

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5792685号  
(P5792685)

(45) 発行日 平成27年10月14日 (2015. 10. 14)

(24) 登録日 平成27年8月14日 (2015. 8. 14)

(51) Int. Cl.		F 1			
<b>B 6 0 T</b>	<b>8/17</b>	<b>(2006. 01)</b>	<b>B 6 0 T</b>	<b>8/17</b>	<b>A</b>
<b>B 6 0 T</b>	<b>8/36</b>	<b>(2006. 01)</b>	<b>B 6 0 T</b>	<b>8/36</b>	
<b>B 6 0 T</b>	<b>13/68</b>	<b>(2006. 01)</b>	<b>B 6 0 T</b>	<b>13/68</b>	

請求項の数 5 (全 41 頁)

(21) 出願番号	特願2012-140603 (P2012-140603)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成24年6月22日 (2012. 6. 22)	(73) 特許権者	301065892 株式会社アドヴィックス 愛知県刈谷市昭和町2丁目1番地
(65) 公開番号	特開2014-4880 (P2014-4880A)	(74) 代理人	110000969 特許業務法人中部国際特許事務所
(43) 公開日	平成26年1月16日 (2014. 1. 16)	(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
審査請求日	平成26年4月15日 (2014. 4. 15)	(72) 発明者	神谷 雄介 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】 液圧ブレーキシシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両を制動するための液圧ブレーキシシステムであって、  
 高圧の作動液を供給する高圧源装置と、  
 その高圧源装置から供給される作動液の圧力を調整圧に調整する電磁式の増圧リニア弁および減圧リニア弁と、

車輪に設けられ、前記調整圧若しくは前記調整圧に応じた圧力の作動液を受け入れて、その受け入れた作動液の圧力に応じた大きさのブレーキ力を発生させるブレーキ装置と、  
 ブレーキ力を指標するブレーキ力指標を検出するブレーキ力指標検出器と、

前記増圧リニア弁および減圧リニア弁に供給する励磁電流を制御することで前記ブレーキ装置が発生させるブレーキ力を制御する制御装置と  
 を備え、

その制御装置が、

(a) 前記ブレーキ力指標検出器によって検出された実際のブレーキ力指標の、制御におけるブレーキ力指標の目標である目標ブレーキ力指標に対する偏差に基づいて、その偏差をなくすべく前記増圧リニア弁および前記減圧リニア弁の各々に供給される励磁電流の成分であるフィードバック成分を決定し、そのフィードバック成分を含む励磁電流を、前記増圧リニア弁および前記減圧リニア弁の各々に供給するフィードバック制御と、(b)前記目標ブレーキ力指標に基づいて、前記増圧リニア弁および前記減圧リニア弁の各々を開弁状態と閉弁状態との境目となる弁開閉均衡状態とするべくそれら増圧リニア弁および減圧

リニア弁の各々に供給される励磁電流の成分であるフィードフォワード成分を決定し、そのフィードフォワード成分からなる励磁電流を、前記増圧リニア弁および前記減圧リニア弁の各々に供給するフィードフォワード制御とを選択的に実行可能に構成され、かつ、

前記フィードフォワード制御を実行する際、前記増圧リニア弁と前記減圧リニア弁との少なくとも一方に供給される励磁電流を、予め設定されているところの弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係に従って前記フィードフォワード成分を決定した場合の励磁電流より、ブレーキ力が大きくなる側にシフトさせた値に決定するように構成され、さらに、

前記フィードフォワード制御において、ブレーキ力が設定程度を超えて大きいか否かを判断し、大きいと判断された場合に、前記増圧リニア弁と前記減圧リニア弁との前記少なくとも一方に供給される励磁電流を、ブレーキ力が小さくなる側にシフトさせた値に変更するように構成された液圧ブレーキシステム。

10

【請求項 2】

前記制御装置が、

通常時に、前記フィードバック制御を実行し、前記ブレーキ力指標検出器が失陥した場合に、前記フィードフォワード制御を実行するように構成された請求項 1 に記載の液圧ブレーキシステム。

【請求項 3】

前記制御装置が、

前記フィードフォワード制御において、前記増圧リニア弁と前記減圧リニア弁との前記少なくとも一方に供給される励磁電流をブレーキ力が小さくなる側にシフトさせた値に変更する際、ブレーキ力が大きくなる側にシフトさせた電流量より小さい電流量だけシフトさせた値に変更するように構成された請求項 1 または請求項 2 に記載の液圧ブレーキシステム。

20

【請求項 4】

前記制御装置が、

前記フィードフォワード制御において、ブレーキ力が設定程度を超えて大きいか否かを、前記高圧源装置から供給される作動液の圧力の変化に基づいて判断するように構成された請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 つに記載の液圧ブレーキシステム。

【請求項 5】

前記制御装置が、

i) 前記フィードバック制御において、実際の前記弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係の前記予め設定されている関係からのズレを検出するように構成されるとともに、前記フィードフォワード制御を実行する際、前記増圧リニア弁と前記減圧リニア弁との前記少なくとも一方に供給される励磁電流を、前記検出したズレが発生するときの前記弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係に従って前記フィードフォワード成分を決定した場合の励磁電流となるように決定するように構成されたことと、

30

ii) 前記予め設定されている弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係が、予め設定された規格幅内のものとされている場合において、前記フィードフォワード制御を実行する際、前記増圧リニア弁と前記減圧リニア弁との前記少なくとも一方に供給される励磁電流を、(a)前記規格幅内においてブレーキ力が小さい側の限度となる関係、若しくは、(b)前記規格幅内におけるブレーキ力が小さい側の限度と大きい側の限度とのちょうど中間よりも小さい側の限度に偏った関係に従って前記フィードフォワード成分を決定した場合の励磁電流となるように決定するように構成されたことと

40

の一方を特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 つに記載の液圧ブレーキシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、車両を制動するための液圧ブレーキシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

液圧ブレーキシステムの中には、下記特許文献に記載されているように、電磁式の増圧リニア弁、減圧リニア弁によって高圧源から供給される作動液の圧力を調整し、その調整された圧力の作動液を、車輪に設けられたブレーキ装置に供給することで、ブレーキ装置が、その作動液の圧力に応じたブレーキ力を発生させるように構成されたシステムが存在する。このようなシステム、つまり、増圧リニア弁、減圧リニア弁によって調整された圧力に依存した大きさのブレーキ力を発生させるシステム（以下、「リニア弁調整型システム」という場合がある）においては、増圧リニア弁、減圧リニア弁の各々に供給される励磁電流を制御することによって、ブレーキ力が制御される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-156998号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記リニア弁調整型システムにおいて、増圧リニア弁、減圧リニア弁の励磁電流の制御の手法についての改良を行うことにより、より良好なブレーキ力の制御を行うことができ、その結果、リニア弁調整型システムの実用性を向上させることが可能となる。本発明は、そのような実情の下、実用性の高い液圧ブレーキシステムを提供することを課題とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、本発明の液圧ブレーキシステムは、高圧源装置から供給される作動液の圧力を電磁式の増圧リニア弁、減圧リニア弁によって調整し、車輪に設けられたブレーキ装置が、その調整された圧力に依存した大きさのブレーキ力を発生させるように構成されており、増圧リニア弁、減圧リニア弁へ供給する励磁電流の制御として、実際のブレーキ力指標の目標ブレーキ力指標に対する偏差に基づくフィードバック制御と、増圧リニア弁、減圧リニア弁を弁開閉均衡状態とすることによって行われる目標ブレーキ力指標に基づくフィードフォワード制御とを、選択的に実行可能とされ、かつ、フィードフォワード制御において、予め設定されているところの弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係に従った励磁電流より大きな励磁電流を、増圧リニア弁、減圧リニア弁に供給するように構成され、さらに、フィードフォワード制御において、ブレーキ力が設定程度を超えて大きいと判断された場合に、増圧リニア弁と減圧リニア弁との少なくとも一方に供給される励磁電流を、ブレーキ力が小さくなる側にシフトさせた値に変更するように構成されたことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0006】

本発明の液圧ブレーキシステムによれば、上記フィードバック制御に加え、実際のブレーキ力指標に依拠せずに行われる上記フィードフォワード制御をも実行が可能であり、また、そのフィードフォワード制御においても、十分なブレーキ力が担保される。そして、そのフィードフォワード制御においては、ブレーキ力が大きくなり過ぎた場合に、ブレーキ力が小さくなる側にフィードフォワード成分が戻されるため、適切なブレーキ力が発生させられることになる。それらのことにより、本発明の液圧ブレーキシステムは、実用性の高いシステムとなる。

40

【発明の態様】

【0007】

以下に、本願において特許請求が可能と認識されている発明（以下、「請求可能発明」

50

という場合がある)の態様をいくつか例示し、それらについて説明する。各態様は請求項と同様に、項に区分し、各項に番号を付し、必要に応じて他の項の番号を引用する形式で記載する。これは、あくまでも請求可能発明の理解を容易にするためであり、それらの発明を構成する構成要素の組み合わせを、以下の各項に記載されたものに限定する趣旨ではない。つまり、請求可能発明は、各項に付随する記載、実施例の記載等を参酌して解釈されるべきであり、その解釈に従う限りにおいて、各項の態様にさらに他の構成要素を付加した態様も、また、各項の態様から何某かの構成要素を削除した態様も、請求可能発明の一態様となり得るのである。そして、請求可能発明のうちのいくつかのものが請求項に記載された発明に相当する。

【0008】

なお、以下の各項において、(1)項と(9)項とを合わせたものが請求項1に、(3)項が請求項2に、(10)項が請求項3に、(11)項が請求項4に、(4)項と(5)項と(6)項とを選択的に合わせたものが請求項5に、それぞれ相当する。

【0009】

基本的態様

(1)車両を制動するための液圧ブレーキシステムであって、

高圧の作動液を供給する高圧源装置と、

その高圧源装置から供給される作動液の圧力を調整圧に調整する電磁式の増圧リニア弁および減圧リニア弁と、

車輪に設けられ、前記調整圧若しくは前記調整圧に応じた圧力の作動液を受け入れて、その受け入れた作動液の圧力に応じた大きさのブレーキ力を発生させるブレーキ装置と、

ブレーキ力を指標するブレーキ力指標を検出するブレーキ力指標検出器と、

前記増圧リニア弁および減圧リニア弁に供給する励磁電流を制御することで前記ブレーキ装置が発生させるブレーキ力を制御する制御装置と

を備え、

その制御装置が、

(a)前記ブレーキ力指標検出器によって検出された実際のブレーキ力指標の、制御におけるブレーキ力指標の目標である目標ブレーキ力指標に対する偏差に基づいて、その偏差をなくすべく前記増圧リニア弁および前記減圧リニア弁の各々に供給される励磁電流の成分であるフィードバック成分を決定し、そのフィードバック成分を含む励磁電流を、前記増圧リニア弁および前記減圧リニア弁の各々に供給するフィードバック制御と、(b)前記目標ブレーキ力指標に基づいて、前記増圧リニア弁および前記減圧リニア弁の各々を開弁状態と閉弁状態との境目となる弁開閉均衡状態とすべくそれら増圧リニア弁および減圧リニア弁の各々に供給される励磁電流の成分であるフィードフォワード成分を決定し、そのフィードフォワード成分からなる励磁電流を、前記増圧リニア弁および前記減圧リニア弁の各々に供給するフィードフォワード制御とを選択的に実行可能に構成され、かつ、

前記フィードフォワード制御を実行する際、前記増圧リニア弁と前記減圧リニア弁との少なくとも一方に供給される励磁電流を、予め設定されているところの弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係に従って前記フィードフォワード成分を決定した場合の励磁電流より、ブレーキ力が大きくなる側にシフトさせた値に決定するように構成された液圧ブレーキシステム。

