

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7059341号
(P7059341)

(45)発行日 令和4年4月25日(2022.4.25)

(24)登録日 令和4年4月15日(2022.4.15)

(51)国際特許分類	F I			
B 6 0 G 17/015(2006.01)	B 6 0 G	17/015	A	
B 6 0 G 17/0165(2006.01)	B 6 0 G	17/0165		

請求項の数 7 (全22頁)

(21)出願番号	特願2020-196395(P2020-196395)	(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11月26日(2020.11.26)	(74)代理人	110000338 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE MARK
審査請求日	令和3年8月2日(2021.8.2)	(72)発明者	水口 祐一郎 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台112番地1 株式会社ショーワ栃木開発センター内
早期審査対象出願		審査官	森本 康正

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 サスペンション制御装置、車両およびサスペンション制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両が有するサスペンションの動作を制御するサスペンション制御装置であって、
前記車両の操作に起因する挙動を表す操作起因状態量を推定する操作起因状態量推定部と、
前記車両が走行する路面に起因する前記車両の挙動を表す路面起因状態量を推定する路面起因状態量推定部と、
前記操作起因状態量に所定の第1の係数を乗ずることにより前記操作起因状態量を操作起因要求減衰力に変換する操作起因状態量変換部と、
前記路面起因状態量に所定の第2の係数を乗ずることにより前記路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換する路面起因状態量変換部であって、
前記操作起因状態量および前記路面起因状態量が同一となる場合に前記路面起因要求減衰力の大きさと前記操作起因要求減衰力の大きさが相対的に異なるように前記路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換する路面起因状態量変換部と、
前記操作起因要求減衰力、前記路面起因要求減衰力、および前記サスペンションが備えるダンパの速度であるダンパ速度、を参照して前記サスペンションに印加する電流値を決定する電流値算出部と、
を備えるサスペンション制御装置。

【請求項2】

前記電流値算出部は、

前記操作起因要求減衰力、前記路面起因要求減衰力、および前記ダンパ速度を参照する

マップを用いて前記サスペンションに印加する電流値を決定する、
請求項 1 に記載のサスペンション制御装置。

【請求項 3】

前記路面起因状態量変換部は、
前記操作起因状態量および前記路面起因状態量が同一となる場合に前記路面起因要求減衰力の大きさが前記操作起因要求減衰力の大きさよりも相対的に大きくなるように前記路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換する、
請求項 1 または 2 に記載のサスペンション制御装置。

【請求項 4】

前記路面起因状態量変換部は、
前記操作起因状態量および前記路面起因状態量が同一となる場合に前記路面起因要求減衰力の大きさが前記操作起因要求減衰力の大きさよりも相対的に小さくなるように前記路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換する、
請求項 1 または 2 に記載のサスペンション制御装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載のサスペンション制御装置によって制御されるサスペンションを有する車両。

【請求項 6】

車両が有するサスペンションの動作を制御するサスペンション制御方法であって、
前記車両の操作に起因する挙動を表す操作起因状態量を推定する操作起因状態量推定ステップと、

20

前記車両が走行する路面に起因する前記車両の挙動を表す路面起因状態量を推定する路面起因状態量推定ステップと、

前記操作起因状態量推定ステップで推定した前記操作起因状態量に所定の第 1 の係数を乗ずることにより前記操作起因状態量を操作起因要求減衰力に変換する操作起因状態量変換ステップと、

前記路面起因状態量推定ステップで推定した前記路面起因状態量に所定の第 2 の係数を乗ずることにより前記路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換する路面起因状態量変換ステップであって、

前記操作起因状態量および前記路面起因状態量が同一となる場合に前記路面起因要求減衰力の大きさと前記操作起因要求減衰力の大きさが相対的に異なるように前記路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換する路面起因状態量変換ステップと、

30

前記操作起因状態量変換ステップで推定した前記操作起因要求減衰力、前記操作起因状態量変換ステップで推定した前記路面起因要求減衰力、および前記サスペンションが備えるダンパの速度であるダンパ速度、を参照して前記サスペンションに印加する電流値を決定する電流値算出ステップと、

を含む、サスペンション制御方法。

【請求項 7】

前記電流値算出ステップにて、

前記操作起因要求減衰力、前記路面起因要求減衰力、および前記ダンパ速度を参照する
マップを用いて前記サスペンションに印加する電流値を決定する、
請求項 6 に記載のサスペンション制御方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、サスペンション制御装置、車両およびサスペンション制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、自動車のサスペンションに用いられるダンパにおいて、減衰力を段階的あるいは無段階に可変制御できる減衰力可変型のダンパが種々開発されている。減衰力を変化させる

50

機構としては、ピストンに設けたオリフィスの面積をロータリバルブによって変化させる機械式が知られている。このような減衰力可変サスペンション（以下、単に「サスペンション」とも記す）を装着した車両では、車両の走行状態に応じてダンパの減衰力を可変制御することにより、車両の操縦安定性および乗り心地の向上を図ることが可能となる。

【0003】

サスペンションの制御方法については、車両へ入力される力であるばね下荷重を基にサスペンションを制御する方法が知られており、例えば、ばね下荷重および前後加速度などによってピッチ角速度を求め、ピッチを抑制するように制御する方法が知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第2014/002444号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、走行中の車両においてピッチ角速度の変動は、路面からの突き上げまたは加減速操作によって発生するが、これらの起因は、搭乗者が事前に予測できるものとできないものがある。これは、同様のことがバウンス速度およびロール角速度などの他の状態量に関しても言える。しかしながら、車両に発生している挙動の状態量が同じであっても、当該挙動を運転者が予測できるか予測できないかが運転者の操作感と乗り心地とに影響を与えることを、本発明者らは知見した。なお、本明細書中で、加減速操作および旋回操作など、「搭乗者(運転者)の車両操作に起因する」ことを、「操作起因」と表すことがある。また、本明細書中で、路面の凹凸およびうねりなど、「車両が走行する路面の状況に起因する」ことを、「路面起因」と表すことがある。

【0006】

本発明の一態様は、自動車の運転者に好適な操作感と乗り心地を提供することのできる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係るサスペンション制御装置は、車両が有するサスペンションの動作を制御するサスペンション制御装置であって、前記車両の操作に起因する挙動を表す操作起因状態量を推定する操作起因状態量推定部と、前記車両の路面に起因する挙動を表す路面起因状態量を推定する路面起因状態量推定部と、前記操作起因状態量を操作起因要求減衰力に変換する操作起因状態量変換部と、前記路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換する路面起因状態量変換部と、前記操作起因要求減衰力および前記路面起因要求減衰力を用いて前記サスペンションに印加する電流値を決定する電流値算出部と、を備える。

【0008】

また、上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る車両は、上記のサスペンション制御装置によって制御されるサスペンションを有する。

【0009】

さらに、上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係るサスペンション制御方法は、車両が有するサスペンションの動作を制御するサスペンション制御方法であって、前記車両の操作に起因する挙動を表す操作起因状態量を推定する操作起因状態量推定ステップと、前記車両の路面に起因する挙動を表す路面起因状態量を推定する路面起因状態量推定ステップと、前記操作起因状態量推定ステップで推定した前記操作起因状態量を操作起因要求減衰力に変換する操作起因状態量変換ステップと、前記路面起因状態量推定ステップで推定した前記路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換する路面起因状態量変換ステップと、前記操作起因状態量変換ステップおよび前記操作起因状態量変換ステップで推定

10

20

30

40

50

した前記操作起因要求減衰力および前記路面起因要求減衰力を用いて前記サスペンションに印加する電流値を決定する電流値算出ステップと、を含む。

【発明の効果】

【0010】

本発明の一態様によれば、自動車の運転者に好適な操作感と乗り心地を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態に係る車両の構成の一例を模式的に示す図である。

【図2】本発明の一実施形態に係るサスペンション制御装置の機能的構成の一例を示すブロック図である。

10

【図3】本発明の一実施形態に係る操作起因状態量推定部の機能的構成の一例を示すブロック図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る路面起因状態量推定部の機能的構成の一例を示すブロック図である。

【図5】図5は、本発明の他の実施形態に係る電流値算出部の機能的構成を模式的に示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明者らは、車両に発生している挙動の状態量が同じであっても、当該挙動を運転者が予測できるか予測できないかによって、操作感と乗り心地が影響を受けることを見出した。本発明は、本発明者らによって得られた上記の知見に基づきなされており、自動車の運転者に好適な操作感と乗り心地とを提供することのできる技術を提供する。以下、本発明の一実施形態について、より詳細に説明する。

20

【0013】

〔実施形態1〕

〔車両〕

本発明の実施形態に係る車両は、サスペンションを有する。当該サスペンションは、サスペンション制御装置によって制御されるように構成されている。図1は、本発明の実施形態に係る車両の構成の一例を模式的に示す図である。

