

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5158253号
(P5158253)

(45) 発行日 平成25年3月6日(2013.3.6)

(24) 登録日 平成24年12月21日(2012.12.21)

(51) Int.Cl. F 1
B 6 0 T 15/36 (2006.01) B 6 0 T 15/36 Z
B 6 0 T 17/22 (2006.01) B 6 0 T 17/22 B

請求項の数 19 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2011-505657 (P2011-505657)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(86) (22) 出願日	平成21年3月25日(2009.3.25)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/001338	(74) 代理人	100105924 弁理士 森下 賢樹
(87) 国際公開番号	W02010/109525	(74) 代理人	100109047 弁理士 村田 雄祐
(87) 国際公開日	平成22年9月30日(2010.9.30)	(74) 代理人	100109081 弁理士 三木 友由
審査請求日	平成23年8月8日(2011.8.8)	(72) 発明者	中田 大輔 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	深澤 司 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

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】

第1の車輪に制動力を付与するための第1のホイールシリンダと、
前記第1の車輪とは異なる第2の車輪に制動力を付与するための第2のホイールシリンダと、

リザーバからのブレーキフルードを前記第1のホイールシリンダに供給する第1液圧回路と、

前記リザーバからのブレーキフルードを前記第2のホイールシリンダに供給する第2液圧回路と、

ブレーキ操作量に応じて液圧を発生するマニュアル液圧源と、

前記第1液圧回路と前記第2液圧回路とを連通する主流路に設けられた分離弁と、

ブレーキフルード圧に関する異常を検出する異常検出手段と、

前記異常検出手段によりブレーキフルード圧に関する異常が検出されて、前記マニュアル液圧源により発生する液圧を少なくとも第1液圧回路に供給する場合に、前記分離弁を閉状態とする制御手段と、

前記制御手段により前記分離弁が閉状態とされた後、前記第1液圧回路におけるブレーキフルードが前記第2液圧回路に流入することを抑制する漏れ抑制処理を実行する漏れ抑制手段と、

を備えることを特徴とするブレーキ制御装置

【請求項2】

前記漏れ抑制手段は、制御弁を閉状態とすることで、漏れ抑制処理を実行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】

前記制御弁は、前記第 1 液圧回路において、前記リザーバと前記分離弁の途中に設けられることを特徴とする請求項 2 に記載のブレーキ制御装置。

【請求項 4】

前記分離弁は、その前後の差圧が所定値 P 1 以上となると開弁する差圧弁であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のブレーキ制御装置。

【請求項 5】

前記第 1 液圧回路のブレーキフルード圧を検出する第 1 フルード圧検出手段と、
前記第 2 液圧回路のブレーキフルード圧を検出する第 2 フルード圧検出手段と、をさらに備え、

前記漏れ抑制手段は、前記第 1 フルード圧検出手段の検出値および前記第 2 フルード圧検出手段の検出値から導出される差圧が、所定値 P 1 よりも小さい所定値 P 2 を超えると、漏れ抑制処理を実行することを特徴とする請求項 4 に記載のブレーキ制御装置。

【請求項 6】

前記リザーバにおけるブレーキフルード量が基準値よりも低下したことを判定する第 1 判定手段と、

前記第 2 液圧回路のブレーキフルード圧を検出する第 2 フルード圧検出手段またはアキュムレータ流路のブレーキフルード圧を検出する第 3 フルード圧検出手段と、

前記第 2 液圧回路のブレーキフルード圧が所定値 P 3 よりも低いこと、またはアキュムレータ流路のブレーキフルード圧が所定値 P 4 よりも低いことから、圧力低下異常を判定する第 2 判定手段と、

外部へのブレーキフルード漏れを検出する漏れ検出手段と、をさらに備え、

前記漏れ検出手段は、前記第 1 判定手段によりブレーキフルード量が基準値よりも低下したことが判定され、また前記第 2 判定手段により圧力低下異常が判定された場合に、前記第 2 液圧回路における外部へのブレーキフルード漏れを検出することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載のブレーキ制御装置。

【請求項 7】

前記第 2 判定手段は、前記第 2 液圧回路のブレーキフルード圧が所定値 P 3 よりも低い状態が時間 T a 継続したこと、またはアキュムレータ流路のブレーキフルード圧が所定値 P 4 よりも低い状態が時間 T b 継続したことから、圧力低下異常を判定することを特徴とする請求項 6 に記載のブレーキ制御装置。

【請求項 8】

前記ブレーキ制御装置は、起動時にシステムチェックを実行するものであり、

前記第 2 判定手段は、システムチェックの終了直後は、前記第 2 液圧回路のブレーキフルード圧が所定値 P 3 よりも低い状態が時間 T a より短い時間継続したこと、またはアキュムレータ流路のブレーキフルード圧が所定値 P 4 よりも低い状態が時間 T b より短い時間継続したことから、圧力低下異常を判定することを特徴とする請求項 7 に記載のブレーキ制御装置。

【請求項 9】

前記漏れ抑制手段は、前記第 1 液圧回路のブレーキフルード圧が所定値 P 5 を超えているときに、漏れ抑制処理を実行することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載のブレーキ制御装置。

【請求項 10】

前記漏れ抑制手段は、漏れ抑制処理の実行中において、前記第 1 液圧回路のブレーキフルード圧が所定値 P 6 よりも低下すると、漏れ抑制処理を一旦停止することを特徴とする請求項 9 に記載のブレーキ制御装置。

【請求項 11】

前記第 1 液圧回路の加圧状況を判定する加圧状況判定手段をさらに備え、

10

20

30

40

50

前記漏れ抑制手段は、前記加圧状況判定手段により前記第1液圧回路が加圧される状況にあることを判定されると、漏れ抑制処理を実行することを特徴とする請求項1から10のいずれかに記載のブレーキ制御装置。

【請求項12】

前記加圧状況判定手段は、ブレーキペダルのストローク検出手段の出力から加圧状況を判定することを特徴とする請求項11に記載のブレーキ制御装置。

【請求項13】

前記加圧状況判定手段によりペダルストローク量が所定量 L_1 を超えていることを判定されると、前記漏れ抑制手段は、漏れ抑制処理を実行することを特徴とする請求項12に記載のブレーキ制御装置。

10

【請求項14】

前記漏れ抑制手段は、前記加圧状況判定手段により前記第1液圧回路が加圧されていない状況にあることを判定されると、実行中の漏れ抑制処理を中止することを特徴とする請求項11または12に記載のブレーキ制御装置。

【請求項15】

前記加圧状況判定手段は、漏れ抑制処理を実行した時点のペダルストローク量 L_2 を記憶しておき、ペダルストローク量が、 $L_2 - L_r$ (L_r は所定量)と、所定量 L_3 ($L_3 < L_1$)のうち小さい方を下回ったときに、前記漏れ抑制手段は、実行中の漏れ抑制処理を中止することを特徴とする請求項13に記載のブレーキ制御装置。

【請求項16】

ブレーキペダルのストローク検出手段、またはブレーキフルード圧の検出手段の出力異常を判定する異常判定手段をさらに備え、

前記異常判定手段により出力異常が判定されると、前記漏れ抑制手段は、実行中の漏れ抑制処理を中止することを特徴とする請求項1から15のいずれかに記載のブレーキ制御装置。

20

【請求項17】

前記第1判定手段によりブレーキフルード量が基準値以上となったことを判定されると、前記漏れ抑制手段は、実行中の漏れ抑制処理を中止することを特徴とする請求項6に記載のブレーキ制御装置。

【請求項18】

アキュムレータ流路のブレーキフルード圧が所定値 P_7 を超えている場合、前記漏れ抑制手段は、実行中の漏れ抑制処理を中止することを特徴とする請求項17に記載のブレーキ制御装置。

30

【請求項19】

車両が検査中または整備中である場合、前記漏れ抑制手段は、漏れ抑制処理の実行を禁止することを特徴とする請求項1から18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、車両に設けられた車輪に付与される制動力を制御するブレーキ制御装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

マニュアル液圧源からホイールシリンダに液圧を供給する液圧回路と、アキュムレータからホイールシリンダに供給する液圧回路とを備えたブレーキ制御装置が知られている(例えば、特許文献1参照)。このブレーキ制御装置は、ブレーキ操作がない状態で圧力制御機構を作動させて、マニュアル液圧源からの液圧回路を2系統に分離する分離弁の両側に差圧を生じさせ、差圧の変化に基づいて分離弁に漏れ異常があるか否かを判定するブレーキECUを備える。

【特許文献1】特開2007-131247号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ハイブリッド車両や電気自動車等のように走行駆動源として電動機を搭載する車両においては、制動時に、回生による制動力と液圧による制動力とを併用して要求制動力を発生させるという、いわゆる回生協調制御が行われる場合がある。回生制動により走行中の運動エネルギーの一部が制動時に電気エネルギーとして回収されるので、回生協調制御は車両の燃費の向上の一因となっている。車両の燃費をより向上させるためには、車両の走行駆動源の始動後にすみやかに回生協調制御を開始することが望ましい。

【0004】

回生協調制御においてブレーキ制御装置により各車輪のホイールシリンダへ伝達される液圧は、ブレーキ操作部材の操作量に応じて加圧された液圧ではなく、回生による制動力を考慮して調整された液圧とされる。液圧を調整する機構に異常が検出された場合には回生協調制御は中止され、マスタシリンダ等のマニュアル液圧源によりブレーキ操作量に応じて加圧された液圧がそのまま各車輪のホイールシリンダに伝達される。マニュアル液圧源から各ホイールシリンダへの液圧伝達回路を分離弁により2系統に分離可能に構成することで、更に他の故障が生じた場合、例えば一方の系統に配管からの液漏れが生じた場合であっても、分離弁により正常な系統を故障の生じた系統から分離して、正常な系統により制動力を発生させることができる。このように仮に二重に故障が生じたとしても制動力を発生させられるようにすることは、フェイルセーフの観点から見て好ましい。

【0005】

しかしながら、このような分離弁として常閉型の電磁制御弁が採用される場合、閉鎖方向に付勢するスプリング力よりも大きな差圧がその前後に生じると、分離弁が開放されることになる。一方の系統に配管失陥による液漏れが生じた場合、その系統の液圧は0に近い値となるが、その状態でブレーキペダルが踏まれると、他方の正常な系統の液圧が高くなる。このとき分離弁の前後に生じる差圧がスプリング力よりも大きくなると、分離弁が開放されて、正常な系統から失陥が生じた系統に作動液（以下、「ブレーキフルード」とも呼ぶ）が流入し、正常な系統におけるブレーキフルードが減少することになる。

【0006】

そのため、分離弁が系統間を正常に分離できることが重要であり、正常な系統から異常が生じた系統への作動液の流入を抑制することが好ましい。系統間を適切に分離することで、好適なブレーキ制御を実現することが可能となる。

【0007】

そこで、本発明は、2つの系統すなわち液圧回路を適切に分離できるブレーキ制御装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明のある態様のブレーキ制御装置は、第1の車輪に制動力を付与するための第1のホイールシリンダと、第1の車輪とは異なる第2の車輪に制動力を付与するための第2のホイールシリンダと、リザーバからのブレーキフルードを第1のホイールシリンダに供給する第1液圧回路と、リザーバからのブレーキフルードを第2のホイールシリンダに供給する第2液圧回路と、第1液圧回路と第2液圧回路とを連通する主流路に設けられた分離弁と、ブレーキフルード圧に関する異常を検出する異常検出手段と、異常検出手段によりブレーキフルード圧に関する異常が検出された場合に、分離弁を閉状態とする制御手段と、制御手段により分離弁が閉状態とされた後、第1液圧回路におけるブレーキフルードが第2液圧回路に流入することを抑制する漏れ抑制処理を実行する漏れ抑制手段とを備える。この態様によると、分離弁が閉状態とされた後に、漏れ抑制処理を実行することで、第1液圧回路におけるブレーキフルード量を維持することが可能となる。

【0009】

漏れ抑制手段は、制御弁を閉状態とすることで、漏れ抑制処理を実行してもよい。漏れ抑制手段は、制御弁を閉状態として、液圧源からの液圧供給を阻止することで、第1液圧回路から第2液圧回路へのブレーキフルードの流入を抑制できる。制御弁は、第1液圧回路において、リザーバと分離弁の途中に設けられてもよい。また分離弁は、その前後の差圧が所定値P1以上となると開弁する差圧弁であってもよい。

【0010】

ブレーキ制御装置は、第1液圧回路のブレーキフルード圧を検出する第1フルード圧検出手段と、第2液圧回路のブレーキフルード圧を検出する第2フルード圧検出手段と、をさらに備えてもよい。漏れ抑制手段は、第1フルード圧検出手段の検出値および第2フルード圧検出手段の検出値から導出される差圧が、所定値P1よりも小さい所定値P2を超え

10

【0011】

ブレーキ制御装置は、リザーバにおけるブレーキフルード量が基準値よりも低下したことを判定する第1判定手段と、第2液圧回路のブレーキフルード圧を検出する第2フルード圧検出手段またはアキュムレータ流路のブレーキフルード圧を検出する第3フルード圧検出手段と、第2液圧回路のブレーキフルード圧が所定値P3よりも低いこと、またはアキュムレータ流路のブレーキフルード圧が所定値P4よりも低いことから、圧力低下異常を判定する第2判定手段と、外部へのブレーキフルード漏れを検出する漏れ検出手段と、をさらに備えてもよい。漏れ検出手段は、第1判定手段によりブレーキフルード量が基準値よりも低下したことが判定され、また第2判定手段により圧力低下異常が判定された場合に、第2液圧回路における外部へのブレーキフルード漏れを検出して

20

【0012】

第2判定手段は、第2液圧回路のブレーキフルード圧が所定値P3よりも低い状態が時間T_a継続したこと、またはアキュムレータ流路のブレーキフルード圧が所定値P4よりも低い状態が時間T_b継続したことから、圧力低下異常を判定してもよい。これにより、圧力低下異常を精度よく判定することが可能となる。

【0013】

ブレーキ制御装置は、起動時にシステムチェックを実行するものであり、第2判定手段は、システムチェックの終了直後は、第2液圧回路のブレーキフルード圧が所定値P3よりも低い状態が時間T_aより短い時間継続したこと、またはアキュムレータ流路のブレーキフルード圧が所定値P4よりも低い状態が時間T_bより短い時間継続したことから、圧力低下異常を判定してもよい。これにより、システムチェック直後においては、圧力低下異常を通常よりも早期に判定することが可能となる。

30

【0014】

漏れ抑制手段は、第1液圧回路のブレーキフルード圧が所定値P5を超えているときに、漏れ抑制処理を実行してもよい。これにより、漏れ抑制処理の実行中において、制動力を確保するために必要なブレーキフルード圧を維持することが可能となる。

【0015】

漏れ抑制手段は、漏れ抑制処理の実行中において、第1液圧回路のブレーキフルード圧が所定値P6よりも低下すると、漏れ抑制処理を一旦停止してもよい。これにより、第1液圧回路のブレーキフルード圧を上昇させることが可能となる。

40

【0016】

ブレーキ制御装置は、第1液圧回路の加圧状況を判定する加圧状況判定手段をさらに備えてもよい。漏れ抑制手段は、加圧状況判定手段により第1液圧回路が加圧される状況にあることを判定されると、漏れ抑制処理を実行してもよい。これにより、ブレーキフルード漏れが発生しうる状況下において、漏れ抑制処理を実行できる。加圧状況判定手段は、ブレーキペダルのストローク検出手段の出力から加圧状況を判定してもよい。加圧状況判定手段によりペダルストローク量が所定量L1を超えていることを判定されると、漏れ抑

50

制手段は、漏れ抑制処理を実行してもよい。これにより、たとえばブレーキペダルが高踏力で踏み込まれたことを推定でき、漏れ抑制処理を実行できる。

【0017】

漏れ抑制手段は、加圧状況判定手段により第1液圧回路が加圧されていない状況にあることを判定されると、実行中の漏れ抑制処理を中止してもよい。これにより、漏れ抑制処理が不要な状況下では、早期に漏れ抑制処理を中止できる。

【0018】

加圧状況判定手段は、漏れ抑制処理を実行した時点のペダルストローク量 L_2 を記憶しておき、ペダルストローク量が、 $L_2 - L_r$ (L_r は所定量)と、所定量 L_3 ($L_3 < L_1$)のうち小さい方を下回ったときに、漏れ抑制手段は、実行中の漏れ抑制処理を中止して

10

【0019】

ブレーキ制御装置は、ブレーキペダルのストローク検出手段、またはブレーキフルード圧の検出手段の出力異常を判定する異常判定手段をさらに備えてもよい。異常判定手段により出力異常が判定されると、漏れ抑制手段は、実行中の漏れ抑制処理を中止してもよい。また第1判定手段によりブレーキフルード量が基準値以上となったことを判定されると、漏れ抑制手段は、実行中の漏れ抑制処理を中止してもよい。またアキュムレータ流路のブレーキフルード圧が所定値 P_7 を超えている場合、漏れ抑制手段は、実行中の漏れ抑制処理を中止してもよい。また車両が検査中または整備中である場合、漏れ抑制手段は、漏れ抑制処理の実行を禁止してもよい。

20

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、2つの液圧回路を適切に分離できるブレーキ制御装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の実施形態に係るブレーキ制御装置を示す図である。