【0010】

本態様のシステムは、端的に言えば、上記ブレーキ装置が、上記電磁式の増圧リニア弁と減圧リニア弁とによって調整された作動液の圧力に依存した大きさのブレーキ力を発生させるシステムである。本態様のシステムは、例えば、高圧源である高圧源装置と低圧源との間に、増圧リニア弁と減圧リニア弁とを直列に配置し、それら2つのリニア弁の間の作動液の圧力が、それら2つのリニア弁によって調整されるように構成することができる。本態様のシステムは、増圧リニア弁と減圧リニア弁とによって調整された圧力(以下、「調整圧」と言う場合がある)の作動液が、直接的にブレーキ装置に供給されるような構成のものであってもよく、また、後に説明するように、調整圧とされた作動液が、調圧器

10

20

30

40

50

若しくはマスタシリンダ装置に供給され、その調整圧に応じた圧力の作動液が、それら調圧器若しくはマスタシリンダ装置からブレーキ装置に供給されるような構成のものであってもよい。さらに、調整圧とされた作動液が調圧器に供給され、その調整圧に応じた圧力の作動液が、その調圧器からマスタシリンダ装置に供給され、その作動液の圧力に応じた圧力に加圧された作動液が、マスタシリンダ装置からブレーキ装置に供給されるような構成のものであってもよい。

#### 【0011】

本態様における「ブレーキ力指標」は、ブレーキ装置が発生させるブレーキ力、詳しくは、そのブレーキ力の大きさを直接的若しくは間接的に表わすものと考えることができる。本態様では、ブレーキ装置が発生させるブレーキ力そのものをブレーキ力指標として採用してもよく、ブレーキ装置に供給される作動液の圧力を採用してもよい。具体的には、上記調整圧の作動液が直接ブレーキ装置に導入されるようなシステムの場合、調整圧そのものであってもよい。また、マスタシリンダ装置を有してそのマスタシリンダ装置から供給される作動液がブレーキ装置に供給されるようなシステムの場合、そのマスタシリンダ装置から供給される作動液の圧力（以下、「マスタ圧」と言う場合がある）を、ブレーキ力指標として採用することができる。また、当該システムが、上記高圧源装置から供給された作動液を調圧して供給する調圧器を有して、ブレーキ装置がその調圧器から供給される作動液の圧力に応じた大きさのブレーキ力が発生させるようなシステムの場合は、その調圧器から供給される作動液の圧力（以下、「調圧器供給圧」と言う場合がある）を、ブレーキ力指標として採用することも可能である。さらに、調圧器が、自身から供給される作動液の圧力を、自身に導入されるパイロット圧に応じて調圧するように構成された調圧器を有している場合には、そのパイロット圧を、ブレーキ力指標として採用することも可能である。ちなみに、そのパイロット圧として上記調整圧が導入される場合には、その調整圧が、ブレーキ力指標となる。なお、ブレーキ力指標として、上記調整圧、マスタ圧、調圧器供給圧、パイロット圧等の作動液の圧力を採用する場合、上記「ブレーキ力指標検出器」として、それらの圧力を検出する液圧センサを採用すればよい。

#### 【0012】

上記「目標ブレーキ力指標」は、ブレーキ力を制御するための目標であり、ブレーキ装置が発生させるべきブレーキ力である目標ブレーキ力に対応する値のブレーキ力指標となる。具体的には、ブレーキ力指標として、上記調整圧、マスタ圧、調圧器供給圧、パイロット圧等の作動液の圧力を採用する場合、それぞれ、目標調整圧、目標マスタ圧、目標調圧器供給圧、目標パイロット圧等となる。目標ブレーキ力指標は、ブレーキ操作の程度に基づいて決定することが可能である。詳しく言えば、当該システムが、運転者によってブレーキ操作がなされるブレーキペダル等のブレーキ操作部材を備える場合、そのブレーキ操作部材の操作量であるブレーキ操作量、そのブレーキ操作部材に加えられる運転者の操作力であるブレーキ操作力等に基づいて決定することが可能である。なお、当該液圧ブレーキシステムが、ハイブリッド車両等の回生ブレーキシステムを搭載する車両である場合には、その回生ブレーキシステムが発生させるブレーキ力である回生ブレーキ力を考慮して、目標ブレーキ力指標を決定してもよい。

#### 【0013】

本態様のシステムでは、増圧リニア弁、減圧リニア弁に供給される励磁電流の制御に関して、上記フィードバック制御と、上記フィードフォワード制御との両方を、選択的に実行可能とされている。平たく言えば、フィードバック制御は、目標ブレーキ力指標と実際のブレーキ力指標との両者に基づく制御であり、フィードフォワード制御は、実際のブレーキ力指標に基づかず目標ブレーキ力指標に基づく制御である。本システムは、2つの制御を実行可能とされていることから、車両の状態、車両の走行している状況等に応じて、適切な制御を選択して実行することができる。後に説明するように、例えば、上記ブレーキ力指標検出器の失陥等によって、実際のブレーキ力指標に基づく制御が実行できないときに、上記フィードフォワード制御を行うといった制御の選択が可能となるのである。なお、フィードバック制御において採用されるブレーキ力指標と、フィードフォワード制御

10

20

30

40

50

において採用されるブレーキ指標は、互いに異なるものであってもよい。具体的に言えば、調圧器を備えたシステムの場合、フィードバック制御において上記調圧器供給圧に基づく制御を行い、フィードフォワード制御において上記パイロット圧（調整圧）に基づく制御を行うといったことも可能である。

【 0 0 1 4 】

後に詳しく説明するが、一般的な増圧リニア弁，減圧リニア弁は、ばね等の弾性付勢機構による弾性付勢力，差圧作用力，電磁作用力によって、開弁のし易さである開弁度（開弁のし易さである閉弁度），開弁圧（閉弁圧）が決まる。そして、それらの力がちょうどバランスした状態で、開弁状態と閉弁状態との境、つまり、上記弁開閉均衡状態となる。この状態とするための励磁電流の成分が、上記フィードフォワード成分である。なお、以下、弁開閉均衡状態にある増圧リニア弁の下流側の圧力，減圧リニア弁の上流側の圧力を、つまり、弁開閉均衡状態における調整圧を、開弁状態と閉弁状態とが均衡している圧力という意味で、「開閉均衡圧」と呼ぶ場合があることとする。

10

【 0 0 1 5 】

より具体的に言えば、上記弾性付勢力は、増圧リニア弁，減圧リニア弁に固有の力であり、上記差圧作用力は、増圧リニア弁の場合は、高圧源装置から供給される作動液の圧力（以下、「高圧源圧」と言う場合がある）と調整圧とに依存して決まり、ブレーキ力指標と調整圧とは対応する関係にあることから、高圧源圧とブレーキ力指標とによって決まると考えることができる。一方、減圧リニア弁の場合は、低圧源の圧力（以下、「低圧源圧」と言う場合がある）と調整圧とに依存して決まるため、低圧源圧とブレーキ力指標とによって決まると考えることができる。先に説明したように、弾性付勢力，差圧作用力，電磁作用力がバランスした状態において弁開閉均衡状態となり、また、電磁作用力は励磁電流に依存することから、弁開閉均衡状態において、ブレーキ力指標と励磁電流とは、相互に関係している。この弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係（以下、「相互関係」と言う場合がある）に従うことで、増圧リニア弁，減圧リニア弁の各々に供給すべきフィードフォワード成分を決定することができるのである。ちなみに、弁開閉均衡状態における上記相互関係は、増圧リニア弁，減圧リニア弁の上記弾性付勢力等に基づいて、予め設定しておくことが可能である。

20

【 0 0 1 6 】

一般的なフィードフォワード制御では、例えば、目標ブレーキ力指標に基づいて差圧作用力を決定することができる。具体的には、目標ブレーキ力指標に対応する調整圧が開閉均衡圧となる状態における差圧作用力を決定し、その決定した差圧作用力に基づいて、励磁電流を決定することができるのである。つまり、フィードフォワード成分は、目標ブレーキ力指標に基づき、弁開閉均衡状態における上記相互関係に従って決定することができるのである。フィードバック制御は、上記フィードバック成分に依拠した制御であるため、ブレーキ力の目標ブレーキ力への追従性が良好であり、比較的精度良くブレーキ力の制御ができるが、フィードフォワード制御は、フィードバック成分に依拠した制御ではないため、ブレーキ力の精度の点では、フィードバック制御に劣るものとなる。特に、増圧リニア弁，減圧リニア弁の経時的若しくは経年的な特性の変化等によって、上述した弁開閉均衡状態における相互関係も変化し、車両製造時，車両出荷時等において予め設定されている関係に従って、フィードフォワード成分を決定する場合、ブレーキ力の精度は、相当に低下することも予測される。つまり、ブレーキ装置によって発生させられるブレーキ力が、発生させるべきブレーキ力から相当にズレる可能性があるため、その結果、ブレーキ力不足となる可能性があるためである。

30

40

【 0 0 1 7 】

本態様のシステムにおけるフィードフォワード制御は、上記ブレーキ力不足の可能性を考慮して、増圧リニア弁，減圧リニア弁の少なくともいずれかに供給される励磁電流を、予め設定されている上記弁開閉均衡状態における相互関係に従ってフィードフォワード成分が決定された場合の励磁電流ではなく、その励磁電流によって発生させられるブレーキ力よりも大きなブレーキ力が発生させられるような励磁電流に決定するように構成されて

50

いる。そのことにより、本態様のシステムでは、フィードフォワード制御下においても、充分なるブレーキ力が担保されることになる。なお、励磁電流の増加によって上記開閉均衡圧が高くなるか低くなるかは、増圧リニア弁、減圧リニア弁の構造によって決まり、高くなるリニア弁もあり、低くなるリニア弁もある。したがって、ブレーキ力が大きくなる側への励磁電流のシフトは、増圧リニア弁、減圧リニア弁の構造に依存しており、励磁電流を増加させる場合もあり、減少させる場合もある。

【0018】

本態様のシステムにおいて、増圧リニア弁、減圧リニア弁の各々について、フィードバック制御、フィードフォワード制御は、必ずしも、ブレーキ力が増加する過程（以下、「ブレーキ力増加過程」という場合がある）、ブレーキ力が維持される過程（以下、「ブレーキ力維持過程」という場合がある）、ブレーキ力が減少する過程（以下、「ブレーキ力減少過程」という場合がある）のすべてについて行われることを要しない。つまり、ブレーキ操作におけるそれらのいずれかの過程において、増圧リニア弁、減圧リニア弁の少なくとも一方について、そのいずれかの過程と異なる過程と同様のフィードバック制御、フィードフォワード制御が行われなくてもよく、また、フィードバック制御、フィードフォワード制御自体が行われなくてもよいのである。具体的に言えば、例えば、ブレーキ力減少過程において、増圧リニア弁に対して、増圧リニア弁が常に閉弁状態となるような励磁電流を供給する若しくは常に閉弁状態となるように励磁電流を供給しないようにしてもよく、ブレーキ力増加過程において、減圧リニア弁に対して、減圧リニア弁が常に閉弁状態となるような励磁電流を供給する若しくは常に閉弁状態となるように励磁電流を供給しないようにしてもよいのである。また、例えば、ブレーキ力維持過程において、増圧リニア弁、減圧リニア弁の少なくとも一方に対して、ブレーキ力増加過程若しくはブレーキ力減少過程における励磁電流よりもあるマージン分だけ大きい若しくは小さい励磁電流を供給するようにしてもよいのである。

