

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7009621号
(P7009621)

(45)発行日 令和4年1月25日(2022.1.25)

(24)登録日 令和4年1月14日(2022.1.14)

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

請求項の数 37 (全62頁)

(21)出願番号	特願2020-519009(P2020-519009)	(73)特許権者	519445451
(86)(22)出願日	平成30年6月15日(2018.6.15)		ベース エア マネジメント リミテッド
(65)公表番号	特表2020-524115(P2020-524115 A)		オーストラリア国 2 0 0 0 ニューサウスウェールズ シドニー マッコリー
(43)公表日	令和2年8月13日(2020.8.13)		ストリート 1 3 9 レベル 1 1
(86)国際出願番号	PCT/US2018/037807	(74)代理人	110000796
(87)国際公開番号	WO2018/232276		特許業務法人三枝国際特許事務所
(87)国際公開日	平成30年12月20日(2018.12.20)	(72)発明者	ヴォーン マシュー
審査請求日	令和3年6月15日(2021.6.15)		アメリカ合衆国 2 4 0 6 0 ヴァージニア
(31)優先権主張番号	62/520,918		ブラックスバーグ サウス メイン ストリート 4 0 1 アpartment 3 0 1
(32)優先日	平成29年6月16日(2017.6.16)	(72)発明者	カラウェイ ジョセフ
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		アメリカ合衆国 4 9 2 3 2 ミシガン
(31)優先権主張番号	62/573,587		カムデン オースチン ロード 8 4 0 0
(32)優先日	平成29年10月17日(2017.10.17)	(72)発明者	ルイス デイビッド ブライアン
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 空気管理システム、車両の安定性を制御する方法、車両サスペンションシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両用の空気管理システムであって、

前記車両の第1の側の高さを単独で調節するように構成された第1のレベリングバルブを有し、前記第1のレベリングバルブが第1の交差流ポート及び第1のバルブ要素を有する第1の空気圧回路と、

前記車両の第2の側の高さを単独で調節するように構成された第2のレベリングバルブを有し、前記第2のレベリングバルブが第2の交差流ポート及び第2のバルブ要素を有する第2の空気圧回路と、

前記第1のレベリングバルブを前記第2のレベリングバルブに接続する交差流ラインとを備え、

前記第1のレベリングバルブの前記第1のバルブ要素と前記第2のレベリングバルブの前記第2のバルブ要素とが前記第1の交差流ポート及び前記第2の交差流ポートを通じて空気圧の連通を確立する交差流モードに同時に切り替えられたときに、前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブが、前記交差流ラインを通じて前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立するように構成されており、前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブは、前記交差流モードにおける前記車両の前記第1の側及び前記第2の側の高さを単独で調節しないように構成されている、前記空気管理システム。

【請求項2】

前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブが、それぞれ、筐体本体と、前記筐体本体を貫通するシャフトに枢動可能に接続された制御アームとを含み、前記制御アームが中立位置から 1 つ以上の応答位置に枢動するように構成されている、請求項 1 に記載の空気管理システム。

【請求項 3】

前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブの両方の前記制御アームが中立位置に設定されたときに、前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブが、前記第 1 の空気圧回路と前記第 2 の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立するように構成されており、前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブの一方の前記制御アームが前記 1 つ以上の応答位置に設定されたときに、前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブが、前記第 1 の空気圧回路と前記第 2 の空気圧回路との間の空気圧の連通を阻止するように構成されている、請求項 2 に記載の空気管理システム。

【請求項 4】

制御ユニットをさらに備え、

前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブが、それぞれ、前記制御アームの位置を検出するように構成された制御アームセンサを含み、

前記制御ユニットは、各前記制御アームセンサと電氣的に接続し、

各制御アームセンサが、前記制御アームの前記位置を制御アーム位置入力として前記制御ユニットに送るように構成されており、前記制御ユニットが、前記制御アーム位置入力に基づいて、前記車両の前記第 1 の側及び前記第 2 の側で車軸に対する車高を判定するように構成されている、請求項 2 に記載の空気管理システム。

【請求項 5】

前記第 1 の空気圧回路が、前記車両の前記第 1 の側に配置された第 1 の空気バネのセットと、第 1 の供給タンクと、前記第 1 の空気バネのセットを前記第 1 のレベリングバルブに空気圧で接続する第 1 の複数の空気ラインと、前記第 1 のレベリングバルブを前記第 1 の供給タンクに空気圧で接続する第 1 の供給ラインとを備え、

前記第 2 の空気圧回路が、前記車両の前記第 2 の側に配置された第 2 の空気バネのセットと、第 2 の供給タンクと、前記第 2 の空気バネのセットを前記第 2 のレベリングバルブに空気圧で接続する第 2 の複数の空気ラインと、前記第 2 のレベリングバルブを前記第 2 の供給タンクに空気圧で接続する第 2 の供給ラインとを備える、請求項 1 に記載の空気管理システム。

【請求項 6】

前記第 1 の複数の空気ライン及び前記第 2 の複数の空気ラインが、同じ或いは差が $\pm 10\%$ 以内の直径及び長さを有し、前記第 1 の供給ライン及び前記第 2 の供給ラインが、同じ或いは差が $\pm 10\%$ 以内の直径及び長さを有する、請求項 5 に記載の空気管理システム。

【請求項 7】

前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブが、それぞれ、筐体本体と、前記筐体本体の中で回転して、前記第 1 の空気圧回路と前記第 2 の空気圧回路との間の連通を変えるように構成された回転ディスクとを備える回転バルブである、請求項 1 に記載の空気管理システム。

【請求項 8】

前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブが、それぞれ、電子式アクチュエータと、マニホールド筐体と、前記マニホールド筐体の内腔の中に配置された前記第 1 又は第 2 のバルブ要素とを含み、前記第 1 又は第 2 のバルブ要素が、前記マニホールド筐体の前記内腔内で、少なくとも前記第 1 の空気圧回路と前記第 2 の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立する中立位置と、空気供給タンクからそれぞれの空気圧回路に空気を供給する供給位置と、それぞれの前記空気圧回路から大気中に空気を排出する排気位置とを含む 1 つ以上の位置に移動するように構成されており、前記電子式アクチュエータが、前記 1 つ以上の位置の間の前記第 1 又は第 2 のバルブ要素の移動を引き起こすように構成され

ている、請求項 1 に記載の空気管理システム。

【請求項 9】

前記第 1 又は第 2 のバルブ要素が、プランジャ、回転ディスク、及びポペットからなる群から選択される、請求項 8 に記載の空気管理システム。

【請求項 10】

前記電子式アクチュエータが、ソレノイド、サーボモータ、及びステッピングモータからなる群から選択される、請求項 8 に記載の空気管理システム。

【請求項 11】

各レベリングバルブの前記電子式アクチュエータと電氣的に接続する制御モジュールと、1 つ以上のレベリングセンサとをさらに備え、各レベリングセンサが、前記車両の位置に沿って前記車両の軸に対する車高を検出し、検出した前記車高を車両レベリング入力として前記制御モジュールに送るように構成されており、前記制御モジュールが、前記車両レベリング入力に基づいて、前記車両の前記第 1 の側及び前記第 2 の側の車高を判定して、前記中立位置、前記供給位置、及び前記排気位置の間で前記第 1 又は第 2 のバルブ要素の移動を引き起こすコマンドを各電子式アクチュエータに送るように構成されている、請求項 8 に記載の空気管理システム。

10

【請求項 12】

前記第 1 の空気圧回路が 1 つ以上の空気バネを備え、前記第 2 の空気圧回路が 1 つ以上の空気バネを備えており、

前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブが、それぞれ、それぞれの空気バネのチャンバ内に配置された電子作動式バルブである、請求項 1 に記載の空気管理システム。

20

【請求項 13】

前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブが、それぞれ、円筒形マニホルドと、前記マニホルド内に配置され、前記マニホルドの内面と摺動係合するバルブ部材と、前記バルブ部材に動作可能なように連結された電子式アクチュエータとを含み、前記マニホルドが、前記マニホルドの側面に沿って配置された複数の開口部を有し、前記電子式アクチュエータが、前記マニホルドの長手方向軸に沿って摺動するように前記バルブ部材を作動させて、複数の前記開口部の露出を制御して、それぞれのレベリングバルブが、選択的に、(i) 空気をそれぞれの空気圧回路に供給すること、(i i) 空気をそれぞれの空気圧回路から排出すること、または (i i i) 前記第 1 の空気圧回路と前記第 2 の空気圧回路との間に交差流を確立することを行うように構成されるようにした、請求項 1 に記載の空気管理システム。

30

【請求項 14】

車両の安定性を制御する方法であって、

請求項 1 の空気管理システムを前記車両に設置すること、及び

前記第 1 のバルブ要素と前記第 2 のバルブ要素とが前記第 1 の交差流ポート及び前記第 2 の交差流ポートを通じて空気圧の連通を確立する交差流モードに同時に切り替えられたときに、前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブによって、前記交差流ラインを通じて前記第 1 の空気圧回路と前記第 2 の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立することを含む、前記方法。

40

【請求項 15】

前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブが、それぞれ、筐体と、前記筐体を貫通するシャフトに枢動可能に接続された制御アームとを含み、前記制御アームが中立位置から 1 つ以上の応答位置に枢動するように構成されている、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブの一方の前記制御アームが前記 1 つ以上の応答位置に設定されたときに、前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブによって、前記第 1 の空気圧回路と前記第 2 の空気圧回路との間の空

50

気圧の連通を阻止することをさらに含む、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記第 1 の空気圧回路が、前記車両の前記第 1 の側に配置された第 1 の空気バネのセットと、第 1 の供給タンクと、前記第 1 の空気バネのセットを前記第 1 のレベリングバルブに空気圧で接続する第 1 の複数の空気ラインと、前記第 1 のレベリングバルブを前記第 1 の供給タンクに空気圧で接続する第 1 の供給ラインとを備え、

前記第 2 の空気圧回路が、前記車両の前記第 2 の側に配置された第 2 の空気バネのセットと、第 2 の供給タンクと、前記第 2 の空気バネのセットを前記第 2 のレベリングバルブに空気圧で接続する第 2 の複数の空気ラインと、前記第 2 のレベリングバルブを前記第 2 の供給タンクに空気圧で接続する第 2 の供給ラインとを備える、請求項 14 に記載の方法。

10

【請求項 18】

前記第 1 の複数の空気ライン及び前記第 2 の複数の空気ラインが、同じ或いは差が $\pm 1.0\%$ 以内の直径及び長さを有し、前記第 1 の供給ライン及び前記第 2 の供給ラインが、同じ或いは差が $\pm 1.0\%$ 以内の直径及び長さを有する、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記第 1 の空気圧回路が 1 つ以上の空気バネを備え、前記第 2 の空気圧回路が 1 つ以上の空気バネを備えており、

前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブが、それぞれ、それぞれの空気バネのチャンバ内に配置された電子作動式バルブである、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 20】

前記第 1 のレベリングバルブ及び前記第 2 のレベリングバルブが、それぞれ、円筒形マニホールドと、前記マニホールド内に配置され、前記マニホールドの内面と摺動係合するバルブ部材と、前記バルブ部材に動作可能なように連結された電子式アクチュエータとを含み、前記マニホールドが、前記マニホールドの側面に沿って配置された複数の開口部を有し、前記電子式アクチュエータが、前記マニホールドの長手方向軸に沿って摺動するように前記バルブ部材を作動させて、複数の前記開口部の露出を制御して、それぞれのレベリングバルブが、選択的に、(i) 空気をそれぞれの空気圧回路に供給すること、(ii) 空気をそれぞれの空気圧回路から排出すること、または (iii) 前記第 1 の空気圧回路と前記第 2 の空気圧回路との間に交差流を確立することを行うように構成されるようにした、請求項 14 に記載の方法。

20

30

【請求項 21】

1 つ以上の空気供給タンクと、車両の第 1 の側に配置された第 1 の空気圧回路と、前記車両の第 2 の側に配置された第 2 の空気圧回路とを備える前記車両の空気管理システムの空気圧を調節する方法であって、

交差流ポート及び第 1 のバルブ要素を有する第 1 のレベリングバルブが、前記 1 つ以上の空気供給タンクから前記第 1 の空気圧回路に空気を供給するか、または前記第 1 の空気圧回路から大気に空気を排出するように、前記第 1 の空気圧回路の前記空気圧を前記第 1 のレベリングバルブによって単独で調節すること、

交差流ポート及び第 2 のバルブ要素を有する第 2 のレベリングバルブが、前記 1 つ以上の空気供給タンクから前記第 2 の空気圧回路に空気を供給するか、または前記第 2 の空気圧回路から大気に空気を排出するように、前記第 2 の空気圧回路の前記空気圧を前記第 2 のレベリングバルブによって単独で調節すること、及び

40

前記第 1 のレベリングバルブの前記第 1 のバルブ要素と前記第 2 のレベリングバルブの前記第 2 のバルブ要素とが、前記第 1 のレベリングバルブの前記交差流ポート及び前記第 2 のレベリングバルブの前記交差流ポートを通じて空気圧の連通を確立する交差流モードに同時に切り替えられたときのみに、前記交差流ラインを通じて前記第 1 の空気圧回路と前記第 2 の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立することを含み、前記交差流モードにおいて、各レベリングバルブが前記 1 つ以上の空気供給タンクから空気を供給することも、大気中に空気を排出することもしない、前記方法。

【請求項 22】

50

各レベリングバルブが、前記空気供給タンクに接続される供給ポートと、大気中に空気を排気するための排気ポートと、1つ以上の空気バネに接続される1つ以上のポートと、前記第1のレベリングバルブまたは前記第2のレベリングバルブのうちの他の1つに接続される前記交差流ポートとを有した筐体本体を含む、請求項21に記載の方法。

【請求項23】

前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブが、それぞれ、前記筐体本体のチャンバに配置された前記第1又は第2のバルブ要素と、前記バルブ要素の移動を引き起こすように構成されたアクチュエータとを含み、

前記第1又は第2のバルブ要素が、少なくとも前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立する中立位置と、空気供給タンクからそれぞれの空気圧回路に空気を供給する供給位置と、それぞれの前記空気圧回路から大気中に空気を排出する排気位置とを含む1つ以上の位置に移動するように構成されており、前記アクチュエータが、前記1つ以上の位置の間の前記第1又は第2のバルブ要素の移動を引き起こすように構成されている、請求項22に記載の方法。

10

【請求項24】

複数の前記位置には、前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立する中立位置と、前記1つ以上の空気供給タンクからそれぞれの空気圧回路に空気を供給する供給位置と、それぞれの前記空気圧回路から大気中に空気を排出する排気位置とが含まれる、請求項23に記載の方法。

【請求項25】

前記第1又は第2のバルブ要素が、プランジャ、回転ディスク、及びポペットからなる群から選択される、請求項23に記載の方法。

20

【請求項26】

前記アクチュエータが、前記筐体本体を貫通するシャフトに枢動可能に接続された制御アームであり、前記第1又は第2のバルブ要素が回転ディスクである、請求項23に記載の方法。

【請求項27】

前記制御アームが、中立位置から1つ以上の応答位置に枢動するように構成されており、前記制御アームが前記中立位置に設定されるときに、各レベリングバルブが前記中立モードに設定され、前記制御アームが前記1つ以上の応答位置に設定されるときに、各レベリングバルブが、それぞれの空気圧回路の前記空気圧を単独で調節している、請求項26に記載の方法。

30

【請求項28】

前記アクチュエータが、ソレノイド、サーボモータ、及びステッピングモータからなる群から選択された電子式アクチュエータである、請求項23に記載の方法。

【請求項29】

各レベリングバルブの前記電子式アクチュエータと電気的に接続する制御モジュールと、1つ以上のレベリングセンサとをさらに備え、各レベリングセンサが、前記車両の位置に沿って前記車両の軸に対する車高を検出し、検出した前記車高を車両レベリング入力として前記制御モジュールに送るように構成され、前記制御モジュールが、複数の前記位置の間で前記第1又は第2のバルブ要素の移動を引き起こすコマンドを各電子式アクチュエータに送るように構成されている、請求項28に記載の方法。

40

【請求項30】

前記第1の空気圧回路が、前記車両の前記第1の側に配置された第1の空気バネのセットと、前記第1の空気バネのセットを前記第1のレベリングバルブに空気圧で接続する第1の複数の空気ラインと、前記第1のレベリングバルブを前記1つ以上の空気供給タンクの少なくとも1つに空気圧で接続する第1の供給ラインとを備え、

前記第2の空気圧回路が、前記車両の前記第2の側に配置された第2の空気バネのセットと、前記第2の空気バネのセットを前記第2のレベリングバルブに空気圧で接続する第2の複数の空気ラインと、前記第2のレベリングバルブを前記1つ以上の空気供給タンクの

50

少なくとも1つに空気圧で接続する第2の供給ラインとを備える、請求項21に記載の方法。

【請求項31】

前記第1の空気圧回路が1つ以上の空気バネを備え、前記第2の空気圧回路が1つ以上の空気バネを備えており、

前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブが、それぞれ、それぞれの空気バネのチャンバ内に配置された電子作動式バルブである、請求項21に記載の方法。

【請求項32】

車両シャーシと、

前記車両シャーシに接続された少なくとも1つの軸と、

エアコンプレッサと、

前記エアコンプレッサに空気圧で接続された空気タンクと、

請求項1の前記空気管理システムと、

前記空気タンクを前記第1及び第2の空気圧回路に空気圧で接続する少なくとも1つの供給ホースとを備える車両サスペンションシステム。

【請求項33】

前記第1の空気圧回路および前記第2の空気圧回路のそれぞれと流体連通する1以上の空気圧センサー、または1以上の空気流センサーをさらに備え、前記1以上の空気圧センサーまたは前記1以上の空気流センサーは、前記第1の空気圧回路および前記第2の空気圧回路の一方または両方の内側の空気圧または空気流に関する情報を前記車両の電子システムに出力するように構成され、前記空気管理システムの動作は、前記車両のブレーキ動作と同期する、或いは、ステアリング制御と同期する、或いは、前記車両のブレーキ動作およびステアリング制御の双方と同期する、請求項1に記載の空気管理システム。

【請求項34】

前記空気管理システムは、空気圧センサ、空気流センサ、ライドハイトセンサ、安定性制御センサ、またはそれらの組み合わせをさらに含む、請求項1に記載の空気管理システム。

【請求項35】

前記空気管理システムは、前記空気管理システム内の空気圧または空気流に関する情報を検出し、前記車両の電子システムに伝達するように構成された1以上のセンサをさらに含む、請求項1に記載の空気管理システム。

【請求項36】

電子安定性制御（ESC）システムと通信する請求項1に記載の空気管理システムであって、

前記空気管理システムを前記ESCに連結するコントローラをさらに備え、

前記空気管理システムの動作は、前記車両のブレーキ動作と同期する、或いは、ステアリング制御と同期する、或いは、前記車両のブレーキ動作およびステアリング制御の双方と同期する、前記車両のブレーキ動作および／またはステアリング制御と同期する空気管理システム。

【請求項37】

前記ESCシステムが、エレクトロニックスタビリティプログラム（ESP）、ダイナミックスタビリティコントロール（DSC）、車両安定性制御（VSC）、自動トラクションコントロール（ATC）、およびロール安定性制御（RSC）システムの一つ又は複数を含む請求項36に記載の空気管理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、米国特許法第119条（e）の下で、2017年6月16日に出願された仮特許出願第62／520918号、2017年10月17日に出願された仮特許出願第62／573587号、及び2018年2月5日に出願された仮特許出願第62／62637

10

20

30

40

50

3号の出願日の利益を主張するものであり、これら仮特許出願の開示は、その全体が参照によって本明細書に組み込まれる。

【0002】

本開示は、空気バネによって支持される1つ以上の車軸を有する荷物搬送用原動機及びトレーラ車両を含む、あらゆる種類の車両、トレーラ、及び牽引車のための空気管理システムの改善に関する。

【背景技術】

【0003】

車両用のエアサスペンションシステムは、1つ以上の車両車軸を各車軸の両側に二つ一組で支持する複数のエアサスペンションバッグを備えている。広く知られた車両では、空気バネの対が、隣接車軸上に同様に配置された空気バネの間を延在する共通の大口径空気ラインによって接続されている。この共通の空気ラインは、それぞれ、空気ラインによって、車両のそれぞれの側を対象とする高さ制御バルブに接続されている。高さ制御バルブは、共通の空気ラインへの空気の供給を制御して、変わり得る路面条件にわたって車両を走らせるときに、車両が水平に保たれることを保証するように、空気バネの膨張を調節するものである。別段の定義がない限り、「高さ制御バルブ」という用語は「レベリングバルブ」という用語と同等なものとして用いられ、したがって用語「高さ制御バルブ」及び「レベリングバルブ」は同義で用いられ得る。

【0004】

例えば、車両が首尾よくコーナーを曲がるとき、車両の重心はその幅方向に曲がる向きから遠ざかる。荷重移動により、車両が曲がる向きとは逆の外側の空気バネが収縮し始め、一方、車両が曲がる向きの側の空気バネが伸長し始める。その結果として、車両は左右に水平でなくなる。それに応じて、車両の水平を保つために、車両の下降側にある一方のレベリングバルブが、収縮した空気バネに空気を供給し、車両の上昇側にある他方のレベリングバルブが、伸長した空気バネから空気を排出する。試験により現在、レベリングバルブは多くの場合に車両の動的荷重移動に対して過補償し、その際にレベリングバルブから空気を供給された空気バネは、レベリングバルブによって排気された空気バネよりも大きな空気圧を有する傾向があることが分かっている。結果的に、レベリングバルブが車両を水平にしようとした後も、エアサスペンションシステムの両側で圧力差が持続する。車両の両側の空気バネの間に圧力差が残っているにも関わらず、レベリングバルブは中立モード（例えば、回転ディスクが不感帯の範囲内に設定されている）に戻るが、このモードでは、車両の両側の空気バネの間に空気圧の連通が存在しない。空気バネ間のこの圧力差が原因で、車両の荷重移動に应答してレベリングバルブが空気バネの圧力を調節した後でさえも、車両は非水平にとどまる。

【0005】

他の種類のエアサスペンションシステムでは、エアバッグの高さを制御するために、機械式レベリングバルブを電子作動式バルブに置き換えている。電子作動式バルブの中には、車両の荷重移動、または車両のロールに対応するように設計されたものもあるが、車両の荷重移動に应答して空気バネの高さが調節された後に持続する空気バネ間の圧力差を、電子作動式バルブでは解決することができない。

【0006】

したがって、本発明者らは、持続的な圧力不均衡の問題を解決して、その結果、車両を平衡状態の空気圧、高さ、及びライドハイトに復帰させることができる空気管理システムの必要性を認識している。

【発明の概要】

【0007】

本発明は、空気管理システムが、第1の空気圧回路と、第2の空気圧回路と、第1の空気圧回路を第2の空気圧回路に空気圧で接続する交差流機構とを含む、車両用の改良された空気サスペンションシステムを提供する。第1の空気圧回路は、車両の第1の側の高さを単独で調節するように構成された第1のレベリングバルブを含む。第2の空気圧回路は、

車両の第２の側の高さを単独で調節するように構成された第２のレベリングバルブを含む。第１のレベリングバルブ及び第２のレベリングバルブは、第１のレベリングバルブが車両の第１の側の高さを単独で調節しておらず、かつ第２のレベリングバルブが車両の第２の側の高さを単独で調節していないときに、第１の空気圧回路と第２の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立するように構成されている。本明細書に記載される空気管理システムの様々な例によれば、全ての空気管理システムは、各空気管理システムを機械的または電子的な操作の下で利用できるように、変更を施すことができる（例えば、レベリングバルブ用の作動装置を、機械的機構から電子部品に切り替えることができる）。

【０００８】

第１の空気圧回路は、車両の第１の側に配置された第１の空気バネのセットと、第１の供給タンクと、第１の空気バネのセットを第１のレベリングバルブに空気圧で接続する第１の複数の空気ラインと、第１のレベリングバルブを第１の供給タンクに空気圧で接続する第１の供給ラインとを含む。第２の空気圧回路は、車両の第２の側に配置された第２の空気バネのセットと、第２の供給タンクと、第２の空気バネのセットを第２のレベリングバルブに空気圧で接続する第２の複数の空気ラインと、第２のレベリングバルブを第２の供給タンクに空気圧で接続する第２の供給ラインとを含む。交差流接続が、第１のレベリングバルブから第２のレベリングバルブまで延在している。別の例では、第１の空気圧回路及び第２の空気圧回路は、空気管理システムが、車両の両側の空気バネに空気流を提供するために、１つの空気供給タンクのみを含むように、共通の空気供給タンクによって空気が供給され得る。一例では、第１の複数の空気ライン及び第２の複数の空気ラインが、実質的に同じ直径及び長さであってもよく、第１の供給ライン及び第２の供給ラインが、実質的に同じ直径及び長さであってもよい。

【０００９】

１つの構成では、各レベリングバルブは、筐体と、レベリングバルブに枢動可能に接続された制御アームとを含んでもよく、制御アームが、空気バネの圧縮または伸長に応答して、中立位置と１つ以上の応答位置との間で枢動するように構成されるものである。第１のレベリングバルブ及び第２のレベリングバルブは、第１のレベリングバルブ及び第２のレベリングバルブの両方の制御アームが中立位置に設定されたときに、第１の空気圧回路と第２の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立するように構成され得る。第１のレベリングバルブ及び第２のレベリングバルブは、第１のレベリングバルブ及び第２のレベリングバルブの一方の制御アームが１つ以上の応答位置に設定されたときに、第１の空気圧回路と第２の空気圧回路との間の空気圧の連通を阻止するように構成され得る。第１のレベリングバルブ及び第２のレベリングバルブは、制御アームの位置を検出するように構成された制御アームセンサを含んでもよい。空気管理システムは、制御アームセンサと電氣的に接続する制御ユニットを含んでもよい。各制御アームセンサは、制御アームの位置を制御アーム位置入力として制御ユニットに送るように構成され得る。制御ユニットは、制御アーム位置入力に基づいて、車両の第１の側及び第２の側で車軸に対する車高を判定するように構成され得る。

