

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) **公開特許公報(A)**

(11) 特許出願公開番号

特開2017-165282

(P2017-165282A)

(43) 公開日 平成29年9月21日(2017.9.21)

(51) Int.Cl.

B60G 17/0165 (2006.01)

F 1

B 6 0 G 17/0165

テーマコード (参考)

3 D 3 0 1

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-52876 (P2016-52876)

(22) 出願日 平成28年3月16日 (2016. 3. 16)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(74) 代理人 110001379

特許業務法人 大島特許事務所

(72) 発明者 豊平 朝弥

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 加藤 貴史

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 米田 篤彦

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

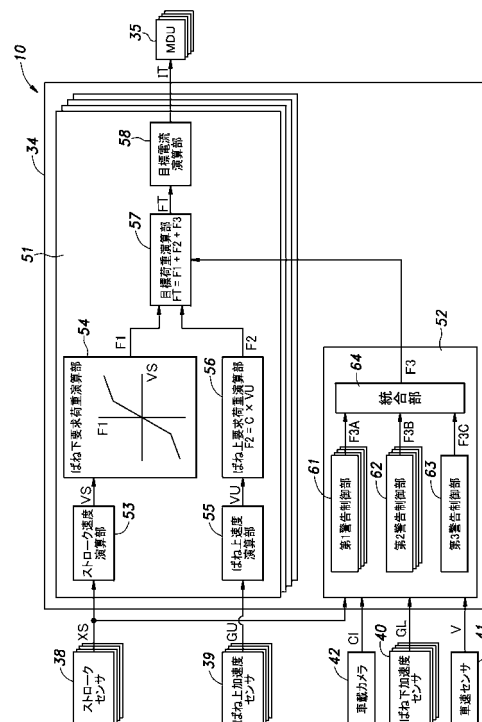
(54) 【発明の名称】 車両のサスペンション装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】アクチュエータを有する車両のサスペンション装置において、運転者が注意喚起情報を確実に感知できるようにする。

【解決手段】車両のサスペンション装置であって、車両のばね上部材とばね下部材との間に設けられ、ばね上部材及びばね下部材に推進力を与えて互いに相対移動させるアクチュエータと、車両の状態に関する車両情報及び車両が走行する路面の状態に関する路面情報の少なくとも一方を取得する情報取得装置 38、42 と、情報取得装置によって検出された車両情報又は路面情報に基づいて、車両が所定の警告状態であるか否かを判定し、警告状態の場合にアクチュエータを所定の振動数で伸縮させる警告制御を行う制御装置 10 とを有する。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両のサスペンション装置であって、

前記車両のばね上部材とばね下部材との間に設けられ、前記ばね上部材及び前記ばね下部材に推進力を与えて互いに相対移動させるアクチュエータと、

前記車両の状態に関する車両情報及び前記車両が走行する路面の状態に関する路面情報の少なくとも一方を取得する情報取得装置と、

前記情報取得装置によって検出された前記車両情報又は前記路面情報に基づいて、前記車両が所定の警告状態であるか否かを判定し、前記警告状態の場合に前記アクチュエータを所定の振動数で伸縮させる警告制御を行う制御装置とを有することを特徴とする車両のサスペンション装置。

10

【請求項 2】

前記情報取得装置は、前記ばね下部材の振動情報を取得し、

前記制御装置は、前記ばね下部材の振動情報に基づいて、前記車両の車輪が前記路面に設けられた凹凸を含む注意喚起形状部の上を通過している前記警告状態であるか否かを判定することを特徴とする請求項 1 に記載の車両のサスペンション装置。

【請求項 3】

前記情報取得装置は、路面画像情報を取得し、

前記制御装置は、前記路面画像情報に基づいて、前記車両の車輪が前記路面に設けられた所定の路面表示に接近、又は重なった前記警告状態であるか否かを判定することを特徴とする請求項 1 に記載の車両のサスペンション装置。

20

【請求項 4】

前記アクチュエータ及び前記情報取得装置が、車輪の少なくとも 2 つのそれぞれに設けられ、

前記制御装置は、前記車輪毎に前記警告状態であるか否かを判定し、前記警告状態と判定された前記車輪に対応した前記アクチュエータに対して前記警告制御を行うことを特徴とすることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 つの項に記載の車両のサスペンション装置。

【請求項 5】

前記制御装置は、前記車両情報又は前記路面情報に基づいて、前記警告制御における前記アクチュエータの振動パターン、振動数、及び振幅の少なくとも 1 つを変化させることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 つの項に記載の車両のサスペンション装置。

30

【請求項 6】

前記ばね上部材及び前記ばね下部材が互いに離れる方向に付勢するばねを更に有し、

前記情報取得装置は、前記アクチュエータの伸縮情報を取得し、

前記制御装置は、前記アクチュエータの伸縮情報に基づいて、前記アクチュエータの収縮量が所定の値以上である前記警告状態であるか否かを判定することを特徴とする請求項 1 に記載の車両のサスペンション装置。

【請求項 7】

前記アクチュエータ及び前記情報取得装置が、車輪の少なくとも 2 つのそれぞれに設けられ、

前記制御装置は、前記車輪毎に前記警告状態であるか否かを判定し、前記警告状態と判定された前記車輪に対応した前記アクチュエータに対して前記警告制御を行うことを特徴とすることを特徴とする請求項 6 に記載の車両のサスペンション装置。

40

【請求項 8】

前記制御装置は、前記アクチュエータの伸縮情報に基づいて、前記アクチュエータのそれぞれの縮み量の合計が所定の合計判定値以上である前記警告状態であるか否かを判定することを特徴とする請求項 6 に記載の車両のサスペンション装置。

【請求項 9】

50

前記アクチュエータは、前記ばね上部材及び前記ばね下部材に推進力を与えて互いに相対移動させると共に、減衰力を与えて相対移動を減衰させることを特徴とする請求項１～請求項８のいずれか１つの項に記載の車両のサスペンション装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、車両のサスペンション装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

ばね上部材とばね下部材との間に介装され、ばね上部材及びばね下部材に推進力を与えて互いに相対移動させるアクチュエータをスカイフック理論に基づいて制御することによって、車両のばね上の上下振動を抑制した車両が公知である（例えば、特許文献１）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００１－３１１４５２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかしながら、アクチュエータの制御によってばね上部材の上下振動が抑制された車両では、運転者に注意喚起を行う目的で路面に施されたランブルストリップや段差舗装等の凹凸に起因する振動も抑制されるため、運転者が注意喚起情報を適切に感知することができない虞がある。

