(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-13765
(P2017-13765A)
(43)公開日　平成29年1月19日(2017.1.19)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
B60T	8/48	(2006.01)	B60T	8/48		3D246
B60T	7/12	(2006.01)	B60T	7/12	A	
B60T	8/17	(2006.01)	B60T	8/17	B	

審査請求 未請求　請求項の数 19　ＯＬ　（全 22 頁）

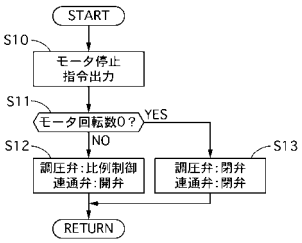
(21)出願番号　特願2015-135720 (P2015-135720)
(22)出願日　平成27年7月7日 (2015.7.7)

(71)出願人　509186579
日立オートモティブシステムズ株式会社
茨城県ひたちなか市高場２５２０番地
(74)代理人　100119644
弁理士　綾田　正道
(72)発明者　渡辺　旭
神奈川県厚木市恩名４丁目７番１号
日立オートモティブシステムズ株式会社内

Ｆターム(参考)　3D246 BA02 CA04 DA01 GA13 GA20 GA22 GB01 GB04 GB15 GB37 GB39 HA02B HA03A HA04A HA43A HA46A HA64A HA87B HA91B JA12 JB32 JB37 JB53 LA02Z LA04Z LA12Z LA16Z LA33B LA52Z LA56Z LA57Z LA59Z LA72Z LA73Z MA17

(54)【発明の名称】ブレーキ制御装置およびブレーキシステム

(57)【要約】
【課題】　ホイルシリンダの液圧保持性能の信頼性を向上させることができるブレーキ制御装置およびブレーキシステムを提供すること。
【解決手段】　ブレーキ液をホイルシリンダへ供給する液圧源とホイルシリンダと接続する第一油路に設けられた第一の弁と、液圧源と第一の弁との間において、第一油路と接続し、液圧源が供給したブレーキ液を低圧部に還流する還流油路と、還流油路に設けられ、第一油路のブレーキ液圧を調整する調圧弁と、調圧弁と第一の弁を閉弁方向に作動し、液圧源がホイルシリンダへ供給したブレーキ液圧によるホイルシリンダの液圧を保持する液圧保持部と、を備えた。
【選択図】　図4



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ブレーキ液をホイルシリンダへ供給する液圧源と、
前記液圧源と前記ホイルシリンダと接続する第一油路と、
前記第一油路に設けられた第一の弁と、
前記液圧源と前記第一の弁との間において、前記第一油路と接続し、前記液圧源が供給したブレーキ液を低圧部に還流する還流油路と、
前記還流油路に設けられ、前記第一油路のブレーキ液圧を調整する調圧弁と、
前記調圧弁と前記第一の弁を閉弁方向に作動し、前記液圧源が前記ホイルシリンダへ供給したブレーキ液圧による前記ホイルシリンダの液圧を保持する液圧保持部と、
を備えたことを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項２】
請求項1に記載のブレーキ制御装置において、
車両の停止を判断する車両停止状態判断部を備え、
前記液圧保持部は、前記車両停止状態判断部により車両停止と判断した後に前記ホイルシリンダの液圧を保持することを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項３】
請求項2に記載のブレーキ制御装置において、
前記液圧源は吐出方向への流れのみを許容する吐出弁を備えたポンプであって、
前記ポンプは、前記車両停止状態判断部により車両停止と判断した後に停止することを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項４】
請求項3に記載のブレーキ制御装置において、
前記第一の弁および／または前記調圧弁は、前記ポンプの停止後に閉弁することを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項５】
請求項2に記載のブレーキ制御装置において、
前記第一の弁および前記調圧弁は電磁弁であって、
前記電磁弁の内、少なくとも一方の電磁弁は常閉弁であることを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項６】
請求項2に記載のブレーキ制御装置において、
前記調圧弁は常開の電磁弁であって、
前記液圧保持部は、前記調圧弁を閉弁方向に制御した後に開弁方向に制御することを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項７】
請求項6に記載のブレーキ制御装置において、
前記第一油路上であって、前記第一の弁と前記ホイルシリンダの間の位置とマスタシリンダとを接続する第二油路と、
前記第二油路に設けられた遮断弁と、
を備え、
前記液圧保持部は、前記遮断弁を閉弁方向に作動し、前記ホイルシリンダの液圧の保持を行うことを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項８】
請求項2に記載のブレーキ制御装置において、
車両に設けられた複数のホイルシリンダの内、複数のホイルシリンダを備えた第一の系統と、前記ホイルシリンダの内、残りのホイルシリンダを備えた第二の系統とを備えた車両に設けられるブレーキ制御装置であって、
前記各系統のそれぞれは、前記第一油路と、前記第一の弁を備え、
前記還流油路は、前記第一の系統と前記第二の系統の両系統の前記第一の弁の間に接続

していることを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項９】
ブレーキ液をホイルシリンダへ供給する液圧源と、
前記液圧源と前記ホイルシリンダと接続する第一油路と、
前記第一油路に設けられた第一の弁と、
前記液圧源と前記第一の弁との間において、前記第一油路と接続し、低圧部へつながる調圧油路と、
前記調圧油路に前記第一の弁と直列に設けられた調圧弁と、
前記調圧弁と前記第一の弁を閉弁方向に作動し、前記液圧源が前記ホイルシリンダへ供給したブレーキ液圧による前記ホイルシリンダの液圧を保持する液圧保持部と、
を備えたことを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項１０】
請求項9に記載のブレーキ制御装置において、
前記液圧源はポンプであり、前記液圧保持部の作動前に停止することを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項１１】
請求項9に記載のブレーキ制御装置において、
車両の停止を判断する車両停止状態判断部を備え、
前記液圧保持部は、前記車両停止状態判断部により車両停止と判断した後に前記ホイルシリンダの液圧を保持することを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項１２】
請求項9に記載のブレーキ制御装置において、
車両の停止を判断する車両停止状態判断部を備え、
前記液圧源は吐出方向への流れのみを許容する吐出弁を備えたポンプであって、
前記ポンプは、前記車両停止状態判断部により車両停止と判断した後、前記液圧保持部による保持開始前に停止することを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項１３】
請求項12に記載のブレーキ制御装置において、
前記第一の弁および前記調圧弁は電磁弁であって、
前記電磁弁の内、少なくとも一方の電磁弁は常閉弁であることを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項１４】
請求項13に記載のブレーキ制御装置において、
前記調圧弁は常開の電磁弁であって、
前記液圧保持部は、前記調圧弁を閉弁方向に制御した後に開弁方向に制御することを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項１５】
請求項9に記載のブレーキ制御装置において、
前記第一油路上であって、前記第一の弁と前記ホイルシリンダの間の位置とマスタシリンダとを接続する第二油路と、
前記第二油路に設けられた遮断弁と、
を備え、
前記液圧保持部は、前記遮断弁を閉弁方向に作動し、前記ホイルシリンダの液圧の保持を行うことを特徴とするブレーキ制御装置。
【請求項１６】
車両に設けられたプライマリ系統に所属するホイルシリンダへ液圧を供給するプライマリ液圧室と、セカンダリ系統に所属するホイルシリンダへ液圧を供給するセカンダリ液圧室とを備えたマスタシリンダと、
前記プライマリ液圧室と前記プライマリ系統に所属するホイルシリンダとを接続するプライマリ系統油路と、