【００１０】

一例では、第１のレベリングバルブ及び第２のレベリングバルブは、それぞれ、筐体本体と、筐体本体の中で回転して、第１の空気圧回路と第２の空気圧回路との間の連通を変えるように構成された回転ディスクとを備える回転バルブであってもよい。各筐体本体は、空気源から空気を受け取るように構成された供給ポートと、空気を大気中に排気するように構成された排気ポートと、第１の空気圧回路または第２の空気圧回路の１つに空気を受け入れまたは供給するように構成された１つ以上のバネポートと、第１のレベリングバルブまたは第２のレベリングバルブの１つに空気を受け入れまたは供給するように構成された交差流ポートとを備え得る。１つの構成では、回転ディスクが、１つ以上のバネポートと供給ポートとの間も、１つ以上のバネポートと排気ポートとの間も、連通を確立しないようにしながら、１つ以上のバネポートと交差流ポートとの間の連通を確立するように構成され得る。１つの構成では、第１のレベリングバルブ及び第２のレベリングバルブは、

それぞれ、筐体本体に枢動可能に接続され、第1の空気圧回路または第2の空気圧回路の一方による高さ変化に応答して、バルブの周りを回転するように構成されている制御アームを備えてもよい。1つの構成では、制御アームの回転により、回転ディスクが複数の角度位置間を回転して、供給ポート、排気ポート、1つ以上のバネポート、及び交差流ポート間の連通を変更することができる。

【0011】

一例では、第1のレベリングバルブ及び第2のレベリングバルブは、それぞれ、マニホルド筐体と、マニホルド筐体の内腔の中に配置されたバルブ要素と、電子式アクチュエータとを含んでもよい。バルブ要素は、マニホルド筐体の内腔内で、少なくとも第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立する中立位置と、空気供給タンクからそれぞれの空気圧回路に空気を供給する供給位置と、それぞれの空気圧回路から大気中に空気を排出する排気位置とを含む1つ以上の位置に移動するように構成され得る。電子式アクチュエータは、1つ以上の位置の間のバルブ要素の移動を引き起こすように構成されている。バルブ要素は、プランジャ、回転ディスク、及びポペットからなる群から選択され得る。電子式アクチュエータは、例えば、ソレノイド、サーボモータ、及びステッピングモータである。

【0012】

一例では、空気管理システムは、各レベリングバルブの電子式アクチュエータと電氣的に接続する制御モジュールを含み得る。制御モジュールは、中立位置、供給位置、及び排気位置の間でバルブ要素の移動を引き起こすコマンドを各電子式アクチュエータに送るように構成され得る。空気管理システムは、1つ以上のレベリングセンサを含んでもよい。各レベリングセンサは、車両の位置に沿って車軸に対する車高を検出し、検出した車高を車両レベリング入力として制御モジュールに送るように構成され得る。制御モジュールは、車両レベリング入力に基づいて、車両の第1の側及び第2の側で車軸に対する車高を判定するように構成され得る。

【0013】

1つの構成では、各レベリングバルブは、円筒形マニホルドと、マニホルド内に配置され、マニホルドの内面と摺動係合するバルブ部材と、バルブ部材に動作可能のように連結された電子式アクチュエータとを含んでもよい。マニホルドは、マニホルドの側面に沿って配置された複数の開口部を有し得る。電子式アクチュエータは、マニホルドの長手方向軸に沿って摺動するようにバルブ部材を作動させて、複数の開口部の露出を制御して、それぞれのレベリングバルブが、選択的に、(i) 空気をそれぞれの空気圧回路に供給すること、(ii) 空気をそれぞれの空気圧回路から排出すること、または (iii) 第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間に交差流を確立することを行うように構成されるようにしてもよい。

【0014】

本発明には、レベリングバルブが含まれる。本レベリングバルブは、下部筐体に取り付けられてバルブ本体を形成する上部筐体を備えてもよく、このバルブ本体は、上部筐体と下部筐体との間に延在するチャンバを画定する。下部筐体は、チャンバと連通する複数のポートを備えてもよく、複数のポートには、供給ポート、排気ポート、1つ以上のバネポート、及び交差流ポートが含まれる。1つの構成では、下部筐体はさらにダンプポートを備えてもよく、交差流ポートが下部筐体の第1の端部に配置され、ダンプポートが第1の端部とは反対側の下部筐体の第2の端部に配置される。1つの構成では、供給ポートは、下部筐体の第1の側に配置され得、排気ポートは、下部筐体の第1の側とは反対の第2の側に配置され得る。1つの構成では、交差流ポートは、下部筐体の第1の端部に配置されてもよく、第1の端部は、下部筐体の第1の側と第2の側との間に延在してもよい。1つの構成では、1つ以上のバネポートは、下部筐体の第1の側面または第2の側面の一方に配置された第1のバネポートを備えてもよい。レベリングバルブは、上部筐体の上面を貫通するシャフトに取り付けられた第1の端部を有する制御アームを含んでもよく、制御アームは、車両サスペンションの伸長または圧縮に応答して、バルブ本体を中心に回転するよ

10

20

30

40

50

うに構成されている。レベリングバルブは、バルブ本体のチャンバの中に配置され、上部筐体を貫通するシャフトによって制御アームに接続された回転ディスクを含んでもよく、この回転ディスクは、バルブ本体のチャンバの内部で支持要素を中心に回転するように構成されている。回転ディスクは、1つ以上のバネポートと供給ポートとの間も、1つ以上のバネポートと排気ポートとの間も、空気圧の連通を確立しないようにしながら、1つ以上のバネポートと交差流ポートとの間に空気圧の連通を確立するように構成され得る。

【0015】

本発明には、車両の安定性を制御する方法が含まれ得る。本方法は、第1の空気圧回路及び第2の空気圧回路を備える空気管理システムを提供するステップを含み得る。第1の空気圧回路は、車両の第1の側の高さを単独で調節するように構成された第1のレベリングバルブを含んでもよい。第2の空気圧回路は、車両の第2の側の高さを単独で調節するように構成された第2のレベリングバルブを含んでもよい。空気管理システムは、第1のレベリングバルブを第2のレベリングバルブに接続する交差流ラインを含んでもよい。本方法は、第1のレベリングバルブが車両の第1の側の高さを単独で調節しておらず、かつ第2のレベリングバルブが車両の第2の側の高さを単独で調節していないときに、第1のレベリングバルブ及び第2のレベリングバルブによって、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立するステップを含み得る。

【0016】

本発明は、1つ以上の空気供給タンクと、車両の第1の側に配置された第1の空気圧回路と、車両の第2の側に配置された第2の空気圧回路とを備える車両の空気管理システムの空気圧を調節する方法を含み得る。本方法は、第1のレベリングバルブが、1つ以上の空気供給タンクから第1の空気圧回路に空気を供給するか、または第1の空気圧回路から大気へ空気を排出するように、第1の空気圧回路の空気圧を第1のレベリングバルブによって単独で調節するステップを含み得る。本方法は、第2のレベリングバルブが、1つ以上の空気供給タンクから第2の空気圧回路に空気を供給するか、または第2の空気圧回路から大気へ空気を排出するように、第2の空気圧回路の空気圧を第2のレベリングバルブによって単独で調節するステップを含み得る。本方法は、第1のレベリングバルブ及び第2のレベリングバルブの両方が、各レベリングバルブが1つ以上の空気供給タンクから空気を供給することも、大気中に空気を排出することもしないような中立モードに設定される時のみ、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立するステップを含み得る。

【0017】

本発明には、車両用空気管理システムの空気バネに関連した制御ユニットが含まれ得る。本制御ユニットは、空気バネの上板に取り付けられるように構成された筐体を含んでもよく、筐体はバルブチャンバを備える。本制御ユニットは、バルブチャンバ内に配置されたバルブを備えてもよい。このバルブは、(i)バルブが、関連する空気バネの高さを単独で調節しているアクティブモードと、(ii)バルブがアクティブモードではないときに、バルブが、関連する空気バネと空気管理システムの第2の空気バネに接続された交差流ラインとの間で空気圧の連通を確立している中立モードとを含む複数のモードの間で切り替わるように構成されてもよい。本制御ユニットは、空気バネの少なくとも1つの状態を監視し、空気バネの少なくとも1つの状態を示す測定値信号を生成するように構成された1つ以上のセンサを備えてもよい。本制御ユニットは、空気管理システムの第2の空気バネに関連した第2の制御ユニットとの間でデータ信号を送受するように構成された通信インタフェースを備えてもよい。本制御ユニットは、バルブ、1つ以上のセンサ、及び通信インタフェースに動作可能なように連結された処理モジュールを備えてもよく、処理モジュールが、(i)1つ以上のセンサからの測定値信号と、通信インタフェースからのデータ信号とを受け取ること、及び(ii)受け取った1つ以上のセンサからの測定値信号と、通信インタフェースからのデータ信号とに基づいて、アクティブモードと中立モードとの間を切り替えるバルブを作動させることを行うように構成されている。

【0018】

本発明には、車両用の空気管理システムが含まれ得る。本空気管理システムは、車両の第1の側に配置された1つ以上の空気バネを有する第1の空気圧回路を備えてもよい。本空気管理システムは、車両の第2の側に配置された1つ以上の空気バネを有する第2の空気圧回路を備えてもよい。本空気管理システムは、1つ以上の交差流ラインを備えてもよく、各交差流ラインが、第1の空気圧回路に関連する空気バネから、第2の空気圧回路に関連する空気バネまで延在している。各空気バネは、制御ユニットを備えてもよい。各制御ユニットは、関連する空気バネの上板に取り付けられるように構成された筐体を含んでもよく、筐体はバルブチャンバを備える。各制御ユニットは、バルブチャンバの中に配置されたバルブを備えてもよく、(i)バルブが、関連する空気バネの高さを単独で調節しているアクティブモードと、(ii)バルブがアクティブモードではないときに、バルブが、関連する空気バネとそれぞれの交差流ラインとの間で空気圧の連通を確立している中立モードとを含む複数のモードの間でバルブが切り替わるように構成されている。各制御ユニットは、関連する空気バネの少なくとも1つの状態を監視し、関連する空気バネの少なくとも1つの状態を示す測定値信号を生成するように構成された1つ以上のセンサを備えてもよい。各制御ユニットは、空気管理システムの他の空気バネに関連した他の制御ユニットとの間でデータ信号を直接送受するように構成された通信インタフェースを備えてもよい。各制御ユニットは、バルブ、1つ以上のセンサ、及び通信インタフェースに動作可能のように連結された処理モジュールを備えてもよく、処理モジュールが、(i)1つ以上のセンサからの測定値信号と、通信インタフェースからのデータ信号とを受け取ること、及び(ii)受け取った1つ以上のセンサからの測定値信号と、通信インタフェースからのデータ信号とに基づいて、アクティブモードと中立モードとの間を切り替えるバルブを作動させることを行うように構成されている。

【0019】

本発明には、空気管理システムを備える車両の安定性を制御する方法が含まれ得、空気管理システムは、車両の第1の側に配置された1つ以上の空気バネを有する第1の空気圧回路と、車両の第2の側に配置された1つ以上の空気バネを有する第2の空気圧回路と、1つ以上の交差流ラインであって、各交差流ラインが、第1の空気圧回路に関連する空気バネから、第2の空気圧回路に関連する空気バネまで延在している、1つ以上の交差流ラインとを備え得る。本方法は、高さセンサ及び空気圧センサによって、それぞれの空気バネの高さ及び空気圧を監視するステップを含んでもよい。本方法は、高さセンサ及び空気圧センサによって、それぞれの空気バネの高さ及び空気圧を示す信号を生成するステップを含んでもよい。本方法は、処理モジュールによって、それぞれの空気バネの高さ及び空気圧を示す信号を受け取るステップを含んでもよい。本方法は、処理モジュールによって、それぞれの空気バネの高さを示す受け取った信号に基づいて、それぞれの空気バネの高さ差速度及び圧力差速度を計算するステップを含んでもよい。本方法は、処理モジュールによって、空気バネの高さを個別に調節するか、それとも空気バネとそれぞれの交差流ラインとの間に空気圧の連通を確立するかを判定するステップを含んでもよい。本方法は、処理モジュールによって、(i)バルブが、関連する空気バネの高さを単独で調節しているアクティブモード、及び(ii)バルブがアクティブモードではないときに、バルブが、関連する空気バネとそれぞれの交差流ラインとの間で空気圧の連通を確立している中立モードのモードのうちのいずれか一方に切り替えるバルブを作動させるステップを含んでもよい。1つの構成では、高さセンサ、処理モジュール、及びバルブが、空気バネのチャンバの中に配置されている。

【0020】

本明細書で説明する空気管理システムの様々な例によれば、全ての空気管理システムは、少なくとも2つの独立した空気圧回路を含み、各独立した空気圧回路は、動的な荷重移動に応答して、車両の片側の高さを独立して単独で調節するように構成されている。車両の片側の高さを独立して調節する状態では、それぞれの空気圧回路は、車両の反対側に配置された他の空気圧回路と空気圧で連通しておらず、したがって、車両の片側の空気バネは、車両の反対側に配置された空気バネと空気圧で連通していない。本明細書に記載されて

いる空気管理システムの様々な例によれば、全ての空気管理システムは、2つの独立した回路の間に選択的に交差流を確立することができ、したがって、全てのレベリングバルブが中立位置または中立モードに設定されている場合に、車両の片側に配置された空気バネは、車両の反対側に配置された空気バネと空気圧で連通する。本文脈においては、レベリングバルブが、空気供給タンクから空気バネに空気を供給することも、空気バネから空気を大気に排気することもしないときに、レベリングバルブは中立位置または中立モードに設定される（例えば、回転ディスクが不感帯の範囲内に設定される）。

【0021】

本開示の主題の他の特徴及び特性、ならびに操作の方法、構造の関連要素の機能及びパーツの組合せ、ならびに製造の経済性は、添付の図面を参照して、以下の説明及び添付の特許請求の範囲を考慮するとより明らかになるであろう。これらは全て本明細書の一部を形成しており、同様の参照番号は様々な図の対応する部分を示している。

【0022】

添付の図面は、本明細書に組み込まれ、明細書の一部を構成するものであり、本開示の主題の様々な実施形態を示している。図面では、同様の参照番号は、同一または機能的に類似の要素を示す。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1A】本発明の一構成による空気管理システムの概略図である。

【図1B】本発明の一構成による、車両の中央部に配置されたレベリングバルブを備える空気管理システムの概略図である。

【図1C】本発明の一構成による、レベリングバルブを備え、各レベリングバルブが複数のエアバッグポートを有する空気管理システムの概略図である。

【図2】本発明の一構成によるレベリングバルブの上面図である。

【図3】本発明の一構成によるレベリングバルブの斜視図である。

【図4】本発明の一実施形態によるレベリングバルブの分解立体図である。

【図5】本発明の実施形態による下部筐体の斜視図である。

【図6】図6A～図6Cは、本発明の実施形態による回転ディスクの概略図である。

【図7】本発明による空気管理システムの概略図である。

【図8】本発明による空気管理システムの概略図である。

【図9】本発明による空気管理システムの概略図である。

【図10】本発明による下部筐体の斜視図である。

【図11】本発明による下部筐体の上面図である。

【図12】図12Aは、本発明による線Z-Zに沿った下部筐体の上部断面図である。図12Bは、本発明による線Y-Yに沿った下部筐体の側面断面図である。図12Cは、本発明による線X-Xに沿った下部筐体の側面断面図である。

【図13】本発明による回転ディスクの上面図である。

【図14】図14Aは、本発明に用いる第1のポペットの斜視図である。図14Bは、本発明に用いる第1のポペットの線B-Bに沿った断面図である。

【図15】図15Aは、本発明による第2のポペットの斜視図である。図15Bは、本発明による第2のポペットの線C-Cに沿った断面図である。

【図16】本発明による空気管理システムの概略図である。

【図17】本発明による空気管理システムの概略図である。

【図18】本発明による空気管理システムの概略図である。

【図19】本発明による空気管理システムの概略図である。

【図20】本発明による空気管理システムの概略図である。

【図21A】本発明による空気管理システムの概略図である。

【図21B】本発明による空気管理システムの概略図である。

【図22】本発明による制御ユニットの概略図である。

【図23】本発明によるシステムコントローラの概略図である。

10

20

30

40

50

【図 2 4】本発明による制御ユニットの概略図である。

【図 2 5】本発明によるシステムコントローラの概略図である。

【図 2 6】図 2 6 A は、本発明によるバルブの概略図である。図 2 6 B は、図 2 6 A の線 A に沿った本発明によるバルブの断面図である。

【図 2 7】本発明による下部筐体の上面斜視図である。

【図 2 8】本発明による下部筐体の底面斜視図である。

【図 2 9】本発明による下部筐体の端面図である。

【図 3 0】本発明による下部筐体の側面図である。

【図 3 1】本発明による下部筐体を上から見た平面図である。

【図 3 2】本発明による下部筐体を下から見た平面図である。

【図 3 3】本発明による回転ディスクの斜視図である。

【図 3 4】本発明による回転ディスクを上から見た平面図である。

【図 3 5】本発明による回転ディスクの側面図である。

【図 3 6】図 3 4 の線 3 6 に沿った本発明による回転ディスクの側面断面図である。

【図 3 7】本発明によるシャフトの斜視図である。

【図 3 8】本発明によるシャフトの斜視図である。

【図 3 9】本発明によるシャフトの側面図である。

【図 4 0】本発明によるシャフトを下から見た端面図である。

【図 4 1】本発明によるシャフトを上から見た端面図である。

【図 4 2】本発明によるシャフトの側面図である。

【図 4 3】本発明によるレベリングバルブの様々な動作段階での様々なバルブポートの空気圧を示すグラフである。

【図 4 4】本発明による第 1 の空気圧回路及び第 2 の空気圧回路を備える空気管理システムの空気圧を調節する方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0024】

本開示の主題の態様は、多様な形態で具体化することができるが、以下の説明及び添付の図面は、これらの形態のいくつかを単に主題の具体例として開示することが意図されたものに過ぎない。したがって、本開示の主題が、そのようにして記載され図示された形態または実施形態に限定されることは意図されていない。

【0025】

本開示は、車両の第 1 の側の高さを単独で調節するように構成された第 1 のレベリングバルブを有する第 1 の空気圧回路と、車両の第 2 の側の高さを単独で調節するように構成された第 2 のレベリングバルブを有する第 2 の空気圧回路と、第 1 のレベリングバルブを第 2 のレベリングバルブに接続する交差流機構とを備えた車両用の空気管理システムを含む。第 1 のレベリングバルブが車両の第 1 の側の高さを単独で調節しておらず、かつ第 2 のレベリングバルブが車両の第 2 の側の高さを単独で調節していないとき、例えば、車両の両側のライドハイト制御アームが中立位置にあるとき、または電子作動式バルブが中立モードに設定されているときに、第 1 のレベリングバルブ及び第 2 のレベリングバルブが、第 1 の空気圧回路と第 2 の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立する。第 1 のレベリン

【0026】

本明細書で使用するとき、「中立位置」及び「中立モード」という用語は、レベリングバルブが空気供給タンクから空気バネに空気を供給したり、空気バネから空気を大気に排出したりしておらず、レベリングバルブの各々が互いに空気圧で連通している状態と定義される。

【0027】

本明細書で使用するとき、「アクティブモード」という用語は、バルブが、ある空気圧回

10

20

30

40

50

路の1つ以上の空気バネの高さまたは空気圧を単独で調節している一方で、バルブが、別の空気圧回路のいずれの構成要素とも空気圧で連通していない状態と定義される。

【0028】

本明細書で使用する時、「交差流機構」または「交差流システム」は、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間の空気圧の連通を確立するために必要なあらゆる構成要素を含み、第1の空気圧回路及び第2の空気圧回路は、車両の両側、すなわち左側及び右側に設けられている。交差流機構または交差流システムは、各レベリングバルブ上の交差流ポートに接続された第1のレベリングバルブと第2のレベリングバルブとを接続する交差流空気ラインを含んでもよく、この交差流空気ラインは、供給タンクまたは供給タンクに接続された供給ラインに直接接続されていない。交差流機構または交差流システムは、第1のレベリングバルブ及び第2のレベリングバルブの各々に接続された交差流コントローラデバイスを含む場合もある。交差流機構または交差流システムは、電気センサ、例えば、空気圧センサ、空気流センサ、ライドハイトセンサ、安定性制御センサを含む場合もある。

10

【0029】

本明細書で使用する時、「応答位置」とは、車両の両側の1つ以上のレベリングバルブが、空気圧回路内の空気バネの空気圧を単独で調節している状態と定義される。

【0030】

本明細書で使用する時、「不感帯」とは、回転ディスクのディスク表面が下部筐体のリザーバキャビティの上に完全に重なり、レベリングバルブが、空気供給タンクから空気バネに空気を供給することも、空気バネから空気を大気に排出することもしないようにする回転範囲をいう。

20

【0031】

一例では、各レベリングバルブは、筐体と、筐体の内腔の中に配置されたバルブ要素と、中立位置から1つ以上の応答位置に枢動して、バルブ要素の回転または移動を引き起こすように、筐体に枢動可能に接続された制御アームとを含む。別の例では、各レベリングバルブは、筐体と、制御アームの代わりに筐体に電氣的に接続されるライドハイトセンサとを含む。別の例では、各レベリングバルブは、筐体と、筐体の内腔の中に配置されたバルブ要素と、バルブ要素の移動または回転を引き起こすように、筐体に枢動可能に接続された制御アームと、制御アームの移動を検出するために筐体内に配置されたセンサとを含む。別の例では、各レベリングバルブは、筐体と、バルブ要素と、バルブ要素の回転または移動を引き起こすモータ（例えば、ステッピングモータ）とを含んでもよい。バルブ要素は、プランジャ、回転ディスク、及びポペットからなる群から選択され得る。

30

【0032】

一例では、第1のレベリングバルブ及び第2のレベリングバルブの両方の制御アームが中立位置に設定されたときに、第1のレベリングバルブ及び第2のレベリングバルブが、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立し、第1のレベリングバルブ及び第2のレベリングバルブの一方の制御アームが1つ以上の応答位置に設定されたときに、第1のレベリングバルブ及び第2のレベリングバルブが、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間の空気圧の連通を阻止するように構成されている。

【0033】

一例では、第1の空気圧回路は、車両の第1の側に配置された第1の空気バネのセットと、第1の供給タンクと、第1の空気バネのセットを第1のレベリングバルブに空気圧で接続する第1の複数の空気ラインと、第1のレベリングバルブを第1の供給タンクに空気圧で接続する第1の供給ラインとを含み、第2の空気圧回路は、車両の第2の側に配置された第2の空気バネのセットと、第2の供給タンクと、第2の空気バネのセットを第2のレベリングバルブに空気圧で接続する第2の複数の空気ラインと、第2のレベリングバルブを第2の供給タンクに空気圧で接続する第2の供給ラインとを含む。別の例では、第1の空気圧回路及び第2の空気圧回路は、共通の空気供給タンクによって空気が供給され、空気管理システムが、車両の両側の空気バネに空気流を提供するために、1つの空気供給タンクのみを含むようにすることができる。

40

50

【0034】

一例では、車両の両側に装備された空気圧回路の内部の均衡を維持するために、空気ラインが、等容積の空気を供給するように設けられている。空気ラインは、実質的に同じ（例えば、 $\pm 10\%$ 以内、または $\pm 5\%$ 以内、または $\pm 2\%$ 以内、または $\pm 1\%$ 以内）かまたは等しい直径及び／または長さである。供給ラインは、実質的に同じ（例えば、 $\pm 10\%$ 以内、または $\pm 5\%$ 以内、または $\pm 2\%$ 以内、または $\pm 1\%$ 以内）かまたは等しい直径及び／または長さである。

【0035】

図1A～図1Cは、本明細書に開示される車両用の空気管理システムの構成（参照番号100で示される）を示す。本空気管理アセンブリ100は、車両1の第1の側に配置された第1の空気圧回路と、車両1の第2の側に配置された第2の空気圧回路と、第1の空気圧回路及び第2の空気圧回路を空気圧で接続する交差流ライン38とを含む。車両1は、前方及び後方に駆動及び／または非駆動の車輪の付いた車軸2及び3を有し、これらは、車軸2及び3の両側に図示されるように配置されたエアバッグ（区別なく空気バネとも称される）のペア4及び5、6及び7、8及び9、ならびに10及び11によって、シャーシ1に既知の方法で支持され得る。本発明は、図面に示す特定の個数の車軸（複数可）、エアバッグ（空気バネ）、空気ライン／空気ホース、空気供給タンク（複数可）を有することに限定されない。これらの要素が、当業者に直ちに明らかであるように、使用される車両の種類に応じて変化するためである。別の例では、第1の空気圧回路及び第2の空気圧回路は、空気管理システム100が、車両1の両側の空気バネ4～11に空気流を提供するために、1つの空気供給タンクのみを含むように、共通の空気供給タンクによって空気が供給され得る。

【0036】

図1A～図1Cでは、空気バネ4、5、8、及び9は、車両1の第1の側に配置され、別個の空気ライン12、13、及び18～21によって互いに接続されて、第1の空気バネのセットを形成する。空気バネ4、5、8、及び9と、別個の空気ライン12、13、及び18～21とは、第1のレベリングバルブ16に接続されたバルブホース28によって空気が供給される。供給ホース30は、第1のレベリングバルブ16から、空気を第1のレベリングバルブ16に供給するための第1の供給タンク32まで直接延在している。この供給ホース30には、圧力保護バルブ34も設けられている。よって、空気バネ4、5、8、及び9と、別個の空気ライン12、13、及び18～21と、バルブホース28と、第1のレベリングバルブ16と、供給ホース30と、圧力保護バルブ34（一部の車両または空気管理システムでは不要）と、第1の供給タンク32とは、車両1の第1の側の高さを単独で調節するのに適した第1の空気圧回路を形成する。

【0037】

いくつかの実施形態（図示せず）では、空気管理アセンブリ100は、第1の空気圧回路及び第2の空気圧回路の両方に同時に空気を送り届ける単一の空気供給タンクと、この空気供給タンクに単一のホースによって接続され、2つの供給ホースを介して第1の空気圧回路及び第2の空気圧回路に接続される単一の圧力保護バルブとを備えてもよい。この単一の圧力保護バルブは、空気管理システム100内で漏れまたは故障が起きた場合には、第1の空気圧回路及び第2の空気圧回路の両方に十分な空気圧を供給するように構成されている。この単一の圧力保護バルブは、第1の空気圧回路及び第2の空気圧回路の両方に同時に十分な空気を提供するために、二重の圧力保護バルブ34に対してより大きな空気量を有するように構成されている。

【0038】

空気バネ6、7、10、及び11は、車両1の第2の側に配置され、別個の空気ライン14、15、及び22～25によって互いに接続されて、第2の空気バネのセットを形成する。空気バネ6、7、10、及び11と、別個の空気ライン14、15、及び22～25とは、第2のレベリングバルブ17に接続されたバルブホース29によって空気が供給される。供給ホース31は、第2のレベリングバルブ17から、空気を第2のレベリングバ