20

【０００５】

本発明は、以上の背景を鑑み、アクチュエータを有する車両のサスペンション装置において、運転者が注意喚起情報を確実に感知できるようにすることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

上記課題を解決するために本発明の一態様は、車両（１）のサスペンション装置（３）であって、前記車両のばね上部材（８）とばね下部材（９）との間に設けられ、前記ばね上部材及び前記ばね下部材に推進力を与えて互いに相対移動させるアクチュエータ（７）と、前記車両の状態に関する車両情報及び前記車両が走行する路面の状態に関する路面情報の少なくとも一方を取得する情報取得装置（３８、４２等）と、前記情報取得装置によって検出された前記車両情報又は前記路面情報に基づいて、前記車両が所定の警告状態であるか否かを判定し、前記警告状態の場合に前記アクチュエータを所定の振動数で伸縮させる警告制御を行う制御装置（１０）とを有することを特徴とする。

30

【０００７】

この態様によれば、車両が警告状態にある場合に、アクチュエータの振動によってばね上部材が振動するため、運転者は車両が警告状態にあることをばね上部材の振動から感知することができる。

40

【０００８】

また、上記の態様において、前記情報取得装置（３８）は、前記ばね下部材の振動情報を取得し、前記制御装置は、前記ばね下部材の振動情報に基づいて、前記車両の車輪が前記路面に設けられた凹凸を含む注意喚起形状部の上を通過している前記警告状態であるか否かを判定するとよい。

【０００９】

この態様によれば、車両の車輪が路面に設けられた凹凸を含む注意喚起形状部を通過するときに、アクチュエータが振動してばね上部材が振動するため、運転者は車両が注意喚起形状部の上を走行していることをばね上部材の振動から感知することができる。

【００１０】

50

また、上記の態様において、前記情報取得装置（４２）は、路面画像情報を取得し、前記制御装置は、前記路面画像情報に基づいて、前記車両の車輪が前記路面に設けられた所定の路面表示に接近、又は重なった前記警告状態であるか否かを判定するとよい。

【００１１】

この態様によれば、車両の車輪が路面に設けられた路面表示に接近、又は重なったときに、アクチュエータが振動してばね上部材が振動するため、運転者は車両が路面表示に接近、又は路面表示上を走行していることをばね上部材の振動から感知することができる。車両は、車載カメラによって路面表示を検出するため、路面表示が凹凸を含まない場合にも路面表示を検出することができると共に、車輪が路面表示を実際に踏む前の車輪が路面表示に接近した状態においても運転者に注意喚起を行うことができる。

10

【００１２】

また、上記の態様において、前記アクチュエータ及び前記情報取得装置が、車輪の少なくとも２つのそれぞれに設けられ、前記制御装置は、前記車輪毎に前記警告状態であるか否かを判定し、前記警告状態と判定された前記車輪に対応した前記アクチュエータに対して前記警告制御を行うとよい。

【００１３】

この態様によれば、運転者は各車輪のいずれに注意喚起が生じているかを認識することができる。

【００１４】

また、上記の態様において、前記制御装置は、前記車両情報又は前記路面情報に基づいて、前記警告制御における前記アクチュエータの振動パターン、振動数、及び振幅の少なくとも１つを変化させるとよい。

20

【００１５】

この態様によれば、運転者は、車両状態情報又は路面状態情報に応じて異なる注意喚起を受けることができ、車両の状態を一層詳細に認識することができる。

【００１６】

また、上記の態様において、前記ばね上部材及び前記ばね下部材が互いに離れる方向に付勢するばね（３０）を更に有し、前記情報取得装置は、前記アクチュエータの伸縮情報を取得し、前記制御装置は、前記アクチュエータの伸縮情報に基づいて、前記アクチュエータの収縮量が所定の値以上である前記警告状態であるか否かを判定するとよい。

30

【００１７】

この態様によれば、アクチュエータを利用して車両の積載物の過積載や偏り等の異常を検知し、アクチュエータの振動によってばね上部材を振動させ、運転者に異常を感知させることができる。

【００１８】

また、上記の態様において、前記アクチュエータ及び前記情報取得装置が、車輪の少なくとも２つのそれぞれに設けられ、前記制御装置は、前記車輪毎に前記警告状態であるか否かを判定し、前記警告状態と判定された前記車輪に対応した前記アクチュエータに対して前記警告制御を行うとよい。

【００１９】

この態様によれば、積載物の過積載や偏りが生じている位置を運転者が感知することができる。

40

【００２０】

また、上記の態様において、前記制御装置は、前記アクチュエータの伸縮情報に基づいて、前記アクチュエータのそれぞれの縮み量の合計が所定の合計判定値以上である前記警告状態であるか否かを判定するとよい。

【００２１】

この態様によれば、アクチュエータを利用して車両の積載物の積載重量の超過を検知することができる。

【００２２】

50

また、上記の態様において、前記アクチュエータは、前記ばね上部材及び前記ばね下部材に推進力を与えて互いに相対移動させると共に、減衰力を与えて相対移動を減衰させるとよい。

【 0 0 2 3 】

この態様によれば、アクチュエータはダンパを兼ねることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 4 】

以上の構成によれば、アクチュエータを有する車両のサスペンション装置において、運転者が注意喚起情報を確実に感知できる。

【 図面の簡単な説明 】

10

【 0 0 2 5 】

【 図 1 】 実施形態に係る車両の構成図

【 図 2 】 電磁ダンパを示す断面図

【 図 3 】 制御装置の機能ブロック図

【 図 4 】 第 1 警告制御のフロー図

【 図 5 】 第 2 警告制御のフロー図

【 図 6 】 第 3 警告制御のフロー図

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 6 】

以下、図面を参照して、本発明に係る車両システムを適用した各実施形態について説明する。

20

【 0 0 2 7 】

図 1 に示すように、実施形態に係る 4 輪自動車である車両 1 は、車両 1 の骨格をなす車体 2 と、車体 2 に支持されたサスペンション装置 3 と、サスペンション装置 3 に支持された車輪 4 とを有する。サスペンション装置 3 及び車輪 4 は、車体 2 の前右、前左、後右、及び後左の 4 組が設けられている。以下、サスペンション装置 3 の構成要素及び車輪 4 について、位置を特定する場合には各符号の後に F R（前右）、F L（前左）、R R（後右）、及び R L（後左）の添え字を付し、総称する場合には添え字を省略する。