【図2】回生協調制御モードにおける制御処理を説明するためのフローチャートである。

【図3】制動要求後にホイールシリンダに作用する制御液圧を示す図である。

30

【図4】制御液圧応答異常判定処理 S_{22} を説明するためのフローチャートである。

【図5】ブレーキモードを決定するブレーキECUの構成を示す図である。

【図6】リザーバの内部構成および配管との連結構成を示す図である。

【図7】本実施形態の漏れ抑制処理の基本制御を説明するためのフローチャートである。

【図8】漏れ抑制処理を実行するブレーキECUの構成を示す図である。

【図9】本実施形態の漏れ抑制処理の制御の詳細を説明するためのフローチャートである。

。

【図10】配管失陥の判定処理 S_{112} を説明するためのフローチャートを示す図である。

。

【図11】圧力低下異常の判定処理 S_{134} を説明するためのフローチャートを示す図である。

40

【図12】図11に示した圧力低下異常の判定処理 S_{134} に、時間の条件を加えたフローチャートを示す図である。

【図13】ECU起動時に配管失陥が発生しているときの処理や状態値の遷移を示す図である。

【図14】走行モード判定処理 S_{120} を説明するためのフローチャートである。

【図15】図9の S_{116} において、第1液圧回路のブレーキフルード圧 P_{fr} が P_5 を超えた後、他の条件が満たされて、漏れ抑制処理を実行したときの状態値および状態量の遷移を示す図である。

【図16】漏れ抑制処理の一旦停止処理を説明するためのフローチャートである。

50

【図 17】第 1 液圧回路のブレーキフルード圧 P_{fr} を P_6 と P_5 の間に維持したときの状態値および状態量の遷移を示す図である。

【図 18】漏れ抑制処理の中止処理の一例を説明するためのフローチャートである。

【図 19】漏れ抑制処理の中止処理の別の例を説明するためのフローチャートである。

【図 20】漏れ抑制処理の中止処理のさらに別の例を説明するためのフローチャートである。

【図 21】漏れ抑制処理の中止処理のさらに別の例を説明するためのフローチャートである。

【図 22】図 21 に示す漏れ抑制処理の中止処理を改良したフローチャートである。

【符号の説明】

10

【0022】

10・・・マスタシリンダユニット、20・・・ブレーキ制御装置、23・・・ホイールシリンダ、24・・・ブレーキペダル、25・・・ストロークセンサ、30・・・動力液圧源、31・・・液圧ブースタ、32・・・マスタシリンダ、33・・・レギュレータ、34・・・リザーバ、35・・・アキュムレータ、37・・・マスタ配管、38・・・レギュレータ配管、39・・・アキュムレータ配管、40・・・液圧アクチュエータ、45a・・・第 1 流路、45b・・・第 2 流路、55・・・リザーバ流路、56・・・ABS 減圧弁、60・・・分離弁、61・・・マスタ流路、62・・・レギュレータ流路、63・・・アキュムレータ流路、64・・・マスタカット弁、65・・・レギュレータカット弁、66・・・増圧リニア制御弁、67・・・減圧リニア制御弁、68・・・シミュレータカット弁、70・・・ブレーキ ECU、71・・・レギュレータ圧センサ、72・・・アキュムレータ圧センサ、73・・・制御圧センサ、77・・・リザーバ配管、78・・・ポンプ配管、79・・・マスタ室、80・・・レギュレータ室、86・・・低下判定ライン、87・・・貯留量低下検出スイッチ、100・・・異常検出部、102・・・ブレーキモード制御部、108・・・HBモード判定部、110・・・条件判定部、112・・・貯留量判定部、114・・・断線判定部、116・・・圧力低下異常判定部、118・・・配管失陥判定部、120・・・差圧判定部、122・・・液圧判定部、124・・・加圧状況判定部、126・・・走行モード判定部、128・・・異常判定部、150・・・漏れ抑制部。

20

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0023】

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

【0024】

図 1 は、本発明の実施形態に係るブレーキ制御装置 20 を示す。同図に示されるブレーキ制御装置 20 は、車両用の電子制御式ブレーキシステム (ECB) を構成しており、車両に設けられた 4 つの車輪に付与される制動力を制御する。本実施形態に係るブレーキ制御装置 20 は、例えば、走行駆動源として電動モータと内燃機関とを備えるハイブリッド車両に搭載される。このようなハイブリッド車両においては、車両の運動エネルギーを電気エネルギーに回生することによって車両を制動する回生制動と、ブレーキ制御装置 20 による液圧制動とのそれぞれを車両の制動に用いることができる。本実施形態における車両は、これらの回生制動と液圧制動とを併用して所望の制動力を発生させるブレーキ回生協調制御を実行することができる。

40

【0025】

ブレーキ制御装置 20 は、図 1 に示されるように、車輪 (図示せず) ごとに設けられた制動力付与機構としてのディスクブレーキユニット 21FR, 21FL, 21RR および 21RL と、マスタシリンダユニット 10 と、動力液圧源 30 と、液圧アクチュエータ 40 とを含む。

【0026】

ディスクブレーキユニット 21FR, 21FL, 21RR および 21RL は、車両の右

50

前輪、左前輪、右後輪、および左後輪のそれぞれに制動力を付与する。マニュアル液圧源としてのマスタシリンダユニット10は、運転者によるブレーキ操作部材としてのブレーキペダル24の操作量に応じて加圧されたブレーキフルードをディスクブレーキユニット21FR~21RLに対して送出する。動力液圧源30は、動力の供給により加圧された作動流体としてのブレーキフルードを、運転者によるブレーキペダル24の操作から独立してディスクブレーキユニット21FR~21RLに対して送出することが可能である。液圧アクチュエータ40は、動力液圧源30またはマスタシリンダユニット10から供給されたブレーキフルードの液圧を適宜調整してディスクブレーキユニット21FR~21RLに送出する。これにより、液圧制動による各車輪に対する制動力が調整される。本実施形態においては、動力液圧源30および液圧アクチュエータ40を含んで、ホイールシリンダ圧制御系統が構成される。

10

【0027】

ディスクブレーキユニット21FR~21RL、マスタシリンダユニット10、動力液圧源30、および液圧アクチュエータ40のそれぞれについて以下で更に詳しく説明する。各ディスクブレーキユニット21FR~21RLは、それぞれブレーキディスク22とブレーキキャリアに内蔵されたホイールシリンダ23FR~23RLを含む。そして、各ホイールシリンダ23FR~23RLは、それぞれ異なる流体通路を介して液圧アクチュエータ40に接続されている。なお以下では適宜、ホイールシリンダ23FR~23RLを総称して「ホイールシリンダ23」という。このように、液圧アクチュエータ40は、マスタシリンダユニット10および動力液圧源30の少なくともいずれかから供給されるブレーキフルードの流路を切り換え、ホイールシリンダ23に伝達されるブレーキフルードの液圧を制御する圧力制御機構として機能する。詳細は後述するが、液圧アクチュエータ40は、流路を切り換えたり、流路を遮断したりするための複数の制御弁や液圧センサを備えている。

20

【0028】

ディスクブレーキユニット21FR~21RLにおいては、ホイールシリンダ23に液圧アクチュエータ40からブレーキフルードが供給されると、車輪とともに回転するブレーキディスク22に摩擦部材としてのブレーキパッドが押し付けられる。これにより、各車輪に制動力が付与される。なお、本実施形態においてはディスクブレーキユニット21FR~21RLを用いているが、例えばドラムブレーキ等のホイールシリンダを含む他の制動力付与機構を用いてもよい。

30

【0029】

マスタシリンダユニット10は、本実施形態では液圧ブースタ付きマスタシリンダであり、液圧ブースタ31、マスタシリンダ32、レギュレータ33、およびリザーバ34を含む。液圧ブースタ31は、ブレーキペダル24に連結されており、ブレーキペダル24に加えられたペダル踏力を増幅してマスタシリンダ32に伝達しブレーキフルードを加圧する。動力液圧源30からレギュレータ33を介して液圧ブースタ31にブレーキフルードが供給されることにより、ペダル踏力は増幅される。そして、マスタシリンダ32は、ペダル踏力に対して所定の倍力比を有するマスタシリンダ圧を発生する。

40

【0030】

マスタシリンダ32とレギュレータ33との上部には、ブレーキフルードを貯留するリザーバ34が配置されている。マスタシリンダ32は、ブレーキペダル24の踏み込みが解除されているときにリザーバ34と連通する。一方、レギュレータ33は、リザーバ34と動力液圧源30のアクキュムレータ35との双方と連通しており、リザーバ34を低圧源とするとともに、アクキュムレータ35を高圧源とし、マスタシリンダ圧に対して所定の比率の液圧を発生する。レギュレータ33における液圧を以下では適宜、「レギュレータ圧」という。

【0031】

動力液圧源30は、アクキュムレータ35およびポンプ36を含む。アクキュムレータ35は、ポンプ36により昇圧されたブレーキフルードの圧力エネルギーを窒素等の封入ガスの

50

圧力エネルギー、例えば14～22MPa程度に変換して蓄えるものである。ポンプ36は、駆動源としてモータ36aを有し、その吸込口がポンプ配管78を介してリザーバ34に接続される一方、その吐出口がアキュムレータ35に接続される。また、アキュムレータ35は、マスタシリンダユニット10に設けられたリリーフバルブ35aにも接続されている。アキュムレータ35におけるブレーキフルードの圧力が異常に高まって例えば25MPa程度になると、リリーフバルブ35aが開弁し、高圧のブレーキフルードはリザーバ34へと戻される。

【0032】

上述のように、ブレーキ制御装置20は、ホイールシリンダ23に対するブレーキフルードの供給源として、マスタシリンダ32、レギュレータ33およびアキュムレータ35を有している。そして、マスタシリンダ32にはマスタ配管37が、レギュレータ33にはレギュレータ配管38が、アキュムレータ35にはアキュムレータ配管39が接続されている。これらのマスタ配管37、レギュレータ配管38およびアキュムレータ配管39は、それぞれ液圧アクチュエータ40に接続される。

10

【0033】

液圧アクチュエータ40は、液圧回路として複数の流路が形成されるアクチュエータブロックと、複数の電磁制御弁を含む。アクチュエータブロックに形成された流路には、個別流路41、42、43および44と、主流路45とが含まれる。個別流路41～44は、それぞれ主流路45から分岐されて、対応するディスクブレーキユニット21FR、21FL、21RR、21RLのホイールシリンダ23FR、23FL、23RR、23RLに接続されている。これにより、各ホイールシリンダ23は主流路45と連通可能となる。

20

【0034】

また、個別流路41、42、43および44の途中には、ABS保持弁51、52、53および54が設けられている。各ABS保持弁51～54は、ON/OFF制御されるソレノイドおよびスプリングをそれぞれ有しており、いずれもソレノイドが非通電状態にある場合に開とされる常開型電磁制御弁である。開状態とされた各ABS保持弁51～54は、ブレーキフルードを双方向に流通させることができる。つまり、主流路45からホイールシリンダ23へとブレーキフルードを流すことができるとともに、逆にホイールシリンダ23から主流路45へもブレーキフルードを流すことができる。ソレノイドに通電されて各ABS保持弁51～54が閉弁されると、個別流路41～44におけるブレーキフルードの流通は遮断される。

30

【0035】

さらに、ホイールシリンダ23は、個別流路41～44にそれぞれ接続された減圧用流路46、47、48および49を介してリザーバ流路55に接続されている。減圧用流路46、47、48および49の途中には、ABS減圧弁56、57、58および59が設けられている。各ABS減圧弁56～59は、ON/OFF制御されるソレノイドおよびスプリングをそれぞれ有しており、いずれもソレノイドが非通電状態にある場合に閉とされる常閉型電磁制御弁である。各ABS減圧弁56～59が閉状態であるときには、減圧用流路46～49におけるブレーキフルードの流通は遮断される。ソレノイドに通電されて各ABS減圧弁56～59が開弁されると、減圧用流路46～49におけるブレーキフルードの流通が許容され、ブレーキフルードがホイールシリンダ23から減圧用流路46～49およびリザーバ流路55を介してリザーバ34へと還流する。なお、リザーバ流路55は、リザーバ配管77を介してマスタシリンダユニット10のリザーバ34に接続されている。このようにリザーバ流路55およびリザーバ配管77は、ブレーキフルードをホイールシリンダ23からリザーバ34へ環流させるように形成された環流用流路として機能する。環流用流路は、ABS減圧弁56～59とリザーバ34の間のドレイン回路を構成する。ドレイン回路にはリザーバ34が接続されており、このリザーバ34は大気に開放されているため、環流用流路内のブレーキフルード圧は、ABS減圧弁56～59の閉弁中は大気圧と等しくなる。

40

50

【 0 0 3 6 】

主流路 4 5 は、中途に分離弁 6 0 を有する。この分離弁 6 0 により、主流路 4 5 は、個別流路 4 1 および 4 2 と接続される第 1 流路 4 5 a と、個別流路 4 3 および 4 4 と接続される第 2 流路 4 5 b とに区分けされている。第 1 流路 4 5 a は、個別流路 4 1 および 4 2 を介して前輪側のホイールシリンダ 2 3 F R および 2 3 F L に接続され、第 2 流路 4 5 b は、個別流路 4 3 および 4 4 を介して後輪側のホイールシリンダ 2 3 R R および 2 3 R L に接続される。

【 0 0 3 7 】

分離弁 6 0 は、ON/OFF 制御されるソレノイドおよびスプリングを有しており、ソレノイドが非通電状態にある場合に閉とされる常閉型電磁制御弁である。分離弁 6 0 が閉状態であるときには、主流路 4 5 におけるブレーキフルードの流通は遮断される。ソレノイドに通電されて分離弁 6 0 が開弁されると、第 1 流路 4 5 a と第 2 流路 4 5 b との間でブレーキフルードを双方向に流通させることができる。つまり、分離弁 6 0 は、第 1 流路 4 5 a と第 2 流路 4 5 b との間でのブレーキフルードの流れを制御することができる。

10

【 0 0 3 8 】

また、液圧アクチュエータ 4 0 においては、主流路 4 5 に連通するマスタ流路 6 1 およびレギュレータ流路 6 2 が形成されている。より詳細には、マスタ流路 6 1 は、主流路 4 5 の第 1 流路 4 5 a に接続されており、レギュレータ流路 6 2 は、主流路 4 5 の第 2 流路 4 5 b に接続されている。また、マスタ流路 6 1 は、マスタシリンダ 3 2 と連通するマスタ配管 3 7 に接続される。レギュレータ流路 6 2 は、レギュレータ 3 3 と連通するレギュレータ配管 3 8 に接続される。

20

【 0 0 3 9 】

マスタ流路 6 1 は、中途にマスタカット弁 6 4 を有する。マスタカット弁 6 4 は、ON/OFF 制御されるソレノイドおよびスプリングを有しており、ソレノイドが非通電状態にある場合に開とされる常開型電磁制御弁である。開状態とされたマスタカット弁 6 4 は、マスタシリンダ 3 2 と主流路 4 5 の第 1 流路 4 5 a との間でブレーキフルードを双方向に流通させることができる。ソレノイドに通電されてマスタカット弁 6 4 が閉弁されると、マスタ流路 6 1 におけるブレーキフルードの流通は遮断される。

【 0 0 4 0 】

また、マスタ流路 6 1 には、マスタカット弁 6 4 よりも上流側において、シミュレータカット弁 6 8 を介してストロークシミュレータ 6 9 が接続されている。すなわち、シミュレータカット弁 6 8 は、マスタシリンダ 3 2 とストロークシミュレータ 6 9 とを接続する流路に設けられている。シミュレータカット弁 6 8 は、ON/OFF 制御されるソレノイドおよびスプリングを有しており、ソレノイドが非通電状態にある場合に閉とされる常閉型電磁制御弁である。シミュレータカット弁 6 8 が閉状態であるときには、マスタ流路 6 1 とストロークシミュレータ 6 9 との間でのブレーキフルードの流通は遮断される。ソレノイドに通電されてシミュレータカット弁 6 8 が開弁されると、マスタシリンダ 3 2 とストロークシミュレータ 6 9 との間でブレーキフルードを双方向に流通させることができる。

30

【 0 0 4 1 】

ストロークシミュレータ 6 9 は、複数のピストンやスプリングを含むものであり、マスタシリンダユニット 1 0 から送出されたブレーキフルードを用いてシミュレータカット弁 6 8 の開放時に運転者によるブレーキペダル 2 4 の踏力に応じた反力を創出する。ストロークシミュレータ 6 9 としては、運転者によるブレーキ操作のフィーリングを向上させるために、多段のパネ特性を有するものが採用されると好ましく、本実施形態のストロークシミュレータ 6 9 は多段のパネ特性を有する。

40

【 0 0 4 2 】

レギュレータ流路 6 2 は、中途にレギュレータカット弁 6 5 を有する。レギュレータカット弁 6 5 も、ON/OFF 制御されるソレノイドおよびスプリングを有しており、ソレノイドが非通電状態にある場合に開とされる常開型電磁制御弁である。開状態とされたレギュレータカット弁 6 5 は、レギュレータ 3 3 と主流路 4 5 の第 2 流路 4 5 b との間でブ

50

ブレーキフルードを双方向に流通させることができる。ソレノイドに通電されてレギュレータカット弁 6 5 が閉弁されると、レギュレータ流路 6 2 におけるブレーキフルードの流通は遮断される。

