制御用の右輪側の目標減衰力を加算し、ロールとピッチを制御するための右輪側の目標減衰力を出力する。

【0037】

減衰力特性処理部 28J は、例えば目標減衰力および相対速度と可変ダンパ 6 へ出力する指令値（制御指令）との関係性を示す減衰力マップによって構成されている。減衰力特性処理部 28J は、左輪側の目標減衰力と相対速度に基づいて左輪側の可変ダンパ 6 を制御するための制御指令を出力する。減衰力特性処理部 28J は、右輪側の目標減衰力と相対速度に基づいて右輪側の可変ダンパ 6 を制御するための制御指令を出力する。これらの制御指令は、ロール制御指令であり、例えば減衰力可変アクチュエータ 7 への電流の指令信号となる制御指令値となっている。

【0038】

操縦安定性制御指令統合部 29 は、うねり路指数 X に基づいてアンチダイブスクオート制御指令とロール制御指令とを統合し、操縦安定性制御指令を出力する。操縦安定性制御指令統合部 29 には、アンチダイブスクオート制御指令とロール制御指令とうねり路指数 X が入力される。図 8 に示すように、操縦安定性制御指令統合部 29 は、制御指令選択部 29A、変換テーブル 29B および乗算器 29C を備えている。

【0039】

制御指令選択部 29A は、アンチダイブスクオート制御指令とロール制御指令とを比較して、大きい値の制御指令を選択する。このとき、制御指令選択部 29A は、アンチダイブスクオート制御指令とロール制御指令とのうちハード側となる値を選択する。制御指令選択部 29A は、4 輪それぞれの制御指令について同じ処理を実行する。

【0040】

変換テーブル 29B は、うねり路指数 X を 0 から 1 までの値に変換して出力値 Y を求める。出力値 Y は、うねり路指数 X が小さいときには大きい値になり、うねり路指数 X が大きいときには小さい値になる。即ち、うねり路指数 X が大きくなるに従って、出力値 Y は、1 から 0 に向けて小さくなる。乗算器 29C は、制御指令選択部 29A によって選択された制御指令と出力値 Y とを乗算し、操縦安定性制御指令を出力する。

【0041】

例えば差ヨーレート最大値 u が大きいときには、走行の危険性を回避するため、操縦安定性を重視するように、うねり路での乗り心地を目的とした機能を抑える必要がある。このとき、差ヨーレート最大値 u が大きいときには、うねり路指数 X は小さくなる。従って、差ヨーレート最大値 u が大きいときには変換テーブル 29B の出力値 Y は大きくなるから、操縦安定性制御指令が大きくなり、操縦安定性制御が優先される傾向となる。

【0042】

制御指令統合部 30 は、操縦安定性制御指令および乗り心地制御指令に応じて可変ダンパ 6 の減衰力を可変（調整）する緩衝器制御指令を出力する。図 1 に示すように、制御指令統合部 30 は、乗り心地制御指令と操縦安定性制御指令とを統合して緩衝器制御指令を

10

20

30

40

50

出力する。制御指令統合部 30 は、乗り心地制御指令と操縦安定性制御指令とを比較して、大きい値の制御指令を選択し、緩衝器制御指令として出力する。具体的には、制御指令統合部 30 は、乗り心地制御指令と操縦安定性制御指令とのうちハード側となる値を選択する。このとき、制御指令統合部 30 は、4 輪それぞれの制御指令について同じ処理を実行する。可変ダンパ 6 の減衰力可変アクチュエータ 7 には、緩衝器制御指令に基づく駆動電流が供給される。これにより、可変ダンパ 6 の減衰力は ECU 11 (プロセッサ 20) によって制御される。

【0043】

第 1 の実施形態による ECU 11 は、上述の如き構成を有するもので、次に、その作動について説明する。

【0044】

車両の走行時に路面の凹凸等により上下方向の振動が発生すると、ECU 11 には、CAN 8、ばね上加速度センサ 9 およびばね下加速度センサ 10 から各種の車両運転情報、ばね上加速度、ばね下加速度等が入力される。このとき、ECU 11 の車両挙動演算部 21 (第 1 検出部 22) は、車両運転情報等に基づいて、ばね上速度、相対速度および相対変位を求める。ECU 11 の乗り心地制御部 25 は、ばね上速度と相対速度に基づいて、車両の乗り心地を向上させるための乗り心地制御指令を出力する。