ルブ 17 に供給するための第 2 の供給タンク 33 まで直接延在している。この供給ホース 31 には、圧力保護バルブ 35 も設けられている。よって、空気バネ 6、7、10、11 と、別個の空気ライン 14、15、及び 22～25 と、バルブホース 29 と、第 2 のレベリングバルブ 17 と、供給ホース 31 と、圧力保護バルブ 35 と、第 2 の供給タンク 33 とは、車両 1 の第 2 の側の高さを単独で調節するのに適した第 2 の空気圧回路を形成する。第 1 の空気圧回路及び第 2 の空気圧回路の両方は、第 1 のレベリングバルブ 16 が単独で、車両 1 の第 1 の側に空気を送り届け、または車両 1 の第 1 の側から空気を排気し、かつ第 2 のレベリングバルブ 17 が単独で、車両 1 の第 2 の側に空気を送り届け、または車両 1 の第 2 の側から空気を排気するように単独で動作可能である。

【0039】

各空気バネに対して実質的に同じ体積及び圧力の均衡の取れた供給空気を保証するために、車両 1 の第 1 の側の別個の空気ライン 12、13、及び 18～21 と、車両 1 の第 2 の側の別個の空気ライン 14、15、及び 22～25 とは、実質的に同じサイズ（内径）及び長さである。図示された構成では、別個の空気ライン 18～21 及び 22～25 は、それぞれ、約 12 mm（1/2 インチ）の内径を有する。各セットまたは群の空気ライン（例えば 18～25、28 及び 29、30 及び 31 など）のサイズ及び長さが同じであれば、同様の結果で他のサイズを使用することができる。同じような理由で、バルブホース 28 及び 29 は実質的に同じサイズまたは内径及び長さであり、供給ホース 30 及び 31 は実質的に同じサイズまたは内径及び長さである。別個の空気ライン 18～21 及び 21～25 を備え、これらのラインを別々の供給レベリングバルブ 16 及び 17 に接続することにより、等容積の空気が空気バネの各々に急速に供給されるようにし、その結果、空気バネの内圧が、バルブ 16 及び 17 に伝えられる路面条件の変化に適切に応答することが保証される。したがって、第 1 の空気バネのセットの内圧の変化率は、第 2 の空気バネのセットの内圧の変化率と実質的に対称を成す。

【0040】

第 1 の制御バルブ 16 及び第 2 の制御バルブ 17 は、それぞれ、空気バネ 9 及び 11 の下部に取り付けられた剛性バー 36 に連結された制御アーム 16a、17a を含む。制御アーム 16a、17a は、それぞれ、空気バネの圧縮及び伸長に応答して、上方及び下方に移動するように構成され、これにより第 1 の制御バルブ 16 及び第 2 の制御バルブ 17 を作動させて、空気バネに空気を供給するか、または空気バネから空気を排気する。第 1 のレベリングバルブ 16 及び第 2 のレベリングバルブ 17 は両方とも、制御アーム 16a、17a が中立位置にあるときは、供給タンクから空気バネに空気を供給することも、空気バネから大気に空気を排出することもしない。第 1 のレベリングバルブと第 2 のレベリングバルブとを接続するように、交差流ライン 38 が第 1 のレベリングバルブ 16 から第 2 のレベリングバルブ 17 まで延在している。図 1A に示すように、交差流ライン 38 は、供給ライン 30、31 または空気供給タンク 32、33 に直接接続されていない。制御アーム 16a、17a が両方とも中立位置にあるとき、第 1 の空気圧回路と第 2 の空気圧回路との間に交差流ライン 38 を介して、車両 1 の第 1 の側の空気バネ 4、5、8、及び 9 と車両の第 2 の側の空気バネ 6、7、10、11 との間の空気圧を等しくする空気圧の連通が存在するように、第 1 のレベリングバルブ 16 と第 2 のレベリングバルブ 17 とは互いに空気圧で連通している。結果として、制御アーム 16a、17a が両方とも中立位置にあるとき、第 1 の空気圧回路及び第 2 の空気圧回路は、共通の回路として互いに連結される。第 1 の空気バネのセットと第 2 の空気バネのセットとの間で等しい空気圧を維持することによって、第 1 のレベリングバルブ 16 及び第 2 のレベリングバルブ 17 は、両方の制御アーム 16a、17a が中立位置にあるときに、車両の両側の間の圧力を平衡させる。図示の実施形態では、第 1 の空気圧回路と第 2 の空気圧回路との間に、車両の左側と右側との間を空気が流れるような空気圧の連通を確立するためには、単一の交差流ライン 38 のみが必要である。

【0041】

第 1 のレベリングバルブ 16 及び第 2 のレベリングバルブ 17 は、制御アーム 16a、1

7 a が両方とも中立位置にあるときのみ、交差流ライン 38 を介した相互の空気圧連通を可能にする。言い換えれば、第 1 のレベリングバルブ 16 及び第 2 のレベリングバルブ 17 は、制御アーム 16 a、17 a のいずれか一方が中立位置にないときに、第 1 の空気圧回路と第 2 の空気圧回路との間の空気圧の連通を阻止する。制御アーム 16 a、17 a のいずれか一方が中立位置から上方及び下方に移動しているときに、第 1 の空気圧回路と第 2 の空気圧回路との間に連通を確立しないことによって、第 1 のレベリングバルブ 16 と第 2 のレベリングバルブ 17 とは単独で、空気バネから空気を排気し、または空気バネに空気を供給することができる。したがって、車両 1 が、車両の重心を移動させる急なコーナーを首尾よく曲がるときに、第 1 のレベリングバルブ 16 及び第 2 のレベリングバルブ 17 の一方は、車両 1 の荷重移動が原因で収縮した空気バネのセットに空気を供給するが、第 1 のレベリングバルブ 16 と第 2 のレベリングバルブ 17 との間には全く交差流がなく、第 1 のレベリングバルブ 16 及び第 2 のレベリングバルブ 17 のもう一方は、車両の荷重移動が原因で伸長した空気バネのもう一方のセットから空気を排気する。この状態では、第 1 のレベリングバルブ 16 及び第 2 のレベリングバルブ 17 は、一方の空気バネのセットに過剰に空気を供給するか、または他方の空気バネのセットから過剰に空気を排出することによって、車両の動的荷重移動を過剰に補償し、第 1 の空気バネのセットと第 2 の空気バネのセットとの間にわずかな圧力差をもたらす得る。第 1 の空気バネのセットと第 2 の空気バネのセットとの間のこのわずかな圧力差により、車両 1 がコーナーから離れる際に、どちらの制御アーム 16 a、17 a も中立位置から離れて枢動するようには作動しない可能性があり、これにより、車両 1 は、本開示に記載された機構がなければ、非水平状態を維持されることになる。本開示によれば、両方の制御アーム 16 a、17 a が交差流 38 を介して中立位置にあるときに、第 1 のレベリングバルブ 16 及び第 2 のレベリングバルブ 17 が互いに連通するので、高圧力側の空気バネのセットから低圧力側の空気バネのセットに、空気が交差流ライン 38 を経由して移り、それによって平衡状態に達するときに、第 1 の空気バネのセットと第 2 の空気バネのセットとの間のわずかな圧力差が解消される。

【0042】

図 2 は、本発明の 1 つの構成によるレベリングバルブ 50 を概略的に示す。本レベリングバルブ 50 は、筐体 60 及び制御アーム 70 を含む。筐体 60 は、供給タンクに接続される供給ポート 61 と、大気に接続される排気ポート 62 と、車両の両側の一方に搭載された空気バネに接続される空気バネポート 63 と、車両の別の側の第 2 のレベリングバルブに接続される交差流ポート 64 とを含む。図 2 は、1 つの空気バネポートを有した筐体 60 を示すが、筐体 60 は、車両のそれぞれの側に配置された空気バネの複数のセットと連通する 2 つ以上の空気バネポートを含んでもよい。さらに、ポートの、互いに対する相対配置と制御アームに対する相対配置とは変更してもよく、これらの相対配置が、図 2 に示す配置に限定されることを意図していない。

【0043】

図 2 に示すように、制御アーム 70 は、筐体 60 に接続され、車両の片側に配置された空気バネの圧縮及び伸長に応答して、複数の位置の間を、筐体 60 を中心に枢動する。空気バネが圧縮されると、制御アーム 70 は、水平位置から第 1 の位置まで上向きに枢動し、これにより、筐体の供給ポート 61 と空気バネポート 63 との間に連通が確立される。その結果、空気が供給タンクからそれぞれ空気バネに供給され、それによって空気バネの空気圧を増加させる。それぞれの空気バネが伸長すると、制御アーム 70 は、水平位置から第 2 の位置まで下向きに枢動し、これにより、筐体 60 の排気ポート 62 と空気バネポート 63 との間に連通が確立される。それに伴って、空気が空気バネから排出されて大気に放出され、それによって空気バネの空気圧を低下させる。制御アーム 70 が中立位置から離れていずれかの方向に枢動するとき、空気バネポート 63 は交差流ポート 64 と連通しない。中立位置では、制御アーム 70 は、地面に平行に制御アーム 70 が延在するような水平位置に実質的に向けられている。制御アーム 70 が中立位置に設定されると、空気バネポート 63 は、供給ポート 61 にも排気ポート 62 にも連通しない。その代わりに、空

気バネポート63は、(図1A～図1Cに示すように)レベリングバルブ50が車両の反対側に配置された別のレベリングバルブと連通できるように、制御アーム70が中立位置に設定されるときには交差流ポート64と連通する。

【0044】

1つの例示的な構成によれば、レベリングバルブは、筐体の中心の内腔(図示せず)に受け入れられるディスクなどの回転部材(図示せず)を含んでもよく、この中央の内腔は筐体の各ポートに空気圧で接続される。この回転部材は、制御アームの枢動移動が回転部材の回転を誘導するように、制御アームに回転可能に接続されている。回転部材は、筐体のポートの間の連通を変更するように、複数の位置の間を回転し得る。各レベリングバルブは、応答位置で作動させたときに、空気バネに空気を送り届けるかもしくは排気するために、または中立位置で作動させたときに、排気ポート及び供給ポートへの空気流を遮断し、中立位置の交差流ポートで空気圧の連通を開始するために、サイズの異なる溝または貫通穴を有する少なくとも1つの回転部材(図示せず)を備えた対称的に動的な均等化された容積及び圧力を分配するバルブである。したがって、車両の片側のレベリングバルブが中立位置にあるが、車両の反対側のレベリングバルブが中立位置にない場合は、2つのレベリングバルブの間に空気圧の連通はない。ただし、両方のレベリングバルブが中立位置に動かされると、車両の両側の空気圧回路の間に空気圧の連通が確立される。

【0045】

どちらのレベリングバルブも車両のそれぞれの側の高さを単独で調節していないときに、交差流を確立することで、車両の両側の空気バネの間の不均衡な圧力差が減らされる。これらの圧力差に寄与する1つの要因は重力であることが分かっている。例えば、車両がうまくコーナーを曲がっていて、動的な横方向の荷重移動を受けると、レベリングバルブの1つが、圧縮された空気バネに空気を供給することによって応答し、その一方でレベリングバルブのもう1つが、伸長した空気バネから空気を排出させる。しかしながら、横方向の荷重移動に応答して空気を供給するレベリングバルブは、圧縮した空気バネに対して作用する重力に打ち勝つように、はるかに大きな力で空気を供給する傾向がある。結果として、レベリングバルブは、多くの場合、車両の反対側にある他の空気バネのセットから排出された空気の量よりも多くの空気を、そのレベリングバルブの空気バネのセットに供給する。制御アームは、車両の両側の空気バネの間に圧力差が残存しているが、水平な中立位置に戻り、その位置では各レベリングバルブの供給ポート及び排気ポートは(例えば、不感帯の位置の範囲内に)閉じられ、そのために、空気バネのセットの1つに供給された過補償空気の原因とならない。

【0046】

本発明の空気管理システムは、両方のレベリングバルブが中立モードにあるときに、少なくとも2つの独立した空気回路を連結して1つの共通空気回路を形成することによって、車両の両側の空気バネの間の圧力差を減らすという予想外の利点をもたらす。本文脈では、レベリングバルブが、空気供給タンクから空気を供給することも、大気中に空気を排気することもしないときに、レベリングバルブは「中立モード」にある。よって、本発明の空気管理システムは、レベリングバルブの少なくとも1つが中立モードにないときに、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間の連通を阻止することによって、車両の両側を別々に調節することができる。本発明の空気管理システムは、両方のレベリングバルブが中立モードにあるときにのみ、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間の交差流の連通を確立することによって、第1の空気圧回路及び第2の空気圧回路を1つの共通回路に連結することもできる。車両の両側の空気バネの間に交差流を確立すると、より大きな圧力を有する過剰に補償された空気バネが、交差流ラインを介して車両の反対側の空気バネに空気を放出できるようになり、それによって車両の両側の空気バネの間の平衡を促進する。最終的に、全てのレベリングバルブが中立モードに設定されたときに、選択的に交差流を提供する機能によって、空気管理システムは、良好なトラクションで、非常に安定した、安全で快適な乗り心地を維持することが可能になる。

【0047】

図3及び図4は、本発明の1つの構成による機械作動式バルブの別の図を示す。図3及び図4に示すレベリングバルブ300は、バルブ本体310を含む。このバルブ本体310は上部筐体320を備え、この上部筐体320は下部筐体330に取り付けられている。上部筐体320を通して延在するシャフトに、制御アーム340が取り付けられている。上部筐体320は、留め具（図示せず）によって下部筐体330に取り付けられる。この留め具は、上部筐体320及び下部筐体330の角を貫通する取り付け穴の中に受け入れられる。

【0048】

図4及び図5を参照すると、下部筐体330は、空気タンク（図示せず）に接続する供給ポート334aと、空気バネ（図示せず）から空気を排気するための排気ポート334bと、第1の空気バネのセット（図示せず）に接続する第1のポート334cと、第2の空気バネのセット（図示せず）に接続する第2のポート334dと、別のレベリングバルブ（図示せず）に接続する交差流ポート334eとを含む少なくとも5つのポート334a～334eを備える。第1のポート334c及び第2のポート334dは、下部筐体330の一方の側の第1のバネポート334cが、下部筐体330の他方の側の第2のバネポート334dと一致するように配置されている。さらに、ポート334a～334dは、下部筐体330の一方の側の供給ポート334aが、下部筐体330の反対側の排気ポート334bと一致するように配置されている。

【0049】

下部筐体330は、下部筐体330の各ポート334a～334eへの別個の空気流路（図示せず）を含んでおり、供給ポート334aから供給される空気、または排気ポート334bに排気される空気が、交差流ポート334eを通して流れる空気とは無関係に単独で存在するようにしている。図5を参照すると、下部筐体330は、複数の円形キャビティ338a～338cを画定する第1の表面336を含む。供給ポート334aは、下部筐体330中に形成された1つの空気流路によって供給キャビティ338aに連結され、排気ポート334bは、下部筐体330中に形成された第2の空気流路によって排気キャビティ338bに連結されている。交差流ポート334eは、下部筐体330中に形成された第3の空気流路によって交差流キャビティ338cに連結されている。第1のバネポート334c及び第2のバネポート334dは、下部筐体330中に形成されたりザーバキャビティ（図示せず）によって連結されてもよい。

【0050】

図4及び図6A～図6Cは、本発明の1つの構成による回転ディスク350を示す。図4を参照すると、回転ディスク350は、下部筐体と上部筐体との間に画定された中心内腔の中に受け入れられる。回転ディスク350は、棒（図示せず）を回転可能に受け入れるように構成された中央開口部352を含む。この棒は、下部筐体330から延在し、上部筐体320を通して制御アームに接続する。回転ディスク350は、下部筐体330の中心内腔の内部で棒（図示せず）の周りを回転するように構成されており、それによって中央開口部352を枢着部として画定している。回転ディスク350は、中央開口部352の周りに間隔を置いて配置された2つの長方形のスロット354を含み、ディスク表面353がこれらの間にかつ回転ディスク350の外縁に沿って画定される。ディスク表面353は、回転ディスク350の固体表面のみを含み、スロットによって画定されるいかなる空隙も含まない回転ディスク350の領域に対応する。よって、回転ディスク350のディスク表面353がそれぞれのキャビティに完全に重なると、空気流がそれぞれのキャビティを通して入ることを制限される。さらに、回転ディスク350は交差流スロット355を含む。この交差流スロット355は、長方形のスロット354のいずれよりも小さい。

【0051】

回転ディスク350の角度位置は、制御アーム340がバルブ300のバルブ本体310の周りを枢動すると変化する。図6Aに示すように、制御アーム340が水平位置に設定されるときに、回転ディスク350は中立位置に設定され、その位置では回転ディスク3

10

20

30

40

50

50のディスク表面353が、下部筐体330の供給キャビティ338a及び排気キャビティ338bの両方の上に重なる。したがって、中立位置では、回転ディスク350は、不感帯の回転範囲の範囲内に設定される。その結果として、回転ディスク350が中立位置に設定されるとき、空気バネは供給ポート334aにも排気ポート334bにも接続されない。しかしながら、交差流スロット355は交差流キャビティの上に重なり、その結果、第1のバネ及び第2のバネが交差流ポート334eと連通する。図6Bに示すように、制御アーム340の時計回りの回転の結果、回転ディスク350は、スロット354、355の配置によって供給キャビティ338aをリザーバキャビティ（図示せず）に接続させる角度位置まで回転して、空気バネが供給タンクから空気を受け取れるようにし、それによって空気バネの空気圧を増加させる。図6Cに示すように、制御アーム340の反時計回りの回転の結果、回転ディスク350は、スロット354、355の配置によって排気キャビティ338bをリザーバキャビティ（図示せず）に接続させる角度位置まで回転して、空気バネから大気中に空気が排出されるようにする。他の構成では、ある回転ディスク350の時計回りの移動のための1つの条件が、本発明による別の回転ディスク350の反時計回りの回転に対応することがある。例えば、回転アームが時計回りに回転すると、回転ディスク350は、スロット354、355の配置によって排気キャビティ338bをバネのリザーバキャビティ（図示せず）に接続させる角度位置まで回転して、空気バネが大気中に空気を排気するようにし、それによって空気バネの空気圧を低下させることができる。さらに、回転アームが反時計回りに回転すると、回転ディスクは、スロット354、355の配置によって供給キャビティ338aをバネのリザーバキャビティ（図示せず）に接続させる角度位置まで回転して、空気が供給タンクから空気バネに供給されるようにすることができる。

【0052】

図10、図11、及び図12A～図12Cは、本発明の1つの構成による下部筐体430を示す。下部筐体430は、図3及び図4に示す上部筐体320に取り付けて、レベリングバルブのバルブ本体を形成するように構成される。図3～図5に示す構成と同様に、下部筐体430は、空気タンク（図示せず）に接続する供給ポート434aと、空気バネ（図示せず）から空気を排気するための排気ポート434bと、第1の空気バネのセット（図示せず）に接続する第1のポート434cと、第2の空気バネのセット（図示せず）に接続する第2のポート434dと、別のレベリングバルブ（図示せず）に接続する交差流ポート434eとを含む少なくとも5つのポート434a～434eを備える。下部筐体430は、任意選択で、ダンプバルブ（図示せず）に接続する第6のポート434f（図12A及び12Bに示す）をさらに含むことができ、このダンプバルブは、空気管理システムの各空気バネから全ての空気を同時に排出するように構成される。

【0053】

図12A～図12Cに示すように、下部筐体430は、供給ポート434aに接続された供給流路432aと、排気ポート434bに接続された排気流路432bと、第1のポート434cに接続された第1の流路432cと、第2のポート434dに接続された第2の流路432dと、交差流ポート434eに接続された交差流流路432eと、ダンプポート434fに接続されたダンプ流路432fとを含む、各ポート434a～434fへの別個の空気流路を含む。下部筐体430は、複数の円形の止まり穴438a～438cとリザーバキャビティ439とを画定する第1の表面436を含む。止まり穴438a～438cとしては、供給流路432aによって供給ポート434aに連結された供給穴438aと、排気流路432bによって排気ポート434bに連結された排気穴438bと、交差流流路432eによって交差流ポート434eに連結された交差流穴438cとがある。さらに、下部筐体430は、上部筐体320を貫通して制御アームを受け止める棒（図示せず）を受け入れるように構成された中心孔438dを含む。第1の流路432c、第2の流路432d、及びダンプ流路432fは、合わせて相互接続され、リザーバキャビティ439から延在する。図10に示す一例では、下部筐体430は、第1の表面436から突出した隆起表面437を含んでもよく、そこで穴438a～438c及びキャ

ビティ 439 が、この隆起表面 437 に沿って画定されている。下部筐体 430 の隆起表面 437 は、上部筐体 320 の下面と係合して、その中にチャンバを画定するように構成される。

【0054】

図 13 は、本発明の構成による回転ディスク 450 を示す。図 4 及び図 6A～図 6C に示す構成と同様に、回転ディスク 450 は、中央開口部 452 と、2つの長方形のスロット 454 と、交差流スロット 455 とを含み、ディスク表面 453 がこれらの間にかつ回転ディスク 450 の外縁に沿って延在する。中央開口部 452 は、2つの長方形スロット 454 と交差流スロット 455 との間に配置される。2つの長方形スロット 454 は、回転ディスク 450 の中心軸 A-A から対称的に間隔を置いて配置されており、交差流スロット 455 は、回転ディスク 450 の中心軸 A-A の上に重なり、中央開口部 452 が、長方形スロット 454 と交差流スロット 455 との間に配置される。交差流スロット 455 の断面積は、各長方形スロット 454 の断面積に比べてかなり小さい。例えば、交差流スロット 455 の断面積は、長方形スロット 454 の断面積のせいぜい 3 分の 1、4 分の 1、5 分の 1、10 分の 1、20 分の 1、30 分の 1、40 分の 1 以下の大きさしかない。いくつかの非限定的な実施形態（例えば、図 33～図 36）では、交差流スロット 455 の幅または直径が、回転ディスク 450 の第 1 の面で第 1 の横断寸法を有し、回転ディスク 450 の第 2 の面で第 2 の横断寸法を有し、第 1 の横断寸法が第 2 の横断寸法よりも大きいように、交差流スロット 455 の幅または直径を、その深さにわたって変化させてもよい。

【0055】

回転ディスク 450 は、下部筐体 430 の隆起表面 437 上に受け止められ、中央開口部 452 は、下部筐体 430 の第 1 の表面 436 から回転バルブの上部筐体（図示せず）まで延在するシャフト（図示せず）を受け入れる。図 4 及び図 6A～図 6C に示す構成と同様に、回転ディスク 450 は、中立位置、第 1 の角度位置、及び第 2 の角度位置を含む複数の位置の間を、シャフトを中心に回転するように構成される。中立位置では、回転ディスク 450 のディスク表面 453 は、空気バネが供給ポート 434a にも排気ポート 434b にも接続されないように、下部筐体 430 の供給穴 438a 及び排気穴 438b の両方の上に重なる。したがって、回転ディスク 450 は、中立位置に設定されたときに、不感帯の回転範囲の範囲内に設定される。中立位置では、交差流スロット 455 が交差流穴 438c の上に重なり、その結果、第 1 のバネ及び第 2 のバネが交差流ポート 434e と連通する。

【0056】

回転ディスク 450 が中立位置から離れて時計回り方向に第 1 の角度位置まで回転されると、長方形スロット 454 が供給穴 438a をリザーバキャビティ 439 に接続して、空気バネが供給タンクから空気を受け取れるようにし、それによって空気バネの空気圧を増加させる。回転ディスク 450 が第 1 の角度位置に設定されると、交差流スロット 455 は交差流穴 438c から離れるように回転され、不感帯 453 が交差流穴 438c の上に重なるようになる。回転ディスク 450 が中立位置から離れて反時計回り方向に第 2 の角度位置まで回転されると、長方形スロット 454 が排気穴 438b をリザーバキャビティ 439 に接続して、空気バネから空気が排出されるようにする。回転ディスク 450 が第 2 の角度位置に設定されると、交差流スロット 455 は交差流穴 438c から離れるように回転され、不感帯 453 が交差流穴 438c の上に重なるようになる。

【0057】

交差流スロット 455 の寸法形状により、回転ディスク 450 は、不感帯 453 が交差流穴 438c の上に完全に重なるために、中立位置から時計回りまたは反時計回りのいずれかの方向に、約 1°～2° だけわずかに回転される必要がある。したがって、この回転ディスクは、第 1 の空気圧回路と第 2 の空気圧回路との間の交差流を可能にすることから、交差流が生じることなく車両の片側への空気流を単独で制御することへと急速に移行することができる。長方形スロット 454 は、回転ディスクが中立位置から時計回りまたは反

時計回りのいずれかの方向に約 1° ～ 2° だけ回転している間に、下部筐体430の供給穴438a及び排気穴438bのどちらとも連通していない。回転ディスクの回転速度が所定の閾値速度を超えると、回転ディスク450は、移行中に空気が交差流穴438c及び交差流ポート434eを通して流れることなく、第1の角度位置から第2の角度位置まで回転し得る。したがって、車両が、引き続いて起こる動的な荷重移動を受けると、回転ディスクは、移行中に第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間で交差流を生じさせることなく、空気バネへの空気の供給と空気バネからの空気の排出との間を切り替えることができる。

【0058】

図14A及び図14Bは、本発明で使用する1つの構成による第1のポペット460を示す。第1のポペット460は、第1の端部464から第2の端部466まで延在する円筒形本体462を含む。第1のポペット460は、第1の端部464に沿って画定される第1の開口部463aから、第2の端部466に沿って画定される第2の開口部463bまで本体462を貫通する流路463を含む。第1の開口部463aの大きさは、第2の開口部463bの大きさと等しい。第1のポペット460は、下部筐体430の供給穴438a及び排気穴438bの両方に配置され、そこで第1の端部464が、下部筐体430の第1の表面436から突出し、回転ディスク450と係合して、供給穴438a及び排気穴438bと長方形スロット454との間に気密封止をもたらす。いくつかの他の構成（図示せず）では、流路463の直径または幅がその全長にわたって変化するように、第1の開口部463aの大きさが、第2の開口部463bの大きさと異なってもよい。一例では、第1の開口部463aが第1の直径を有し得、第2の開口部463bが第2の直径を有し得、第2の直径が第1の直径よりも小さい。