30

【0014】

図1に示すように、車両900は、懸架装置(サスペンション)930、車体910、車輪920、タイヤ921、操舵部材945、ステアリングシャフト944、トルクセンサ15、舵角センサ16、トルク印加部943、ラックピニオン機構942、ラック軸941、エンジン950、ECU(Electronic Control Unit)1、発電装置970およびバッテリー980を備えている。なお、車両900としては、ガソリン車、ハイブリッド電気自動車(HEV車)、電気自動車(EV車)などを挙げることができる。

【0015】

タイヤ921が装着された車輪920は、懸架装置930によって車体910に懸架されている。車両900は、四輪車であるため、懸架装置930、車輪920およびタイヤ921については、それぞれ4つ設けられている。なお、左側の前輪、右側の前輪、左側の後輪および右側の後輪のタイヤおよび車輪をそれぞれ、タイヤ921Aおよび車輪920A、タイヤ921Bおよび車輪920B、タイヤ921Cおよび車輪920C、並びに、タイヤ921Dおよび車輪920Dとも称する。以下、同様に、左側の前輪、右側の前輪、左側の後輪および右側の後輪にそれぞれ付随した構成を、符号「A」「B」「C」および「D」を付して表現することがある。

40

【0016】

〔懸架装置(サスペンション)〕

懸架装置930は、油圧緩衝装置、アッパーアームおよびロアアームを備えている。また、油圧緩衝装置は、一例として、当該油圧緩衝装置が発生させる減衰力を調整する電磁

50

弁であるソレノイドバルブを備えている。ただし、これは本実施形態を限定するものではなく、油圧緩衝装置は、減衰力を調整する電磁弁として、ソレノイドバルブ以外の電磁弁を用いてもよい。例えば、上記電磁弁として、電磁流体（磁性流体）を利用した電磁弁を備える構成としてもよい。

【 0 0 1 7 】

〔ステアリング装置〕

運転者の操作する操舵部材 9 4 5 は、ステアリングシャフト 9 4 4 の一端に対してトルク伝達可能に接続されており、ステアリングシャフト 9 4 4 の他端は、ラックピニオン機構 9 4 2 に接続されている。

【 0 0 1 8 】

なお、上述の説明において「トルク伝達可能に接続」とは、一方の部材の回転に伴い他方の部材の回転が生じるように接続されていることを指し、例えば、一方の部材と他方の部材とが一体的に成形されている場合、一方の部材に対して他方の部材が直接的または間接的に固定されている場合、および、一方の部材と他方の部材とが継手部材などを介して連動するよう接続されている場合を少なくとも含む。

【 0 0 1 9 】

ラックピニオン機構 9 4 2 は、ステアリングシャフト 9 4 4 の軸周りの回転を、ラック軸 9 4 1 の軸方向に沿った変位に変換するための機構である。ラック軸 9 4 1 が軸方向に変位すると、タイロッドおよびナックルアームを介して車輪 9 2 0 A および車輪 9 2 0 B が転舵される。

【 0 0 2 0 】

トルクセンサ 1 5 は、ステアリングシャフト 9 4 4 に印加される操舵トルク、換言すれば、操舵部材 9 4 5 に印加される操舵トルクを検出し、検出結果を示すトルクセンサ信号を E C U 1 に提供する。より具体的には、トルクセンサ 1 5 は、ステアリングシャフト 9 4 4 に内設されたトーションバーの捩れを検出し、検出結果をトルクセンサ信号として出力する。なお、トルクセンサ 1 5 として磁歪式トルクセンサを用いてもよい。

【 0 0 2 1 】

舵角センサ 1 6 は、操舵部材 9 4 5 の舵角を検出し、検出結果を E C U 1 に提供する。

【 0 0 2 2 】

トルク印加部 9 4 3 は、E C U 1 から供給されるステアリング制御量に応じたアシストトルクまたは反力トルクを、ステアリングシャフト 9 4 4 に印加する。トルク印加部 9 4 3 は、ステアリング制御量に応じたアシストトルクまたは反力トルクを発生させるモータと、当該モータが発生させたトルクをステアリングシャフト 9 4 4 に伝達するトルク伝達機構とを備えている。

【 0 0 2 3 】

なお、本明細書における「制御量」の具体例として、電流値、デューティ比、減衰率、減衰比などが挙げられる。

【 0 0 2 4 】

また、上記の例では、操舵部材 9 4 5 からラック軸 9 4 1 までが常時機械的に接続されたステアリング装置を例に挙げたが、これは本実施形態を限定するものではない。本実施形態に係るステアリング装置は、例えばステア・バイ・ワイヤ方式のステアリング装置であってもよい。ステア・バイ・ワイヤ方式のステアリング装置に対しても本明細書において以下に説明する事項を適用することができる。

【 0 0 2 5 】

〔駆動力伝達装置〕

車両 9 0 0 は、不図示の駆動力伝達装置を有している。駆動力伝達装置は、例えばエンジンの動力を前輪または後輪に伝達する装置であり、ギア伝達機構を有する。当該ギア伝達機構は、前輪または後輪における個々の車輪の回転数の差を状況に応じて与える差動装置であり、車両 9 0 0 の走行状況に応じて差動を制限する差動制限装置を有している。本実施形態において、差動装置および差動制限装置は、限定されない。差動装置は、例えば

10

20

30

40

50

ベベルギア式差動装置であってよく、差動制限装置は、多板クラッチ式リミテッドスリップディファレンシャル(LSD)またはヘリカルギア式LSDなどのトルク感应型であってもよいし、ビスカスLSDなどの回転差感应型であってもよい。

【0026】

〔その他の構成〕

エンジン950には、発電装置970が付設されており、発電装置970によって生成された電力がバッテリー980に蓄積される。

【0027】

また、車両900は、車輪920毎に設けられ各車輪920の車輪速(車輪の角速度)を検出する車輪速センサ11を備えている。また、車両900は、車両900の横方向の加速度を検出する横Gセンサ14、車両900の前後方向の加速度を検出する前後Gセンサ13、車両900のヨーレートを検出するヨーレートセンサ12、エンジン950が発生させるトルクを検出するエンジントルクセンサ17、エンジン950の回転数を検出するエンジン回転数センサ18、およびブレーキ装置が有するブレーキ液に印加される圧力を検出するブレーキ圧センサ19を備える構成としてもよい。これらの各種センサによる検出結果は、ECU1に供給される。

【0028】

なお、図示は省略するが、車両900は、ブレーキ時の車輪ロックを防ぐためのシステムであるABS(Antilock Brake System)、加速時などにおける車輪の空転を抑制するTCS(Traction Control System)、および、旋回時のヨーモーメント制御およびブレーキアシスト機能などのための自動ブレーキ機能を備えた車両挙動安定化制御システムであるVSA(Vehicle Stability Assist)制御可能なブレーキ装置を備えている。

【0029】

ここで、ABS、TCS、およびVSAは、推定した車体速に応じて定まる車輪速と、車輪速センサ11によって検出された車輪速とを比較し、これら2つの車輪速の値が、所定の値以上相違している場合にスリップ状態であると判定する。ABS、TCS、およびVSAは、このような処理を通じて、車両900の走行状態に応じて最適なブレーキ制御またはトラクション制御を行うことにより、車両900の挙動の安定化を図るものである。

【0030】

また、上述した各種のセンサによる検出結果のECU1への供給、および、ECU1から各部への制御信号の伝達は、CAN(Controller Area Network)2を介して行われる。

【0031】

また、車両900は、不図示のRAM(Random Access Memory)を有する。RAMは、車両の重量(車重)、慣性荷重、車両諸元などの定常値あるいは推定値、算出値を格納する。定常値は、例えば車両900に固有の物理量の値である。

【0032】

さらに、車両900は、懸架装置930、ステアリング装置および駆動力伝達装置のそれぞれにおいて、これらの装置の動作を制御するための不図示のECUを備える。たとえば、車両900は、懸架装置930を制御するためのダンパECUを有している。このような、車両900が有する装置専用のECUは、当該制御対象となる装置に備えられていてもよいし、車両900を制御するためのECU1に備えられていてもよい。このように、車両900における懸架装置930、ステアリング装置および駆動力伝達装置は、いずれも、電子制御可能に構成されており、電子制御式サスペンション、電子制御式ステアリング装置および電子制御式駆動力伝達装置とも言える。

【0033】

〔サスペンション制御の概要〕

ECU1は、サスペンション制御量を供給することによって懸架装置930を制御する。より具体的には、ECU1は、懸架装置930に含まれる油圧緩衝装置が備えるソレノイドバルブに対して、サスペンション制御量を供給することによって当該ソレノイドバルブの開閉を制御する。この制御を可能とするために、ECU1からソレノイドバルブへ駆動