【 0 0 4 3 】

本実施形態においては、マスタシリンダユニット 1 0 のマスタシリンダ 3 2 は、次の各要素を含んで構成される第 1 液圧回路により前輪側のホイールシリンダ 2 3 F R および 2 3 F L に連通される。第 1 液圧回路は、マスタシリンダユニット 1 0 におけるブレーキフルードの液圧を前輪側のホイールシリンダ 2 3 F R および 2 3 F L へ伝達できるように、マスタ配管 3 7、マスタ流路 6 1、主流路 4 5 の第 1 流路 4 5 a、個別流路 4 1 および 4 2、等を含んで構成される。マスタ配管 3 7、マスタ流路 6 1、主流路 4 5 の第 1 流路 4 5 a、個別流路 4 1 および 4 2 は、第 1 液圧回路における増圧用流路を形成する。また、マスタシリンダユニット 1 0 の液圧ブースタ 3 1 およびレギュレータ 3 3 は、次の各要素を含んで構成される第 2 液圧回路により後輪側のホイールシリンダ 2 3 R R および 2 3 R L に連通される。第 2 液圧回路は、マスタシリンダユニット 1 0 におけるブレーキフルードの液圧を後輪側のホイールシリンダ 2 3 R R および 2 3 R L へ伝達できるように、レギュレータ配管 3 8、レギュレータ流路 6 2、主流路 4 5 の第 2 流路 4 5 b、個別流路 4 3 および 4 4、等を含んで構成される。レギュレータ配管 3 8、レギュレータ流路 6 2、主流路 4 5 の第 2 流路 4 5 b、個別流路 4 3 および 4 4 は、第 2 液圧回路における増圧用流路を形成する。

10

【 0 0 4 4 】

よって、運転者によるブレーキ操作量に応じて加圧されたマスタシリンダユニット 1 0 における液圧は、第 1 液圧回路を介して前輪側のホイールシリンダ 2 3 F R および 2 3 F L に伝達される。また、後輪側のホイールシリンダ 2 3 R R および 2 3 R L へは、第 2 液圧回路を介してマスタシリンダユニット 1 0 における液圧が伝達される。これにより、運転者のブレーキ操作量に応じた制動力を各ホイールシリンダ 2 3 に発生させることができる。つまり、各ホイールシリンダ 2 3 は、ブレーキフルードの供給を受けて車輪に制動力を付与することができる。

20

【 0 0 4 5 】

液圧アクチュエータには、マスタ流路 6 1 およびレギュレータ流路 6 2 に加えて、アキュムレータ流路 6 3 も形成されている。アキュムレータ流路 6 3 の一端は、主流路 4 5 の第 2 流路 4 5 b に接続され、他端は、アキュムレータ 3 5 と連通するアキュムレータ配管 3 9 に接続される。

30

【 0 0 4 6 】

アキュムレータ流路 6 3 は、中途に増圧リニア制御弁 6 6 を有する。また、アキュムレータ流路 6 3 および主流路 4 5 の第 2 流路 4 5 b は、減圧リニア制御弁 6 7 を介してリザーバ流路 5 5 に接続されている。増圧リニア制御弁 6 6 と減圧リニア制御弁 6 7 とは、それぞれリニアソレノイドおよびスプリングを有しており、いずれもソレノイドが非通電状態にある場合に閉とされる常閉型電磁制御弁である。そのため、オン/オフ動作を行うマスタカット弁 6 4 やレギュレータカット弁 6 5 などのオンオフ制御弁と異なり、増圧リニア制御弁 6 6 および減圧リニア制御弁 6 7 は、それぞれの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。

40

【 0 0 4 7 】

増圧リニア制御弁 6 6 は、各車輪に対応して複数設けられた各ホイールシリンダ 2 3 に対して共通の増圧用制御弁として設けられている。また、減圧リニア制御弁 6 7 も同様に、各ホイールシリンダ 2 3 に対して共通の減圧用制御弁として設けられている。つまり、本実施形態においては、増圧リニア制御弁 6 6 および減圧リニア制御弁 6 7 は、動力液圧源 3 0 から送出されるブレーキフルードを各ホイールシリンダ 2 3 へ給排制御する 1 対の共通の制御弁として設けられている。

【 0 0 4 8 】

なお、ここで、増圧リニア制御弁 6 6 の出入口間の差圧は、アキュムレータ 3 5 におけ

50

るブレーキフルードの圧力と主流路 4 5 におけるブレーキフルードの圧力との差圧に対応し、減圧リニア制御弁 6 7 の出入口間の差圧は、主流路 4 5 におけるブレーキフルードの圧力とリザーバ 3 4 におけるブレーキフルードの圧力との差圧に対応する。また、増圧リニア制御弁 6 6 および減圧リニア制御弁 6 7 のリニアソレノイドへの供給電力に応じた電磁駆動力を F_1 とし、スプリングの付勢力を F_2 とし、増圧リニア制御弁 6 6 および減圧リニア制御弁 6 7 の出入口間の差圧に応じた差圧作用力を F_3 とすると、 $F_1 + F_3 = F_2$ という関係が成立する。したがって、増圧リニア制御弁 6 6 および減圧リニア制御弁 6 7 のリニアソレノイドへの供給電力を連続的に制御することにより、増圧リニア制御弁 6 6 および減圧リニア制御弁 6 7 の出入口間の差圧を制御することができる。

【 0 0 4 9 】

10

動力液圧源 3 0 は、動力の供給により加圧されたブレーキフルードをブレーキペダル 2 4 の操作から独立して送出し得るものであり、次の各要素を含んで構成される第 3 液圧回路により前輪および後輪の各ホイールシリンダ 2 3 に連通される。第 3 液圧回路は、動力液圧源 3 0 におけるブレーキフルードの液圧を各ホイールシリンダ 2 3 へ伝達できるようにアキュムレータ配管 3 9、アキュムレータ流路 6 3、主流路 4 5、個別流路 4 1 ~ 4 4、等を含んで構成されている。アキュムレータ配管 3 9、アキュムレータ流路 6 3、主流路 4 5、個別流路 4 1 ~ 4 4 は、第 3 液圧回路における増圧用流路を形成する。

【 0 0 5 0 】

また、液圧アクチュエータ 4 0 は、前述の各流路が形成されているとともに、ABS 保持弁 5 1 ~ 5 4、ABS 減圧弁 5 6 ~ 5 9、分離弁 6 0、マスタカット弁 6 4、レギュレータカット弁 6 5、増圧リニア制御弁 6 6、減圧リニア制御弁 6 7、シミュレータカット弁 6 8、レギュレータ圧センサ 7 1、アキュムレータ圧センサ 7 2、制御圧センサ 7 3 等の各要素を含んで構成されている。そして、液圧アクチュエータ 4 0 は、ブレーキ ECU 7 0 からの制御信号に基づいて、マスタシリンダユニット 1 0 および動力液圧源 3 0 の少なくともいずれかから供給されるブレーキフルードの流路を切り換え、各ホイールシリンダ 2 3 に伝達されるブレーキフルードの液圧を制御する。

20

【 0 0 5 1 】

また、液圧アクチュエータ 4 0 は、増圧リニア制御弁 6 6 と減圧リニア制御弁 6 7 との間に主流路 4 5 の第 2 流路 4 5 b が連通されているので、分離弁 6 0 の開閉にかかわらず後輪側のホイールシリンダ 2 3 R R および 2 3 R L の液圧を制御することができる。分離弁 6 0 が開状態であれば、動力液圧源 3 0 におけるブレーキフルードの液圧を用いて、液圧アクチュエータ 4 0 によりすべてのホイールシリンダ 2 3 の液圧を制御することができる。

30

【 0 0 5 2 】

ブレーキ制御装置 2 0 において、動力液圧源 3 0 および液圧アクチュエータ 4 0 は、ブレーキ ECU 7 0 により制御される。ブレーキ ECU 7 0 は、CPU を含むマイクロプロセッサとして構成されており、CPU の他に各種プログラムを記憶する ROM、データを一時的に記憶する RAM、入出力ポートおよび通信ポート等を備える。そして、ブレーキ ECU 7 0 は、上位のハイブリッド ECU (図示せず) などと通信可能であり、ハイブリッド ECU からの制御信号や、各種センサからの信号に基づいて動力液圧源 3 0 のポンプ 3 6 や、液圧アクチュエータ 4 0 を構成する電磁制御弁 5 1 ~ 5 4、5 6 ~ 5 9、6 0、6 4 ~ 6 8 を制御して、ブレーキ回生協調制御を実行可能である。

40

【 0 0 5 3 】

また、ブレーキ ECU 7 0 には、レギュレータ圧センサ 7 1、アキュムレータ圧センサ 7 2、および制御圧センサ 7 3 が接続される。レギュレータ圧センサ 7 1 は、レギュレータカット弁 6 5 の上流側でレギュレータ流路 6 2 内のブレーキフルードの圧力、すなわちレギュレータ圧を検知し、検知した値を示す信号をブレーキ ECU 7 0 に与える。アキュムレータ圧センサ 7 2 は、増圧リニア制御弁 6 6 の上流側でアキュムレータ流路 6 3 内のブレーキフルードの圧力、すなわちアキュムレータ圧を検知し、検知した値を示す信号をブレーキ ECU 7 0 に与える。制御圧センサ 7 3 は、主流路 4 5 のうち分離弁 6 0 の一方

50

の側の第1流路45a内のブレーキフルードの圧力を検知し、検知した値を示す信号をブレーキECU70に与える。レギュレータ圧センサ71、アキュムレータ圧センサ72、および制御圧センサ73の検出値は、所定時間おきにブレーキECU70に順次与えられ、ブレーキECU70の所定の記憶領域に所定量ずつ格納保持される。なお、本実施形態においては、レギュレータ圧センサ71、アキュムレータ圧センサ72、および制御圧センサ73はそれぞれ自己診断機能を有しており、センサ内部での異常の有無をセンサごとに検出し、ブレーキECU70に異常の有無を示す信号を送信することができる。

【0054】

分離弁60が開状態とされて主流路45の第1流路45aと第2流路45bとが互いに連通している場合、制御圧センサ73の出力値は、増圧リニア制御弁66の低圧側の液圧を示すとともに減圧リニア制御弁67の高圧側の液圧を示すので、この出力値を増圧リニア制御弁66および減圧リニア制御弁67の制御に利用することができる。また、増圧リニア制御弁66および減圧リニア制御弁67が閉鎖されているとともに、マスタカット弁64が開状態とされている場合、制御圧センサ73の出力値は、マスタシリンダ圧を示す。さらに、分離弁60が開放されて主流路45の第1流路45aと第2流路45bとが互いに連通しており、各ABS保持弁51～54が開放される一方、各ABS減圧弁56～59が閉鎖されている場合、制御圧センサ73の出力値は、各ホイールシリンダ23に作用するブレーキフルード圧、すなわちホイールシリンダ圧を示す。

【0055】

さらに、ブレーキECU70に接続されるセンサには、ブレーキペダル24に設けられたストロークセンサ25も含まれる。ストロークセンサ25は、ブレーキペダル24の操作量としてのペダルストロークを検知し、検知した値を示す信号をブレーキECU70に与える。ストロークセンサ25の出力値も、所定時間おきにブレーキECU70に順次与えられ、ブレーキECU70の所定の記憶領域に所定量ずつ格納保持される。なお、ストロークセンサ25以外のブレーキ操作状態検出手段をストロークセンサ25に加えて、あるいは、ストロークセンサ25に代えて設け、ブレーキECU70に接続してもよい。ブレーキ操作状態検出手段としては、例えば、ブレーキペダル24の操作力を検出するペダル踏力センサや、ブレーキペダル24が踏み込まれたことを検出するブレーキスイッチなどがある。

【0056】

上述のように構成されたブレーキ制御装置20は、回生協調制御モード、およびバックアップ用のハイドロブースタモード（以下、「HBモード」とよぶこともある）の少なくとも2つのブレーキ制御モードをとることができる。通常の走行時には回生協調制御モードによりブレーキ制御装置20は制動力を制御する。ブレーキ制御装置20に何らかの異常、これはたとえばブレーキフルード圧（以下、「液圧」ともよぶ）に関する異常であって、具体的にはブレーキフルード圧を制御できない異常が検出された場合には、ハイドロブースタモードによりブレーキ制御装置20は制動力を制御する。

【0057】

ハイドロブースタモードは、ブレーキ操作部材への操作入力に応じて機械的に制動力が生じるようにマスタシリンダ32からホイールシリンダ23へのブレーキフルード流通経路が確保される制御モードである。原則としてハイドロブースタモードにおいては、ブレーキECU70は、すべての電磁制御弁への制御電流の供給を停止する。よって、常開型のマスタカット弁64及びレギュレータカット弁65は開弁され、常閉型の分離弁60及びシミュレータカット弁68は閉弁される。増圧リニア制御弁66及び減圧リニア制御弁67は、制御が停止され閉弁される。

【0058】

その結果、ブレーキフルードの供給経路は第1液圧回路と第2液圧回路の2系統に分離される。マスタシリンダ圧が前輪用のホイールシリンダ23FR及び23FLへと伝達され、レギュレータ圧が後輪用のホイールシリンダ23RR及び23RLへと伝達される。マスタシリンダ32からのブレーキフルードの送出先は、ストロークシミュレータ69か

10

20

30

40

50

ら前輪用のホイールシリンダ 23FR 及び 23FL に切り替えられる。また、液圧ブースタ 31 は機械的にペダル踏力を増幅する機構であるため、ハイドロブースタモードに移行して各電磁制御弁への制御電流が停止されても継続して機能する。ハイドロブースタモードによれば、液圧ブースタを利用して制動力を発生させることができる点でフェイルセーフ性に優れている。

【 0059 】

いずれの場合にも、ブレーキ制御装置 20 は制動要求を受けて制動を開始する。制動要求は、車両に制動力を付与すべきときに生起される。制動要求は例えば、運転者がブレーキペダル 24 を操作した場合や、走行中に他の車両との距離を自動制御している際に当該他の車両との距離が所定の距離よりも狭まった場合などに生起される。

10

【 0060 】

図 2 は、回生協調制御モードにおける制御処理を説明するためのフローチャートである。回生協調制御モードにおいては、ブレーキ回生協調制御が実行される。図 2 に示される処理は、ブレーキペダル 24 が操作されて制動要求が発生してから所定の周期、例えば数 msec 程度ごとに繰り返し実行される。

【 0061 】

回生協調制御モードによる制御処理が開始されると、まずブレーキ ECU 70 は、随時監視項目に異常があるか否かを判定する (S12)。随時監視項目としては、例えばブレーキ制御装置 20 の内部の配線の断線やショートの有無、アキュムレータ圧センサ 72 の測定値に基づく動力液圧源 30 における異常の有無などが含まれる。随時監視項目は、回生協調制御モードの実行または継続の可否を判定するべく、ブレーキフルード圧を制御できない異常を検出するために設定される。

20

【 0062 】

随時監視項目に異常があると判定された場合には (S12 の Y)、ブレーキ ECU 70 は、回生協調制御モードからハイドロブースタ (HB) モードへと制御モードを移行させて、ブレーキ回生協調制御を中止する (S24)。一方、随時監視項目に異常がないと判定された場合には (S12 の N)、ブレーキ ECU 70 は、ストロークセンサ 25 及びレギュレータ圧センサ 71 による測定値を取得する (S14)。ブレーキペダル 24 の操作量がストロークセンサ 25 により検出され、ブレーキペダル 24 の踏み込みに伴って加圧されたマスタシリンダユニット 10 内の液圧がレギュレータ圧センサ 71 により測定される。

30

【 0063 】

次いで、ブレーキ ECU 70 は、ストロークセンサ 25 及びレギュレータ圧センサ 71 の測定値に基づいて、ストロークセンサ 25 及びレギュレータ圧センサ 71 に異常があるか否かを判定する (S16)。ストロークセンサ 25 及び / またはレギュレータ圧センサ 71 の異常は、目標液圧の演算に支障をきたす。そこで、S16 では、ブレーキフルード圧の演算に参与するセンサ異常を判定している。本実施形態においては、ストロークセンサ 25 は並列に 2 系統設けられており、ブレーキ ECU 70 は、この 2 つのストロークセンサ 25 の測定値とレギュレータ圧センサ 71 による測定値とを比較して、異常な測定値を示しているセンサがあるか否かを判定する。他の 2 つのセンサとは異なる異常な測定値を示しているセンサがある場合には、ブレーキ ECU 70 は、その異常な測定値を示すセンサに異常が生じていると判定する。いずれかのセンサに異常があると判定された場合には (S16 の Y)、ブレーキ ECU 70 は、回生協調制御モードから HB モードへと制御モードを移行させて、ブレーキ回生協調制御を中止する (S24)。

40

【 0064 】

ストロークセンサ 25 及びレギュレータ圧センサ 71 に異常がないと判定された場合には (S16 の N)、ブレーキ ECU 70 は、ホイールシリンダ 23 の目標液圧を演算する (S18)。このときまず、ブレーキ ECU 70 は、要求総制動力から回生による制動力を減じることにより、ブレーキ制御装置 20 により発生させるべき制動力である要求液圧制動力を算出する。ここで、回生による制動力は、ハイブリッド ECU からブレーキ制御

