

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5014916号
(P5014916)

(45) 発行日 平成24年8月29日 (2012. 8. 29)

(24) 登録日 平成24年6月15日 (2012. 6. 15)

(51) Int. Cl.

F 1

B 6 0 T 17/22 (2006. 01)

B 6 0 T 17/22 Z

B 6 0 T 13/58 (2006. 01)

B 6 0 T 13/58 Z

B 6 0 T 13/14 (2006. 01)

B 6 0 T 13/14

B 6 0 T 13/74 (2006. 01)

B 6 0 T 13/74 Z

B 6 0 T 8/00 (2006. 01)

B 6 0 T 8/00 Z

請求項の数 5 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2007-208869 (P2007-208869)
(22) 出願日 平成19年8月10日 (2007. 8. 10)
(65) 公開番号 特開2009-40290 (P2009-40290A)
(43) 公開日 平成21年2月26日 (2009. 2. 26)
審査請求日 平成22年8月2日 (2010. 8. 2)

(73) 特許権者 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2 5 2 0 番地
(74) 代理人 100119644
弁理士 綾田 正道
(72) 発明者 西野 公雄
神奈川県厚木市恩名四丁目7番1号
株式会社 日立製作
所 オートモティブシステムグループ内
(72) 発明者 印南 敏之
神奈川県厚木市恩名四丁目7番1号
株式会社 日立製作
所 オートモティブシステムグループ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブレーキ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ホイルシリンダ内の圧力を加圧可能なマスタシリンダと、
前記マスタシリンダに発生した圧力を検出するマスタ圧センサと、
運転者のブレーキ操作量をブレーキペダルのストロークによって検出するストロークセンサと、

ブレーキ操作による前記ストロークセンサの検出値に応じてまたは前記ブレーキ操作とは別に、電動式のモータが作動して前記マスタシリンダ内のピストンを作動させ、前記ホイルシリンダ内の圧力を加圧する倍力機構と、

前記倍力機構の作動を制御する第1のコントロールユニットと、
前記倍力機構とは別に設けられ、前記ホイルシリンダ内の圧力を加圧可能な液圧源を有する液圧制御部と、

前記液圧制御部の作動を制御する第2のコントロールユニットと、を備え、

前記第1のコントロールユニットは、演算装置と、前記演算装置の状態を監視して異常を検出する監視回路と、前記モータの駆動に必要な要素の異常を検出するモータ異常検出装置と、前記マスタ圧センサの異常を検出するセンサ異常検出装置と、を備え、

前記第2のコントロールユニットは、前記監視回路によって前記演算装置の異常が検出されたときに、または、前記モータ異常検出装置によって前記モータの駆動に必要な要素の異常が検出されたときに、前記液圧制御部を作動させることにより前記ホイルシリンダ内の圧力を制御する液圧制御部によるバックアップモードを実行し、

10

20

前記第 1 のコントロールユニットは、前記ブレーキ操作とは別に、前記マスタ圧センサの検出値が自動ブレーキ要求液圧と一致するように前記倍力機構を作動させて前記マスタシリンダ内のピストンを作動させる自動ブレーキ制御を実行し、前記センサ異常検出装置によって前記マスタ圧センサの異常が検出されたときに、前記自動ブレーキ制御を禁止する処理を実行する、ブレーキ制御装置。

【請求項 2】

前記第 1 のコントロールユニットは、前記監視回路によって前記演算装置の異常が検出されたときは、前記第 2 のコントロールユニットへ液圧制御部によるバックアップモード要求を送信し、

前記第 2 のコントロールユニットは、前記液圧制御部によるバックアップモード要求を受信したときは、前記マスタ圧センサの検出値に基づいて前記液圧制御部を作動させて前記ホイールシリンダ圧力を制御することを特徴とする請求項 1 に記載のブレーキ制御装置。

【請求項 3】

前記第 1 のコントロールユニットは、前記モータ異常検出装置によって前記要素の異常が検出されたときは、前記第 2 のコントロールユニットへ液圧制御部によるバックアップモード要求を送信し、

前記第 2 のコントロールユニットは、前記液圧制御部によるバックアップモード要求を受信したときは、前記ストロークセンサの検出値に基づいて前記液圧制御部を作動させて前記ホイールシリンダ圧力を制御することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のブレーキ制御装置。

【請求項 4】

前記ストロークセンサを複数備え、

前記センサ異常検出装置は、前記ストロークセンサの異常を検出し、

前記第 1 のコントロールユニットは、前記センサ異常検出装置によって前記複数のストロークセンサのうち 1 つのセンサの異常が検出されたときは、正常な前記ストロークセンサの検出値に基づき前記倍力機構を制御することで前記ホイールシリンダ圧力を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のブレーキ制御装置。

【請求項 5】

前記センサ異常検出装置は、前記ストロークセンサの異常を検出し、

前記第 1 のコントロールユニットは、前記センサ異常検出装置によって前記ストロークセンサの異常が検出されたときは、前記マスタ圧センサの検出値に基づき前記倍力機構を制御することで前記ホイールシリンダ圧力を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のブレーキ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マスタ圧制御装置とホイール圧制御装置とを備えた車両のブレーキ制御装置に関し、特に、マスタ圧制御装置が故障した際の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

マスタシリンダは運転者のブレーキ操作に応じて作動し、ホイールシリンダに向けて作動液を供給する。運転者のブレーキ操作とは別にマスタシリンダを作動させ、運転者の操作を補助するブレーキ倍力装置としては、真空倍力装置が最も一般的である。従来、この真空倍力装置の負圧を発生させるために内燃機関の吸込み圧力を利用しているが、内燃機関の吸込み圧力の代用として真空ポンプを用いる場合もある。この場合には、従来よりもブレーキ倍力装置の故障の危険性が大きくなる。このためブレーキ倍力装置の故障時には、アンチロックブレーキ制御（以下、ABS制御）ユニットのポンプを使用することでホイールシリンダ内の圧力（以下、ホイール圧）を制御し、ブレーキ力の低下を抑制する技術が知られている（例えば、特許文献 1）。

【特許文献 1】特表 2001-513041 号公報

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、上記従来技術では、ブレーキ倍力装置（これを制御するマスタ圧制御装置を含む。以下、同様）の故障検出方法が不明確である。また、ブレーキ倍力装置の故障として、倍力の発生を継続可能な故障もあるが、その場合の対応も開示されておらず、どのような故障が発生した場合に、どのような対応を採るかが不明確である。よって、ブレーキ倍力装置が故障した際、運転者の要求通りのブレーキ力を必ずしも発生できるとは限らず、安全性や操作性・快適性の面で改善の余地があった。

【0004】

本発明は、上記問題に着目してなされたもので、その目的とするところは、ブレーキ倍力装置（マスタ圧制御装置）が故障した際、できるだけ運転者の要求通りのブレーキ力を発生させることができ、安全性が高く、操作性と快適性に優れたブレーキ制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するため、本発明のブレーキ制御装置は、ホイルシリンダ内の圧力を加圧可能なマスタシリンダと、前記マスタシリンダに発生した圧力を検出するマスタ圧センサと、運転者のブレーキ操作量をブレーキペダルのストロークによって検出するストロークセンサと、ブレーキ操作による前記ストロークセンサの検出値に応じてまたは前記ブレーキ操作とは別に、電動式のモータが作動して前記マスタシリンダ内のピストンを作動させ、前記ホイルシリンダ内の圧力を加圧する倍力機構と、前記倍力機構の作動を制御する第1のコントロールユニットと、前記倍力機構とは別に設けられ、前記ホイルシリンダ内の圧力を加圧可能な液圧源を有する液圧制御部と、前記液圧制御部の作動を制御する第2のコントロールユニットと、を備え、前記第1のコントロールユニットは、演算装置と、前記演算装置の状態を監視して異常を検出する監視回路と、前記モータの駆動に必要な要素の異常を検出するモータ異常検出装置と、前記マスタ圧センサの異常を検出するセンサ異常検出装置と、を備え、前記第2のコントロールユニットは、前記監視回路によって前記演算装置の異常が検出されたときに、または、前記モータ異常検出装置によって前記モータの駆動に必要な要素の異常が検出されたときに、前記液圧制御部を作動させることにより前記ホイルシリンダ内の圧力を制御する液圧制御部によるバックアップモードを実行し、前記第1のコントロールユニットは、前記ブレーキ操作とは別に、前記マスタ圧センサの検出値が自動ブレーキ要求液圧と一致するように前記倍力機構を作動させて前記マスタシリンダ内のピストンを作動させる自動ブレーキ制御を実行し、前記センサ異常検出装置によって前記マスタ圧センサの異常が検出されたときに、前記自動ブレーキ制御を禁止する処理を実行する。

【発明の効果】

【0006】

よって、ブレーキ倍力装置（マスタ圧制御装置）の故障状態に応じてブレーキ制御装置内の対応の方法を選択し、ブレーキ制御方法を切替えることで、故障が発生した際にも、できるだけ運転者の要求通りのブレーキ力を発生させることができ、安全性が高く、操作性と快適性に優れる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、本発明のブレーキ制御装置を実現する最良の形態を、図面に基づき説明する。

【実施例1】

【0008】

[ブレーキ制御装置の構成]

図 1 は、本実施例 1 のブレーキ制御装置 1 の全体構成を示す。FL 輪は左前輪、FR 輪は右前輪、RL 輪は左後輪、RR 輪は右後輪である。また、矢印付きの破線は信号線であり、矢印の向きによって信号の流れを表す。

【 0 0 0 9 】

ブレーキ制御装置 1 は、マスタシリンダ 2 と、リザーバタンク RES と、ホイル圧制御機構 3 と、各輪 FL, FR, RL, RR に設けられたホイルシリンダ 4 a ~ 4 d と、マスタシリンダ 2 に接続して設けられたマスタ圧制御機構 5 およびインพุットロッド 6 と、ブレーキ操作量検出装置 7 と、マスタ圧制御機構 5 を制御するマスタ圧制御装置 8 と、ホイル圧制御機構 3 を制御するホイル圧制御装置 9 と、を有している。

【 0 0 1 0 】

インพุットロッド 6 は、ブレーキペダル BP とともに、マスタシリンダ 2 内の液圧（以下、マスタ圧 P_{mc} ）を加減圧する第 1 の加減圧手段を構成している。マスタ圧制御機構 5 およびマスタ圧制御装置 8 は、マスタシリンダ 2 のプライマリピストン 2 b とともに、マスタ圧 P_{mc} を加減圧する第 2 の加減圧手段を構成している。

【 0 0 1 1 】

以下、説明のため、マスタシリンダ 2 の軸方向に x 軸を設定し、ブレーキペダル BP の側を負方向と定義する。マスタシリンダ 2 はいわゆるタンデム型であり、シリンダ 2 a 内にプライマリピストン 2 b およびセカンダリピストン 2 c を有している。シリンダ 2 a の内周面と、プライマリピストン 2 b の x 軸正方向側の面およびセカンダリピストン 2 c の x 軸負方向側の面との間で、加圧室としてのプライマリ液室 2 d が形成されている。シリンダ 2 a の内周面とセカンダリピストン 2 c の x 軸正方向側の面との間で、加圧室としてのセカンダリ液室 2 e が形成されている。

【 0 0 1 2 】

プライマリ液室 2 d は、ブレーキ回路 1 0 と連通可能に接続され、セカンダリ液室 2 e は、ブレーキ回路 2 0 と連通可能に接続されている。プライマリ液室 2 d の容積は、プライマリピストン 2 b およびセカンダリピストン 2 c がシリンダ 2 a 内で摺動することで変化する。プライマリ液室 2 d には、プライマリピストン 2 b を x 軸負方向側に付勢する戻しバネ 2 f が設置されている。セカンダリ液室 2 e の容積は、セカンダリピストン 2 c がシリンダ 2 a 内で摺動することで変化する。セカンダリ液室 2 e には、セカンダリピストン 2 c を x 軸負方向側に付勢する戻しバネ 2 g が設置されている。