【 0 0 2 8 】

各サスペンション装置 3 は、車体 2 に回動可能に支持され、ナックル（図示省略）を介して車輪 4 を支持するサスペンションアーム 6 と、車体 2 とサスペンションアーム 6 との間に介装されたアクチュエータ 7 とを有する。アクチュエータ 7 を基準として一側（上側）に設けられる車体 2 をばね上部材 8 といい、他側（下側）に設けられるサスペンションアーム 6 及び車輪 4 をばね下部材 9 という。

30

【 0 0 2 9 】

アクチュエータ 7 は、後述する制御装置 10 によって伸縮制御され、ばね上部材 8 及びばね下部材 9 に推進力を与えて互いに相対移動させる。アクチュエータ 7 は、電動機 20 の駆動によって伸縮する電磁ダンパや、電動ポンプによって油圧シリンダの各室に油圧が供給される油圧シリンダや、電動ポンプによってエアシリンダの各室に圧縮空気が供給されるエアスプリング等であってよい。本実施形態では、アクチュエータ 7 に電磁ダンパを適用した例を一例として示す。電磁ダンパであるアクチュエータ 7 は、ばね上部材 8 及びばね下部材 9 に推進力を与えて互いに相対移動させると共に、ばね上部材 8 及びばね下部材 9 に減衰力を与えて相対移動を減衰させることができる。

40

【 0 0 3 0 】

図 2 に示すように、アクチュエータ 7 は、円筒形の外筒 12 と、外筒 12 の内部に一端が挿入された円筒形の内筒 13 とを有する。内筒 13 は、外筒 12 と同軸に配置され、外筒 12 に対して軸線方向に変位可能となっている。外筒 12 及び内筒 13 は、図示しないストッパを有し、軸線方向に沿った相対変位範囲が所定の範囲に規制され、軸線を中心とした相対回転が規制されている。外筒 12 の内部には、外筒 12 と同軸にねじ軸 14 が配置されている。ねじ軸 14 は、内筒 13 と相反する側の端部において軸受 15 を介して外

50

筒 1 2 に回転可能に支持されている。ねじ軸 1 4 の外周面には、複数のボール 1 6 を受容するねじ溝がらせん状の形成されている。内筒 1 3 の外筒 1 2 に挿入された端部にはボール 1 6 を介してねじ軸 1 4 と螺合するナット 1 7 が結合されている。ねじ軸 1 4 の内筒 1 3 側の端部は、ナット 1 7 を通過して内筒 1 3 の内部に位置している。ねじ軸 1 4、ボール 1 6、及びナット 1 7 は、ボールねじ 1 8 を構成する。

【 0 0 3 1 】

外筒 1 2 の外周部には、電動機 2 0 のハウジング 2 1 が支持されている。電動機 2 0 の出力軸 2 2 は、ねじ軸 1 4 と平行に配置されている。電動機 2 0 は、公知の様々なモータであってよく、例えば 3 相ブラシレスモータであってよい。ねじ軸 1 4 の内筒 1 3 側と相反する側の端部には第 1 プーリ 2 4 が結合され、電動機 2 0 の出力軸 2 2 には第 2 プーリ 2 5 が結合され、第 1 プーリ 2 4 及び第 2 プーリ 2 5 には無端状のベルト 2 6 が掛け渡されている。外筒 1 2 には、ベルト 2 6 が通過可能な通路が形成されている。

10

【 0 0 3 2 】

外筒 1 2 の外周部には径方向外方に突出した円板形の第 1 ばね受座 2 8 が設けられ、内筒 1 3 の外周部には径方向外方に突出した円板形の第 2 ばね受座 2 9 が設けられている。第 1 ばね受座 2 8 と第 2 ばね受座 2 9 との間に圧縮コイルばね 3 0 が介装されている。アクチュエータ 7 は、圧縮コイルばね 3 0 によって伸び側に付勢されている。

【 0 0 3 3 】

外筒 1 2 の内筒 1 3 側と相反する端部には外筒取付部 3 1 が設けられ、内筒 1 3 の外筒 1 2 側と相反する端部には内筒取付部 3 2 が設けられている。本実施形態では、外筒取付部 3 1 がサスペンションアーム 6 に結合され、内筒取付部 3 2 が車体 2 に結合されている。

20

【 0 0 3 4 】

外筒 1 2 及び内筒 1 3 が軸線方向に相対変位すると、ねじ軸 1 4 及びナット 1 7 がねじ軸 1 4 の軸方向に相対変位してねじ軸 1 4 が回転する。ねじ軸 1 4 の回転は、第 1 プーリ 2 4、ベルト 2 6、第 2 プーリ 2 5 を介して電動機 2 0 の出力軸 2 2 に伝達され、電動機 2 0 が回転する。同様に、電動機 2 0 が回転すると、外筒 1 2 及び内筒 1 3 が軸線方向に相対変位する。このように、外筒 1 2 及び内筒 1 3 の軸線方向における相対変位、すなわちアクチュエータ 7 の伸縮と、電動機 2 0 の回転とが連動している。アクチュエータ 7 の伸縮によって電動機 2 0 が回転すると、誘導起電力が発生し、誘導起電力に応じた回転抵抗が発生し、アクチュエータ 7 の伸縮に対して減衰力を発生する。また、外部から電力を受けて電動機 2 0 が回転すると、アクチュエータ 7 は伸び方向及び縮み方向に推進力を発生し、伸縮する。アクチュエータ 7 が発生する推進力及び減衰力は、電動機 2 0 に供給する電力によって制御される。

30

【 0 0 3 5 】

車両 1 は、各アクチュエータ 7 の制御装置 1 0 として、1 つの ECU 3 4 (電子制御ユニット) と、ECU 3 4 に接続された 4 つの MDU 3 5 (モータ駆動ユニット) とを有している。各 MDU 3 5 は各アクチュエータ 7 に対応して 1 つずつ接続され、車体 2 に設けられたバッテリー 3 6 に接続されている。ECU 3 4 は、マイクロコンピュータや ROM、RAM、周辺回路、入出力インタフェース、各種ドライバ等から構成されている。各 MDU 3 5 は、ECU 3 4 からの指令によって作動し、各アクチュエータ 7 に供給する電力を制御するスイッチング回路等から構成されている。