【0019】

制御のバリエーション

以下のいくつかの項は、フィードフォワード制御、フィードバック制御のバリエーションに関する項である。

【0020】

(2) 前記制御装置が、

前記フィードバック制御において、前記ブレーキ力指標検出器によって検出された実際のブレーキ力指標に基づいて、前記予め設定されているところの弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係に従った励磁電流を、前記フィードフォワード成分として決定し、そのフィードフォワード成分と前記フィードバック成分とを合わせた励磁電流を、前記増圧リニア弁および前記減圧リニア弁の各々に供給するように構成された(1)項に記載の液圧ブレーキシステム。

【0021】

本態様のシステムでは、フィードバック制御において、増圧リニア弁、減圧リニア弁の各々に、フィードフォワード成分に上述のフィードバック成分を加えた励磁電流が供給される。つまり、フィードバック制御の手法と、フィードフォワード制御の手法との両方に従って、励磁電流が決定され、その決定された励磁電流が供給される。したがって、本態様におけるフィードバック制御によれば、相当に良好なブレーキ力の制御が可能となる。

【0022】

なお、本態様におけるフィードバック制御で決定されるフィードフォワード成分は、フィードフォワード制御で決定されるフィードフォワード成分と異なり、ブレーキ力指標検出器によって検出された実際のブレーキ力指標に基づいて、上述したところの、予め設定されている上記弁開閉均衡状態における相互関係に従って決定される。具体的には、例えば、フィードフォワード制御における場合と同様の手法によって、実際のブレーキ力指標に対応する調整圧が開閉均衡圧となる状態における差圧作用力を決定し、その決定した差圧作用力に基づいて、フィードフォワード成分を決定することができる。

## 【 0 0 2 3 】

( 3 ) 前記制御装置が、

通常時に、前記フィードバック制御を実行し、前記ブレーキ力指標検出器が失陥した場合に、前記フィードフォワード制御を実行するように構成された(1)項または(2)項に記載の液圧ブレーキシステム。

## 【 0 0 2 4 】

先に説明したように、ブレーキ力指標検出器が失陥した場合には、実際のブレーキ力指標を検出することができず、ブレーキ力を比較的精度良く制御可能なフィードバック制御が実行し得ない。本態様によれば、ブレーキ力指標検出器が失陥した場合であっても、上記フィードフォワード制御の実行によってブレーキ力を発生させることができるため、フェールセーフの観点において優れたシステムが構築されることになる。

10

## 【 0 0 2 5 】

フィードフォワード成分のシフトに関する限定

以下のいくつかの項は、フィードフォワード制御におけるフィードフォワード成分の上記シフトに関する限定を加えた態様を記載した項である。

## 【 0 0 2 6 】

( 4 ) 前記制御装置が、

前記フィードバック制御において、実際の前記弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係の前記予め設定されている関係からのズレを検出するように構成され、

20

前記フィードフォワード制御を実行する際、前記増圧リニア弁と前記減圧リニア弁との前記少なくとも一方に供給される励磁電流を、前記検出したズレが発生するときの前記弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係に従って前記フィードフォワード成分を決定した場合の励磁電流となるように決定するように構成された(1)項ないし(3)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキシステム。

## 【 0 0 2 7 】

本態様によれば、フィードバック制御において実際に取得された上記相互関係のズレに基づいてフィードフォワード制御が実行されることから、フィードフォワード制御において、比較的精度良くブレーキ力を制御することが可能となる。なお、定期的若しくは逐次ズレが検出されるような場合には、検出されたズレの中において、最も大きなズレを特定し、その特定されたズレが発生する場合の上記相互関係に従ってフィードフォワード成分を決定するようにしてもよい。

30

## 【 0 0 2 8 】

( 5 ) 前記予め設定されている弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係が、予め設定された規格幅内のものとされており、前記制御装置が、

前記フィードフォワード制御を実行する際、前記増圧リニア弁と前記減圧リニア弁との前記少なくとも一方に供給される励磁電流を、前記規格幅内においてブレーキ力が小さい側の限度となる関係に従って前記フィードフォワード成分を決定した場合の励磁電流となるように決定するように構成された(1)項ないし(3)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキシステム。

40

## 【 0 0 2 9 】

一般的に、増圧リニア弁、減圧リニア弁の特性のバラつきに対しては、製造上不可避な品質のバラつき等を考慮して、ある程度の許容範囲が設けられる。この許容範囲の存在によって、増圧リニア弁、減圧リニア弁についての、上記予め設定されている弁開閉均衡状態における相互関係は、個々に異なるものの、ある幅内に収まることになる。この幅が、上記「規格幅」である。そして、その規格幅内の関係において、ある励磁電流を供給した場合に、上記開閉均衡圧が最も低くなる関係、つまり、最もブレーキ力が小さくなる関係が、上記「ブレーキ力が小さい側の限度となる関係」である。端的に言えば、本態様では、フィードフォワード制御において、その関係に従ってフィードフォワード成分が目標ブ

50

レーキ力指標に基づいて決定された場合の励磁電流、すなわち、上記増圧リニア弁、減圧リニア弁の特性の許容範囲において最も大きなブレーキ力を発生させることが可能な励磁電流が、増圧リニア弁、減圧リニア弁に供給されることになる。したがって、本態様によれば、フィードフォワード制御において、十分なブレーキ力が担保されることになる。

【0030】

(6) 前記予め設定されている弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係が、予め設定された規格幅内のものとされており、

前記制御装置が、

前記フィードフォワード制御を実行する際、前記増圧リニア弁と前記減圧リニア弁との前記少なくとも一方に供給される励磁電流を、前記規格幅内におけるブレーキ力が小さい側の限度と大きい側の限度とのちょうど中間よりも小さい側の限度に偏った関係に従って前記フィードフォワード成分を決定した場合の励磁電流となるように決定するように構成された(1)項ないし(3)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキシステム。

【0031】

本態様では、簡単に言えば、目標ブレーキ力指標に基づき、フィードフォワード成分が上記規格幅の中心よりもブレーキ力が小さい側の限度寄りの関係に従って決定された場合の励磁電流が決定され、その結果、フィードフォワード制御において、比較的大きなブレーキ力を発生させることが可能な励磁電流が、増圧リニア弁、減圧リニア弁に供給されることになる。したがって、本態様によれば、ある程度十分なブレーキ力が担保されることになる。

【0032】

(7) 前記制御装置が、

前記フィードフォワード制御を実行する際、前記増圧リニア弁と前記減圧リニア弁との少なくとも一方に供給される励磁電流を、前記予め設定されているところの弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係に従って前記フィードフォワード成分を決定した場合の励磁電流より、一定電流量だけブレーキ力が大きくなる側にシフトした値に決定するように構成された液圧ブレーキシステム(1)項ないし(6)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキシステム。

【0033】

本態様では、例えば、増圧リニア弁、減圧リニア弁に供給される励磁電流が、目標ブレーキ力指標の値の如何に拘わらず、一定電流量だけ、上記予め設定されている相互関係に従ってフィードフォワード成分が決定された場合の励磁電流からシフトさせられる。従って、本態様によれば、比較的簡単な手法で、フィードフォワード制御におけるブレーキ力を担保することが可能となる。

【0034】

(8) 前記増圧リニア弁および前記減圧リニア弁が、

(A)弁座と、(B)その弁座に着座することによって閉弁状態が実現され、その弁座から離座することによって開弁状態が実現される弁子と、(C)弾性付勢力によって、その弁子を前記弁座に着座させる方向と前記弁座から離座させる方向との一方に付勢する弾性付勢機構と、(D)励磁電流が供給されることによって、電磁作用力を発生させ、前記弁子を前記弁座に着座させる方向と前記弁座から離座させる方向との他方に付勢する電磁コイルとを有し、前記弾性反力と、前記電磁力と、前記調整圧に依拠して前記弁子に作用する差圧作用力とのバランスによって、弁開閉均衡状態が実現されるように構成されており、

前記制御装置が、

前記フィードフォワード制御において、前記増圧リニア弁と前記減圧リニア弁との前記少なくとも一方に供給される励磁電流を、前記弾性付勢力を予め設定されている値とは異なる値に変更したときの弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との関係に従って前記フィードフォワード成分を決定した場合の励磁電流に決定するように構成された(1)項ないし(7)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキシステム。

【0035】

上記構成を有する増圧リニア弁，減圧リニア弁では、先に説明したように、弾性付勢力と差圧作用力と電磁作用力とのバランスによって、弁開閉均衡状態が実現される。したがって、それらの各々の力が変化することによって、上記弁開閉均衡状態におけるブレーキ力指標と励磁電流との相互関係は変化する。そして、その相互関係の経時的，経年的変化は、増圧リニア弁，減圧リニア弁に固有であるところの弾性付勢力の変化に大きく依存する。したがって、その弾性付勢力について予め設定されている値を変更した関係に従ってフィードフォワード成分が決定された場合の励磁電流が増圧リニア弁，減圧リニア弁に供給されることで、ブレーキ力を担保するための励磁電流を合理的に決定することが可能となる。

【 0 0 3 6 】

ブレーキ力が大きくなりすぎた場合の制御

上述のようにフィードフォワード成分を決定して行うフィードフォワード制御によっては、ブレーキ力が大きくなり過ぎることも考えられる。以下のいくつかの項の態様は、ブレーキ力が大きくなり過ぎた場合の処置に関する限定を加えた態様である。

【 0 0 3 7 】

( 9 ) 前記制御装置が、

前記フィードフォワード制御において、ブレーキ力が設定程度を超えて大きいか否かを判断し、大きいと判断された場合に、前記増圧リニア弁と前記減圧リニア弁との前記少なくとも一方に供給される励磁電流を、ブレーキ力が小さくなる側にシフトさせた値に変更するように構成された(1)項ないし(8)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキシステム。

【 0 0 3 8 】

本態様では、ブレーキ力が大きくなり過ぎた場合に、ブレーキ力が小さくなる側にフィードフォワード成分が戻される。つまり、逆の側にシフトさせられる。簡単に言えば、例えば、励磁電流が、予め設定されている上記相互関係に従って決定されるフィードフォワード成分の側に変更されることになる。それによって、フィードフォワード制御において、適切なブレーキ力が発生させられることになる。

【 0 0 3 9 】

( 1 0 ) 前記制御装置が、

前記フィードフォワード制御において、前記増圧リニア弁と前記減圧リニア弁との前記少なくとも一方に供給される励磁電流をブレーキ力が小さくなる側にシフトさせた値に変更する際、ブレーキ力が大きくなる側にシフトさせた電流量より小さい電流量だけシフトさせた値に変更するように構成された(9)項に記載の液圧ブレーキシステム。

【 0 0 4 0 】

本態様では、簡単に言えば、少ない電流量だけ戻す、つまり、逆にシフトさせるようにして、励磁電流が決定される。上記設定程度を超えなくなるまで、複数回戻すような構成とすれば、フィードフォワード成分は、徐々に、適正なブレーキ力を発生させる値に近づいていくことになる。

【 0 0 4 1 】

( 1 1 ) 前記制御装置が、

前記フィードフォワード制御において、ブレーキ力が設定程度を超えて大きいか否かを、前記高圧源装置から供給される作動液の圧力の変化に基づいて判断するように構成された(9)項または(10)項に記載の液圧ブレーキシステム。

【 0 0 4 2 】

後に説明するように、高圧源装置から供給される作動液を、その圧力を増圧リニア弁，減圧リニア弁で調整して、ブレーキ装置若しくはマスタシリンダ装置に供給するように構成されたシステムや、高圧源装置から供給される作動液を、増圧リニア弁，減圧リニア弁で調整した圧力である調整圧に応じた圧力に調圧する調圧器を備え、その調圧器からの作動液を、ブレーキ装置若しくはマスタシリンダ装置に供給するように構成されたシステムでは、例えば、ブレーキ力増加過程において、ブレーキ力の増加につれて高圧源装置から供給される作動液の圧力である高圧源圧が低下する。また、後に説明するように、プレ