10

20

30

40

50

電力を供給する電力線が配されている。

【 0 0 3 4 】

〔ステアリング制御の概要〕

また、ECU1は、車両900が備える各種の電子機器を統括制御する。より具体的には、ECU1は、トルク印加部943に供給するステアリング制御量を調整することにより、ステアリングシャフト944に印加するアシストトルクまたは反力トルクの大きさを制御する。

【 0 0 3 5 】

〔駆動力伝達装置の制御の概要〕

ECU1は、例えば、差動制限の制御量を供給することによって駆動力伝達装置を制御する。その具体的な一例を挙げると、ECU1は、走行状況に応じて多板クラッチ式LSDにおけるクラッチの圧着の強さを調整することにより、エンジンの駆動力を前輪、後輪間で、あるいは前輪または後輪における左右の車輪間で分配し、エンジンの駆動力で回転する車輪の個々の回転数を制御する。

10

【 0 0 3 6 】

〔サスペンション制御装置の機能的構成〕

ECU1は、サスペンション制御装置を含む。図2は、本発明の実施形態に係るサスペンション制御装置の機能的構成の一例を示すブロック図である。図2に示されるように、サスペンション制御装置は、操作起因状態量推定部100、路面起因状態量推定部200、操作起因状態量変換部300、路面起因状態量変換部400および電流値算出部500を備えている。サスペンション制御装置は、車両が有するサスペンションの動作を制御する。

20

【 0 0 3 7 】

〔操作起因状態量の推定〕

操作起因状態量推定部100は、車両の操作に起因する挙動を表す操作起因状態量を推定する。たとえば、操作起因状態量推定部100は、運転者の車両操作に起因するタイヤに掛かる力とタイヤの寸法の変化量とを参照して車両挙動の状態量を推定する。また、操作起因状態量推定部100は、カルマンフィルタを用いて運転者の車両操作に起因する車両挙動の状態量を推定する。図3は、本発明の実施形態に係る操作起因状態量推定部の機能的構成の一例を示すブロック図である。

【 0 0 3 8 】

図2に示されるように、操作起因状態量推定部100は、操作タイヤストローク変位演算部110、操作起因状態量推定モデル120、操作起因状態量補正部130および操作起因状態量補正加算部140を備える。

30

【 0 0 3 9 】

操作タイヤストローク変位演算部110は、運転者の操作に起因する操作タイヤストローク変位 $Tire\ Tiner\ t\ i\ a$ を演算する。操作タイヤストローク変位とは、運転者の車両操作に起因してタイヤに荷重がかかった時、該荷重によって生じるタイヤの変形量(変位)であって、長さの単位で示される。算出手法の一例として、運転者の車両操作に起因する荷重変動である各車輪の慣性荷重を算出し、これにタイヤのばね定数を示す変換値 G を乗ずることによって得る方法が挙げられる。当該慣性荷重の算出方法には、例えば、特許第6748765号公報に記載の手法を用いることができる。

40

【 0 0 4 0 】

操作起因状態量推定モデル120は、運転者の操作に起因する車両の状態量(操作起因状態量)を推定する。操作起因状態量推定モデル120は、図3に示されるように、第一演算部121、第二演算部122、入力量構成部123、入力行列 $B\ i\ n\ e\ r\ t\ i\ a\ 1\ 2\ 4$ 、加算部125、システム行列 $A\ i\ n\ e\ r\ t\ i\ a\ 1\ 2\ 6$ および遅延部127を備えている。

【 0 0 4 1 】

操作起因状態量推定モデル120は、各種センサ10から、前後加速度として前後加速度センサの値 G_x 、横加速度として横加速度センサの値 G_y を取得する。前後加速度は、車両の前後方向への加速度であり、横加速度は、車両の横方向への加速度である。また、操

50

作起因状態量推定モデル120は、RAM20から車重 m を取得する。さらに、操作起因状態量推定モデル120は、ダンパ力 $DampF$ を取得する。

【0042】

本実施形態では、操作起因状態量推定モデル120は、印加電流 I 、ダンパ速度 $DampV$ をそれぞれRAM20から取得し、ダンパ力 $DampF$ を出力するマップであるダンパマップ30からダンパ力 $DampF$ を取得している。なお、印加電流 I とは、サスペンションのダンパにおいて、減衰力を制御するために用いられるソレノイドバルブに印加されている電流の値である。印加電流 I 、ダンパ速度 $DampV$ は、例えば、ダンパECUからのフィードバックをRAM20に書き込み、ダンパマップ30は、これらを取得することができる。

10

【0043】

第一演算部121は、各種センサ10から取得した前後加速度センサの値 G_x にRAM20から取得した車重 m を乗じて、トータルタイヤ前後力 F_{x0} を取得する。第二演算部122は、各種センサ10から取得した横加速度センサの値 G にRAM20から取得した車重 m を乗じて、トータルタイヤ横力 F_{y0} を取得する。

【0044】

入力量構成部123は、トータルタイヤ前後力 F_{x0} 、トータルタイヤ横力 F_{y0} 、ダンパ力 $DampF$ を取得して、入力量を取得する。当該入力量は行列で表され得る。

【0045】

操作起因状態量推定モデル120は、上記入力量を取得して、入力行列 $Binerertia124$ を乗じて入力量と入力行列 $Binerertia124$ との積を算出して、今回の制御における車両における運転者の操作に起因する状態量である第一操作起因状態量を算出する。

20

【0046】

加算部125は、上記の第一操作起因状態量と「前回の推定結果に基づく値」とを足し合わせて、車両における運転者の操作に起因する第二操作起因状態量を取得する。

【0047】

本実施形態において、操作起因状態量推定モデル120は、状態空間モデルである。よって、操作起因状態量推定モデル120には、「前回の推定結果」のフィードバックに、システム行列 $Ainerertia126$ を乗じた値が入力される。当該値が「前回の推定結果に基づく値」として加算部125に入力される。この加算結果が、操作起因状態量推定モデル120の出力値、すなわち推定結果である。本実施形態において、操作起因状態量推定モデル120の「前回の推定結果」とは、後述する操作起因状態量補正加算部140が算出した操作起因状態量 $StateQinerertia$ が、遅延部127を介した値である。

30

【0048】

なお、遅延部127は、現在の演算回数が n とすると、 $n-1$ の時点の操作起因状態量 $StateQinerertia$ を、操作起因状態量推定モデル120および操作起因状態量補正部130のそれぞれに供給する機能を有する。

【0049】

操作起因状態量補正部130は、操作起因状態量の補正量を算出する。操作起因状態量補正部130は、操作起因状態量補正観測量構築部131、減算部132、システム行列 $Cinerertia133$ およびカルマンゲイン $Kinerertia134$ を備えている。

40

【0050】

操作起因状態量補正観測量構築部131は、各種センサ10からヨーレートセンサの値 r を取得し、操作タイヤストローク変位演算部110から、車両の各車輪の操作タイヤストローク変位 $TireSTinerertia$ を取得し、操作起因状態量補正観測を構築する。当該操作起因状態量補正観測量は、現在のタイヤの変化量を含む 5×1 の行列である。すなわち、タイヤストローク変位は、タイヤ半径の変化量であり、タイヤの変化量の一態様である。

【0051】

50

減算部 132 は、上記操作起因状態量補正観測量を取得し、操作起因状態量補正観測量から「前回の推定結果に基づく値」を減算して、操作起因状態量補正観測量の各要素が、「前回の推定結果」に基づく値からの変化量となるようにする。

【0052】

減算部 132 には、「前回の推定結果」に観測行列 $C_{inertia133}$ （例えば $p \times 5$ 行列）を乗じた値が入力される。当該値が、上記の「前回の推定結果に基づく値」である。このように、前回の推定結果がフィードバックとして、観測行列 $C_{inertia133}$ を介して減算部 132 に入力される。本実施形態において、操作起因状態量補正部 130 の「前回の推定結果」とは、操作起因状態量推定モデル 120 の「前回の推定結果」と同様である。

10

【0053】

操作起因状態量補正部 130 は、減算部 132 の算出結果にカルマンゲイン $K_{inertia134}$ を乗ずる。カルマンゲイン $K_{inertia134}$ は、カルマンフィルタのゲインである。こうして操作起因状態量補正部 130 は、操作起因状態量補正部 130 における出力値を算出する。操作起因状態量補正部 130 における出力値が、操作起因状態量の補正量である。

【0054】

このように、本実施形態においては、前述の操作起因状態量推定モデル 120 がカルマンフィルタの推定モデル部分に該当し、操作起因状態量補正部 130 は、カルマンフィルタのフィルタリング部分に該当する。操作起因状態量補正部 130 におけるカルマンゲイン $K_{inertia134}$ は、本実施形態では時不変とするが、時変であってもよい。