40

【 0 0 3 6 】

ECU 3 4 には、ストロークセンサ 3 8、ばね上加速度センサ 3 9、ばね下加速度センサ 4 0、車速センサ 4 1、及び車載カメラ 4 2 から信号が入力される。

【 0 0 3 7 】

ストロークセンサ 3 8 は、各アクチュエータ 7 に設けられ、外筒 1 2 及び内筒 1 3 の相対位置、すなわちアクチュエータ 7 のストローク X S (伸縮状態、長さ)を検出するセンサであり、アクチュエータ 7 のストローク X S に応じた信号を ECU 3 4 に入力する。ばね上加速度センサ 3 9 は、ばね上部材 8 (車体 2) の各車輪 4 に対応した部分の上下加速

50

度であるばね上加速度 G_U を検出するセンサであり、ばね上加速度 G_U に応じた信号を $ECU34$ に入力する。ばね下加速度センサ 40 は、ばね下部材 9 (サスペンションアーム 6) の上下加速度であるばね下加速度 G_L を検出するセンサであり、ばね下加速度 G_L に応じた信号を $ECU34$ に入力する。車速センサ 41 は、車速 V を検出するセンサであり、例えば車輪 4 の回転に応じた信号を $ECU34$ に入力する。車載カメラ 42 は、車両 1 の前方の路面を撮像するカメラであり、路面画像情報 CI を $ECU34$ に入力する。

【0038】

$ECU34$ は、各センサからの信号に基づいて、アクチュエータ 7 毎にアクチュエータ 7 の目標荷重 FT を演算し、目標荷重 FT に基づいて各アクチュエータ 7 の電動機 20 に供給する目標電流値 IT を演算する。各 $MDU35$ は、目標電流値 IT に基づいて PWM 制御等を行い、各アクチュエータ 7 の電動機 20 に目標電流を供給する。

10

【0039】

図 3 は、 $ECU34$ の機能ブロックの一例である。図 3 に示すように、 $ECU34$ は、各アクチュエータ 7 を制御するべくアクチュエータ 7 毎に構成された出力制御部 51 と、各アクチュエータ 7 に共通の警告制御部 52 とを有する。各出力制御部 51 は、ストローク速度演算部 53、ばね下要求荷重演算部 54、ばね上速度演算部 55、ばね上要求荷重演算部 56、目標荷重演算部 57、及び目標電流演算部 58 を有する。

【0040】

ストローク速度演算部 53 は、対応するストロークセンサ 38 から入力されるストローク X_S を時間で微分することによって、アクチュエータ 7 のストローク速度 V_S を演算する。ばね下要求荷重演算部 54 は、アクチュエータ 7 の伸縮を減衰させることによって、ばね下部材 9 の振動を低減させるべく、ばね下要求荷重 F_1 を演算する。ばね下要求荷重演算部 54 は、ストローク速度演算部 53 から出力されるストローク速度 V_S に基づいて所定のマップを参照し、ばね下要求荷重 F_1 を設定する。マップは、ストローク速度 V_S に対するばね下要求荷重 F_1 の関係を規定しており、ストローク速度 V_S が縮み方向に大きくなるほどアクチュエータ 7 が伸び方向により大きな荷重を発生させ、ストローク速度 V_S が延び方向に大きくなるほどアクチュエータ 7 が縮み方向により大きな荷重を発生させるように設定されている。すなわち、ストローク速度 V_S が大きくなるほどアクチュエータ 7 が発生する減衰力 (抵抗力) が大きくなるように設定されている。

20

【0041】

ばね上速度演算部 55 は、対応するばね上加速度センサ 39 から入力されるばね上加速度 G_U を時間で積分することによって、ばね上部材 8 の上下速度であるばね上速度 V_U を演算する。ばね上要求荷重演算部 56 は、スカイフック理論に基づいてばね上速度 V_U を 0 にするように、ばね上要求荷重 F_2 を演算する。ばね上要求荷重演算部 56 は、ばね上速度演算部 55 から出力されるばね上速度 V_U に予め設定されたばね上ゲイン (スカイフックゲイン) C を乗算することによって、ばね上要求荷重 F_2 を演算する。ばね上要求荷重 F_2 は、ばね上速度 V_U が上向きに大きくなるほどアクチュエータ 7 が縮み方向により大きな荷重 (推進力) を発生し、ばね上速度 V_U が下向きに大きくなるほどアクチュエータ 7 が延び方向により大きな荷重 (推進力) を発生するように設定される。

30

【0042】

目標荷重演算部 57 は、ばね下要求荷重演算部 54 から出力されるばね下要求荷重 F_1 と、ばね上要求荷重演算部 56 から出力されるばね上要求荷重 F_2 と、後述する警告制御部 52 から出力される警告要求荷重 F_3 とを加算することによって、アクチュエータ 7 の目標荷重 FT を演算する。目標電流演算部 58 は、所定の目標荷重 FT と目標電流値 IT との関係が規定されたマップを参照することによって、目標荷重 FT に応じた目標電流値 IT を演算し、目標電流値 IT を対応する $MDU35$ に出力する。 $MDU35$ は、目標電流値 IT に基づいて、対応するアクチュエータ 7 に目標電流値 IT に対応した電流を供給する。 $MDU35$ は、例えば目標電流値 IT にデューティ比を設定し、デューティ比に応じてスイッチング素子を制御する。

40

【0043】

50

警告制御部 5 2 は、車両 1 が次の第 1 ~ 第 3 警告状態にあるか否かを判定し、車両 1 が第 1 ~ 第 3 警告状態にあるときに、所定のアクチュエータ 7 を警告動作させるための警告要求荷重 F 3 を所定のアクチュエータ 7 に対応した目標荷重演算部 5 7 に出力する。第 1 警告状態は、車両 1 が走行する路面に設けられたランブルストリップや段差舗装等の凹凸を有する注意喚起形状部の上を車輪 4 が通過している状態という。第 2 警告状態は、車両 1 が走行する路面に設けられた車道中央線や車道外側線等の区画線を含む路面表示に車輪 4 が接近、又は重なっている（路面表示上を通過している）状態をいう。第 3 警告状態は、車両 1 の積載物の積載位置に偏りが生じている、又は総積載量が所定の上限値を超過している状態をいう。本実施形態に係る警告制御部 5 2 は、第 1 警告状態に対して第 1 警告要求荷重 F 3 A を生成する第 1 警告制御部 6 1 と、第 2 警告状態に対して第 2 警告要求荷重 F 3 B を生成する第 2 警告制御部 6 2 と、第 3 警告状態に対して第 3 警告要求荷重 F 3 C を生成する第 3 警告制御部 6 3 と、第 1 ~ 第 3 警告要求荷重 F 3 A ~ F 3 C に基づいて警告要求荷重 F 3 を生成する統合部 6 4 とを有する。