【0045】

また、ECU 11 の車両挙動演算部 21 (第 2 検出部 23) は、車両運転情報等に基づいて、推定横加速度および差ヨーレート最大値 u を求める。ECU 11 のうねり路指数演算部 24 は、差ヨーレート最大値 u と相対速度に基づいて、車両の横滑り量の増加に応じてうねりの大きさを減少させたうねり路指数 X を求める。ECU 11 の操縦安定性制御部 26 は、推定横加速度、前後加速度およびうねり路指数 X に基づいて、車両の操縦安定性を向上させるための操縦安定性制御指令を出力する。このとき、操縦安定性制御指令は、ダイブ・スクワットとロールを抑制する値になっている。これに加え、操縦安定性制御部 26 は、うねり路指数 X の減少に応じて緩衝器制御指令における操縦安定性制御指令の値を上げる。ECU 11 の制御指令統合部 30 は、乗り心地制御指令と操縦安定性制御指令とのうち大きい値の方を緩衝器制御指令として出力する。

【0046】

車両の横滑り量が小さい場合には、うねり路指数 X が大きくなる。このとき、プロセッサ 20 は、乗り心地制御を優先させる。これに対し、うねり路の走行中であって車両の横滑り量が大きい場合には、うねり路指数 X が小さくなる。このとき、プロセッサ 20 は、タイヤ 3 が非線形領域にあると判断し、乗り心地制御を抑え、操縦安定性制御を優先させる。この結果、特許文献 1 に開示されたように、タイヤ 3 が非線形領域にあると判断したときに、単に減衰力特性をハード側に切替えるよりも、操縦安定性を向上させることができる。

【0047】

かくして、第 1 の実施形態によれば、プロセッサ 20 (コントロール部) は、車両の横滑り量の増加に応じて、緩衝器制御指令における操縦安定性制御指令の乗り心地制御指令に対する比率を上げる。具体的には、プロセッサ 20 は、車両の横滑り量に対応した差ヨーレート最大値 u の増加に応じて緩衝器制御指令における操縦安定性制御指令の値を上げる。

【0048】

このため、プロセッサ 20 は、タイヤ 3 が非線形領域にあると判断した際に、乗り心地制御を抑え、加速時または減速時のダイブ・スクワットを抑制する制御と、操舵時のロールを抑制する制御を優先させる。これにより、単に減衰力特性をハード側に切替える場合に比べて、操縦安定性を向上させることができる。

【0049】

プロセッサ 20 は、路面のうねりの大きさを検出し、車両の横滑り量の増加に応じてうねりの大きさを減少させてうねり路指数 X として出力するうねり路指数演算部 24 を有し

10

20

30

40

50

ている。プロセッサ 20 は、うねり路指数 X の減少に応じて緩衝器制御指令における操縦安定性制御指令の値を上げる。即ち、うねり路指数演算部 24 は、路面のうねりの大きさに対して横滑り量を考慮したうねり路指数 X を出力する。このとき、車両の横滑り量に対応した差ヨーレート最大値 u が増加するに従って、うねり路指数 X は小さい値になる。このため、うねり路指数 X が減少するに従って、緩衝器制御指令における操縦安定性制御指令の値は高くなる。

【0050】

この結果、大きくうねっている路面で横滑りしていない場合は、プロセッサ 20 は、操縦安定性制御指令を低下させて乗り心地制御を優先させる。これに対し、大きくうねっている路面で横滑りしている場合は、プロセッサ 20 は、操縦安定性制御指令を優先させる。これにより、制御の安定性を高めることができる。

10

【0051】

操縦安定性制御部 26 は、アンチダイブスクワット制御指令の値とロール制御指令の値のうち大きい値を選択し、うねり路指数 X を乗算することで操縦安定性制御指令を出力する。これにより、操縦安定性制御部 26 は、ダイブ・スクワットとロールを抑制する操縦安定性制御指令を出力することができる。これに加えて、操縦安定性制御部 26 は、車両の横滑り量が増加して、うねり路指数 X が減少したときには、操縦安定性制御指令の値を上げることができる。