20

【0055】

操作起因状態量補正加算部 140 には、操作起因状態量推定モデル 120 の出力値および、操作起因状態量補正部 130 の出力値が入力される。そして、これらを足し合わせた操作起因状態量補正加算部 140 の出力値として、操作起因状態量 $StateQ_{inertia}$ が演算される。操作起因状態量 $StateQ_{inertia}$ は、操作起因状態量推定モデル 120 の推定結果が上記カルマンフィルタによって補正された補正後の推定結果である。

【0056】

[路面起因状態量の推定]

路面起因状態量推定部 200 は、車両の路面に起因する挙動を表す路面起因状態量を推定する。たとえば、路面起因状態量推定部 200 は、路面に起因するタイヤに掛かる力とタイヤの寸法の変化量とを参照して車両挙動の状態量を推定する。また、本実施形態では、路面起因状態量推定部 200 は、カルマンフィルタを用いて路面からの入力に起因する車両の挙動の状態量を推定する。なお、以下の説明において、操作起因状態量推定モデル 120 と共通する部分に関しては、一部説明を省略する。

30

【0057】

図 2 に示されるように、路面起因状態量推定部 200 は、路面タイヤストローク変位演算部 210、路面起因状態量推定モデル 220、路面起因状態量補正部 230 および路面起因状態量補正加算部 240 を備えている。

40

【0058】

路面タイヤストローク変位演算部 210 は、路面タイヤストローク変位 $TireSTroad$ を演算する。路面タイヤストローク変位とは、路面入力に起因してタイヤに掛かる荷重によって生じるタイヤの変形量（変位）であって、長さの単位で示される。路面タイヤストローク変位は、例えば、路面入力に起因する荷重変動である車両の各輪の路面荷重を算出し、これにタイヤのばね定数を示す変換値 G を乗ずることによって算出することができる。路面荷重の算出方法には、例えば、特許第 6695481 号公報に記載の手法を用いることができる。

【0059】

図 4 は、本発明の実施形態に係る路面起因状態量推定部の機能的構成の一例を示すブロッ

50

ク図である。路面起因状態量推定モデル220は、路面入力に起因する車両の状態量（路面起因状態量）を推定する。図4に示されるように、路面起因状態量推定モデル220は、操作起因状態量推定モデル120と同様の機能的な構成によって構築され得る。路面起因状態量推定モデル220は、入力行列 $B_{road221}$ 、加算部222、システム行列 $A_{road223}$ および遅延部224を備えている。

【0060】

路面起因状態量推定モデル220は、ダンパマップ30からダンパ力 $DampF$ を取得する。

【0061】

路面起因状態量推定モデル220は、ダンパ力 $DampF$ を取得して、これに入力行列 $B_{road221}$ を乗じて、今回の制御における車両における路面入力に起因する車両の状態量である第一路面起因状態量を算出する。

【0062】

加算部222は、上記の第一路面起因状態量と「前回の推定結果に基づく値」とを足し合わせて、車両における運転者の操作に起因する第二路面起因状態量を取得する。

【0063】

本実施形態においては、路面起因状態量推定モデル220は、状態空間モデルで構成されている。そのため、よって、路面起因状態量推定モデル220には、前回の推定結果のフィードバックにシステム行列 $A_{road223}$ を乗じた値が入力される。当該値が「前回の推定結果に基づく値」として加算部222に入力される。この加算結果が、路面起因状態量推定モデル220の出力値、すなわち推定結果である。本実施形態において、路面起因状態量推定モデル220の「前回の推定結果」とは、後述する路面起因状態量補正加算部240が算出した路面起因状態量 $StateQ_{road}$ が、遅延部224を介した値である。

【0064】

なお、遅延部224は、現在の演算回数が n とすると、 $n - 1$ の時点の路面起因状態量 $StateQ_{road}$ を、路面起因状態量推定モデル220および路面起因状態量補正部230のそれぞれに供給する機能を有する。

【0065】

路面起因状態量補正部230は、路面起因状態量の補正量を算出する。路面起因状態量補正部230は、操作起因状態量補正部130と同様の機能的な構成によって構築され得る。路面起因状態量補正部230は、減算部231、観測行列 $C_{road232}$ およびカルマンゲイン $K_{road233}$ を備えている。

【0066】

減算部231は、路面タイヤストローク変位演算部210から、車両の各車輪の路面タイヤストローク変位 $TireSTroad$ を取得する。減算部231が取得した車両の各車輪の路面タイヤストローク変位 $TireSTroad$ は、 4×1 の行列として取得される。当該行列は、操作起因状態量補正観測量と同様に、現在のタイヤの変化量を含み、路面起因状態量補正観測量となる。そして、減算部231は路面起因状態量補正観測量から「前回の推定結果に基づく値」を減算して、路面起因状態量補正観測量の各要素が、「前回の推定結果」に基づく値からの変化量となるようにする。

【0067】

減算部231には、「前回の推定結果」に観測行列 $C_{road232}$ を乗じた値が入力される。当該値が、上記の「前回の推定結果に基づく値」である。このように、前回の推定結果がフィードバックとして観測行列 $C_{road232}$ を介して減算部231に入力される。本実施形態において、路面起因状態量推定モデル220の「前回の推定結果」とは、路面起因状態量推定モデル220の「前回の推定結果」と同様である。

【0068】

路面起因状態量補正部230は、減算部231の算出結果にカルマンゲイン $K_{road233}$ を乗ずる。カルマンゲイン $K_{road233}$ は、カルマンフィルタのゲインである。

10

20

30

40

50

こうして路面起因状態量補正部 230 における出力値を算出する。路面起因状態量補正部 230 における出力値が、路面起因状態量の補正量である。

【0069】

このように、本実施形態においては、路面起因状態量推定モデル 220 がカルマンフィルタの推定モデル部分に該当し、路面起因状態量補正部 230 がカルマンフィルタのフィルタリング部分に該当する。路面起因状態量補正部 230 におけるカルマンゲイン K_{road} 233 も、本実施形態では時不変であるが、時変であってもよい。

【0070】

路面起因状態量補正加算部 240 には、路面起因状態量推定モデル 220 の出力値および、路面起因状態量補正部 230 の出力値が入力される。そして、これらを足し合わせた路面起因状態量補正加算部 240 の出力値として、路面起因状態量 $State_{Road}$ が演算される。路面起因状態量 $State_{Road}$ は、路面起因状態量推定モデル 220 の推定結果が上記カルマンフィルタによって補正された補正後の推定結果である。

10

【0071】

[操作起因状態量の変換]

操作起因状態量変換部 300 は、操作起因状態量推定部が推定した操作起因状態量を操作起因要求減衰力に変換する。たとえば、操作起因状態量変換部 300 は、操作起因状態量補正加算部 140 で算出された操作起因状態量 $State_{Inertia}$ を操作起因要求減衰力 $Damp_{RQST_{Inertia}}$ に変換する。操作起因要求減衰力 $Damp_{RQST_{Inertia}}$ は、操作起因の車両挙動変化を制御するのに必要とする要求減衰力を意味する。操作起因状態量変換部 300 は、操作起因状態量 $State_{Inertia}$ に所定の係数を乗ずることによって、操作起因要求減衰力 $Damp_{RQST_{Inertia}}$ に変換する。

20

【0072】

[路面起因状態量の変換]

路面起因状態量変換部 400 は、路面起因状態量推定部が推定した路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換する。たとえば、路面起因状態量変換部 400 は、路面起因状態量 $State_{Road}$ を路面起因要求減衰力 $Damp_{RQST_{Road}}$ に変換する。路面起因要求減衰力 $Damp_{RQST_{Road}}$ は、路面起因の車両挙動変化を制御するのに必要とする要求減衰力を意味する。路面起因状態量変換部 400 は、路面起因状態量 $State_{Road}$ に所定の係数を乗ずることによって、路面起因要求減衰力 $Damp_{RQST_{Road}}$ に変換する。

30

【0073】

<状態量が同一となる場合の状態量の変換>

ここで本実施形態では、路面起因状態量変換部 400 は、操作起因状態量 $State_{Inertia}$ と路面起因状態量 $State_{Road}$ とが同一となる場合に、路面起因要求減衰力 $Damp_{RQST_{Road}}$ と操作起因要求減衰力 $Damp_{RQST_{Inertia}}$ とが異なるように、路面起因状態量 $State_{Road}$ を路面起因要求減衰力 $Damp_{RQST_{Road}}$ に変換する。より詳しくは、本実施形態では、路面起因状態量変換部 400 は、路面起因要求減衰力 $Damp_{RQST_{Road}}$ が操作起因要求減衰力 $Damp_{RQST_{Inertia}}$ よりも小さくなるように路面起因要求減衰力 $Damp_{RQST_{Road}}$ と操作起因要求減衰力 $Damp_{RQST_{Inertia}}$ とを異ならせる。