50

装置 20 に供給される。そして、ブレーキ ECU 70 は、算出した要求液圧制動力に基づいてホイールシリンダ 23 の目標液圧を算出する。

【 0 0 6 5 】

車両走行中、ブレーキ ECU 70 は、マスタカット弁 64 およびレギュレータカット弁 65 を閉状態とするとともに、分離弁 60 およびシミュレータカット弁 68 を開状態とし、増圧リニア制御弁 66 および減圧リニア制御弁 67 を目標液圧に応じて制御する (S20)。これにより、ホイールシリンダ 23 は、マスタシリンダユニット 10 から遮断されるとともに、動力液圧源 30 からのブレーキフルードの供給を受けることが可能となる。また、運転者のブレーキ操作によりマスタシリンダ 32 から送出されるブレーキフルードはストロークシミュレータ 69 へと供給され、運転者によるブレーキペダル 24 の踏力に応じた反力が創出され、運転者のブレーキ操作のフィーリングは良好に維持される。増圧リニア制御弁 66 および減圧リニア制御弁 67 の制御は、具体的には両制御弁への供給電流を制御して両制御弁の開度を調整することで行われる。

10

【 0 0 6 6 】

その後、ブレーキ ECU 70 は、ホイールシリンダ 23 の液圧が正常に制御されているか否かを判定する制御液圧応答異常判定処理を行う (S22)。制御液圧応答異常判定処理 S22 では要するに、ホイールシリンダ圧が正常に制御されているか否かが、制御圧センサ 73 による測定値に基づいて判定される。制御液圧応答異常判定処理 S22 が終了すると図 2 に示される処理は終了し、次の実行タイミングが到来した段階で再び同様に実行される。

20

【 0 0 6 7 】

制御液圧応答異常判定処理 S22 においては、ブレーキフルード圧を制御できない異常が判定され、具体的には応答進み異常、応答遅れ異常、および制御不良の 3 つの異常の有無が判定される。ここで、応答進み異常とは、増圧リニア制御弁 66 の開故障や漏れ異常、あるいは制御弁の開度をリニアに制御できなくなるといったことを原因として、制御液圧が目標液圧を超えて急激に増大してしまうことをいう。応答遅れ異常とは、増圧リニア制御弁 66 の開故障や流量不足などを原因として、制御液圧の立ち上がりが過度に遅れることをいう。制御不良とは、制御液圧が目標液圧に追従していない状態をいい、例えば目標液圧と制御液圧との偏差が基準偏差を超える状態が所定の判定基準時間を超えて継続することをいう。なお、ここで、開故障とは、弁が閉じられるべきときに閉じることができず、閉状態となってしまう異常状態をいい、閉故障とは、弁が開かれるべきときに開くことができず、閉状態となってしまう異常状態をいう。

30

【 0 0 6 8 】

本実施形態では、第 2 液圧回路を構成する配管、たとえば個別流路 43 ないしは 44 に失陥が生じたときのフェールセーフを構築する。個別流路 43 ないしは 44 に破断や亀裂が生じると、ブレーキフルードの漏れが発生し、後輪側のホイールシリンダ 23 RR および 23 RL に十分な液圧を供給できない状況が生じる。したがって、この場合は応答遅れ異常の発生が判定される。

【 0 0 6 9 】

図 3 は、制動要求後にホイールシリンダに作用する制御液圧を示す図である。縦軸は大気圧との差圧を示し、横軸は制動要求の発生からの時間を示す。図 3 には、制動要求直後の初期の制御液圧応答が示され、正常な場合の初期応答 A_1 、応答遅れ異常の場合の初期応答 A_2 、および応答進み異常の場合の初期応答 A_3 のそれぞれの一例が示されている。目標液圧は、図 3 において一点鎖線により示されており、制動要求の発生後に時間とともに増大している。なお、図 3 において目標液圧は直線状に増大しているが、これは一例に過ぎない。また、応答遅れ判定基準圧力 および応答進み判定基準圧力が点線により示され、応答進み判定基準時間 T_0 、応答遅れ判定基準時間 T_1 および制御不良判定時間 T_2 が、それぞれ 2 点鎖線により示されている。

40

【 0 0 7 0 】

正常な初期応答 A_1 は、応答遅れ判定基準時間 T_1 が経過する前に、具体的には制動要

50

求から時間 t_1 が経過したときに応答遅れ判定基準圧力 に達している。そして、正常な初期応答 A_1 は、時間 t_1 以降も引き続き増加して、応答遅れ判定基準時間 T_1 には応答遅れ判定基準圧力 を上回っている。このように、応答遅れ判定基準時間 T_1 が経過する前に制御液圧が応答遅れ判定基準圧力 に達した場合には、応答遅れ異常があるとは判定されない。

【 0 0 7 1 】

ここで、制御液圧は制御圧センサ 7 3 により測定される。応答遅れ判定基準圧力 は、制御液圧の立ち上がりを判定するための閾値として予め設定されてブレーキ E C U 7 0 に記憶されている。応答遅れ判定基準圧力 は、本実施形態では例えば 0 . 5 ~ 1 . 0 M P a 程度に設定される。また、応答遅れ判定基準時間 T_1 は、制御液圧の応答遅れ異常を判定するための閾値として予め設定され、ブレーキ E C U 7 0 に記憶されている。応答遅れ判定基準時間 T_1 は、制動要求の発生の時点を基準として起算され、後述の制御不良判定時間 T_2 の満了前に満了するように設定される。応答遅れ判定基準時間 T_1 および応答遅れ判定基準圧力 は、実験等により適宜定められることが望ましい。

10

【 0 0 7 2 】

更に、正常な初期応答 A_1 は、時間 t_3 が経過したときに目標液圧との偏差が基準偏差を下回り、その後は目標液圧に追従していく。すなわち、制御不良判定時間 T_2 が経過したときの正常な初期応答 A_1 の目標値からの偏差は、基準偏差よりも小さい。このように、制御不良判定時間 T_2 が経過する前に目標液圧との偏差が基準偏差を下回った場合には、制御不良が生じているとは判定されない。

20

【 0 0 7 3 】

ここで、基準偏差は、一定値に設定してもよいし、目標液圧の所定の割合に設定してもよい。本実施形態においては、基準偏差は例えば 1 M P a と一定値に設定される。制御不良判定時間 T_2 は、制御液圧の制御不良を判定するための閾値として予め設定されてブレーキ E C U 7 0 に記憶されている。

【 0 0 7 4 】

一方、応答遅れ異常の場合の初期応答 A_2 は、制動要求から時間 t_2 が経過したときに応答遅れ判定基準圧力 に達している。時間 t_2 は応答遅れ判定基準時間 T_1 が経過した後であり、初期応答 A_2 は、応答遅れ判定基準時間 T_1 には応答遅れ判定基準圧力 に達していない。このような場合には、応答遅れ異常が発生していると判定される。

30

【 0 0 7 5 】

また、応答進み異常の場合の初期応答 A_3 は、制動要求から時間 t_0 が経過したときに既に目標液圧を超えて応答進み判定基準圧力 に達し、そのまま制御液圧は増加し続け、応答進み判定基準時間 T_0 においても応答進み判定基準圧力 を上回っている。このように突発的に制御液圧が増加して、応答進み判定基準時間 T_0 に制御液圧が応答進み判定基準圧力 を超えている場合には、応答進み異常が発生していると判定される。

【 0 0 7 6 】

ここで、応答進み判定基準圧力 は、応答進み判定基準時間 T_0 における目標液圧よりも大きな値に設定されることが好ましく、例えば 3 ~ 4 M P a 程度に設定される。制御要求直後においては制御液圧が目標液圧を超えることは希であるため、制御要求直後応答進み判定基準時間 T_0 に制御液圧が目標液圧を超えていれば応答進み異常であると判定してもよいと考えられるからである。応答進み判定基準時間 T_0 は、応答遅れ判定基準時間 T_1 よりも前に設定される。そうすると、制御液圧の応答進み異常のほうが応答遅れ異常よりも先に検出されるので、要求制動力を超えた過度の制動力が生じるのをより迅速に抑制することができる。

40

【 0 0 7 7 】

図 4 は、制御液圧応答異常判定処理 S 2 2 を説明するためのフローチャートである。制御液圧応答異常判定処理 S 2 2 が開始されると、ブレーキ E C U 7 0 は、まず応答進み異常が生じているか否かを判定する (S 4 0)。すなわち、ブレーキ E C U 7 0 は、制動要求の発生から応答進み判定基準時間 T_0 が経過するまでに制御液圧が応答進み判定基準圧

50

力 を超えているか否かを判定する。制御液圧が応答進み判定基準圧力 に達していないと判定された場合には、ブレーキ ECU 70 は、応答進み異常は生じていないと判定し (S 40 の N)、応答遅れ異常の判定に移る (S 42)。制御液圧が応答進み判定基準圧力 を超えていると判定された場合には、ブレーキ ECU 70 は、応答進み異常が発生していると判定する (S 40 の Y)。応答進み異常が発生している場合には、ブレーキ ECU 70 は、ブレーキ回生協調制御を中止してハイドロブースタモードに移行し (S 46)、制御液圧応答異常判定処理 S 22 を終了する。

【 0078】

次にブレーキ ECU 70 は、応答遅れ異常が生じているか否かを判定する (S 42)。すなわち、ブレーキ ECU 70 は、制動要求の発生から応答遅れ判定基準時間 T_1 が経過するまでに制御液圧が応答遅れ判定基準圧力 に達するか否かを判定する。応答遅れ判定基準時間 T_1 が経過するまでに制御液圧が応答遅れ判定基準圧力 に達したと判定された場合には、ブレーキ ECU 70 は、応答遅れ異常は生じていないと判定し (S 42 の N)、制御不良の判定に移る (S 44)。応答遅れ判定基準時間 T_1 が経過しても制御液圧が応答遅れ判定基準圧力 に達していないと判定された場合には、ブレーキ ECU 70 は、応答遅れ異常が発生していると判定する (S 42 の Y)。応答遅れ異常が発生している場合には、ブレーキ ECU 70 は、ブレーキ回生協調制御を中止してハイドロブースタモードに移行し (S 46)、制御液圧応答異常判定処理 S 22 を終了する。

【 0079】

さらにブレーキ ECU 70 は、制御不良が生じているか否かを判定する (S 44)。すなわち、ブレーキ ECU 70 は、制御不良判定時間 T_2 が経過するまでに、目標液圧と制御液圧とから算出された偏差が基準偏差を下回るか否かを判定する。制御不良判定時間 T_2 が経過するまでに基準偏差を下回ったと判定された場合には、ブレーキ ECU 70 は、制御不良は生じていないと判定し (S 44 の N)、図 2 に示される処理に戻る。制御不良判定時間 T_2 が経過しても制御液圧の偏差が基準偏差を超えていると判定された場合には、ブレーキ ECU 70 は、制御不良が発生していると判定する (S 44 の Y)。制御不良が発生している場合には、ブレーキ ECU 70 は、ブレーキ回生協調制御を中止してハイドロブースタモードに移行し (S 46)、制御液圧応答異常判定処理 S 22 を終了する。

【 0080】

図 5 は、ブレーキ制御モードを決定するブレーキ ECU 70 の構成を示す。ブレーキ ECU 70 は、ブレーキ制御モードを決定するために、異常検出部 100 およびブレーキモード制御部 102 を備える。異常検出部 100 は、ブレーキフルード圧に関する異常を検出する。ここでブレーキフルード圧に関する異常とは、図 2 に関して説明したように、ブレーキ回生協調制御を実施するために必要なセンサや、配線に不具合が生じることであったり、また図 4 に関して説明したように、液圧の応答異常が生じていることで、ブレーキフルード圧を制御できない異常を示す。つまり、本実施形態では、異常検出部 100 が、図 2 における S 12, S 16 の判定処理を行い、また図 4 における S 40, S 42, S 44 の判定処理を行うことで、ブレーキフルード圧に関する異常を検出する。

【 0081】

ブレーキモード制御部 102 は、異常検出部 100 によりブレーキフルード圧に関する異常が検出された場合に、ブレーキ回生協調制御を中止して、ブレーキ制御モードを、ハイドロブースタモードに移行させる。ブレーキモード制御部 102 は、すべての電磁制御弁への制御電流の供給を停止して、ハイドロブースタモードによるブレーキ制御を実行する。よって、常開型のマスタカット弁 64 及びレギュレータカット弁 65 は開弁され、常閉型の分離弁 60 及びシミュレータカット弁 68 は閉弁される。増圧リニア制御弁 66 及び減圧リニア制御弁 67 は、制御が停止され閉弁される。

【 0082】

本実施形態のブレーキ回生協調制御モードにおいては、1 対の増圧リニア制御弁 66 および減圧リニア制御弁 67 により各車輪のホイールシリンダ 23 へのブレーキフルードの給排を制御するというように、各ホイールシリンダ 23 に対して増圧リニア制御弁 66 お

10

20

30

40

50

よび減圧リニア制御弁 67 が共通化されている。このため、ホイールシリンダ 23 ごとに制御弁を設けるのと比べて、コスト低減という観点からは好ましい。しかし、増圧リニア制御弁 66 等を共通化すれば供給流量に対して供給対象となる容積が増加するので、制御液圧の立ち上がりの遅れ時間が長くなってしまふ。そこで、本実施形態では、上述のような応答遅れ異常および制御不良の判定というように 2 段階に応答の遅れを判定することとしている。そうすることで、ブレーキフルード圧を制御できない異常、たとえば配管失陥による漏れ異常や、増圧リニア制御弁 66 の閉故障等の異常に起因する過度の応答の遅れなどを迅速に検出することができる。よって、異常時に速やかにハイドロブースタモードに移行し、制動力が不足する状態を迅速に解消することが可能となる。

【 0083 】

10

以上のように、回生協調制御モードにおいては、動力液圧源 30 から送出されたブレーキフルードが増圧リニア制御弁 66 を介してホイールシリンダ 23 に供給されて車輪に制動力が付与される。また、減圧リニア制御弁 67 を介してブレーキフルードがホイールシリンダ 23 から必要に応じて排出され、車輪に付与される制動力が制御される。

【 0084 】

これに対して、ハイドロブースタモードにおいては、運転者のブレーキ操作量に応じて加圧されたマスタシリンダユニット 10 における液圧が、ホイールシリンダ 23 へと伝達される。ハイドロブースタモードでは、ブレーキ ECU 70 は、マスタカット弁 64 およびレギュレータカット弁 65 を開状態とするとともに、分離弁 60 およびシミュレータカット弁 68 を閉状態とする。その結果、マスタシリンダ圧が第 1 液圧回路を介して前輪側のホイールシリンダ 23 FR 及び 23 FL へと伝達され、レギュレータ圧が第 2 液圧回路を介して後輪側のホイールシリンダ 23 RR 及び 23 RL へと伝達されて各車輪に制動力が付与される。

20

【 0085 】

本実施形態においては上述のように、異常の発生等の理由によりブレーキ回生協調制御を行わない場合の予備的な制御モードとして、ハイドロブースタモードが用いられている。ハイドロブースタモードでは、分離弁 60 を閉状態とすることにより第 1 液圧回路と第 2 液圧回路とが分離される。これは、配管からの液漏れ等の更なる異常がいずれかの液圧回路に仮に生じたとしても、正常な液圧回路により制動力を付与することを可能とするためである。このように分離弁 60 を設けることにより、ブレーキ制御装置 20 の安全性をより高めることができる。

30

【 0086 】

このように分離弁 60 は、ハイドロブースタモードにおいて、前輪用の第 1 液圧回路と後輪用の第 2 液圧回路とを分離する役割を果たし、そのため、個別流路 43、44 などのリア配管に失陥が生じ、第 2 液圧回路のブレーキフルードが外部に漏れた場合であっても、第 1 液圧回路を介して前輪用のホイールシリンダ 23 に液圧を供給できる。ハイドロブースタモードにおいて、制御圧センサ 73 は、第 1 液圧回路のブレーキフルード圧 Pfr を検出し、レギュレータ圧センサ 71 は、第 2 液圧回路のブレーキフルード圧 Pr r を検出する。

【 0087 】

40

しかしながら、本実施形態において、分離弁 60 は、その前後の差圧が所定値 P1 以上となると開弁する差圧弁で構成されている。分離弁 60 の閉弁状態は、スプリングによって実現されており、そのため、液圧回路を 2 系統に分離したときの第 1 流路 45 a の液圧 Pfr と第 2 流路 45 b の液圧 Pr r の差圧が、スプリング力による自開圧 P1 (たとえば 9 MPa) を超えると開弁して、高圧側の第 1 流路 45 a から低圧側の第 2 流路 45 b にブレーキフルードが漏れることになる。以下、この現象について説明する。

【 0088 】

図 6 は、リザーバ 34 の内部構成および配管との連結構成を示す図である。リザーバ 34 には、ブレーキフルードをホイールシリンダ 23 から環流させるためのリザーバ配管 77、ブレーキフルードを動力液圧源 30 に供給するためのポンプ配管 78、ブレーキフル

50

ードをマスタシリンダ32およびレギュレータ33にそれぞれ供給するための第1配管81および第2配管82が連結される。リザーバ34のタンク内は、区画壁83によって、マスタシリンダ32用のブレーキフルードを貯留する第1リザーバ室84と、レギュレータ33用のブレーキフルードを貯留する第2リザーバ室85とに区画される。

【0089】

点線で示される低下判定ライン86は、タンク内のブレーキフルード量の低下を判定するための基準を示す。リザーバ34は、ブレーキフルードの液面が低下判定ライン86より上にあればOFF信号を出力し、ブレーキフルードの液面が低下判定ライン86を下回るとON信号を出力する貯留量低下検出スイッチ87を備える。なお、リザーバ34にブレーキフルード量を検出する手段が設けられ、検出値がブレーキECU70に通知されて、ブレーキECU70が、ブレーキフルード量が低下判定ライン86で特定される基準値よりも低下したか否かを判定してもよい。