【0059】

図15A及び図15Bは、本発明の1つの構成による第2のポペット470を示す。第1のポペット460と同様に、第2のポペット470は、第1の端部474から第2の端部476まで延在する円筒形本体472を含む。第1のポペット470は、第1の端部474に沿って画定される第1の開口部473aから、第2の端部476に沿って画定される第2の開口部473bまで本体472を貫通する流路473を含む。第1のポペット460と異なり、第2のポペット470の第1の開口部473aの大きさは、第2の開口部473bの大きさよりも小さい。第2のポペット470の第1の開口部473aの大きさ及び形状は、回転ディスク450の交差流スロット455の大きさ及び形状に対応する。第2のポペット470は、下部筐体の交差流穴438cに配置され、そこで第1の端部474が、下部筐体430の第1の表面436から突出し、回転ディスク450と係合して、回転ディスク450の交差流スロット455と交差流穴438cとの間に気密封止をもたらす。

【0060】

非限定的な一実施形態では、下部筐体430は、第1の表面436に沿って配置された第4の止まり穴（図示せず）を備えてもよい。これにより、第4の止まり穴が交差流穴438cと整列し、リザーバキャビティ439が、第4の止まり穴と交差流穴438cとの間に配置される。いくつかの実施形態では、第4の止まり穴は、中心孔438dに関して供給穴438a及び排気穴438bから90度離れ、かつ中心孔438dに関して交差流穴438cから180度離れている。第4の止まり穴は、供給流路432a、排気流路432b、第1の流路432c、第2の流路432d、交差流流路432e、及びダンプ流路432fのいずれとも空気圧で連通していない。いくつかの実施形態では、第4の止まり穴内に第3のポペット（図示せず）を配置してもよい。いくつかの実施形態では、第3のポペットは、交差流穴438c内に受け入れられた第1のポペット460と同じ構成を備え、第3のポペットが、下部筐体430の第1の表面436の上に突出するように構成された第1の端部を有するようにしてもよい。第3のポペットは、回転ディスク450が下部筐体430の第1の表面436上に受け止められたときに、回転ディスク450に係合するように構成され、回転ディスク450の底面が4つのポペットに係合するようにする

10

20

30

40

50

。つまり、一对の第1のポペット460が供給穴438a内及び排気穴438b内に受け入れられ、第2のポペット470が交差流穴内に受け入れられ、第3のポペットが第4の止まり穴内に受け入れられる。中心孔438dに関して90度ずつずれた4つのポペットに係合させることにより、回転ディスク450は水平位置に維持される。

【0061】

図43は、本発明による例示的な実施形態におけるレベリングバルブの下部筐体の様々なポートでの制御アームの角度と空気圧との間の関係を示す。図43に示すように、x軸は機械的動作の時間を秒単位で反映し（すなわち、実線で表される）、y軸は、制御アームの度単位での角度と、制御アームの変化に应答した様々なバルブポートの圧力毎平方インチゲージ圧（PSIG）単位での空気圧との両方を示す（点線または破線によって表される）。図43を参照すると、車両が動的に道路状況の変化に遭遇するとき、つまり、制御アームが、最初にx軸で示されている中立位置から離れて枢動するとき、作用ポート（すなわち、空気バネに接続されたバネポート）の空気圧は指数関数的に増加し、一方、供給ポートの空気圧はわずかに減る。したがって、レベリングバルブは、制御アームが中立位置から離れて供給位置へと枢動するとき、空気バネに空気圧を供給する際に、急速に应答するように構成されている。次に、図43のx軸上で約14秒に示されるように、制御アームが最初に中立位置に向かって枢動して戻るとき、バネポートレベルの空気圧は一定のレベルに維持される。図43のx軸上で約28秒に示されるように、レベリングアームが中立位置に戻ると、交差流ポートの空気圧は約90PSIGに急上昇し、バネポートの空気圧はわずかに低下する。結果的に、接続されている空気バネの圧力がわずかに低下し、車両の両側に配置された空気バネが等しくなる。次に、車両が運転を続け、異なる路面状況の変化に遭遇するとき、つまり、図43のx軸上で約29秒から始まり、制御アームが中立位置から反対の方向に離れて枢動するとき、排気ポートの空気圧は増加し、バネポートの空気圧は、制御アームが中立位置に設定されたときの空気圧の減少と比較して、より速い速度で指数関数的に減少する。そのため、接続されている空気バネの空気圧は、制御アームが排気位置に切り替わることに应答して、大幅に低下する。したがって、図43は、本発明によるレベリングバルブが3つの独特の段階に従って動作することを示している。すなわち、(i) 供給モード、(ii) 排気モード、及び(iii) 交差流モードである。さらに、図43は、レベリングバルブが一度に3つのモードのうちの1つだけで動作し得るように、別々の段階の間にブリードオーバーがないことを示している。

【0062】

様々な実施形態によれば、図44は、1つ以上の空気供給タンク32、33と、車両の第1の側に配置された第1の空気圧回路と、車両の第2の側に配置された第2の空気圧回路とを備える空気管理システム100の空気圧を調節する方法900を示す。図44に示すように、本方法900は、第1の空気圧回路の空気圧を第1のレベリングバルブ16によって単独で調節するステップ910を含む。様々な実施形態では、第1の空気圧回路の空気圧を単独で調節することは、1つ以上の空気供給タンク32、33から第1の空気圧回路に空気を供給するか、または第1の空気圧回路から大気へ空気を排出することを含む。図44に示すように、方法900は、第2の空気圧回路の空気圧を第2のレベリングバルブ17によって単独で調節するステップ920を含む。様々な実施形態では、第2の空気圧回路の空気圧を単独で調節することは、1つ以上の空気供給タンク32、33から第2の空気圧回路に空気を供給するか、または第2の空気圧回路から大気へ空気を排出することを含む。図44に示すように、方法900は、第1のレベリングバルブ16及び第2のレベリングバルブ17の両方が中立モードに設定されるときのみ、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立するステップ930を含む。様々な実施形態では、中立モードにあるレベリングバルブは、1つ以上の空気供給タンクから空気を供給することも、大気中に空気を排出することもしない。

【0063】

本空気管理システムは、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間の連通を制御する機械作動式または電子作動式のレベリングバルブを含み得る。1つの例示的な構成では、こ

の空気管理システムは、各空気バネに配置されたレベリングバルブを含んでもよく、各レベリングバルブは、マニホールドと、マニホールドのチャンバ内に配置されたプランジャとを含む。プランジャは、マニホールドのチャンバ内で、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間の交差流を確立するための第1の位置と、車両のそれぞれの側の高さを単独で調節するための第2の位置とを少なくとも含む、1つ以上の位置の間を移動するように構成されている。空気流を作動させる制御アームを有するのではなく、マニホールドは、空気流がそれぞれの空気バネから供給されるかまたは排出されるように、1つ以上の位置の間でプランジャを移動させる電子式アクチュエータを含んでもよい。1つの例示的な構成では、空気管理システムは、空気管理システムの各空気バネに接続された個々のポートを含む中央マニホールドを有してもよい。

【0064】

1つの例示的な構成では、レベリングバルブは、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間の交差流が、第1の空気バネのセットと第2の空気バネのセットとの間の空気圧を選択的に均等化できるようにしながら、車両の各側への空気を別々に調節できるようにする1つ以上の電磁バルブで構成され得る。さらに、空気管理システムは、電子作動式レベリングバルブの動作を制御するために、レベリングバルブと電氣的に接続（例えば、無線通信または有線通信）するコントローラを含んでもよい。さらに、空気管理システムは、空気ラインに設けられて、圧力変化及び圧力不均衡を検知し、そのようなデータをレベリングバルブまたは1つ以上のレベリングバルブ自体と電氣的に接続（例えば、無線通信または有線通信）しているコントローラに伝達する空気圧センサを備えてもよい。さらに、空気管理システムは、高さ制御のためのライドハイトセンサ、ポートの1つ以上における流量センサ、及び電子システムとの通信、例えば、車両1のエレクトロニクススタビリティプログラム（ESP）、ダイナミックスタビリティコントロール（DSC）、車両安定制御（VSC）、自動トラクションコントロール（ATC）、及び／または車両のロール安定性制御システムを含むが、これらに限定されない、任意の電子安定性制御（ESC）との通信に基づく入力を含んでもよい。空気管理システムの作動を、車両のESP、DSC、ATC、またはVSCにも連結されているコントローラに連結すると、ブレーキ及びステアリングの制御を空気管理システムの動作と同期させることによって、車両の全体的な安全性が向上する。

【0065】

様々な構成において、空気管理システムのコントローラは、レベリングバルブ、センサ、及びその他の車両電子システム（例えば、ESC、ESP、DSC、VSC、ATCなど）と電氣的に接続する。様々な実施形態では、コントローラは、センサから送られる空気バネの高さや圧力の測定値などの測定値信号を受け取り得る。コントローラは、測定値信号及びデータ信号に基づいて、空気管理システムの各空気バネの現在の状態と車両の動的動作状態とを計算するように構成されている。1つの構成では、コントローラは、受け取った測定値信号及びデータ信号に基づいて、空気管理システムの空気バネ間の圧力差または高さ差を計算するように構成される。コントローラは、空気バネ間の圧力差または高さ差が所定の閾値より大きいと、アクティブモードでバルブを作動させ、圧力差または高さ差が所定の閾値より小さいと、中立モードでバルブを作動させるように構成されている。したがって、車両のそれぞれの側の間にかなりの高低差がある場合、コントローラは、車両をより速い速度で水平状態に導くために、それぞれの空気圧回路の空気バネの高さを単独で調節するコマンドをレベリングバルブに送るように構成される。様々な実施形態において、コントローラは、任意の車両速度のアクティブモードで動作させるように、レベリングバルブにコマンドを送ることができる。車両のそれぞれの側の間に、ロール状態を誘発しないわずかな高さ差があるだけの場合、コントローラは、中立モードに設定されるようにレベリングバルブにコマンドを送り、空気バネ間に交差流を確立することによって、空気バネ間の圧力差を減らすように構成される。様々な実施形態において、コントローラは、時速0マイルまたは時速0キロメートルを実質的に超える速度を含む、任意の車両速度の中立モードで動作させるために、コマンドをレベリングバルブに送る。

【0066】

図7～図9は、一連の空気ラインを備える空気管理システムを示し、それぞれの空気バネと制御バルブとの間に延在する全ての空気ラインの長さは、等しい長さ及び内径を有する。図7は、第1の空気圧回路と、第2の空気圧回路と、少なくとも2つのレベリングバルブ300aとを備える空気管理システム200aを示す。各空気圧回路は、1つ以上の空気バネ205aと、空気供給タンク210aと、レベリングバルブ300aと供給タンク210aとの間に延在する供給ライン220aと、1つ以上の空気バネ205aをレベリングバルブ300aに接続する一揃いのバネライン230aとを含む。さらに、空気管理システム200aは、各供給ライン220aに接続された圧力保護バルブ240a（全ての空気管理システムに必要ではない）を含む。空気管理システム200aのいくつかの構成では、バネライン230aは等しい長さ及び直径を有し得、供給ライン220aは等しい長さ及び直径を有し得る。各レベリングバルブ300aは、制御アーム305によって機械的に作動され、第1の空気圧回路または第2の空気圧回路の一方への空気流を単独で調節するように構成される。レベリングバルブ300aは、全てのレベリングバルブが中立モードに設定されたときに、交差流ライン250aによって互いに連結されて、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間に流体連通を確立する。したがって、レベリングバルブ300aは、空気が空気タンクから空気バネに供給されることも、空気が空気バネから大気に排出されることもないときに、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間に交差流をもたらすように構成されている。

【0067】

図8は、第1の空気圧回路と、第2の空気圧回路と、少なくとも2つのレベリングバルブ300bとを備える空気管理システム200bを示す。各空気圧回路は、1つ以上の空気バネ205bと、空気供給タンク210bと、レベリングバルブ300bと供給タンク210bとの間に延在する供給ライン220bと、1つ以上の空気バネ205bをレベリングバルブ300bに接続する一揃いのバネライン230bとを含む。空気管理システム200bのいくつかの構成では、バネライン230bは等しい長さ及び直径を有し得、供給ライン220bは等しい長さ及び直径を有し得る。さらに、空気管理システム200bは、各供給ライン220bに接続された圧力保護バルブ240bを含む。図8に示すように、レベリングバルブ300bは、交差流ライン250bによって互いに接続された電子作動式レベリングバルブである。電子作動式レベリングバルブは、空気が空気タンクから空気バネに供給されることも、空気が空気バネから大気に排出されることもないとき、すなわち、中立モードにおいて、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間に交差流をもたらすように構成されている。

【0068】

図9は、第1の空気圧回路と、第2の空気圧回路と、少なくとも2つのレベリングバルブ300cとを備える空気管理システム200cを示す。空気管理システム200cは、1つ以上の空気バネ205cと、各レベリングバルブ300cにそれぞれの供給ライン220cによって接続された供給空気タンク210cとを備え、圧力保護バルブ240cが供給ライン220cに組み込まれている。各レベリングバルブ300cは、一揃いのバネライン230cによって、1つ以上の空気バネ205cと接続されている。空気管理システム200cのいくつかの構成では、バネライン230cは等しい長さ及び直径を有し得、供給ライン220cは等しい長さ及び直径を有し得る。レベリングバルブ300cは、交差流ライン250cによって互いに接続されている。図9に示すように、レベリングバルブ300cは、電子作動式レベリングバルブであり、制御ユニット260と電氣的に接続している。この電氣的接続は、有線接続または無線接続によって確立され得る。電子作動式レベリングバルブは、空気が空気タンクから空気バネに供給されることも、空気が空気バネから大気に排出されることもないとき、すなわち、中立モードにおいて、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間に交差流をもたらすように構成されている。

【0069】

図16～図18は、空気流の制御を電子制御ユニットと同期させる空気管理システムを示

す。図16は、第1の空気圧回路510aと、第2の空気圧回路520aと、少なくとも2つのレベリングバルブ600aとを備える空気管理システム500aを示す。各空気圧回路510a、520aは、1つ以上の空気バネ530aを含む。各レベリングバルブ600aは、第1の空気圧回路または第2の空気圧回路の一方への空気流を単独で調節するように構成される。レベリングバルブ600aは、全てのレベリングバルブ600aが中立モードに設定されたときに、交差流ライン550aによって互いに連結されて、第1の空気圧回路510aと第2の空気圧回路520aとの間に流体連通を確立する。各レベリングバルブ600aは、制御アーム610によって機械的に作動され、制御アームの位置を検出するためにレベリングバルブ600aの筐体内に配置された制御アームセンサ（図示せず）を含む。一例では、制御アームセンサはポテンシオメータであってもよい。制御アームセンサは、制御ユニット650aと電氣的に接続し、これは車両のESP、DSC、またはVSCに統合され得る。この電氣的接続は、有線接続または無線接続によって確立され得る。制御アームセンサは、制御アームの位置を検出し、制御アームの位置を制御アーム位置入力として制御ユニット650aに送るよう構成される。制御ユニット650aは、制御アーム位置入力に基づいて、車両の各側の車高を判定するよう構成される。

【0070】

図17は、空気供給タンク505bと、供給タンク505bに接続された第1の空気圧回路510bと、供給タンク505bに接続された第2の空気圧回路520bと、少なくとも2つのレベリングバルブ600bとを備える空気管理システム500bを示し、各レベリングバルブは、第1の空気圧回路510bまたは第2の空気圧回路520bの一方への空気流を単独で制御するよう構成される。空気管理システム500bの他の構成では、空気管理システムは、2つ以上の空気供給タンク505bを有してもよい。各空気圧回路510b、520bは、1つ以上の空気バネ530bを含む。各レベリングバルブ600bは、中立位置、供給位置、及び排気位置を含む複数の位置の間を移動するよう構成されたバルブ要素（図示せず）を含む。一例では、バルブ要素はポペット、プランジャなどであってもよい。バルブ要素が中立位置に設定されたとき、ポートは、空気タンクから空気バネに空気を供給することも、空気バネから大気に空気を排出することもしない。各レベリングバルブ600bは、電子式アクチュエータ620によって電子的に作動される。一例では、電子式アクチュエータ620は、ソレノイド、モータなどであってもよい。図17に示すように、レベリングバルブ600bは、全てのバルブ要素が中立位置に設定されたときに、交差流ライン550bによって互いに接続されて、第1の空気圧回路510bと第2の空気圧回路520bとの間に流体連通を確立する。さらに、空気管理システムは、車両の各側に配置されて、車両の高さ位置、それぞれの空気バネの空気圧、または車両安定性に関するその他の情報を検出する少なくとも1つのレベリングセンサ630を含む複数のレベリングセンサ630を含む。レベルセンサ630は、制御ユニット650bと電氣的に接続している。この電氣的接続は、有線接続または無線接続によって確立され得る。各レベリングセンサ630は、測定値を車両レベリング入力として制御ユニット650bに送るよう構成される。制御ユニット650bは、車両レベリング入力に基づいて、車両の各側の車高を判定するよう構成される。さらに、制御ユニット650bは、各レベリングバルブ600bの電子式アクチュエータ620を制御して、バルブ要素の所望の位置への移動を引き起こし、それによって、第1の空気圧回路及び第2の空気圧回路への空気流を制御するよう構成される。

【0071】

1つの構成では、制御ユニット650bは、第1の空気圧回路510b及び第2の空気圧回路520bの空気バネ間の圧力差または高さ差が、所定の閾値内にある場合、レベリングバルブ600bを作動させて、交差流を確立するよう構成される。制御ユニット650bは、第1の空気圧回路510b及び第2の空気圧回路520bの空気バネ間の圧力差または高さ差が、所定の閾値よりも大きい場合、バルブ600bをアクティブモードで作動させて、その関連する空気圧回路の空気圧を単独で調節するよう構成される。制御ユニット650bは、センサ630から受け取った測定値信号に基づいて、空気バネ530b

10

20

30

40

50

の圧力差または高さ差を判定してもよい。

【0072】

図18は、空気供給タンク505cと、第1の空気圧回路510cと、第2の空気圧回路520cと、特定の実施形態では、車両の中心に、または車両の中心の近くに配置されるマニホールド600cとを備える空気管理システムを示す。空気管理システム500cの他の構成では、空気管理システムは、2つ以上の空気供給タンク505cを有してもよい。マニホールド600cは、1つ以上の供給ライン506cによって供給タンク505cに接続されている。各空気圧回路510c、520cは、1つ以上の空気バネ530cを含む。マニホールド600cは、バネライン535cによって各空気バネ530cに接続される少なくとも1つのポート640を含む複数のポート640を含む。マニホールド600cは、各ポート640に配置されて、ポートを通る空気の流れを制御するバルブ要素（図示せず）を含む。一例では、バルブ要素はポペット、プランジャなどであってもよい。バルブ要素は、中立位置、供給位置、及び排気位置を含む複数の位置の間を移動するように構成されている。バルブ要素が中立位置に設定されたとき、ポートは、空気タンクから空気バネに空気を供給することも、空気バネから大気に空気を排出することもしない。さらに、マニホールド600cは、全てのバルブ要素が中立位置に設定されたときに、第1の空気圧回路510cと第2の空気圧回路520cとの間に流体連通を確立するための交差流流路（図示せず）を含む。さらに、マニホールド600cは、各ポートに配置されて、バルブ要素の移動を引き起こす電子式アクチュエータ（図示せず）を含む。一例では、電子式アクチュエータは、ソレノイド、モータなどであってもよい。さらに、空気管理システム500cは、車両の各側に配置されて、車両の高さ位置、それぞれの空気バネの空気圧、または車両安定性に関するその他の情報を検出する少なくとも1つのレベリングセンサ630を含む複数のレベリングセンサ630を含む。レベルセンサ630は、制御ユニット650cと電気的に接続している。この電気的接続は、有線接続または無線接続によって確立され得る。各レベリングセンサ630は、測定値を車両レベリング入力として制御ユニット650cに送るように構成される。制御ユニット650cは、車両レベリング入力に基づいて、車両の各側の車高を判定するように構成される。さらに、制御ユニット650cは、各ポート640の電子式アクチュエータを制御して、バルブ要素の所望の位置への移動を引き起こし、それによって、第1の空気圧回路510c及び第2の空気圧回路520cへの空気流を制御するように構成される。

【0073】

1つの構成では、制御ユニット650cは、第1の空気圧回路510c及び第2の空気圧回路520cの空気バネ間の圧力差または高さ差が、所定の閾値内にある場合、マニホールド600cを作動させて、交差流を確立するように構成される。制御ユニット650cは、第1の空気圧回路510c及び第2の空気圧回路520cの空気バネ間の圧力差または高さ差が、所定の閾値よりも大きい場合、マニホールド600cをアクティブモードで作動させて、その関連する空気圧回路の空気圧を単独で調節するように構成される。制御ユニット650cは、センサ630から受け取った測定値信号に基づいて、空気バネ530bの圧力差または高さ差を判定してもよい。

【0074】

図19及び図20は、空気流の制御を各空気バネに連結された制御ユニットと同期させる空気管理システムを示す。図19は、空気源702aと、供給空気タンク704aと、車両の第1の側に配置された第1の空気圧回路710aと、車両の第2の側に配置された第2の空気圧回路720aとを備える空気管理システム700aを示す。各空気圧回路710a、720aは、1つ以上の空気バネ730aを含む。各空気バネ730aは、空気バネ730aのチャンバの内部に配置された制御ユニット740aを備える。制御ユニット740aは、空気バネ730aの上板732aに取り付けられた筐体780aを備える。制御ユニット740aは、空気バネ730の内部に配置されることにより、外部環境に曝されず、それによって破片または悪天候により引き起こされる損傷から保護される。制御ユニット740aは、空気バネ730bの高さを、制御ユニット740aによって監視さ

れる1つ以上の動作条件に基づいて決定された所望の高さに調節するように構成されている。制御ユニット740aは、その関連する空気バネ730aの所望の高さを決定する際に、空気管理システム700aの他の空気バネ730aの状態を計算に入れてもよいが、制御ユニット740aは、空気管理システム700aの他の制御ユニット740aとは独立して、その関連する空気バネ730aの高さを調節する。図19に示すように、交差流ライン760aは、第1の空気圧回路710a中の空気バネ730aの制御ユニット740aを、第2の空気圧回路720a中の空気バネ730aの制御ユニット740aに接続する。各制御ユニット740aは、空気が空気源702aから空気バネ730aに供給されることも、空気が空気バネ730aから大気に排出されることもないとき、すなわち、中立モードにおいて、第1の空気圧回路710a及び第2の空気圧回路720aの2つの空気バネ730aの間に交差流をもたらすように構成されている。

10

【0075】

図19及び図22を参照すると、制御ユニット740aは、筐体780aの第1の表面に沿って配置された流入ポート741aと、筐体780aの第1の表面に沿って配置された流出ポート742aと、筐体780aの第1の表面に沿って配置された交差流ポート743aと、筐体780aの第2の表面に沿って配置された配送ポート744aとを備える。制御ユニット740aは、バルブチャンバ745aと、配送ポート744a、流入ポート741a、流出ポート742a、及び交差流ポート743aをバルブチャンバ745aに接続する複数の流路751a〜754aとを備える。流入ポート741aは、上板732a上に配置された継手736aに接続し、それによって、空気供給タンク704aと制御ユニット740aとの間に空気圧の連通を確立するように構成されている。流出ポート742aは、上板732a上に配置された排気ポート738aに接続し、それによって、大気と制御ユニット740aとの間に空気圧の連通を確立するように構成されている。交差流ポート743aは、交差流ライン760aに接続し、それによって、第1の空気バネ730aの制御ユニット740aと第2の空気バネ730aの制御ユニット740aとの間の空気圧の連通を確立するように構成されている。配送ポート744aは、空気バネ730aのチャンバに空気が供給され、または空気バネ730aのチャンバから空気が放出されるように、バルブチャンバ745aと空気バネ730aのチャンバとの間の空気圧の連通を確立する構成となっている。

20

【0076】

図22に示すように、制御ユニット740aは、空気バネ730aのチャンバへの空気の供給と、空気バネ730aのチャンバからの空気の排気とを選択的に制御するために、バルブチャンバ745a内に配置されたバルブ746aを備える。バルブ746aは、空気が空気バネ730aのチャンバから外へ放出される第1のモードと、空気が空気バネ730aのチャンバ内に供給される第2のモードと、空気バネ730aのチャンバが交差流ライン760aに空気圧で接続される中立モードとを含む複数のモードの間を切り替えるように構成されている。第1のモードでは、バルブ746aは、流入ポート741aと配送ポート744aとの間に空気圧の連通を確立する。第2のモードでは、バルブ746aは、流出ポート742aと配送ポート744aとの間に空気圧の連通を確立する。バルブ746aが第1のモードまたは第2のモードに設定されるときに、バルブ746aは、空気管理システム700aの他の空気バネ730aと空気圧で連通しないように、その関連する空気バネ730aの高さを単独で調節している（すなわち、アクティブモード）。中立モードでは、バルブ746aは、交差流ポート743aと配送ポート744aとの間に空気圧の連通を確立し、その関連する空気バネ730aと車両の反対側に配置された第2の空気バネ730aとの間に交差流をもたらす。

30

40

【0077】

バルブ746aは、複数の流速で空気バネ730aのチャンバを出入りする空気の流れを選択的に制御するために、二方弁、三方弁、または可変位置バルブなど、いずれかの好適な形態または配置をとり得る。一例（図示せず）では、バルブ746aは、バルブチャンバ内に配置された回転部材と、この回転部材に動作可能に連結された電子式アクチュエー

50

タとを備える。1つの構成では、電子式アクチュエータはステッピングモータである。上記の回転部材は、流入ポートと配送ポートとの間に空気圧の連通を確立する第1の位置、流出ポートと配送ポートとの間に空気圧の連通を確立する第2の位置、及び配送ポートと交差流ポートとの間に空気圧の連通を確立する第3の位置を含む複数の位置の間を回転するように構成される。電子式アクチュエータ（例えば、ステッピングモータ）は、電源からエネルギーを受け取り、複数の位置の間で回転部材の移動を作動するように構成される。いくつかの構成では、回転部材は、第1の位置、第2の位置、及び第3の位置で、複数の流路の上に選択的に重なるように構成される複数の穴を有したディスクであり、ステッピングモータは、ディスクに回転可能に結合されるシャフトを含む。いくつかの構成では、ステッピングモータは、回転部材の複数の位置への移動を作動させ、その結果、チャンバからの空気の供給または排出の体積流量が、回転部材のそれぞれの位置で変化し得るように構成される。したがって、ステッピングモータは、回転部材の第1の位置への移動を作動させることができ、この位置では、第1の速度で、空気バネ730aのチャンバから空気の供給または排出が行われ、ステッピングモータは、回転部材の第2の位置への移動を作動させることができ、この位置では、第1の速度よりも大きいまたは小さい第2の速度で、空気バネ730aのチャンバから空気の供給または排出が行われる。