40

【0074】

「操作起因状態量 $State_{Inertia}$ と路面起因状態量 $State_{Road}$ とが同一となる場合」とは、これらの状態量が完全に同量の場合であってもよいし、実質的に同量の場合であってもよい。実質的に同量の場合とは、例えば、両状態量の成分の一部が同量の場合であり、あるいは、各状態量の各成分の一部または全部が実質的に同量と言える程度にしか異ならない場合である。

【0075】

本実施形態では、操作起因状態量 $State_{Inertia}$ と、路面起因状態量 Sta

50

t e Q r o a d とが共通して持つ状態量の一部または全部が同じ大きさであっても、E C U 1 は、操作起因要求減衰力 D a m p R Q S T i n e r t i a が路面起因要求減衰力 D a m p R Q S T r o a d より相対的に小さくなるように、操作起因状態量変換部 3 0 0 が操作起因要求減衰力 D a m p R Q S T i n e r t i a を生成し、路面起因状態量変換部 4 0 0 に路面起因要求減衰力 D a m p R Q S T r o a d を生成する。たとえば、操作起因状態量 S t a t e Q i n e r t i a と、路面起因状態量 S t a t e Q r o a d とが共通して持つ状態量の一部または全部が同じ大きさであっても、操作起因状態量変換部 3 0 0 は、操作起因状態量 S t a t e Q i n e r t i a を、路面起因状態量変換部 4 0 0 が路面起因状態量 S t a t e Q r o a d を路面起因要求減衰力 D a m p R Q S T r o a d に変換するよりも、相対的に小さく操作起因要求減衰力 D a m p R Q S T i n e r t i a に変換する。

10

【 0 0 7 6 】

両者の大きさに相対的な差を発生させるためには、例えば両状態量を一旦同じ大きさの要求減衰力に変換した後、変換後の各減衰力を、各減衰力における利得幅の異なるゲインを通すことによって達成することができる。変換後の各減衰力の比較およびゲインの決定は、E C U 1 におけるいずれの機能的構成によって実行されてもよい。また、各ゲインは、後述する操作感と乗り心地とのバランスが得られるような適当な大きさであればよく、実験あるいはコンピュータシミュレーションの結果に基づいて適切に決定することが可能である。

【 0 0 7 7 】

本実施形態は、このような構成を有することにより、例えば操作感を重視する減衰力制御を実現することが可能になり、また当該制御における幅広いセッティングを実現することが可能になる。これにより、車両の運転者が期待する範囲内において操作感と乗り心地との両立を図ることができる。

20

【 0 0 7 8 】

たとえば、運転者が乗り心地を重視したいとする。搭乗者が予測できない路面起因によるロール（路面起因状態量 S t a t e Q r o a d の一成分）は、搭乗者に伝わる突き上げ感またはうねりを減らすため、可能な限り抑制する減衰力制御をすることが好ましい。一方で、搭乗者が予測できる操作起因によるロール（操作起因状態量 S t a t e Q i n e r t i a の一成分）は、抑制しすぎると操作感が希薄になり、乗り物酔いといった現象を生じてしまうおそれがある。このため、操作起因については、搭乗者に適度に操作感を伝えられる範囲まで抑制する減衰力制御をすることが好ましい。

30

【 0 0 7 9 】

本実施形態では、例えば、操作起因状態量変換部 3 0 0 が備えるゲインの利得幅を、路面起因状態量変換部 4 0 0 が備えるゲインの利得幅よりも相対的に小さな値とする。これにより、搭乗者に伝わる突き上げ感またはうねりを減らしつつ、適度に操作感を伝える減衰力制御が可能になり、操作感と乗り心地との両立がより一層図られる。なお、本実施形態では、同様の利点を得る観点から、路面起因状態量変換部 4 0 0 が備えるゲインの利得を、操作起因状態量変換部 3 0 0 が備えるゲインの利得幅よりも相対的に大きい値としてもよい。

【 0 0 8 0 】

[サスペンションへ印加する電流値の決定]

電流値算出部 5 0 0 は、操作起因状態量変換部が変換した操作起因要求減衰力、および、路面起因状態量変換部が変換した路面起因要求減衰力、を用いてサスペンションに印加する電流値を決定する。電流値算出部 5 0 0 は、加算部 5 1 0 および要求電流マップ 5 2 0 を備える。

40

【 0 0 8 1 】

加算部 5 1 0 は、操作起因要求減衰力 D a m p R Q S T i n e r t i a と、路面起因要求減衰力 D a m p R Q S T r o a d とを合算して要求減衰力 D a m p R Q S T を算出する。

【 0 0 8 2 】

要求電流マップ 5 2 0 は、電流値算出部の一例である。要求電流マップ 5 2 0 は、要求減

50

衰力 $Damp R Q S T$ を加算部 510 から取得し、また、ダンパ速度 $Damp V$ も取得する。ダンパ速度 $Damp V$ は、例えば、ダンパ ECU からのフィードバック、あるいはストロークセンサによって取得することができる。本実施形態では、要求電流マップ 520 は、ダンパマップ 30 と同様に $RAM 20$ からダンパ速度 $Damp V$ を取得する。要求電流マップ 520 は、要求減衰力 $Damp R Q S T$ とダンパ速度 $Damp V$ とに基づいて、減衰力を制御するためにソレノイドバルブに印加する電流値を決定する。決定された電流値で、前述のソレノイドバルブへ電気が供給され、車両の各車輪に対応するサスペンションが制御される。

【0083】

[本実施形態のまとめ]

以上の説明から明らかなように、本発明の実施形態 1 のサスペンション制御装置 ($ECU 1$) は、車両 (900) が有するサスペンション (懸架装置 930) の動作を制御するサスペンション制御装置であって、車両の操作に起因する挙動を表す操作起因状態量 ($State Q inertia$) を推定する操作起因状態量推定部 (100) と、車両の路面に起因する挙動を表す路面起因状態量 ($State Q road$) を推定する路面起因状態量推定部 (200) と、操作起因状態量を操作起因要求減衰力 $Damp R Q S T inertia$ に変換する操作起因状態量変換部 (300) と、路面起因状態量を路面起因要求減衰力 $Damp R Q S T road$ に変換する路面起因状態量変換部 (400) と、操作起因要求減衰力および路面起因要求減衰力を用いてサスペンションに印加する電流値を決定する電流値算出部 (500) と、を備える。

【0084】

また、本発明の実施形態 1 の車両は、前述のサスペンション制御装置によって制御されるサスペンションを有する。

【0085】

さらに、本発明の実施形態 1 のサスペンション制御方法は、車両が有するサスペンションの動作を制御するサスペンション制御方法であって、車両の操作に起因する挙動を表す操作起因状態量を推定する操作起因状態量推定ステップと、車両の路面に起因する挙動を表す路面起因状態量を推定する路面起因状態量推定ステップと、操作起因状態量推定ステップに続き、操作起因状態量を操作起因要求減衰力に変換する操作起因状態量変換ステップと、路面起因状態量推定ステップに続き、路面起因状態量を路面起因要求減衰力に返還する路面起因状態量変換ステップと、前記操作起因状態量変換ステップおよび操作起因状態量変換ステップに続き、操作起因要求減衰力および路面起因要求減衰力を用いてサスペンションに印加する電流値を決定する電流値算出ステップと、を含む。

【0086】

したがって、本発明の実施形態 1 は、自動車の運転者に好適な操作感と乗り心地を提供することができる。

【0087】

本実施形態では、路面起因状態量変換部が、操作起因状態量と路面起因状態量とが同一とする場合に、操作起因要求減衰力と路面起因要求減衰力とが異なるように、路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換する。このような構成は、車両の運転者に操作感と乗り心地とを好ましいバランスで提供する観点からより一層効果的である。

請求項 1 に記載のサスペンション制御装置。

【0088】

本実施形態では、路面起因状態量変換部が、路面起因要求減衰力が操作起因要求減衰力よりも相対的に小さくなるように路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換することによって、路面起因要求減衰力と操作起因要求減衰力とを異ならせる。このような構成は、車両の運転者に操作感と乗り心地とが両立する好ましい状態に車両の走行を制御する観点からより一層効果的である。

【0089】

[実施形態 2]

本発明の他の実施形態について、以下に説明する。なお、説明の便宜上、上記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を繰り返さない。