10

【0090】

タンク内のブレーキフルード量が減少し、液面が低下判定ライン86よりもさらに下がると、区画壁83の上端に到達する。たとえば第2液圧回路の個別流路43でフルード漏れが生じている場合、第2リザーバ室85内のブレーキフルードが外部に漏れてなくなっても、第1リザーバ室84は、区画壁83により第2リザーバ室85と分離されているため、第1リザーバ室84におけるブレーキフルードの液面は区画壁83の上端よりも下ならず、第1液圧回路は作動可能な状態を維持できる。なお、第2液圧回路のブレーキフルードがすべて漏れると、レギュレータ圧センサ71およびアクキュムレータ圧センサ72で検出される圧力値は0まで下がる。

20

【0091】

この状態でブレーキペダル24がたとえば900N以上の高踏力で踏み込まれると、第1液圧回路のブレーキフルードのみが昇圧される。そのため、分離弁60における差圧($P_{fr} - P_{rr}$)が大きくなり、自開圧 P_1 を超えると、分離弁60が開弁することがある。このとき、第2流路45bの液圧が実質的に0であれば、第1流路45aの液圧 P_{fr} が、実質的に分離弁60における差圧と等しくなる。

【0092】

第1流路45aの液圧が自開圧(9MPa)を超えると、分離弁60が開弁し、したがって第1液圧回路におけるブレーキフルードが分離弁60を経由して第2液圧回路側に流入する。このとき、第1液圧回路のブレーキフルード量は、第2液圧回路に流入した分だけ減少する。本発明者は実験により、この動作を数十回ほど繰り返すと、第1液圧回路におけるブレーキフルードの液面が第1配管81とマスタ室79との境界付近まで下がることを確認した。ブレーキフルードが第1配管81とマスタ室79との境界付近にある状態でブレーキペダル24を戻すと、マスタ室79にエアが入り込み、液圧があがりにくくなる。

30

【0093】

以上の不具合を解消するために、たとえば以下の対策が考えられる。

第1の対策として、分離弁60のばね定数を高くしてスプリング力を強くすることで、自開圧をあげることが考えられる。

40

上記した例では、自開圧 P_1 を9MPaとしているが、スプリング力を強くして、自開圧をさらにあげることで、ハイドロブースタモードにおいて、前後の差圧により開弁しにくい分離弁60を構成できる。しかしながら、正常時、すなわち回生協調制御モードにおいては、分離弁60に電流を供給して開弁させるため、大きな電流が必要となる問題がある。

【0094】

第2の対策として、分離弁60のオリフィスを小さくし、流路抵抗を大きくすることで、自開圧をあげることが考えられる。これは、回生協調制御モードにおいて第1の対策で問題となる電流増加の課題を解決するが、増圧リニア制御弁66から流入したブレーキフルードが第1流路45aに到達するのが遅くなり、後輪側のホイールシリンダ23の昇圧

50

が先行することで、車両挙動が不安定になるという問題がある。

【 0 0 9 5 】

そこで、本実施形態のブレーキ制御装置 2 0 は、分離弁 6 0 が閉状態にあるハイドロブースタモードにおいて、第 1 液圧回路におけるブレーキフルードが第 2 液圧回路に流入することを抑制する漏れ抑制処理を実行する。

【 0 0 9 6 】

図 7 は、本実施形態の漏れ抑制処理の基本制御を説明するためのフローチャートである。ブレーキ E C U 7 0 は、ブレーキ制御モードが H B モードであるか判定する (S 1 0 0)。H B モードでなければ (S 1 0 0 の N)、漏れ抑制処理は実行しない。H B モードである場合 (S 1 0 0 の Y)、ブレーキ E C U 7 0 は、第 1 液圧回路のブレーキフルード圧 P f r と第 2 液圧回路のブレーキフルード圧 P r r の差圧が、所定値 P 2 を超えているか判定する (S 1 0 2)。ここで、所定値 P 2 は、分離弁 6 0 の自開圧 P 1 よりも小さい値に設定される。ハイドロブースタモードにおいて、P f r は制御圧センサ 7 3 により検出され、P r r はレギュレータ圧センサ 7 1 により検出される。差圧 (P f r - P r r) は、分離弁 6 0 の前後にかかる圧力値である。

10

【 0 0 9 7 】

所定値 P 2 を、分離弁 6 0 の自開圧 P 1 よりも小さく設定することで、差圧 (P f r - P r r) が P 2 以下であれば (S 1 0 2 の N)、分離弁 6 0 にかかる差圧が自開圧よりも小さく、したがって分離弁 6 0 は開弁しない。したがって、この状態では、第 1 液圧回路におけるブレーキフルードが分離弁 6 0 を経由して第 2 液圧回路に流入することはない。

20

【 0 0 9 8 】

一方、差圧 (P f r - P r r) が P 2 を超えていれば (S 1 0 2 の Y)、いずれ差圧が P 1 に達して、分離弁 6 0 が開弁するおそれがある。そこで、P f r と P r r の差圧が自開圧 P 1 を超える手前で、第 1 液圧回路におけるブレーキフルードが第 2 液圧回路に流入することを抑制する漏れ抑制処理を実行する (S 1 0 4)。具体的にブレーキ E C U 7 0 は、所定の制御弁を閉鎖することで、第 1 液圧回路のブレーキフルード圧の上昇を抑制し、P f r と P r r の差圧が自開圧 P 1 を超えないようにする。本実施形態では、ブレーキ E C U 7 0 が、リザーバ 3 4 と分離弁 6 0 の途中に設けられているマスタカット弁 6 4 を閉鎖することで、マスタシリンダ 3 2 から供給される液圧をマスタカット弁 6 4 で遮断し、マスタカット弁 6 4 の下流の液圧の上昇を抑制する。これによりブレーキ制御装置 2 0 は、第 1 液圧回路のフルード量を維持しつつ、マスタカット弁 6 4 閉鎖時のブレーキフルード圧 P f r を、前輪用のホイールシリンダ 2 3 に供給することができる。

30

【 0 0 9 9 】

以上、漏れ抑制処理の基本制御について説明したが、以下においてさらに詳細に説明する。

図 8 は、漏れ抑制処理を実行するブレーキ E C U 7 0 の構成を示す。ブレーキ E C U 7 0 は、条件判定部 1 1 0 および漏れ抑制部 1 5 0 を備える。漏れ抑制部 1 5 0 は、漏れ抑制処理の実行および中止を制御し、本実施形態ではマスタカット弁 6 4 の開弁および閉弁を制御する。条件判定部 1 1 0 は、漏れ抑制部 1 5 0 における制御方針を決定するための条件判定処理を行う。条件判定部 1 1 0 は、H B モード判定部 1 0 8、貯留量判定部 1 1 2、断線判定部 1 1 4、圧力低下異常判定部 1 1 6、配管失陥判定部 1 1 8、差圧判定部 1 2 0、液圧判定部 1 2 2、加圧状況判定部 1 2 4、走行モード判定部 1 2 6 および異常判定部 1 2 8 を有する。

40

【 0 1 0 0 】

図 8 において、さまざまな処理を行う機能ブロックとして記載される各要素は、ハードウェア的には、C P U (Central Processing Unit)、メモリ、その他の L S I で構成することができ、ソフトウェア的には、メモリにロードされたプログラムなどによって実現される。したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは当業者には理解されることである。いずれかに限定されるものではない。

50

【 0 1 0 1 】

図 9 は、本実施形態の漏れ抑制処理の制御の詳細を説明するためのフローチャートである。HBモード判定部 1 0 8 は、ブレーキ制御モードがHBモードであるか判定する (S 1 1 0)。HBモードでなければ (S 1 1 0 の N)、漏れ抑制処理は実行しない。HBモードである場合 (S 1 1 0 の Y)、条件判定部 1 1 0 は、リア配管に失陥が発生しているか判定する (S 1 1 2)。配管失陥の判定処理 S 1 1 2 は、貯留量判定部 1 1 2、断線判定部 1 1 4、圧力低下異常判定部 1 1 6 および配管失陥判定部 1 1 8 により実行される。

【 0 1 0 2 】

図 1 0 は、配管失陥の判定処理 S 1 1 2 を説明するためのフローチャートを示す。まず貯留量判定部 1 1 2 が、貯留量低下検出スイッチ 8 7 からの信号を受けて、リザーバ 3 4 の貯留量が正常であるか判定する (S 1 3 0)。ここで貯留量低下検出スイッチ 8 7 から送出される OFF 信号は、ブレーキフルードの液面が低下判定ライン 8 6 より上にあることを示し、ON 信号は、液面が低下判定ライン 8 6 を下回っていることを示す。したがって貯留量判定部 1 1 2 は、OFF 信号を受けると、貯留量が正常であることを判定し (S 1 3 0 の Y)、配管失陥判定部 1 1 8 は、配管失陥が発生していないことを判定する (S 1 3 8)。

【 0 1 0 3 】

一方、貯留量判定部 1 1 2 は、ON 信号を受けると、リザーバ 3 4 の貯留量が正常でないことを判定する (S 1 3 0 の N)。これにより、リザーバ 3 4 におけるブレーキフルード量が、低下判定ライン 8 6 で特定される基準値よりも低下したことが判定される。このとき断線判定部 1 1 4 は、貯留量低下検出スイッチ 8 7 に故障が発生しているか、具体的には断線が生じているか判定する (S 1 3 2)。断線が生じている場合 (S 1 3 2 の Y)、貯留量低下検出スイッチ 8 7 からの ON 信号に信頼性がないため、配管失陥判定部 1 1 8 は、配管失陥が発生していないことを判定する (S 1 3 8)。

【 0 1 0 4 】

断線が生じていない場合 (S 1 3 2 の N)、圧力低下異常判定部 1 1 6 は、第 2 液圧回路のブレーキフルード圧 P_{rr} 、および / または増圧リニア制御弁 6 6 よりも上流側のアクキュムレータ流路のブレーキフルード圧 P_{acc} を用いて、圧力低下異常の有無を判定する (S 1 3 4)。なお第 2 液圧回路のブレーキフルード圧 P_{rr} はレギュレータ圧センサ 7 1 により検出され、アクキュムレータ流路のブレーキフルード圧 P_{acc} はアクキュムレータ圧センサ 7 2 により検出される。なお圧力低下異常判定部 1 1 6 は、圧力低下異常判定処理を、第 2 液圧回路およびアクキュムレータ流路の 2 つのブレーキフルード圧を用いて実行してもよいが、いずれか 1 つのみを用いてもよい。圧力低下異常であることが判定されない場合 (S 1 3 4 の N)、配管失陥判定部 1 1 8 は、配管失陥が発生していないことを判定し (S 1 3 8)、圧力低下異常であることが判定された場合 (S 1 3 4 の Y)、配管失陥判定部 1 1 8 は、配管失陥が発生していることを判定し (S 1 3 6)、第 2 液圧回路における外部へのブレーキフルード漏れを検出する。このように配管失陥判定部 1 1 8 は、液圧回路の外部へのブレーキフルード漏れを検出する漏れ検出手段としても機能する。以下、圧力低下異常判定部 1 1 6 による圧力低下異常判定処理 S 1 3 4 について説明する。

【 0 1 0 5 】

図 1 1 は、圧力低下異常の判定処理 S 1 3 4 を説明するためのフローチャートを示す。圧力低下異常判定部 1 1 6 は、第 2 液圧回路のブレーキフルード圧 P_{rr} と、所定値 P_3 とを比較する (S 1 5 0)。所定値 P_3 は、たとえば 0 . 5 ~ 1 MPa の範囲内の値に設定される。第 2 液圧回路のブレーキフルード圧 P_{rr} が P_3 以上であるとき (S 1 5 0 の N)、圧力低下異常判定部 1 1 6 は、圧力低下異常が発生していないことを判定する (S 1 5 6)。

【 0 1 0 6 】

第 2 液圧回路のブレーキフルード圧 P_{rr} が P_3 よりも小さいとき (S 1 5 0 の Y)、圧力低下異常判定部 1 1 6 は、アクキュムレータ流路のブレーキフルード圧 P_{acc} と、所

10

20

30

40

50

定値 P 4 とを比較する (S 1 5 2)。所定値 P 4 は、たとえば 2 M P a 程度の値に設定される。アキュムレータ流路のブレーキフルード圧 P a c c が P 4 以上であるとき (S 1 5 2 の N)、圧力低下異常判定部 1 1 6 は、圧力低下異常が発生していないことを判定する (S 1 5 6)。一方、アキュムレータ流路のブレーキフルード圧 P a c c が P 4 よりも小さいとき (S 1 5 2 の Y)、圧力低下異常判定部 1 1 6 は、圧力低下異常が発生していることを判定する (S 1 5 4)。

【 0 1 0 7 】

図 1 0 のフローチャートにおいて説明したように、S 1 3 4 における圧力低下異常の判定結果は、リア配管における失陥発生 of 判定条件に用いられる。配管失陥判定部 1 1 8 は、リザーバ 3 4 の貯留量が基準値よりも低下し、かつ圧力低下異常が判定された場合に、配管失陥の発生を判定することで、外部へのブレーキフルード漏れを精度良く検出することが可能となる。

10

【 0 1 0 8 】

なお、ブレーキフルード圧は時間により変動するため、誤判定を防止するために、さらに時間の条件を加えて、圧力低下異常の有無を判定してもよい。

図 1 2 は、図 1 1 に示した圧力低下異常の判定処理 S 1 3 4 に、時間の条件を加えたフローチャートを示す。圧力低下異常判定部 1 1 6 は、レギュレータ圧センサ 7 1 およびアキュムレータ圧センサ 7 2 から所定の周期でブレーキフルード圧 P r r および P a c c を取得する。図 1 2 に示す圧力低下異常の判定処理は、圧力低下異常判定部 1 1 6 が各センサの検出値を取得するごとに実行され、また各センサの検出値は、それぞれ並列に処理される。

20

【 0 1 0 9 】

まず、第 2 液圧回路のブレーキフルード圧 P r r の判定処理を説明する。圧力低下異常判定部 1 1 6 は、ブレーキフルード圧 P r r と、所定値 P 3 とを比較する (S 1 7 0)。ブレーキフルード圧 P r r が P 3 よりも小さければ (S 1 7 0 の Y)、圧力低下異常判定部 1 1 6 は比較結果として H 値をバッファメモリ (図示せず) に出力し (S 1 7 2)、ブレーキフルード圧 P r r が P 3 以上である場合、または比較ができない場合は (S 1 7 0 の N)、比較結果として L 値をバッファメモリに出力する (S 1 7 4)。この比較は、所定の周期で実行され、バッファメモリには所定時間 (> 時間 T a) 分の比較結果が保持される。

30

【 0 1 1 0 】

圧力低下異常判定部 1 1 6 は、バッファメモリに保持された、最新の比較結果から時間 T a 前までの比較結果を参照して、その時点で H 値が時間 T a 継続して出力されているか判定する (S 1 7 6)。比較結果がすべて H 値であれば、圧力低下異常判定部 1 1 6 は、ブレーキフルード圧 P r r が所定値 P 3 よりも低い状態が時間 T a 継続したことを判定し (S 1 7 6 の Y)、判定値として H 値を判定用メモリ (図示せず) に出力する (S 1 7 8)。一方、比較結果に 1 つでも L 値が存在すれば、圧力低下異常判定部 1 1 6 は、ブレーキフルード圧 P r r が所定値 P 3 よりも低い状態が時間 T a 継続していないことを判定し (S 1 7 6 の N)、判定値として L 値を判定用メモリに出力する (S 1 8 0)。S 1 7 6 の判定処理は、S 1 7 0 における比較処理が行われる度に実行され、判定用メモリの値は、その都度更新される。

40

【 0 1 1 1 】

同様に、圧力低下異常判定部 1 1 6 は、アキュムレータ圧 P a c c と、所定値 P 4 とを比較する (S 1 9 0)。アキュムレータ圧 P a c c が P 4 よりも小さければ (S 1 9 0 の Y)、圧力低下異常判定部 1 1 6 は比較結果として H 値をバッファメモリに出力し (S 1 9 2)、アキュムレータ圧 P a c c が P 4 以上である場合、または比較ができない場合は (S 1 9 0 の N)、比較結果として L 値をバッファメモリに出力する (S 1 9 4)。この比較は、所定の周期で実行され、バッファメモリには所定時間 (> 時間 T b) 分の比較結果が保持される。

【 0 1 1 2 】

50

圧力低下異常判定部 116 は、バッファメモリに保持された、最新の比較結果から時間 T b 前までの比較結果を参照して、その時点で H 値が時間 T b 継続して出力されているか判定する (S 196)。比較結果がすべて H 値であれば、圧力低下異常判定部 116 は、アキュムレータ圧 P a c c が所定値 P 4 よりも低い状態が時間 T b 継続したことを判定し (S 196 の Y)、判定値として H 値を判定用メモリに出力する (S 198)。一方、比較結果に 1 つでも L 値が存在すれば、圧力低下異常判定部 116 は、アキュムレータ圧 P a c c が所定値 P 4 よりも低い状態が時間 T b 継続していないことを判定し (S 196 の N)、判定値として L 値を判定用メモリに出力する (S 200)。S 196 の判定処理は、S 190 における比較処理が行われる度に実行され、判定用メモリの値は、その都度更新される。