前記セカンダリ液圧室と前記セカンダリ系統に所属するホイルシリンダとを接続するセカンダリ系統油路と、
各系統油路の間に設けられ、前記各系統油路を接続する接続油路と、
前記接続油路に接続し、ブレーキ液を前記各系統油路を介して対応する前記ホイルシリンダに供給する液圧源と、
前記接続油路と前記プライマリ系統油路との間に設けられた第一連通弁と、
前記接続油路と前記セカンダリ系統油路との間に設けられた第二連通弁と、
前記接続油路と低圧部とを接続する減圧油路と、
前記減圧油路に設けられた調圧弁と、
各連通弁と、前記調圧弁を閉弁方向に制御して前記液圧源から対応する前記ホイルシリンダへ供給されたブレーキ液圧を保持する液圧保持部と、
を備えたことを特徴とするブレーキシステム。
【請求項１７】
請求項16に記載のブレーキシステムにおいて、
車両の停止を判断する車両停止状態判断部を備え、
前記液圧保持部は、前記車両停止状態判断部により車両停止と判断した後に前記ホイルシリンダの液圧を保持することを特徴とするブレーキシステム。
【請求項１８】
請求項17に記載のブレーキシステムにおいて、
前記液圧源は吐出方向への流れのみを許容する吐出弁を備えたポンプであって、前記各ホイルシリンダは前記ポンプが吐出したブレーキ液により増圧され、
前記ポンプは、前記車両停止状態判断部により車両停止と判断した後、前記液圧保持部による保持開始前に停止することを特徴とするブレーキシステム。
【請求項１９】
請求項18に記載のブレーキシステムにおいて、
前記調圧弁は、常開の電磁弁であって、
前記液圧保持部は、前記調圧弁を閉弁方向に制御した後に、開弁方向に制御することを特徴とするブレーキシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、車輪に制動力を付与するブレーキ制御装置、ブレーキシステムに関し、特に制動力を電子制御する制動制御装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
たとえば、特許文献１のように、液圧源と、流量制御電磁弁によってホイルシリンダに導くブレーキ液量を制御し、制動力を調整するブレーキ装置が知られている。また、特許文献２のように、車両の停止状態で、ホイルシリンダの液圧を維持する必要がある際に、液圧源の作動を停止し、流量制御電磁弁を閉弁することによって省電力性やシステムの耐久性を高めるブレーキ装置が知られている。
特許文献１に記載のように、液圧源と、流量制御電磁弁によってホイルシリンダ圧を調整するブレーキ装置においても、車両が停止した場合であってホイルシリンダの液圧を維持する必要がある際には、液圧源の作動を停止し、流量制御電磁弁を閉弁することで、液圧を維持することで、省電力性や耐久性が向上可能であることは容易に導かれる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開2000-344080号公報
【特許文献２】国際公開2013/002168号
【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、停車時に液圧源を停止し、流量制御電磁弁を閉弁する方法には、保持性能の信頼性の観点から課題がある。たとえば、流量制御電磁弁の動作に異常が生じて開弁異常となった場合や、液圧源に機械的な異常が生じてリークが発生した場合など、ホイルシリンダ圧の保持が継続できず、車両制動力が低下する恐れがある。坂道で異常が発生した場合、車両が動き出し、運転者に不安感や違和感を与えるという課題があった。
本発明は、上記問題に着目されたもので、その目的とするところは、ホイルシリンダの液圧保持性能の信頼性を向上させることができるブレーキ制御装置およびブレーキシステムを提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
上記目的を達成するため、第一発明のブレーキ制御装置では、ブレーキ液をホイルシリンダへ供給する液圧源とホイルシリンダと接続する第一油路に設けられた第一の弁と、液圧源と第一の弁との間において、第一油路と接続し、液圧源が供給したブレーキ液を低圧部に還流する還流油路と、還流油路に設けられ、第一油路のブレーキ液圧を調整する調圧弁と、調圧弁と第一の弁を閉弁方向に作動し、液圧源がホイルシリンダへ供給したブレーキ液圧によるホイルシリンダの液圧を保持する液圧保持部と、を備えた。
第二発明のブレーキ制御装置では、ブレーキ液をホイルシリンダへ供給する液圧源とホイルシリンダと接続する第一油路に設けられた第一の弁と、液圧源と第一の弁との間において、第一油路と接続し、低圧部へつながる調圧油路と、調圧油路に第一の弁と直列に設けられた調圧弁と、調圧弁と第一の弁を閉弁方向に作動し、液圧源がホイルシリンダへ供給したブレーキ液圧によるホイルシリンダの液圧を保持する液圧保持部と、を備えた。
第三発明のブレーキシステムでは、マスタシリンダのプライマリ液圧室とプライマリ系統に所属するホイルシリンダとを接続するプライマリ系統油路と、マスタシリンダのセカンダリ液圧室とセカンダリ系統に所属するホイルシリンダとを接続するセカンダリ系統油路と、各系統油路の間に設けられ、各系統油路を接続する接続油路と、接続油路に接続し、ブレーキ液を各系統油路を介して対応するホイルシリンダに供給する液圧源と、接続油路とプライマリ系統油路との間に設けられた第一連通弁と、接続油路とセカンダリ系統油路との間に設けられた第二連通弁と、接続油路と低圧部とを接続する減圧油路と、減圧油路に設けられた調圧弁と、各連通弁と、調圧弁を閉弁方向に制御して液圧源から対応する前記ホイルシリンダへ供給されたブレーキ液圧を保持する液圧保持部と、を備えた。
【発明の効果】
【０００６】
よって、ホイルシリンダの液圧保持性能の信頼性を向上させることができる。
【図面の簡単な説明】
【０００７】
【図１】実施例１のブレーキ装置の液圧回路を含む概略構成を示す図である。
【図２】実施例1の電子制御ユニットの制御ブロック図である。
【図３】実施例1の制御モードを決定する処理の流れを示すフローチャートである。
【図４】実施例1の停車保持制御モードにおける制御処理の流れを示すフローチャートである。
【図５】実施例１の車両が停車するまでの様子を示すタイムチャートである。
【図６】実施例1の停車保持制御モードにおける制御処理の流れを示すフローチャートである。
【図７】実施例１の車両が停車するまでの様子を示すタイムチャートである。
【図８】実施例2の車両が停車するまでの様子を示すタイムチャートである。
【図９】実施例3のブレーキ装置の液圧回路を含む概略構成を示す図である。
【図１０】実施例4のブレーキ装置の液圧回路を含む概略構成を示す図である。
【図１１】実施例5のブレーキ装置の液圧回路を含む概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】
【０００８】
以下、本発明のブレーキ装置を実現する形態を、図面に示す実施例に基づき説明する。
〔実施例１〕
［ブレーキ装置の構成］
まず、ブレーキ液圧回路の構成を説明する。図１は、実施例１のブレーキ装置1（ブレーキシステム）の液圧回路を含む概略構成を示す図である。ブレーキ装置1は、電動車両に好適な液圧式ブレーキ装置である。電動車両は、車輪を駆動する原動機として、エンジン（内燃機関）のほかモータジェネレータ（回転電機）を備えたハイブリッド車や、モータジェネレータのみを備えた電気自動車等である。なお、エンジンのみを駆動力源とする車両にブレーキ装置1を適用してもよい。
ブレーキ装置1は、車両の各車輪FL～RRに設けられたホイルシリンダ8にブレーキ液を供給してブレーキ液圧（ホイルシリンダ圧Pw）を発生させる。ホイルシリンダ圧Pwにより摩擦部材を移動させ、摩擦部材を車輪側の回転部材に押付けることで、摩擦力を発生させる。これにより、各車輪FL～RRに液圧制動力を付与する。
【０００９】
ホイルシリンダ8は、ディスクブレーキ機構における油圧式ブレーキキャリパのシリンダのほか、ドラムブレーキ機構のホイルシリンダであってもよい。ブレーキ装置1は、2系統すなわちプライマリ系統およびセカンダリ系統のブレーキ配管を有しており、例えばＸ配管形式を採用している。なお、前後配管等、他の配管形式を採用してもよい。以下、プライマリ系統に対応して設けられた部材とセカンダリ系統に対応する部材とを区別する場合は、それぞれの符号の末尾に添字P,Sを付す。
ブレーキペダル2は、運転者（ドライバ）のブレーキ操作の入力を受けるブレーキ操作部材である。ブレーキペダル2は所謂吊下げ型であり、その基端が軸201によって回転自在に支持されている。ブレーキペダル2の先端には運転者が踏込む対象となるパッド202が設けられている。ブレーキペダル2の軸201とパッド202との間における基端側には、プッシュロッド2aの一端が、軸203によって回転自在に接続されている。
マスタシリンダ3は、運転者によるブレーキペダル2の操作（ブレーキ操作）により作動して、ブレーキ液圧（マスタシリンダ圧Pm）を発生する。なお、ブレーキ装置1は、車両のエンジンが発生する吸気負圧を利用してブレーキ操作力（ブレーキペダル2の踏力F）を倍力ないし増幅する負圧式の倍力装置を備えていない。これにより、ブレーキ装置1の小型化を可能にしている。
【００１０】
マスタシリンダ3は、プッシュロッド2aを介してブレーキペダル2に接続されると共に、リザーバタンク（リザーバ）４からブレーキ液が補給される。リザーバタンク4は、ブレーキ液を貯留するブレーキ液源であり、大気圧に開放される低圧部である。リザーバタンク4の内部における底部側（鉛直方向下側）は、所定の高さを有する複数の仕切部材により、プライマリ液圧室用空間41Pと、セカンダリ液圧室用空間41Sと、ポンプ吸入用空間42とに区画（画成）されている。マスタシリンダ3は、タンデム型であり、ブレーキ操作に応じて軸方向に移動するマスタシリンダピストンとして、プライマリピストン32Pとセカンダリピストン32Sとを直列に備えている。プライマリピストン32Pはプッシュロッド2aに接続される。セカンダリピストン32Sはフリーピストン型である。
ブレーキペダル2には、ストロークセンサ90が設けられている。ストロークセンサ90はブレーキペダル2の変位量（ペダルストロークS）を検出する。なお、ストロークセンサ90をプッシュロッド2aやプライマリピストン32Pに設けてペダルストロークSを検出することとしてもよい。ペダルストロークSは、プッシュロッド2aないしプライマリピストン32Pの軸方向変位量（ストローク量）にブレーキペダルのペダル比Kを乗じたものに相当する。ペダル比Kは、プライマリピストン32Pのストローク量に対するペダルストロークSの比率であり、所定の値に設定される。ペダル比Kは、例えば、軸201から軸203までの距離に対する、軸201からパッド202までの距離の比により算出することができる。

【００１１】
ストロークシミュレータ5は、運転者のブレーキ操作に応じて作動する。ストロークシミュレータ5は、運転者のブレーキ操作に応じてマスタシリンダ3の内部から流出したブレーキ液がストロークシミュレータ5内に流入することで、ペダルストロークSを発生させる。マスタシリンダ3から供給されたブレーキ液によりストロークシミュレータ5のピストン52がシリンダ50内を軸方向に作動する。これにより、ストロークシミュレータ5は運転者のブレーキ操作に伴う操作反力を生成する。
液圧制御ユニット6は、運転者によるブレーキ操作とは独立にブレーキ液圧を発生可能な制動制御ユニットである。電子制御ユニット（以下、ECUという。）100は、液圧制御ユニット6の作動を制御するコントロールユニットである。液圧制御ユニット6は、リザーバタンク4またはマスタシリンダ3からブレーキ液の供給を受ける。液圧制御ユニット6は、ホイルシリンダ8とマスタシリンダ3との間に設けられており、各ホイルシリンダ8にマスタシリンダ圧Pmまたは制御液圧を個別に供給可能である。
【００１２】
液圧制御ユニット6は、制御液圧を発生するための液圧機器（アクチュエータ）として、ポンプ7のモータ7aおよび複数の制御弁（連通弁26等）を有している。ポンプ7は、マスタシリンダ3以外のブレーキ液源（リザーバタンク4等）からブレーキ液を吸入し、ホイルシリンダ8に向けて吐出する。ポンプ7は、例えばプランジャポンプやギヤポンプを用いることができる。ポンプ7は両系統で共通に用いられ、同一の駆動源としての電動式のモータ（回転電機）7aにより回転駆動される。モータ7aとして、例えばブラシ付きモータを用いることができる。連通弁26等は、制御信号に応じて開閉動作し、第一油路11等の連通状態を切り替える。これにより、ブレーキ液の流れを制御する。液圧制御ユニット6は、マスタシリンダ3とホイルシリンダ8との連通を遮断した状態で、ポンプ7が発生する液圧によりホイルシリンダ8を加圧することが可能に設けられている。また、液圧制御ユニット6は、ポンプ7の吐出圧やPm等、各所の液圧を検出する液圧センサ91～93を備えている。
【００１３】
ECU100には、ストロークセンサ90および液圧センサ91～93から送られる検出値、車両側から送られる走行状態に関する情報が入力される。ECU100は、これら各種情報に基づき、内蔵されるプログラムに従って情報処理を行う。また、この処理結果に従って液圧制御ユニット6の各アクチュエータに指令信号を出力し、これらを制御する。具体的には、連通弁26等の開閉動作や、モータ7aの回転数（すなわちポンプ7の吐出量）を制御する。これにより各車輪FL～RRのホイルシリンダ圧Pwを制御することで、各種ブレーキ制御を実現する。例えば、倍力制御や、アンチロック制御や、車両運動制御のためのブレーキ制御や、自動ブレーキ制御や、回生協調ブレーキ制御等を実現する。
倍力制御は、運転者のブレーキ操作力では不足する液圧制動力を発生してブレーキ操作を補助する。アンチロック制御は、制動による車輪FL～RRのスリップ（ロック傾向）を抑制する。車両運動制御は、横滑り等を防止する車両挙動安定化制御（以下、ESCという。）である。自動ブレーキ制御は、先行車追従制御等である。回生協調ブレーキ制御は、回生ブレーキと協調して目標減速度（目標制動力）を達成するようにホイルシリンダ圧Pwを制御する。
【００１４】
（マスタシリンダの構成）
マスタシリンダ3の両ピストン32P,32Sの間にプライマリ液圧室31Pが画成される。プライマリ液圧室31Pには、コイルスプリング33Pが押し縮められた状態で設置されている。セカンダリピストン32Sとシリンダ30のｘ軸正方向端部との間にセカンダリ液圧室31Sが画成される。セカンダリ液圧室31Sには、コイルスプリング33Sが押し縮められた状態で設置されている。各液圧室31P,31Sには第一油路11が開口する。各液圧室31P,31Sは、第一油路11を介して、液圧制御ユニット6に接続すると共に、ホイルシリンダ8と連通可能に設けられている。
運転者によるブレーキペダル2の踏込み操作によってピストン32がストロークし、液圧