【0078】

別の例（図示せず）では、バルブ746aは、バルブチャンバ745aに受け入れられたプランジャと、このプランジャに動作可能に接続されたソレノイドとを備えてもよい。上記のプランジャは、流入ポートと配送ポートとの間に空気圧の連通を確立する第1の位置、流出ポートと配送ポートとの間に空気圧の連通を確立する第2の位置、及び配送ポートと交差流ポートとの間に空気圧の連通を確立する第3の位置を含む複数の位置の間を、バルブチャンバ745aの内部で摺動するように構成される。ソレノイドは、電源からエネルギーを受け取り、複数の位置の間でプランジャの移動を作動するように構成される。いくつかの構成では、ソレノイドは、プランジャの複数の位置への移動を作動させ、その結果、チャンバからの空気の供給または排出の体積流量が、プランジャのそれぞれの位置で変化し得るように構成される。

【0079】

図26A及び図26Bに示す別の例では、バルブ746aは、円筒形状のマニホルド780と、マニホルド780内に入れ子式に受け入れられたスロットル要素790とを含み得、スロットル要素790がマニホルド780の内面と摺動係合するようにする。1つの構成では、マニホルド780は、マニホルド780の表面に沿って配置された複数の開口部781～783を含む。複数の開口部781～783には、マニホルド780の第1の端部の近くに配置された第1の開口部781と、マニホルド780の第2の端部の近くに配置された第2の開口部782と、第1の開口部781と第2の開口部782との間に配置された第3の開口部783とが含まれる。第1の開口部781は、制御ユニット740aの流入ポート741aと配送ポート744aとの間に空気圧の連通を提供するように構成される。第2の開口部782は、空気バネのチャンバと制御ユニット740aの流出ポート742aとの間に空気圧の連通を提供するように構成される。第3の開口部783は、交差流ポート743aと空気バネのチャンバとの間に空気圧の連通を提供するように構成される。

【0080】

1つの構成では、スロットル要素790は、電気信号を受け取り、電気信号を受け取ることに応答して、マニホルド780の長手方向軸に沿って摺動するように構成される。スロットル要素790は、マニホルド780の長手方向軸に沿って摺動することによって、第1の開口部、第2の開口部、及び第3の開口部781～783の露出を制御するように構成され、その結果、バルブ746aが、関連する空気バネ730aに対して選択的に、空気を供給し、空気を除去し、または交差流を確立するように構成される。さらに、スロットル要素790の変位により、制御ユニット740aを通る空気流の速度が制御される。さらに、空気バネ730aの空気圧が変化しないままであるように、空気バネ730aを

10

20

30

40

50

空気管理システム 700 の他の全ての構成要素から隔離する位置に、スロットル要素 790 を設定してもよい。

【0081】

別の構成（図示せず）では、スロットル要素は、電気信号を受け取ることに応答して、マニホルドの長手方向軸を中心に回転するように構成されている。マニホルドは、マニホルドの長手方向軸を中心に回転することによって、第1の開口部、第2の開口部、及び第3の開口部の露出を制御するように構成され、その結果、バルブ 746a が、空気バネのチャンバから空気を選択的に供給しまたは除去するように構成される。バルブ 746a としては、マニホルドの長手方向軸に沿ったスロットル要素の移動を引き起こすように構成される電子式アクチュエータが含まれ得る。

10

【0082】

別の構成（図示せず）では、マニホルドは、マニホルドの表面に沿って配置された複数の開口部を含む。この複数の開口部には、マニホルドの第1の端部の近くに配置された第1の開口部と、マニホルドの第2の端部の近くに配置された第2の開口部と、第1の開口部と第2の開口部との間に配置され、第1の開口部及び第2の開口部に対してマニホルドの反対側に配置された第3の開口部と、第1の開口部と第2の開口部との間に配置された第4の開口部とが含まれる。第1の開口部は、流入ポート 741a と直接に空気圧で連通している。第2の開口部は、流出ポート 742a と直接に空気圧で連通している。第3の開口部は、配送ポート 744a と直接に空気圧で連通している。第4の開口部は、交差流ポート 743a と直接に空気圧で連通している。1つの構成では、スロットル要素は、電気信号を受け取り、電気信号を受け取ることに応答して、マニホルドの長手方向軸に沿って摺動するように構成される。スロットル要素は、マニホルドの長手方向軸に沿って摺動することによって、第1の開口部、第2の開口部、第3の開口部、及び第4の開口部の露出を制御するように構成され、その結果、バルブ 746a が、関連する空気バネ 730a に対して選択的に、空気を供給し、空気を除去し、または交差流を確立するように構成される。さらに、スロットル要素の変位により、制御ユニット 740a を通る空気流の速度が制御される。さらに、空気バネの空気圧が変化しないままであるように、空気バネを空気管理システム 700 の他の全ての構成要素から隔離する位置に、スロットル要素を設定してもよい。

20

【0083】

別の構成（図示せず）では、スロットル要素は、電気信号を受け取ることに応答して、マニホルドの長手方向軸を中心に回転するように構成されている。マニホルドは、マニホルドの長手方向軸を中心に回転することによって、第1の開口部、第2の開口部、及び第3の開口部の露出を制御するように構成され、その結果、バルブ 746a が、空気バネのチャンバから空気を選択的に供給しまたは除去するように構成される。バルブ 746a としては、マニホルドの長手方向軸に沿ったスロットル要素の移動を引き起こすように構成される電子式アクチュエータが含まれ得る。

30

【0084】

制御ユニット 740a は、1つ以上のセンサ 748a、通信インタフェース 749a、及び1つ以上のセンサ 748a 及び通信インタフェース 749a に動作可能なように連結された処理モジュール 750a を備える。いくつかの構成では、制御ユニット 740a は、制御ユニット 740a の筐体 780a と一体化されるか、または制御ユニット 740a の筐体 780a に外付けの、再充電可能な電池及び／またはスーパーキャパシタなどの、1つ以上のセンサ、通信インタフェース、及び処理モジュールに動作電力を供給するための電源（図示せず）を備え得る。この電源は、再充電電流を受け取るために、車両の電源に動作可能なように連結されてもよい。他の構成（図示せず）では、制御ユニット 740a の筐体は、バルブチャンバ、バルブ、及び処理モジュールが上板の上に取り付けられ、空気バネのチャンバの外側に配置されるように、上板の上に延在させてもよい。

40

【0085】

1つ以上のセンサ 748a は、車両または空気管理システムの構成要素のいずれかの状態

50

を検知するための何らかの好適な構成またはデバイスであり得る。一例では、1つ以上のセンサ748aとしては、空気バネ730aの上板732aと底板734aとの間の軸方向距離を継続的に監視するように構成される高さセンサが含まれる。高さセンサは、上板732aと底板734aとの間の軸方向距離など、空気バネ730aに関連する高さまたは距離を示す信号を生成するように構成される。1つの構成では、高さセンサは超音波センサであってもよく、センサが超音波を送出し、底板734aから反射された波を検出し、検出した波に基づいて上板と底板との間の軸方向の離隔距離を判定する。別の構成では、高さセンサは赤外線センサであってもよく、センサが送信機によって赤外光を送信し、反射した赤外光を受信機によって受信し、反射して受信機に帰る赤外線放射の量に基づいて、上板と底板との間の軸方向の離隔距離を判定する。高さセンサは、ポテンショメータ、線形位置トランスデューサ、レーザセンサ、または電磁波センサなど、空気バネ730aの高さを監視するための何らかの好適な種類または構成のものであってもよい。別の例では、1つ以上の上記のセンサとしては、空気バネ730aの内部空気圧を継続的に監視し、空気バネ730aの内部空気圧を示す信号を生成するように構成された圧力センサが含まれ得る。1つの構成では、圧力センサは圧力トランスデューサである。

【0086】

通信インタフェース749aは、処理モジュール750aへ、処理モジュール750aから、及び処理モジュール750aと空気管理システム700a及び／またはその他の車両動作システムの他の空気バネ730aの制御ユニット740aとの間で、アナログ信号またはデジタル信号を中継するためのいずれかの好適なデバイスまたは構成要素であり得る。図19に示す説明した構成では、空気バネ730aは、制御ユニット740aを、空気管理システム700aの他の空気バネ730aの制御ユニット740aと、CAN、RSC、ESC、ABS、PTC、AEB、衝突回避システムなどの他の車両動作システムとに接続する複数のリード線735aを含む。通信インタフェース749aは、接続したリード線735aから受け取られるいずれかの信号を受け取り、それらの信号を処理モジュール750aに中継するように構成される。通信インタフェース749aは、処理モジュール750aによって生成されるいずれかの信号を受け取り、接続したリード線を介して、空気管理システム700の他の空気バネ730aの制御ユニット740a、及び他の車両動作システムに、それらの信号を送るように構成される。そのため、各空気バネ730aの制御ユニット740aは、空気管理システム700の他の空気バネ730aの制御ユニット740aと電氣的に接続することができ、したがって、制御ユニットは、他のシステム構成要素を介して信号を中継することなく、データまたはコマンドを、他の空気バネ730aの制御ユニット740aに直接送り、他の空気バネ730aの制御ユニット740aから直接受け取ることができる。

【0087】

制御ユニット740aの処理モジュール750aは、1つ以上のセンサ748a及び通信インタフェース749aから入力信号を受け取り、受け取った入力信号に基づいて、空気バネ730aの高さを所望の高さに調節するためのコマンドを出力する何らかの好適なデバイスまたは構成要素であってもよい。処理モジュール750aは、1つ以上のプロセッサ、中央処理装置、特定用途向け集積回路、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ、マイクロコントローラ、またはマイクロコンピュータを備え得る。さらに、処理モジュール750aは、制御ユニット740aの動作のための制御方策及び数学的定式化を具体化する必要な全てのソフトウェアを格納するために、読出し専用メモリなどのメモリを備えてもよい。処理モジュール750aは、処理モジュール750aが制御ユニット740aの動作を制御できるようにするクロック信号を生成するための発振器回路及びクロック回路を備えてもよい。処理モジュール750aは、バルブに動作可能なように連結された駆動回路などの駆動モジュールを備えてもよく、処理モジュールがバルブを選択的に作動できるようにする。処理モジュール750aは、パルス幅変調またはヒットアンドホールド作動などによる何らかの好適な方法でバルブを作動させるように、駆動モジュールに信号を送ることができる。例えば、処理モジュール750aは、駆動モジュールからバル

ブの電子式アクチュエータに送られる電子信号を変調することによって、バルブの回転を変更することができる。処理モジュール750aは、1つ以上のセンサによって生成された信号を受け取るためのセンサインタフェースを備えてもよい。処理モジュール750aは、センサインタフェースに連結されたアナログデジタル変換器を備えてもよく、1つ以上のセンサから受け取ったアナログ信号をデジタル信号に変換できるようにする。次に、デジタル信号は、処理モジュール750aによって処理されて、バネの高さや内部空気圧といった空気バネ730aの1つ以上の状態が判定される。したがって、処理モジュール750aは、空気バネ730aの所望の空気圧を計算するのに必要な全ての入力を受け取り、空気バネ730aの空気圧を変更するのに必要な空気流量を判定し、空気の供給または排気に関するコマンドを制御ユニット740aのバルブ746aへ伝えるように構成される。

10

【0088】

制御ユニット740aは、閉ループ制御システムとして動作して、車両の監視された動作状態に基づき、その関連する空気バネ730aの高さを所望の高さに調節する。動作中に、処理モジュール750aは、空気バネ730aの高さ及び内部空気圧を判定するために、高さセンサや圧力センサなどの1つ以上のセンサ748aから入力を受け取る。処理モジュール750aは、空気管理システム700aの他の空気バネ730aの制御ユニット740aに、空気バネ730aのバネの高さ及び内部空気圧を示す信号を送るように通信インタフェース749aに命令する。代わりに、通信インタフェース749aは、他の空気バネ730aの制御ユニット740aからデータ信号を受け取り、それらのデータ信号を処理モジュール750aへの入力として中継してもよい。次に、処理モジュール750aは、1つ以上のセンサ748aからの入力と空気管理システム700の他の空気バネ730aから受け取ったデータ信号とに基づいて、その関連する空気バネ730aの所望の空気圧を判定する。処理モジュール750aは、その関連する空気バネ730aの所望の空気圧を判定する際に、空気管理システム700aの全ての空気バネ730aの間の空気圧の差を計算に入れることができ、処理モジュール750aが車両のピッチレート及びロールレートを判定できるようにする。処理モジュール750aは、車両のロールレート及びピッチレートに基づいて、その関連する空気バネ730aの内部空気圧を調節するのに必要な流量を判定する。1つの構成では、計算された流量は、空気バネ730aの高さが負荷または変位（すなわち、高さ差速度）に応答して、どれだけ速く変化しているかに基づいている。処理モジュール750aは、空気管理システム700aの空気バネ730aの高さ差速度及び内圧、ならびに空気バネ730aの高さの差に基づいて、空気バネ730aを調節して、車両に最適な安定性と快適さを提供するのに必要な所望の空気圧及び流量を判定するように構成される。処理モジュール750aは、所望の空気圧及び流量を判定した後に、その関連する空気バネ730aから排気される空気、またはその空気バネ730aに供給される空気の流量を制御するように構成される。各制御ユニット740aは、他の空気バネ730aのバネの高さに少なくとも部分的に基づいて、その関連する空気バネ730aの所望の空気圧を判定することができ、一方各制御ユニット740aは、空気管理システムの他の制御ユニット740aとは単独で作用する。よって、空気管理システムの各空気バネ730aの空気圧は異なる速度で調節され得、これが最終的に、より速い速度で、車両を安定した姿勢に向かわせる。

20

30

40

【0089】

1つの構成では、各制御ユニット740aは、空気が供給タンク704aから空気バネ730aに供給されることも、空気が空気バネ730aから大気に排出されることもないときに、第1の空気圧回路710aと第2の空気圧回路720aとの間に交差流をもたらすように構成されている。動作中は、処理モジュール750aが、その関連する空気バネ730aの高さまたは空気圧を単独で調節する必要がないと判定するたびに、処理モジュール750aは、バルブ746aを作動させてその中立状態に切り替え、配送ポート744aと交差流ポート743aとの間に空気圧の連通を確立する。処理モジュール750aは、その関連するセンサ748aからのセンサ入力信号と他の空気バネ730aの制御ユニ

50

ット740aからのデータ信号とに基づいて、バルブ746aをその中立モードに作動させることを判定してもよい。1つの構成では、処理モジュール750aは、アクティブモードと中立モードとの間でバルブを作動させることを判定する際に、その関連する空気バネ730aのバネ高さと、第2の空気バネ730aの第2のバネ高さとの差を計算に入れるように構成される。1つの構成では、処理モジュール750aは、アクティブモードと中立モードとの間でバルブ746aを作動させることを判定する際に、その関連する空気バネ730aの空気圧と、第2の空気バネ730aの第2の空気圧との差を計算に入れるように構成される。各制御ユニット740aが、その関連バルブ746aをその中立モードに作動させると、次いで交差流ライン760aを介して、第1の空気圧回路710aの空気バネ730aと第2の空気圧回路720aの空気バネ730aとの間に、空気圧の連通が確立される。それに伴って、車両の両側に配置された空気バネ730aの間の圧力差が解消され、車両の乗り心地が安定化される。様々な実施形態では、制御ユニット740は、時速ゼロマイルまたは時速ゼロキロメートルを実質的に超える速度を含む、あらゆる速度で車両が走行しているときに、第1の空気圧回路と第2の空気圧回路との間に交差流を提供し、その結果、車両の両側に配置された空気バネ730aの間の圧力差が、車両の運転中にいつでも解消されるように構成される。

【0090】

1つの構成では、処理モジュール750aは、1つ以上のセンサ748aからの空気バネ730aの高さや圧力などの測定値の測定値信号と、通信インタフェース749aからのデータ信号とを受け取るように構成される。データ信号には、空気管理システム700の他の空気バネ730aの制御ユニット740aからの測定値信号が含まれ得る。処理モジュール750aは、測定値信号及びデータ信号に基づいて、その関連する空気バネ730aの現在の状態と、空気管理システム700の他の空気バネ730aの現在の状態と、車両の動的動作状態とを計算するように構成されている。処理モジュール750aは、空気バネ730aの計算された現在の状態と車両の動的動作状態とに基づいて、アクティブモードと中立モードとの間でバルブ746aを作動させることを判定するように構成される。1つの構成では、処理モジュール750aは、受け取った測定値信号及びデータ信号に基づいて、空気管理システム400の空気バネ730a間の圧力差または高さ差を計算するように構成される。処理モジュール750aは、空気バネ730a間の圧力差または高さ差が所定の閾値より大きいと、アクティブモードでバルブ746aを作動させ、圧力差または高さ差が所定の閾値より小さいと、中立モードでバルブを作動させるように構成されている。したがって、車両のそれぞれの側の間にかなりの高低差がある場合、制御ユニット740aは、車両をより速い速度で水平状態に導くために、その空気バネの高さを単独で調節するように構成される。制御ユニット740aは、あらゆる車両速度において、バルブ746aをアクティブモードで作動させることができる。他方では、車両のそれぞれの側の間に、ロール状態を誘発しないわずかな高さ差があるだけの場合、制御ユニット740aは、空気バネ間に交差流を確立することによって、空気バネ間の圧力差を減らすように構成される。制御ユニット740aは、あらゆる車両速度において、バルブを中立モードで作動させることができる。

【0091】

空気バネの現在の状態には、空気バネの現在の高さ、空気バネの現在の内圧、空気バネの高さ差速度、及び／または空気バネの内圧差速度が含まれ得る。車両の動的動作状態には、車両ピッチレート及び車両ロールレートが含まれ得る。車両ピッチは、車両の前後の相対的な変位であり、車両の重心を通過する左右軸の周りの回転によって表され得る。それに対応して、車両ピッチレートとは、車両の左右軸の周りの車両の角運動速度をいい、この軸は車両の一方の側から反対側に延在する。車両ロールは、車両の2つの側面の間の相対的な変位であり、車両の重心を通過する前後軸の周りの回転によって表され得る。それに対応して、車両ロールレートとは、車両の前後軸、すなわち車両の後方から前方に延在する軸に対する車両本体の角運動速度をいう。

【0092】

図20は、供給空気タンク704bと、車両の第1の側に配置された第1の空気圧回路710bと、車両の第2の側に配置された第2の空気圧回路720bとを備える空気管理システム700bを示す。各空気圧回路710b、720bは、1つ以上の空気バネ730bを含む。各空気バネ730bは、空気バネ730bのチャンバの内部に配置された制御ユニット740bを備える。さらに、空気管理システム700bは、空気バネ730bに動作可能なように連結されたシステムコントローラ770を備える。システムコントローラ770により、空気管理システム700bが、空気管理システム700bの各空気バネ730bに選択的に空気を供給し、またはこの各空気バネ730bから空気を排出できるようにする。図20に示すように、交差流ライン760bは、第1の空気圧回路710b中の空気バネ730bの制御ユニット740bを、第2の空気圧回路720b中の空気バネ730bの制御ユニット740bに接続する。システムコントローラ770は、空気が供給タンク704bから空気バネ730bに供給されることも、空気が空気バネ730bから大気に排出されることもないとき、すなわち、中立モードにおいて、第1の空気圧回路710b及び第2の空気圧回路720bの2つの空気バネ730bの間に交差流をもたらすように、各制御ユニット740bに命令する構成となっている。

【0093】

図23に示すように、システムコントローラ770は、1つ以上のプロセッサ、中央処理装置、特定用途向け集積回路、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ、マイクロコントローラ、またはマイクロコンピュータで構成され得る処理モジュール772を備える。システムコントローラ770は、システムコントローラの動作のための制御方策及び数学的定式化を具体化する必要な全てのソフトウェアを格納するために、読み出し専用メモリやランダムアクセスメモリといったメモリ774を備える。システムコントローラ770は、処理モジュール772へ、処理モジュール772から、及び処理モジュール772と空気管理システム700b及び／またはその他の車両動作システムの他の空気バネ730bの制御ユニットとの間で、信号を中継するための通信インタフェース776を備える。システムコントローラ770は、システムコントローラの様々な構成要素を処理モジュール772に結合するバス778を備えている。したがって、システムコントローラ770は、空気管理システム700bの空気バネ730bごとに所望の空気圧を計算するのに必要な全ての入力を受け取り、空気管理システム700bの各空気バネ730bの空気圧を変更するのに必要な空気流量を判定し、空気の供給または排気に関するコマンドを空気管理システム700bの各空気バネ730bの制御ユニット740bへ伝えるように構成される。

【0094】

図22に示す制御ユニット740aと同様に、図24に示す制御ユニット740bは、筐体780bの第1の表面に沿って配置された流入ポート741bと、筐体780bの第1の表面に沿って配置された流出ポート742bと、筐体780bの第1の表面に沿って配置された交差流ポート743bと、筐体780bの第2の表面に沿って配置された配送ポート744bと、バルブチャンバ745bに配置されたバルブ746bと、1つ以上のセンサ748bと、通信インタフェース749bと、1つ以上のセンサ748b及び通信インタフェース749bに動作可能なように連結された処理モジュール750bとを備える。制御ユニット740bは、通信インタフェース749bがシステムコントローラ770と無線で通信するように構成されたアンテナ（図示せず）を備えている点で、図22に示す制御ユニット740aとは異なる。

【0095】

システムコントローラ770及び制御ユニット740bは、閉ループ制御システムとして動作するように互いに連結されて、車両の監視された動作条件に基づき、各空気バネ730bの高さを所望の高さに調節する。動作中に、各制御ユニット740bは、その関連する空気バネ730bのバネの高さ及び内部空気圧を示す信号をシステムコントローラ770に送る。それと引き換えに、システムコントローラ770は、各空気バネ730bから空気を排出し、各空気バネ730bに空気を供給するために、制御ユニット740bから

受け取った信号に基づいて、所望の空気圧及び所望の体積流量を判定する。システムコントローラ 770 は、各空気バネ 730 b の所望の空気圧を判定する際に、空気管理システム 700 b の全ての空気バネ 730 b の間の空気圧の差、及びバネ高さの差を計算に入れることができる。各空気バネ 730 b の所望の空気圧及び流量を判定した後に、システムコントローラ 770 は、空気管理システム 700 b の各空気バネ 730 b の制御ユニットにコマンドを送る。このコマンドは、各制御ユニット 740 b のバルブ 746 b を、アクティブモードと中立モードとの間で作動させることを含む。

【0096】

1つの構成では、システムコントローラ 770 は、空気が供給タンク 704 b から空気バネ 730 b に供給されることも、空気が空気バネ 730 b から大気に排出されることもないときに、第1の空気圧回路 710 b と第2の空気圧回路 720 b との間に交差流をもたらすように構成されている。動作中は、システムコントローラ 770 が、空気バネ 730 b の高さを単独で調節する必要がないと判定するたびに、システムコントローラ 770 は、指令信号を制御ユニット 740 b に送って、そのそれぞれのバルブ 746 b を中立モードに作動させる。システムコントローラ 770 は、制御ユニット 740 b から受け取った高さ測定値信号に基づいて、各制御ユニット 740 b にその中立モードに切り替わるように命令することを判定してもよい。各制御ユニット 740 b が、その関連バルブ 746 b をその中立モードに作動させると、次いで交差流ライン 760 b を介して、第1の空気圧回路 710 b の空気バネ 730 b と第2の空気圧回路 720 b の空気バネ 730 b との間に、空気圧の連通が確立される。それに伴って、車両の両側に配置された空気バネ 730 b の間の圧力差が解消され、車両の乗り心地が安定化される。

【0097】

図 21 A は、供給空気タンク 804 と、車両の第1の側に配置された第1の空気圧回路 810 と、車両の第2の側に配置された第2の空気圧回路 820 とを備える空気管理システム 800 を示す。各空気圧回路 810、820 は、1つ以上の空気バネ 830 を含む。さらに、空気管理システム 800 は、システムコントローラ 840 と、システムコントローラ 840 に動作可能なように連結された複数のバルブ 850 とを備える。図 21 A を参照すると、バルブ 850 の1つは第1の空気圧回路 810 に配置され、バルブ 850 のもう1つは第2の空気圧回路 820 に配置されている。システムコントローラ 840 により、空気管理システム 800 が、複数のバルブ 850 を作動させることによって、空気管理システム 800 の各空気バネ 830 に選択的に空気を供給し、またはこの各空気バネ 830 から空気を排出できるようにする。

【0098】

図 21 A に示すように、交差流ライン 860 が、第1の空気圧回路 810 の1つのバルブ 850 を第2の空気圧回路 820 のバルブ 850 に接続し、それによって、第1の空気圧回路及び第2の空気圧回路 810、820 の空気バネ 830 の間に空気圧の接続を確立する。各バルブ 850 は、空気が空気バネ 830 から外へ放出される第1のモードと、空気がバネ 830 内に供給される第2のモードと、空気バネ 830 が交差流ライン 860 に空気圧で接続される中立モードとを含む複数の状態の間を切り替えるように構成されている。システムコントローラ 840 は、空気が供給タンク 804 から空気バネ 830 に供給されることも、空気が空気バネ 830 から大気に排出されることもないとき、各バルブ 850 に中立モードに切り替えるように命令して、第1の空気圧回路 810 及び第2の空気圧回路 820 の2つの空気バネ 830 の間に交差流をもたらすように構成されている。

【0099】

図 21 A を参照すると、高さセンサ 870 は、各空気バネ 830 の上板 832 に配置され、その関連する空気バネ 830 の高さを継続的に監視するように構成される。高さセンサ 870 は、前述の例のような、空気バネの軸に関する高さを監視するための何らかの好適なデバイスであり得る。各高さセンサ 870 は、システムコントローラ 840 に配線され、各高さセンサ 870 が、その関連する空気バネ 830 の高さを示す信号をシステムコントローラ 840 に送ることができるようにする。他の構成では、空気管理システム 800

は、各空気バネ 830 の上板 832 に配置される空気圧センサを含んでもよい。この空気圧センサは、その関連する空気バネ 830 の空気圧を監視し、その関連する空気バネの空気圧を示す信号を生成するように構成される。