10

20

30

40

50

【0044】

第 1 警告制御部 6 1 は、ストロークセンサ 3 8 から入力されるストローク X S に基づいてアクチュエータ 7 の振動状態を検出し、アクチュエータ 7 の振動状態が所定の判定パターンに該当するか否かを判定することによって第 1 警告状態であるか否かを判定し、第 1 警告状態である場合に第 1 警告要求荷重 F 3 A を設定する。他の実施形態においては、ばね下加速度センサ 4 0 から入力されるばね下加速度 G L に基づいてばね下部材 9 の振動状態を検出し、ばね下部材 9 の振動状態が所定の判定パターンに該当するか否かを判定することによって第 1 警告状態であるか否かを判定し、第 1 警告状態である場合に第 1 警告要求荷重 F 3 A を設定してもよい。

【0045】

図 4 を参照して、第 1 警告制御部 6 1 が実行する第 1 警告制御の手順の一例を説明する。図 4 に示す第 1 警告制御は、アクチュエータ 7 毎に実行される。第 1 警告制御では、ステップ S 1 において、ストローク X S の振動パターンが所定の判定パターンに一致するか否かを判定する。具体的には、所定の期間内にストローク X S が所定の閾値以上となった回数が所定の回数以上であるか否かを判定し、Y e s の場合にストローク X S の振動パターンが所定の判定パターンに一致すると判定する。ストローク X S は、アクチュエータ 7 の初期状態を 0 として、縮み方向にストローク X S の値が正に大きくなるものとする。また、ストローク X S に基づいてアクチュエータ 7 の振幅及び周波数を算出し、振幅が所定の振幅判定値以上かつ周波数が所定の周波数判定値以上であるか否かを判定し、Y e s の場合にストローク X S の振動パターンが所定の判定パターンに一致すると判定してもよい。

【0046】

ステップ S 1 での判定結果が N o の場合、ステップ S 3 において第 1 警告要求荷重 F 3 A を 0 に設定する。ステップ S 1 での判定結果が Y e s の場合、ステップ S 2 において第 1 警告要求荷重 F 3 A に所定の振動パターンを設定する。第 1 警告要求荷重 F 3 A に設定される振動パターンは、ストローク X S の振幅、振動数、及び振動パターンの少なくとも 1 つに基づいて変化させてもよい。例えば、ストローク X S の振幅が大きいほど、第 1 警告要求荷重 F 3 A に設定される振動パターンの振幅が大きく設定されるとよい。また、ストローク X S の振動数が大きいほど、第 1 警告要求荷重 F 3 A に設定される振動パターンの振動数が大きく設定されるとよい。また、ストローク X S の振幅が所定の判定値より大きい場合には、第 1 警告要求荷重 F 3 A に設定される振動パターンが例えば 3 3 7 拍子等の特定のパターンに設定されてもよい。ステップ S 2 及びステップ S 3 において第 1 警告要求荷重 F 3 A が設定された後は、リターンに進み、第 1 警告制御が繰り返される。

【0047】

図 5 を参照して、第 2 警告制御部 6 2 が実行する第 2 警告制御の手順の一例を説明する。図 5 に示す第 2 警告制御は、アクチュエータ 7 毎に実行される。第 2 警告制御では、ステップ S 1 1 において、路面画像情報 C I に基づいて、アクチュエータ 7 に対応する車輪

4 と路面表示との距離が所定の判定値以下であるか否かを判定する。本実施形態では、車道中央線及び車道外側線が、検出対象の路面表示である。例えば、路面画像情報 C I から画像中における路面表示の相対位置情報を取得し、路面表示の相対位置情報と各車輪 4 との距離について予め設定されたマップを参照することによって、路面表示とアクチュエータ 7 に対応する車輪 4 との距離を演算するとよい。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 1 1 での判定結果が N o の場合、ステップ S 1 3 において第 2 警告要求荷重 F 3 B を 0 に設定する。ステップ S 1 1 での判定結果が Y e s の場合、ステップ S 1 2 において第 2 警告要求荷重 F 3 B に所定の振動パターンを設定する。第 2 警告要求荷重 F 3 B に設定される振動パターンは、アクチュエータ 7 に対応する車輪 4 と路面表示との距離に基づいて変化させてもよい。例えば、アクチュエータ 7 に対応する車輪 4 と路面表示との距離が小さいほど、第 2 警告要求荷重 F 3 B に設定される振動パターンの振幅及び振動数が大きく設定されるとよい。また、アクチュエータ 7 に対応する車輪 4 と路面表示との距離が所定の判定値以下である場合には、第 2 警告要求荷重 F 3 B に設定される振動パターンが例えば 3 3 7 拍子等の特定のパターンに設定されてもよい。ステップ S 5 及びステップ S 6 において第 2 警告要求荷重 F 3 B が設定された後は、リターンに進み、第 2 警告制御が繰り返される。