室31の容積の減少に応じてマスタシリンダ圧Pmが発生する。両液圧室31P,31Sには略同じマスタシリンダ圧Pmが発生する。これにより、液圧室31から第一油路11を介してホイルシリンダ8に向けてブレーキ液が供給される。マスタシリンダ3は、プライマリ液圧室31Pに発生したマスタシリンダ圧Pmによりプライマリ系統の油路（第一油路11P）を介してプライマリ系統のホイルシリンダ8a,8dを加圧可能である。また、マスタシリンダ3は、セカンダリ液圧室31Sに発生したマスタシリンダ圧Pmによりセカンダリ系統の油路（第一油路11S）を介してセカンダリ系統のホイルシリンダ8b,8cを加圧可能である。

【００１５】

（ストロークシミュレータの構成）

次に、ストロークシミュレータ5の構成を図１に基づき説明する。ストロークシミュレータ5は、シリンダ50とピストン52とスプリング53を有している。図１では、ストロークシミュレータ5のシリンダ50の軸心を通る断面を示す。シリンダ50は筒状であり、円筒状の内周面を有している。シリンダ50は、ｘ軸負方向側に比較的小径のピストン収容部501を有し、ｘ軸正方向側に比較的大径のスプリング収容部502を有している。スプリング収容部502の内周面には後述する第三油路13（13A）が常時開口する。

ピストン52は、ピストン収容部501の内周側に、その内周面に沿ってｘ軸方向に移動可能に設置されている。ピストン52は、シリンダ50内を少なくとも２室（正圧室511と背圧室512）に分離する分離部材（隔壁）である。シリンダ50内において、ピストン52のｘ軸負方向側に正圧室511が画成され、ｘ軸正方向側に背圧室512が画成される。正圧室511は、ピストン52のｘ軸負方向側の面とシリンダ50（ピストン収容部501）の内周面とにより囲まれる空間である。第二油路12は、正圧室511に常時開口する。背圧室512は、ピストン52のｘ軸正方向側の面とシリンダ50（スプリング収容部502、ピストン収容部501）の内周面により囲まれる空間である。第三油路13Aは、背圧室512に常時開口する。

【００１６】

ピストン52の外周には、ピストン52の軸心の周り方向（周方向）に延びるようにピストンシール54が設置されている。ピストンシール54は、シリンダ50（ピストン収容部501）の内周面に摺接して、ピストン収容部501の内周面とピストン52の外周面との間をシールする。ピストンシール54は、正圧室511と背圧室512との間をシールすることでこれらを液密に分離する分離シール部材であり、ピストン52の上記分離部材としての機能を補完する。スプリング53は、背圧室512内に押し縮められた状態で設置されたコイルスプリング（弾性部材）であり、ピストン52をｘ軸負方向側に常時付勢する。スプリング53は、ｘ軸方向に変形可能に設けられており、ピストン52の変位量（ストローク量）に応じて反力を発生可能である。

スプリング53は、第一スプリング531と第二スプリング532を有している。第一スプリング531は、第二スプリング532よりも小径かつ短尺であり、線径が小さい。第一スプリング531のばね定数は第二スプリング532よりも小さい。第一，第二スプリング531,532は、ピストン52とシリンダ50（スプリング収容部502）との間に、リテーナ部材530を介して直列に配置されている。

【００１７】

（液圧回路の構成）

次に、液圧制御ユニット6の液圧回路を図１に基づき説明する。各車輪FL～RRに対応する部材には、その符号の末尾にそれぞれ添字ａ～ｄを付して適宜区別する。

第一油路11は、マスタシリンダ3の液圧室31とホイルシリンダ8とを接続する。遮断弁（マスタカット弁）21は、第一油路11に設けられた常開型の（非通電状態で開弁する）電磁弁である。第一油路11は、遮断弁21によって、マスタシリンダ3側の第一油路11Aとホイルシリンダ8側の第一油路11Bとに分離される。

ソレノイドイン弁（加圧弁）SOL/V IN25は、第一油路11における遮断弁21よりもホイルシリンダ8側（第一油路11B）に、各車輪FL～RRに対応して（第一油路11a～11dに）設けられた常開型の電磁弁である。なお、SOL/V IN25をバイパスして第一油路11と並列にバイパス油路110が設けられている。バイパス油路110には、ホイルシリンダ8側からマスタシリ

ンダ3側へのブレーキ液の流れのみを許容するチェック弁（一方向弁ないし逆止弁）250が設けられている。

【００１８】

吸入油路15は、リザーバタンク4（ポンプ吸入用空間42）とポンプ7の吸入部70とを接続する油路である。吐出油路16は、ポンプ7の吐出部71と、第一油路11Bにおける遮断弁21とSOL/V IN25との間とを接続する。チェック弁160は、吐出油路16に設けられ、ポンプ7の吐出部71の側（上流側）から第一油路11の側（下流側）へのブレーキ液の流れのみを許容する。チェック弁160は、ポンプ7が備える吐出弁である。吐出油路16は、チェック弁160の下流側でプライマリ系統の吐出油路16Pとセカンダリ系統の吐出油路16Sとに分岐している。各吐出油路16P,16Sはそれぞれプライマリ系統の第一油路11Pとセカンダリ系統の第一油路11Sに接続している。吐出油路16P,16Sは、第一油路11P,11Sを互いに接続する連通路として機能する。連通弁26Pは、吐出油路16Pに設けられた常閉型の（非通電状態で閉弁する）電磁弁である。連通弁26Sは、吐出油路16Sに設けられた常閉型の電磁弁である。

ポンプ7は、リザーバタンク4から供給されるブレーキ液により第一油路11に液圧を発生させてホイルシリンダ圧Pwを発生可能な第二の液圧源である。ポンプ7は、吐出油路16P,16Sおよび第一油路11P,11Sを介してホイルシリンダ8a～8dと接続しており、吐出油路16P,16Sにブレーキ液を吐出することでホイルシリンダ8を加圧可能である。

【００１９】

第一減圧油路17（還流油路）は、吐出油路16におけるチェック弁160と連通弁26との間と、吸入油路15とを接続する。調圧弁27は、第一減圧油路（還流油路）17に設けられた第一減圧弁としての常開型の電磁弁である。なお、調圧弁27は常閉型でもよい。

第二減圧油路18は、第一油路11BにおけるSOL/V IN25よりもホイルシリンダ8側と、吸入油路15とを接続する。ソレノイドアウト弁（減圧弁）SOL/V OUT28は、第二減圧油路18に設けられた第二減圧弁としての常閉型の電磁弁である。なお、本実施例では、調圧弁27よりも吸入油路15の側の第一減圧油路（還流油路）17と、SOL/V OUT28よりも吸入油路15の側の第二減圧油路18とが、部分的に共通している。

第二油路12は、第一油路11Bから分岐してストロークシミュレータ5に接続する分岐油路である。第二油路12は、第一油路11Bとともに、マスタシリンダ3のセカンダリ液圧室31Sとストロークシミュレータ5の正圧室511とを接続する正圧側油路として機能する。なお、第二油路12が、第一油路11Bを介さずにセカンダリ液圧室31Sと正圧室511とを直接的に接続するようにしてもよい。

【００２０】

第三油路13は、ストロークシミュレータ5の背圧室512と第一油路11とを接続する第一の背圧側油路である。具体的には、第三油路13は、第一油路11S（11B）における遮断弁21SとSOL/V IN25との間から分岐して背圧室512に接続する。

ストロークシミュレータイン弁SS/V IN23は、第三油路13に設けられた常閉型の電磁弁である。第三油路13は、SS/V IN23によって、背圧室512側の第三油路13Aと第一油路11側の第三油路13Bとに分離される。

SS/V IN23をバイパスして第三油路13と並列にバイパス油路130が設けられている。バイパス油路130は、第三油路13Aと第三油路13Bとを接続する。バイパス油路130にはチェック弁230が設けられている。チェック弁230は、背圧室512側（第三油路13A）から第一油路11側（第三油路13B）へ向うブレーキ液の流れを許容し、逆方向へのブレーキ液の流れを抑制する。

第四油路14は、ストロークシミュレータ5の背圧室512とリザーバタンク4とを接続する第二の背圧側油路である。第四油路14は、第三油路13における背圧室512とSS/V IN23との間（第三油路13A）と、吸入油路15（ないし、調圧弁27よりも吸入油路15側の第一減圧油路17や、SOL/V OUT28よりも吸入油路15側の第二減圧油路18）とを接続する。なお、第四油路14を背圧室512やリザーバタンク4に直接的に接続することとしてもよい。

【００２１】

ストロークシミュレータアウト弁（シミュレータカット弁）SS/V OUT24は、第四油路14

に設けられた常閉型の電磁弁である。SS/V OUT24をバイパスして、第四油路14と並列にバイパス油路140が設けられている。バイパス油路140には、リザーバタンク4（吸入油路15）側から第三油路13A側すなわち背圧室512側へ向うブレーキ液の流れを許容し、逆方向へのブレーキ液の流れを抑制するチェック弁240が設けられている。

遮断弁21、SOL/V IN25および調圧弁27は、ソレノイドに供給される電流に応じて弁の開度が調整される比例制御弁である。SS/V IN23、SS/V OUT24、連通弁26およびSOL/V OUT28は、弁の開閉が二値的に切り替え制御される２位置弁（オン・オフ弁）である。なお、2位置弁ではなく比例制御弁を用いることも可能である。

第一油路11Sにおける遮断弁21Sとマスタシリンダ3との間（第一油路11A）には、この箇所の液圧（マスタシリンダ圧Pm及びストロークシミュレータ5の正圧室511内の液圧）を検出するマスタシリンダ圧センサ91が設けられている。

第一油路11における遮断弁21とSOL/V IN25との間には、この箇所の液圧（ホイルシリンダ圧Pw）を検出するホイルシリンダ圧センサ（プライマリ系統圧センサ、セカンダリ系統圧センサ）92が設けられている。

【００２２】

吐出油路16におけるポンプ7の吐出部71（チェック弁160）と連通弁26との間には、この箇所の液圧（ポンプ吐出圧）を検出する吐出圧センサ93が設けられている。

遮断弁21が開弁方向に制御された状態で、マスタシリンダ3の液圧室31とホイルシリンダ8とを接続するブレーキ系統（第一油路11）は、第一の系統を構成する。この第一の系統は、踏力Fを用いて発生させたマスタシリンダ圧Pmによりホイルシリンダ圧Pwを発生させることで、踏力ブレーキ（非倍力制御）を実現可能である。