10

20

30

40

50

ブレーキ減少過程においては、増圧リニア弁が弁開閉均衡状態にあるときに、減圧リニア弁によって調整圧を降下させれば、その降下によって、高圧源装置からの作動液が増圧リニア弁を通過する。その通過により、高圧源圧が低下する。本態様は、フィードフォワード制御において、そのような事象を利用し、高圧源圧の変化に基づいて、ブレーキ力が設定程度を超えて大きいかが否か、すなわち、適切な励磁電流が増圧リニア弁、減圧リニア弁に供給されているか否かを判断するように構成されている。本態様によれば、例えば、システムに備わっている高圧源圧センサを利用することによって、ブレーキ力が設定程度を超えているか否かを、簡便に判断することが可能である。

【 0 0 4 3 】

液圧ブレーキシステムのハード構成に関するバリエーション

10

以下のいくつかの項の態様は、システムのハード構成に種々の限定を加えた態様である。

【 0 0 4 4 】

( 1 2 ) 当該液圧ブレーキシステムが、

パイロット室を有し、前記高圧源装置から供給される作動液を、そのパイロット室の作動液の圧力に応じた圧力に調整して供給する調圧器を備え、

前記増圧リニア弁が、前記高圧源装置と前記パイロット室との間に配設されて、前記パイロット室の作動液の圧力を増圧するとともに、前記減圧リニア弁が、前記パイロット室と低圧源との間に配設されて、前記パイロット室の作動液の圧力を減圧することで、そのパイロット室の作動液の圧力を前記調整圧に調整するように構成され、

20

前記ブレーキ装置が、前記調圧器から供給される作動液若しくはその作動液の圧力に応じた圧力の作動液を受け入れて、その受け入れた作動液の圧力に応じた大きさのブレーキ力を発生させるように構成された(1)項ないし(11)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキシステム。

【 0 0 4 5 】

上記調圧器は、いわゆるレギュレータと呼ぶことのできるものであり、本態様のシステムには、その調圧器からの作動液が直接的にブレーキ装置に供給される態様のシステムと、その調圧器からの作動液がマスタシリンダ装置に供給され、そしてその作動液の圧力に応じた圧力の作動液が、マスタシリンダ装置からブレーキ装置に供給される態様のシステムとが含まれる。本態様のシステムでは、増圧リニア弁と減圧リニア弁とによって調整圧に調整された作動液がブレーキ装置に直接的に供給されずに、その作動液は上記調圧器のパイロット室に供給される。したがって、本態様のシステムによれば、増圧リニア弁、減圧リニア弁を通過する作動液の量が比較的少なく済むため、それら増圧リニア弁、減圧リニア弁の体格を小さくでき、比較的 low コストの液圧ブレーキシステムが構築可能である。

30

【 0 0 4 6 】

( 1 3 ) 当該液圧ブレーキシステムが、

前記ブレーキ操作部材が連結され、前記調圧器からの作動液を受け入れ、前記ブレーキ操作部材に加えらるる運転者のブレーキ操作力に依存せずに前記受け入れた作動液の圧力に依存してその圧力に応じた圧力に加圧した作動液を前記ブレーキ装置に供給するマスタシリンダ装置を有し、

40

そのマスタシリンダ装置から前記ブレーキ装置に供給される作動液の圧力に応じた大きさのブレーキ力を、前記ブレーキ装置が発生させるように構成された(12)項に記載の液圧ブレーキシステム。

【 0 0 4 7 】

本態様の液圧ブレーキシステムでは、調圧器からの作動液が、直接ブレーキ装置に供給されるのではなく、マスタシリンダ装置に供給され、マスタシリンダ装置において、その作動液の圧力に依存して加圧された作動液がブレーキ装置に供給される。マスタシリンダ装置には、一般的に、ブレーキ操作が入力される。したがって、マスタシリンダ装置の構造に工夫を凝らすことによって、当該システムに何らかの失陥が生じたときにおいて、ブ

50

ブレーキ操作部材に加えられるブレーキ操作力に依存して、ブレーキ装置に供給する作動液を加圧するように構成したり、また、任意に、調圧器から供給された作動液の圧力とブレーキ操作力との両者に依存して、ブレーキ装置に供給する作動液を加圧するように構成したりすることも可能である。そのような構成のマスタシリンダ装置とすれば、本態様のシステムの実用性はさらに高くなる。なお、本態様におけるマスタシリンダ装置は、ブレーキ操作力に依存せずに調圧器から供給される作動液の圧力に依存して作動液を加圧し、その加圧された作動液がブレーキ装置に供給可能に構成されている。したがって、本態様のシステムは、ブレーキ操作に依存しない大きさのブレーキ力を発生させることができるため、回生ブレーキシステムが併用される車両に対して、好適なシステムである。

【0048】

10

(14) 当該液圧ブレーキシステムが、

前記ブレーキ操作部材が連結され、前記増圧リニア弁および前記減圧リニア弁によって前記調整圧に調整された作動液を受け入れ、前記ブレーキ操作部材に加えられる運転者のブレーキ操作力に依存せずに前記受け入れた作動液の圧力に依存してその圧力に応じた圧力に加圧した作動液を前記ブレーキ装置に供給するマスタシリンダ装置を有し、

そのマスタシリンダ装置から前記ブレーキ装置に供給される作動液の圧力に応じた大きさのブレーキ力を、前記ブレーキ装置が発生させるように構成された(1)項ないし(11)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキシステム。

【0049】

本態様の液圧ブレーキシステムでは、先の態様のシステムとは異なり、調圧器を備えておらず、増圧リニア弁、減圧リニア弁によって調整圧に調整された作動液の圧力が、マスタシリンダ装置に入力される。先の態様と同様に、マスタシリンダ装置は、ブレーキ操作力に依存して、ブレーキ装置に供給する作動液を加圧するように構成したり、また、任意に、調整圧とされて供給された作動液の圧力とブレーキ操作力との両者に依存して、ブレーキ装置に供給する作動液を加圧するように構成したりすることも可能である。また、本態様のシステムは、先の態様のシステムと同様、ブレーキ操作に依存しない大きさのブレーキ力を発生させることができるため、回生ブレーキシステムが併用される車両に対して、好適なシステムである。

20

【図面の簡単な説明】

【0050】

30

【図1】請求可能発明の実施例である液圧ブレーキシステムのハード構成を示す図である。

【図2】液圧ブレーキシステムが有する電磁式の増圧リニア弁、減圧リニア弁の構造を模式的に示す図である。

【図3】図1の液圧ブレーキシステムが備えるブレーキ電子制御ユニット( ECU )によって実行されるブレーキ制御プログラムを示すフローチャートである。

【図4】ブレーキ制御プログラムの一部を構成する高圧源制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図5】ブレーキ制御プログラムの一部を構成する通常時ブレーキ力制御ルーチンを示すフローチャートである。

40

【図6】通常時ブレーキ力制御ルーチンの一部を構成する増圧弁フィードバック制御サブルーチンを示すフローチャートである。

【図7】通常時ブレーキ力制御ルーチンの一部を構成する減圧弁フィードバック制御サブルーチンを示すフローチャートである。

【図8】増圧リニア弁、減圧リニア弁の弁開閉均衡状態におけるフィードバック成分とサーボ圧との関係を示すグラフである。

【図9】増圧リニア弁、減圧リニア弁の弁開閉均衡状態におけるフィードフォワード成分とサーボ圧との関係のズレについての学習を説明するためのグラフである。

【図10】フィードフォワード制御において増圧リニア弁、減圧リニア弁に供給される励磁電流が設定程度を超えて大きくなったことについての判断を説明するためのグラフであ

50

る。

【図 1 1】ブレーキ制御プログラムの一部を構成するサーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 1 2】サーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御ルーチンの一部を構成する初期シフト量決定サブルーチンを示すフローチャートである。

【図 1 3】サーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御ルーチンの一部を構成する第 1 シフト量変更サブルーチンを示すフローチャートである。

【図 1 4】サーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御ルーチンの一部を構成する第 2 シフト量変更サブルーチンを示すフローチャートである。

【図 1 5】サーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御ルーチンの一部を構成する第 3 シフト量変更サブルーチンを示すフローチャートである。

10

【図 1 6】サーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御ルーチンの一部を構成する増圧弁フィードフォワード制御サブルーチンを示すフローチャートである。

【図 1 7】サーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御ルーチンの一部を構成する減圧弁フィードフォワード制御サブルーチンを示すフローチャートである。

【図 1 8】ブレーキ電子制御ユニット ( E C U ) の機能を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 5 1 】

以下、請求可能発明の代表的な実施形態を、実施例として、図を参照しつつ詳しく説明する。なお、請求可能発明は、下記実施例の他、下記変形例、前記〔発明の態様〕の項に記載された態様を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した種々の態様で実施することができる。また、〔発明の態様〕の各項の説明に記載されている技術的事項を利用して、下記実施例の変形例を構成することも可能である。

20

【実施例】

【 0 0 5 2 】

液圧ブレーキシステムのハード構成

( a ) 全体構成

請求可能発明の実施例である液圧ブレーキシステムは、ブレーキオイルを作動液としてハイブリッド車両に搭載される液圧ブレーキシステムである。本液圧ブレーキシステムは、図 1 に示すように、大まかには、(A) 4 つの車輪 1 0 に設けられ、それぞれがブレーキ力を発生させる 4 つのブレーキ装置 1 2 と、(B) ブレーキ操作部材としてのブレーキペダル 1 4 の操作が入力されるとともに、加圧された作動液を各ブレーキ装置 1 2 に供給するマスタシリンダ装置 1 6 と、(C) マスタシリンダ装置 1 6 と 4 つのブレーキ装置 1 2 の間に配置されたアンチロックユニット 1 8 と、(D) 大気圧の作動液を低圧源であるリザーバ 2 0 から汲み上げて加圧することにより、高圧の作動液を供給する高圧源装置 2 2 と、(E) 高圧源装置 2 2 から供給される作動液を調圧してマスタシリンダ装置 1 6 に供給する調圧器であるレギュレータ 2 4 と、(F) レギュレータ 2 4 から供給される作動液の圧力を調整するための電磁式増圧リニア弁 2 6 および電磁式減圧リニア弁 2 8 (以下、それぞれ、単に、「増圧リニア弁 2 6 」および「減圧リニア弁 2 8 」と略す場合がある)と、(G) それらの装置、機器、弁を制御することで当該液圧ブレーキシステムの制御を司る制御装置としてのブレーキ電子制御ユニット 3 0 とを含んで構成されている。ちなみに、アンチロックユニット 1 8 (以下、「ABS ユニット 1 8 」と呼ぶ場合がある)は、図では、[ ABS ] という符号が付されている。また、増圧リニア弁 2 6 , 減圧リニア弁 2 8 は、図では、それぞれ、それらの記号標記である [ S L A ] , [ S L R ] という符号が付されている。さらに、ブレーキ電子制御ユニット 3 0 は、以下、「ブレーキ E C U 3 0 」と呼ぶ場合があり、図では、[ E C U ] という符号で表わされている。なお、4 つの車輪 1 0 は、左右前後を表わす必要がある場合に、右前輪 1 0 F R , 左前輪 1 0 F L , 右後輪 1 0 R R , 左後輪 1 0 R L と表わすこととする。また、4 つのブレーキ装置 1 2 等の構成要素も、左右前後を区別する必要がある場合に、車輪 1 0 と同様の符号を付して、1 2 F R , 1 2 F L , 1 2 R R , 1 2 R L 等と表わすこととする。