【 0 0 1 3 】

インพุットロッド 6 の x 軸正方向側の一端 6 a は、プライマリピストン 2 b の隔壁 2 h を貫通し、プライマリ液室 2 d 内に設置されている。インพุットロッド 6 の一端 6 a とプライマリピストン 2 b の隔壁 2 h との間はシールされ、液密性が保たれているとともに、一端 6 a は隔壁 2 h に対して x 軸方向に摺動可能に設けられている。一方、インพุットロッド 6 の x 軸負方向側の他端 6 b は、ブレーキペダル BP に連結されている。ブレーキペダル BP が踏まれるとインพุットロッド 6 は x 軸正方向側に移動し、ブレーキペダル BP が戻されるとインพุットロッド 6 は x 軸負方向側に移動する。

【 0 0 1 4 】

プライマリ液室 2 d の作動液は、インพุットロッド 6 または（駆動モータ 5 0 により駆動される）プライマリピストン 2 b が x 軸正方向側へ推進することによって加圧される。加圧された作動液は、ブレーキ回路 1 0 を経由してホイル圧制御機構 3 に供給される。また、加圧されたプライマリ液室 2 d の圧力により、セカンダリピストン 2 c が x 軸正方向側へ推進する。セカンダリ液室 2 e の作動液は、セカンダリピストン 2 c の上記推進によって加圧され、ブレーキ回路 2 0 を経由してホイル圧制御機構 3 に供給される。

【 0 0 1 5 】

このようにインพุットロッド 6 がブレーキペダル BP と連動して移動し、プライマリ液室 2 d を加圧する構成により、万一、故障により駆動モータ 5 0 が停止した場合にも、運転者のブレーキ操作によってマスタ圧 P_{mc} を上昇でき、所定のブレーキ力が確保される。また、マスタ圧 P_{mc} に応じた力がインพุットロッド 6 を介してブレーキペダル BP に作用し、

10

20

30

40

50

ブレーキペダル反力として運転者に伝達されるため、上記構成を採らない場合に必要な、ブレーキペダル反力を生成するバネ等の装置が不要となる。よって、ブレーキ制御装置の小型化・軽量化が図られ、車両への搭載性が向上する。

【 0 0 1 6 】

インพุットロッド 6 の他端 6 b 側には、運転者の要求ブレーキ力を検出するブレーキ操作量検出装置 7 が設けられている。ブレーキ操作量検出装置 7 は、インพุットロッド 6 の x 軸方向変位量を検出する変位センサ（ブレーキペダル BP のストロークセンサ）である。本実施例 1 では、2 つの変位センサ 7 a, 7 b が設けられており、これらにより検出された変位量はそれぞれマスタ圧制御装置 8 に入力される。このように複数個の変位センサを組み合わせることににより、万一、故障により 1 つのセンサからの信号が途絶えた場合にも、残りのセンサによって運転者のブレーキ要求が検出・認知されるため、フェールセーフが確保される。

10

【 0 0 1 7 】

また、ブレーキ操作量検出装置 7 としては、ブレーキペダル BP の踏力を検出する踏力センサや、ストロークセンサと踏力センサを組み合わせた構成であってもよい。

【 0 0 1 8 】

リザーバタンク RES は、隔壁によって互いに仕切られた少なくとも 2 つの液室を有している。各液室はそれぞれブレーキ回路 10 j, 20 j を介して、マスタシリンダ 2 のプライマリ液室 2 d およびセカンダリ液室 2 e と連通可能に接続されている。

【 0 0 1 9 】

20

ホイール圧制御機構 3 は、ABS 制御や車両挙動安定化制御等を実行可能な液圧制御ユニットであり、マスタシリンダ 2 等で加圧された作動液を、ホイール圧制御装置 9 の制御指令に従って、各ホイールシリンダ 4 a ~ 4 d へ供給する。

【 0 0 2 0 】

ホイールシリンダ 4 a ~ 4 d は、シリンダ、ピストン、パッド等を有しており、ホイール圧制御機構 3 から供給された作動液によって上記ピストンが推進され、このピストンに連結されたパッドがディスクロータ 40 a ~ 40 d に押圧される周知のものである。なお、ディスクロータ 40 a ~ 40 d はそれぞれ車輪 FL, FR, RL, RR と一体回転し、ディスクロータ 40 a ~ 40 d に作用するブレーキトルクは、車輪 FL, FR, RL, RR と路面との間に作用するブレーキ力となる。

【 0 0 2 1 】

30

マスタ圧制御機構 5 は、プライマリピストン 2 b の変位量すなわちマスタ圧 P_{mc} を、マスタ圧制御装置 8 の制御指令に従って制御するものであり、駆動モータ 5 0 と、減速装置 5 1 と、回転 - 並進変換装置 5 5 と、を有している。

【 0 0 2 2 】

マスタ圧制御装置 8 は演算処理回路であり、ブレーキ操作量検出装置 7 や駆動モータ 5 0 からのセンサ信号、およびホイール圧制御装置 9 からの制御指令等に基づいて、駆動モータ 5 0 の作動を制御する。

【 0 0 2 3 】

ホイール圧制御装置 9 は演算処理回路であり、先行車との車間距離や道路情報、および車両状態量（例えば、ヨーレート、前後加速度、横加速度、ハンドル舵角、車輪速、車体速等）に基づき、各輪 FL, FR, RL, RR で発生させるべき目標ブレーキ力を算出する。そして、この算出結果に基づき、ホイール圧制御機構 3 の各アクチュエータ（ソレノイドバルブやポンプ）の作動を制御する。

40

【 0 0 2 4 】

なお、マスタ圧制御装置 8 とホイール圧制御装置 9 とは双方向の通信を行っており、制御指令、車両状態量、故障情報、および作動状態等の状態を共有している。

【 0 0 2 5 】

[ホイール圧制御機構]

以下、ホイール圧制御機構 3 の油圧回路構成を説明する。

【 0 0 2 6 】

50

ブレーキ回路は独立した２つのブレーキ系統を有し、プライマリ系統およびセカンダリ系統に分かれている。プライマリ系統は、プライマリ液室２dから作動液の供給を受け、ブレーキ回路１０を介してFL輪とRR輪のブレーキ力を制御する。セカンダリ系統は、セカンダリ液室２eから作動液の供給を受け、ブレーキ回路２０を介してFR輪とRL輪のブレーキ力を制御する。このようにいわゆるX配管構造であるため、一方のブレーキ系統が失陥した場合でも、他方の正常なブレーキ系統によって対角２輪分のブレーキ力が確保され、車両の挙動が安定に保たれる。以下、プライマリ系統を例にとって説明する。

【００２７】

ブレーキ回路１０のマスタシリンダ２側（以下、上流という）からホイルシリンダ４a、４d側（以下、下流という）に向かう途中には、アウト側ゲート弁１１が設けられている。アウト側ゲート弁１１は、マスタシリンダ２で加圧された作動液をホイルシリンダ４a、４dに供給する際に開弁される。

10

【００２８】

アウト側ゲート弁１１が設けられたブレーキ回路１０kの下流はブレーキ回路１０a、１０bに分岐し、ブレーキ回路１０a、１０bは、それぞれブレーキ回路１０l、１０mを介してホイルシリンダ４a、４dに接続している。ブレーキ回路１０a、１０b上には、それぞれ増圧弁１２、１３が設けられている。増圧弁１２、１３は、マスタシリンダ２または後述のポンプPで加圧された作動液をホイルシリンダ４a、４dに供給する際に開弁される。

【００２９】

ブレーキ回路１０a、１０bには、増圧弁１２、１３の下流側で、リターン回路１０c、１０dがそれぞれ接続している。リターン回路１０c、１０d上にはそれぞれ減圧弁１４、１５が設けられている。減圧弁１４、１５は、ホイルシリンダ４a、４d内の圧力（以下、ホイル圧Pwc）を減圧する際に開弁される。リターン回路１０c、１０dは合流してリターン回路１０eを形成し、リターン回路１０eはリザーバ１６に接続している。

20

【００３０】

一方、ブレーキ回路１０はアウト側ゲート弁１１の上流で分岐し、吸入回路１０gを形成している。吸入回路１０g上には、吸入回路１０gの連通・遮断を切り換えるイン側ゲート弁１７が設けられている。イン側ゲート弁１７は、例えば、マスタシリンダ２で加圧された作動液を後述のポンプPで昇圧してホイルシリンダ４a、４dに供給する際に開弁される。吸入回路１０gは、リザーバ１６からのリターン回路１０fと合流して吸入回路１０hを形成している。

30

【００３１】

ブレーキ回路１０には、マスタシリンダ２以外の液圧源として、作動液の吸入・吐出を行うポンプPが接続されている。ポンプPはギヤ式のポンプであって、第１ポンプP１および第２ポンプP２を備えている。ポンプPは、例えば、車両挙動安定化制御等の自動ブレーキ制御を行う際、マスタシリンダ２の作動圧を超える圧力が必要な場合に、マスタ圧Pmcを昇圧してホイルシリンダ４a、４dに供給する。第１ポンプP１は、吸入回路１０hおよび吐出回路１０iと接続し、吐出回路１０iを介してブレーキ回路１０kと接続している。

【００３２】

モータMは、DC（直流）ブラシレスモータであり、その出力軸にはポンプP１、P２が連結されている。モータMは、ホイル圧制御装置９の制御指令に基づき供給される電力によって作動し、ポンプP１、P２を駆動する。

40

【００３３】

アウト側ゲート弁１１、イン側ゲート弁１７、増圧弁１２、１３、および減圧弁１４、１５は、ソレノイドへの通電により弁の開閉が行われる電磁式のものであり、ホイル圧制御装置９が出力する駆動信号に応じた大きさの駆動電流が通電されることで、弁の開閉量が各弁個々に制御される。

【００３４】

なお、アウト側ゲート弁１１および増圧弁１２、１３は常開弁であり、イン側ゲート弁１７および減圧弁１４、１５は常閉弁である。これにより万一、故障によりいずれかの弁

50

への電力供給が停止した場合であっても、マスタシリンダ 2 で加圧された作動液が全てホイールシリンダ 4 a、4 d に到達する回路構成となるため、運転者の要求通りのブレーキ力を発生させることができる。ただし、アウト側ゲート弁 1 1 および増圧弁 1 2、1 3 を常閉弁とし、イン側ゲート弁 1 7 および減圧弁 1 4、1 5 を常開弁とすることとしてもよく、特に限定しない。

【0035】

ブレーキ回路 20 側の油圧回路も、上記ブレーキ回路 10 側と同様に構成されている。

【0036】

ブレーキ回路 10 (マスタシリンダ 2 とホイール圧制御機構 3 との間)、およびブレーキ回路 20 (ホイール圧制御機構 3 内) には、それぞれ、マスタ圧 P_{mc} (プライマリ液室 2 d およびセカンダリ液室 2 e の圧力) を検出する圧力センサであるマスタ圧センサ 3 a、3 b が設けられている。マスタ圧センサ 3 a、3 b が検出したマスタ圧 P_{mc} の情報は、マスタ圧制御装置 8 およびホイール圧制御装置 9 に入力される。なお、マスタ圧センサの個数および設置位置に関しては、制御性やフェールセーフ等を考慮して任意に決定できる。

【0037】

以下、ブレーキ制御時のホイール圧制御機構 3 の動作を説明する。

通常制御時には、マスタシリンダ 2 の作動液がブレーキ回路 10、20 を介して各ホイールシリンダ 4 a ~ 4 d に供給され、ブレーキ力が発生する。

【0038】

ABS 制御時には、車輪 FL を例にとると、ホイールシリンダ 4 a に接続されている減圧弁 1 4 を開弁させるとともに増圧弁 1 2 を閉弁させ、ホイールシリンダ 4 a の作動液をリザーバ 1 6 に戻すことで減圧を行う。また、車輪 FL がロック傾向から回復したら、増圧弁 1 2 を開弁させるとともに減圧弁 1 4 を閉弁させることで増圧を行う。このときポンプ P は、リザーバ 1 6 に逃がした作動液をブレーキ回路 10 k に戻す。

【0039】

車両挙動安定化制御等の自動ブレーキ制御時には、アウト側ゲート弁 1 1、2 1 を閉弁させる一方で、イン側ゲート弁 1 7、2 7 を開弁させる。同時にポンプ P を作動させ、吸入回路 10 g、10 h、20 g、20 h、吐出回路 10 i、20 i を介してマスタシリンダ 2 からブレーキ回路 10 k、20 k に向けて作動液を吐出させる。さらに、ホイール圧 P_{wc} が必要なブレーキ力に応じた目標圧となるようにアウト側ゲート弁 1 1、2 1 または増圧弁 1 2、1 3、2 2、2 3 を制御する。