一方、遮断弁21が閉弁方向に制御された状態で、ポンプ7を含み、リザーバタンク4とホイルシリンダ8を接続するブレーキ系統（吸入油路15、吐出油路16等）は、第二の系統を構成する。この第二の系統は、ポンプ7を用いて発生させた液圧によりPwを発生させる、所謂ブレーキバイワイヤ装置を構成し、ブレーキバイワイヤ制御として倍力制御等を実現可能である。ブレーキバイワイヤ制御（以下、単にバイワイヤ制御という。）時、ストロークシミュレータ5は、運転者のブレーキ操作に伴う操作反力を生成する。

【００２３】

（ECUの構成）

図２はECU100の制御ブロック図である。ECU100は、バイワイヤ制御部101、踏力ブレーキ部102、フェールセーフ部103、液圧保持部107を備えている。

バイワイヤ制御部101は、遮断弁21を閉じ、運転者のブレーキ操作状態に応じてポンプ7によりホイルシリンダ8を加圧する。以下、具体的に説明する。バイワイヤ制御部101は、ブレーキ操作状態検出部104と、目標ホイルシリンダ圧算出部105と、ホイルシリンダ圧制御部106とを備えている。

ブレーキ操作状態検出部104は、ストロークセンサ90の検出値の入力を受けて、運転者によるブレーキ操作量としてのペダルストロークSを検出する。また、ペダルストロークSに基づき、運転者のブレーキ操作中であるか否か（ブレーキペダル2の操作の有無）を検出する。なお、踏力Fを検出する踏力センサを設け、その検出値に基づきブレーキ操作量を検出又は推定することとしてもよい。また、マスタシリンダ圧センサ91の検出値に基づきブレーキ操作量を検出又は推定することとしてもよい。すなわち、制御に用いるブレーキ操作量として、ペダルストロークSに限らず、他の適当な変数を用いてもよい。

【００２４】

目標ホイルシリンダ圧算出部105は、目標ホイルシリンダ圧Pw*を算出する。例えば、倍力制御時には、検出されたペダルストロークS（ブレーキ操作量）に基づき、所定の倍力比に応じてペダルストロークSと運転者の要求ブレーキ液圧（運転者が要求する車両減速度）との間の理想の関係（ブレーキ特性）を実現する目標ホイルシリンダ圧Pw*を算出する。例えば、通常サイズの負圧式倍力装置を備えたブレーキ装置において、負圧式倍力装置の作動時に実現されるペダルストロークSとホイルシリンダ圧Pw（制動力）との間の所定の関係を、目標ホイルシリンダ圧Pw*を算出するための上記理想の関係とする。

ホイルシリンダ圧制御部106は、遮断弁21を閉弁方向に制御することで、液圧制御ユニット6の状態を、ポンプ7（第二の系統）によりホイルシリンダ圧Pwを発生（加圧制御）可能な状態とする。この状態で、液圧制御ユニット6の各アクチュエータを制御して目標ホイルシリンダ圧Pw*を実現する液圧制御（例えば倍力制御）を実行する。具体的には、遮断弁21を閉弁方向に制御し、連通弁26を開弁方向に制御し、調圧弁27を閉弁方向に制御するとともに、ポンプ7を作動させる。このように制御することで、リザーバタンク4側から所望のブレーキ液を吸入油路15、ポンプ7、吐出油路16、及び第一油路11を経由してホイルシリンダ8に送ることが可能である。

【００２５】

ポンプ7が吐出するブレーキ液は吐出油路16を介して第一油路11Bに流入する。このブレーキ液が各ホイルシリンダ8に流入することによって、各ホイルシリンダ8が加圧される。すなわち、ポンプ7により第一油路11Bに発生させた液圧を用いてホイルシリンダ8を加圧する。このとき、ホイルシリンダ圧センサ92の検出値が目標ホイルシリンダ圧Pw*に近づくようにポンプ7の回転数や調圧弁27の開弁状態（開度等）をフィードバック制御することで、所望の制動力を得ることができる。すなわち、調圧弁27の開弁状態を制御し、吐出油路16ないし第一油路11から調圧弁27を介して吸入油路15へブレーキ液を適宜漏らすことで、ホイルシリンダ圧Pwを調節することができる。本実施例では、基本的に、ポンプ7（モータ7a）の回転数ではなく調圧弁27の開弁状態を変化させることによりホイルシリンダ圧Pwを制御する。遮断弁21を閉弁方向に制御し、マスタシリンダ3側とホイルシリンダ8側とを遮断することで、運転者のブレーキ操作から独立してホイルシリンダ圧Pwを制御することが容易となる。

【００２６】

一方、ホイルシリンダ圧制御部106は、SS/V OUT24を開弁方向に制御する。これにより、ストロークシミュレータ5の背圧室512と吸入油路15（リザーバタンク4）側とが連通する。よって、ブレーキペダル2の踏込み操作に伴いマスタシリンダ3からブレーキ液が吐出され、このブレーキ液がストロークシミュレータ5の正圧室511に流入すると、ピストン52が作動する。これにより、ペダルストロークSが発生する。正圧室511に流入する液量と同等の液量のブレーキ液が背圧室512から流出する。このブレーキ液は第三油路13Aおよび第四油路14を介して吸入油路15（リザーバタンク4）側へ排出される。なお、第四油路14はブレーキ液が流入可能な低圧部に接続していればよく、必ずしもリザーバタンク4に接続している必要はない。また、ストロークシミュレータ5のスプリング53と背圧室512の液圧等がピストン52を押す力により、ブレーキペダル2に作用する操作反力（ペダル反力）が発生する。すなわち、ストロークシミュレータ5は、バイワイヤ制御時に、ブレーキペダル2の特性（踏力Fに対するペダルストロークSの関係であるF-S特性）を生成する。

【００２７】

踏力ブレーキ部102は、遮断弁21を開弁し、マスタシリンダ3によりホイルシリンダ8を加圧する。遮断弁21を開弁方向に制御することで、液圧制御ユニット6の状態を、マスタシリンダ圧Pm（第一の系統）によりホイルシリンダ圧Pwを発生可能な状態とし、踏力ブレーキを実現する。このとき、SS/V OUT24を閉弁方向に制御することで、運転者のブレーキ操作に対してストロークシミュレータ5を非作動とする。これにより、マスタシリンダ3からブレーキ液が効率的にホイルシリンダ8に向けて供給される。したがって、運転者が踏力Fにより発生させるホイルシリンダ圧Pwの低下を抑制することができる。具体的には、踏力ブレーキ部102は、液圧制御ユニット6における全アクチュエータを非作動状態とする。なお、SS/V IN23を開弁方向に制御することとしてもよい。

フェールセーフ部103は、ブレーキ装置1（ブレーキシステム）における異常（失陥ないし故障）の発生を検出する。例えば、ブレーキ操作状態検出部104からの信号や、各センサからの信号に基づき、液圧制御ユニット6におけるアクチュエータ（ポンプ7ないしモータ7aや調圧弁27等）の失陥を検知する。または、ブレーキ装置1に電源を供給する車載電源（バッテリ）やECU100の異常を検知する。

【００２８】

フェールセーフ部103は、バイワイヤ制御中に異常の発生を検出すると、踏力ブレーキ部102を作動させ、バイワイヤ制御から踏力ブレーキへ切替える。具体的には、液圧制御ユニット6における全アクチュエータを非作動状態とし、踏力ブレーキへ移行させる。遮断弁21は常開弁である。このため、電源失陥時には遮断弁21が開弁することで、踏力ブレーキを自動的に実現することが可能である。SS/V OUT24は常閉弁であるため、電源失陥時にはSS/V OUT24が閉弁することで、ストロークシミュレータ5が自動的に非作動とされる。また連通弁26は常閉型であるため、電源失陥時に両系統のブレーキ液圧系を互いに独立とし、各系統で別々に踏力Fによるホイルシリンダ加圧が可能となる。これらにより、フェールセーフ性能を向上できる。

液圧保持部107において行われる制御については、別途詳述する。

【００２９】

［液圧保持制御］

以下、液圧保持部107について停車時の液圧保持の場合を例として説明する。図3は、ECU100において行われる制御モードを決定する処理の流れを示すフローチャートである。以後紹介するフローチャートは、本処理はECU100にて所定間隔で実行されるソフトウェアとして組み込まれているものである。

ステップS1において、制動要求が有るかどうかが判断される。制動要求はペダルストロークSが所定ストローク以上となったときに制動要求が有ると判断される。なお踏力Fに基いて制動要求を判断するようにしてもよい。制動要求がないと判断された場合はステップS3に進む。制動要求が有ると判断された場合には、ステップS2に進む。

【００３０】

ステップS2では、車両が停車したかどうかが判断される。車両の停車判断は、例えば、各車輪に車輪速度センサを設け、車輪速度センサの出力がすべて０となったことをECU100で判断し、その状態が所定時間継続することなどによって判断ができる。ステップS2において、車両が停車していないと判断された場合には、ステップS4に進む。ステップS2において、車両が停車していると判断された場合には、ステップS5に進む。

ステップS3では非制御モードとなる。非制御モードでは液圧制御ユニット6における全アクチュエータを非作動状態となる。

ステップS4では倍力制御モードとなる。すなわちバイワイヤ制御部101による液圧制御を実施する。

ステップS5では停車保持制御モードとなる。すなわち液圧保持部107によるホイルシリンダ8の液圧保持制御を実施する。

【００３１】

図4は、停車保持制御モードにおいて、液圧保持部107の制御処理の流れを示すフローチャートである。

ステップS10では、モータ7aを停止する指令を出力する。

ステップS11では、モータ7aが停止（回転数が０）したがどうかが判断される。モータ回転数の検出は、エンコーダを用いた検出や、モータ端子間電圧とモータ電流を検出して物理的関係から計算によって推定する事で可能となる。ステップS11において、モータ7aが回転していると判断された場合には、ステップS12に進む。ステップS11においてモータ7aが停止していると判断された場合、ステップS13に進む。

ステップS12では、調圧弁27を比例制御するとともに、連通弁26P,26Sを開弁する。ステップS12では、モータ7aは回転しているため、ポンプ7よりブレーキ液が吐出されている。ホイルシリンダ圧を目標値に制御するためにホイルシリンダ圧センサ92P,92Sの出力値に基づき、調圧弁27を比例制御している。またモータ7aが回転中はポンプ7が作動しており、停止前に連通弁26P,26Sを閉弁した場合、ポンプ7から吐出油路16にブレーキ液が流れ込み、吐出油路16が非常に剛性の高い閉鎖された空間となる。そのため連通弁26P,26Sを開弁している。

ステップS13では、調圧弁27、連通弁26P,26Sをすべて閉弁する。

【００３２】

［制動時のタイムチャート］

図5は車両が走行している状態から制動力が発生し、停車するまでの様子を示すタイムチャートである。図5のタイムチャートでは、車速、車両の停止判断、各ホイルシリンダ圧センサ92、吐出圧センサ93の検出値、モータ7aの回転数、遮断弁21の開閉状態、調圧弁27の開閉状態、連通弁26の開閉状態を示している。