【 0 0 4 9 】

図 6 を参照して、第 3 警告制御部 6 3 が実行する第 3 警告制御の手順の一例を説明する。図 6 に示す第 3 警告制御は、各アクチュエータ 7 に共通して実行される。第 3 警告制御では、ステップ S 2 1 に車速センサ 4 1 から入力される車速 V に基づいて車速 V が 0 であるか否かを判定する。ステップ S 2 1 での判定が N o の場合にはリターンに進み、判定が Y e s の場合にはステップ S 2 2 に進む。ステップ S 2 1 の判定によって、ステップ S 2 2 ~ S 3 4 の処理は、車両 1 が停止しているときに実行される。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 2 2 では、前右ストロークセンサ 3 8 F R から入力された前右ストローク X S __ F R、前左ストロークセンサ 3 8 F L から入力された前左ストローク X S __ F L、後右ストロークセンサ 3 8 R R から入力された後右ストローク X S __ R R、及び後左ストロークセンサ 3 8 R L から入力された後左ストローク X S __ R L を加算し、全ストローク X S __ T O T A L を算出する。そして、全ストローク X S __ T O T A L が所定の判定値 T H 1 以上であるか否かを判定する。全ストローク X S __ T O T A L が判定値 T H 1 以上であるということは、車両 1 の積載物の総積載量（乗員を含む）が所定値以上であることを表している。ステップ S 2 2 での判定結果が Y e s の場合には、ステップ S 2 3 に進み、各アクチュエータ 7 に対応した第 3 警告要求荷重 F 3 C __ F R、F 3 C __ F L、F 3 C __ R R、F 3 C __ R L に所定の振動パターンを設定する。ステップ S 2 3 の処理を行った後はリターンに進む。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 2 2 での判定結果が N o の場合には、ステップ S 2 4 に進む。ステップ S 2 4 では、前右アクチュエータ 7 F R のストローク X S __ F R が所定の判定値 T H 2 以上であるか否かを判定する。判定値 T H 2 は、判定値 T H 1 よりも小さい値に設定されている。前右アクチュエータ 7 F R のストローク X S __ F R が判定値 T H 2 以上である場合、車体 2 の前右部に加わる荷重、すなわち車体 2 の前右部に積載された積載物の重量が所定値以上であり、車体 2 の前右部に積載物の偏りが生じているとみなすことができる。ステップ S 2 4 での判定結果が Y e s の場合、ステップ S 2 5 において前右アクチュエータ 7 F R に対応した前右第 3 警告要求荷重 F 3 C __ F R に所定の振動パターンを設定する。ステップ S 2 4 での判定結果が N o の場合、ステップ S 2 6 において前右第 3 警告要求荷重 F 3 C __ F R に 0 を設定する。ステップ S 2 5 の処理又はステップ S 2 6 の処理が完了した後は、ステップ S 2 7 に進む。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 2 7 では、前左アクチュエータ 7 F L のストローク X S __ F L が所定の判定

値 $TH3$ 以上であるか否かを判定する。判定値 $TH3$ は、判定値 $TH1$ よりも小さい値に設定されている。前左アクチュエータ $7FL$ のストローク XS_FL が判定値 $TH3$ 以上である場合、車体 2 の前左部に加わる荷重、すなわち車体 2 の前左部に積載された積載物の重量が所定値以上であり、車体 2 の前左部に積載物の偏りが生じているとみなすことができる。ステップ $S27$ での判定結果が Yes の場合、ステップ $S28$ において前左アクチュエータ $7FL$ に対応した前左第 3 警告要求荷重 $F3C_FL$ に所定の振動パターンを設定する。ステップ $S27$ での判定結果が No の場合、ステップ $S29$ において前左第 3 警告要求荷重 $F3C_FL$ に 0 を設定する。ステップ $S28$ の処理又はステップ $S29$ の処理が完了した後は、ステップ $S30$ に進む。

【0053】

ステップ $S30$ では、後右アクチュエータ $7RR$ のストローク XS_RR が所定の判定値 $TH4$ 以上であるか否かを判定する。判定値 $TH4$ は、判定値 $TH1$ よりも小さい値に設定されている。後右アクチュエータ $7RR$ のストローク XS_RR が判定値 $TH4$ 以上である場合、車体 2 の後右部に加わる荷重、すなわち車体 2 の後右部に積載された積載物の重量が所定値以上であり、車体 2 の後右部に積載物の偏りが生じているとみなすことができる。ステップ $S30$ での判定結果が Yes の場合、ステップ $S31$ において後右アクチュエータ $7RR$ に対応した後右第 3 警告要求荷重 $F3C_RR$ に所定の振動パターンを設定する。ステップ $S30$ での判定結果が No の場合、ステップ $S32$ において後右第 3 警告要求荷重 $F3C_RR$ に 0 を設定する。ステップ $S31$ の処理又はステップ $S32$ の処理が完了した後は、ステップ $S33$ に進む。

【0054】

ステップ $S33$ では、後左アクチュエータ $7RL$ のストローク XS_RL が所定の判定値 $TH5$ 以上であるか否かを判定する。判定値 $TH5$ は、判定値 $TH1$ よりも小さい値に設定されている。後左アクチュエータ $7RL$ のストローク XS_RL が判定値 $TH5$ 以上である場合、車体 2 の後左部に加わる荷重、すなわち車体 2 の後左部に積載された積載物の重量が所定値以上であり、車体 2 の後左部に積載物の偏りが生じているとみなすことができる。ステップ $S33$ での判定結果が Yes の場合、ステップ $S34$ において後左アクチュエータ $7RL$ に対応した後左第 3 警告要求荷重 $F3C_RL$ に所定の振動パターンを設定する。ステップ $S33$ での判定結果が No の場合、ステップ $S35$ において後左第 3 警告要求荷重 $F3C_RL$ に 0 を設定する。ステップ $S34$ の処理又はステップ $S35$ の処理が完了した後は、リターンに進む。

【0055】

以上の第 3 警告制御によって、積載荷重が超過している場合には、前右第 3 警告要求荷重 $F3C_FR$ 、前左第 3 警告要求荷重 $F3C_FL$ 、後右第 3 警告要求荷重 $F3C_RR$ 、及び後左第 3 警告要求荷重 $F3C_RL$ に振動パターンが設定され、積載荷重の偏りが生じている場合には偏りが生じている部位に対応したアクチュエータ 7 の第 3 警告要求荷重 $F3C$ に振動パターンが設定される。

【0056】

判定値 $TH2 \sim TH5$ は、各アクチュエータ 7 の特性や位置に応じて任意に設定してよい。例えば、判定値 $TH2 \sim TH5$ は互いに等しい値であってよい。また、前側の車輪 4 に対応した判定値 $TH2$ 及び判定値 $TH3$ が互いに等しく、後側の車輪 4 に対応した判定値 $TH4$ 及び判定値 $TH5$ が互いに等しく、かつ判定値 $TH2$ と判定値 $TH4$ とが互いに相違する値に設定されてもよい。

【0057】

統合部 64 は、アクチュエータ 7 毎に設定された第 1 ～ 第 3 警告要求荷重 $F3A \sim F3C$ に基づいて、アクチュエータ 7 毎に警告要求荷重 $F3$ を設定する。統合部 64 は、第 1 ～ 第 3 警告要求荷重 $F3A \sim F3C$ を全て加算して警告要求荷重 $F3$ を演算する、或いは第 1 ～ 第 3 警告要求荷重 $F3A \sim F3C$ に優先順位をつけていずれかを選択し、警告要求荷重 $F3$ に設定する、或いは第 1 ～ 第 3 警告要求荷重 $F3A \sim F3C$ に所定の係数を乗じて、その結果を全て加算して警告要求荷重 $F3$ を演算する等の処理を行う。