【0040】

(ホイール圧制御機構における倍力制御構成)

運転者がブレーキペダルを踏み込むと、マスタ圧が発生する。通常、倍力システムでは、ブレーキペダルの軸力 (インプットロッド 6 の推力に相当) を増幅する機構 (マスタ圧制御機構 5 やマスタ圧制御装置 8 に相当) を備えることで高いマスタ圧を発生させる。しかし、上記機構が故障した場合は、マスタ圧自体を高くすることができなくなる。

【0041】

ここで、運転者のブレーキペダル踏力が発生させるマスタ圧に比べてホイール圧が高くなれば、倍力していることと等価である。よって、マスタ圧に対して所定の倍力比に応じた差圧分だけ高い目標ホイール圧を設定し、ホイール圧がこの目標ホイール圧に維持される状況を達成すれば、倍力システムを実現できる。よって、本実施例 1 のブレーキ制御装置 1 では、ホイール圧制御機構 3 において、上記差圧を維持する機能をアウト側ゲート弁 1 1、2 1 の制御により達成する (下記のバックアップモード 1、2)。

【0042】

以下、ホイール圧制御機構 3 を用いた倍力制御構成について説明する。ホイール圧制御機構 3 では、ポンプ P1、P2、イン側ゲート弁 1 7、2 7、およびアウト側ゲート弁 1 1、2 1 の制御によって倍力システムを実現する。概要としては、イン側ゲート弁 1 7、2 7 を開弁してモータ M の駆動制御によりポンプ P が所定液圧を吐出可能な状態としておき、アウト側ゲート弁 1 1、2 1 を差圧制御することで倍力システムを実現する。以下、ブレーキ回

10

20

30

40

50

路 10 側を例にとって、各構成の詳細について説明する。

【0043】

(アウト側ゲート弁の制御について)

アウト側ゲート弁 11 は、電磁吸引力を発生するコイルと、この電磁吸引力に応じて作動し開弁量を調節する可動子と、ブレーキ回路 10k およびブレーキ回路 10 が接続されたバルブボディから構成されている。

【0044】

可動子には、ホイルシリンダ 4a、4d 側の圧力に応じた開弁方向の力 F_{wc} と、マスタ圧 P_{mc} に応じた閉弁方向の力 F_{mc} と、電磁吸引力に応じた閉弁方向の力 F_b が作用する。尚、アウト側ゲート弁 11 は常開弁であるため実際にはスプリングにより開弁方向の力が作用しているが、ここでは無視して考える(考慮する場合はオフセット値等を与えればよい)。

【0045】

可動子は、これらの力の釣り合いが取れた位置で停止する。言い換えると、可動子は、 $F_{mc} + F_b - F_{wc} = 0$ ($F_b = F_{wc} - F_{mc}$) のとき停止し、 $F_{mc} + F_b - F_{wc} > 0$ ($F_b > F_{wc} - F_{mc}$) のとき閉弁方向に移動し、 $F_{mc} + F_b - F_{wc} < 0$ ($F_b < F_{wc} - F_{mc}$) のとき開弁方向に移動する。 F_{mc} はマスタ圧 P_{mc} と相関する値であり、 F_{wc} はホイル圧 P_{wc} と相関する値であることから、倍力制御によって達成すべきマスタ圧 P_{mc} とホイル圧 P_{wc} との差圧である目標差圧 P は、 $(F_{wc} - F_{mc})$ と相関がある。一方、上記のように F_b と $(F_{wc} - F_{mc})$ との大小関係によって可動子の位置が決まる。よって、目標差圧 P に相当する $(F_{wc} - F_{mc})$ と同じ大きさの電磁吸引力 F_b を設定すれば、目標差圧 P を確保できる可動子の位置が自動的に決定される。

【0046】

目標差圧 P は、マスタ圧センサ 3a、3b により検出されたマスタ圧 P_{mc} と目標倍力比とに基づき設定される。なお、ブレーキ操作量検出装置 7 により検出されたブレーキ操作量をマスタ圧制御装置 8 から受信し、これを用いて目標差圧 P を設定してもよい。

【0047】

今、ホイル圧制御機構 3 を用いて倍力制御を実現することを考えると、アウト側ゲート弁 11 よりもホイルシリンダ 4a、4d 側でポンプ P1 等を用いて高い圧力を発生させ、マスタ圧 P_{mc} よりホイル圧 P_{wc} が高い状態を設定することとなる。このとき、電磁吸引力 F_b を、目標差圧 P に相当する値に設定しておけば、ホイルシリンダ 4a、4d 側で行われる増圧作用に応じて自動的に可動子の位置が変更され、目標とするホイル圧 P_{wc} を得ることができる。例えば、ホイル圧 P_{wc} が目標値より高いときは可動子が開弁側に移動して、目標差圧 P が実現されるまで自動的にホイルシリンダ 4a、4d のブレーキ液をマスタシリンダ 2 側に排出し、ホイル圧 P_{wc} を減圧する。すなわち、ホイル圧 P_{wc} の検出センサ等を用いたフィードバック制御を行わなくとも、自動的にホイル圧 P_{wc} が所望の値に制御される。

【0048】

これにより、複雑なフィードバック制御が不要となるとともに、モータ M の制御誤差をアウト側ゲート弁 11 で吸収することが可能となる。言い換えると、運転者のブレーキペダル踏力に相当するマスタ圧 P_{mc} に基づき、フィードフォワード的に目標差圧 P に相当する電磁吸引力 F_b が与えられれば、アウト側ゲート弁 11 は目標差圧 P を達成し、機械的フィードバック機構と同様の機能を発揮する。このため、電子的フィードバック制御機構で必要となる制御対象の状態を検出するセンサ等が不要であり、制御安定性が非常に高い。

【0049】

(モータ駆動制御について)

アウト側ゲート弁 11 を上記のように制御している間は、基本的にイン側ゲート弁 17 を開弁してポンプ P1 を駆動させる。ポンプ P1 はモータ M により駆動されることから、例えば、マスタ圧 P_{mc} に応じて設定される倍力されたホイル圧 P_{wc} を供給可能な吐出圧を実現する最低回転数等を設定し、その最低回転数になるようにモータ M を駆動する。すると、ポンプ P1 から必要な液圧が確保されるため、ホイル圧 P_{wc} を所望の液圧に制御することがで

きる。

【 0 0 5 0 】

なお、上記のように、ポンプP1は、ブレーキ回路10g, 10hを介してマスタシリンダ2のブレーキ液を吸入し、ホイールシリンダ4a、4d側に吐出する。よって、ストロークシミュレータ等を備えることなく、運転者のブレーキペダルストロークを確保することができる。また、マスタ圧Pmcのみ検出すればよいため、ストロークセンサ（ブレーキ操作量検出装置7）等が故障した場合であっても、倍力システムを実現することができる（後述するバックアップモード1, 2等を実行可能である）。

【 0 0 5 1 】

〔マスタ圧制御機構〕

以下、マスタ圧制御機構5の構成と動作について説明する。

駆動モータ50は三相DCブラシレスモータであり、マスタ圧制御装置8の制御指令に基づき供給される電力によって動作し、所望の回転トルクを発生する。

【 0 0 5 2 】

減速装置51は、駆動モータ50の出力回転をプリー減速方式により減速する。減速装置51は、駆動モータ50の出力軸に設けられた小径の駆動側プリー52と、回転 - 並進変換装置55のボールネジナット56に設けられた大径の従動側プリー53と、駆動側および従動側プリー52, 53に巻き掛けられたベルト54と、を有している。減速装置51は、駆動モータ50の回転トルクを、減速比（駆動側および従動側プリー52, 53の半径比）分だけ増幅させて、回転 - 並進変換装置55に伝達する。

【 0 0 5 3 】

なお、駆動モータ50の回転トルクが十分に大きく、減速によるトルク増幅が必要でない場合には、減速装置51を省略して、駆動モータ50と回転 - 並進変換装置55とを直結することとしてもよい。この場合、減速装置51の介在に起因して発生する、信頼性や静粛性、および搭載性等に関する諸問題を回避できる。

【 0 0 5 4 】

回転 - 並進変換装置55は、駆動モータ50の回転動力を並進動力に変換し、この並進動力によりプライマリピストン2bを押圧する。本実施例1では、動力変換機構としてボールネジ方式を採用しており、回転 - 並進変換装置55は、ボールネジナット56と、ボールネジ軸57と、可動部材58と、戻しバネ59と、を有している。

【 0 0 5 5 】

マスタシリンダ2のx軸負方向側には第1ハウジング部材HSG1が接続され、第1ハウジング部材HSG1のx軸負方向側には第2ハウジング部材HSG2が接続されている。ボールネジナット56は、第2ハウジング部材HSG2内に設けられたベアリングBRGの内周に、軸回転可能に設置されている。ボールネジナット56のx軸負方向側の外周には、従動側プリー53が嵌合されている。ボールネジナット56の内周には、中空のボールネジ軸57が螺合している。ボールネジナット56とボールネジ軸57との間の隙間には、複数のボールが回転移動可能に設置されている。

【 0 0 5 6 】

ボールネジ軸57のx軸正方向側の端には、可動部材58が一体に設けられている。可動部材58のx軸正方向側の面には、プライマリピストン2bが接合している。プライマリピストン2bは、第1ハウジング部材HSG1内に收容されている。プライマリピストン2bのx軸正方向側の端は第1ハウジング部材HSG1から突出してマスタシリンダ2のシリンダ2aの内周に嵌合している。

【 0 0 5 7 】

第1ハウジング部材HSG1内では、プライマリピストン2bの外周に、戻しバネ59が設置されている。戻しバネ59のx軸正方向側の端は第1ハウジング部材HSG1内部のx軸正方向側の面Aに固定される一方、x軸負方向側の端は可動部材58に係合している。戻しバネ59は、面Aと可動部材28との間でx軸方向に押し縮められて設置され、可動部材58およびボールネジ軸57をx軸負方向側に付勢している。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

従動側プリー５３が回転するとボールネジナット５６が一体に回転し、このボールネジナット５６の回転運動により、ボールネジ軸５７がｘ軸方向に並進運動する。ｘ軸正方向側へのボールネジ軸５７の並進運動の推力により、可動部材５８を介して、プライマリピストン２ｂがｘ軸正方向側に押圧される。なお、図１では、ブレーキ非作動時にボールネジ軸５７がｘ軸負方向側に最大変位した初期位置にある状態を示す。

【 0 0 5 9 】

一方、ボールネジ軸５７には、上記ｘ軸正方向側への推力と反対方向（ｘ軸負方向側）に、戻しバネ５９の弾性力が作用する。これによりブレーキ中、すなわちプライマリピストン２ｂがｘ軸正方向側に押圧されマスタ圧 P_{mc} が加圧されている状態で、万一、故障により駆動モータ５０が停止し、ボールネジ軸５７の戻し制御が不能となった場合でも、戻しバネ５９の反力によりボールネジ軸２７が初期位置に戻される。これによりマスタ圧 P_{mc} がゼロ付近まで低下するため、ブレーキ力の引きずりの発生が防止され、この引きずりに起因して車両挙動が不安定になる事態が回避される。

【 0 0 6 0 】

また、インพุットロッド６とプライマリピストン２ｂとの間に画成された環状空間Ｂには、一対のバネ６ｄ、６ｅが配設されている。一対のバネ６ｄ、６ｅは、その各一端がインพุットロッド６に設けられたフランジ部６ｃに係止され、バネ６ｄの他端がプライマリピストン２ｂの隔壁２ｈに係止され、バネ６ｅの他端が可動部材５８に係止されている。一対のバネ６ｄ、６ｅは、プライマリピストン２ｂに対してインพุットロッド６を両者の相対変位の中立位置に向けて付勢し、ブレーキ非作動時にインพุットロッド６とプライマリピストン２ｂとを相対移動の中立位置に保持する機能を有している。また、インพุットロッド６とプライマリピストン２ｂとが中立位置からいずれかの方向に相対変位したとき、一対のバネ６ｄ、６ｅにより、プライマリピストン２ｂに対してインพุットロッド６を中立位置に戻す付勢力が作用する。