10

【0113】

圧力低下異常判定部 116 は、判定用メモリに出力された 2 つの判定値を参照して、両者が H 値であるか判定する (S 202)。両者が H 値であれば (S 202 の Y)、P r r および P a c c とともに異常値であり、圧力低下異常判定部 116 は、圧力低下異常が生じていること判定する (S 204)。このように、圧力低下状態を継続時間の条件を用いて判定することで、圧力低下異常を精度よく判定することが可能となる。なお、2 つの判定値の 1 つでも L 値であれば (S 202 の N)、圧力低下異常判定部 116 は、圧力低下異常が発生していないことを判定する (S 206)。

【0114】

ところで、ブレーキ E C U 70 は、起動時にシステムチェックを実行する機能をもつ。システムチェックでは、電磁弁の動作などが検査されて、正常なブレーキ制御を実行できるかチェックされる。このシステムチェックは、車両のドアがオープンされたこと、またはイグニッションオフの状態がブレーキペダル 24 が踏まれたことなどを契機として実行される。

20

【0115】

図 13 は、E C U 起動時に配管失陥が発生しているときの処理や状態値の遷移を示す。横軸は時間軸を表現する。図 13 (a) は、制動判定の状態値を示し、O F F はブレーキペダル 24 が踏まれていない状態、O N はブレーキペダル 24 が踏まれた状態を示す。図 13 (b) は、ブレーキ E C U 70 の起動状態値を示し、O F F はブレーキ E C U 70 が起動していない状態、O N はブレーキ E C U 70 が起動した状態を示す。図 13 (b) に示す例では、ブレーキペダル 24 が踏まれたことを契機としてブレーキ E C U 70 が起動された様子を示している。

30

【0116】

図 13 (c) は、ブレーキ制御モードの遷移を示す。この例では、システムチェックから直接、ハイドロブースタモードが実行される状況を想定している。ブレーキ E C U 70 の起動直後からシステムチェックが実行され、時間 T s の経過後、ハイドロブースタモードが実行される。

【0117】

図 13 (d) は、アキュムレータ圧 P a c c と所定値 P 4 との比較値を示す。ここで L 値は、(P a c c < P 4) ではない状態、または比較できない状態を示し、H 値は、(P a c c < P 4) であることが判定された状態を示す。この例では、システムチェック中は P a c c と P 4 との比較ができないため、L 値が出力され、一方で、システムチェック終了後は、(P a c c < P 4) であることが判定されて、H 値が出力されている。これは、たとえば図 12 の S 190 にて説明したとおりである。

40

【0118】

また図 12 の S 196 に関して説明したように、圧力低下異常判定部 116 は、(P a c c < P 4) であることを示す H 値が時間 T b 継続して出力されると、アキュムレータ圧 P a c c に圧力低下異常が発生していることを判定する。図 9 および他の図面に関して後述するが、図 12 に示す圧力低下異常条件とともに、漏れ抑制処理を実行するための他の条件が満たされれば、漏れ抑制処理が実行される。図 13 (e) は、システムチェックの

50

終了後、(Pacc < P4)であることを示すH値が時間Tb継続して出力されたときに、他の条件も満たされているという前提のもとで、漏れ抑制処理が実行される状態を示している。

【0119】

ブレーキECU70の起動時、漏れ抑制処理の実行条件の判定は、システムチェックの終了後に行われる。システムチェックに時間Tsかかるとすると、漏れ抑制処理の開始は、最も早くても、ブレーキECU70の起動から時間(Ts + Tb)後となる。上記したように、ブレーキペダル24を踏むことでブレーキECU70が起動されるような場合、既にブレーキペダル24が踏まれているため、圧力低下異常の判定は、通常よりも早期に完了することが好ましい。

10

【0120】

そこで圧力低下異常判定部116は、システムチェックの終了直後は、アキュムレータ圧Paccが所定値P4よりも低い状態が時間Tbより短い時間Tc継続したときに、アキュムレータ圧Paccの圧力低下異常を判定する。図13(f)は、システムチェックの終了後、他の実行条件が満たされたことを前提として、時間Tc後から漏れ抑制処理が実行される状態を示す。このように、特にシステムチェック後は、漏れ抑制処理を通常よりも早期に実行可能とするべく、圧力低下異常判定における時間条件を短く設定するのが好ましい。この早期判定処理は、図12を参照して、S196の手前で、時間Tc前がシステムチェック中であったか判定し、時間Tc前がシステムチェック中であった場合に、Hが時間Tc継続していればH値を判定用メモリに出力し、継続していなければL値を判定用メモリに出力することで実行される。なお、時間Tc前がシステムチェック中でなければ、既に説明したS196が実行される。

20

【0121】

なお、図13ではアキュムレータ圧Paccの時間条件Tbを短縮する例について示したが、図12のS176およびS196を参照して、第2液圧回路のブレーキフルード圧Prの時間条件Taを短縮してもよく、また、時間条件Ta、Tbのうち、長い方を短縮してもよい。

【0122】

図9に戻る。以上、図10～図13に関して説明したように、配管失陥判定部118が、圧力低下異常判定結果などにより、リア配管に失陥が発生していることを判定しなければ(S112のN)、漏れ抑制処理は実行されず、失陥が発生していることを判定すると(S112のY)、ブレーキECU70は、差圧判定処理S114を実行する。

30

【0123】

差圧判定処理S114は、図7のS102として示した処理に相当する。差圧判定部120は、第1液圧回路のブレーキフルード圧Pfrと第2液圧回路のブレーキフルード圧Prの差圧が、所定値P2を超えているか判定する(S114)。所定値P2は、分離弁60の自開圧P1よりも僅かに小さく設定され、分離弁60が差圧により自開する直前まで、漏れ抑制処理の実行を控えるようにすることが好ましい。差圧が所定値P2を超えていなければ(S114のN)、漏れ抑制処理は実行されず、差圧が所定値P2を超えていれば(S114のY)、ブレーキECU70は、ブレーキフルード圧Pfrの判定処理S116を実行する。

40

【0124】

液圧判定部122は、第1液圧回路のブレーキフルード圧Pfrが所定値P5を超えているか判定する(S116)。液圧判定部122は、PfrとP5とを比較することで、Pfrが漏れ抑制処理を実行するのに十分な圧力に到達しているか判定する。本実施形態の漏れ抑制処理では、図7のS104に関して既述したように、ブレーキECU70が、マスタカット弁64を閉鎖することで、マスタシリンダ32から供給される液圧をマスタカット弁64で遮断し、マスタカット弁64下流の液圧上昇を抑制する。マスタカット弁64の閉鎖後は、第1液圧回路のブレーキフルードは昇圧されないため、漏れ抑制処理の実行時、すなわちマスタカット弁64の閉鎖時において、Pfrが十分な制動力を確保す

50

るために必要な圧力に達している必要がある。そこで所定値 P_5 は、十分な制動力を確保するための圧力、たとえば法規性能を満足する値に設定され、 P_{fr} が P_5 以下である場合は (S 1 1 6 の N)、漏れ抑制処理を実行せず、 P_{fr} が P_5 を超えている場合に (S 1 1 6 の Y)、漏れ抑制処理を実行可能とする。

【 0 1 2 5 】

ブレーキフルード圧 P_{fr} が所定値 P_5 よりも大きい場合、加圧状況判定部 1 2 4 は、第 1 液圧回路の加圧状況を判定する (S 1 1 8)。ここで加圧状況判定部 1 2 4 は、第 1 液圧回路が加圧される状況にあるか否か、さらに加圧される状況にある場合には、加圧される程度を判定できる。たとえば加圧状況判定部 1 2 4 は、ストロークセンサ 2 5 の出力から、第 1 液圧回路の加圧状況を判定する。ストロークセンサ 2 5 は、ブレーキペダル 2 4 の操作量としてのペダルストロークを検知し、加圧状況判定部 1 2 4 は、検知されたストローク量 S_T を取得する。なお加圧状況判定部 1 2 4 は、アクセル操作の有無から、第 1 液圧回路の加圧状況を判定してもよい。

【 0 1 2 6 】

本実施形態では、ブレーキペダル 2 4 が高踏力で踏み込まれた場合に、分離弁 6 0 が開弁して第 1 液圧回路から第 2 液圧回路へのブレーキフルードの流入を抑制することを目的としているが、加圧状況判定部 1 2 4 は、ストローク量 S_T が所定量 L_1 [mm] を超えていることを検出すると (S 1 1 8 の Y)、ブレーキペダル 2 4 が高踏力で踏み込まれたことを判定する。このように加圧状況を判定することで、ブレーキペダル 2 4 が高踏力で踏み込まれていることを推定でき、漏れ抑制処理を実行可能とする。なおストローク量 S_T が L_1 以下であれば (S 1 1 8 の N)、加圧状況判定部 1 2 4 は、ブレーキペダル 2 4 が高踏力で踏み込まれていないことを判定し、漏れ抑制処理は実行されない。なお、所定値 L_1 は、高踏力で踏み込まれていることを判定するためには大きい値 (たとえば 30 mm) に設定される必要があるが、単に第 1 液圧回路が加圧される状況にあることを判定する目的であれば、小さい値 (たとえば 5 mm) に設定されてもよい。また 2 つのストロークセンサ 2 5 が設けられている場合には、2 つの検出値の平均からストローク量 S_T が導出されてもよい。

【 0 1 2 7 】

第 1 液圧回路が加圧される状況にある場合、走行モード判定部 1 2 6 は、車両が走行モードにあるか判定する (S 1 2 0)。具体的に走行モード判定部 1 2 6 は、車両が検査モードにあるか、整備モードであるかなどを判定し、検査モードでも整備モードでもなければ、車両が走行モードにあることを判定する (S 1 2 0 の Y)。一方、車両が走行モードになければ (S 1 2 0 の N)、漏れ抑制処理は実行されない。

【 0 1 2 8 】

図 1 4 は、走行モード判定処理 S 1 2 0 を説明するためのフローチャートである。ブレーキ制御装置 2 0 は、車両の置かれている環境に応じて、外部からモード情報を取得して設定する。出荷後は、モード情報として、走行可能な状態にあることを示す走行モードフラグがデフォルトで設定されている。工場における検査中には、検査機器から、検査中であることを示す検査モードフラグが供給される。またディーラーにおける車両整備中には、整備機器から、整備中であることを示す整備モードフラグが供給される。なお、整備のなかでも特にエア抜きが行われている場合には、エア抜きモードフラグが供給されてもよい。

【 0 1 2 9 】

走行モード判定部 1 2 6 は、整備モードフラグが設定されているか否かにより、車両が整備中であるか判定する (S 2 2 0)。整備モードフラグが設定されていれば (S 2 2 0 の Y)、車両が走行モードでないことが判定される (S 2 2 8)。整備モードフラグが設定されていない場合 (S 2 2 0 の N)、走行モード判定部 1 2 6 は、エア抜きモードフラグが設定されているか否かにより、車両がエア抜き中であるか判定する (S 2 2 2)。エア抜きモードフラグが設定されていれば (S 2 2 2 の Y)、車両が走行モードでないことが判定される (S 2 2 8)。エア抜きモードフラグが設定されていない場合 (S 2 2 2 の

10

20

30

40

50

N)、走行モード判定部126は、検査モードフラグが設定されているか否かにより、車両が検査中であるか判定する(S224)。検査モードフラグが設定されていれば(S224のY)、車両が走行モードでないことが判定される(S228)。検査モードフラグが設定されていない場合(S224のN)、走行モード判定部126は、車両が走行モードであることを判定する(S226)。なお走行モード判定部126は、走行モードフラグのみを参照して、車両が走行モードであるか否かを判定してもよい。

【0130】

図9に戻る。S120において、車両が走行モードでないことが判定されると(S120のN)、漏れ抑制処理は実行されない。一方、車両が走行モードであることが判定されると(S120のY)、全ての実行条件が満たされたため、漏れ抑制部150が、第1液圧回路におけるブレーキフルードが第2液圧回路に流入することを抑制する漏れ抑制処理を実行する(S122)。

10

【0131】

漏れ抑制処理S122は、図7のS104として示した処理に相当する。漏れ抑制部150は、マスタカット弁64を閉鎖することで、マスタシリンダ32から供給される液圧をマスタカット弁64で遮断し、マスタカット弁64の下流の液圧の上昇を抑制する。これによりブレーキ制御装置20は、第1液圧回路のフルード量を維持しつつ、マスタカット弁64閉鎖時のブレーキフルード圧Pfrを、前輪用のホイールシリンダ23に供給することができる。なお漏れ抑制部150は、マスタカット弁64を閉鎖する以外にも、分離弁60の差圧を低減させることで、ブレーキフルードの漏れを抑制してもよい。たとえばABS減圧弁56、57を短時間開弁させることで、ブレーキフルードをリザーバ配管77に逃がして第1液圧回路の液圧上昇を回避し、分離弁60の差圧を低減させてもよい。なおこの場合は、十分なブレーキフルード圧が前輪用のホイールシリンダ23に供給できるように、ABS減圧弁56、57の開弁量が調整される。

20

【0132】

以上は、漏れ抑制処理を実行するための条件を判定し、条件が満たされた場合に漏れ抑制処理を実行する制御について説明した。以下においては、漏れ抑制処理の実行中に、状況に応じて漏れ抑制処理を一旦停止、または中止する制御について説明する。

【0133】

図15は、図9のS116において、第1液圧回路のブレーキフルード圧PfrがP5を超えた後、他の条件が満たされて、漏れ抑制処理を実行したときの状態値および状態量の遷移を示す。図15(a)は、ストロークセンサ25により検知されたストローク量を示す。図15(c)は、Pfrの遷移を示す。図9に関して説明したように、PfrがP5を超えると、他の条件が満たされることにより、漏れ抑制処理が実行される。図15(b)は、PfrがP5を超えたとき、他の条件も満たされているという前提のもとで、漏れ抑制処理が実行される状態を示している。

30

【0134】

漏れ抑制処理が実行されると、マスタカット弁64が閉鎖されるため、Pfrが封じ込まれて、通常、Pfrは、Pfr_1として一点鎖線で示すように、P5の液圧を維持する。しかしながら、低温時はフルード粘度が高いため、第1液圧回路のABS保持弁51、52のオリフィスで、ブレーキフルードが僅かな時間、詰まった状態となる。そのため低温時には、マスタカット弁64の閉鎖後、ブレーキフルードが遅れて個別流路41、42に流れ込むため、Pfr_2として実線で示すように、PfrがP5を維持できない状況が発生しうる。このような状況下において、マスタカット弁64の閉鎖状態を維持すると、第1液圧回路のブレーキフルードは昇圧されず、ホイールシリンダ23に十分な液圧を供給できないことも考えられる。

40

【0135】

図16は、漏れ抑制処理の一旦停止処理を説明するためのフローチャートである。漏れ抑制処理の実行中でなければ(S240のN)、この一旦停止処理は実行されない。漏れ抑制処理の実行中(S240のY)、液圧判定部122は、制御圧センサ73による検知

50

結果を監視する（S 2 4 2）。ブレーキフルード圧 P_{fr} が所定値 P_6 以上であれば（S 2 4 2 の N）、ブレーキフルード圧 P_{fr} は正常値に保持されており、液圧判定部 1 2 2 は引き続き監視を継続する。

【 0 1 3 6 】

ブレーキフルード圧 P_{fr} が所定値 P_6 よりも低下すると（S 2 4 2 の Y）、液圧判定部 1 2 2 は、漏れ抑制部 1 5 0 に、漏れ抑制処理の停止指令を送出する。なお所定値 P_6 は、所定値 P_5 よりも小さいが、十分な制動力を確保するための圧力、たとえば法規性能を満足する値に設定される。なお誤判定を回避するために、液圧判定部 1 2 2 は、 P_{fr} が P_6 よりも低下した状態が所定時間継続したことから、漏れ抑制処理の停止指令を送出してよい。漏れ抑制部 1 5 0 は、停止指令を受けると漏れ抑制処理を一旦停止し（S 2 4 4）、具体的にはマスタカット弁 6 4 への電流供給を停止して、マスタカット弁 6 4 を開弁させる。これにより、第 1 液圧回路はマスタシリンダ 3 2 からの液圧を受けて昇圧され、 P_{fr} が P_5 を超えると、図 9 に関して説明した他の条件も満たされていることを前提として、漏れ抑制部 1 5 0 が、漏れ抑制処理を再実行する。

10

【 0 1 3 7 】

図 1 7 は、第 1 液圧回路のブレーキフルード圧 P_{fr} を P_6 と P_5 の間に維持したときの状態値および状態量の遷移を示す。図 1 7 (a) は、図 1 5 (a) と同じく、ストロークセンサ 2 5 により検知されたストローク量を示す。図 1 7 (b) は、漏れ抑制処理の実行および停止の状態遷移を示し、図 1 7 (c) は、 P_{fr} の遷移を示す。

20

【 0 1 3 8 】

P_{fr} が P_5 を超えると、漏れ抑制部 1 5 0 が漏れ抑制処理を実行し、一方で P_{fr} が P_6 よりも低下すると、漏れ抑制部 1 5 0 が漏れ抑制処理を一旦停止する。この制御により、第 1 液圧回路のブレーキフルード圧 P_{fr} は、 P_6 から P_5 の間に保持される。 P_6 を、十分な制動力を確保するための圧力値に設定することで、ブレーキ制御装置 2 0 は、漏れ抑制処理中においても十分な制動力を創出することが可能となる。