【0052】

制御指令統合部 30 は、操縦安定性制御指令の値と乗り心地制御指令の値のうち大きい値を緩衝器制御指令として出力する。これにより、操縦安定性制御指令の値よりも乗り心地制御指令の値が大きいときには、プロセッサ 20 は、乗り心地を優先させるように可変ダンパ 6 を制御することができる。一方、乗り心地制御指令の値よりも操縦安定性制御指令の値が大きいときには、プロセッサ 20 は、操縦安定性を優先させるように可変ダンパ 6 を制御することができる。

20

【0053】

乗り心地制御部 25 は、車両の上下運動を抑える制御を行う。これにより、乗り心地制御部 25 は、車両の上下運動を抑制するための乗り心地制御指令を出力することができる。

【0054】

第 2 検出部 23 (横滑り検出部) は、車両の操舵角および車速から算出した推定ヨーレートの値と車両に搭載されたヨーレートセンサ (図示せず) の値との差分により横滑り量を検出する。これにより、第 2 検出部 23 は、車両の横滑り量に応じた差ヨーレート最大値 u を出力することができる。

30

【0055】

なお、第 1 の実施形態では、車両挙動演算部 21 の第 1 検出部 22 は、ばね上加速度とばね下加速度から相対変位を取得した。例えば各輪のばね上とばね下との間に相対変位センサを備える場合には、相対変位センサの検出値をそのまま相対変位として取得してもよい。この場合、図 9 に示す変形例のように、車両挙動演算部 31 の第 1 検出部 32 は、積分器 32A と微分器 32B を備える。積分器 32A は、ばね上加速度を積分し、ばね上速度を求める。微分器 32B は、相対変位を微分し、相対速度を求める。第 1 検出部 32 は、ばね上速度、相対速度および相対変位を出力する。

40

【0056】

次に、図 10 ないし図 12 は本発明の第 2 の実施形態を示している。第 2 の実施形態の特徴は、制御装置は、車両の横滑り量 (差ヨーレート最大値) に基づいて、直接的に乗り心地制御指令と操縦安定性制御指令との比率を調整することにある。なお、第 2 の実施形態では、前述した第 1 の実施形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0057】

第 2 の実施形態による ECU 41 は、第 1 の実施形態による ECU 11 とほぼ同様に構成されている。ECU 41 は、サスペンション装置 4 を制御する制御装置を構成している

50

。ECU 41は、コントロール部としてのプロセッサ42を備えている。プロセッサ42は、マイクロコンピュータ等によって構成されている。プロセッサ42は、記憶部（図示せず）に格納されたプログラムを実行することによって、可変ダンパ6の減衰力を制御する。図10に示すように、ECU 41は、入力側がCAN 8、ばね上加速度センサ9、ばね下加速度センサ10等に接続され、出力側は可変ダンパ6等に接続されている。

【0058】

プロセッサ42は、車両挙動演算部21と、乗り心地制御部25と、操縦安定性制御部43と、制御指令統合部45とを有している。

【0059】

操縦安定性制御部43は、車両の操縦安定性を向上させるための操縦安定性制御指令を出力する。操縦安定性制御部43には、前後加速度および推定横加速度が入力される。図11に示すように、操縦安定性制御部43は、アンチダイブスクワット制御部27と、ロール制御部28と、制御指令選択部44とを備えている。制御指令選択部44は、第1の実施形態による制御指令選択部29Aと同様に構成されている。制御指令選択部44は、アンチダイブスクワット制御指令とロール制御指令とを比較して、大きい値の制御指令を選択する。操縦安定性制御部43は、操縦安定性制御指令として、制御指令選択部44によって選択された制御指令を出力する。

10

【0060】

制御指令統合部45は、車両の横滑り量を考慮して乗り心地制御指令と操縦安定性制御指令とを統合し、これらを統合した緩衝器制御指令を出力する。制御指令統合部45には、乗り心地制御指令と、操縦安定性制御指令と、差ヨーレイト最大値 u とが入力される。図12に示すように、制御指令統合部45は、絶対値演算部45Aと、飽和器45Bと、乗算器45C、45Dと、減算器45Eと、加算器45Fとを備えている。