【 0 0 6 1 】

なお、駆動モータ５０には回転角検出センサ５０ａが設けられており、これにより検出されるモータ出力軸の位置信号がマスタ圧制御装置８に入力される。マスタ圧制御装置８は、入力された位置信号に基づき駆動モータ５０の回転角を算出し、この回転角に基づき回転・並進変換装置２５の推進量、すなわちプライマリピストン２ｂのｘ軸方向変位量を算出する。

【 0 0 6 2 】

また、駆動モータ５０には温度センサ５０ｂが設けられており、検出された駆動モータ５０の温度情報はマスタ圧制御装置８に入力される。

【 0 0 6 3 】

（倍力制御処理）

次に、マスタ圧制御機構５とマスタ圧制御装置８による、インพุットロッド６の推力の増幅作用について説明する。

【 0 0 6 4 】

マスタ圧制御機構５およびマスタ圧制御装置８は、運転者のブレーキ操作によるインพุットロッド６の変位量に応じて、プライマリピストン２ｂを変位させる。これによりプライマリ液室２ｄが、インพุットロッド６の推力に加えてプライマリピストン２ｂの推力によって加圧され、マスタ圧 P_{mc} が調整される。すなわちインพุットロッド６の推力が増幅される。増幅比（以下、倍力比）は、プライマリ液室２ｄにおけるインพุットロッド６とプライマリピストン２ｂの軸直方向断面積（以下、それぞれ受圧面積 A_{IR} および A_{PP} ）の比等により、以下のように決定される。

【 0 0 6 5 】

マスタ圧 P_{mc} の液圧調整は、式（１）で示される圧力平衡関係をもって行われる。

$$P_{mc} = (F_{IR} + K \times x) / A_{IR} = (F_{PP} - K \times x) / A_{PP} \dots (1)$$

ここで、圧力平衡式（１）における各要素は、以下のとおりである。

P_{mc} : プライマリ液室 2 d の液圧 (マスタ圧)、

F_{IR} : インพุットロッド 6 の推力、

F_{PP} : プライマリピストン 2 b の推力、

A_{IR} : インพุットロッド 6 の受圧面積、

A_{PP} : プライマリピストン 2 b の受圧面積、

K : バネ 6 d、6 e のバネ定数、

x : インพุットロッド 6 と プライマリピストン 2 b との相対変位量。

【 0 0 6 6 】

ここで相対変位量 x は、インพุットロッド 6 の変位を x_{IR} 、プライマリピストン 2 b の変位を x_{PP} として、 $x = x_{PP} - x_{IR}$ と定義する。よって、 x は、相対移動の中立位置では 0、インพุットロッド 6 に対してプライマリピストン 2 b が前進 (x 軸正方向側へ変位) する方向では正符号、その逆方向では負符号となる。なお、圧力平衡式 (1) ではシールの摺動抵抗を無視している。プライマリピストン 2 b の推力 F_{PP} は、駆動モータ 5 0 の電流値から推定できる。

一方、倍力比 は、下記 (2) 式のように表わされる。

$$= P_{M/C} \times (A_{PP} + A_{IR}) / F_{IR} \dots (2)$$

よって、この (2) 式に上記 (1) 式の $P_{M/C}$ を代入すると、倍力比 は下記 (3) 式のようになる。

$$= (1 + K \times x / F_{IR}) \times (A_{IR} + A_{PP}) / A_{IR} \dots (3)$$

【 0 0 6 7 】

倍力制御では、目標のマスタ圧特性が得られるように、駆動モータ 5 0 (プライマリピストン 2 b の変位 x_{PP}) を制御する。ここでマスタ圧特性とは、インพุットロッド 6 の変位 x_{IR} に対するマスタ圧 P_{mc} の変化の特性を指す。インพุットロッド 6 の変位 x_{IR} に対するプライマリピストン 2 b の変位 x_{PP} を示すストローク特性と、上記目標マスタ圧特性とに対応して、インพุットロッド 6 の変位 x_{IR} に対する相対変位量 x の変化を示す目標変位量算出特性が得られる。検証により得られた目標変位量算出特性データに基づき、相対変位量 x の目標値 (以下、目標変位量 x^*) が算出される。

【 0 0 6 8 】

すなわち、目標変位量算出特性は、インพุットロッド 6 の変位 x_{IR} に対する目標変位量 x^* の変化の特性を示し、インพุットロッド 6 の 1 つの変位量 x_{IR} に対応して 1 つの目標変位量 x^* が定まる。検出されたインพุットロッド 6 の変位量 x_{IR} に対応して決定される目標変位量 x^* を実現するように駆動モータ 5 0 の回転 (プライマリピストン 2 b の変位量 x_{PP}) を制御すると、目標変位量 x^* に対応する大きさのマスタ圧 P_{mc} がマスタシリンダ 2 で発生する。

【 0 0 6 9 】

ここで、上記のようにインพุットロッド 6 の変位量 x_{IR} はブレーキ操作量検出装置 7 により検出され、プライマリピストン 2 b の変位量 x_{PP} は回転角検出センサ 50a の信号に基づき算出され、相対変位量 x は上記検出 (算出) された変位量の差により求められる。倍力制御では、具体的には、上記検出した変位量 x_{IR} と目標変位量算出特性とに基づいて目標変位量 x^* を設定し、上記検出 (算出) された相対変位量 x が目標変位量 x^* と一致するように駆動モータ 5 0 を制御 (フィードバック制御) する。なお、プライマリピストン 2 b の変位量 x_{PP} を検出するストロークセンサを別途設けることとしてもよい。

【 0 0 7 0 】

このように高価な踏力センサを用いることなく倍力制御を行うため、その分、コストを低減できる。また、相対変位量 x が任意の所定値となるように駆動モータ 5 0 を制御することにより、受圧面積比 $(A_{IR} + A_{PP}) / A_{IR}$ で定まる倍力比よりも大きな倍力比や小さな倍力比を得ることができ、所望の倍力比に基づく制動力を得ることができる。

【 0 0 7 1 】

一定倍力制御は、インพุットロッド 6 およびプライマリピストン 2 b を一体的に変位させる。すなわちインพุットロッド 6 に対してプライマリピストン 2 b が常に上記中立位置

となり相対変位量 $x = 0$ で変位するように、駆動モータ 50 を制御するものである。このように $x = 0$ となるようにプライマリピストン 2 b を変位させた場合、上記 (3) 式により、倍力比 は、 $= (A_{IR} + A_{PP}) / A_{IR}$ として一意に定まる。よって、必要な倍力比に基づいて A_{IR} および A_{PP} を設定し、変位量 x_{PP} がインพุットロッド 6 の変位量 x_{IR} に等しくなるようにプライマリピストン 2 b を制御することで、常に一定の (上記必要な) 倍力比を得ることができる。

【0072】

一定倍力制御における目標マスタ圧特性は、インพุットロッド 6 の前進 (x 軸正方向側への変位) に伴い発生するマスタ圧 P_{mc} が 2 次曲線、3 次曲線、あるいはこれらにそれ以上の高次曲線等が複合した多次曲線 (以下、これらを総称して多次曲線という) 状に大きくなる。また、一定倍力制御は、インพุットロッド 6 の変位 x_{IR} と同じ量だけプライマリピストン 2 b が変位する ($x_{PP} = x_{IR}$) ストローク特性を有している。このストローク特性と上記目標マスタ圧特性とに基づき得られる目標変位量算出特性では、インพุットロッド 6 のあらゆる変位 x_{IR} に対して目標変位量 x^* が 0 となる。

【0073】

これに対して、倍力可変制御は、目標変位量 x^* を正の所定値に設定し、相対変位量 x がこの所定値となるように駆動モータ 50 を制御する。これにより、マスタ圧 P_{mc} を増加する方向へインพุットロッド 6 が前進移動するに従い、インพุットロッド 6 の変位量 x_{IR} に比べてプライマリピストン 2 b の変位量 x_{PP} が大きくなるようにするものである。上記 (3) 式により、倍力比 は、 $(1 + K \times x / F_{IR})$ 倍の大きさとなる。すなわち、インพุットロッド 6 の変位量 x_{IR} に比例ゲイン $(1 + K \times x / F_{IR})$ を乗じた量だけプライマリピストン 2 b を変位させることと同義となる。このように x に応じて倍力比 が可変となり、マスタ圧制御機構 5 が倍力源として働いて、運転者の要求通りのブレーキ力を発生させつつペダル踏力の大きな低減を図ることができる。

【0074】

すなわち、制御性の観点からは上記比例ゲイン $(1 + K \times x / F_{IR})$ は 1 であることが望ましいが、例えば緊急ブレーキ等により運転者のブレーキ操作量を上回るブレーキ力が必要な場合には、一時的に、1 を上回る値に上記比例ゲインを変更することができる。これにより、同量のブレーキ操作量でも、マスタ圧 P_{mc} を通常時 (上記比例ゲインが 1 の場合) に比べて引き上げることができるため、より大きなブレーキ力を発生させることができる。ここで、緊急ブレーキの判定は、例えば、ブレーキ操作量検出装置 7 の信号の時間変化率が所定値を上回るか否かで判定できる。

【0075】

このように倍力可変制御は、インพุットロッド 6 の前進に対してプライマリピストン 2 b の前進をより進め、インพุットロッド 6 に対するプライマリピストン 2 b の相対変位量 x がインพุットロッド 6 の前進に伴い大きくなり、これに対応してインพุットロッド 6 の前進に伴うマスタ圧 P_{mc} の増加が一定倍力制御よりも大きくなるように駆動モータ 50 を制御する方法である。

【0076】

倍力可変制御における目標マスタ圧特性は、インพุットロッド 6 の前進 (x 軸正方向側への変位) に伴い発生するマスタ圧 P_{mc} の増加が一定倍力制御よりも大きくなる (多次曲線状に増加するマスタ圧特性がより急峻になる)。また、倍力可変制御は、インพุットロッド 6 の変位 x_{IR} の増加に対するプライマリピストン 2 b の変位 x_{PP} の増加分が 1 よりも大きいストローク特性を有している。このストローク特性と上記目標マスタ圧特性とに基づき得られる目標変位量算出特性では、インพุットロッド 6 の変位 x_{IR} が増加するに応じて目標変位量 x^* が所定の割合で増加する。

【0077】

また、倍力可変制御として、上記制御 [マスタ圧 P_{mc} を増加する方向へインพุットロッド 6 が移動するに従い、インพุットロッド 6 の変位量 x_{IR} に比べてプライマリピストン 2 b の変位量 x_{PP} が大きくなるように駆動モータ 50 を制御すること] に加え、マスタ圧 P_{mc}

を増加する方向へインพุットロッド6が移動するに従い、インพุットロッド6の変位量 x_{IR} に比べてプライマリピストン2bの変位量 x_{PP} が小さくなるように駆動モータ50を制御することを含めてもよい。このように1を下回る値に上記比例ゲインを変更することで、ハイブリッド車両の回生ブレーキ力分だけ液圧ブレーキを減圧する回生協調ブレーキ制御に適用することも可能である。

【0078】

また、相対変位量 x に基づく上記倍力可変制御に換えて、マスタ圧センサ3a, 3bで検出したマスタ圧Pmcが目標マスタ圧と一致するように、マスタ圧制御機構5（駆動モータ50）をフィードバック制御することで倍力可変制御を行うこととしてもよい。これらの倍力可変制御方法の切り換えは、状況に応じて行うことができる。

10

【0079】

なお、相対変位量 x に基づく上記倍力可変制御では、検出されたマスタ圧Pmcに直接基づいて制御を行わないため、正常に所期のマスタ圧Pmcが発生しているか否かをチェックするために、別途、検出したマスタ圧Pmcを目標マスタ圧特性における x_{IR} に応じたマスタ圧（目標マスタ圧）と照合することで、フェール（失陥）対策を行っている。