30

40

50

## 【 0 0 5 3 】

## ( b ) ブレーキ装置および A B S ユニット

各車輪 1 0 に対応して設けられたブレーキ装置 1 2 は、車輪 1 0 とともに回転するディスクロータ、キャリアに保持されたキャリパ、キャリパに保持されたホイールシリンダ、キャリパに保持されてそのホイールシリンダによって動かされることでディスクロータを挟み付けるブレーキパッド等を含んで構成されたディスクブレーキ装置である。また、A B S ユニット 1 8 は、各車輪に対応して設けられて対をなす増圧用開閉弁および減圧用開閉弁、ポンプ装置等を含んで構成されたユニットであり、スリップ現象等によって車輪 1 0 がロックした場合に作動させられて、車輪のロックが持続することを防止するための装置である。なお、ブレーキ装置 1 2、A B S ユニット 1 8 は、一般的な装置、ユニットであり、請求可能発明の特徴とは関連が小さいため、それらの構造についての詳しい説明は省略する。

10

## 【 0 0 5 4 】

## ( c ) マスタシリンダ装置

マスタシリンダ装置 1 6 は、ストロークシミュレーター体型のマスタシリンダ装置であり、概して言えば、ハウジング 4 0 の内部に、2つの加圧ピストンである第 1 加圧ピストン 4 2、第 2 加圧ピストン 4 4、入力ピストン 4 6 が配設されるとともに、ストロークシミュレータ機構 4 8 が組み込まれている。なお、マスタシリンダ装置 1 6 に関する以下の説明において、便宜的に、図における左方を前方、右方を後方と呼び、同様に、後に説明するピストン等の移動方向について、左方に動くことを前進、右方に動くことを後退と呼ぶこととする。

20

## 【 0 0 5 5 】

ハウジング 4 0 は、第 1 加圧ピストン 4 2、第 2 加圧ピストン 4 4、入力ピストン 4 6 が配設される空間を有し、その空間は、前方側の端部が閉塞されるとともに、環状をなす区画部 5 0 によって前方室 5 2 と後方室 5 4 とに区画されている。第 2 加圧ピストン 4 4 は、前方に開口する有底円筒状をなしており、前方室 5 2 内において前方側に配設される。一方、第 1 加圧ピストン 4 2 は、有底円筒状をなすととも後端に鏝 5 6 が形成された本体部 5 8 と、本体部 5 8 から後方に延びる突出部 6 0 とを有しており、本体部 5 8 が、前方室 5 2 内において第 2 加圧ピストン 4 4 の後方に配設されている。区画部 5 0 は、環状をなしていることから中央に開口 6 2 が形成されたものとされており、突出部 6 0 は、その開口 6 2 を貫通して後方室 5 4 に延び出している。入力ピストン 4 6 は、後方室 5 4 に、詳しく言えば、その一部分が後方から後方室 5 4 の内部に臨み入るようにして、配設され、後端部に、リンクロッド 6 4 を介して、ブレーキペダル 1 4 が連結されている。

30

## 【 0 0 5 6 】

第 1 加圧ピストン 4 2 と第 2 加圧ピストン 4 4 との間には、詳しく言えば、第 1 加圧ピストン 4 2 の本体部 5 8 の前方には、2つの後輪 1 0 R R、1 0 R L に対応する 2 つのブレーキ装置 1 2 R R、1 2 R L に供給される作動液を第 1 加圧ピストン 4 2 の前進によって加圧するための第 1 加圧室 R 1 が、第 2 加圧ピストン 4 4 の前方側には、2つの前輪 1 0 F R、1 0 F L に対応する 2 つのブレーキ装置 1 2 F R、1 2 F L に供給される作動液を第 2 加圧ピストン 4 4 の前進によって加圧するための第 2 加圧室 R 2 が、それぞれ形成されている。一方、第 1 加圧ピストン 4 2 と入力ピストン 4 6 との間には、ピストン間室 R 3 が形成されている。詳しく言えば、区画部 5 0 に形成された開口 6 2 から後方に延び出す突出部 6 0 の後端と、入力ピストン 4 6 との前端とが向かい合うようにして、つまり、開口 6 2 を利用して第 1 加圧ピストン 4 2 と入力ピストン 4 6 とが向かい合うようにして、ピストン間室 R 3 が形成されているのである。さらに、ハウジング 4 0 の前方室 5 2 内には、突出部 6 0 の外周において、区画部 5 0 の後端面と、第 1 加圧ピストン 4 2 の本体部 5 8 の後端面、つまり、鏝 5 6 の後端面とによって区画されるようにして、レギュレータ 2 4 から供給される作動液が導入される環状の入力室 R 4 が、本体部 5 8 の外周における鏝 5 6 の前方に、その鏝 5 6 を挟んで入力室 R 4 と対向する環状の対向室 R 5 が、それぞれ形成されている。

40

50

## 【 0 0 5 7 】

第1加圧室R1, 第2加圧室R2は、それぞれ、第1加圧ピストン42, 第2加圧ピストン44が移動範囲における後端に位置する際に、低圧ポートP1, P2を介してリザーバ20と連通可能とされており、また、それぞれ、出力ポートP3, P4を介するとともにABSユニット18を介して、ブレーキ装置12と連通させられている。ちなみに、第1加圧室R1は、後に説明するレギュレータ24をも介してブレーキ装置12RR, 12RLと連通させられている。なお、入力室R4は、入力ポートP5を介して、後に説明するレギュレータ24の調圧ポートと連通させられている。

## 【 0 0 5 8 】

ピストン間室R3は、連結ポートP6と、対向室R5は、連通ポートP7と、それぞれ連通しており、それら連通ポートP6と連通ポートP7は、外部連通路である室間連通路70によって繋がられている。この外部連通路64の途中には、常閉型の電磁式開閉弁72、つまり、非励磁状態で閉弁状態となり、励磁状態で開弁状態となる開閉弁72が設けられており、開閉弁72が開弁状態とされた場合に、ピストン間室R3と対向室R5は連通させられる。それらピストン間室R3と対向室R5とが連通する状態では、それらによって、1つの液室、すなわち、反力室R6と呼ぶことのできる液室が形成されていると考えることができる。なお、電磁式開閉弁72は、ピストン間室R3と対向室R5との連通、非連通を切替える機能を有することから、以下、「室間連通切替弁72」と呼ぶこととする。

## 【 0 0 5 9 】

また、マスタシリンダ装置16には、さらに2つの低圧ポートP8, P9が設けられており、それらは、内部通路にて連通している。一方の低圧ポートP8はリザーバ20に繋がられており、他方の低圧ポートP9は、外部連通路である低圧開放路74を介して、室間連通切替弁72と対向室R5との間において室間連通路70に繋がられている。低圧開放路74には、常開型の電磁式開閉弁76、つまり、非励磁状態で開弁状態となり、励磁状態で閉弁状態となる開閉弁76が設けられている。この開閉弁76は、対向室R5を低圧(本システムでは大気圧である)に開放する機能を有することから、以下、「低圧開放弁76」と呼ぶこととする。

## 【 0 0 6 0 】

ハウジング40には、第1加圧ピストン42, 第2加圧ピストン44、入力ピストン46が配設されている空間とは別の空間を有しており、ストロークシミュレータ機構48は、その空間と、その空間内に配設された反力ピストン80と、反力ピストン80を付勢する2つの反力スプリング82, 84(いずれも圧縮コイルスプリングである)とを含んで構成されている。反力ピストン80の後方側には、バッファ室R7が形成されている(図では、殆ど潰れた空間として表わされている)。ブレーキペダル14の操作によって入力ピストン46が前進する際、バッファ室R7には、内部通路を介して、対向室R5の作動液、すなわち、反力室R6の作動液が導入され、その導入される作動液の量、すなわち、入力ピストン46の前進量に応じた反力スプリング82, 84の弾性反力が反力室R6に作用することで、ブレーキペダル14に操作反力が付与される。つまり、このストロークシミュレータ機構48は、入力ピストン46の前進に対するその前進の量に応じた大きさの反力を入力ピストン46に付与する反力付与機構として機能しているのである。ちなみに、2つの反力スプリング82, 84は直列的に配置されるとともに、反力スプリング84は、反力スプリング82に比較して、相当にばね定数が小さくされており、ブレーキペダル14の操作の進行の途中において反力スプリング84の変形が禁止されることで、ストロークシミュレータ機構48は、その途中から増加勾配が大きくなるような反力特性を実現するものとされている。なお、本システムでは、室間連通路70に、反力室R6の作動液の圧力(反力圧)を検出するための反力圧センサ86が設けられている(図では、反力圧の記号標記である[ $P_{RCT}$ ]という符号が付されている)。

## 【 0 0 6 1 】

通常の状態では、上記室間連通切替弁72は、開弁状態、上記低圧開放弁76は、閉弁

10

20

30

40

50

状態にあり、ピストン間室 R 3 と対向室 R 5 とによって、上記反力室 R 6 が形成されている。本マスタシリンダ装置 1 6 では、第 1 加圧ピストン 4 2 を前方に移動させるべくピストン間室 R 3 の作動液の圧力が作用する第 1 加圧ピストン 4 2 の受圧面積（対ピストン間室受圧面積）、すなわち、第 1 加圧ピストン 4 2 の突出部 5 8 の後端の面積と、第 1 加圧ピストン 4 2 を後方に移動させるべく対向室 R 5 の作動液の圧力が作用する第 1 加圧ピストン 4 2 の受圧面積（対対向室受圧面積）、すなわち、第 1 加圧ピストンの鏝 5 6 の前端面の面積とが、等しくされている。したがって、ブレーキペダル 1 4 を操作して入力ピストン 4 6 を前進させても、操作力、すなわち、反力室 R 6 の圧力によっては、第 1 加圧ピストン 4 2、第 2 加圧ピストン 4 4 は前進せず、マスタシリンダ装置 1 6 によって加圧された作動液がブレーキ装置 1 2 に供給されることはない。その一方で、入力室 R 4 に高圧源装置 2 2 からの作動液の圧力が導入されると、その作動液の圧力に依存して第 1 加圧ピストン 4 2、第 2 加圧ピストン 4 4 は前進し、入力室 R 4 の作動液の圧力に応じた圧力に加圧された作動液が、ブレーキ装置 1 2 に供給される。つまり、本マスタシリンダ装置 1 6 によれば、通常状態において、ブレーキペダル 1 4 に加えられた操作力に依存せず高圧源装置 2 2 からマスタシリンダ装置 1 6 に供給される作動液の圧力に依存した大きさのブレーキ力をブレーキ装置 1 2 が発生させる高圧源圧依存制動力発生状態が実現されるのである。

10

## 【 0 0 6 2 】

本システムが搭載されている車両は、上述したようにハイブリッド車両であり、当該車両においては、回生ブレーキ力が利用できる。そのため、ブレーキ操作に基づいて決定されるブレーキ力から回生ブレーキ力を減じた分のブレーキ力を、ブレーキ装置 1 2 によって発生させればよい。本システムは、上記高圧源圧依存制動力発生状態が実現されることから、ブレーキ操作力に依存しないブレーキ力をブレーキ装置 1 2 が発生させることができる。そのような作用から、本システムは、ハイブリッド車両に好適な液圧ブレーキシステムなのである。