10

20

30

40

50

【0058】

本実施形態では、統合部64は、第1警告要求荷重F3Aと第2警告要求荷重F3Bとが共に0でない場合には第1警告要求荷重F3Aを警告要求荷重F3として設定し、第1警告要求荷重F3Aが0であり、かつ第2警告要求荷重F3Bが0でない場合には第2警告要求荷重F3を警告要求荷重F3として設定し、第3警告要求荷重F3Cが0でない場合には第3警告要求荷重F3Cを警告要求荷重F3として設定する。第3警告要求荷重F3Cが0でない場合には、車速Vが0であるため、第1及び第2警告要求荷重F3Bは0である。統合部64は、生成した警告要求荷重F3を目標荷重演算部57に出力する。

【0059】

以上のように構成したサスペンション装置3の作用について説明する。実施形態に係るサスペンション装置3では、各アクチュエータ7が、ばね下部材9の上下振動を抑制するためのばね下要求荷重F1と、ばね上部材8の上下変位を抑制するためのばね上要求荷重F2とに基づいて制御されるため、車輪4の路面追従性及び乗り心地の両方の向上が常時実現されている。また、第1～第3警告状態のいずれかが発生したときには、アクチュエータ7の目標荷重FTを設定するときに、ばね下要求荷重F1及びばね上要求荷重F2に、第1～第3警告要求荷重F3A～F3Cが加算されるため、ばね上部材8には第1～第3警告要求荷重F3A～F3Cに応じた振動が発生する。これにより、運転者はばね上部材8の振動から第1～第3警告状態の発生を感知することができる。

【0060】

第1警告制御部61によれば、ばね上部材8の上下振動を抑制する制御が実行されている場合でも、車両1の車輪4が路面の注意喚起形状部を通過するときに、アクチュエータ7が振動してばね上部材8が振動するため、運転者は車両1が注意喚起形状部の上を走行していることをばね上部材8の振動から感知することができる。また、注意喚起形状部の上を通過している車輪4に対応したアクチュエータ7のみが振動するため、運転者はどの車輪4が注意喚起形状部の上を走行しているかを認識することができる。

【0061】

第2警告制御部62によれば、車両1の車輪4が路面に設けられた車道中央線又は車道外側線に接近、又は重なったときに、アクチュエータ7が振動してばね上部材8が振動するため、運転者は車両1が路面表示に接近、又は路面表示上を走行していることをばね上部材8の振動から感知することができる。これにより、運転者は走行レーンからの逸脱を回避、或いは早期に解消することができる。車両1は、車載カメラ42によって路面表示を検出するため、路面表示が凹凸を含まない場合にも路面表示を検出できると共に、車輪4が路面表示を実際に踏む前の車輪4が路面表示に接近した状態においても運転者に注意喚起を行うことができる。また、路面表示に接近、又は重なった車輪4に対応したアクチュエータ7のみが振動するため、運転者はどの車輪4が路面表示に接近、又は重なっているかを認識することができる。

【0062】

第3警告制御部63によれば、車両1の積載物の総積載重量の超過及び積載物の偏りを検知し、アクチュエータ7の振動によってばね上部材8を振動させ、運転者に異常を感知させることができる。過積載が生じているときには全てのアクチュエータ7が振動し、積載物の偏りが生じているときには偏りが生じている車輪4に対応したアクチュエータ7のみが振動するため、運転者は総積載重量の超過と積載物の偏りと区別して認識できると共に、偏りが生じている車輪4を認識することができる。

【0063】

以上で具体的実施形態の説明を終えるが、本発明は上記実施形態に限定されることなく幅広く変形実施することができる。例えば、上記の実施形態では、警告制御部52が第1～第3警告制御部61～63の全てを有する構成としたが、他の実施形態では第1～第3警告制御部61～63の少なくとも1つを有する構成としてもよい。警告制御部52が第1～第3警告制御部61～63の1つのみを有する構成とした場合、統合部64は省略するとよい。また、上記の実施形態では、第3警告制御は、車速Vが0のときに第3警告状

10

20

30

40

50

態を検出する構成としたが、他の実施形態では車速 V が 0 以外のときにも第 3 警告状態を検出する構成としてもよい。

【符号の説明】

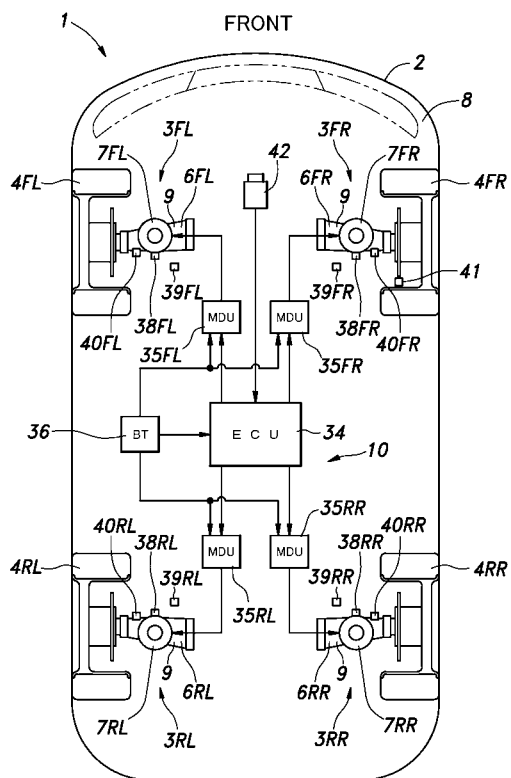
【 0 0 6 4 】

- | | | |
|-----|---|-------------------|
| 1 | : | 車 両 |
| 2 | : | 車 体 |
| 3 | : | サ ス ペ ン シ ョ ン 装 置 |
| 4 | : | 車 輪 |
| 7 | : | ア ク チ ュ エ ー タ |
| 8 | : | ば ね 上 部 材 |
| 9 | : | ば ね 下 部 材 |
| 1 0 | : | 制 御 装 置 |
| 2 0 | : | 電 動 機 |
| 3 0 | : | 圧 縮 コ イ ル ば ね |
| 3 4 | : | E C U |
| 3 5 | : | M D U |
| 3 6 | : | バ ッ テ リ |
| 3 8 | : | ス ト ロ ー ク セ ン サ |
| 3 9 | : | ば ね 上 加 速 度 セ ン サ |
| 4 0 | : | ば ね 下 加 速 度 セ ン サ |
| 4 1 | : | 車 速 セ ン サ |
| 4 2 | : | 車 載 カ メ ラ |
| 5 1 | : | 出 力 制 御 部 |
| 5 2 | : | 警 告 制 御 部 |