【0080】

（自動ブレーキ制御処理）

運転者のブレーキ操作が行われない（インพุットロッド6が変位しない）自動ブレーキ制御時には、マスタ圧制御機構5とマスタ圧制御装置8により、マスタ圧Pmcを自動的に発生させる制御（以下、自動ブレーキ制御処理）が行われる。自動ブレーキ制御処理は、マスタシリンダ2の作動圧を自動ブレーキ制御時の要求液圧（以下、自動ブレーキ要求液圧）に調節すべく、プライマリピストン2bを前進および後退させる制御処理であり、例えば、車両追従制御、車線逸脱回避制御、障害物回避制御等での自動ブレーキ制御に適用可能である。なお、自動ブレーキ要求液圧は、上記各制御の制御装置から出力される目標ブレーキ力等に基づき演算される。

20

【0081】

この場合のプライマリピストン2bの制御方法としては、テーブルとして事前取得したプライマリピストン2bの変位量 x_{PP} とマスタ圧Pmcとの関係に基づき、自動ブレーキ要求液圧を実現するプライマリピストン2bの変位量 x_{PP} を抽出し、これを目標変位量とする方法がある。この場合、回転角検出センサ50aで検出したモータ回転角をプライマリピストン2bの変位量 x_{PP} へ換算し、この換算した変位量が上記目標変位量と一致するように駆動モータ50をフィードバック制御する。

30

【0082】

その他、マスタ圧センサ3a, 3bで検出されたマスタ圧Pmcが自動ブレーキ要求液圧と一致するようにプライマリピストン2bの変位量 x_{PP} をフィードバック制御する方法等があるが、いずれの方法を採ってもかまわない。なお、自動ブレーキ要求液圧は外部ユニットから受信することが可能である。

【0083】

なお、テーブルに基づく上記の自動ブレーキ制御処理では、検出されたマスタ圧Pmcに直接基づいて制御を行わないため、正常に所期のマスタ圧Pmc（自動ブレーキ要求液圧）が発生しているか否かをチェックするために、別途、検出したマスタ圧Pmcを自動ブレーキ要求液圧と照合することで、フェール対策を行っている。

40

【0084】

〔マスタ圧制御装置の電気回路構成〕

図2は、マスタ圧制御装置8の電気回路構成の一例を示す。図2で太線枠8内は、マスタ圧制御装置8の電気回路を示し、点線枠5内は、マスタ圧制御機構5側の電気回路を示す。太線枠9はオイル圧制御装置9であり、例えばVDC等のECUを示す。

【0085】

なお、VDCとはビークル・ダイナミクス・コントロールの略であり、車両姿勢等をセンサによって感知し、オーバーステアと判断するとコーナー外側の前輪にブレーキをかけ、

50

逆にアンダーステアと判断した場合は、エンジンパワーを落とすとともに後輪のコーナー内側のタイヤにブレーキをかける等のコントロールを、運転状況に応じて自動的に制御するものである。

【0086】

マスタ圧制御装置8の電気回路は、中央演算処理装置(以下、CPU)80と、リレー回路81a, 81bと、5V電源回路82a, 82bと、監視用制御回路83と、三相モータ駆動回路84aと、相電流モニタ回路84bと、相電圧モニタ回路84cと、記憶回路85と、インターフェイス回路(以下、I/F回路)86a~86gと、を有している。

【0087】

マスタ圧制御装置8には、車両内の電源ラインからECU電源リレー回路81aを介して12V電源が供給される。供給された12V電源は5V電源回路82a, 82bに入力される。5V電源回路82a, 82bは、それぞれ安定した5V電源(以下、Vcc1およびVcc2)を発生する。Vcc1は、CPU80や、温度センサI/F回路86b、変位センサI/F回路86c, 86d、マスタ圧センサI/F回路86e等に供給される。一方、Vcc2は監視用制御回路83に供給される。

【0088】

なお、ECU電源リレー回路81aは、マスタ圧制御装置8の外部から入力される所定のW/U(起動)信号、またはCAN受信によりCAN通信I/F回路86fで生成する起動信号のいずれか1つが、起動信号出力部88aから入力されることによりオン作動する。起動信号は、ドアスイッチ信号、ブレーキスイッチ信号、IGN(イグニッション)スイッチ信号等を使用することができる。これらの複数を使用する場合は、これらの信号を全てマスタ圧制御装置8に取り込んだ上で、これらのいずれか1つのスイッチ信号がオンとなったときにECU電源リレー回路81aをオン側に作動させる回路構成とする。

【0089】

また、車両内の電源ラインからの12V電源は、フィルタ回路87によりノイズが除去された上で、フェールセーフリレー回路81bを介して三相モータ駆動回路84aに供給される。フェールセーフリレー回路81bは、上記電源ラインと三相モータ駆動回路84aとの接続を遮断可能に設けられており、CPU80および監視用制御回路83によりそのオン・オフが制御される。これにより、三相モータ駆動回路84aへの電源の供給と遮断が制御される。なお、オン・オフ信号出力部88bは、CPU80または監視用制御回路83からオフ指令が入力されたときにフェールセーフリレー回路81bをオフ側に作動させる回路構成とする。

【0090】

CPU80には、CAN通信I/F回路86f, 86gを介して、マスタ圧制御装置8の外部からの車両情報および自動ブレーキ要求液圧等の制御信号が入力される。また、マスタ圧制御機構5側に配置された各種センサ、すなわち回転角検出センサ50a、温度センサ50b、変位センサ7a, 7b、およびマスタ圧センサ3a, 3bからの信号が、それぞれ回転角検出センサI/F回路86a、温度センサI/F回路86b、変位センサI/F回路86c, 86d、およびマスタ圧センサI/F回路86eを介して、CPU80に入力される。

【0091】

なお、上記マスタ圧センサ3a, 3bから入力された信号は、相対変位量 x に基づく上記倍力可変制御の際、検出したマスタ圧 P_{mc} を目標マスタ圧と照合させるために用いられる。

【0092】

CPU80は、上記のような外部装置からの制御信号および各センサの検出値に基づき、駆動モータ50に接続された三相モータ駆動回路84aに適切な信号を出力し、駆動モータ50を制御する。三相モータ駆動回路84aの三相出力の各相には、相電流モニタ回路84bおよび相電圧モニタ回路84cが備えられ、各相の電流および電圧がモニタされる。各モニタ値はCPU80に出力され、CPU80はそれらの情報に基づき三相モータ駆動回路84aを適切に動作させる。

【0093】

このようにCPU80は、現時点でのマスタ圧制御機構5の状況等に関する情報に基づき

10

20

30

40

50

、マスタ圧制御機構 5（駆動モータ 50）を制御する。また、CPU 80 は、各モニタ値が正常範囲外となった場合や、制御指令どおりに駆動モータ 50 を制御できていない場合等に、各種の故障状態を検知・判断するよう構成されている。

【0094】

監視用制御回路 83 は、CPU 80 との間で信号の送受を行い、CPU 80 の故障、および CPU 80 の電源となる 5V 電源回路 82a や Vcc1 の異常を監視する。これらの故障や異常を検出した場合は、速やかにフェールセーフリレー回路 81b に対して信号を出力してオフ動作させ、三相モータ駆動回路 84a への電源供給を遮断する。

【0095】

なお、監視用制御回路 83 の故障、および監視用制御回路 83 の電源となる 5V 電源回路 82b や Vcc2 の異常の監視は、CPU 80 が行う。

10

【0096】

記憶回路 85 は、CPU 80 との間で信号の送受を行う EEPROM であり、例えば故障情報等を格納する。CPU 80 は、検出した故障情報と、マスタ圧制御機構 5 の制御で用いる学習値（例えば制御ゲインや各種センサのオフセット値等）等を、記憶回路 85 に記憶させる。

【0097】

〔実施例 1 の作用〕

（フローチャート）

図 3 は、ブレーキ制御装置 1 が実行する故障判断、および故障判断後の対応制御ロジックの流れを示すフローチャートである。

20

【0098】

ステップ S1 では、故障が発生しているか否かの判断を行う。正常であると判断すれば S5 の通常制御モードとなり、通常制御を継続する。CPU 80 または監視用制御回路 83 が、なんらかの故障の発生を検知すれば S2 以下のステップに進む。すなわち、S2～S4 においてどのような故障が発生しているかの判断を行い、判断された故障状態に応じて、S6～S9 の制御モードに切り替える。

【0099】

S2 では、CPU 80 が故障状態であるか否かの判断を行う。CPU 80 の故障状態は、監視用制御回路 83 により、CPU 80 との通信手段を用いて検知する。ここで、CPU 80 の故障状態には、CPU 80 自体の故障に限らず、CPU 80 の電源となる 5V 電源回路 82b および Vcc1 の異常も含む。

30

【0100】

（バックアップモード 1）

S2 で CPU 80 が故障状態であると判断した場合、S6 のバックアップ制御モード 1（以下、バックアップモード 1）に移行する。バックアップモード 1 では、監視用制御回路 83 により、フェールセーフリレー回路 81b をオフ動作させて三相モータ駆動回路 84a への電源供給を遮断する。また、ブレーキ時のバックアップモード 1 の要求（CPU 80 が非作動状態であることを示す情報を含む）を、CAN 通信 I/F 回路 86f、86g を介してホイル圧制御装置 9 へ送信する。さらに、ウォーニングランプの点灯やブザー等による警告を行う。

40

【0101】

ホイル圧制御装置 9 では、バックアップモード 1 の要求を受信すると、マスタ圧センサ 3a、3b の信号に基づき運転者のブレーキ操作量を検出し、検出したブレーキ操作量に基づきイン側ゲート弁 17、27、アウト側ゲート弁 11、21、およびモータ M を駆動制御することで、ホイル圧制御（倍力制御）を行う制御モードとなる。なお、ブレーキ操作量検出装置 7（変位センサ 7a、7b）の信号をホイル圧制御装置 9 に直接入力することで、運転者のブレーキ操作量を検出することとしてもよい。

【0102】

S2 で CPU 80 の故障でないと判断すれば S3 に移行する。S3 では、三相モータ駆動回路（ドライバ）84a が故障状態であるか否かの判断を行う。ここで、三相モータ駆動回路 84a の

50

故障状態とは、三相モータ駆動回路84aそれ自体の故障に限らず、相電流モニタ回路84b、相電圧モニタ回路84c、回転角検出センサI/F回路86a、回転角検出センサ50a、駆動モータ50、およびこれらの結線が故障した場合に、駆動モータ50の正常駆動が不能となる故障状態を含む。CPU80は、各相いずれかの電流および電圧のモニタ値が正常範囲外となった場合や、制御指令通りに制御できていない場合等に、これらの故障状態が発生していることを検知する。

【0103】

(バックアップモード2)

S3で三相モータ駆動回路84aが故障状態であると判断した場合、S7のバックアップ制御モード2(以下、バックアップモード2)に移行する。バックアップモード2では、CPU80により、フェールセーフリレー回路81bをオフ動作させて三相モータ駆動回路84aへの電源供給を遮断し、また駆動モータ50の制御を停止する。また、ブレーキ時のバックアップモード2の要求を、CAN通信I/F回路86f、86gを介してホイル圧制御装置9へ送信する。さらに、ウォーニングランプの点灯やブザー等による警告を行う。

10

【0104】

ホイル圧制御装置9では、バックアップモード2の要求を受信すると、マスタ圧制御装置8からCAN通信を介して受信したブレーキ操作量検出装置7(変位センサ7a、7b)の信号に基づき運転者のブレーキ操作量を検出し、検出したブレーキ操作量に基づきイン側ゲート弁17、27、アウト側ゲート弁11、21、およびモータMを駆動制御することで、ホイル圧制御(倍力制御)を行う制御モードとなる。なお、マスタ圧センサ3a、3bによりブレーキ操作量を検出することとしてもよい。

20

【0105】

S3で三相モータ駆動回路84aの故障でないと判断した場合、S4へ移行する。S4では、センサの故障が発生しているか否かの判断を行う。ここでセンサの故障とは、変位センサ7a、7bおよびマスタ圧センサ3a、3bの故障に限らず、5V電源回路82aからのセンサ電源回路を含む変位センサI/F回路86c、86dやマスタ圧センサI/F回路86e、およびこれらの結線の故障も含み、これらの故障により、各センサが使用不能となる故障状態を示している。CPU80は、各I/F回路からの入力信号およびセンサ電源電圧値Vcc1が正常範囲外となった場合等に、これらの故障状態が発生していることを検知する。

【0106】

30

(制御モード1)