【 0 1 3 9 】

図 1 8 は、漏れ抑制処理の中止処理の一例を説明するためのフローチャートである。漏れ抑制処理の実行中でなければ（S 2 6 0 の N）、この中止処理は実行されない。漏れ抑制処理の実行中（S 2 6 0 の Y）、加圧状況判定部 1 2 4 は、ストロークセンサ 2 5 により検知されるペダルストローク量から、制動要求の有無を判定する（S 2 6 2）。ペダルストローク量が 0 でない場合、加圧状況判定部 1 2 4 は、制動要求があることを判定し（S 2 6 2 の N）、続いてアクセル操作の有無を判定する（S 2 6 4）。加圧状況判定部 1 2 4 は、アクセスペダルの踏み込みが検出されなければ、アクセル操作がないことを判定する（S 2 6 4 の N）。

30

【 0 1 4 0 】

制動要求があり（S 2 6 2 の N）、かつアクセル操作がない（S 2 6 4 の N）状態は、第 1 液圧回路が加圧される状況にあると考えられる。したがって、この場合は、漏れ抑制処理を継続して実行し、第 1 液圧回路におけるブレーキフルードが第 2 液圧回路に流入することを抑制する。

【 0 1 4 1 】

一方で、加圧状況判定部 1 2 4 は、制動要求がなく（S 2 6 2 の Y）、またはアクセル操作がある（S 2 6 4 の Y）状態を検出すると、第 1 液圧回路が加圧されていない状況にあることを判定する。これは、すなわち運転者に車両を発進する意志があることを示す。漏れ抑制処理の実行中に車両を発進すると、ホイールシリンダ 2 3 にはブレーキフルード圧 P_{fr} が与えられているために、ブレーキの引きずりが発生する。そこで、このような場合には、漏れ抑制部 1 5 0 が、実行中の漏れ抑制処理を中止する（S 2 6 8）。すなわちマスタカット弁 6 4 を開弁状態にすることで、ホイールシリンダ 2 3 のブレーキ圧を解放し、車両の円滑な発進を可能とする。

40

【 0 1 4 2 】

図 1 9 は、漏れ抑制処理の中止処理の別の例を説明するためのフローチャートである。

50

漏れ抑制処理の実行中でなければ（S 2 9 0 の N）、この中止処理は実行されない。漏れ抑制処理の実行中（S 2 9 0 の Y）、加圧状況判定部 1 2 4 は、ブレーキペダル 2 4 のストローク量の判定処理を実行する（S 2 9 2）。具体的に加圧状況判定部 1 2 4 は、漏れ抑制処理を実行した時点のペダルストローク量 L_2 をバッファメモリに記憶しておき、現在のペダルストローク量が、 $L_2 - L_r$ （ L_r は所定量）と、 L_3 （ L_3 は所定量）のうち小さい方を下回ったか否かを判定する。ここで L_3 は、図 9 の S 1 1 8 で説明した L_1 よりも小さい値である。

【 0 1 4 3 】

たとえば $L_3 = 28 \text{ mm}$ 、 $L_r = 15 \text{ mm}$ とする。漏れ抑制処理の実行時点でのストローク量 $L_2 = 40 \text{ mm}$ のとき、 $\min(L_3, L_2 - L_r) = 25 \text{ mm}$ である。この場合、現在のストローク量 ST が 25 mm より小さくなると（S 2 9 2 の Y）、漏れ抑制部 1 5 0 は、漏れ抑制処理を中止する（S 2 9 4）。図 1 8 に示す中止処理では、制動要求がオフのときに漏れ抑制処理を中止することとしたが、図 1 9 に示す中止処理によると、制動要求がオフになる前に漏れ抑制処理を中止できるため、ブレーキペダル 2 4 戻し時のフィーリングを向上することができる。また、現在のストローク量 ST が $\min(L_3, L_2 - L_r)$ 以上であれば（S 2 9 2 の N）、漏れ抑制処理を中止しない。ペダルストローク量 ST が最大でも L_3 （ $L_3 < L_1$ ）より小さいことを漏れ抑制処理を中止するための条件として設定することで、漏れ抑制処理を中止した直後に再実行するという事態の発生を回避できるという利点もある。

【 0 1 4 4 】

図 2 0 は、漏れ抑制処理の中止処理のさらに別の例を説明するためのフローチャートである。漏れ抑制処理の実行中でなければ（S 3 1 0 の N）、この中止処理は実行されない。漏れ抑制処理の実行中（S 3 1 0 の Y）、異常判定部 1 2 8 は、ストロークセンサ 2 5 に出力異常が生じているか判定する（S 3 1 2）。ストロークセンサ 2 5 に出力異常が生じていない場合（S 3 1 2 の N）、異常判定部 1 2 8 は、レギュレータ圧センサ 7 1 に出力異常が生じているか判定する（S 3 1 4）。レギュレータ圧センサ 7 1 に出力異常が生じていない場合（S 3 1 4 の N）、異常判定部 1 2 8 は、制御圧センサ 7 3 に出力異常が生じているか判定する（S 3 1 6）。制御圧センサ 7 3 に出力異常が生じていない場合（S 3 1 6 の N）、異常判定部 1 2 8 は、アキュムレータ圧センサ 7 2 に出力異常が生じているか判定する（S 3 1 8）。アキュムレータ圧センサ 7 2 に出力異常が生じていない場合（S 3 1 8 の N）、漏れ抑制部 1 5 0 は、漏れ抑制処理を継続して実行する。

【 0 1 4 5 】

一方で、ストロークセンサ 2 5 に出力異常が生じている場合（S 3 1 2 の Y）、漏れ抑制部 1 5 0 は、漏れ抑制処理を中止する（S 3 2 0）。ストロークセンサ 2 5 が故障して、出力異常が生じると、ブレーキペダル 2 4 の踏み込みがないのに、制動要求が生成されるおそれがある。漏れ抑制処理の実行中はマスタカット弁 6 4 を閉弁状態にするため、誤った制動要求が生成されると、マスタカット弁 6 4 を開弁できなくなる事態も生じうる。したがって、ストロークセンサ 2 5 に出力異常が生じると、漏れ抑制処理を中止して、マスタカット弁 6 4 を開弁することが好ましい。

【 0 1 4 6 】

またレギュレータ圧センサ 7 1 に出力異常が生じている場合（S 3 1 4 の Y）、制御圧センサ 7 3 に出力異常が生じている場合（S 3 1 6 の Y）、アキュムレータ圧センサ 7 2 に出力異常が生じている場合（S 3 1 8 の Y）、漏れ抑制部 1 5 0 は、漏れ抑制処理を中止する（S 3 2 0）。これらの液圧センサの出力は、漏れ抑制処理の実行条件の判定にも用いられるため、出力異常が生じている場合は、誤ってマスタカット弁 6 4 を閉弁し続ける状況を回避するために、漏れ抑制処理を中止して、マスタカット弁 6 4 を開弁することが好ましい。なお異常判定部 1 2 8 の機能は、図 5 に示した異常検出部 1 0 0 により実現されてもよい。

【 0 1 4 7 】

図 2 1 は、漏れ抑制処理の中止処理のさらに別の例を説明するためのフローチャートで

10

20

30

40

50

ある。漏れ抑制処理の実行中でなければ（S 3 3 0 の N）、この中止処理は実行されない。漏れ抑制処理の実行中（S 3 3 0 の Y）、貯留量判定部 1 1 2 は、貯留量低下検出スイッチ 8 7 からの信号を監視し、リザーバ 3 4 の貯留量が正常であるか判定する（S 3 3 2）。貯留量判定部 1 1 2 は、ON 信号を受けると、リザーバ 3 4 の貯留量が正常でないことを判定する（S 3 3 2 の N）。これにより、漏れ抑制部 1 5 0 は、引き続き、漏れ抑制処理を実行する。一方、貯留量判定部 1 1 2 は、OFF 信号を受けると、貯留量が正常であることを判定する（S 3 3 2 の Y）。たとえば、ブレーキフルードを注ぎ足すことで、リザーバ 3 4 の貯留量を正常に戻すことができる。これにより、リザーバ 3 4 におけるブレーキフルード量が、低下判定ライン 8 6 で特定される基準値以上となったことが判定されると、漏れ抑制部 1 5 0 は、漏れ抑制処理を中止する（S 3 3 4）。

10

【 0 1 4 8 】

なお、リザーバ 3 4 の貯留量が正常に戻っても、アキュムレータ 3 5 にエアが入り込み、アキュムレータ圧 P a c c が十分に昇圧されないこともある。そこでアキュムレータ圧センサ 7 2 の検出値を利用して、漏れ抑制処理の中止条件の判定を精度よく実施する例を示す。

【 0 1 4 9 】

図 2 2 は、図 2 1 に示す漏れ抑制処理の中止処理を改良したフローチャートである。漏れ抑制処理の実行中でなければ（S 3 3 0 の N）、この中止処理は実行されない。漏れ抑制処理の実行中（S 3 3 0 の Y）、貯留量判定部 1 1 2 は、貯留量低下検出スイッチ 8 7 からの信号を監視し、リザーバ 3 4 の貯留量が正常であるか判定する（S 3 3 2）。貯留量判定部 1 1 2 は、ON 信号を受けると、リザーバ 3 4 の貯留量が正常でないことを判定する（S 3 3 2 の N）。これにより、漏れ抑制部 1 5 0 は、引き続き、漏れ抑制処理を実行する。一方、貯留量判定部 1 1 2 は、OFF 信号を受けると、貯留量が正常であることを判定する（S 3 3 2 の Y）。

20

【 0 1 5 0 】

液圧判定部 1 2 2 は、アキュムレータ圧 P a c c と、所定値 P 7 とを比較する（S 3 3 4）。アキュムレータ圧 P a c c が P 7 よりも大きければ（S 3 3 4 の Y）、液圧判定部 1 2 2 は比較結果として H 値をバッファメモリに出力し（S 3 3 6）、アキュムレータ圧 P a c c が P 7 以下である場合、または比較ができない場合は（S 3 3 4 の N）、比較結果として L 値をバッファメモリに出力する（S 3 3 8）。この比較は、所定の周期で実行され、バッファメモリには所定時間分の比較結果が保持される。

30

【 0 1 5 1 】

液圧判定部 1 2 2 は、バッファメモリに保持された、最新の比較結果から時間 T d 前までの比較結果を参照して、H 値が時間 T d 継続して出力されているか判定する（S 3 4 0）。比較結果がすべて H 値であれば、液圧判定部 1 2 2 は、アキュムレータ圧 P a c c が所定値 P 7 よりも高い状態が時間 T d 継続したことを判定する（S 3 4 0 の Y）。一方、比較結果に 1 つでも L 値が存在すれば、液圧判定部 1 2 2 は、アキュムレータ圧 P a c c が所定値 P 7 よりも高い状態が時間 T d 継続していないことを判定する（S 3 4 0 の N）。S 3 4 0 の判定処理は、S 3 3 4 における比較処理が行われる度に実行される。

【 0 1 5 2 】

P a c c が P 7 を超えている状態が時間 T d 継続した場合、差圧判定部 1 2 0 は、P f r と P r r の差圧が P 2 以下であるか判定する（S 3 4 2）。ここで、P f r と P r r の差圧が P 2 よりも大きければ（S 3 4 2 の N）、漏れ継続処理を継続する。一方、P f r と P r r の差圧が P 2 以下であれば（S 3 4 2 の Y）、アキュムレータ圧 P a c c が正常値に回復しただけでなく、マスタカット弁 6 4 を開弁しても分離弁 6 0 がすぐには自開しないため、漏れ抑制部 1 5 0 は、漏れ抑制処理を中止する（S 3 4 6）。

40

【 0 1 5 3 】

本発明は上述の実施の形態に限定されるものではなく、実施の形態の各要素を適宜組み合わせただけのも、本発明の実施の形態として有効である。また、当業者の知識に基づいて各種の設計変更等の変形を実施の形態に対して加えることも可能であり、そのような変形

50

が加えられた実施の形態も本発明の範囲に含まれる。

【0154】

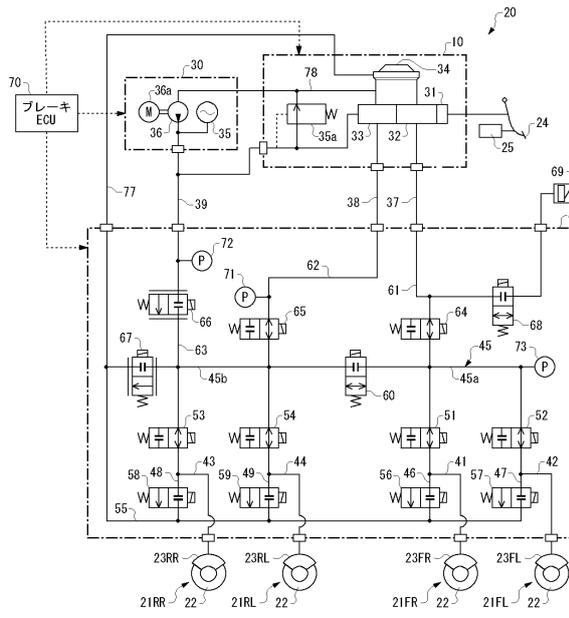
たとえば図14において、走行モード判定処理を説明したが、この判定処理は、漏れ抑制処理を実行するための条件として利用されるだけでなく、マスタカット弁64の閉鎖後に漏れ抑制処理を中止するための条件として利用されてもよい。