20

【0061】

絶対値演算部45Aは、差ヨーレイト最大値 u の絶対値 $|u|$ を求める。飽和器45Bは、差ヨーレイト最大値 u の絶対値 $|u|$ に比例する係数 K を出力する。飽和器45Bは、係数 K が0から1までの値のみを取るように、絶対値 $|u|$ に比例した係数 K を飽和させる。このとき、係数 K は、緩衝器制御指令における乗り心地制御指令の割合を示しており、乗り心地制御指令と操縦安定性制御指令との比率に対応している。係数 K は、絶対値 $|u|$ が小さいときには小さい値になり、絶対値 $|u|$ が大きいときには大きい値になる。即ち、絶対値 $|u|$ が大きくなるに従って、係数 K は、0から1に近づくように増加する。

30

【0062】

乗算器45Cは、係数 K と操縦安定性制御指令とを乗算する。一方、乗算器45Dは、減算器45Eによって1から係数 K を減算した減算値 $(1 - K)$ と乗り心地制御指令とを乗算する。加算器45Fは、乗算器45Cから出力された操縦安定性制御指令と、乗算器45Dから出力された乗り心地制御指令とを加算し、これらの加算値からなる緩衝器制御指令を出力する。

【0063】

ここで、差ヨーレイト最大値 u の絶対値 $|u|$ が大きくなる場合、即ち走行の危険性が高い場合、係数 K は大きくなり、減算値 $(1 - K)$ は小さくなる。このため、緩衝器制御指令は、乗り心地制御指令よりも操縦安定性制御指令を優先させる。可変ダンパ6の減衰力可変アクチュエータ7には、緩衝器制御指令に基づく駆動電流が供給される。これにより、可変ダンパ6の減衰力はECU 41（プロセッサ42）によって制御される。

40

【0064】

かくして、このように構成される第2の実施形態でも、第1の実施形態と同様の作用効果を得ることができる。また、プロセッサ42は、車両の横滑り量である差ヨーレイト最大値 u の増加に応じて、緩衝器制御指令における乗り心地制御指令の値を低下させる。このため、車両の横滑り量が大きいときには、プロセッサ42は、操縦安定性制御指令の値を大きくすると共に、乗り心地制御指令の値を小さくする。これにより、車両の操縦安定

50

性を向上させることができる。さらに、第2の実施形態では、第1の実施形態のようにうねり路指数 X を用いることなく、差ヨーレート最大値 u に基づいて乗り心地制御指令と操縦安定性制御指令を調整して緩衝器制御指令を求める。このため、プロセッサ42は、うねり路指数 X を用いる場合に比べて、サスペンション装置4の制御に必要な演算処理を簡略化することができる。

【0065】

なお、前記各実施形態では、操縦安定性制御部26, 43は、アンチダイブスクオット制御指令とロール制御指令の両方を考慮した操縦安定性制御指令を出力するものとした。本発明はこれに限らず、操縦安定性制御部は、アンチダイブスクオット制御指令とロール制御指令のうちいずれか一方である操縦安定性制御指令を出力してもよい。即ち、操縦安定性制御指令は、アンチダイブスクオット制御指令でもよく、ロール制御指令でもよい。このため、操縦安定性制御部は、アンチダイブスクオット制御部とロール制御部とのうちいずれか一方を省いた構成でもよい。

10

【0066】

前記各実施形態では、4輪自動車に用いるサスペンションシステムを例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限るものではなく、例えば2輪、3輪自動車、または作業車両、運搬車両であるトラック、バス等にも適用できる。

【0067】

前記各実施形態は例示であり、異なる実施形態や変形例で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能である。

20

【0068】

次に、上記実施形態に含まれる制御装置として、例えば、以下に述べる態様のものが考えられる。

【0069】

第1の態様としては、コントロール部を備える制御装置であって、前記コントロール部は、車両の加減速による前記車両の前後方向の傾きを抑制するアンチダイブスクオット制御指令または前記車両のロール挙動を抑制するロール制御指令の少なくとも一方である操縦安定性制御指令を出力する操縦安定性制御部と、前記車両の乗り心地向上制御指令を出力する乗り心地制御部と、前記車両の横滑り量を検出する横滑り検出部と、前記操縦安定性制御指令および前記乗り心地制御指令に応じて減衰力調整式緩衝器の減衰力を可変する緩衝器制御指令を出力する制御指令統合部と、を備え、前記コントロール部は、前記車両の横滑り量の増加に応じて、前記緩衝器制御指令における前記操縦安定性制御指令の前記乗り心地制御指令に対する比率を上げることを特徴としている。