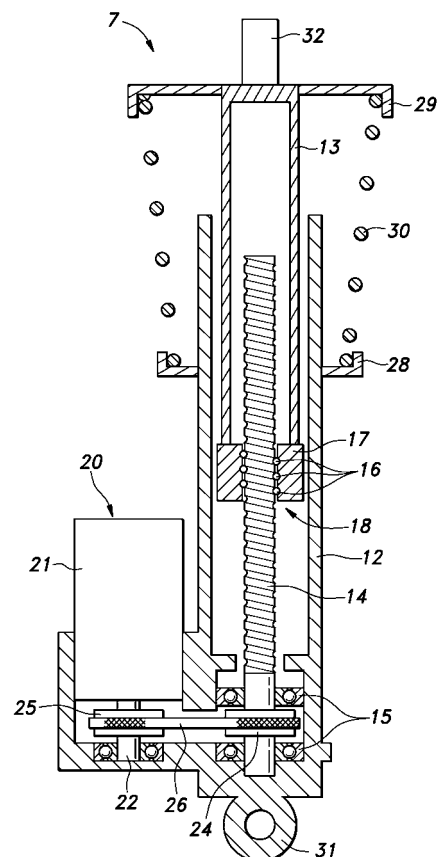
10

20

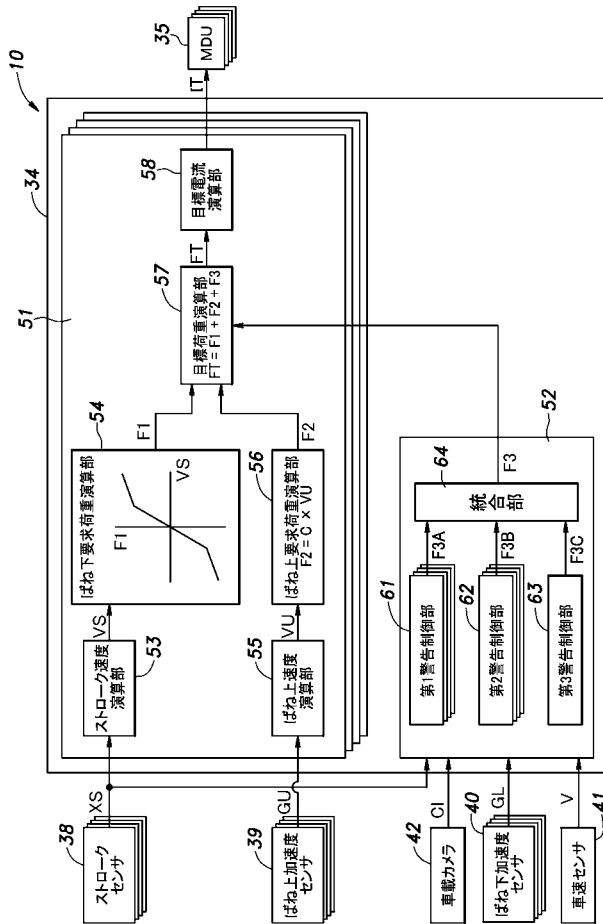
【 図 1 】



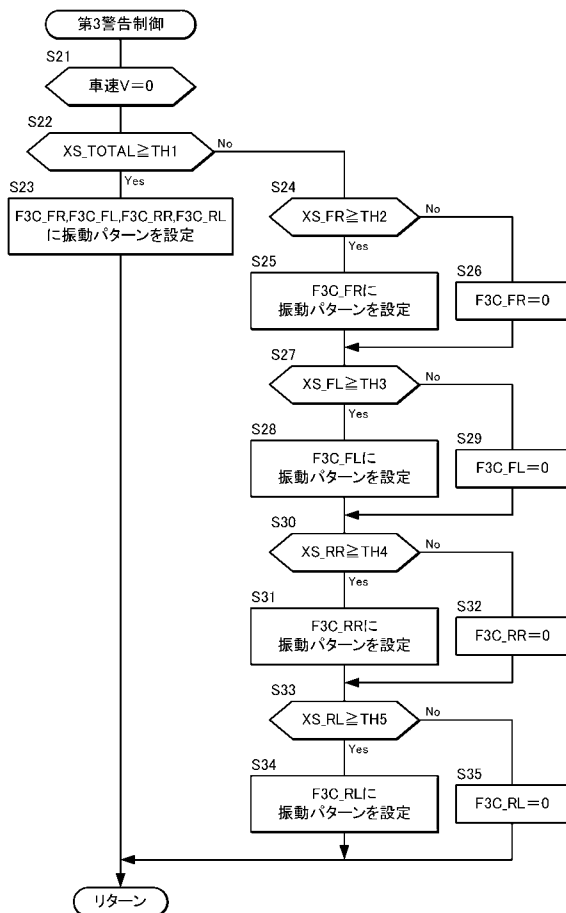
【 図 2 】



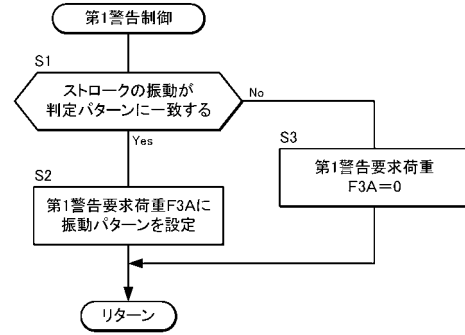
【図3】



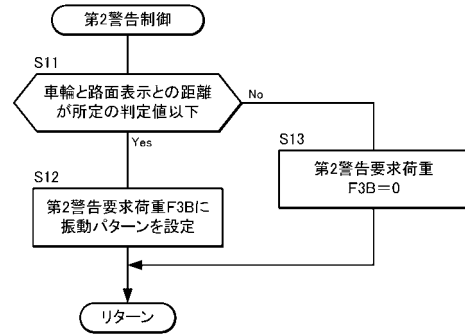
【図6】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3D301 AA37 AA65 AB17 AB21 AB28 DA08 DB15 EA04 EA14 EA19
EA20 EA39 EA82 EB05 EB08 EB09 EC01 EC05 EC09 EC54
EC65