【0100】

図 23 に示すシステムコントローラと同様に、図 25 に示すシステムコントローラ 840 は、空気管理システム 800 の空気バネ 830 ごとに所望の空気圧及び流量を判定するための処理モジュール 842 と、処理モジュール 842 と空気バネ 830 の高さセンサとに対する信号の中継のための通信インタフェース 846 と、システムコントローラ 840 の動作のための制御方策及び数学的定式化を具体化する必要な全てのソフトウェアを格納するためのメモリ 844 と、通信インタフェース 846 及びメモリ 84 を処理モジュール 842 に接続するバス 848 とを含む。さらに、システムコントローラ 840 は、処理モジュール 842 を各バルブ 850 に動作可能なように連結する駆動回路などの駆動モジュール 845 を備え、システムコントローラ 840 がバルブ 850 を選択的に作動させることができるようにする。システムコントローラ 840 の処理モジュール 842 は、パルス幅変調またはヒットアンドホールド作動などによる何らかの好適な方法でバルブ 850 を作動させるように、駆動モジュール 845 に信号を送ることができる。したがって、システムコントローラ 840 は、空気管理システム 800 の空気バネごとに所望の空気圧を計算するのに必要な全ての入力を受け取り、空気管理システム 800 の各空気バネ 830 の空気圧を変更するのに必要な空気流量を判定し、バルブ 850 の少なくとも 1 つを作動させて、空気管理システム 800 のバネ 830 の少なくとも 1 つの空気圧及び高さを調節するように構成される。

【0101】

1 つの構成では、システムコントローラ 840 は、空気が供給タンク 804 から空気バネ 830 に供給されることも、空気が空気バネ 830 から大気に排出されることもないときに、第 1 の空気圧回路 810 と第 2 の空気圧回路 820 との間に交差流をもたらすように構成されている。動作中は、システムコントローラ 840 が、空気バネ 830 に対する空気の排出または追加が必要ではないと判定するたびに、システムコントローラ 840 は、各バルブ 850 をその中立モードに作動させる。システムコントローラ 840 は、空気バネ 830 間の圧力差が所定の許容範囲内にある場合に、バルブ 850 を中立モードに作動させることを判定してもよい。システムコントローラ 840 は、空気バネ 830 の圧力センサから受け取った信号に基づいて、空気バネ 830 間の圧力差を計算してもよい。システムコントローラ 840 は、高さセンサ 870 から受け取った高さ測定値信号に基づいて、バルブ 850 をその中立モードに作動させることを判定してもよい。システムコントローラ 840 は、バルブをアクティブモード（すなわち、第 1 のモードまたは第 2 のモード）または中立モードに作動させるかどうかを判定する際に、空気バネ 830 間の高低差を計算に入れてもよい。各バルブ 850 が、その中立モードに作動されると、次いで交差流ライン 860 を介して、第 1 の空気圧回路 810 の空気バネ 830 と第 2 の空気圧回路 820 の空気バネ 830 との間に、空気圧の連通が確立される。それに伴って、車両の両側に配置された空気バネ 830 の間の圧力差が解消され、車両の乗り心地が安定化される。

【0102】

図 21B は、本発明の一構成による空気管理システム 800 ' を示す。空気管理システム 800 ' は、システムコントローラ 840 ' が、空気管理システム 800 ' の各空気バネ 830 に空気圧で接続される単一のバルブ 850 ' を備えることを除いて、図 21A の空気管理システム 800 と同様のものである。そのため、システムコントローラ 840 ' は、ただ 1 つのバルブ 850 ' を使用することによって、空気バネ 830 から空気を選択的に供給または排出することができる。1 つの構成では、システムコントローラ 840 ' は、センサから受け取った測定値信号に基づいて、空気バネ 830 の空気圧の間の差を計算するように構成される。システムコントローラ 840 ' が、空気バネ 830 の空気圧の間の差が所定の許容範囲内にあると判定する場合、システムコントローラ 840 ' は、バルブ 850 ' を作動させて、各空気バネ 830 の空気圧を同じ空気圧に設定する。

【0103】

図19～図21Bに示す空気管理システムの各構成では、制御ユニットまたはシステムコントローラは、空気が空気管理システムの各空気バネから同時に放出されるようなダンプサイクルを実行するように構成されてもよい。図19～図21Bに示す各空気管理システムでは、空気管理システムは、制御ユニットまたはシステムコントローラに動作可能なように連結され、全ての空気バネから空気が放出されるようにダンプサイクルを実行するためのコマンドを、システムコントローラまたは制御ユニットに送るように構成されたユーザインタフェースユニットを含んでもよい。ユーザインタフェースユニットは、車両のダッシュボードに配置されるか、スマートフォンまたはハンドヘルドコンピュータなどのディスプレイデバイスにダウンロードされるアプリケーションとして構成され得る。

10

【0104】

本明細書で説明する空気管理システムの全ての構成は、スポーツ用車両、乗用車、レース車両、ピックアップトラック、ダンプトラック、貨物搬送器、ボートや、牛、馬、重機、トラクタ、農業用具（例えば、粒剤散布器、肥料噴霧器及びその他の種類の噴霧器、給餌用散布器）のためのトレーラを含むあらゆる種類のトレーラ、液体運搬車両、バッフル付き及びバッフルの無い液体タンカ、機械装置、牽引用装置、鉄道車両、軌陸車、路面電車、ならびにエアバッグなどを備えた他のあらゆる種類のシャーシを含むがこれに限定されない、任意の種類の車両、トレーラ、または牽引車に組み込むことができる。

【0105】

本明細書に記載される空気管理システムは、タイヤがローテーションされていない場合でも、摩耗を低減し、均一な摩耗をもたらすという両方の点から、タイヤの寿命を大幅に延長することが分かっている。例示的な一実施形態では、本明細書に記載の空気管理システムを装備していないトラックに搭載された場合、平均寿命が100,000kmであるトラックタイヤは、本明細書に記載の空気管理システムを装備した同一のトラックに搭載された場合、摩耗が大幅に減少することが観察されている。特定の実施形態では、平均トラックタイヤ寿命は、少なくとも20%、場合によっては最大で30%、40%、50%、またはそれ以上に延長される。したがって、本開示の発明のさらなる驚くべき利点として、予想外でありかつ重要な経済的、時間的（タイヤのローテーション、変更、再生、及び交換にかかる時間の無駄の削減）、及び環境的節約が実現される。

20

【0106】

本明細書で説明する空気管理システムは、高速で走行する車両、特にトラックトレーラに対するウインドシアの危険な影響を大幅に減らすことが分かっている。ウインドシアは、高速道路でトレーラを運搬するトラックを不安定にし、そのようなトレーラを横転させて、壊滅的な被害と人命の損失、貨物及び複数車両の破壊をもたらしてきた。例示的な一実施形態では、本明細書に記載の空気管理システムを備えたトレーラ及びレクリエーション車両は、高速道路でのウインドシアの勢いに対して著しく安定し、かつ抵抗力を有することができる。したがって、本開示の発明のさらなる驚くべき利点として、予期せぬ有意な安全性及び快適性の利点の実現される。

30

【0107】

本明細書で説明する空気管理システムは、運転者、乗客、及び家畜、馬などを含む生きた貨物に対するロードノイズ、振動、及び不快感を大幅に低減することが分かっている。例示的な一実施形態では、ロードノイズ、振動、及び不快感が大幅に低減され、以前は不快感のために1日当たりわずか数百マイルしか大型車両を運転することができなかった運転者が、痛み、苦しみ、不快感、及び疲労の低減によって大幅に長距離を運転することができるようになり、これは非常に顕著に改善された乗り心地及び安定性から達成されることが観察された。したがって、本開示の発明のさらなる驚くべき利点として、予期せぬ有意な快適性の利点の実現される。

40

【0108】

本明細書に記載の空気管理システムは、制動時に車両のノーズダイブを大幅に減少させるか、さらには無くすことさえもできることが分かっている。このようなノーズダイブは、

50

危険な状態を作り出し、運転者及び乗客にとって非常に不快であり、多くの車両構成要素に大きなストレスを与える。このようなノーズダイブを減らし、多くの場合は排除することによって、本開示の発明のさらなる驚くべき利点として、予期せぬ重大な安全性及び快適性の利点の実現される。

【0109】

本明細書に記載の空気管理システムは、トラクションを大幅に増加させ、滑りやすい状態であっても取り扱いを改善させることが分かっている。例示的な一実施形態では、凹凸のある地形及び／または滑りやすい地形を走行するために（本明細書に記載されている空気管理システムが装備されていない場合）四輪駆動モードの使用を必要とするトラックは、トラクションを失って動けなくなることなく、二輪駆動モードで同じ地形を走行できることが観察された。したがって、本開示の発明のさらなる驚くべき利点として、予期せぬ有意な安全性及び有用性の利点の実現される。

10

【0110】

本明細書に記載される空気管理システムは、ブレーキ性能を向上させることができる。電子安定システム、例えば、エレクトロニクススタビリティプログラム（ESP）、ダイナミックスタビリティコントロール（DSC）、車両安定制御（VSC）、自動トラクションコントロール（ATC）を含むがこれに限定されないいずれかの電子安定性制御（ESC）を装備した車両では、本明細書に記載される空気管理システムは、車両が水平で安定した位置に維持され、それによってそのような電子システムの作動を回避するので、ブレーキをかけるそのような電子システムの発生率を低下させ、ブレーキ性能及びブレーキ寿命を向上させ得ることが分かっている。

20

【0111】

本文脈においては、「単独で調節する」という語句は、レベリングバルブがある空気圧回路内の空気バネの空気圧を調節している状態であって、レベリングバルブが別の空気圧回路のいずれの構成要素とも空気圧で連通していない状態をいう。

【0112】

本明細書で使用するとき、「実質的に」及び「実質的な」という用語は、かなりの程度または範囲を指す。例えば、事象、状況、特性、または性質と組み合わせて使用する場合、これらの用語は、事象、状況、特性、または性質が正確に発生する事例と、本明細書に記載される例の典型的な許容差レベルまたは変動性の説明など、事象、状況、特性、または性質が極めて近似的に発生する事例とを指す場合がある。

30

【0113】

本明細書で使用するとき、数値に関連して使用される場合の「約」という用語は、記載された値の5%以内の任意の値を含むものと解釈されるべきである。さらに、値の範囲についての、「約」及び「およそ」の用語の記載は、記載された範囲の上限及び下限の両方を含むものと解釈されるべきである。

【0114】

本明細書で使用される場合、「取り付けられた」、「接続された」、または「固定された」という用語は、互いに接触するかまたは接触せずに固定される2つの要素を含むものと解釈され得る。

40

【0115】

本開示は、コイルバネまたは板バネのサスペンションシステムを含むがこれらに限定されない、空気バネなしで製造される車両を改造するための方法、キット、及びシステムを含む。空気タンク、コンプレッサ、車両の左右両側のそれぞれに設けられる対称的に動的に均等化された体積と圧力とを分配する空気圧バルブ、この対称的に動的に均等化された体積と圧力とを分配する各空気圧バルブに接続される少なくとも1つの空気バネ、及び本明細書に記載し図示するように、空気管理システムの構成要素を接続する複数の空気ホースを備えたキットを提供することにより、このような車両に後付け部品として、対称的に動的に均等化された体積と圧力とを分配する空気管理システムを設置することができる。本開示のいくつかの構成では、複数の空気ホースは、等しい長さ及び直径を有し得る。

50

【0116】

添付の特許請求の範囲では、「含む (including)」という用語は、それぞれの用語「含む (comprising)」の平易な英語の同等語として使用される。用語「含む (including)」及び「含む (comprising)」は、本明細書では、記載された要素だけでなく、任意の追加の要素をさらに含む、非制限であることを意図している。さらに、添付の請求項では、用語「第1の」、「第2の」、「第3の」などは単に符号として使用され、それらの対象に数値要件を課すことを意図していない。さらに、添付の請求項の限定は、ミーンズプラスファンクション形式で記述されておらず、米国特許法第112条(f)に基づいて解釈されることを意図したものではない。ただし、請求項の限定が明示的に「手段」という語句を使用し、その後にさらなる構造のない機能の提示が続く場合は、この限りでない。

10

【0117】

本発明の様々な実施形態は、以下の条項のうちの1つ以上を含む。

1. 車両用の空気管理システムであって、前記車両の第1の側の高さを単独で調節するように構成された第1のレベリングバルブを有する第1の空気圧回路と、前記車両の第2の側の高さを単独で調節するように構成された第2のレベリングバルブを有する第2の空気圧回路と、前記第1のレベリングバルブを前記第2のレベリングバルブに接続する交差流ラインとを備え、前記第1のレベリングバルブが前記車両の前記第1の側の高さを単独で調節しておらず、かつ前記第2のレベリングバルブが前記車両の前記第2の側の高さを単独で調節していないときに、前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブが、前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立するように構成されている、前記空気管理システム。

20

【0118】

2. 前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブが、それぞれ、筐体本体と、前記筐体本体を貫通するシャフトに枢動可能に接続された制御アームとを含み、前記制御アームが中立位置から1つ以上の応答位置に枢動するように構成されている、条項1に記載の空気管理システム。

【0119】

3. 前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブの両方の前記制御アームが中立位置に設定されたときに、前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブが、前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立するように構成されており、前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブの一方の前記制御アームが1つ以上の前記応答位置に設定されたときに、前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブが、前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間の空気圧の連通を阻止するように構成されている、条項1または条項2に記載の空気管理システム。

30

【0120】

4. 前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブが、それぞれ、前記制御アームの前記位置を検出するように構成された制御アームセンサを含む、条項1～3のいずれかに記載の空気管理システム。

40

【0121】

5. 前記各制御アームセンサと電氣的に接続する制御ユニットをさらに備え、前記各制御アームセンサが、前記制御アームの前記位置を制御アーム位置入力として前記制御ユニットに送るよう構成されており、前記制御ユニットが、前記制御アーム位置入力に基づいて、前記車両の前記第1の側及び前記第2の側で車軸に対する車高を判定するように構成されている、条項1～4のいずれかに記載の空気管理システム。

【0122】

6. 前記第1の空気圧回路が、前記車両の第1の側に配置された第1の空気バネのセットと、第1の供給タンクと、前記第1の空気バネのセットを前記第1のレベリングバルブに空気圧で接続する第1の複数の空気ラインと、前記第1のレベリングバルブを前記第1の

50

供給タンクに空気圧で接続する第１の供給ラインとを備え、前記第２の空気圧回路が、前記車両の第２の側に配置された第２の空気バネのセットと、第２の供給タンクと、前記第２の空気バネのセットを前記第２のレベリングバルブに空気圧で接続する第２の複数の空気ラインと、前記第２のレベリングバルブを前記第２の供給タンクに空気圧で接続する第２の供給ラインとを備える、条項１～５のいずれかに記載の空気管理システム。

【０１２３】

７．前記第１の複数の空気ライン及び前記第２の複数の空気ラインが、実質的に同じ直径及び長さであり、前記第１の供給ライン及び前記第２の供給ラインが、実質的に同じ直径及び長さである、条項１～６のいずれかに記載の空気管理システム。

【０１２４】

８．前記第１のレベリングバルブ及び前記第２のレベリングバルブが、それぞれ、筐体本体と、前記筐体本体の中で回転して、前記第１の空気圧回路と前記第２の空気圧回路との間の連通を変えるように構成された回転ディスクとを備える回転バルブである、条項１～７のいずれかに記載の空気管理システム。

【０１２５】

９．前記第１のレベリングバルブ及び前記第２のレベリングバルブが、それぞれ、マニホルド筐体と、前記マニホルド筐体の内腔の中に配置されたバルブ要素と、電子式アクチュエータとを含み、前記バルブ要素が、前記マニホルド筐体の前記内腔内で、少なくとも前記第１の空気圧回路と前記第２の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立する中立位置と、空気供給タンクからそれぞれの空気圧回路に空気を供給する供給位置と、それぞれの前記空気圧回路から大気中に空気を排出する排気位置とを含む１つ以上の位置に移動するように構成されており、前記電子式アクチュエータが、１つ以上の前記位置の間の前記バルブ要素の移動を引き起こすように構成されている、条項１～８のいずれかに記載の空気管理システム。

【０１２６】

１０．前記バルブ要素が、プランジャ、回転ディスク、及びポペットからなる群から選択される、条項１～９のいずれかに記載の空気管理システム。

【０１２７】

１１．前記電子式アクチュエータが、ソレノイド、サーボモータ、及びステッピングモータからなる群から選択される、条項１～１０のいずれかに記載の空気管理システム。

【０１２８】

１２．前記各レベリングバルブの前記電子式アクチュエータと電氣的に接続する制御モジュールをさらに備え、前記制御モジュールが、前記中立位置、前記供給位置、及び前記排気位置の間で前記バルブ要素の移動を引き起こすコマンドを前記各電子式アクチュエータに送るように構成されている、条項１～１１のいずれかに記載の空気管理システム。

【０１２９】

１３．１つ以上のレベリングセンサをさらに備え、前記各レベリングセンサが、前記車両の位置に沿って車軸に対する車高を検出し、検出した前記車高を車両レベリング入力として前記制御モジュールに送るように構成されており、前記制御モジュールが、前記車両レベリング入力に基づいて、前記車両の前記第１の側及び前記第２の側で前記車軸に対する車高を判定するように構成されている、条項１～１２のいずれかに記載の空気管理システム。

【０１３０】

１４．前記第１の空気圧回路が１つ以上の空気バネを備え、前記第２の空気圧回路が１つ以上の空気バネを備えており、前記第１のレベリングバルブ及び前記第２のレベリングバルブが、それぞれ、それぞれの空気バネのチャンバ内に配置された電子作動式バルブである、条項１～１３のいずれかに記載の空気管理システム。

【０１３１】

１５．前記第１のレベリングバルブ及び前記第２のレベリングバルブが、それぞれ、円筒形マニホルドと、前記マニホルド内に配置され、前記マニホルドの内面と摺動係合するバ

10

20

30

40

50

ルブ部材と、前記バルブ部材に動作可能なように連結された電子式アクチュエータとを含み、前記マニホールドが、前記マニホールドの側面に沿って配置された複数の開口部を有し、前記電子式アクチュエータが、前記マニホールドの長手方向軸に沿って摺動するように前記バルブ部材を作動させて、複数の前記開口部の露出を制御して、それぞれの前記レベリングバルブが、選択的に、(i) 空気をそれぞれの空気圧回路に供給すること、(ii) 空気をそれぞれの空気圧回路から排出すること、または(iii) 前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間に交差流を確立することを行うように構成されるようにした、条項1～14のいずれかに記載の空気管理システム。

【0132】

16. 下部筐体に取り付けられてバルブ本体を形成する上部筐体であって、前記バルブ本体が、前記上部筐体と前記下部筐体との間に延在するチャンバを画定する、前記上部筐体と、前記チャンバと連通する複数のポートを備えた前記下部筐体であって、複数の前記ポートには、供給ポート、排気ポート、1つ以上のバネポート、及び交差流ポートが含まれる、前記下部筐体と、前記上部筐体の上面を貫通するシャフトに取り付けられた第1の端部を有する制御アームであって、前記制御アームが、車両サスペンションの伸長または圧縮に応答して、前記バルブ本体を中心に回転するように構成されている、前記制御アームと、前記バルブ本体の前記チャンバの中に配置され、前記シャフトによって前記制御アームに接続された回転ディスクであって、前記回転ディスクが、前記バルブ本体の前記チャンバの内部で支持要素を中心に回転するように構成されている、前記回転ディスクとを備えたレベリングバルブであって、前記回転ディスクが、1つ以上の前記バネポートと前記供給ポートとの間も、1つ以上の前記バネポートと前記排気ポートとの間も、連通を確立しないようにしながら、1つ以上の前記バネポートと前記交差流ポートとの間の連通を確立するように構成されている、前記レベリングバルブ。

【0133】

17. 前記下部筐体がダンプポートを備え、前記交差流ポートが前記下部筐体の第1の側に配置され、前記ダンプポートが前記第1の側とは反対側の前記下部筐体の第2の側に配置される、条項16に記載のレベリングバルブ。

【0134】

18. 前記制御アームにより、前記回転ディスクが複数の角度位置の間を回転するよう誘導して、前記供給ポート、前記排気ポート、1つ以上の前記バネポート、及び前記交差流ポートの間の連通を変更し、複数の前記角度位置には、(i) 1つ以上の前記バネポートが前記交差流ポートと空気圧で連通し、かつ前記供給ポートも前記排気ポートも1つ以上の前記バネポートと空気圧で連通しない中立位置と、(ii) 1つ以上の前記バネポートが前記供給ポートと空気圧で連通し、かつ前記排気ポートも前記交差流ポートも1つ以上の前記バネポートと空気圧で連通しない供給位置と、(iii) 1つ以上の前記バネポートが前記排気ポートと空気圧で連通し、かつ前記供給ポートも前記交差流ポートも1つ以上の前記バネポートと空気圧で連通しない排気位置とが含まれる、条項16～17のいずれかに記載のレベリングバルブ。

【0135】

19. 前記下部筐体が、前記上部筐体の下面と結合する第1の表面を有し、前記第1の表面が、前記供給ポートと直接連通する供給穴と、前記排気ポートと直接連通する排気穴と、1つ以上の前記バネポートと直接連通するリザーバキャビティとを画定する、条項16～18のいずれかに記載のレベリングバルブ。

【0136】

20. 前記回転ディスクが、前記シャフトを受け入れるための中央開口部と、複数の長方形スロットと、交差流スロットとを備え、複数の前記長方形スロットと前記交差流スロットとが前記中央開口部の周りに間隔を置いて配置され、これらの間にかつ前記回転ディスクの外縁に沿って不感帯が画定される、条項16～19のいずれかに記載のレベリングバルブ。

【0137】

21. 前記各長方形スロットが、前記下部筐体の前記リザーバキャビティの上に少なくとも部分的に重なるように構成され、前記回転ディスクが前記中立位置に設定されたときに、前記交差流スロットが、前記下部筐体の前記交差流穴の上に重なるように構成されている、条項16～20のいずれかに記載のレベリングバルブ。

【0138】

22. 前記長方形スロットが、前記回転ディスクの面に沿って延在する中心軸から対称的に間隔を置いて配置され、前記交差流スロットが前記中心軸の上に重なる、条項16～20のいずれかに記載のレベリングバルブ。

【0139】

23. 車両の安定性を制御する方法であって、前記車両の第1の側の高さを単独で調節するように構成された第1のレベリングバルブを有する第1の空気圧回路と、前記車両の第2の側の高さを単独で調節するように構成された第2のレベリングバルブを有する第2の空気圧回路と、前記第1のレベリングバルブを前記第2のレベリングバルブに接続する交差流ラインとを備える空気管理システムを提供すること、及び前記第1のレベリングバルブが前記車両の前記第1の側の高さを単独で調節しておらず、かつ前記第2のレベリングバルブが前記車両の前記第2の側の高さを単独で調節していないときに、前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブによって、前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立することを含む、前記方法。

10

【0140】

24. 前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブが、それぞれ、筐体と、前記筐体を貫通するシャフトに枢動可能に接続された制御アームとを含み、前記制御アームが中立位置から1つ以上の応答位置に枢動するように構成されている、条項23に記載の方法。

20

【0141】

25. 前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブの両方の前記制御アームが前記中立位置に設定されたときに、前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブによって、前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立すること、及び前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブの一方の前記制御アームが1つ以上の前記応答位置に設定されたときに、前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブによって、前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間の空気圧の連通を阻止することをさらに含む、条項24に記載の方法。

30

【0142】

26. 前記第1の空気圧回路が、前記車両の第1の側に配置された第1の空気バネのセットと、第1の供給タンクと、前記第1の空気バネのセットを前記第1のレベリングバルブに空気圧で接続する第1の複数の空気ラインと、前記第1のレベリングバルブを前記第1の供給タンクに空気圧で接続する第1の供給ラインとを備え、前記第2の空気圧回路が、前記車両の第2の側に配置された第2の空気バネのセットと、第2の供給タンクと、前記第2の空気バネのセットを前記第2のレベリングバルブに空気圧で接続する第2の複数の空気ラインと、前記第2のレベリングバルブを前記第2の供給タンクに空気圧で接続する第2の供給ラインとを備える、条項23～25のいずれかに記載の方法。

40

【0143】

27. 前記第1の複数の空気ライン及び前記第2の複数の空気ラインが、実質的に同じ直径及び長さであり、前記第1の供給ライン及び前記第2の供給ラインが、実質的に同じ直径及び長さである、条項23～26のいずれかに記載の方法。

【0144】

28. 前記第1の空気圧回路が1つ以上の空気バネを備え、前記第2の空気圧回路が1つ以上の空気バネを備えており、前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブが、それぞれ、それぞれの空気バネのチャンバ内に配置された電子作動式バルブである、条項23～27のいずれかに記載の方法。

50

【0145】

29. 前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブが、それぞれ、円筒形マニホルドと、前記マニホルド内に配置され、前記マニホルドの内面と摺動係合するバルブ部材と、前記バルブ部材に動作可能のように連結された電子式アクチュエータとを含み、前記マニホルドが、前記マニホルドの側面に沿って配置された複数の開口部を有し、前記電子式アクチュエータが、前記マニホルドの長手方向軸に沿って摺動するように前記バルブ部材を作動させて、複数の前記開口部の露出を制御して、それぞれの前記レベリングバルブが、選択的に、(i) 空気をそれぞれの空気圧回路に供給すること、(ii) 空気をそれぞれの空気圧回路から排出すること、または(iii) 前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間に交差流を確立することを行うように構成されるようにした、条項23～28のいずれかに記載の方法。

10

【0146】

30. 1つ以上の空気供給タンクと、車両の第1の側に配置された第1の空気圧回路と、前記車両の第2の側に配置された第2の空気圧回路とを備える前記車両の空気管理システムの空気圧を調節する方法であって、第1のレベリングバルブが、1つ以上の前記空気供給タンクから前記第1の空気圧回路に空気を供給するか、または前記第1の空気圧回路から大気に空気を排出するように、前記第1の空気圧回路の前記空気圧を前記第1のレベリングバルブによって単独で調節すること、第2のレベリングバルブが、1つ以上の前記空気供給タンクから前記第2の空気圧回路に空気を供給するか、または前記第2の空気圧回路から大気に空気を排出するように、前記第2の空気圧回路の前記空気圧を前記第2のレベリングバルブによって単独で調節すること、及び前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブの両方が、各レベリングバルブが1つ以上の前記空気供給タンクから空気を供給すること、大気中に空気を排出することもしないような中立モードに設定されるときのみ、前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立することを含む、前記方法。

20

【0147】

31. 前記各レベリングバルブが、前記空気供給タンクに接続される供給ポートと、大気中に空気を排気するための排気ポートと、1つ以上の空気バネに接続される1つ以上のポートと、前記第1のレベリングバルブまたは前記第2のレベリングバルブのうちの他の1つに接続される交差流ポートとを有した筐体本体を含む、条項30に記載の方法。