20

## 【 0 0 6 3 】

一方、電氣的失陥時等には、上記室間連通切換弁 7 2 は、閉弁状態、上記低圧開放弁 7 6 は、開弁状態にあり、ピストン間室 R 3 は密閉されるとともに対向室 R 5 は低圧（本システムでは大気圧である）に開放される。その状態では、ブレーキペダル 1 4 に加えられた操作力は、ピストン間室 R 3 の作動液を介して第 1 加圧ピストン 4 2 に伝達され、第 1 加圧ピストン 4 2、第 2 加圧ピストン 4 4 は前進する。つまり、ブレーキペダル 1 4 に加えられた操作力に依存した大きさのブレーキ力をブレーキ装置 1 2 が発生させる操作力依存制動力発生状態が実現されるのである。なお、上記室間連通切換弁 7 2 を閉弁状態と、上記低圧開放弁 7 6 を開弁状態とし、入力室 R 4 に高圧源装置 2 2 からの作動液を導入すれば、第 1 加圧ピストン 4 2、第 2 加圧ピストン 4 4 は、高圧源装置 2 2 からマスタシリンダ装置 1 6 に供給される作動液の圧力と操作力との両方によって前進させられ、それら両方に依存した大きさのブレーキ力、つまり、高圧源装置 2 2 からマスタシリンダ装置 1 6 に供給される作動液の圧力に依存した大きさのブレーキ力と操作力に依存した大きさのブレーキ力とが足し合わされたブレーキ力をブレーキ装置 1 2 が発生させる操作力・高圧源圧依存制動力発生状態が実現されることになる。

30

40

## 【 0 0 6 4 】

## ( d ) 高圧源装置

高圧源装置 2 2 は、リザーバ 2 0 から作動液を汲み上げて加圧するポンプ 9 0 と、そのポンプ 9 0 を駆動するモータ 9 2 と、ポンプ 9 0 によって加圧された作動液を蓄えるアキュムレータ 9 4（図では [ A C C ] という符号が付されている）とを含んで構成されている。なお、高圧源装置 2 2 には、アキュムレータ 9 4 内の作動液の圧力、すなわち、供給する作動液の圧力（高圧源圧）を検出するための高圧源圧センサ 9 6 が設けられている（図では、高圧源圧の記号標記である [ P<sub>ACC</sub> ] という符号が付されている）。

## 【 0 0 6 5 】

## ( e ) レギュレータ

50

調圧器としてのレギュレータ 24 は、2重構造をなして内部に空間が形成されたハウジング 100 と、その空間内にハウジング 100 の軸線方向（左右方向）において図の左方から順に並んで配置された第 1 ピストン 102，第 2 ピストン 104，弁座環 106，弁ロッド 108 を含んで構成されている。第 1 ピストン 102，第 2 ピストン 104 は、それぞれ可動体として機能し、ハウジング 100 の軸線方向に移動可能とされている。第 2 ピストン 104 は、凹所が形成されたピストン本体 110 と、その凹所に嵌め込まれたプランジャ 112 とによって構成されている。弁座環 106 は、鍔部を有するとともに両端が開口する筒状をなしており、2つのスプリング 114，116 によって、第 2 ピストン 104 とハウジング 100 とに浮動支持されている。弁ロッド 108 は、左端が弁子として機能し、弁座として機能する弁座環 106 の右端部にその弁ロッド 108 の左端が着座可能に配設され、スプリング 118 によって左方に向かって付勢されている。つまり、弁座環 106，弁ロッド 106，スプリング 118 を含んで、後に説明する弁機構 120 が構成されているのであり、その弁機構 120 は、ハウジング 100 の軸線方向において可動体である第 2 ピストン 104 と並んで配設されているのである。なお、第 2 ピストン 104 のプランジャ 112 の先端（右端）は、弁座環 106 内において弁ロッド 108 の左端に当接可能とされている。

10

#### 【0066】

ハウジング 100 の上記空間内には、複数の液室が区画形成されている。具体的には、第 1 ピストン 102 の左側には、第 1 パイロット室 R8 が、第 1 ピストン 102 と第 2 ピストン 104 との間には、第 2 パイロット室 R9 が、第 2 ピストン 104 のプランジャ 112 の外周における概してピストン本体 110 と弁座環 106 の鍔部との間には、調圧されて当該レギュレータ 24 からマスタシリンダ装置 16 へ供給される作動液が収容される調圧室 R10 が、弁ロッド 108 の外周には、高圧源装置 22 から供給される作動液を受け入れる高圧室 R11 が、それぞれ形成されている。大まかに言えば、調圧室 R10 は、第 2 ピストン 104 の上記弁機構 120 の側に形成され、高圧室 R11 と調圧室 R10 とは、それらで弁機構 120 を挟むようにして形成されているのである。

20

#### 【0067】

ハウジング 100 には、各種のポートが設けられており、上記複数の液室は、それらのポートを介して当該システムの各装置等と連通させられている。具体的には、高圧室 R11 は、高圧ポート P10 を介して、高圧源装置 22 からの作動液が供給される。調圧室 R10 は、調圧ポート P11 を介して、マスタシリンダ装置 16 の入力ポート P5 と連通させられている。第 2 ピストン 104 の内部には、プランジャ 112 を軸線方向に貫通する液通路と、その液通路に連通するとともにピストン本体 110 を径方向に貫通する液通路とからなる低压通路 130 が設けられており、2つの低压ポート P12，P13 の各々は、その低压通路 130 を介して互いに連通している。一方の低压ポート P12 は、上記低压開放路 74 に繋がれており、低压通路 130 は、マスタシリンダ装置 16 を介して、リザーバ 20 に連通している。すなわち、低压通路 130 は、低压源に連通する低压源連通路として機能しているのである。ちなみに、他方の低压ポート P13 は、リリーフ弁 132 を介して、上記高圧ポート P8 とは別の高圧ポート P14 と繋がれており、高圧室 R11 の圧力が高すぎる状態となった場合に、高圧室 R11 の圧力がリザーバ 20 に開放される。

30

40

#### 【0068】

第 1 パイロット室 R8 は、第 1 パイロットポート P15，P16 を介して、それぞれ、マスタシリンダ装置 16 の出力ポート P3，後輪側のブレーキ装置 12RR，12RL に連通させられている。つまり、第 1 パイロット室 R8 は、マスタシリンダ装置 16 からブレーキ装置 12RR，12RL に供給される作動液の通路の一部とされている。第 2 パイロット室 R9 は、2つの第 2 パイロットポート P17，P18 と繋がっており、一方の第 2 パイロットポート P17 は、上記増圧リニア弁 26 を介して、高圧ポート P14 に、他方の第 2 パイロットポート P18 は、上記減圧リニア弁 28 を介して、上記低压開放路 74 に繋がれている。つまり、第 2 パイロット室 R9 は、増圧リニア弁 26 を介して高圧

50

源装置 22 に、減圧リニア弁 28 を介してリザーバ 20 に、それぞれ繋がれており、後に詳しく説明するように、第 2 パイロット室 R9 の作動液の圧力は、それら増圧リニア弁 26 , 減圧リニア弁 28 によって調整された圧力（以下、「調整圧」と言う場合がある）に調整される。

#### 【 0069 】

第 2 ピストン 104 には、調圧室 R10 の作動液の圧力、すなわち、当該レギュレータ 24 から供給される作動液の圧力（いわゆる「調圧器供給圧」であり、以下、「サーボ圧」と言う場合がある）と、第 2 パイロット室 R9 の圧力である第 2 パイロット圧との差圧に依拠する差圧作用力が作用し、その差圧作用力によって、第 2 ピストン 104 は、ハウジング 100 内を軸線方向に移動させられる。実際には、スプリング 114 , 116 の弾性反力等を考慮する必要があるが、簡単に言えば、第 2 ピストン 104 は、第 2 パイロット圧に依拠する作用力がサーボ圧に依拠する作用力に優る場合に、図における右方に、つまり、弁機構 120 に向かって移動させられ、逆に、サーボ圧に依拠する作用力が第 2 パイロット圧に依拠する作用力に優る場合に、図における左方に、つまり、弁機構 120 から離れる方向に移動させられる。右方に移動させられた場合、第 2 ピストン 104 が、プランジャ 112 の先端において、弁機構 120 と係合して、弁ロッド 108 の先端が弁座環 106 から離座することで、その弁機構 120 により、調圧室 R10 と高圧室 R11 とが連通する。その場合、プランジャ 112 の先端に設けられた上記低圧通路 130 の開口は、弁ロッド 108 の先端によって塞がれており、調圧室 R10 と低圧通路 130 との連通は遮断される。逆に、左方に移動させられた場合、プランジャ 112 の先端における第 2 ピストン 104 の弁機構 120 との係合が解除されることで、調圧室 R10 と高圧室 R11 との連通が遮断される。その場合、低圧通路 130 の開口が弁ロッド 108 の先端によっては塞がれずに、調圧室 R10 と低圧通路 130 とが連通する。このようなレギュレータ 24 の動作により、調圧室 R10 内の作動液の圧力は、第 2 パイロット圧に応じた圧力、つまり、増圧リニア弁 26 , 減圧リニア弁 28 によって調整された上記調整圧に応じた圧力に調整される。なお、本システムでは、サーボ圧を検出するためのサーボ圧センサ 134 が設けられている（図では、サーボ圧の記号標記である  $[P_{SRV}]$  という符号が付されている）。

#### 【 0070 】

以上のような作用から、レギュレータ 24 は、高圧源装置 22 が、サーボ圧と第 2 パイロット圧との両者の圧力源として機能するタイプの調圧器であり、「高圧源圧依存型調圧器」と呼ぶことができる。そして、その調圧器が配備されている本液圧ブレーキシステムは、「高圧源圧依存型調圧器配備システム」と呼ぶことができるのである。

#### 【 0071 】

通常の状態では、調圧器であるレギュレータ 24 からマスタシリンダ装置 16 に導入されるサーボ圧は、上述のように、上記調整圧に応じた圧力に調整される。先の説明から解るように、通常の状態では、マスタシリンダ装置 16 からブレーキ装置 12 に供給される作動液の圧力（以下、「マスタ圧」と言う場合がある）は、サーボ圧に応じた圧力となることから、マスタ圧は調整圧に応じた圧力となる。したがって、本システムでは、通常の状態において、調整圧に依存した大きさのブレーキ力がブレーキ装置 12 によって発生させられることとなる。その意味において、本システムは、増圧リニア弁 26 , 減圧リニア弁 28 によって調整された圧力に依存した大きさのブレーキ力を発生させる「リニア弁調整型システム」と呼ぶことができるのである。ちなみに、通常の状態では、第 1 パイロット室 R8 の圧力である第 1 パイロット圧はマスタ圧となるが、マスタシリンダ装置 16 の構造に依拠するサーボ圧とマスタ圧との比、および、レギュレータ 24 の構造に依拠する調整圧とサーボ圧との比は、調整圧となる第 2 パイロット圧とマスタ圧となる第 1 パイロット圧との差圧に依拠して第 1 ピストン 102 に作用する差圧作用力によっては第 1 ピストン 102 がハウジング 100 内において右方に移動しないように設定されている。

#### 【 0072 】

例えば、増圧リニア弁 26 の失陥等により、第 2 パイロット室 R9 に調整圧の作動液を

10

20

30

40

50

供給できない場合には、第1パイロット室R8に導入されたマスタ圧と、サーボ圧との差圧によって作用する差圧作用力によって、第1ピストン102と第2ピストン104とが、それらが当接した状態のまま、つまり、それらが一体となって、ハウジング100内を軸線方向に移動する。そして、通常の状態と同様に、弁機構120による高圧室R11と調圧室R10との連通とその連通の遮断、および、低压通路130と調圧室R10との連通とその連通の遮断が切り換えられ、マスタ圧に応じた圧力となるサーボ圧の作動液が、レギュレータ24からマスタシリンダ装置16に供給される。つまり、本システムでは、第2パイロット室R9に調整圧の作動液を供給できない状況に陥った場合であっても、高圧源装置22が正常に機能しているとき、若しくは、正常に機能していなくてもアキュムレータ94にある程度の圧力が残っているときには、上記高圧源圧依存制動力発生状態の