【産業上の利用可能性】

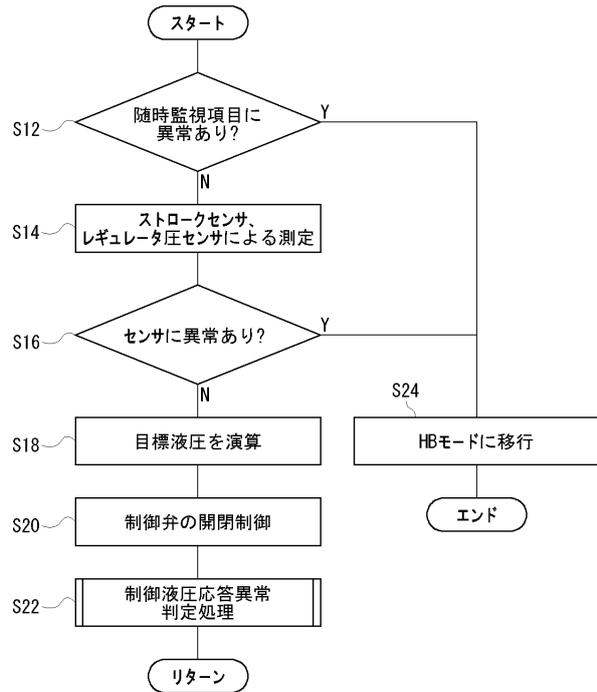
【0155】

本発明は、ブレーキ制御の分野において利用可能である。

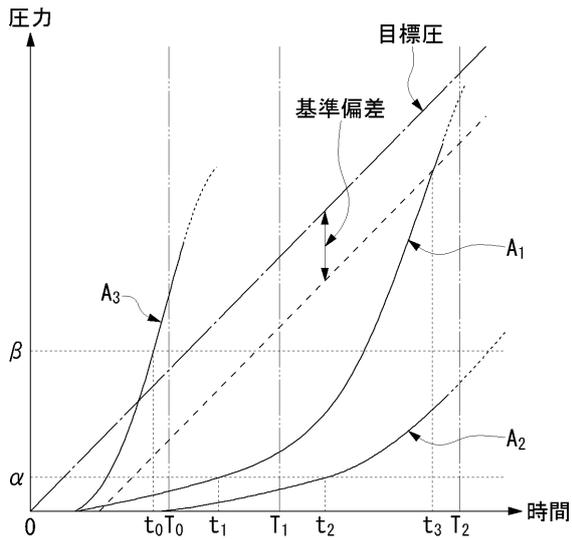
【図1】



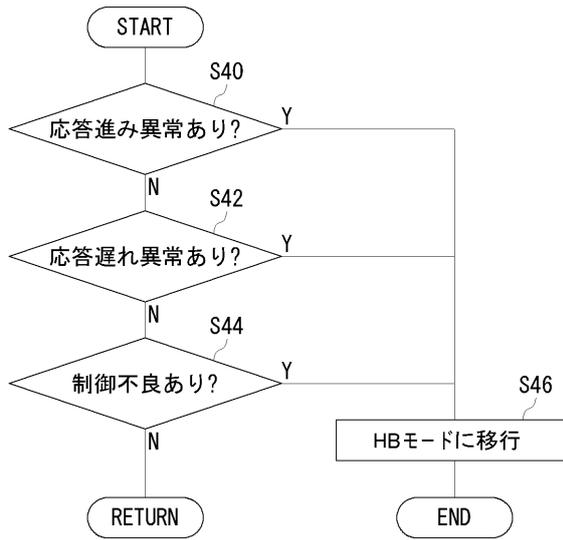
【図2】



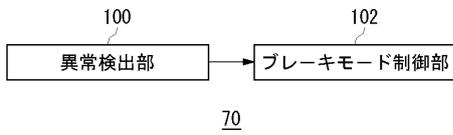
【図3】



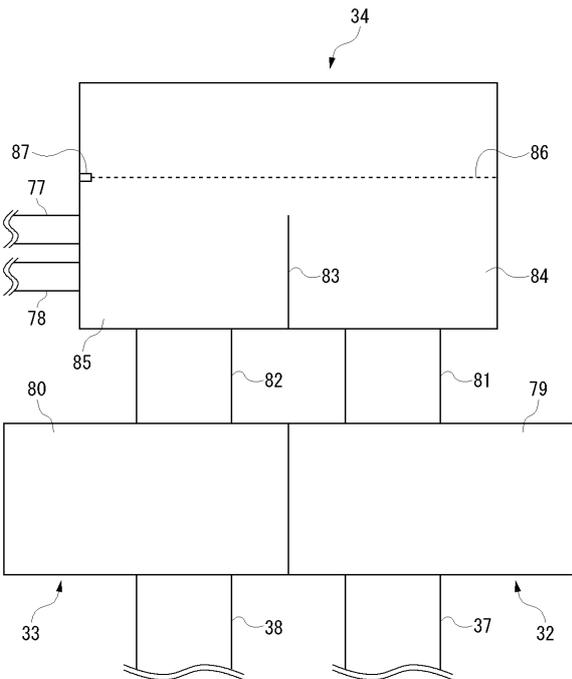
【図4】



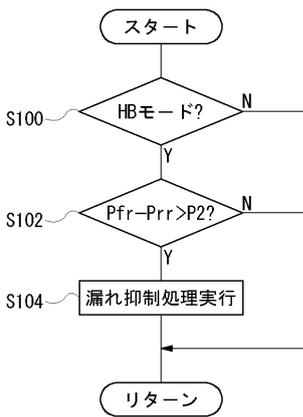
【図5】



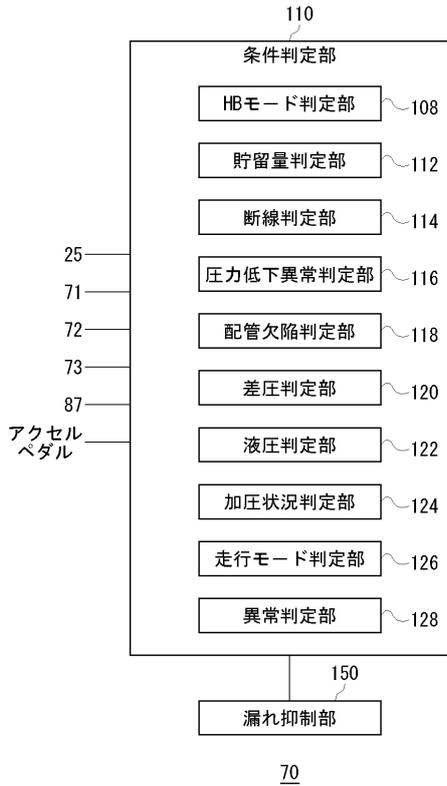
【図6】



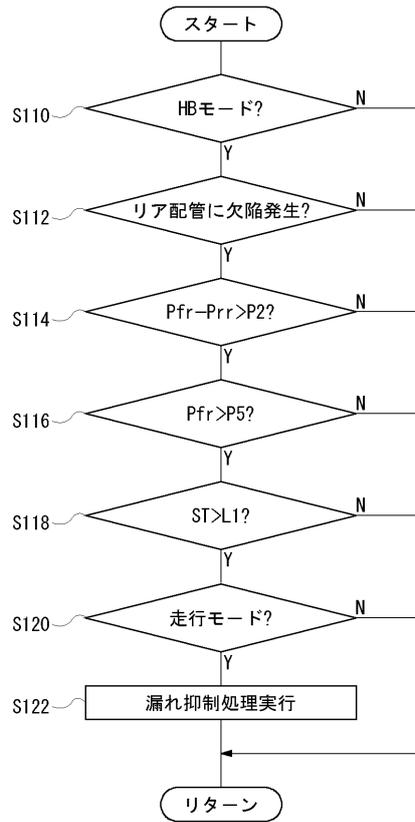
【図7】



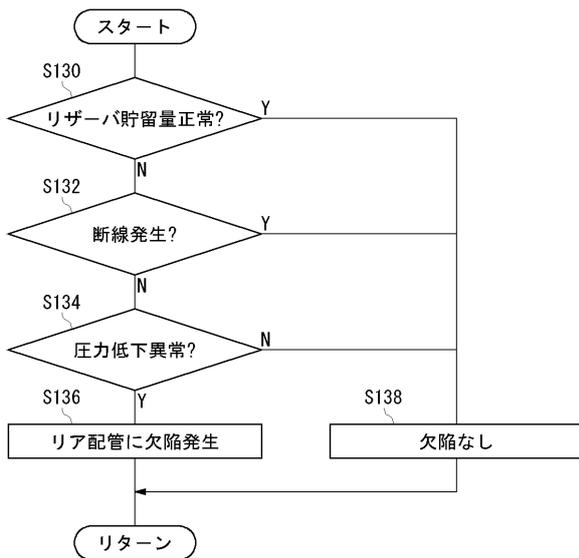
【図8】



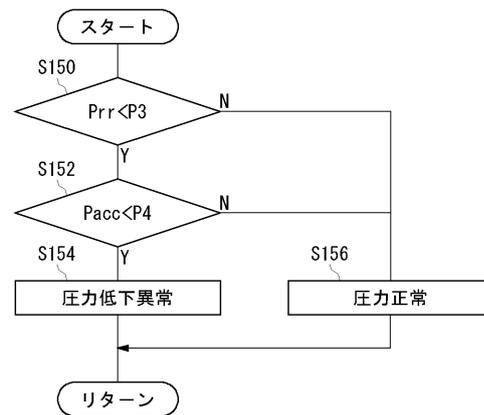
【図9】



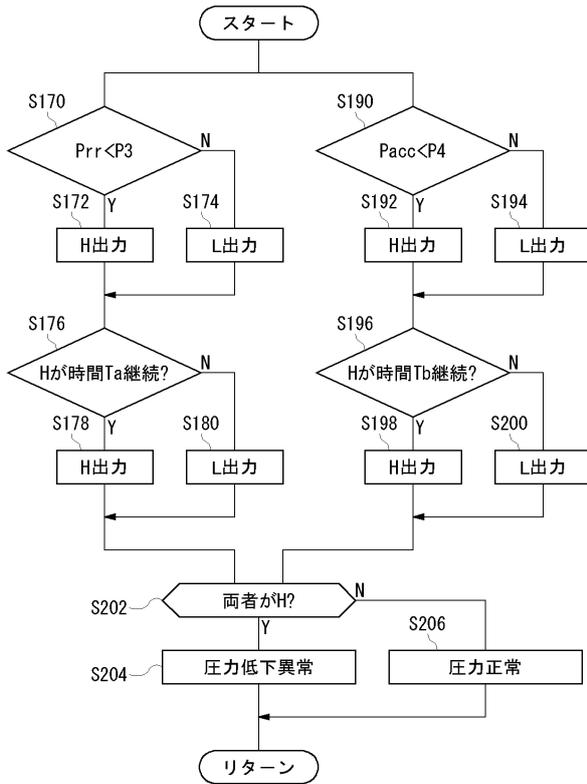
【図10】



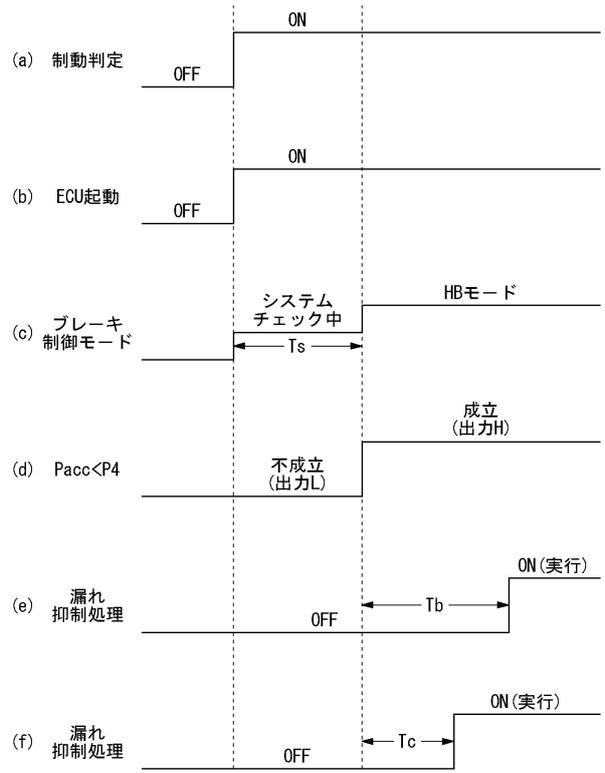
【図11】



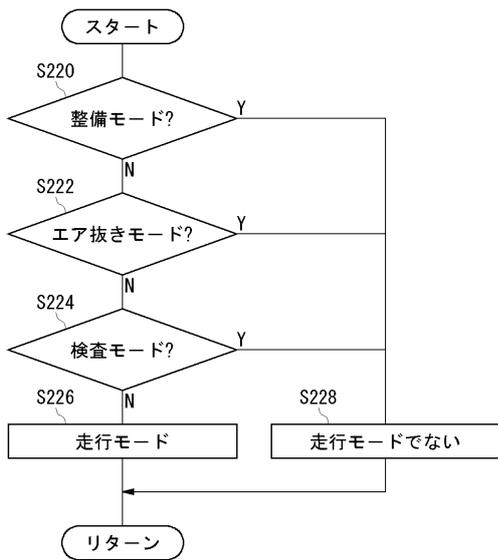
【図12】



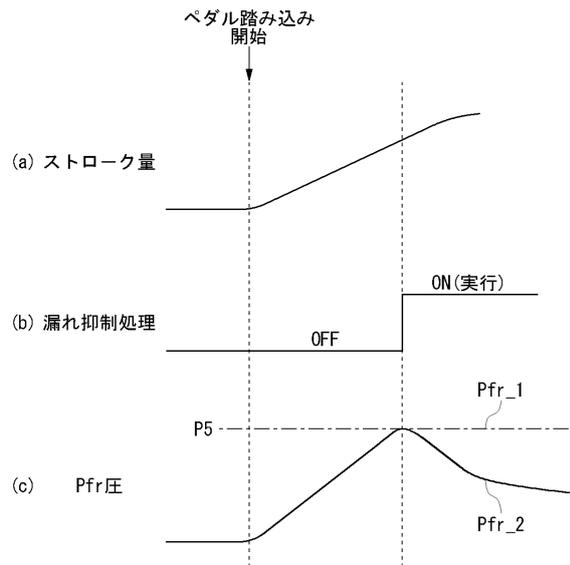
【図13】



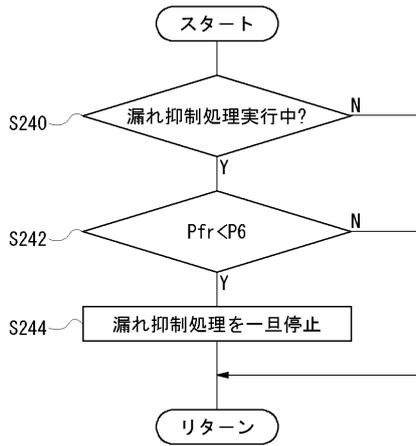
【図14】



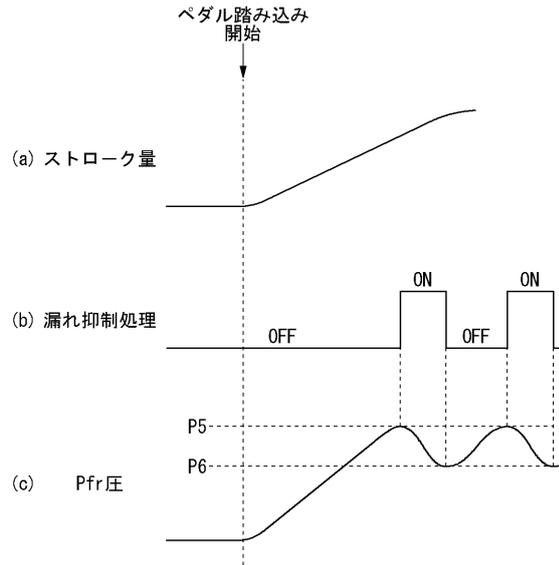
【図15】



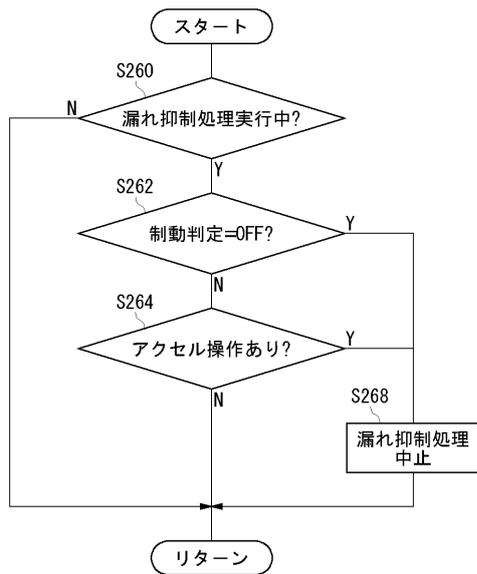
【図16】



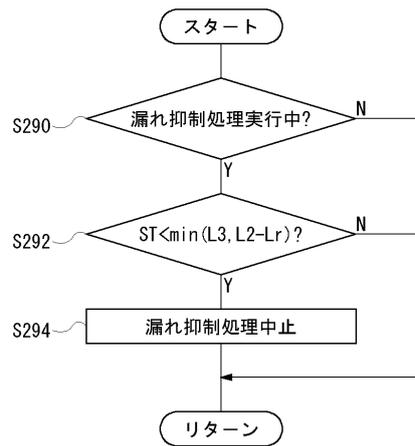
【図17】



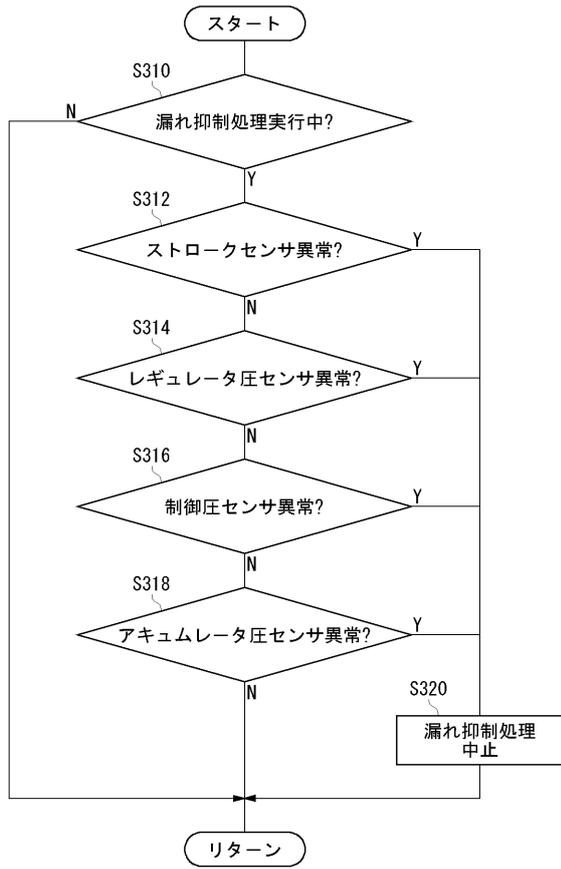
【図18】



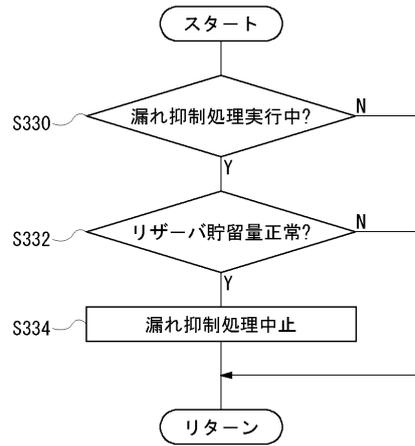
【図19】



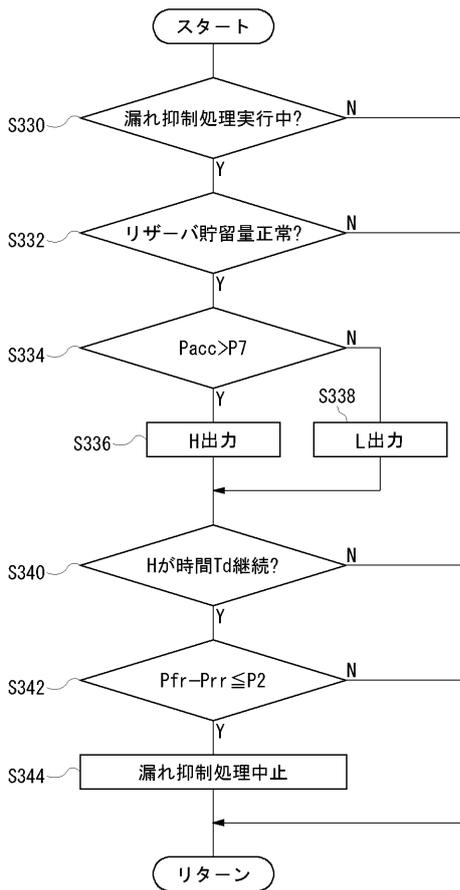
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

- (72)発明者 中村 栄治
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 岡野 隆宏
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 塚原 一久

- (56)参考文献 特開平11-115740(JP,A)
特開2008-179228(JP,A)
特開平3-45455(JP,A)
特開2007-131247(JP,A)
特開2008-222169(JP,A)
特開2007-203859(JP,A)
実開平4-11982(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B60T 7/12-8/1769、8/32-8/96、
15/00-17/22