30

【0070】

第2の態様としては、第1の態様において、前記コントロール部は、前記車両の横滑り量の増加に応じて前記緩衝器制御指令における前記操縦安定性制御指令の値を上げることを特徴としている。

【0071】

第3の態様としては、第2の態様において、前記コントロール部は、路面のうねりの大きさを検出し、前記車両の横滑り量の増加に応じて前記うねりの大きさを減少させてうねり路指数として出力するうねり路指数演算部を有し、前記うねり路指数の減少に応じて前記緩衝器制御指令における前記操縦安定性制御指令の値を上げることを特徴としている。

40

【0072】

第4の態様としては、第3の態様において、前記操縦安定性制御部は、前記アンチダイブスクオット制御指令の値と前記ロール制御指令の値のうちの大きい値を選択し、前記うねり路指数を乗算することで前記操縦安定性制御指令を出力することを特徴としている。

【0073】

第5の態様としては、第3の態様において、前記制御指令統合部は、前記操縦安定性制御指令の値と前記乗り心地制御指令の値のうちの大きい値を前記緩衝器制御指令として出力することを特徴としている。

50

【 0 0 7 4 】

第 6 の態様としては、第 2 の態様において、前記コントロール部は、前記車両の横滑り量の増加に応じて前記緩衝器制御指令における前記乗り心地制御指令の値を下げることを特徴としている。

【 0 0 7 5 】

第 7 の態様としては、第 1 の態様において、前記乗り心地制御部は、前記車両の上下運動を抑える制御を行うことを特徴としている。

【 0 0 7 6 】

第 8 の態様としては、第 1 の態様において、前記横滑り検出部は、前記車両の操舵角および車速から算出した推定ヨーレイトの値と前記車両に搭載されたヨーレイトセンサの値との差分により前記横滑り量を検出することを特徴としている。

10

【符号の説明】

【 0 0 7 7 】

- 1 車体
- 2 車輪
- 4 サスペンション装置
- 6 可変ダンパ（減衰力調整式緩衝器）
- 7 減衰力可変アクチュエータ
- 8 C A N
- 9 ばね上加速度センサ
- 1 0 ばね下加速度センサ
- 1 1 , 4 1 E C U（制御装置）
- 2 0 , 4 2 プロセッサ（コントロール部）
- 2 1 , 3 1 車両挙動演算部
- 2 2 , 3 2 第 1 検出部
- 2 3 第 2 検出部（横滑り検出部）
- 2 4 うねり路指数演算部
- 2 5 乗り心地制御部
- 2 6 , 4 3 操縦安定性制御部
- 2 7 アンチダイブスクワット制御部
- 2 8 ロール制御部
- 2 9 操縦安定性制御指令統合部
- 3 0 , 4 5 制御指令統合部
- X うねり路指数