時刻t0以前において、車両はある程度の速度で走行している。

時刻t0において、制動要求に従いモータ7aが作動し回転数が上昇する。それに伴ってポンプ7も作動し、液圧が上昇する。同時に遮断弁21P,21Sを閉とし、調圧弁27の開度を調整、連通弁26P,26Sを開弁とする。これによりポンプ7から供給されたブレーキ液がホイルシリンダ8に導かれ、ホイルシリンダ圧が発生し制動力が得られ車両が減速する。

時刻t1において車両が停止し、時刻t2において車両の停車が判断される。車両の停車が判断されると、モータ7aの駆動を停止する。したがってモータ回転数が低下し始める。

時刻t3において、モータ回転数が0となったことが判断される。モータ回転数が0となったと判断されると、調圧弁27および連通弁26P,26Sを閉弁とする。これにより調圧弁27、遮断弁21P,21Sに囲まれた第一油路11、吐出油路16および各ホイルシリンダ8のブレーキ液は閉じ込められるため、ホイルシリンダ圧を保持することができる。

【００３３】

［液圧保持制御の作用］

各ホイルシリンダ8の液圧を保持するためには、遮断弁21および調圧弁27を閉弁すれば良い。しかしながら、この状態で調圧弁27の駆動素子に異常が生じ、調圧弁27のソレノイドに電流を流せない故障が発生した場合、調圧弁27は非通電状態となり開弁状態となる。調圧弁27が開弁すると、ブレーキ液は吐出油路16から第一減圧油路17の経路で流出しホイルシリンダ8の液圧を維持することができない。その他、調圧弁27のソレノイドの短絡故障や、断線故障によっても同様の影響が発生する。なお、調圧弁27は常閉型の電磁弁でもよいことはすでに述べたが、この場合でも、駆動素子がON固着するなどの電気的故障により開故障が発生する可能性がある。また、チェック弁160のシール性が失われた場合も、吐出油路16→ポンプ7→吸入油路15に流出するため、ホイルシリンダ8の液圧を維持することができない可能性がある。

当然、これらの故障はフェールセーフで検知可能なようにシステムを構成することは必要である。しかし、故障を検知するには所定の時間を要するため、故障が発生してから少なからずホイルシリンダ8の液圧減少が発生してしまう。路面に勾配がある場合では、ホイルシリンダ8の液圧減少によって、車両が意図せずに動いてしまう可能性がある。この時、マスタシリンダ3からのブレーキ液供給は、遮断弁21P,21Sによって遮断されているため、仮に制動力が減少したときにペダル2に与える踏力Fを増やしても、マスタシリンダ3の発生液圧からはホイルシリンダ8の液圧を発生させることはできない。そのため、故障を検知するまでの間、操縦者に不安感、違和感を生じさせる可能性がある。

【００３４】

なお、遮断弁21P,21Sの開弁故障した場合については、第一油路11が連通することより（マスタシリンダ3とホイルシリンダ8が連通するため）、操縦者の踏力Fにて制動力が発生可能である。

このような課題を解決するため、実施例1では、調圧弁27に加え、連通弁26P,26Sを閉弁することとした。これにより、プライマリ系統の第一油路11B(11P)およびホイルシリンダ8a,8dは、遮断弁21Pおよび連通弁26Pによって液圧が保持される。またセカンダリ系統の第一油路11B(11S)およびホイルシリンダ8b,8cは、遮断弁21Sおよび連通弁26Sによって保持される。

実施例1では、調圧弁27および連通弁26を閉状態として、第一油路11Bから第一減圧油路17または第一油路11Bから吸入油路15に向けて二重で油路を遮断するため、ホイルシリンダ圧保持の信頼性がより向上する。たとえば、液圧保持制御中に調圧弁27やチェック弁160の開故障が発生しても、連通弁26Pまたは連通弁26Sの開故障が同時に発生しない限りホイルシリンダ圧保持は継続可能である。また、液圧保持中に連通弁26Pまたは連通弁26Sの

開故障が発生しても、調圧弁27の開故障が同時に発生しない限りホイルシリンダ圧保持は継続可能である。

【００３５】

また、図5のタイムチャートにおいて、時刻t3で調圧弁27と連通弁26P,26Sを同時に閉としているが、必ずしも同時に閉弁することに限定するものではなく、連通弁26P,26Sを閉とした後に調圧弁27を閉としてもよい。2つの連通弁についても26P,26Sが同時に閉弁することに限定するものではなく、いずれかの連通弁を先に閉じ、後に残りの連通弁を閉じてもよい。

別の液圧保持制御の処理として、モータ7aが回転しているうちにも連通弁26P,26Sを閉弁することもできる。図6は、停車保持制御モードでの動作において、液圧保持部107の制御処理の流れを示すフローチャートである。

ステップS20では、モータ7aを停止する指令を出力するとともに、連通弁26P,26Sを閉弁する。

ステップS21では、モータ7aが停止（回転数が０）したがどうかが判断される。ステップS21において、モータ7aが回転していると判断された場合には、ステップS22に進む。ステップS21においてモータ7aが停止していると判断された場合、ステップS23に進む。

【００３６】

ステップS22では、調圧弁27を比例制御する。ステップS22では、モータ7aは回転しているため、ポンプ7よりブレーキ液が吐出されている。このとき連通弁26P,26Sが閉弁しているため、吐出油路16の液量が過剰となり液圧が上昇する。しかし、調圧弁27を比例制御することで不要な液圧を逃がすことができる。

ステップ23では、調圧弁27を閉弁する。

図6に示す制御処理のように停車保持制御モードでの動作にモータ7aが回転しているときに連通弁26P,26Sを閉弁しても、吐出油路16の液圧の過剰な上昇を抑制することができる。

また、モータ7aが回転しているときに、連通弁26P,26Sと調圧弁27を同時閉弁したとしても、連通弁26P,26Sや調圧弁27の閉弁時リリーフ圧を機械的、電気的に設定することで、吐出油路16の過剰な液圧上昇を抑制することもできる。

【００３７】

（システム異常検知）

次に、ブレーキ装置1（ブレーキシステム）の異常検出方法について説明する。図7は車両が走行している状態から制動力が発生し、停車するまでの様子を示すタイムチャートである。タイムチャートである。図7のタイムチャートにおける時刻t3までは図5のタイムチャートと同様であり、説明を省略する。

時刻t3後、ブレーキ装置1が正常であれば、第一油路11B(11Pおよび11S)、吐出油路16それぞれの液圧は、液圧保持開始時の液圧を維持するはずである。しかしながら、吐出油路16周辺部品に異常が発生した場合、液圧が保持できない場合がある。

例えば、チェック弁160がリークを発生し、ポンプ7を経由して吸入油路15に油が流出した場合などは吐出油路16の液圧が低下する。この場合、第一油路11B(11P)と第一油路11B(11S)は連通弁26と遮断弁21によって液圧保持可能であるから、ホイルシリンダ圧センサ92P,92Sの検出値は液圧が保持され、吐出油路16に設置された吐出圧センサ93の検出値のみが低下する。したがって、吐出圧センサ93の値が液圧保持開始時に対してあらかじめ設定した液圧だけ低下した場合には、吐出油路16系統における液圧保持の異常を検出することができる(時刻t5)。

仮に、連通弁26が無い場合は、第一油路11Bと吐出油路16すべての液圧が低下することとなり、故障箇所の絞り込みが難しくなる。比べて、本構成では、吐出油路16周辺の構成部品に故障部位を絞り込むことができるため、検出性が高い。同様に、ホイルシリンダ圧センサ92Pの検出値だけが低下する場合はプライマリ系統、ホイルシリンダ圧センサ92Sの検出値だけが低下する場合はセカンダリ系統の故障を検出することができる。

【００３８】

［効果］

(1) ブレーキ液をホイルシリンダ8へ供給するポンプ7（液圧源）と、ポンプ7とホイルシリンダ8と接続する吐出油路16（第一油路）と、吐出油路16に設けられた連通弁26（第一の弁）と、ポンプ7と連通弁26との間において、吐出油路16と接続し、ポンプ7が供給したブレーキ液を低圧部に還流する第一減圧油路17（還流油路）と、第一減圧油路17に設けられ、吐出油路16のブレーキ液圧を調整する調圧弁27と、調圧弁27と連通弁26を閉弁方向に作動し、ポンプ7がホイルシリンダ8へ供給したブレーキ液圧によるホイルシリンダ8の液圧を保持する液圧保持部107と、を備えた。

よって、調圧弁27および連通弁26を閉状態として、第一油路11Bから第一減圧油路17または第一油路11Bから吸入油路15に向けて二重で油路を遮断するため、ホイルシリンダ圧保持の信頼性を向上させることができる。

(2) 車両の停止を判断する車両停止状態判断部（ステップS2）を備え、液圧保持部107は、車両停止状態判断部（ステップS2）により車両停止と判断した後にホイルシリンダ8の液圧を保持するようにした。

よって、車両停止した後のホイルシリンダ8の液圧を保持することができるため、車両の停止状態を維持することができる。

【００３９】

(3) ポンプ7は吐出方向への流れのみを許容するチェック弁160（吐出弁）を備えたポンプであって、ポンプ7は、車両停止状態判断部（ステップS2）により車両停止と判断した後に停止することとした。

よって、車両停止時にポンプ7を停止することができるため、省エネルギー化を図ることができる。

(4) 連通弁26および／または調圧弁27は、ポンプ7の停止後に閉弁するようにした。

よって、吐出油路16の液圧が過剰になることを抑制することができる。

(5) 連通弁26および調圧弁27は電磁弁であって、電磁弁の内、少なくとも一方の電磁弁は常閉弁であることとした。

よって、ホイルシリンダ8の液圧保持制御中に、常閉弁の電磁弁に電力を供給する必要がないため、省エネルギー化を図ることができる。

(6) 吐出油路16上であって、連通弁26とホイルシリンダ8の間の位置とマスタシリンダ3とを接続する第一油路11（第二油路）と、第一油路11に設けられた遮断弁21と、を備え、液圧保持部107は、遮断弁21を閉弁方向に作動し、ホイルシリンダ8液圧の保持を行うようにした。

よって、ブレーキバイワイヤシステムにおいても、ホイルシリンダ8の液圧保持を行うことができる。

【００４０】

(7) 車両に設けられた複数のホイルシリンダ8の内、複数のホイルシリンダ8a,8dを備えたプライマリ系統（第一の系統）と、ホイルシリンダ8の内、残りのホイルシリンダ8b,8cを備えたセカンダリ系統（第二の系統）とを備えた車両に設けられるブレーキ制御装置であって、各系統のそれぞれは、吐出油路16と、連通弁26を備え、第一減圧油路17は、プライマリ系統とセカンダリ系統の両系統の連通弁26の間に接続するようにした。