30

【0148】

32. 前記各レベリングバルブが、前記筐体本体のチャンバに配置されたバルブ要素と、前記バルブ要素の移動を引き起こすように構成されたアクチュエータとを含み、前記バルブ要素が、複数の位置の間を移動して、複数の前記ポートの間の連通を変更するように構成されている、条項31に記載の方法。

【0149】

33. 複数の前記位置には、前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立する中立位置と、1つ以上の前記空気供給タンクからそれぞれの空気圧回路に空気を供給する供給位置と、それぞれの前記空気圧回路から大気中に空気を排出する排気位置とが含まれる、条項32に記載の方法。

40

【0150】

34. 前記バルブ要素が、プランジャ、回転ディスク、及びポペットからなる群から選択される、条項32または条項33に記載の方法。

【0151】

35. 前記アクチュエータが、前記筐体本体を貫通するシャフトに枢動可能に接続された制御アームであり、前記バルブ要素が回転ディスクである、条項32～34のいずれかに記載の方法。

【0152】

36. 前記制御アームが、中立位置から1つ以上の応答位置に枢動するように構成されており、前記制御アームが前記中立位置に設定されるときに、前記各レベリングバルブが前

50

記中立モードに設定され、前記制御アームが1つ以上の前記応答位置に設定されるときに、前記各レベリングバルブが、それぞれの空気圧回路の前記空気圧を単独で調節している、条項32～35のいずれかに記載の方法。

【0153】

37. 前記アクチュエータが、ソレノイド、サーボモータ、及びステッピングモータからなる群から選択された電子式アクチュエータである、条項32～36のいずれかに記載の方法。

【0154】

38. 前記各レベリングバルブの前記電子式アクチュエータと電気的に接続する制御モジュールをさらに備え、前記制御モジュールが、複数の前記位置の間で前記バルブ要素の移動を引き起こすコマンドを前記各電子式アクチュエータに送るように構成されている、条項37に記載の方法。

10

【0155】

39. 1つ以上のレベリングセンサをさらに備え、前記各レベリングセンサが、前記車両の位置に沿って車軸に対する車高を検出し、検出した前記車高を車両レベリング入力として前記制御モジュールに送るように構成されており、前記制御モジュールが、前記車両レベリング入力に基づいて、前記車両の前記第1の側及び前記第2の側で前記車軸に対する車高を判定するように構成されている、条項38に記載の方法。

【0156】

40. 前記第1の空気圧回路が、前記車両の前記第1の側に配置された第1の空気バネのセットと、前記第1の空気バネのセットを前記第1のレベリングバルブに空気圧で接続する第1の複数の空気ラインと、前記第1のレベリングバルブを1つ以上の前記空気供給タンクの少なくとも1つに空気圧で接続する第1の供給ラインとを備え、前記第2の空気圧回路が、前記車両の前記第2の側に配置された第2の空気バネのセットと、前記第2の空気バネのセットを前記第2のレベリングバルブに空気圧で接続する第2の複数の空気ラインと、前記第2のレベリングバルブを1つ以上の前記空気供給タンクの少なくとも1つに空気圧で接続する第2の供給ラインとを備える、条項30～39のいずれかに記載の方法。

20

【0157】

41. 前記第1の空気圧回路が1つ以上の空気バネを備え、前記第2の空気圧回路が1つ以上の空気バネを備えており、前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブが、それぞれ、それぞれの空気バネのチャンバ内に配置された電子作動式バルブである、条項30～40のいずれかに記載の方法。

30

【0158】

42. 車両用空気管理システムの空気バネに関連した制御ユニットであって、前記空気バネの上板に取り付けられるように構成された筐体であって、前記筐体がバルブチャンバを備える、前記筐体と、前記バルブチャンバに配置されたバルブであって、前記バルブが、
(i) 前記バルブが、関連する前記空気バネの高さを単独で調節しているアクティブモードと、
(ii) 前記バルブが前記アクティブモードではないときに、前記バルブが、関連する前記空気バネと前記空気管理システムの第2の空気バネに接続された交差流ラインとの間で空気圧の連通を確立している中立モードとを含む複数のモードの間で切り替わるように構成されている、前記バルブと、前記空気バネの少なくとも1つの状態を監視し、前記空気バネの少なくとも1つの前記状態を示す測定値信号を生成するように構成された1つ以上のセンサと、前記空気管理システムの前記第2の空気バネに関連した第2の制御ユニットとの間でデータ信号を送受するように構成された通信インタフェースと、前記バルブ、1つ以上の前記センサ、及び前記通信インタフェースに動作可能なように連結された処理モジュールとを備え、前記処理モジュールが、
(i) 1つ以上の前記センサからの前記測定値信号と、前記通信インタフェースからの前記データ信号とを受け取ること、及び
(ii) 受け取った1つ以上の前記センサからの前記測定値信号と、前記通信インタフェースからの前記データ信号とに基づいて、前記アクティブモードと前記中立モードとの間を切り替える前記バルブを作動させることを行うように構成されている、前記制御ユニッ

40

50

ト。

【0159】

43．前記筐体が、空気源から空気流を受け取るように構成された流入ポートと、大気に空気を放出するように構成された流出ポートと、サスペンションシステムの前記第2の空気バネに接続された前記交差流ラインに接続するように構成された交差流ポートと、前記空気バネのチャンバとの間で空気を供給または放出するように構成された配送ポートとを有し、前記バルブチャンバが、複数の流路によって、前記流入ポート、前記流出ポート、及び前記配送ポートに接続されている、条項42に記載の制御ユニット。

【0160】

44．1つ以上の前記センサが、前記空気バネの前記高さを監視し、前記空気バネの前記高さを示す信号を生成するように構成された高さセンサを備える、条項42または条項43に記載の制御ユニット。

10

【0161】

45．前記高さセンサが、超音波センサ、赤外線センサ、電磁波センサ、またはポテンシヨメータである、条項44に記載の制御ユニット。

【0162】

46．前記処理モジュールが、前記アクティブモードと前記中立モードとの間で前記バルブを作動させることを判定する際に、前記処理モジュールの関連する空気バネのバネ高さと、前記第2の空気バネの第2のバネ高さとの差を計算に入れるように構成されている、条項42～45のいずれかに記載の制御ユニット。

20

【0163】

47．前記バルブチャンバ、前記バルブ、及び前記処理モジュールが、前記上板の下に取り付けられ、前記空気バネの前記チャンバの中に配置されている、条項42～46のいずれかに記載の制御ユニット。

【0164】

48．前記バルブチャンバ、前記バルブ、及び前記処理モジュールが、前記上板の上に取り付けられ、前記空気バネの前記チャンバの外側に配置されている、条項42～47のいずれかに記載の制御ユニット。

【0165】

49．前記バルブが、円筒形マニホールドと、前記マニホールド内に配置され、前記マニホールドの内面と摺動係合するバルブ部材と、前記バルブ部材及び前記処理モジュールに動作可能なように連結された電子式アクチュエータとを備え、前記マニホールドが、前記マニホールドの側面に沿って配置された複数の開口部を有し、前記電子式アクチュエータが、前記マニホールドの長手方向軸に沿って摺動するように前記バルブ部材を作動させて、複数の前記開口部の露出を制御して、前記バルブが前記アクティブモードと前記中立モードとの間を切り替わるようにした、条項42～48のいずれかに記載の制御ユニット。

30

【0166】

50．車両用の空気管理システムであって、車両の第1の側に配置された1つ以上の空気バネを有する第1の空気圧回路と、車両の第2の側に配置された1つ以上の空気バネを有する第2の空気圧回路と、1つ以上の交差流ラインであって、前記各交差流ラインが、前記第1の空気圧回路に関連する空気バネから、前記第2の空気圧回路に関連する空気バネまで延在している、1つ以上の前記交差流ラインとを備え、前記各空気バネが制御ユニットを備え、前記各制御ユニットが、関連する空気バネの上板に取り付けられるように構成された筐体であって、前記筐体がバルブチャンバを備える、前記筐体と、前記バルブチャンバに配置されたバルブであって、(i)前記バルブが、関連する前記空気バネの高さを単独で調節しているアクティブモードと、(ii)前記バルブが前記アクティブモードではないときに、前記バルブが、関連する前記空気バネとそれぞれの交差流ラインとの間で空気圧の連通を確立している中立モードとを含む複数のモードの間で前記バルブが切り替わるように構成されている、前記バルブと、関連する前記空気バネの少なくとも1つの状態を監視し、関連する前記空気バネの少なくとも1つの前記状態を示す測定値信号を生成

40

50

するように構成された1つ以上のセンサと、サスペンションシステムの他の空気バネに関連した他の制御ユニットとの間でデータ信号を直接送受するように構成された通信インタフェースと、前記バルブ、1つ以上の前記センサ、及び前記通信インタフェースに動作可能のように連結された処理モジュールとを備え、前記処理モジュールが、(i) 1つ以上の前記センサからの前記測定値信号と、前記通信インタフェースからの前記データ信号とを受け取ること、及び(ii) 受け取った1つ以上の前記センサからの前記測定値信号と、前記通信インタフェースからの前記データ信号とに基づいて、前記アクティブモードと前記中立モードとの間を切り替える前記バルブを作動させることを行うように構成されている、前記空気管理システム。

【0167】

51. 前記空気管理システムの前記各制御ユニットの前記通信インタフェースと電氣的に接続するシステムコントローラを備え、前記システムコントローラが、(i) 前記空気管理システムの前記各制御ユニットから前記測定値信号を受け取ること、(ii) 受け取った前記測定値信号に基づいて、前記空気管理システムの前記各空気バネの前記チャンバに対して空気を排出または供給するために所望の体積流量を判定すること、及び(iii) 前記各制御ユニットが前記アクティブモードと前記中立モードとの間で前記各制御ユニットの関連する前記バルブを作動させるように、前記空気管理システムの前記各制御ユニットにコマンドを送ることを行うように構成されている、条項50に記載の空気管理システム。

【0168】

52. 前記筐体が、空気源から空気流を受け取るように構成された流入ポートと、大気に空気を放出するように構成された流出ポートと、前記空気管理システムの前記第2の空気バネに接続された前記交差流ラインに接続するように構成された交差流ポートと、前記空気バネのチャンバとの間で空気を供給または放出するように構成された配送ポートとを有し、前記バルブチャンバが、複数の流路によって、前記流入ポート、前記流出ポート、及び前記配送ポートに接続されている、条項50または条項51に記載の空気管理システム。

【0169】

53. 前記バルブチャンバ、前記バルブ、及び前記処理モジュールが、前記上板の下に取り付けられ、前記空気バネの前記チャンバの中に配置されている、条項50～52のいずれかに記載の空気管理システム。

【0170】

54. 前記バルブチャンバ、前記バルブ、及び前記処理モジュールが、前記上板の上に取り付けられ、前記空気バネの前記チャンバの外側に配置されている、条項50～53のいずれかに記載の空気管理システム。

【0171】

55. 空気管理システムを備える車両の安定性を制御する方法であって、前記空気管理システムが、車両の第1の側に配置された1つ以上の空気バネを有する第1の空気圧回路と、車両の第2の側に配置された1つ以上の空気バネを有する第2の空気圧回路と、1つ以上の交差流ラインであって、前記各交差流ラインが、前記第1の空気圧回路に関連する空気バネから、前記第2の空気圧回路に関連する空気バネまで延在している、1つ以上の前記交差流ラインとを備え、高さセンサ及び空気圧センサによって、それぞれの空気バネの高さ及び空気圧を監視すること、前記高さセンサ及び前記空気圧センサによって、それぞれの前記空気バネの前記高さ及び前記空気圧を示す信号を生成すること、処理モジュールによって、それぞれの前記空気バネの前記高さ及び前記空気圧を示す前記信号を受け取ること、前記処理モジュールによって、それぞれの前記空気バネの前記高さ及び前記空気圧を示す受け取った前記信号に基づいて、それぞれの前記空気バネの高さ差速度及び圧力差速度を計算すること、前記処理モジュールによって、前記空気バネの前記高さ及び前記空気圧を個別に調節するか、それとも前記空気バネとそれぞれの交差流ラインとの間に空気圧の連通を確立するかを判定すること、前記処理モジュールによって、(i) 前記バルブが、関連する前記空気バネの高さを単独で調節しているアクティブモード、及び(ii)

10

20

30

40

50

前記バルブが前記アクティブモードではないときに、前記バルブが、関連する前記空気バネとそれぞれの交差流ラインとの間で空気圧の連通を確立している中立モードのモードのうちのいずれか一方に切り替えるバルブを作動させることを含み、前記高さセンサ、前記処理モジュール、及び前記バルブが、前記空気バネのチャンバの中に配置されている、前記方法。

【0172】

56. 制動時の車両のノーズダイブを減らす方法、ウインドシアまたは急速に変化する路面条件による車両、トレーラ、または牽引車の横転を回避する方法、車両のタイヤのタイヤ寿命を延ばす方法、車両のブレーキ摩耗を低減する方法、及び／または車両のトラクションを増加する方法であって、条項1～55のいずれかによる空気管理システムを装備した車両を提供すること、変化する路面条件下で前記車両を運転すること、前記車両が、制動時に車両のノーズダイブが減少すること、前記車両、またはトレーラ、または牽引車の横転を回避すること、前記車両のタイヤのタイヤ寿命が延長すること、前記車両のブレーキ摩耗が低減すること、前記車両の牽引力が増加することのうちの少なくとも1つを経験するように、条項1～55のいずれかに従って、前記車両内の複数の空気圧回路内の空気を管理することを含む、前記方法。

10

57. 対称的に動的に均等化された容積及び圧力を分配する2つ以上の空気圧バルブと、対称的に動的に均等化された容積及び圧力を分配する前記各空気圧バルブに接続されるように構成された少なくとも1つの空気バネと、条項1～56のいずれかに記載され図示されている空気管理構成要素を接続するように構成された複数の空気ホースと、任意選択で、空気タンク、コンプレッサ、圧力保護バルブ、及び／またはダンプバルブとを備える、キット。

20

【0173】

58. 車両用の空気管理システムであって、前記車両の第1の側の高さを単独で調節するように構成された第1のレベリングバルブを有する第1の空気圧回路と、前記車両の第2の側の高さを単独で調節するように構成された第2のレベリングバルブを有する第2の空気圧回路と、前記第1のレベリングバルブを前記第2のレベリングバルブに接続する交差流ラインとを備え、前記第1のレベリングバルブが前記車両の前記第1の側の高さを単独で調節しておらず、かつ前記第2のレベリングバルブが前記車両の前記第2の側の高さを単独で調節していないときに、前記第1のレベリングバルブ及び前記第2のレベリングバルブが、前記第1の空気圧回路と前記第2の空気圧回路との間に空気圧の連通を確立するように構成され、前記空気管理システムが、条項30に記載の方法を実行するように構成されている、前記空気管理システム。

30

【0174】

59. 条項2～14のいずれか1項の主題をさらに含む、条項58に記載の空気管理システム。

【0175】

60. 車両用の空気管理システムであって、車両の第1の側に配置された1つ以上の空気バネを有する第1の空気圧回路と、車両の第2の側に配置された1つ以上の空気バネを有する第2の空気圧回路と、1つ以上の交差流ラインであって、前記各交差流ラインが、前記第1の空気圧回路に関連する空気バネから、前記第2の空気圧回路に関連する空気バネまで延在している、1つ以上の前記交差流ラインとを備え、前記各空気バネが制御ユニットを備え、前記各制御ユニットが、関連する空気バネの上板に取り付けられるように構成された筐体であって、前記筐体がバルブチャンバを備える、前記筐体と、前記バルブチャンバに配置されたバルブであって、(i) 前記バルブが、関連する前記空気バネの高さを単独で調節しているアクティブモードと、(ii) 前記バルブが前記アクティブモードではないときに、前記バルブが、関連する前記空気バネとそれぞれの交差流ラインとの間で空気圧の連通を確立している中立モードとを含む複数のモードの間で前記バルブが切り替わるように構成されている、前記バルブと、関連する前記空気バネの少なくとも1つの状態を監視し、関連する前記空気バネの少なくとも1つの前記状態を示す測定値信号を生成

40

50

するように構成された1つ以上のセンサと、サスペンションシステムの他の空気バネに関連した他の制御ユニットとの間でデータ信号を直接送受するように構成された通信インタフェースと、前記バルブ、1つ以上の前記センサ、及び前記通信インタフェースに動作可能なように連結された処理モジュールとを備え、前記処理モジュールが、(i) 1つ以上の前記センサからの前記測定値信号と、前記通信インタフェースからの前記データ信号とを受け取ること、及び(ii) 受け取った1つ以上の前記センサからの前記測定値信号と、前記通信インタフェースからの前記データ信号とに基づいて、前記アクティブモードと前記中立モードとの間を切り替える前記バルブを作動させることを行うように構成され、前記空気管理システムが、条項55に記載の方法を実行するように構成されている、前記空気管理システム。

10

【0176】

61. 条項52～54のいずれか1項の主題をさらに含む、条項60に記載の空気管理システム。

【0177】

本開示は、図示及び説明のように、レベリングバルブ、その下部筐体、その上部筐体、1つ以上の回転ディスク、シャフト、及び本開示の他のいずれかの実施形態の装飾的設計を含む。

【0178】

本開示の主題は、特徴の様々な組合せ及びサブコンビネーションを含む特定の例示的な実施形態を参照してかなり詳細に説明及び示されているが、当業者は、本開示の範囲内に包含される他の実施形態やその変形形態及び修正形態を容易に理解するであろう。さらに、そのような実施形態、組合せ、及びサブコンビネーションの説明は、請求される主題が、請求項に明示的に記載されたもの以外の特徴または特徴の組合せを必要とすることを伝えることを意図していない。したがって、本開示の範囲は、添付の特許請求の範囲の趣旨及び範囲内に包含される全ての修正及び変形を含むものとする。