S4でセンサの故障と判断した場合、S8の制御モード1に移行する。図4は、CPU80が実行する制御モード1のフローチャートである。ステップS8では、S81~S83でどのセンサが使用不能であるかの判断を行い、センサ故障状態に応じて、S84~S86の各制御モード11~13に切り替える。

【0107】

S81では、変位センサ7aが使用不能であるか否かの判断を行い、使用不能であればS84の制御モード11に移行する。

【0108】

制御モード11では、ブレーキ操作量の検出を、変位センサ7bのみを使用して行うようにする。ブレーキ操作量の検出方法以外は、通常制御と同様に行う。また、ウォーニングランプの点灯やブザー等による警告や、記憶回路85への故障履歴の記憶等を行う。さらに、変位センサ7aの異常を、CAN通信I/F回路86f、86gを介してホイル圧制御装置9等の外部装置へ送信してもよい。

40

【0109】

S81で変位センサ7aが使用不能でないと判断した場合は、S82に移行する。S82では、変位センサ7bが使用不能であるか否かの判断を行い、使用不能であればS85の制御モード12に移行する。

【0110】

制御モード12では、ブレーキ操作量の検出を、変位センサ7aのみを使用して行うよ

50

うにする。他の処理は制御モード 1 1 と同様である。

【 0 1 1 1 】

S82で変位センサ 7 b が使用不能でないと判断した場合は、S83に移行する。S83では、マスタ圧センサ 3 a , 3 b が使用不能であるか否かの判断を行い、使用不能であればS86の制御モード 1 3 に移行する。

【 0 1 1 2 】

制御モード 1 3 では、マスタ圧制御機構 5 の制御方法として、マスタ圧センサ 3 a , 3 b で検出したマスタ圧Pmcを用いたフィードバック制御を禁止する。言い換えれば、以下の (a) または (b) の方法を用いてマスタ圧制御機構 5 を制御する。

【 0 1 1 3 】

すなわち、(a) 自動ブレーキ制御処理として、検出したマスタ圧Pmcを用いたフィードバック制御を禁止する一方、テーブルとして事前取得したプライマリピストン 2 b の変位量 x_{pp} とマスタ圧Pmcとの関係に基づき、自動ブレーキ要求液圧を実現するプライマリピストン 2 b の変位量 x_{pp} (目標変位量) を抽出するとともに、回転角検出センサ50aの検出値に基づき得られたプライマリピストン 2 b の変位量 x_{pp} が上記目標変位量と一致するようにフィードバック制御する方法とする。

【 0 1 1 4 】

または、(b) 自動ブレーキ制御処理を禁止する。また、倍力制御処理として、倍力可変制御処理を禁止する一方、一定倍力制御のみを実行し、変位センサ 7 a , 7 b で検出したインพุットロッド 6 の変位量 x_{IR} を目標変位量として、プライマリピストン 2 b の変位量 x_{pp} を制御する方法、とする。

【 0 1 1 5 】

このように、検出したマスタ圧Pmcを直接用いるフィードバック制御 (自動ブレーキ制御処理および倍力可変制御) だけでなく、上記 (a) の自動ブレーキ制御処理、および相対変位量 x に基づく倍力可変制御をも禁止する。その理由は、上記 (a) の自動ブレーキ制御処理、および相対変位量 x に基づく上記倍力可変制御では、検出したマスタ圧Pmcを用いてフェールセーフを行っているため、制御におけるフェール対策を万全にするためである。

【 0 1 1 6 】

また、制御モード 1 3 では、ウォーニングランプの点灯やブザー等による警告や、記憶回路 8 5 への故障履歴の記憶等を行う。さらに、マスタ圧センサ 3 a , 3 b の異常を、CAN 通信 I/F 回路 86f、86g を介してホイル圧制御装置 9 等の外部装置へ送信してもよい。

【 0 1 1 7 】

図 3 の S4 でセンサ故障でないと判断した場合は、S9 の制御モード 2 に移行する。制御モード 2 では、S2 ~ S4 で判断した故障以外の故障状態であるため、マスタ圧制御装置 8 で通常制御を継続可能な故障であると判断する。よって、ウォーニングランプの点灯やブザー等による警告や、記憶回路 8 5 への故障履歴の記憶等のみを行う。さらに、故障状態の発生を、CAN 通信 I/F 回路 86f、86g を介してホイル圧制御装置 9 等の外部装置へ送信してもよい。

【 0 1 1 8 】

(タイムチャート)

図 5 は、各制御モードがブレーキ力に与える影響を示すタイムチャートである。すなわち、各制御モードを実行した場合、ブレーキ操作を行ったときに、図 1 に示すアウト側ゲート弁 1 1 , 2 1 からホイルシリンダ 4 a ~ 4 d までの間の液圧がどのような時間変化を起こすかを示す。図 5 (A) ~ 図 5 (C) では、それぞれ同じブレーキ操作が行われる。図 5 (A) は、バックアップモード 1 (図 3 の S6) を実行した場合、図 5 (B) は、バックアップモード 2 (S7) を実行した場合、図 5 (C) は、制御モード 1 (S8) または制御モード 2 (S9) を実行した場合のタイムチャートである。

【 0 1 1 9 】

まず、図 5 (A) と図 5 (B) を比較する。バックアップモード 1 とバックアップモード

10

20

30

40

50

2 は、ともにホイル圧制御機構 3 によりホイル圧を制御する。このため、(A) と (B) とで昇圧性能 (液圧の上昇勾配) はほとんど差がない。しかし、バックアップモード 1 とバックアップモード 2 は、ブレーキ操作量の検出手段が異なる。すなわち、バックアップモード 1 ではマスタ圧センサ 3 a, 3 b でブレーキ操作量を検出するのに対し、バックアップモード 2 ではマスタ圧制御装置 8 からの通信を用いて、ブレーキ操作量検出装置 7 によりブレーキ操作量を検出する。このため、(A) よりも (B) のほうが液圧の立ち上がり時間が速く、応答性に優れている。

【 0 1 2 0 】

すなわち、一般にブレーキ装置には無効ストロークが存在し、ある程度ブレーキペダルを踏み込まないとマスタ圧が発生しない。このため、ブレーキ操作量を検出する場合、マスタ圧センサよりも変位センサのほうがブレーキ操作を早く検出できる。よって、変位センサであるブレーキ操作量検出装置 7 の信号を用いる (B) のバックアップモード 2 のほうが、応答性に優れている。

【 0 1 2 1 】

次に、図 5 (B) と図 5 (C) を比較する。(B) のバックアップモード 2 よりも、(C) の制御モード 1 および制御モード 2 のほうが、応答性、滑らかさ (液圧変動の少なさ)、目標液圧への追従性等、あらゆる点で優れている。これは、(B) のバックアップモード 2 ではホイル圧制御機構 3 によりホイル圧を制御するのに対し、(C) の制御モード 1, 2 ではマスタ圧制御機構 5 によりマスタ圧 P_{mc} を制御するからである。言い換えれば、通常の倍力制御 ((C)) とポンプ P の作動によるバックアップ制御 ((B)) との差である。

【 0 1 2 2 】

[実施例 1 の効果]

以下、実施例 1 から把握される、本発明のブレーキ制御装置が有する効果を列挙する。

【 0 1 2 3 】

(1) 運転者のブレーキ操作により作動するマスタシリンダ 2 と、運転者のブレーキ操作とは別にマスタシリンダ 2 を作動させてホイルシリンダ 4 a ~ 4 d 内の圧力 (ホイル圧 P_{wc}) を加圧する倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) と、倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) の作動を制御する第 1 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8) と、倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) とは別に設けられ、ホイルシリンダ 4 a ~ 4 d 内の圧力を加圧可能な液圧源 (ポンプ P) を有する液圧制御部 (ホイル圧制御機構 3) と、液圧制御部 (ホイル圧制御機構 3) の作動を制御する第 2 のコントロールユニット (ホイル圧制御装置 9) と、を備え、第 1 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8) は、第 1 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8) または倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) の故障状態を検出するとともに (S1 ~ S4、S81 ~ S83)、第 1 (マスタ圧制御装置 8) または第 2 のコントロールユニット (ホイル圧制御装置 9) は、検出された故障状態に応じて、倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) または液圧制御部 (ホイル圧制御機構 3) の作動を制限するバックアップモード (S6 ~ S9、S84 ~ S86) を実行する。

【 0 1 2 4 】

このようにブレーキ倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) または第 1 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8) の故障状態を検出し、検出した故障状態に応じてブレーキ制御装置内の対応の方法 (バックアップモード) を選択し、ブレーキ制御方法を適切に切替える。よって、故障が発生した際にも、できるだけ運転者の要求通りのブレーキ力を発生させることができ、安全性が高く、操作性と快適性に優れる、という効果を有する。

【 0 1 2 5 】

(2) 運転者のブレーキ操作量を検出するセンサ (変位センサ 7 a, 7 b、マスタ圧センサ 3 a, 3 b) を備え、第 1 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8) は、演算装置 (CPU 8 0) と、演算装置 (CPU 8 0) の状態を監視する監視回路 (監視用制御回路 8 3) とを備え、監視回路 (監視用制御回路 8 3) によって演算装置 (CPU 8 0) の異常が検出されたときは、第 2 のコントロールユニット (ホイル圧制御装置 9) へ第 1 のバックアップ

モード要求を送信し、第2コントロールユニット（ホイル圧制御装置 9）は、第1のバックアップモード要求を受信したときは、検出されたブレーキ操作量に基づいて液圧制御部（ホイル圧制御機構 3）を作動させてホイル圧Pwcを制御する（バックアップモード 1）。

【0126】

すなわち、CPU 80 が故障状態であると判断された場合、バックアップモード 1 に移行する。バックアップモード 1 では、第 1 のコントロールユニット（マスタ圧制御装置 8）により駆動モータ 50 への電源供給が遮断される。一方、第2コントロールユニット（ホイル圧制御装置 9）が、検出されたブレーキ操作量に基づいて液圧制御部（ホイル圧制御機構 3）を制御し、ホイル圧Pwcの制御を行う。このように、CPU 80 が故障した場合でも、ブレーキ倍力機構（マスタ圧制御機構 5）によるブレーキ制御から、液圧制御部（ホイル圧制御機構 3）によるブレーキ制御に切り換えることで、運転者の要求通りのブレーキ力を発生させることができる、という効果を有する。

10

【0127】

（3）上記（2）のセンサは、ブレーキペダルBPのストロークを検出するストロークセンサ（ブレーキ操作量検出装置 7）であってもよい。

【0128】

すなわち、ブレーキ操作量検出装置 7（変位センサ 7a, 7b）の信号をホイル圧制御装置 9 に直接入力することで、運転者のブレーキ操作量を検出することとしてもよい。一般に、ある程度ブレーキペダルBPを踏み込まないとマスタ圧が発生しない。このため、ブレーキ操作量を検出する場合、マスタ圧センサよりも変位センサのほうがブレーキ操作を早く検出できる。よって、変位センサであるブレーキ操作量検出装置 7 の信号を用いた場合、液圧の立ち上がり時間が速く、応答性に優れる、という効果を得ることができる。

20

【0129】

（4）上記（2）のセンサは、マスタシリンダ 2 に発生した圧力を検出する圧センサ（マスタ圧センサ 3a, 3b）であることとした。

【0130】

ホイル圧制御機構 3 を制御するためにはマスタ圧Pmcのみ検出すればよい。仮にストロークセンサ（ブレーキ操作量検出装置 7）が故障した場合であっても、倍力システムを実現することができ、バックアップモード 1 を実行可能である。また一般に、ある程度ブレーキペダルが踏み込まれてマスタ圧が発生した後は、変位センサよりもマスタ圧センサのほうが、ペダルストロークに対するセンサ値の時間当たり変化量が大きい。すなわち、マスタ圧センサ 3a, 3b の信号を用いた場合、ブレーキ操作量をよりきめ細かく検出できるため、液圧の制御性に優れる、という効果を有する。