10

## 【0073】

なお、本システムでは、レギュレータ24の第1パイロット室R8には、マスタ圧が導入されるように構成されているが、その構成に代え、例えば、反力室R6若しくはピストン間室R3の作動液の圧力が導入されるように構成することもできる。そのような構成であっても、第2パイロット室R9に調整圧の作動液を供給できない状況に陥った場合に、上記高圧源圧依存制動力発生状態の実現、詳しく言えば、ブレーキペダル14に加えられた運転者の操作力に応じた大きさのブレーキ力を高圧源装置22から供給される作動液の

20

## 【0074】

(f) 増圧リニア弁および減圧リニア弁

増圧リニア弁26, 減圧リニア弁28は、一般的な電磁式リニア弁であり、図2に模式的に示す構造のものとされている。増圧リニア弁26は、高圧源装置22とレギュレータ24の第2パイロット室R9との間に配設された常閉型の電磁式リニア弁である。この増圧リニア弁26は、図2(a)に示すように、先端140が弁子として機能するプランジャ142と、そのプランジャ142の先端140が着座する弁座144を有している。そして、その弁座144を挟んで、レギュレータ24の第2パイロット室R9と連通してその圧力である第2パイロット圧 $P_{PLT}$ に相当する調整圧 $P_{AJT}$ の作動液が収容される調整

30

圧室R12が、プランジャの側に、高圧源装置22と連通して高圧源圧 $P_{ACC}$ の作動液が受け入れられる高圧室R13が、プランジャ142とは反対側に、それぞれ形成されている。プランジャ142には、それら高圧源圧 $P_{ACC}$ と調整圧 $P_{AJT}$ との差圧による差圧作用力 $F_{P \cdot A}$ が、当該プランジャ142を弁座144から離座させる方向に作用しており、その一方で、プランジャ142は、その差圧作用力 $F_{P \cdot A}$ を上回るスプリング146の付勢力、つまり、スプリング146を含んで構成される弾性付勢機構が発生させる弾性付勢力 $F_{K \cdot A}$ によって、当該プランジャ142を弁座144に着座させる方向に付勢されている。また、プランジャ142には、電磁コイル148の励磁によって、そのコイル148に通電される励磁電流 $i_A$ に応じた大きさの電磁作用力 $F_{E \cdot A}$ が、差圧作用力 $F_{P \cdot A}$ と同じ方向、つまり、弾性付勢力 $F_{K \cdot A}$ とは反対の方向に作用する。大まかに言えば、本増圧リニア弁26では、それらの力の釣り合いを考慮しつつ、任意の調整圧 $P_{AJT}$ が得られるような励磁電流 $i_A$ が決定され、コイル148に通電される。励磁電流 $i_A$ の決定については、後に詳しく説明する。ちなみに、本増圧リニア弁26では、励磁電流 $i_A$ が大きくなるほど、調整圧 $P_{AJT}$ が高くなる。言い換えれば、開弁度(例えば、閉弁状態から開弁状態への移行のし易さ)が高くなり、弾性付勢力 $F_{K \cdot A}$ , 差圧作用力 $F_{P \cdot A}$ , 電磁作用力 $F_{E \cdot A}$ がバランスした状態、つまり、開弁状態と閉弁状態との境目となる弁開閉均

40

## 【0075】

一方、減圧リニア弁28は、レギュレータ24の第2パイロット室R9と低压源であるリザーバ22との間に配設された常開型の電磁式リニア弁である。この減圧リニア弁28

50

は、図2(b)に示すように、先端140が弁子として機能するプランジャ142と、そのプランジャ142の先端140が着座する弁座144を有し、その弁座144を挟んで、リザーバ20と連通して大気圧 $P_{RSV}$ となる低圧室R14が、プランジャ142の側に、レギュレータ24の第2パイロット室R9と連通して第2パイロット圧 $P_{PLT}$ に相当する調整圧 $P_{AJT}$ の作動液が収容される調整圧室R12が、プランジャとは反対側に、それぞれ形成されている。プランジャ142には、それら調整圧 $P_{AJT}$ と大気圧 $P_{RSV}$ との差圧による差圧作用力 $F_{P \cdot R}$ が、当該プランジャ142を弁座144から離座させる方向に作用しており、それに加え、プランジャ142は、スプリング146の付勢力、つまり、スプリング146を含んで構成される弾性付勢機構が発生させる弾性付勢力 $F_{K \cdot R}$ によって、差圧作用力 $F_{P \cdot R}$ と同じ方向に付勢されている。その一方で、プランジャには、電磁コイル148の励磁によって、そのコイル148に通電される励磁電流 $i_R$ に応じた大きさの電磁作用力 $F_{E \cdot R}$ が、差圧作用力 $F_{P \cdot R}$ および弾性付勢力 $F_{K \cdot R}$ とは反対方向に作用する。本減圧リニア弁28では、大まかに言えば、それらの力の釣り合いを考慮しつつ、任意の調整圧 $P_{AJT}$ が得られるような励磁電流が $i_R$ が決定され、コイル148に通電される。励磁電流 $i_R$ の決定については、増圧リニア弁26の場合と同様に、後に詳しく説明する。ちなみに、本減圧リニア弁28では、励磁電流 $i_R$ が大きくなるほど、調整圧 $P_{AJT}$ が高くなる。言い換えれば、開弁度(例えば、閉弁状態から開弁状態への移行のし易さ)が低くなり、上記弁開閉均衡状態における開弁圧、すなわち、開閉均衡圧が高くなるのである。

10

## 【0076】

20

以上のような増圧リニア弁26、減圧リニア弁28の機能によれば、本システムでは、それら増圧リニア弁26、減圧リニア弁28を含んで、作動液を調整圧 $P_{AJT}$ に調整するための圧力調整弁装置が構成されていると考えることができる。そしてその圧力調整弁装置は、レギュレータ24の第2パイロット圧 $P_{PLT}$ を調整圧 $P_{AJT}$ として調整するものとされているのである。

## 【0077】

## (g) 制御系

本システムの制御、つまり、ブレーキ制御は、ブレーキECU30によって行われる。ブレーキECU30は、大まかには、高圧源装置22(詳しくは、それが有するモータ92)の制御を行い、また、増圧リニア弁26および減圧リニア弁28制御を行う。ブレーキECU30は、中心的な要素であるコンピュータと、高圧源装置22のモータ92、増圧リニア弁26、減圧リニア弁28等をそれぞれ駆動させるための駆動回路(ドライバ)とを含んで構成されている。

30

## 【0078】

ブレーキECU30には、反力室R6若しくは対向室R5内の圧力 $P_{RCT}$ (以下、「反力圧 $P_{RCT}$ 」と呼ぶことがある)、高圧源装置22からレギュレータ24に供給される作動液の圧力である高圧源圧 $P_{ACC}$ (いわゆる「アキュムレータ圧」である)、レギュレータ24からマスタシリンダ装置に送られる作動液の圧力である調圧器供給圧としてのサーボ圧 $P_{SRV}$ を、制御に必要な情報として取得するため、反力圧センサ86、高圧源圧センサ96、サーボ圧センサ134が接続されている。ちなみに、レギュレータ24から供給される作動液の圧力である調圧器供給圧としてのサーボ圧 $P_{SRV}$ は、ブレーキ装置12が発生させるブレーキ力を指標するブレーキ力指標の一種であるため、サーボ圧センサ134は、ブレーキ力指標検出器として機能する。また、本システムには、ブレーキ操作量 $P_{PDL}$ 、ブレーキ操作力 $F_{PDL}$ を、ブレーキ操作部材であるブレーキペダル14の操作情報として取得するために、ブレーキ操作量センサ150、ブレーキ操作力センサ152が設けられており(図では、それぞれ、ブレーキ操作量、ブレーキ操作力の記号標記である[ $P_{PDL}$ ]、[ $F_{PDL}$ ]という符号が付されている)、それらのセンサ150、152も、ブレーキECU30に接続されている。本システムにおける制御は、それらセンサの検出値に基づいて行われる。

40

## 【0079】

50

### 液圧ブレーキシステムにおける制御，処理

以下に、本システムにおけるブレーキ制御について、その制御を行うためのプログラムを説明しつつ、そのプログラムの流れにそって説明する。そのプログラムに沿った制御では、高圧源装置 2 2 の制御、すなわち、高圧源圧  $P_{ACC}$  の制御である高圧源制御と、増圧リニア弁 2 6，減圧リニア弁 2 8 の各々に供給される励磁電流  $I_A$ ， $I_R$  を制御することで、ブレーキ装置 1 2 が発生させるブレーキ力を制御するブレーキ力制御とを行うが、このブレーキ力制御に関し、通常時には、フィードバック制御が行われ、サーボ圧センサ 1 3 4 が失陥した場合には、フィードフォワード制御が行われる。このことを念頭に置きつつ、本ブレーキ制御の理解を容易にするため、ブレーキ制御のメインフロー，高圧源制御，通常時のブレーキ力制御，フィードフォワード制御の内容、サーボ圧センサ失陥時のブレーキ力制御を順に説明し、その後、本ブレーキ制御に関するブレーキ ECU 3 0、つまり、制御装置の機能構成について説明する。

10

#### 【 0 0 8 0 】

##### ( a ) ブレーキ制御のメインフロー

ブレーキ制御は、ブレーキ装置 1 2 が適切なブレーキ力を発生させるために行われる制御であり、ブレーキ ECU 3 0 が、図 3 にフローチャートを示すブレーキ制御プログラムを、短い時間ピッチ（例えば、数 msec ~ 数十 msec）で繰り返し実行することによって、行われる。

#### 【 0 0 8 1 】

このプログラムに従う制御処理では、まず、ステップ 1（以下、「S 1」と言う場合があり、他のステップも同様である）において、高圧源圧センサ 9 6 の検出により、高圧源圧  $P_{ACC}$  が取得される。次いで、S 2 において、後に詳しく説明する高圧源装置 2 2 の制御、つまり、高圧源制御が行われる。この高圧源制御は、高圧源装置 2 2 から供給される作動液の圧力である高圧源圧  $P_{ACC}$  の制御である。

20

#### 【 0 0 8 2 】

高圧源制御に続く S 3 において、ブレーキ操作の程度が、ブレーキ操作量センサ 1 5 0，ブレーキ操作力センサ 1 5 2 のそれぞれの検出によって取得されたブレーキ操作量  $P_{DL}$ ，ブレーキ操作力  $F_{PDL}$  に基づいて、公知の手法に従って認定される。次に、S 4 において、認定されたブレーキ操作の程度に基づいて、目標ブレーキ力  $G^*$  が決定される。目標ブレーキ力  $G^*$  は、本液圧ブレーキシステムに要求されているブレーキ力、すなわち、4 つのブレーキ装置 1 2 が発生させるべきブレーキ力であり、具体的には、認定されたブレーキ操作の程度に基づいて、車両全体に必要とされるブレーキ力である対車両全体必要ブレーキ力が算出され、その対車両全体必要ブレーキ力から、現時点で発生させられる再生ブレーキ力を減じることによって、上記目標ブレーキ力  $G^*$  が決定される。次いで、S 5 において、決定された目標ブレーキ力  $G^*$  に基づいて、目標ブレーキ力指標、つまり、制御におけるブレーキ力指標の目標として、サーボ圧  $P_{SRV}$  の制御における目標である目標サーボ圧  $P^*_{SRV}$  が決定される。具体的には、各ブレーキ装置 1 2 が有するホイールシリンダのピストンの受圧面積，マスタシリンダ装置 1 6 の入力室 R 4 に対する第 1 加圧ピストン 4 2 の受圧面積，第 1 加圧室 R 1 および第 2 加圧室 R 2 に対する第 1 加圧ピストン 4 2 および第 2 加圧ピストン 4 4 の各々の受圧面積の比に基づいて、目標ブレーキ力  $G^*$  から、目標サーボ圧  $P^*_{SRV}$  が算出されるのである。