【0090】

本実施形態では、操作タイヤストローク変位演算部110は、特開2013-216278号公報に記載の接地荷重を慣性荷重として扱ってTireStInertiaを、路面タイヤストローク変位演算部210は、国際公開第2014/002444号に記載のばね下荷重を路面荷重として扱ってTireSTroadを、それぞれ演算する。このように、本発明は、複数の手法を利用して実現することができ、いかなる場合も、本願の請求範囲に含まれると解釈されるべきである。

10

【0091】

本実施形態では、路面起因状態量変換部が、操作起因状態量と路面起因状態量とが同一となる場合に、路面起因要求減衰力が操作起因要求減衰力よりも小さくなるように路面起因要求減衰力と操作起因要求減衰力とを異ならせて路面起因要求減衰力に変換する。それ以外は、本実施形態は、前述した実施形態1と同様である。

【0092】

本実施形態では、操作起因状態量StateQinertiaと、路面起因状態量StateQroadとが共通して持つ状態量の一部または全部が同じ大きさであっても、ECU1は、操作起因要求減衰力DampRQSTinertiaが路面起因要求減衰力DampRQSTroadより相対的に大きくなるように、操作起因状態量変換部300に操作起因要求減衰力DampRQSTinertiaを取得させ、路面起因状態量変換部400に路面起因要求減衰力DampRQSTroadを取得させる。たとえば、操作起因状態量StateQinertiaと、路面起因状態量StateQroadとが共通して持つ状態量の一部または全部が同じ大きさであっても、操作起因状態量変換部300は、操作起因状態量StateQinertiaを、路面起因状態量変換部400が路面起因状態量StateQroadを路面起因要求減衰力DampRQSTroadに変換するよりも、大きく操作起因要求減衰力DampRQSTinertiaに変換する。両要求減衰力の大きさにおける相対的な差は、前述の実施形態1と同様に、例えば両状態量を一旦同じ大きさの要求減衰力に変換し、次いで、変換後の各減衰力を、各減衰力における利得幅の異なるゲインを通すことによって達成することができる。

20

30

【0093】

ここで、悪路での走行などの路面からの情報伝達をより重視すべき状況を想定する。このような状況では、路面起因状態量変換部400が備えるゲインの利得幅は、路面起因状態量StateQroadをあまり抑制しない値に設定される。そして、路面起因状態量StateQroadをより際立たせるため、操作起因状態量変換部300が備えるゲインの利得幅は、運転操作に起因する車両の走行の影響が、乗り心地を重視するときよりも小さく搭乗者に伝わるような値とする。たとえば、操作起因状態量変換部300が備えるゲインの利得幅は、路面起因状態量変換部400が備えるゲインの利得幅よりも相対的に大きな値とする。それにより、上記のように路面からの情報を最大限に際立たせて搭乗者に伝達することを図ることが可能となる。

40

【0094】

本実施形態では、路面起因状態量変換部は、路面起因要求減衰力が操作起因要求減衰力よりも相対的に小さくなるように路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換することによって、路面起因要求減衰力と操作起因要求減衰力とを異ならせる。このような構成は、路面からの情報の伝達を重視すべき状況における車両の走行を適切に制御する観点からより一層効果的である。

【0095】

〔実施形態3〕

本発明の他の実施形態について、以下に説明する。なお、説明の便宜上、上記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を繰り返

50

返さない。

【 0 0 9 6 】

本実施形態では、ECU1は、車両の走行状況に関する情報を取得する走行状況取得部をさらに備える。そして、ECU1は、走行状況取得部が取得した情報に応じて走行状況を運転者に伝達するように、操作起因状態量変換部および路面起因状態量変換部の一方または両方に、操作起因要求減衰力と路面起因要求減衰力とを異ならせる。それ以外は、本実施形態は、前述した実施形態1または実施形態2と同様である。

【 0 0 9 7 】

図5は、本実施形態に係る電流値算出部の機能的構成を模式的に示すブロック図である。図5に示されるように、電流値算出部600は、要求電流マップ520に代えて操作起因要求電流マップ530および路面起因要求電流マップ540を備えている。また、加算部510は、これらのマップの下流に接続されている。

10

【 0 0 9 8 】

操作起因要求電流マップ530は、操作起因要求減衰力DampRQST inertiaを操作起因状態量変換部300から取得し、またダンパ速度DampV(不図示)を取得し、それらに基づいて、車両900の操作に起因する減衰力を制御するためにソレノイドバルブに印加する操作起因電流値を決定する。路面起因要求電流マップ540は、路面起因要求減衰力DampRQST roadを路面起因状態量変換部400から取得し、またダンパ速度DampV(不図示)を取得し、それらに基づいて、路面に起因する減衰力を制御するためにソレノイドバルブに印加する路面起因電流値を決定する。加算部510は、操作起因電流値と路面起因電流値とを合算して、サスペンションに印加する電流値を算出する。

20

【 0 0 9 9 】

本実施形態において、走行状況取得部は、車両の走行状況に関する情報を取得する。車両の走行状況に関する情報は、実際の走行状況から取得される情報であってもよいし、走行状況の変化をもたらす情報であってもよい。車両の走行状況に関する情報は、例えば各種センサからもたらされる。また、当該情報は、ECU1が受信可能な通信データであってもよい。

【 0 1 0 0 】

また、本実施形態では、ECU1は、車両の走行状況または操作状況を自動で判断し、操作起因状態量変換部300が備えるゲインの利得幅と、路面起因状態量変換部400が備えるゲインの利得幅とを自動で切り替えできるように構成されている。たとえば、ECU1は、走行状況取得部が取得した車両の走行状況の情報の組み合わせに応じて、操作起因状態量変換部300が備えるゲインの利得幅と、路面起因状態量変換部400が備えるゲインの利得幅とのそれぞれを特定の値に変更し、あるいはその大小関係を切り替えるように構成される。また、例えば、ECU1は、操作起因状態量と路面起因状態量とが同一となる場合に、走行状況取得部が取得した情報に応じて、操作起因要求減衰力と路面起因要求減衰力とに相対的な大小関係を生じさせることが可能である。

30

【 0 1 0 1 】

より具体的には、ECU1は、走行状況取得部が取得した情報に応じて、運転者の居眠り運転の可能性のある走行状況を判定するとする。この場合、ECU1は、路面からの情報伝達を積極的に伝えるための設定値に基づいて、操作起因状態量変換部300の利得幅および路面起因状態量変換部400の利得幅を決定する。その結果、路面の凹凸などの路面に起因する情報がより明確に運転者に伝達され、運転者の覚醒が促される。

40

【 0 1 0 2 】

また、例えば、ECU1は、各種センサの検出値に基づく走行状況の情報、あるいは、データリンクによる降雨などの天候の情報に応じて、路面状況の悪化を検出し、あるいは予測する。この場合、ECU1は、路面からの情報伝達を積極的に伝えるための設定値に基づいて、操作起因状態量変換部300の利得幅および路面起因状態量変換部400の利得幅を決定する。その結果、路面の濡れによる路面状態の変化が車両の操作性または乗り心

50

地に反映され、運転者は、路面状況の悪化を知覚することが可能となる。

【0103】

運転者へ伝達すべき走行状況に応じた情報を取得しない場合には、ECU1は、前述した実施形態と同様に車両のサスペンションを制御し、それにより操作感と乗り心地との両立が図られる。

【0104】

本実施形態では、ECU1は、車両の走行状況に関する情報を取得する走行状況取得部をさらに備え、走行状況取得部が取得した情報に応じて走行状況を運転者に伝達するように、操作起因状態量変換部および路面起因状態量変換部の一方または両方に、路面起因要求減衰力と操作起因要求減衰力とを異ならせる。このような構成は、車両の適切かつ安定した走行状態を継続させる観点からより一層効果的である。

10

【0105】

〔変形例〕

以上の説明から明らかなように、本発明は、操作起因と路面起因とを切り分けて目標減衰力を設定することにより、操作感を重視する減衰力制御、あるいは搭乗者への路面状況の伝達を重視する減衰力制御などの幅広い状況に応じたセッティングを実現することができる。本発明は上述した各実施形態に限定されず、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態も、本発明の技術的範囲に含まれる。

【0106】

たとえば、前述の実施形態で説明したセンサの値は一例である。本発明では、操作起因状態量推定モデル120または路面起因状態量推定モデル220の構成によって様々なセンサの値を用いることができる。たとえば、ダンパ力DampFは、車両に設けたストロークセンサから検出してもよい。また、ヨーレートは、ヨー角度センサの値を微分して取得してもよい。あるいはヨーレートは、横加速度センサの値に基づいて取得してもよい。

20

【0107】

また、ダンパ力DampFは、前述したダンパマップからの取得に代えて、印加電流I、ダンパ速度DampVをそれぞれ変数として都度演算して算出されてもよい。

【0108】

また、カルマンゲインKは、時変としてもよい。その場合、各状態量の状態共分散、各演算ノイズのプロセスノイズ共分散、観測値の共分散を適宜修正しつつ、カルマンゲインKを演算ステップごとに最適カルマンゲインとして演算することにより、時変のカルマンゲインKを取得することができる。