30

【0131】

（5）運転者のブレーキ操作量を検出するセンサ（変位センサ 7a, 7b、マスタ圧センサ 3a, 3b）を備え、倍力機構（マスタ圧制御機構 5）は電動式のモータ（駆動モータ 50）によって作動する電動倍力装置であって、第1のコントロールユニット（マスタ圧制御装置 8）は、モータ（駆動モータ 50）の駆動に必要な要素（三相モータ駆動回路 84a 等）の異常を検出するモータ異常検出装置（相電流モニタ回路 84b、相電圧モニタ回路 84c 等）を備え、モータ異常検出装置（相電流モニタ回路 84b、相電圧モニタ回路 84c 等）によって上記要素の異常が検出されたときは、第2のコントロールユニット（ホイル圧制御装置 9）へ第2のバックアップモード要求を送信し、第2のコントロールユニット（ホイル圧制御装置 9）は、第2のバックアップモード要求を受信したときには、検出されたブレーキ操作量に基づいて液圧制御部（ホイル圧制御機構 3）を作動させてホイル圧Pwcを制御する（バックアップモード 2）。

40

【0132】

すなわち、モータ（駆動モータ 50）の正常駆動に必要な要素（三相モータ駆動回路 84a 等）が故障状態であると判断された場合、バックアップモード 2 に移行する。バックアップモード 2 では、第 1 のコントロールユニット（マスタ圧制御装置 8）により駆動モータ 50 への電源供給が遮断され、ブレーキ倍力機構（マスタ圧制御機構 5）の制御が停止

50

される。一方、第2コントロールユニット（ホイル圧制御装置 9）が、検出されたブレーキ操作量に基づいて液圧制御部（ホイル圧制御機構 3）を制御し、ホイル圧Pwcの制御を行う。このように、モータ（駆動モータ 50）を正常に制御できなくなった場合でも、ブレーキ倍力機構（マスタ圧制御機構 5）によるブレーキ制御から、液圧制御部（ホイル圧制御機構 3）によるブレーキ制御に切り換えることで、運転者の要求通りのブレーキ力を発生させることができる、という効果を有する。

【0133】

（6）上記（5）に記載のように、倍力機構（マスタ圧制御機構 5）は電動式のモータ（駆動モータ 50）によって作動する電動倍力装置である。具体的には、モータ 50 の回転動力を機械的に伝達してマスタシリンダ 2 のピストン（プライマリピストン 2b）を移動させる。

10

【0134】

一般に、電動倍力装置においては、電子制御により倍力を発生させることから制御装置の部品点数が多く、真空ポンプよりも故障が発生する可能性が大きくなる。一方、倍力の発生を継続できる故障も多数存在する。本願発明は、上記（5）のように電動倍力装置である倍力機構（マスタ圧制御機構 5）においてモータ故障が発生した際にも、できるだけ運転者の要求通りのブレーキ力を発生させることができ、安全性が高く、操作性と快適性に優れる、という効果を有する。

【0135】

（7）運転者のブレーキ操作量を検出する複数のセンサ（変位センサ 7a, 7b、マスタ圧センサ 3a, 3b）を備え、第1のコントロールユニット（マスタ圧制御装置 8）は、センサ（変位センサ 7a, 7b、マスタ圧センサ 3a, 3b）の異常を検出するセンサ異常検出装置（CPU 80 でのS81～S83）を備え、センサ異常検出装置（S81～S83）によって複数のセンサのうち1つのセンサの異常が検出されたときは、正常なセンサの出力に基づき倍力機構（マスタ圧制御機構 5）を制御することでホイル圧Pwcを制御する（制御モード 11, 12）。

20

【0136】

例えば、複数の変位センサ 7a, 7b のいずれかが使用不能であると判断された場合、制御モード 11 または 12 に移行する。制御モード 11、12 では、CPU 80 によるブレーキ操作量の検出を、使用可能な変位センサ 7a または 7b のみを使用して行うようにする。ブレーキ操作量の検出方法以外の制御については、通常と同様に行う。よって、複数のセンサ（変位センサ 7a, 7b、マスタ圧センサ 3a, 3b）のいずれかが故障した場合でも、ブレーキ倍力機構（マスタ圧制御機構 5）によるブレーキ制御を継続することで、運転者の要求通りのブレーキ力を発生させることができる、という効果を有する。なお、マスタ圧センサ 3a, 3b のいずれかが使用不能と判断された場合も、同様である。

30

【0137】

（8）上記（7）の複数のセンサは、ブレーキペダルBPのストロークセンサ（変位センサ 7a, 7b）を複数有する。

【0138】

このように多重系の検出装置とすることによって、フェールセーフ機能を向上できる。

40

【0139】

（9）上記（7）の複数のセンサは、マスタシリンダ 2 に発生した圧力を検出するマスタ圧センサ 3a, 3b を有し、倍力機構（マスタ圧制御機構 5）は電動式のモータ（駆動モータ 50）によって作動する電動倍力装置であって、運転者の非ブレーキ操作時に倍力機構（マスタ圧制御機構 5）を作動させることでマスタ圧Pmcを自動的に発生させる自動ブレーキ制御を実行可能に設けられ、マスタ圧Pmcの目標値（自動ブレーキ要求液圧）に基づきマスタシリンダ 2 のピストン（プライマリピストン 2b）の目標変位量を設定するピストン目標変位量設定手段（CPU 80）と、モータ（駆動モータ 50）の回転量（回転角）からピストン（プライマリピストン 2b）の変位量を推定するピストン変位量推定手段（回転角検出センサ 50a、CPU 80）と、を有し、第1のコントロールユニット（マスタ圧

50

制御装置 8) は、マスタ圧センサ 3a, 3b の異常を検出するマスタ圧センサ異常検出装置 (CPU 80 での S83) を有し、マスタ圧センサ異常検出装置 (S83) によってマスタ圧センサ 3a, 3b の異常が検出されたときは、自動ブレーキ制御時に、ピストン変位量推定手段 (回転角検出センサ 50a) により推定されたピストン (プライマリピストン 2b) の変位量とピストン目標変位量設定手段 (CPU 80) により設定された上記目標変位量とに基づき倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) を制御することでホイル圧 P_{wc} を制御する (制御モード 13)。

【0140】

すなわち、制御モード 13 では、自動ブレーキ制御時のマスタ圧制御機構 5 の制御方法として、マスタ圧センサ 3a, 3b で検出したマスタ圧 P_{mc} を用いたフィードバック制御を禁止する。その代わりに、自動ブレーキ要求液圧を実現するプライマリピストン 2b の変位量 (目標変位量) と、回転角検出センサ 50a の検出値に基づき得られたプライマリピストン 2b の変位量とを用いてマスタ圧制御機構 5 をフィードバック制御する。よって、マスタ圧センサ 3a, 3b が故障した場合でも、ブレーキ倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) による自動ブレーキ制御処理を継続することで、自動ブレーキ要求液圧を実現できる、という効果を有する。

なお、ピストン目標変位量設定手段 (CPU 80) は、予め事前に設定されたプライマリピストン 2b の変位量とマスタ圧 P_{mc} との関係 (テーブル) に基づいて、自動ブレーキ制御時のマスタ圧の目標値 (自動ブレーキ要求液圧) を実現するプライマリピストン 2b の目標変位量を抽出する。

なお、マスタ圧センサ 3a, 3b の故障を検出したとき、(マスタ圧の検出値をフェールチェックに用いる) 自動ブレーキ制御処理を禁止することとしてもよく、この場合、フェール対策を万全とすることができる。

【0141】

(11) 上記 (7) の複数のセンサは、マスタシリンダ 2 に発生した圧力を検出するマスタ圧センサ 3a, 3b と、ブレーキペダル BP のストロークを検出するストロークセンサ (変位センサ 7a, 7b) とを有し、倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) は電動式のモータ (駆動モータ 50) によって作動する電動倍力装置であって、運転者のブレーキ操作量に応じて倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) を作動させることでマスタシリンダ 2 の作動を補助しホイルシリンダ 4a ~ 4d 内の圧力 (ホイル圧 P_{wc}) を加圧する倍力制御を実行可能に設けられ、マスタ圧の目標値に基づきマスタシリンダ 2 のピストン (プライマリピストン 2b) の目標変位量を設定するピストン目標変位量設定手段 (CPU 80) と、モータ (駆動モータ 50) の回転量 (回転角) からピストン (プライマリピストン 2b) の変位量を推定するピストン変位量推定手段 (回転角検出センサ 50a, CPU 80) と、を有し、第 1 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8) は、マスタ圧センサ 3a, 3b の異常を検出するマスタ圧センサ異常検出装置 (CPU 80 での S83) を有し、マスタ圧センサ異常検出装置 (S83) によってマスタ圧センサ 3a, 3b の異常が検出されたときは、倍力制御時に、ストロークセンサ (変位センサ 7a, 7b) により検出されたブレーキ操作量に応じて一定の倍力比が得られるようにピストン (プライマリピストン 2b) の変位量を制御することでホイル圧 P_{wc} を制御する (制御モード 13)。

【0142】

すなわち、制御モード 13 では、倍力制御時のマスタ圧制御機構 5 の制御方法として、マスタ圧センサ 3a, 3b で検出したマスタ圧 P_{mc} を用いたフィードバック制御を禁止する。その代わりに、変位センサ 7a, 7b で検出したインพุットロッド 6 の変位量をそのままプライマリピストン 2b の目標変位量として、マスタ圧制御機構 5 を制御する。すなわち、(検出したマスタ圧をフェールチェックに用いる) 倍力可変制御処理を禁止して、一定倍力制御のみを実行する。よって、マスタ圧センサ 3a, 3b が故障した場合でも、フェール対策を万全としつつ、ブレーキ倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) による倍力制御を継続することで、運転者の要求通りのブレーキ力を発生させることができる、という効果を有する。

【 0 1 4 3 】

(1 2) 運転者のブレーキ操作により作動するマスタシリンダ 2 と、運転者のブレーキ操作とは別にマスタシリンダ 2 を作動させてホイールシリンダ 4 a ~ 4 d 内の圧力 (ホイル圧 P_{wc}) を加圧する倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) と、倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) の作動を制御する第 1 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8) と、倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) とは別に設けられ、ホイール圧 P_{wc} を加圧可能な液圧源 (ポンプ P) を有する液圧制御部 (ホイル圧制御機構 3) と、液圧制御部 (ホイル圧制御機構 3) の作動を制御する第 2 のコントロールユニット (ホイル圧制御装置 9) と、運転者のブレーキ操作量を検出する複数のセンサ (変位センサ 7 a, 7 b、マスタ圧センサ 3 a, 3 b) と、を備え、倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) は電動式のモータ (駆動モータ 5 0) によって作動する電動倍力装置であって、第 1 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8) は、第 1 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8) または倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) の故障状態を検出するとともに、第 1 または第 2 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8 またはホイール圧制御装置 9) は、検出された故障状態に応じて、倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) または液圧制御部 (ホイル圧制御機構 3) の作動を制限するバックアップモード (S6~S8) を実行し、バックアップモード (S6~S8) は、第 1 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8) 内の演算装置 (CPU 8 0) の異常を検出したときの第 1 のバックアップモード (S6) と、モータ (駆動モータ 5 0) の駆動に必要な要素 (三相モータ駆動回路 84a 等) の異常を検出したときの第 2 のバックアップモード (S7) と、上記複数のセンサ (変位センサ 7 a, 7 b、マスタ圧センサ 3 a, 3 b) のうち 1 つのセンサの異常を検出したときの第 3 のバックアップモード (S8 の制御モード 1) と、を有し、各バックアップモードに応じてホイール圧 P_{wc} を制御する。

【 0 1 4 4 】

よって、第 1 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8) 内の演算装置 (CPU 8 0) と、モータ (駆動モータ 5 0) の駆動に必要な要素 (三相モータ駆動回路 84a 等) と、複数のセンサ (変位センサ 7 a, 7 b、マスタ圧センサ 3 a, 3 b) と、のいずれかの故障状態に応じたバックアップモードを選択できる。そして、各バックアップモードに応じてブレーキ制御方法を適切に切替えることができる。よって、故障が発生した際にも、できるだけ運転者の要求通りのブレーキ力を発生させることができ、安全性が高く、操作性と快適性に優れる、という効果を有する。

【 0 1 4 5 】

また、上記のように、倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) は電動式のモータ (駆動モータ 5 0) によって作動する電動倍力装置である。具体的には、モータ 5 0 の回転動力を機械的に伝達してマスタシリンダ 2 のピストン (プライマリピストン 2 b) を移動させる。よって、上記 (6) のように、電動倍力装置である倍力機構 (マスタ圧制御機構 5) においてモータ故障が発生した際にも、できるだけ運転者の要求通りのブレーキ力を発生させることができる、という効果を有する。