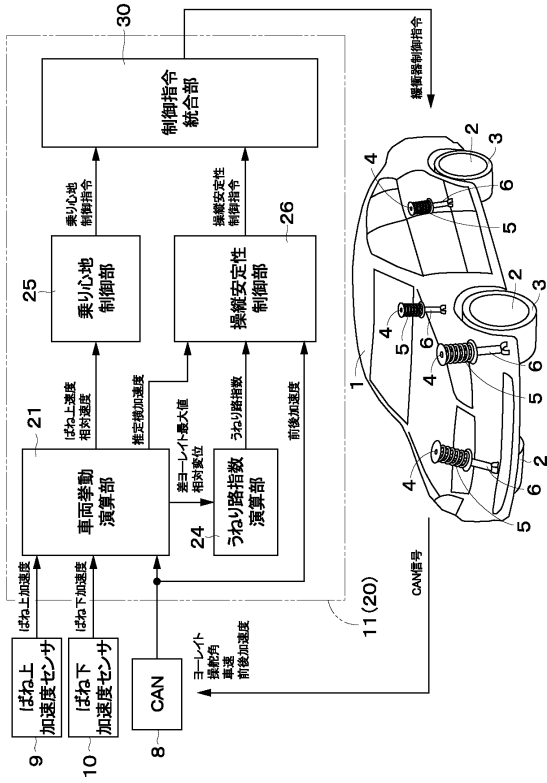
20

30

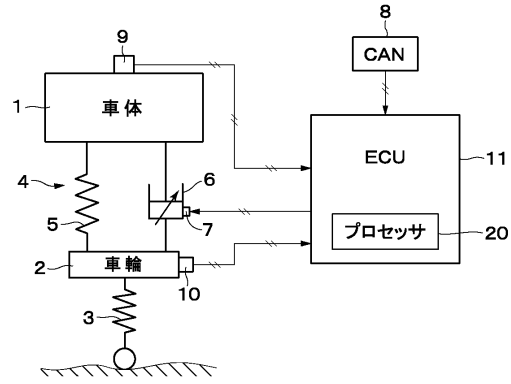
40

50

【図面】
【図 1】



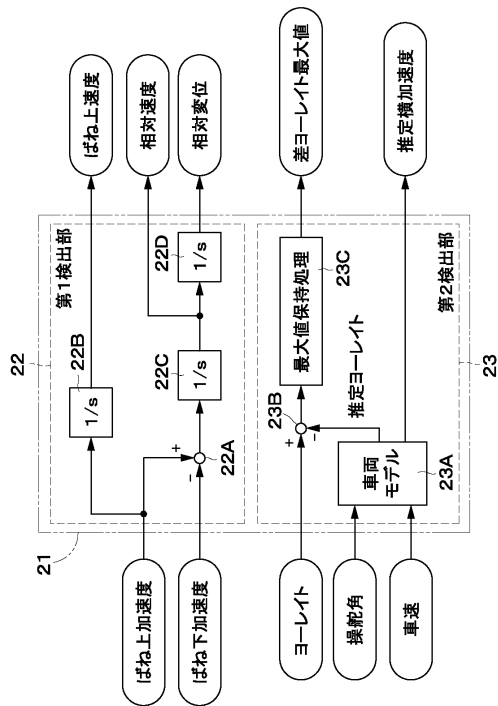
【図 2】



10

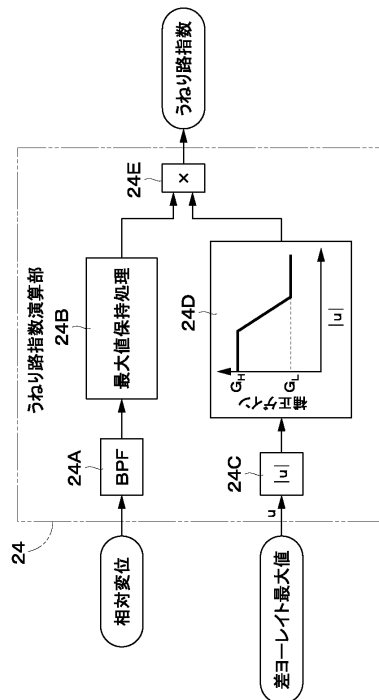
20

【図 3】



30

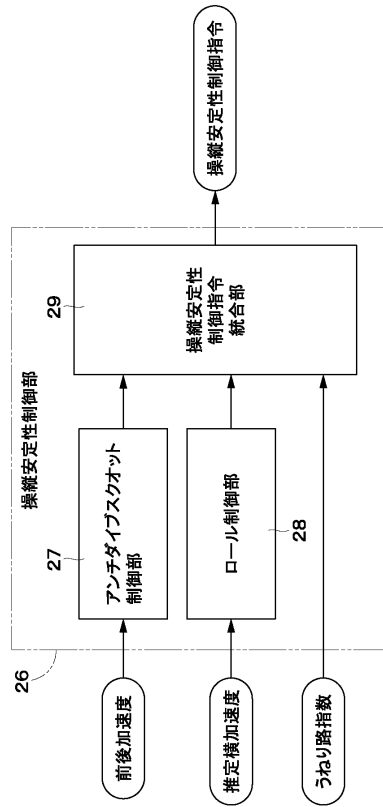
【図 4】



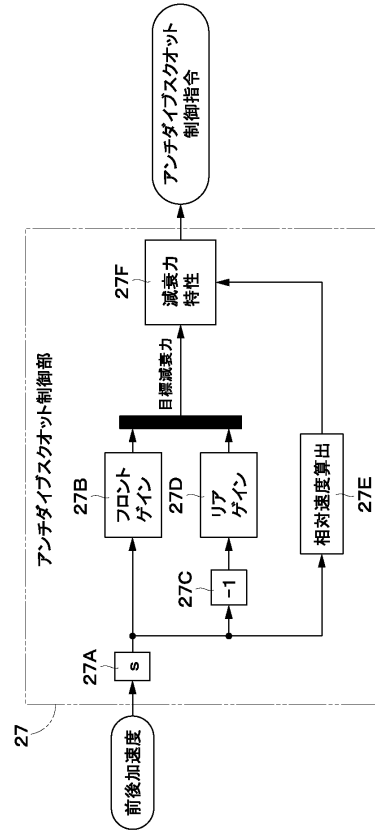
40

50