30

【0109】

前述の実施形態では、タイヤに関する状態量に基づいて操作起因状態量と路面起因状態量とを推定している。本発明では、操作起因状態量および路面起因状態量は、車両に関する他の状態量に基づいて推定してもよい。たとえば、操作起因状態量および路面起因状態量は、従来技術を利用して、車両における、より直接的に状態量を検出するセンサに基づいて推定することが可能である。直接的に状態量を検出するセンサとは、たとえばタイヤの空気圧を検出するタイヤ空気圧センサが挙げられる。タイヤ空気圧センサの値の増減は、タイヤの変形を示すため、タイヤストローク変位TireSTを検出することができる。また、操作起因状態量および路面起因状態量は、それぞれ車両に関する異なる状態量に基づいて推定してもよい。

40

【0110】

また、本発明の実施形態では、操作起因状態量と路面起因状態量とが同一となる場合であっても、その場合の路面起因要求減衰力と操作起因要求減衰力とから路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換してもよい。この場合、サスペンション制御装置(ECU1)の算出結果をサスペンションの制御にそのまま用いてもよいし、当該算出結果をサスペンションの制御には用いず、操作起因状態量と路面起因状態量とが同一と判定した段階でその回の演算を終了させてもよい。

50

【 0 1 1 1 】

また、本発明の実施形態では、前述の実施形態 3 における操作起因状態量変換部 3 0 0 のゲインの利得幅と路面起因状態量変換部 4 0 0 のゲインの利得幅との変化に代えて、あるいはそれに加えて、運転者の操作に応じて上記ゲインの利得幅を変化させてもよい。

【 0 1 1 2 】

また、本発明の実施形態では、前述の実施形態 3 において、電流値算出部 6 0 0 は、操作起因電流値のゲインと路面起因電流値のゲインとをさらに備え、走行状況取得部が取得した情報に応じてこれらのゲインの利得幅を変更してもよい。

【 0 1 1 3 】

また、本発明の実施形態では、路面起因状態量変換部に代えて操作起因状態量変換部が、路面起因要求減衰力と操作起因要求減衰力とを異ならせるように操作起因状態量を操作起因要求減衰力に変換してもよい。

10

【 0 1 1 4 】

より具体的には、操作起因状態量変換部が、操作起因状態量と路面起因状態量とが同一となる場合に、操作起因要求減衰力と路面起因要求減衰力とが異なるように、操作起因状態量を操作起因要求減衰力に変換してもよい。また、操作起因状態量変換部は、操作起因要求減衰力が路面起因要求減衰力よりも相対的に小さくなるように操作起因状態量を操作起因要求減衰力に変換することによって路面起因要求減衰力と操作起因要求減衰力とを異ならせてもよい。また、操作起因状態量変換部は、操作起因要求減衰力が路面起因要求減衰力よりも相対的に大きくなるように操作起因状態量を操作起因要求減衰力に変換することによって路面起因要求減衰力と操作起因要求減衰力とを異ならせてもよい。このような機能的な構成によっても、前述した実施形態と同様の効果を得ることが可能である。

20

【 0 1 1 5 】

また、本発明の実施形態では、ECU (サスペンション制御装置) に代えて、操作起因状態量変換部および路面起因状態量変換部の一方または両方が走行状況取得部を備えていてもよい。このような形態でも、走行状況取得部が取得した情報に応じて、操作起因要求減衰力と路面起因要求減衰力とに相対的な大小関係を生じさせることが可能である。

【 0 1 1 6 】

本発明の実施形態では、ECU 1 の制御ブロック (特に操作起因状態量推定部 1 0 0 および路面起因状態量推定部 2 0 0) は、集積回路 (ICチップ) などに形成された論理回路 (ハードウェア) によって実現してもよいし、ソフトウェアによって実現してもよい。

30

【 0 1 1 7 】

後者の場合、ECU 1 は、例えば 1 つ以上のプロセッサを備えていると共に、各機能を実現するためのプログラムを当該プロセッサが読み取り可能に記憶した記録媒体とを備えている。上記プロセッサは、上記プログラムを上記記録媒体から読み取って実行する。

【 0 1 1 8 】

上記プロセッサとしては、例えば CPU (Central Processing Unit) を用いることができる。上記記録媒体としては、「一時的でない有形の媒体」、例えば、ROM (Read Only Memory) などの他、テープ、ディスク、カード、半導体メモリ、プログラマブルな論理回路などを用いることができる。また、上記プログラムを展開する RAM (Random Access Memory) などをさらに備えていてもよい。

40

【 0 1 1 9 】

上記プログラムは、該プログラムを伝送可能な任意の伝送媒体 (通信ネットワークおよび放送波など) を介して上記コンピュータに供給されてもよい。なお、本発明の一態様は、上記プログラムが電子的な伝送によって具現化された、搬送波に埋め込まれたデータ信号の形態でも実現され得る。

【符号の説明】

【 0 1 2 0 】

1 ECU

1 0 各種センサ

50

1 1	車輪速センサ	
1 2	ヨーレートセンサ	
1 3	前後 G センサ	
1 4	横 G センサ	
1 5	トルクセンサ	
1 6	舵角センサ	
1 7	エンジントルクセンサ	
1 8	エンジン回転数センサ	
1 9	ブレーキ圧センサ	
2 0	R A M	10
3 0	ダンパマップ	
1 0 0	操作起因状態量推定部	
1 1 0	操作タイヤストローク変位演算部	
1 2 0	操作起因状態量推定モデル	
1 2 1、1 3 1、1 3 3、2 2 1、2 3 2	第一演算部	
1 2 2、1 3 3、1 3 4、2 2 3、2 3 3	第二演算部	
1 2 3	入力量構成部	
1 2 4、1 3 4	第三演算部	
1 2 5、2 2 2、5 1 0	加算部	
1 2 6	第四演算部	20
1 2 7、2 2 4	遅延部	
1 3 0	操作起因状態量補正部	
1 3 2、2 3 1	減算部	
1 4 0	操作起因状態量補正加算部	
2 0 0	路面起因状態量推定部	
2 1 0	路面タイヤストローク変位演算部	
2 2 0	路面起因状態量推定モデル	
2 3 0	路面起因状態量補正部	
2 4 0	路面起因状態量補正加算部	
3 0 0	操作起因状態量変換部	30
4 0 0	路面起因状態量変換部	
5 0 0、6 0 0	電流値算出部	
5 2 0	要求電流マップ	
5 3 0	操作起因要求電流マップ	
5 4 0	路面起因要求電流マップ	
9 0 0	車両	
9 1 0	車体	
9 2 0、9 2 0 A、9 2 0 B、9 2 0 C、9 2 0 D	車輪	
9 2 1、9 2 1 A、9 2 1 B、9 2 1 C、9 2 1 D	タイヤ	
9 3 0	懸架装置	40
9 4 1	ラック軸	
9 4 2	ラックピニオン機構	
9 4 3	トルク印加部	
9 4 4	ステアリングシャフト	
9 4 5	操舵部材	
9 5 0	エンジン	
9 7 0	発電装置	
9 8 0	バッテリー	
【要約】		
【課題】	自動車の運転者に好適な操作感と乗り心地を提供することのできる技術を提供す	50

る。

【解決手段】ECU(1)は、操作起因状態量推定部(100)で車両の操作に起因する操作起因状態量を推定し、路面起因状態量推定部(200)で路面に起因する路面起因状態量を推定し、操作起因状態量変換部(300)で操作起因状態量を操作起因要求減衰力に変換し、路面起因状態量変換部(400)で路面起因状態量を路面起因要求減衰力に変換し、これらの値を用いて懸架装置に印加する電流値を電流値算出部(500)で決定し、車両の懸架装置を制御する。