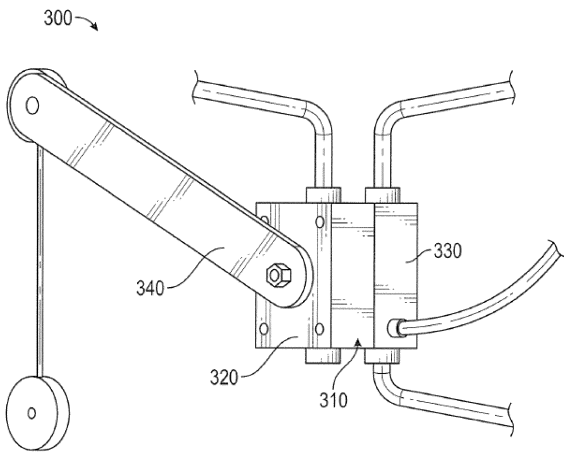
20

30

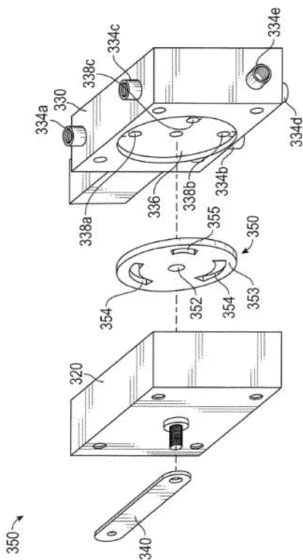
40

50

【図 3】

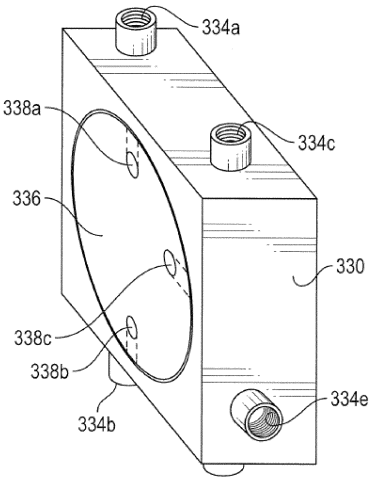


【図 4】

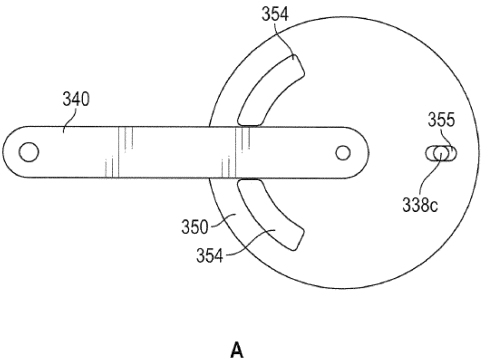


10

【図 5】



【図 6 A】



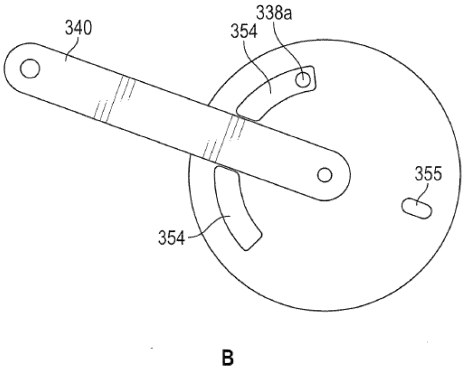
20

30

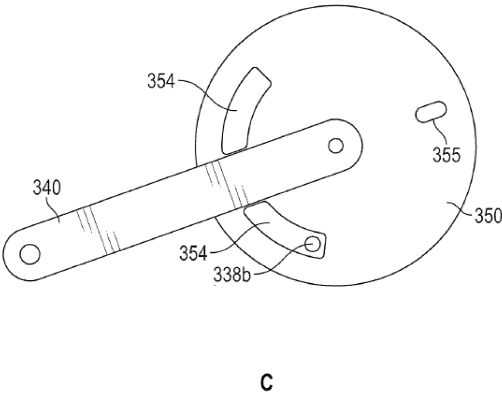
40

50

【図 6 B】

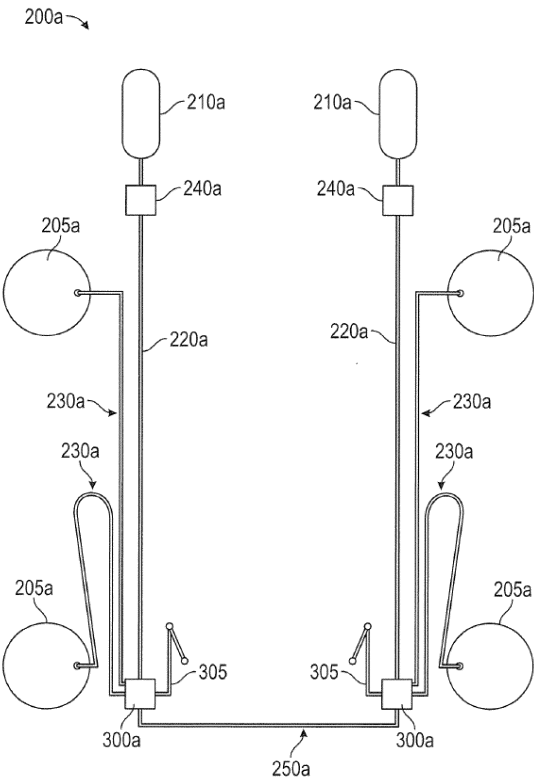


【図 6 C】

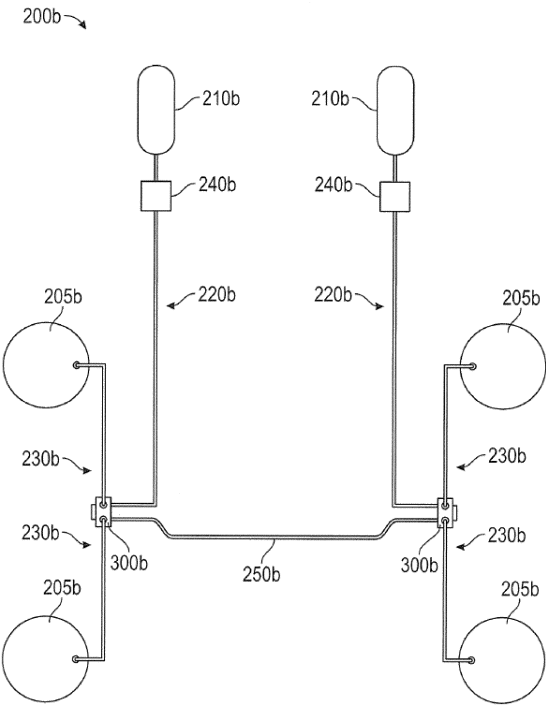


10

【図 7】



【図 8】



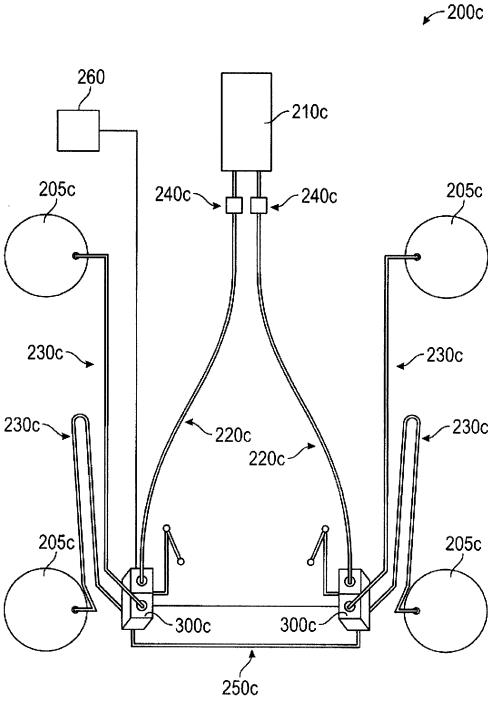
20

30

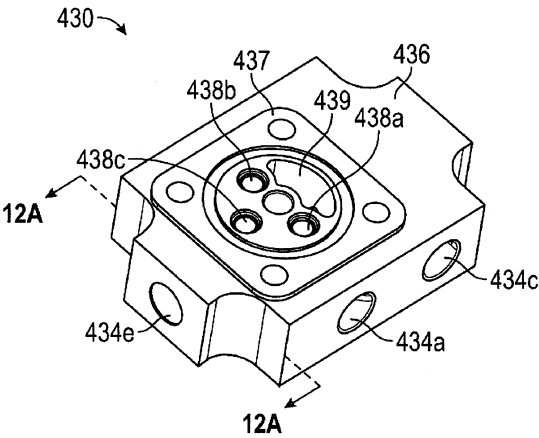
40

50

【図 9】



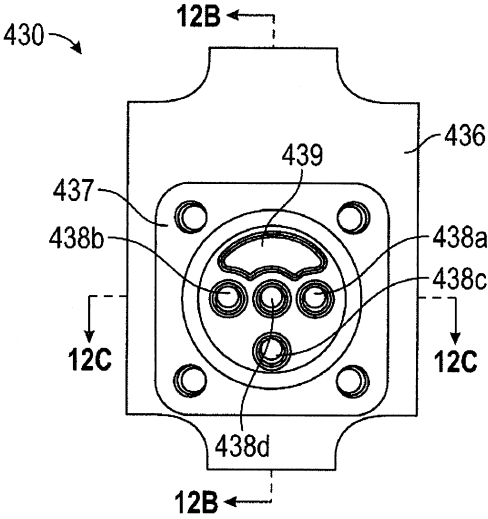
【図 10】



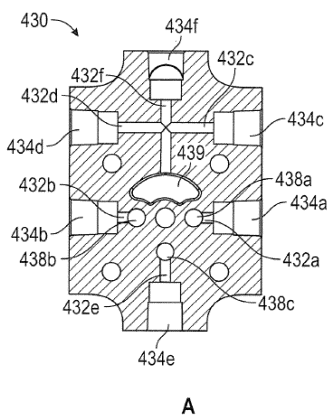
10

20

【図 11】



【図 12 A】

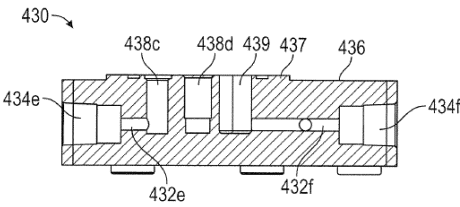


30

40

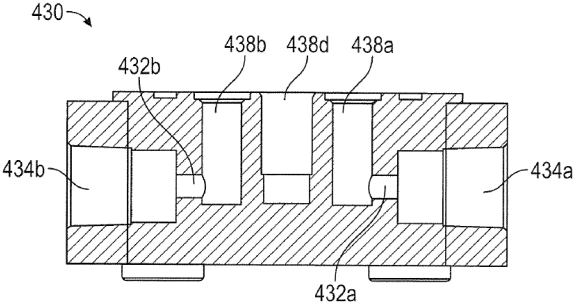
50

【図 1 2 B】



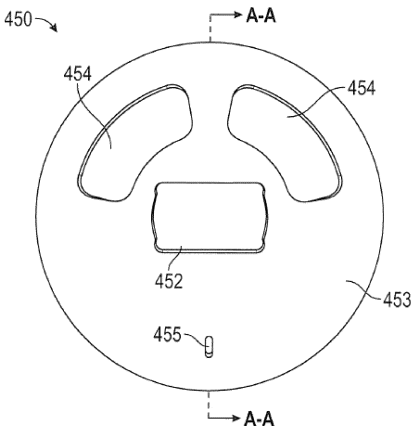
B

【図 1 2 C】

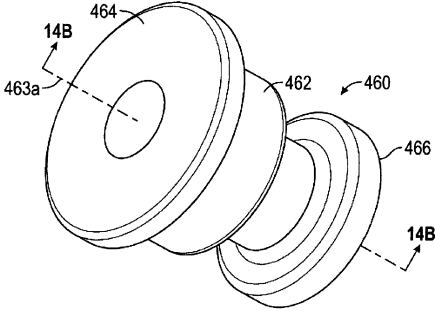


C

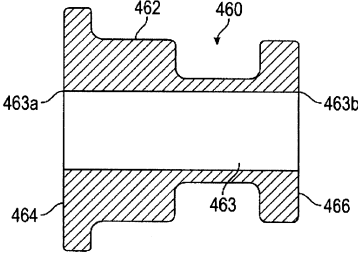
【図 1 3】



【図 1 4】



A



B

10

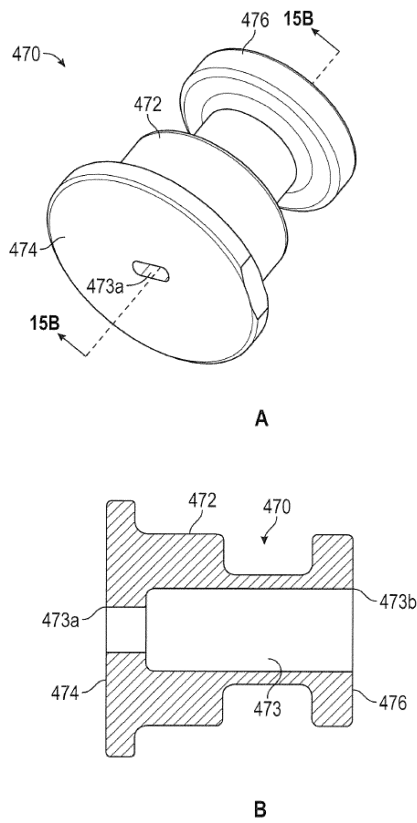
20

30

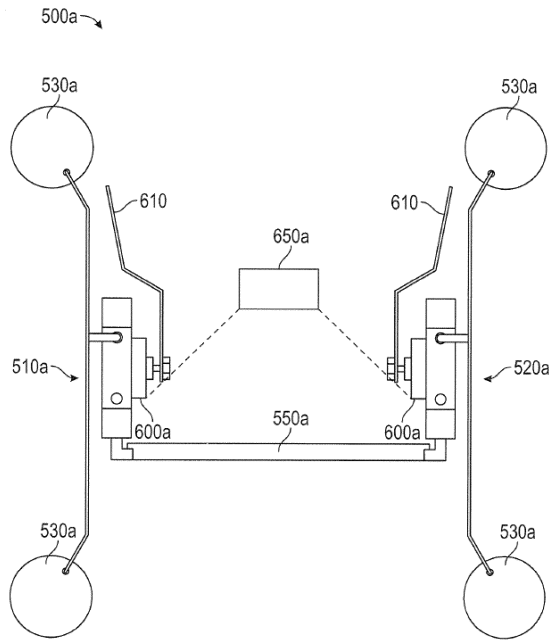
40

50

【図 15】



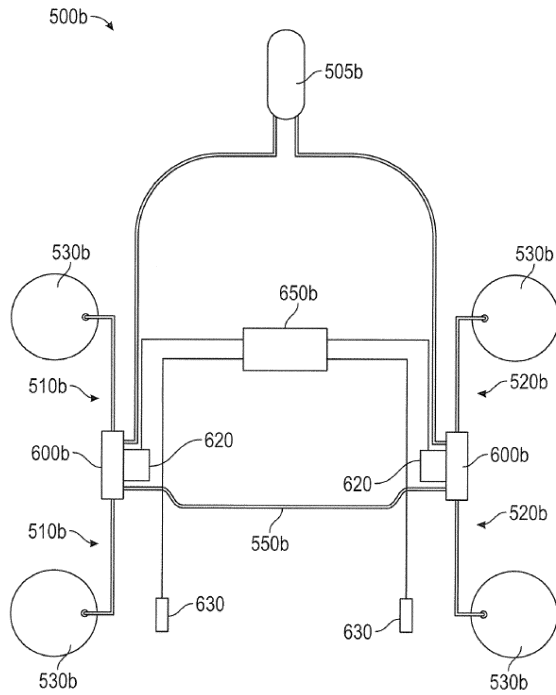
【図 16】



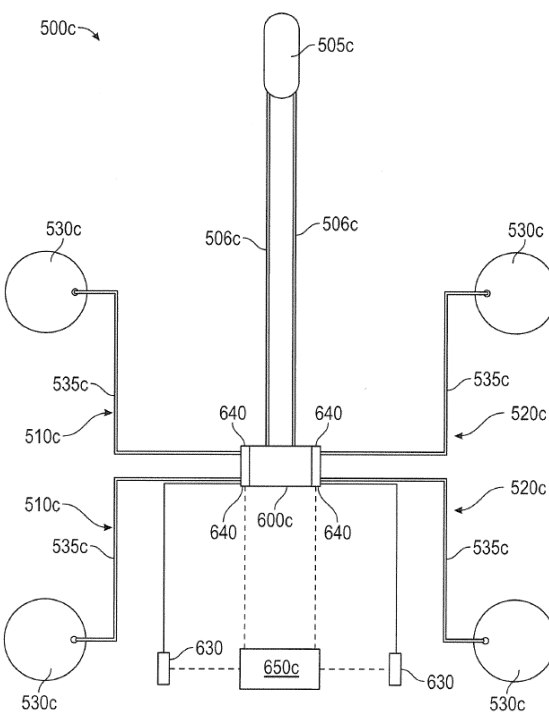
10

20

【図 17】



【図 18】

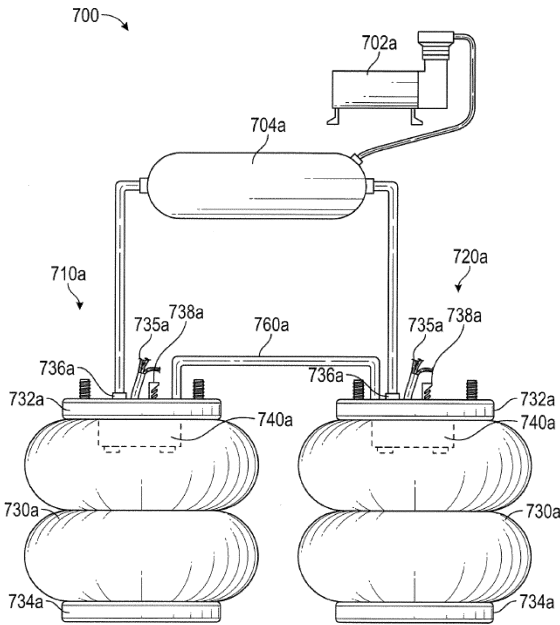


30

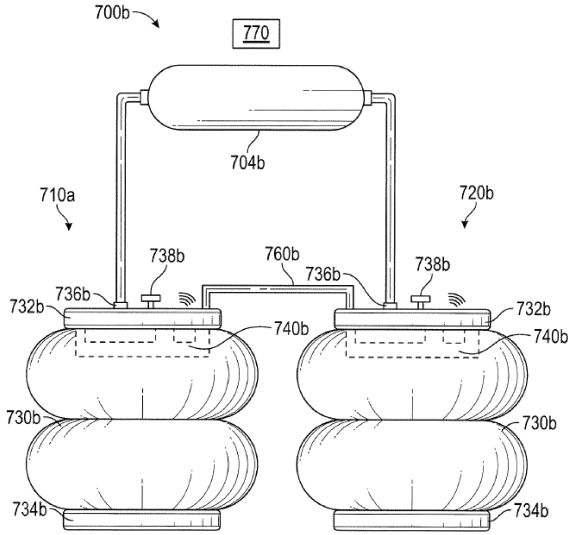
40

50

【図 19】



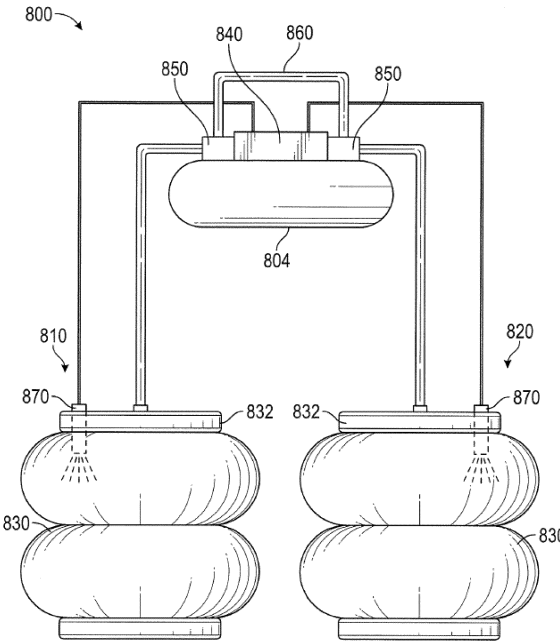
【図 20】



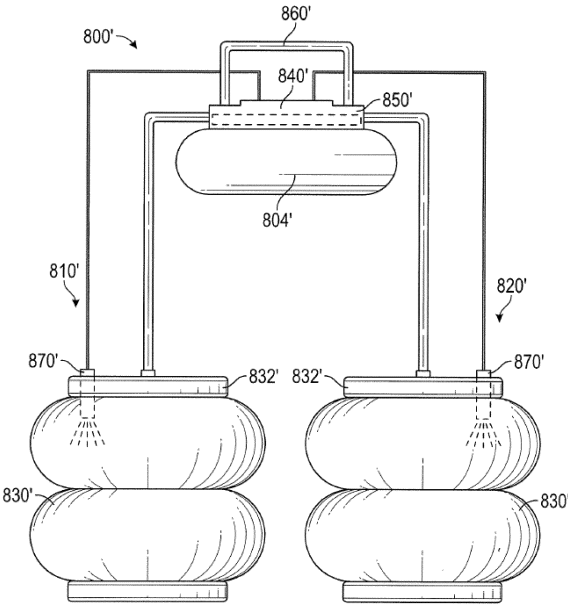
10

20

【図 21 A】



【図 21 B】

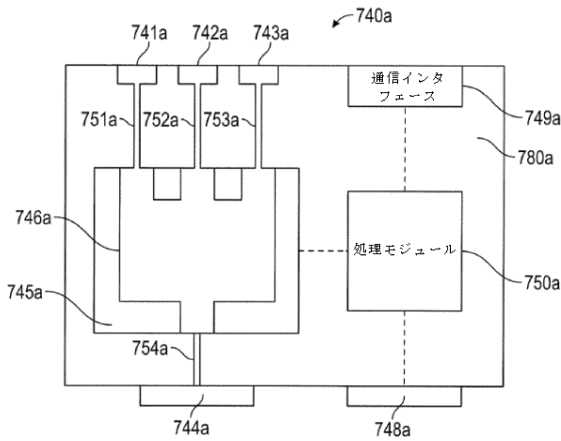


30

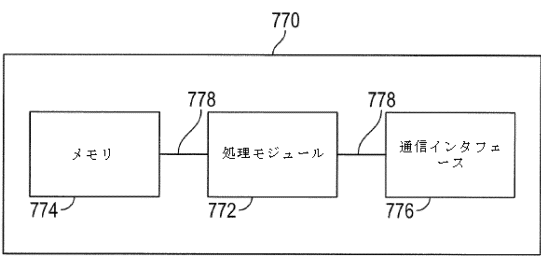
40

50

【図 2 2】

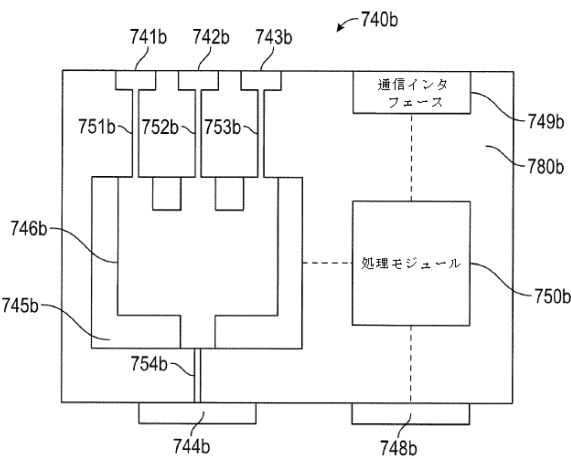


【図 2 3】

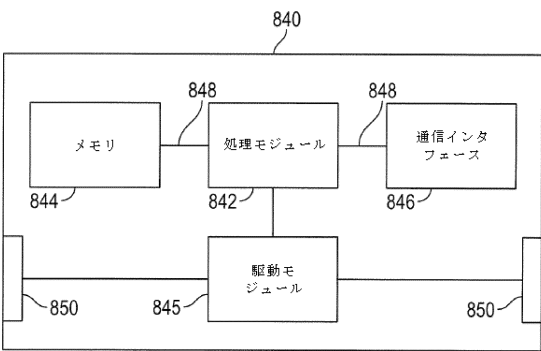


10

【図 2 4】



【図 2 5】



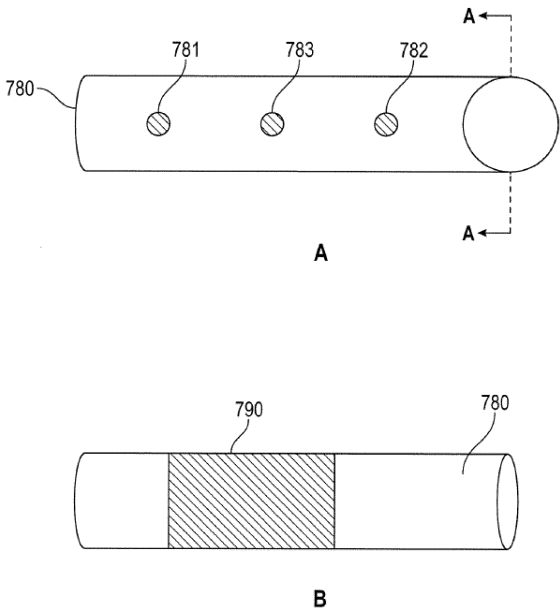
20

30

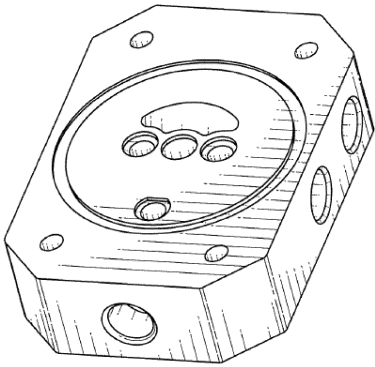
40

50

【図 2 6】

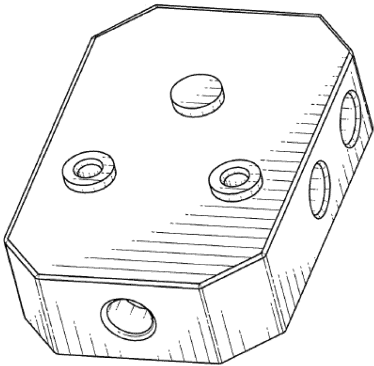


【図 2 7】

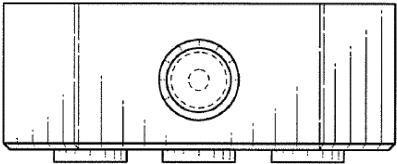


10

【図 2 8】



【図 2 9】



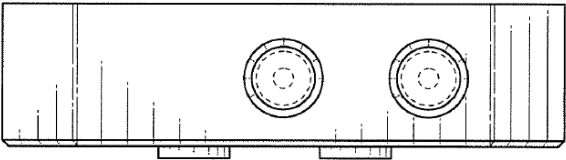
20

30

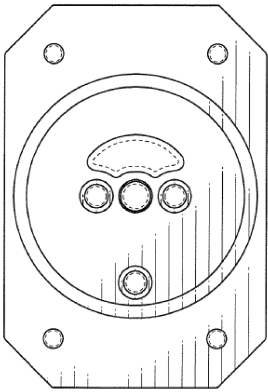
40

50

【図 30】

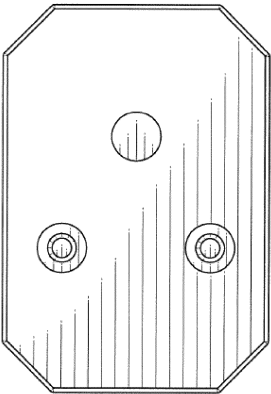


【図 31】

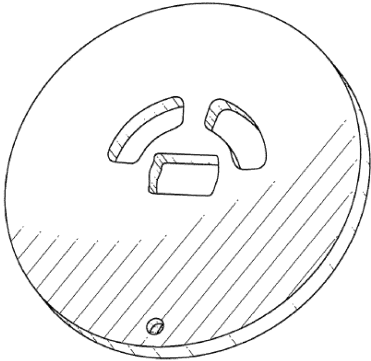


10

【図 32】



【図 33】



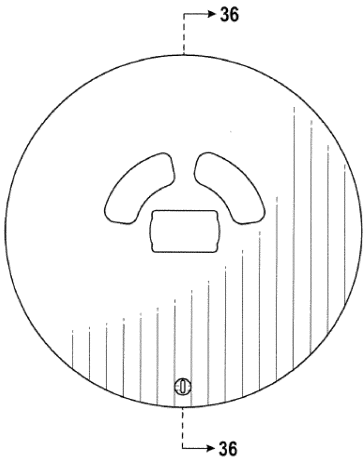
20

30

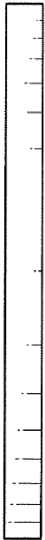
40

50

【図 3 4】



【図 3 5】

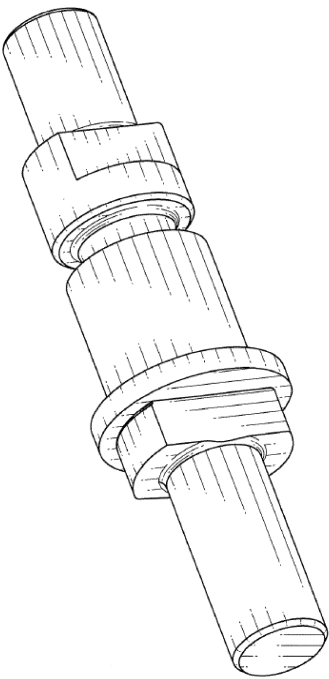


10

【図 3 6】



【図 3 7】



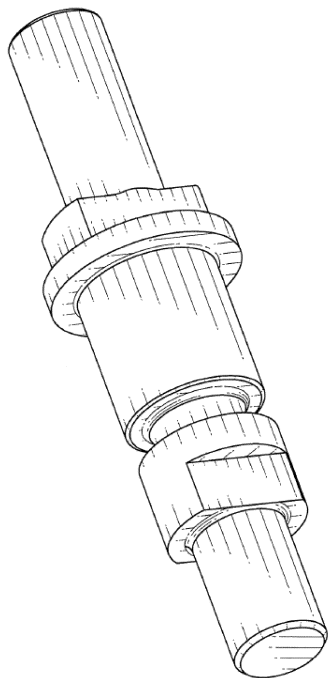
20

30

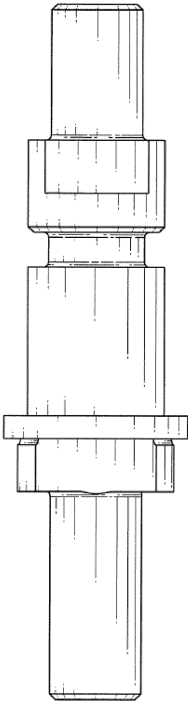
40

50

【図 3 8】



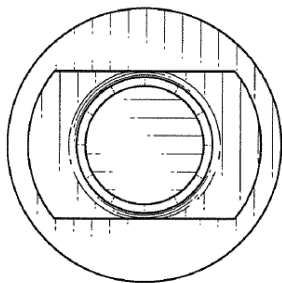
【図 3 9】



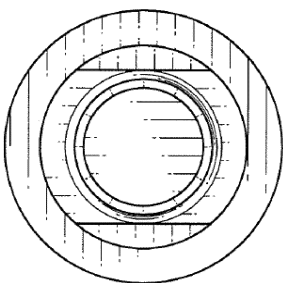
10

20

【図 4 0】



【図 4 1】

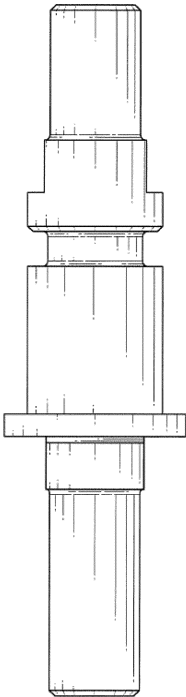


30

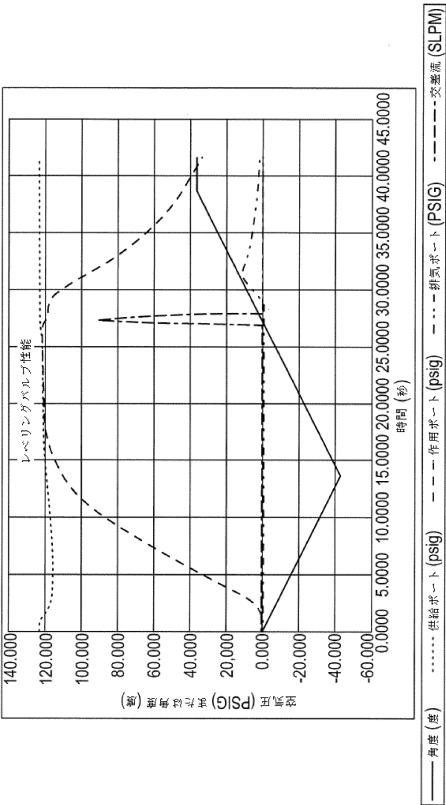
40

50

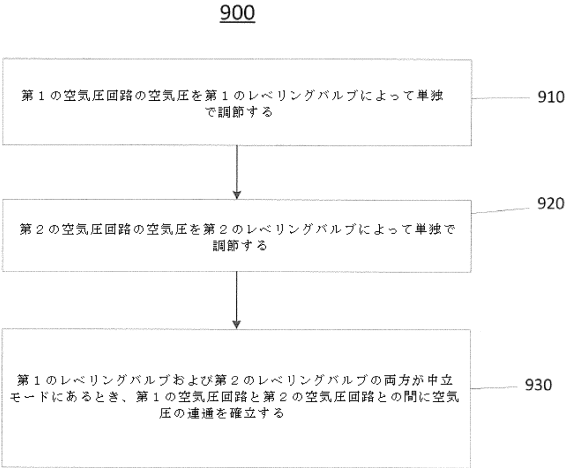
【図 4 2】



【図 4 3】



【図 4 4】



フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(31)優先権主張番号 62/626,373

(32)優先日 平成30年2月5日(2018.2.5)

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

早期審査対象出願

アメリカ合衆国 2 3 0 0 2 - 3 3 1 3 ヴァージニア アメリア コート ハウス ウォルドロップ
ロード 8 0 4

(72)発明者 アランツ ジョージ

アメリカ合衆国 2 3 2 1 9 ヴァージニア リッチモンド イースト メイン ストリート 9 1 9
スイート 1 0 0 0 シー／オー ベース エア マネジメント インコーポレイテッド

審査官 佐々木 智洋

(56)参考文献 実開昭55-009746 (JP, U)

特表2008-543660 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B 6 0 G 1 7 / 0 1 5