よって、第一減圧油路17を両系統で共有化することができ、油圧回路の簡素化を図ることができる。

(8) ブレーキ液をホイルシリンダ8へ供給するポンプ7（液圧源）と、ポンプ7とホイルシリンダ8と接続する吐出油路16（第一油路）吐出油路16に設けられた連通弁26（第一の弁）と、ポンプ7と連通弁26との間において、吐出油路16と接続し、低圧部へつながる第一減圧油路17（調圧油路）と、第一減圧油路17に連通弁26と直列に設けられた調圧弁27と、調圧弁27と連通弁26を閉弁方向に作動し、ポンプ7がホイルシリンダ8へ供給したブレーキ液圧によるホイルシリンダ8の液圧を保持する液圧保持部107と、を備えた。

よって、調圧弁27および連通弁26を閉状態として、第一油路11Bから第一減圧油路17または第一油路11Bから吸入油路15に向けて二重で油路を遮断するため、ホイルシリンダ圧

保持の信頼性を向上させることができる。
(9) 液圧保持部107の作動前にポンプ7を停止するようにした。
よって、ホイルシリンダ8の液圧保持制御中はポンプ7を停止するため、省エネルギー化を図ることができる。
(10) 車両の停止を判断する車両停止状態判断部（ステップS2）を備え、
液圧保持部107は、車両停止状態判断部（ステップS2）により車両停止と判断した後にホイルシリンダ8の液圧を保持するようにした。
よって、車両停止した後のホイルシリンダ8の液圧を保持することができるため、車両の停止状態を維持することができる。
【００４１】
(11) 車両に設けられたプライマリ系統に所属するホイルシリンダ8a,8dへ液圧を供給するプライマリ液圧室31Pと、セカンダリ系統に所属するホイルシリンダ8b,8cへ液圧を供給するセカンダリ液圧室31Sとを備えたマスタシリンダ3と、プライマリ液圧室31Pとプライマリ系統に所属するホイルシリンダ8a,8dとを接続する第一油路11P（プライマリ系統油路）と、セカンダリ液圧室31Sとセカンダリ系統に所属するホイルシリンダ8b,8cとを接続する第一油路11S（セカンダリ系統油路）と、第一油路11Pと第一油路11Sの間に設けられ、第一油路11Pと第一油路11Sを接続する吐出油路16（接続油路）と、吐出油路16に接続し、ブレーキ液を第一油路11Pと第一油路11Sを介して対応するホイルシリンダ8に供給するポンプ7（液圧源）と、吐出油路16と第一油路11Pとの間に設けられた連通弁26P（第一連通弁）と、吐出油路16と第一油路11Sとの間に設けられた連通弁26S（第二連通弁）と、吐出油路16と低圧部とを接続する第一減圧油路17（減圧油路）と、第一減圧油路17に設けられた調圧弁27と、各連通弁26P,26Sと、調圧弁27を閉弁方向に制御してポンプ7から対応するホイルシリンダ8へ供給されたブレーキ液圧を保持する液圧保持部107と、を備えた。
よって、調圧弁27および連通弁26を閉状態として、第一油路11Bから第一減圧油路17または第一油路11Bから吸入油路15に向けて二重で油路を遮断するため、ホイルシリンダ圧保持の信頼性を向上させることができる。
(12) ポンプ7液圧源は吐出方向への流れのみを許容するチェック弁160（吐出弁）を備えたポンプであって、各ホイルシリンダ8はポンプ7が吐出したブレーキ液により増圧され、
ポンプ7は、車両停止状態判断部（ステップS2）により車両停止と判断した後、液圧保持部107による保持開始前に停止するようにした。
よって、車両停止した後のホイルシリンダ8の液圧を保持することができるため、車両の停止状態を維持することができる。
【００４２】
〔実施例2〕
実施例1では、ホイルシリンダ8の液圧保持制御中は調圧弁27を閉弁としていた。実施例2では、ホイルシリンダ8の液圧保持制御開始時に一旦調圧弁27を閉弁するものの、その後開弁するようにした。以下、実施例2のブレーキ装置1について説明するが、実施例1と同じ構成については同一の符号を付して説明を省略する。
図8は車両が走行している状態から制動力が発生し、停車するまでの様子を示すタイムチャートである。時刻t3までは、実施例1の図２のタイムチャートと同様であり、説明を省略する。
時刻t3において、モータ回転数が0となったことが判断される。モータ回転数が0となったと判断されると、調圧弁27および連通弁26P,26Sを閉弁とする。これにより調圧弁27、遮断弁21P,21Sに囲まれた第一油路11,吐出油路16および各ホイルシリンダ8のブレーキ液は閉じ込められるため、ホイルシリンダ圧を保持することができる。
【００４３】
時刻t6において、調圧弁27を開弁する。調圧弁27は、ホイルシリンダ圧センサ92P,92S、吐出圧センサ93の時刻t3から所定時間経過後までの検出値の変化量が閾値よりも小さいときに開弁する。すなわち、ホイルシリンダ8の液圧保持が正常にできているときには、

調圧弁27を開弁する。

調圧弁27が開弁すると、吐出油路16の液圧が低下（吐出圧センサ93の検出値が低下）する。プライマリ系統の第一油路11B(11P)およびホイルシリンダ8a,8dはプライマリ系統の遮断弁21Pおよび連通弁26Pによって液圧が保持される。セカンダリ系統の第一油路11B(11S)およびホイルシリンダ8b,8cはセカンダリ系統の遮断弁21Sおよび連通弁26Sによって保持される。

【００４４】

［作用］

実施例2では、ホイルシリンダ8の液圧保持制御中に常開型の調圧弁27を開弁することができるため、消費電力を抑制することができる。なお、液圧保持制御中に連通弁26Pまたは連通弁26Sに開故障が発生した場合は、故障系統のホイルシリンダ圧は低下するが、正常系統のホイルシリンダ圧は引き続き保持されるので正常系統の制動力を維持することができる。例えば、連通弁26Pに開故障が発生した場合には、プライマリ系統側に接続されたホイルシリンダ8a,8dの液圧は低下するが、セカンダリ系統側に接続されたホイルシリンダ8b,8cの液圧を維持することができる。

液圧の低下した系統は、ホイルシリンダ圧センサ92P,92Sにより検出できるため、仮に液圧が低下した場合、液圧が低下した系統の連通弁26Pまたは連通弁26Sを開弁し、調圧弁27を閉弁し、ポンプ7を再駆動して蓄圧する。このように、2重系統なっていることで、再増圧が可能である。また、再増圧が何度も発生するようであれば、連通弁26の故障が検出できる。したがって、液圧保持の信頼性を確保しながら、故障検知性を向上し、かつ、正常な場合は調圧弁27の駆動電流分を抑制でき、省電力性に有利となる。

［効果］

(12) 調圧弁27は常開の電磁弁であって、液圧保持部107は、調圧弁27を閉弁方向に制御した後に開弁方向に制御するようにした。

よって、省電力化を図ることができる。

【００４５】

〔実施例3〕

実施例3では、実施例1とブレーキ液圧回路が異なる。以下、実施例3のブレーキ装置1aについて説明するが、実施例1と同じ構成については同一の符号を付して説明を省略する。

図9は実施例3のブレーキ装置1aの液圧回路を含む概略構成を示す図である。液圧制御ユニット6aは、ポンプ7の吐出油路16が出力用連通弁29aを介してプライマリ系統の第一油路11B(11P)に接続されている。出力用連通弁29aは常閉型の電磁弁である。プライマリ系統の第一油路11B(11P)とセカンダリ系統の第一油路11B(11S)は、系統連通弁29bによって連通と遮断を選択可能な構成としている。系統連通弁29bは常閉型の電磁弁である。なお、ポンプ7の吐出油路16が出力用連通弁29aを介して接続する先は、セカンダリ系統の第一油路11B(11S)でもよい。

【００４６】

通常ブレーキ時には、遮断弁21を閉弁方向に制御し、連通弁29を開弁方向に制御し、調圧弁27を閉弁方向に制御すると共に、ポンプ7を作動させる。このように制御することで、リザーバタンク4側から所望のブレーキ液を吸入油路15、ポンプ7、吐出油路16、及び第一油路11を経由してホイルシリンダ8に送ることが可能である。ポンプ7が吐出するブレーキ液は吐出油路16を介して第一油路11Bに流入する。このブレーキ液が各ホイルシリンダ8に流入することによって、各ホイルシリンダ8が加圧される。すなわち、ポンプ7により第一油路11Bに発生させた液圧を用いてホイルシリンダ8を加圧する。このとき、ホイルシリンダ圧センサ92の検出値がP_W^*に近づくようにポンプ7の回転数や調圧弁27の開弁状態（開度等）をフィードバック制御することで、所望の制動力を得ることができる。すなわち、調圧弁27の開弁状態を制御し、吐出油路16ないし第一油路11から調圧弁27を介して吸入油路15へブレーキ液を適宜漏らすことで、P_Wを調節することができる。なお、ストロークシミュレータ5の動作については実施例１と同様である。

【００４７】
ホイルシリンダ8の液圧保持制御を行う場合、吐出油路16とホイルシリンダ8に接続される油路とを隔てる電磁弁は出力用連通弁29aである。モータ7aを停止した後、出力用連通弁29aを閉弁することで、遮断弁21、出力用連通弁29aに囲まれた第一油路11Bおよびホイルシリンダ8のブレーキ液は閉じ込められるため、液圧を保持することができる。このとき、調圧弁27と閉弁し続けることにより、第一油路11Bおよび各ホイルシリンダ8のブレーキ液は出力用連通弁29aと調圧弁27によって二重で油路遮断されるため、ホイルシリンダ圧保持信頼性が向上する。
また、ホイルシリンダ8の液圧保持制御時に、省電力を目的として調圧弁27を開弁する場合は、出力用連通弁29aと系統連通弁29bを閉弁する。これにより、セカンダリ系統の第一油路11B(11S)及びホイルシリンダ8b,8cは二重で油路遮断される。仮に、出力用連通弁29aに開故障が発生した場合、プライマリ系統のホイルシリンダ8a,8dの液圧は低下するが、セカンダリ系統のホイルシリンダ8b,8cの液圧を保持することが可能である。
【００４８】
〔実施例4〕
実施例4は、実施例3とブレーキ液圧回路が異なる。以下、実施例4のブレーキ装置1bについて説明するが、実施例1,3と同じ構成については同一の符号を付して説明を省略する。
図10は実施例4のブレーキ装置1aの液圧回路を含む概略構成を示す図である。液圧制御ユニット6bは、ポンプ7の吐出油路16aから還流油路17aを形成し、リリーフ弁161を設けてある。リリーフ弁161はポンプ7の出力が所定以上（たとえば20MPa）の場合にのみ吐出油路16aから還流油路17aへの油の流出を許容する一方向弁である。吐出油路16aは専らブレーキ液を出力する油路であり、出力用連通弁29aを開弁すれば、ポンプ7の出力したブレーキ液を第一油路11に送ることができる。
第一油路11Bより分岐した油路19が形成されている。油路19は第一減圧油路（還流油路）17bに接続されている。油路19と第一減圧油路17bの間に調圧用連通弁29cと調圧弁27が設けられている。調圧用連通弁29cは常閉型の電磁弁である。第一油路11の液圧調整は、調圧用連通弁29cを開弁して、調圧弁27を比例制御することによって行われる。
ホイルシリンダ8の液圧保持動作を実施する場合、モータ7aを停止した後、出力用連通弁29a、調圧用連通弁29cを閉弁することで、遮断弁21、出力用連通弁29a、調圧用連通弁29cに囲まれた第一油路11Bおよびホイルシリンダ8のブレーキ液は閉じ込められるため、液圧を保持することができる。
【００４９】
〔実施例5〕
実施例5では、実施例1とブレーキ液圧回路が異なる。以下、実施例5のブレーキ装置1cについて説明するが、実施例1と同じ構成については同一の符号を付して説明を省略する。
図11は実施例5のブレーキ装置1cの液圧回路を含む概略構成を示す図である。液圧制御ユニット6cは、ポンプ7の吐出油路16bにアキュムレータ72が設けられている。吐出油路16bは、増圧比例弁200を経由して吐出油路16aに接続されている。増圧比例弁200は常閉型の比例制御弁である。吐出油路16bから吸入油路15に接続する油路20にリリーフ弁161が設けられている。リリーフ弁161はポンプ7の出力が所定以上（たとえば20MPa）の場合にのみ吐出油路16aから吸入油路15への油の流出を許容する一方向弁である。
ポンプ7は専らアキュムレータ72へエネルギーを蓄える役割を担い、吐出油路16aに供えられたアキュムレータ液圧センサ94により、アキュムレータ72の液圧が常に所定値以上になるように制御される。ホイルシリンダ8へブレーキ液を送る場合は、増圧比例弁200の開度を調整することで適切な流量のブレーキ液を出力することができる。実施例1～実施例4では、ホイルシリンダ8へのブレーキ液量をポンプ7の回転数（すなわち吐出量）と調圧弁27で調整したが、本実施例では、増圧比例弁200と調圧弁27の開度を調整して実施する。すなわち液圧源はポンプ7とアキュムレータ72と増圧比例弁200とみなすことができる。