【選択図】図2

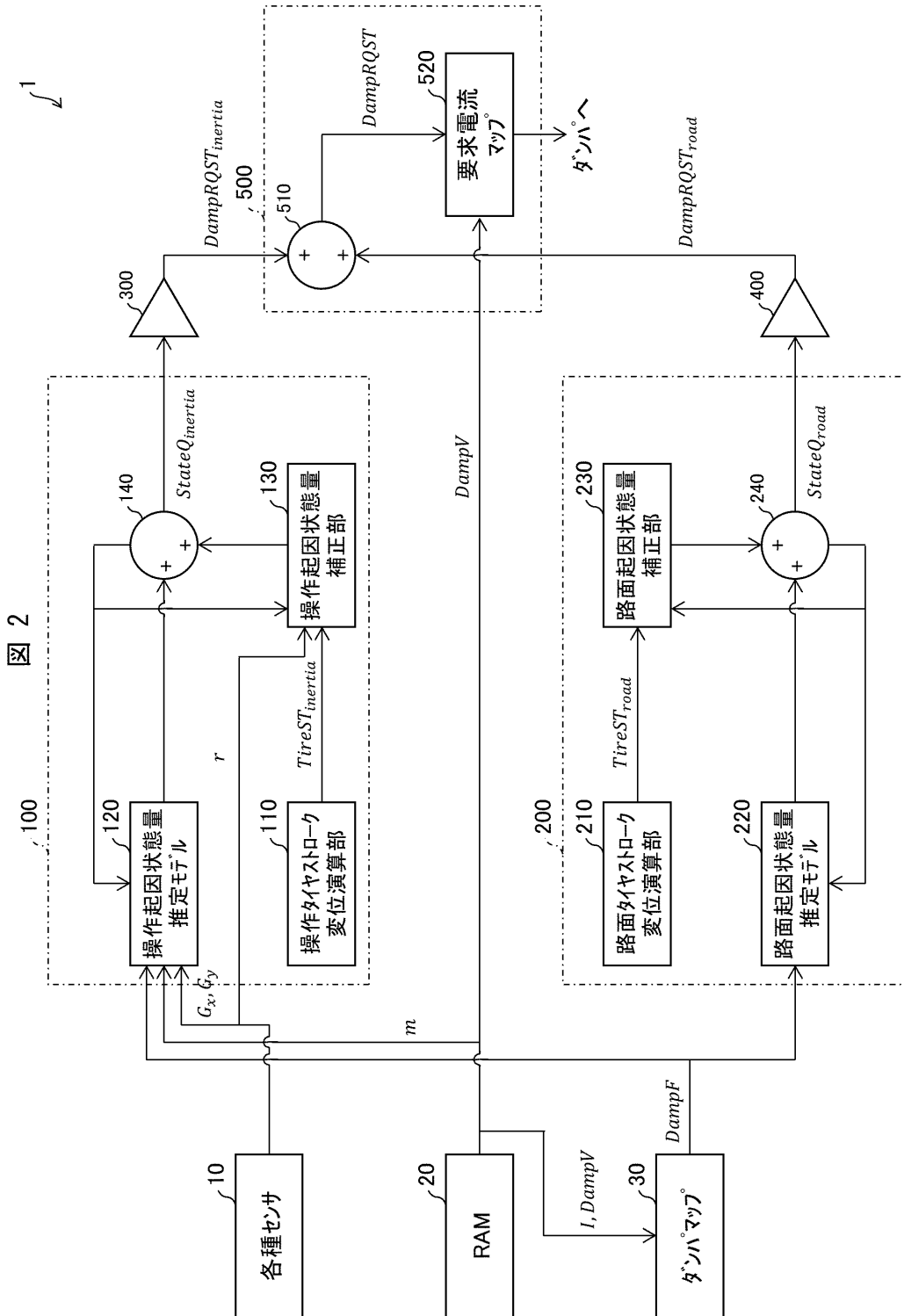


図2

10

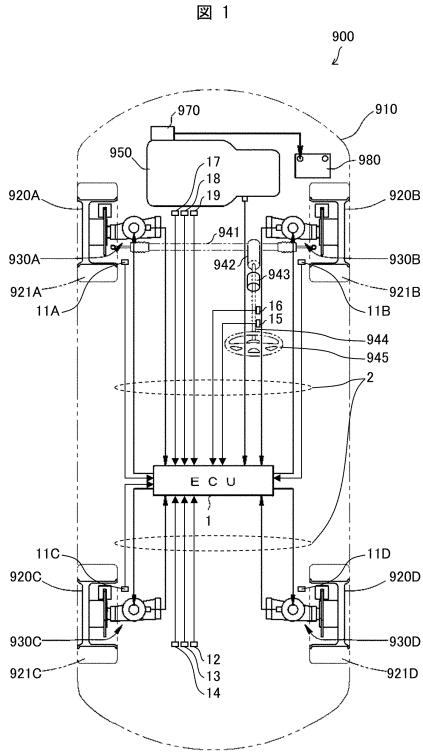
20

30

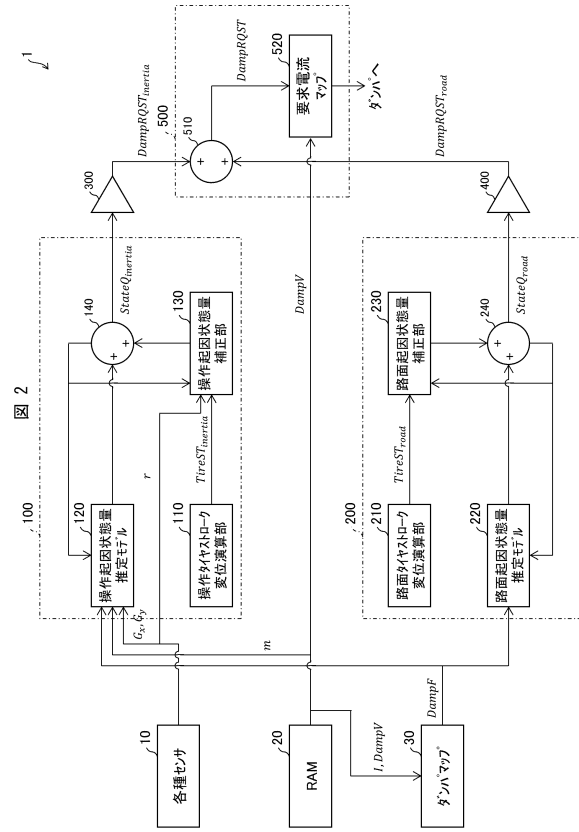
40

50

【図面】
【図 1】



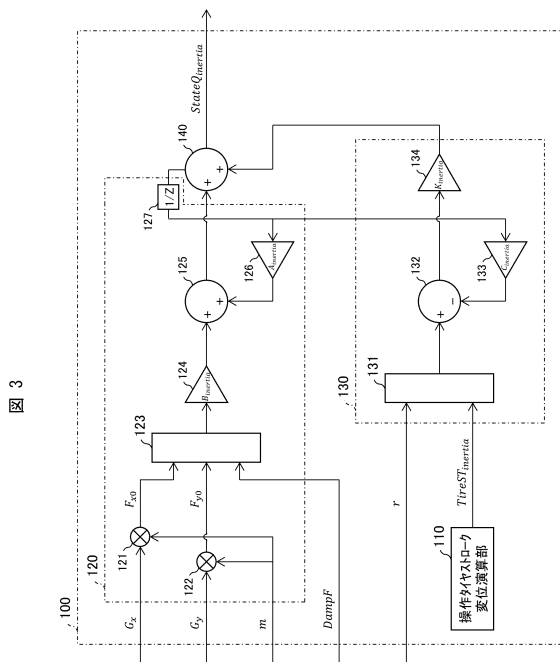
【図 2】



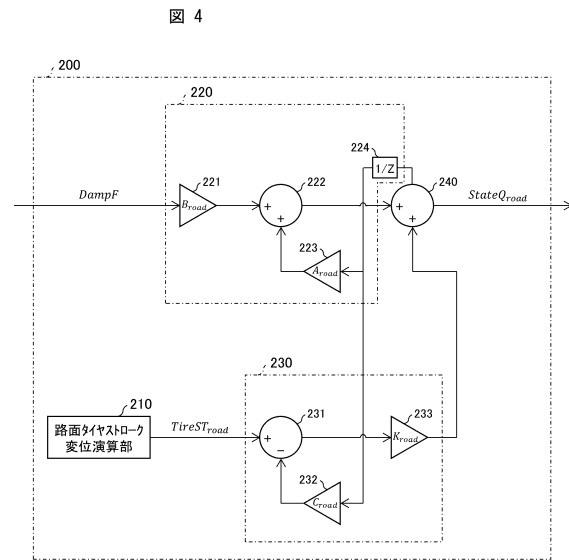
10

20

【図 3】



【図 4】



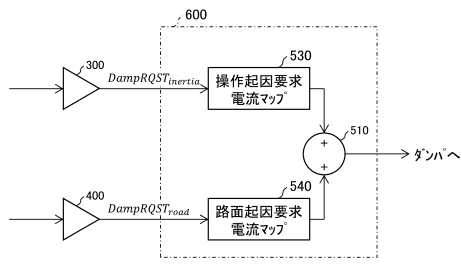
30

40

50

【図 5】

図 5



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭61-184114(JP,A)
国際公開第2019/187223(WO,A1)
特開2009-154759(JP,A)
特開2000-272317(JP,A)
特開平03-025012(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B60G 1/00-99/00