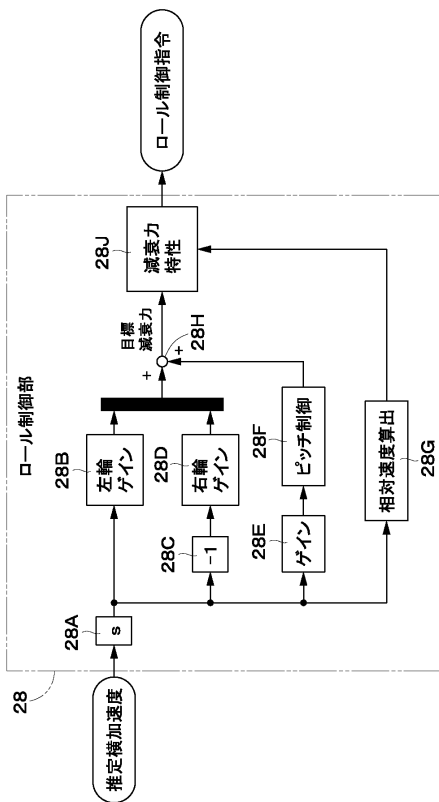
【図5】



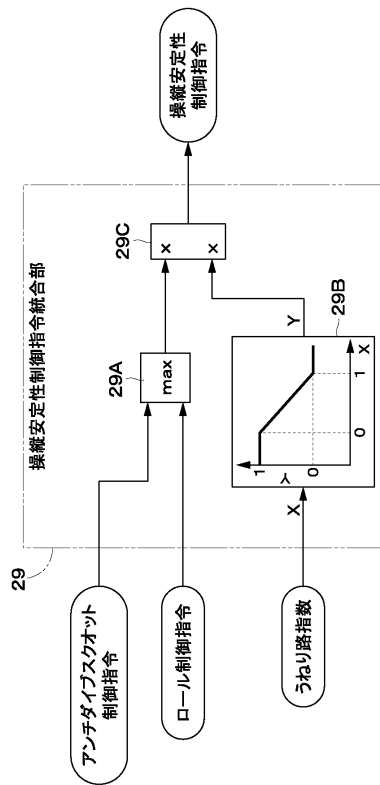
【図6】



【図7】



【図8】



10

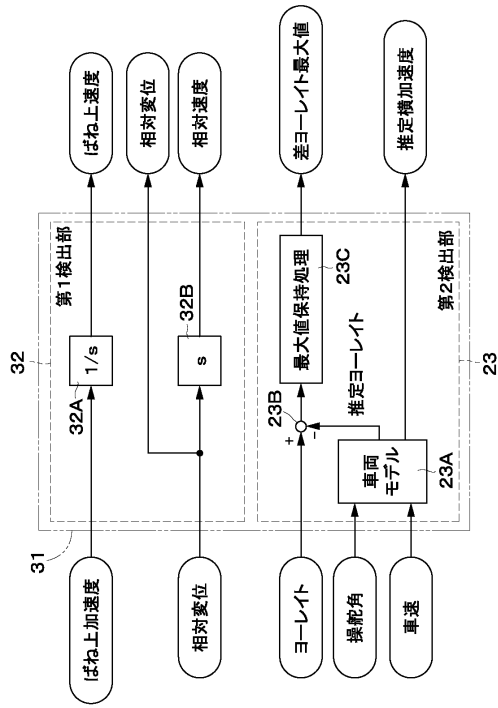
20

30

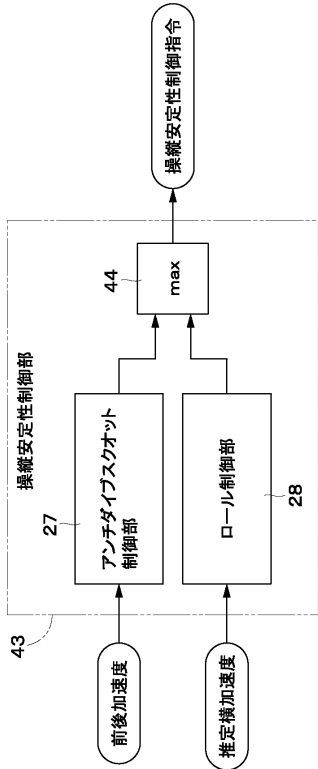
40

50

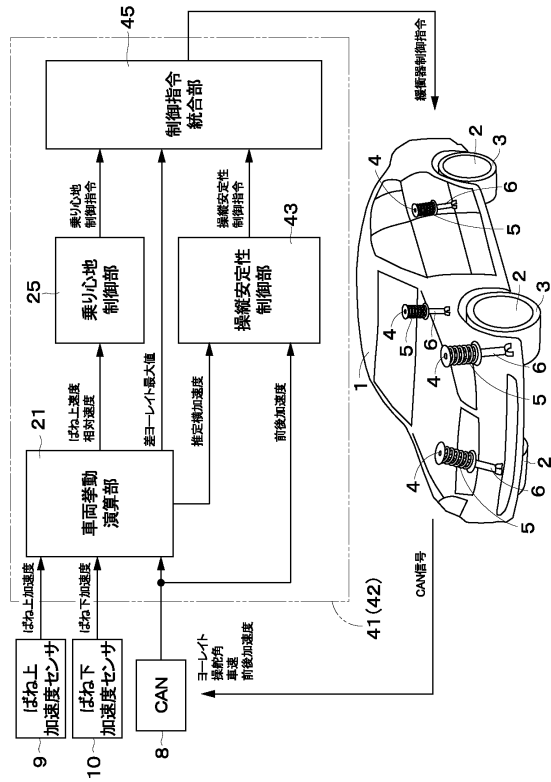
【図 9】



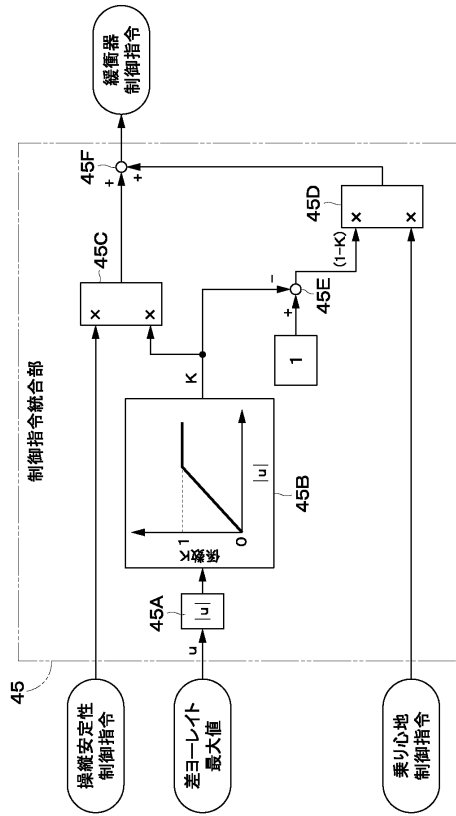
【図 11】



【図 10】



【図 12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06 - 288876 (JP, A)
特開2019 - 171945 (JP, A)
特開2013 - 241075 (JP, A)
特開平07 - 290926 (JP, A)
特開平05 - 016633 (JP, A)
特開2006 - 021594 (JP, A)
特開2003 - 080914 (JP, A)
特開2009 - 234323 (JP, A)
特開2015 - 067163 (JP, A)
米国特許出願公開第2016 / 0347142 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B60G 17 / 015