【 0 1 4 6 】

(1 3) 第 1 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8) は、演算装置 (CPU 8 0) の状態を監視する監視回路 (監視用制御回路 8 3) を備え、監視回路 (監視用制御回路 8 3) によって演算装置 (CPU 8 0) の異常が検出されたときは、第 2 のコントロールユニット (ホイル圧制御装置 9) へ第 1 のバックアップモード要求を送信し、第 2 コントロールユニット (ホイル圧制御装置 9) は第 1 のバックアップモード要求を受信したときは、検出されたブレーキ操作量に基づいて液圧制御部 (ホイル圧制御機構 3) を作動させてホイール圧 P_{wc} を制御する (バックアップモード 1) 。

【 0 1 4 7 】

よって、上記 (2) と同様の効果を有する。

【 0 1 4 8 】

(1 4) 第 1 のコントロールユニット (マスタ圧制御装置 8) は、モータ (駆動モータ 5 0) の駆動に必要な要素 (三相モータ駆動回路 84a 等) の異常を検出するモータ異常検

出装置（相電流モニタ回路84b、相電圧モニタ回路84c等）を備え、モータ異常検出装置（相電流モニタ回路84b、相電圧モニタ回路84c等）によって上記要素の異常が検出されたときは、第2のコントロールユニット（ホイル圧制御装置9）へ第2のバックアップモード要求を送信し、第2のコントロールユニット（ホイル圧制御装置9）は、第2のバックアップモード要求を受信したときには、検出されたブレーキ操作量に基づいて液圧制御部（ホイル圧制御機構3）を作動させてホイル圧Pwcを制御する（バックアップモード2）。

【0149】

よって、上記（5）と同様の効果を有する。

【0150】

（15）第1のコントロールユニット（マスタ圧制御装置8）は、上記センサ（変位センサ7a, 7b、マスタ圧センサ3a, 3b）の異常を検出するセンサ異常検出装置（S81～S83）を備え、センサ異常検出装置（S81～S83）によって複数のセンサのうち1つのセンサの異常が検出されたときは、正常なセンサの出力に基づき倍力機構（マスタ圧制御機構5）を制御しホイル圧Pwcを制御する、第3のバックアップモードを実行する（制御モード11, 12）。

10

【0151】

よって、上記（7）と同様の効果を有する。

【0152】

（17）上記（12）で、第1または第2のコントロールユニット（マスタ圧制御装置8またはホイル圧制御装置9）は、バックアップモードを実行したとき、運転者に対して警告する。

20

【0153】

よって、運転者が速やかに故障状態を認識でき、安全性と信頼性を向上できる。

【0154】

（18）上記（12）で、第1のバックアップモードを判定した後に第2のバックアップモードを判定し、第2のバックアップモードを判定した後に第3のバックアップモードを判定する。

【0155】

すなわち、（CPU80以外で発生した）故障状態の判定が正しく行われるためには、CPU80が正常であることが前提となるため、まず、CPU80それ自体の故障状態を判定する（S2で、バックアップモード1の実行を判定）。一方、CPU80が正常の場合でも、モータ（駆動モータ50）が正常に作動しない状態では、センサ（変位センサ7a, 7b、マスタ圧センサ3a, 3b）の故障判定を行っても、意味がない。よって、センサの故障判定（S4で、制御モード1の実行を判定）の前に、モータ（駆動モータ50）の故障判定（バックアップモード3の判定）を行う。これにより、各バックアップモードの判定が無意味に行われることがなく、故障状態の判定が正確に行われる。したがって、上記（12）の効果を向上できる。

30

【0156】

〔他の実施例〕

以上、本発明を実施するための最良の形態を、実施例1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1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。

40

【0157】

実施例1では、ホイル圧制御機構3として、図1のブレーキ回路構成のものを用いることとしたが、これに限らず他のブレーキ回路構成のものであってもよい。

【0158】

実施例1では、倍力装置として、電動倍力装置を用いたが、真空ポンプによる真空倍力装置を用いることとしてもよい。また、実施例1では、電動倍力装置として、モータ50の回転動力を機械的に伝達してプライマリピストン2bを移動させる方式を用いたが、電動モータを用いた他の方式を採用してもよい。

50

【 0 1 5 9 】

実施例 1 では、駆動モータ 5 0 として、三相DCブラシレスモータを用いたが、その他、DCモータやACモータ等を用いることとしてもよい。なお、DCブラシレスモータを用いた場合、制御性、静粛性、耐久性の点で優れている。

【 0 1 6 0 】

実施例 1 では、減速装置 5 1 の減速方式として、プーリ減速方式を用いたが、歯車減速方式を用いることとしてもよい。

【 0 1 6 1 】

実施例 1 では、回転 - 並進変換装置 5 5 の動力変換機構として、ボールネジ方式を用いたが、ラックピニオン方式等を用いることとしてもよい。

10

【 0 1 6 2 】

実施例 1 では、ホイル圧制御機構 3 のポンプPとして、ギヤ式のポンプを用いたが、プランジャポンプやトロコイドポンプ等を用いることとしてもよい。なお、ギヤポンプを用いた場合、静粛性の点で優れている。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 6 3 】

【図 1】ブレーキ制御装置の全体システム図である。

【図 2】マスタ圧制御装置の電気回路図である。

【図 3】故障判断および対応制御の流れを示すフローチャートである。

【図 4】制御モード 1 のフローチャートである。

20

【図 5】各制御モード時のブレーキ力の時間変化を示すタイムチャートである。

【符号の説明】

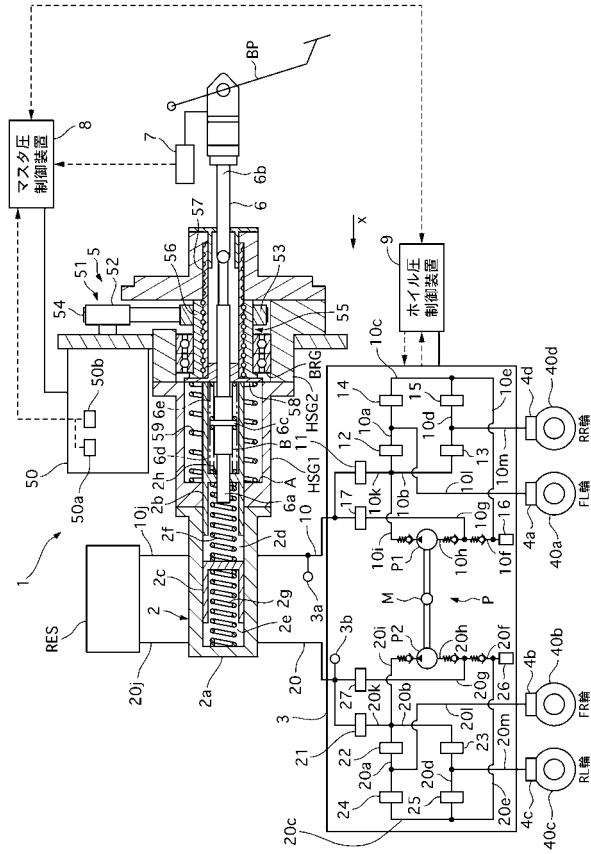
【 0 1 6 4 】

- 1 ブレーキ制御装置
- 2 マスタシリンダ
- 2 b プライマリピストン
- 3 ホイル圧制御機構
- 3 a、3 b マスタ圧センサ
- 4 a ~ 4 d ホイルシリンダ
- 5 マスタ圧制御機構
- 7 a、7 b ブレーキ操作量検出装置（変位センサ）
- 8 マスタ圧制御装置
- 9 ホイル圧制御装置
- 5 0 駆動モータ
- 8 0 C P U
- 8 3 監視用制御回路
- 8 4 a 三相モータ駆動回路
- 8 4 b 相電流モニタ回路
- 8 4 c 相電圧モニタ回路
- B P ブレーキペダル

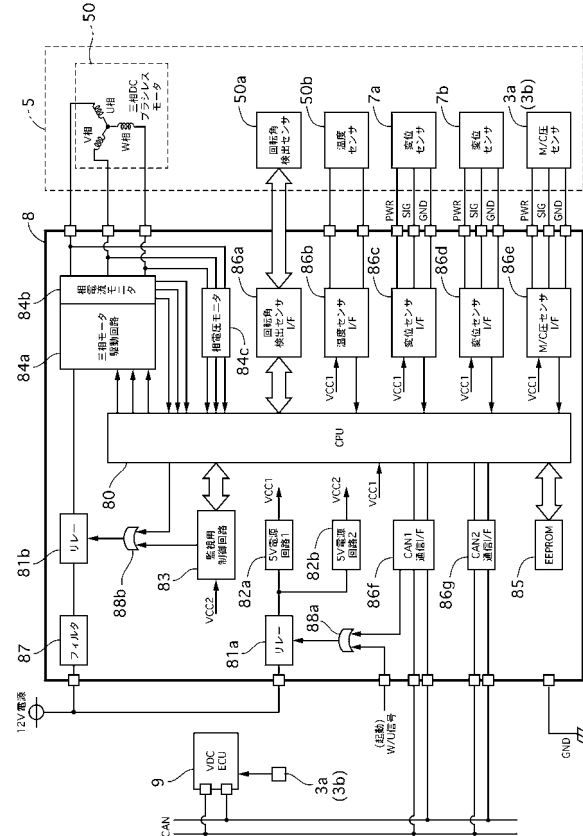
30

40

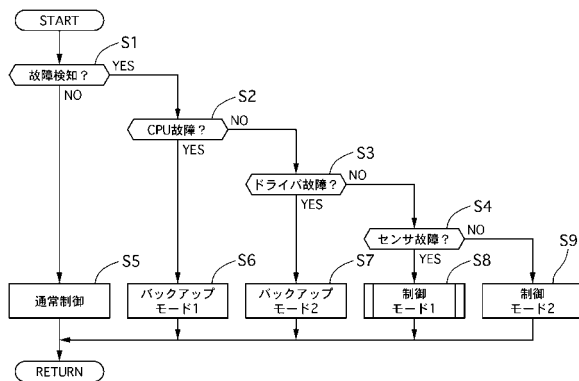
【図 1】



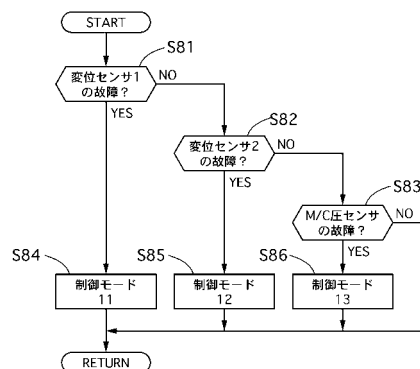
【図 2】



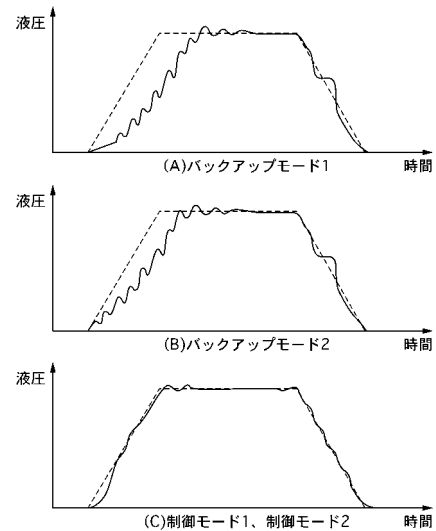
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 松原 謙一郎
茨城県ひたちなか市堀口832番地2
所内 株式会社 日立製作所 機械研究
- (72)発明者 菅原 俊晴
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立研究

審査官 鶴江 陽介

- (56)参考文献 国際公開第2006/046318(WO, A1)
特開2007-112426(JP, A)
特開2000-247219(JP, A)
特開2007-126032(JP, A)
特表2001-513041(JP, A)
特開2002-331925(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60T 17/18 - 17/22
B60T 13/00 - 13/74
B60T 7/12 - 8/1769
B60T 8/32 - 8/96