ホイルシリンダ8の液圧保持動作を実施する場合、増圧比例弁200を閉弁して液圧源の供給を停止し、連通弁26を閉弁することで、遮断弁21、連通弁26に囲まれた第一油路11Bおよびホイルシリンダ8のブレーキ液は閉じ込められるため、液圧を保持することができる。

【００５０】

〔他の実施例〕

以上、本発明を実現するための形態を、実施例に基づいて説明してきたが、本発明の具体的な構成は実施例に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても、本発明に含まれる。液圧制御ユニットは、マスタシリンダ3、液圧制御ユニット6、ストロークシミュレータ5が一体化された一体型であってもよい。また、マスタシリンダ3、液圧制御ユニット6、ストロークシミュレータ5のいずれかがより分割された複数のユニットで構成されていてもよい。

実施例1～実施例5では、油圧式のホイルシリンダ8を各車輪に設けたが、これに限らず、例えば前輪側を油圧ホイルシリンダとし、後輪側を電動モータで制動力を発生可能なキャリパとしてもよい。

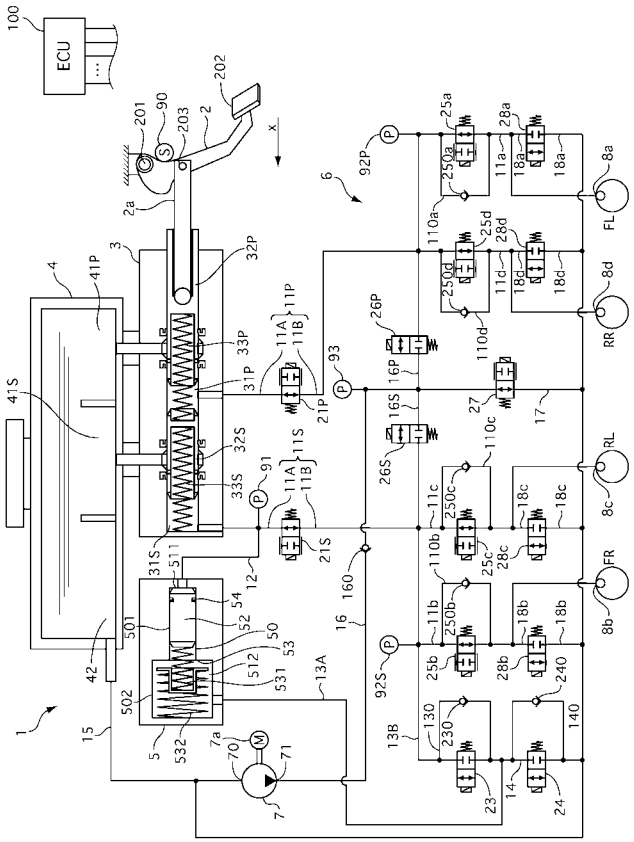
また、ホイルシリンダ8の液圧保持制御は、停車判断を実施して液圧保持要求があった場合に実施するもの限定するものではなく、制御液圧が一定している場合（たとえば運転者による要求液圧が一定している場合や自動ブレーキの指令値が一定している場合）、液圧を保持しても差し支えない場合に、液圧保持制御を実施するようにしてもよい。

【符号の説明】

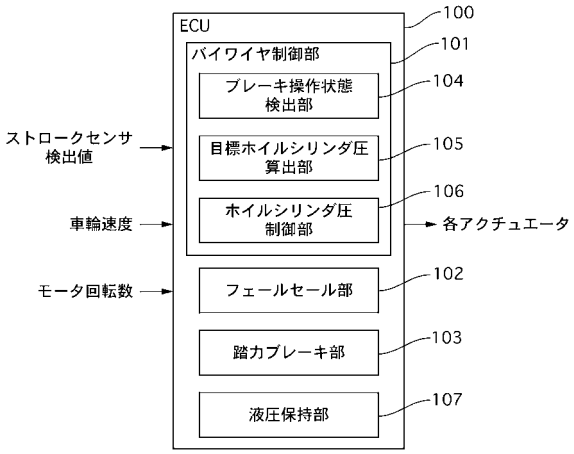
【００５１】

3　マスタシリンダ
7　ポンプ（液圧源）
8　ホイルシリンダ
11　第一油路（第二油路）
11P　第一油路（プライマリ系統油路）
11S　第一油路（セカンダリ系統油路）
16　吐出油路（第一油路、接続油路）
17　第一減圧油路（還流油路、調圧油路）
21　遮断弁
26　連通弁（第一の弁）
26P　連通弁（第一連通弁）
26S　連通弁（第二連通弁）
27　調圧弁
31P　プライマリ液圧室
31S　セカンダリ液圧室
107　液圧保持部
160　チェック弁（吐出弁）

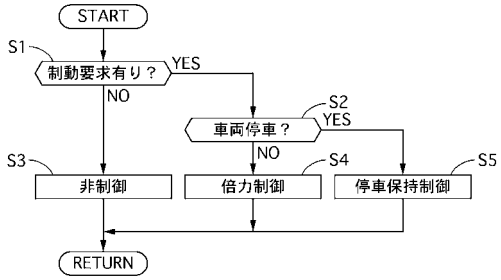
【図１】


100
ECU
201
90
203
2
202
2a
x
3
4
41P
32P
33P
31P
11P
11A
11B
21P
41S
32S
33S
91
11S
21S
31S
511
12
54
52
50
53
501
512
531
42
502
13A
15
1
5
532
7a
70
71
7
92P
93
26P
16P
16S
27
17
26S
160
16
92S
13B
130
230
23
14
24
140
240
25a
250a
11a
18a
28a
110a
8a
FL
25d
250d
11d
18d
28d
110d
8d
RR
110c
250c
11c
18c
28c
8c
RL
110b
250b
11b
18b
28b
25b
25c
8b
FR

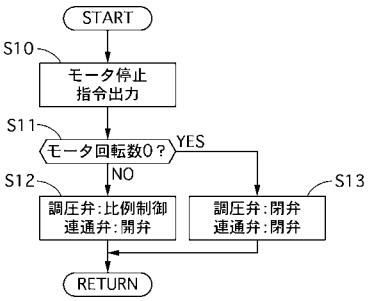
【図２】


ECU
100
バイワイヤ制御部
101
ブレーキ操作状態
検出部
104
目標ホイルシリンダ圧
算出部
105
ホイルシリンダ圧
制御部
106
フェールセール部
102
踏力ブレーキ部
103
液圧保持部
107
ストロークセンサ
検出値
車輪速度
モータ回転数
各アクチュエータ

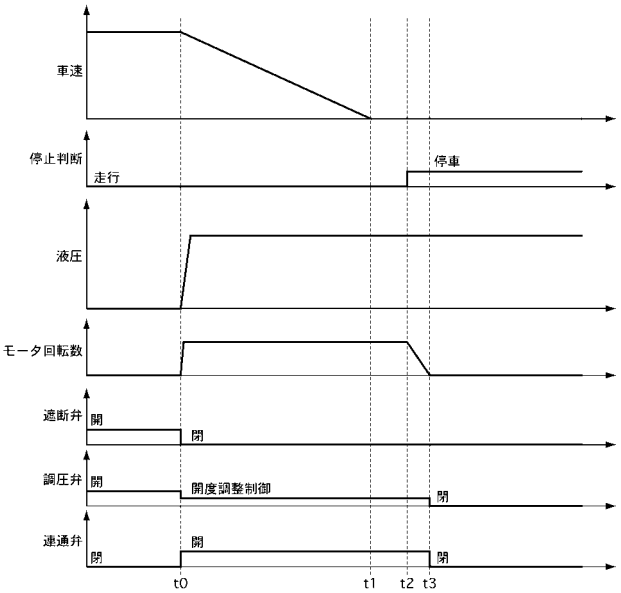
【図３】


START
S1
制動要求有り？
YES
NO
S2
車両停車？
YES
NO
S3
S4
S5
非制御
倍力制御
停車保持制御
RETURN

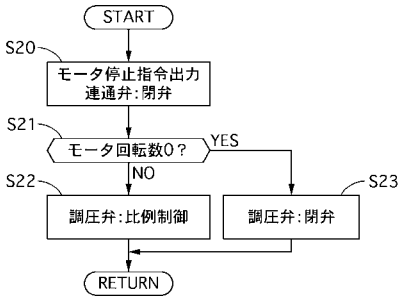
【図４】


START
S10
モータ停止
指令出力
S11
モータ回転数0？
YES
NO
S12
S13
調圧弁：比例制御
連通弁：開弁
調圧弁：閉弁
連通弁：閉弁
RETURN

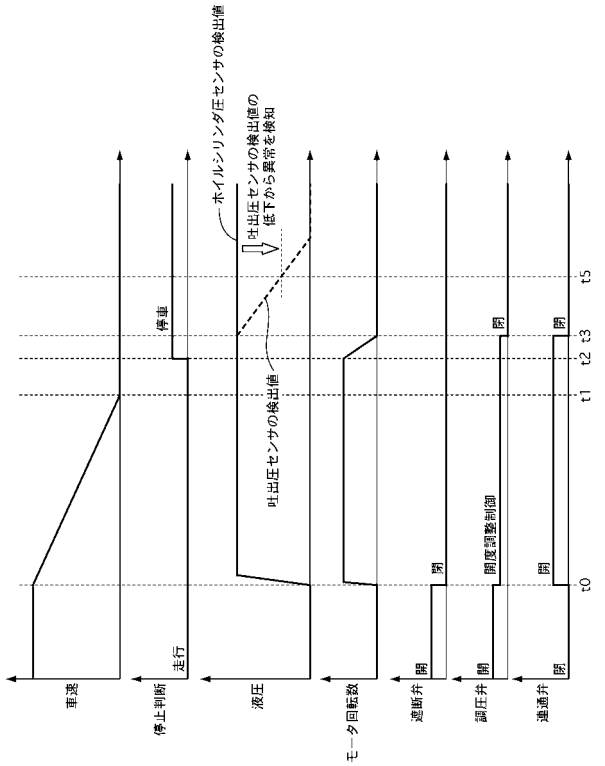
【図５】


車速
停止判断
走行
停車
液圧
モータ回転数
遮断弁
開
閉
調圧弁
開
開度調整制御
閉
連通弁
閉
開
閉
t0
t1
t2
t3

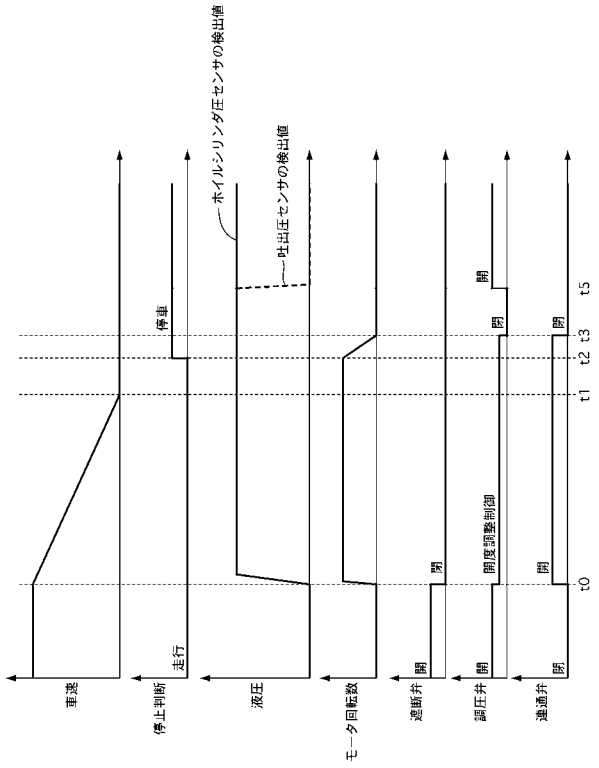
【図６】


START
S20
モータ停止指令出力
連通弁：閉弁
S21
モータ回転数0？
YES
NO
S22
調圧弁：比例制御
S23
調圧弁：閉弁
RETURN

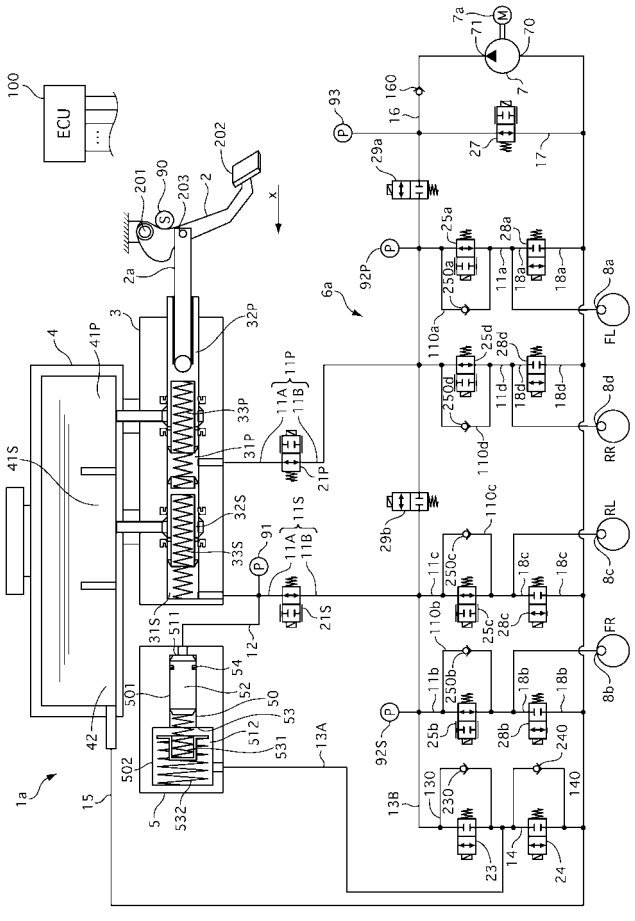
【図７】


ホイルシリンダ圧センサの検出値
吐出圧センサの検出値の低下から異常を検知
吐出圧センサの検出値
停車
開度調整制御
t0
t1
t2
t3
t5
車速
停止判断
走行
液圧
モータ回転数
遮断弁
調圧弁
連通弁
開
閉

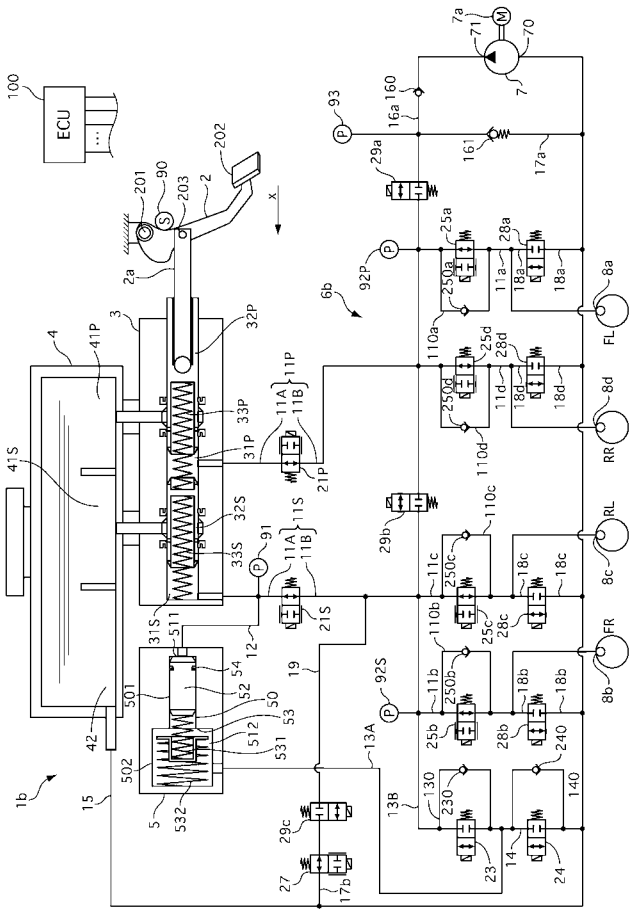
【図８】


ホイルシリンダ圧センサの検出値
吐出圧センサの検出値
停車
開度調整制御
t0
t1
t2
t3
t5
車速
停止判断
走行
液圧
モータ回転数
遮断弁
調圧弁
連通弁
開
閉

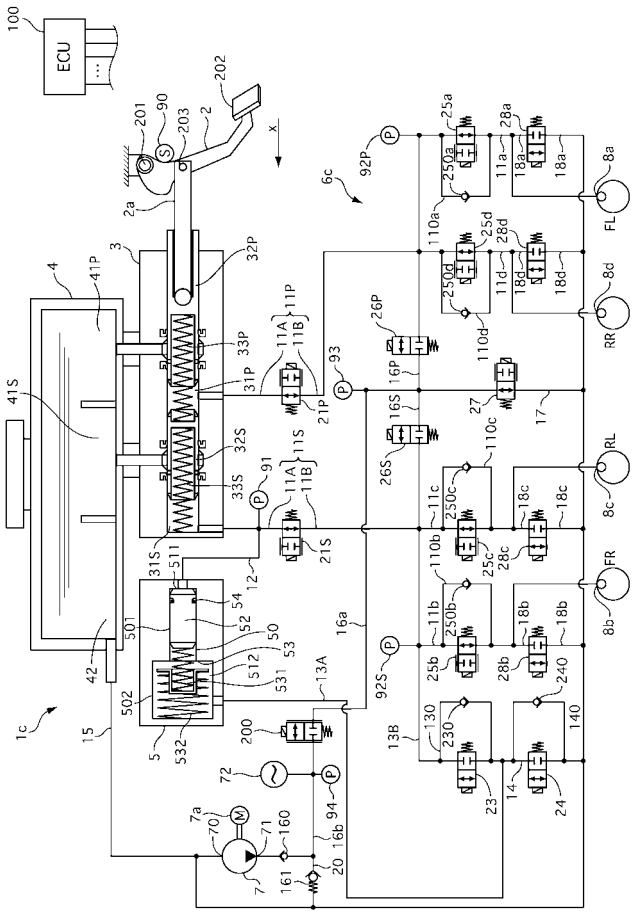
【図９】


ECU
100
FL
FR
RL
RR
8a
8b
8c
8d
1a
2
3
4
5
6a
7
7a
12
13A
13B
15
16
17
21P
21S
23
24
27
31P
31S
32P
32S
33P
33S
41P
41S
42
50
52
53
54
70
71
90
91
92P
92S
93
140
160
201
202
203
230
240
501
502
511
512
531
532

【図１０】


100
ECU
201
90
203
202
2
2a
x
4
41P
3
32P
33P
31P
11A
11B
11P
21P
41S
32S
33S
91
11S
21S
31S
511
12
54
52
50
53
501
512
531
42
502
5
532
19
1b
15
92S
13A
13B
29c
27
17b
92P
6b
93
16a
160
29a
161
17a
7a
71
70
7
25a
28a
11a
18a
8a
FL
110a
250a
25d
28d
11d
18d
8d
RR
110d
250d
29b
110c
11c
250c
25c
28c
18c
8c
RL
110b
11b
250b
25b
28b
18b
240
8b
FR
130
230
140
23
14
24

【図１１】


100
ECU
201
90
203
202
2
2a
x
4
41P
3
32P
33P
31P
11A
11B
11P
21P
41S
32S
33S
91
11S
21S
31S
511
12
54
52
50
53
501
512
531
42
502
5
532
1c
15
92S
13A
13B
16a
200
72
94
16b
20
161
160
7a
71
70
7
92P
6c
93
26P
16P
26S
16S
27
17
25a
28a
11a
18a
8a
FL
110a
250a
25d
28d
11d
18d
8d
RR
110d
250d
110c
11c
250c
25c
28c
18c
8c
RL
110b
11b
250b
25b
28b
18b
240
8b
FR
130
230
140
23
14
24