30

40

#### 【 0 0 8 3 】

目標サーボ圧  $P^*_{SRV}$  が決定された後、S 6 において、サーボ圧センサ 9 6 が失陥しているか否かが判断される。サーボ圧センサが失陥していないと判断された場合は、S 7 において、通常時ブレーキ力制御が、サーボ圧センサが失陥している判断された場合は、S 8 において、サーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御が、それぞれ行われる。

#### 【 0 0 8 4 】

##### ( b ) 高圧源制御

S 2 の高圧源制御は、高圧源圧  $P_{ACC}$  を調整するための制御であり、図 4 にフローチャートを示す高圧源制御ルーチンの実行によって行われる。このルーチンに従う処理では、

50

まず、S 1 1において、高圧源圧 $P_{ACC}$ が、設定上限圧 $P_{ACC-U}$ を超えているか否かが判断される。高圧源圧 $P_{ACC}$ が設定上限圧 $P_{ACC-U}$ を超えていると判断された場合には、S 1 2において、ポンプ90の駆動を停止する旨の指令が発せられる。具体的には、モータ92の作動を停止する旨の信号が、駆動回路に送られる。それに対して、高圧源圧 $P_{ACC}$ が設定上限圧 $P_{ACC-U}$ を超えていないと判断された場合には、S 1 3において、高圧源圧 $P_{ACC}$ が、設定下限圧 $P_{ACC-L}$ を下回っているか否かが判断される。高圧源圧 $P_{ACC}$ が、設定下限圧 $P_{ACC-L}$ を下回っていると判断された場合には、S 1 4において、ポンプ90を駆動する旨の指令が発せられる。具体的には、モータ92を作動させる旨の信号がモータドライバに送られる。それに対して、高圧源圧 $P_{ACC}$ が、設定下限圧 $P_{ACC-L}$ を下回っていないと判断された場合、すなわち、高圧源圧 $P_{ACC}$ が設定下限圧 $P_{ACC-L}$ 以上かつ設定上限圧 $P_{ACC-U}$ 以下である場合には、S 1 5において、ポンプ90の現在の状態を維持する旨の指令が、つまり、ポンプ90が駆動させられている場合にはその駆動を継続する指令が、ポンプ90の停止させられている場合にはその停止を維持する旨の指令が発せられる。具体的には、モータ92が作動している場合には、作動させる旨の信号が、モータ90の作動が停止している場合には、停止する旨の信号が、駆動回路に送られる。このような通常高圧源制御が行われることにより、高圧源圧 $P_{ACC}$ は、通常、設定上限圧 $P_{ACC-U}$ と設定下限圧 $P_{ACC-L}$ とで画定される設定圧力範囲に維持されることになる。

#### 【0085】

##### (c) 通常時ブレーキ力制御

S 7の通常時ブレーキ力制御は、図5にフローチャートを示す通常時ブレーキ力制御ルーチンが実行されることによって行われる。このルーチンに従う処理では、まず、S 2 1において、サーボ圧センサ134の検出によって実際のブレーキ力指標としての実際のサーボ圧 $P_{SRV}$ が取得され、続くS 2 2において、既に決定されている目標サーボ圧 $P_{SRV}^*$ から、取得されたサーボ圧 $P_{SRV}$ を減じることにより、サーボ圧偏差 $P_{SRV}$  ( $= P_{SRV}^* - P_{SRV}$ )が算出される。そして、S 2 3において、取得されているサーボ圧 $P_{SRV}$ と、レギュレータ24の構造によって定まる増圧比(パイロット圧に対するサーボ圧の比)とに基づいて、第2パイロット室R9の作動液の圧力である第2パイロット圧 $P_{PLT2}$ が認定される。それらの決定、算出、認定の後、S 2 4, S 2 5において、増圧リニア弁26, 減圧リニア弁28の各々への励磁電流 $I_A$ ,  $I_R$ の供給によってそれらの各々を制御する増圧弁フィードバック制御, 減圧弁フィードバック制御が実行される。ちなみに、それら増圧弁フィードバック制御, 減圧弁フィードバック制御によって、フィードバック制御が構成されている。

#### 【0086】

##### c-1) 増圧弁フィードバック制御

S 2 4の増圧弁フィードバック制御は、簡単に言えば、励磁電流 $I_A$ を、フィードフォワード制御の手法に基づいて決定される電流成分であるフィードフォワード成分 $I_{A-FF}$ に、フィードバック制御の手法に基づいて決定される電流成分であるフィードバック成分 $I_{A-FB}$ を加えることによって決定して、その決定された励磁電流 $I_A$ を、増圧リニア弁26に供給するための制御である。この増圧弁フィードバック制御は、図6にフローチャートを示す増圧弁フィードバック制御サブルーチンが実行されることによって行われる。

#### 【0087】

増圧弁フィードバック制御サブルーチンに従う処理では、まず、S 3 1において、増圧リニア弁26の構造に依拠して定まる上記弁開閉均衡状態におけるサーボ圧 $P_{SRV}$ と励磁電流 $I_A$ との相互関係に従ってフィードフォワード成分 $I_{A-FF}$ が決定される。つまり、フィードフォワード成分 $I_{A-FF}$ は、増圧リニア弁26を開弁状態と閉弁状態との境目である上記弁開閉均衡状態とするための成分と考えることができる。サーボ圧 $P_{SRV}$ と第2パイロット圧 $P_{PLT2}$ (上記調整圧 $P_{AJT}$ に相当する)とは、上述の増圧比に従った関係にあるため、実際には、第2パイロット圧 $P_{PLT2}$ と高圧源圧 $P_{ACC}$ と励磁電流 $I_A$ との相互関係に従って決定される。図2(a)を参照すれば解るように、具体的には、弁開閉均衡状態における差圧作用力 $F_{P-A}$ , 弾性付勢力 $F_{K-A}$ , 電磁作用力 $F_{E-A}$ の釣り合いは以下のよう

10

20

30

40

50

な式で表わされる。

$$F_{E-A} = F_{K-A} - F_{P-A}$$

ちなみに、弁開閉均衡状態における励磁電流を  $I_{A-FF}$  とすれば、

$$F_{E-A} = K_A \cdot I_{A-FF}$$

$$F_{P-A} = K_A \cdot (P_{ACC} - P_{PLT2}) \quad K_A, K_A: \text{係数}$$

であるから、上記式は、

$$I_{A-FF} = \{ F_{K-A} - K_A \cdot (P_{ACC} - P_{PLT2}) \} / K_A$$

となる ( $F_{K-A}$  は定数と考えることができる)。S 3 1 では、この式に従う励磁電流  $I_{A-F}$  を、フィードフォワード成分  $I_{A-FF}$  として決定する。ちなみに、増圧弁フィードバック制御でのフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$  の決定においては、高圧源圧  $P_{ACC}$  は、高圧源圧センサ 9 6 の検出によって既に取得されている実際の圧力が、第 2 パイロット圧  $P_{PLT2}$  は、サーボ圧センサ 1 3 4 の検出により取得されている実際のサーボ圧  $P_{SRV}$  に依拠して認定された圧力がそれぞれ用いられる。また、弾性付勢力  $F_{K-A}$  は、車両製造時において、増圧リニア弁 2 6 個々について、実測に基づき予め設定されており、したがって、上記相互関係は、予め設定された関係となる。

#### 【 0 0 8 8 】

続く S 3 2 において、サーボ圧偏差  $P_{SRV}$  に基づいて、フィードバック成分  $I_{A-FB}$  が決定される。このフィードバック電流成分  $I_{A-FB}$  は、サーボ圧  $P_{SRV}$  を目標サーボ圧  $P_{SRV}^*$  に近づけるための電流成分、すなわち、サーボ圧偏差  $P_{SRV}$  をなくするための成分と考えることができる。具体的には、次式に従って、フィードバック成分  $I_{A-FB}$  が決定される。

$$I_{A-FB} = K_A \cdot P_{SRV} = K_A \cdot (P_{SRV}^* - P_{SRV}) \quad K_A: \text{制御ゲイン}$$

ちなみに、増圧弁フィードバック制御でのフィードバック成分  $I_{A-FB}$  の決定においては、サーボ圧センサ 1 3 4 の検出により取得されている実際のサーボ圧  $P_{SRV}$  に依拠して算出されたサーボ圧偏差  $P_{SRV}$  が用いられる。

#### 【 0 0 8 9 】

次の S 3 3 において、実際に供給される励磁電流  $I_A$  の基礎となる基礎励磁電流  $I_{A0}$  が、次式に基づいて決定される。

$$I_{A0} = I_{A-FF} + I_{A-FB}$$

そして、S 3 4, S 3 5 において、目標サーボ圧  $P_{SRV}^*$  の変化に基づいて、ブレーキ力が増加する過程であるブレーキ力増加過程、ブレーキ力が減少する過程であるブレーキ力減少過程あるいはブレーキ力が維持される過程であるブレーキ力維持過程 (目標ブレーキ力が変化しない過程を意味する) のいずれにあるかが判断される。ブレーキ力増圧過程若しくはブレーキ力維持過程にあると判断された場合には、S 3 6 において、供給する励磁電流  $I_A$  が、上記基礎励磁電流  $I_{A0}$  に決定される。一方、ブレーキ力減少過程にあると判断された場合には、S 3 7 において、増圧リニア弁 2 6 の電力消費に鑑み、励磁電流  $I_A$  が、基礎励磁電流  $I_{A0}$  ではなく、0 に決定される。そして、S 3 8 において、決定された励磁電流  $I_A$  についての指令が発せられる。具体的には、駆動回路に励磁電流  $I_A$  に関する信号が送られる。ちなみに、ブレーキ力増加過程、ブレーキ力維持過程、ブレーキ力減少過程のことを、フローチャートにおいては、サーボ圧  $P_{SRV}$  の変化に依拠して、それぞれ、増圧中、維持中、減圧中と表わしている。

#### 【 0 0 9 0 】

なお、上記増圧弁フィードバック制御では、ブレーキ力増加過程とブレーキ力維持過程とにおいて、基礎励磁電流  $I_{A0}$  が増圧リニア弁 2 6 に供給されている。そのことに鑑みて厳密に言えば、ブレーキ力増加過程、ブレーキ力維持過程のみ、フィードバック制御が行われていると考えることができる。

#### 【 0 0 9 1 】

##### c-2) 減圧弁フィードバック制御

S 2 5 の減圧弁フィードバック制御は、簡単に言えば、増圧リニア弁 2 6 と同様に、励磁電流  $I_R$  を、フィードフォワード成分  $I_{R-FF}$  にフィードバック成分  $I_{R-FB}$  を加えることによって決定して、減圧リニア弁 2 8 に供給するための制御である。この減圧弁フィード

10

20

30

40

50

バック制御は、図7にフローチャートを示す減圧弁フィードバック制御サブルーチンが実行されることによって行われる。

【0092】

減圧弁フィードバック制御サブルーチンに従う処理では、増圧リニア弁26に対する処理と同様、まず、S41において、減圧リニア弁28の構造に依拠して定まる上記弁開閉均衡状態におけるサーボ圧 $P_{SRV}$ と励磁電流 $I_R$ との相互関係に従ってフィードフォワード成分 $I_{R-FF}$ が決定される。つまり、フィードフォワード成分 $I_{R-FF}$ は、減圧リニア弁28を開弁状態と閉弁状態との境目である上記弁開閉均衡状態とするための成分と考えることができる。サーボ圧 $P_{SRV}$ と第2パイロット圧 $P_{PLT2}$ とは上述の増圧比に従った関係にあるため、実際には、第2パイロット圧 $P_{PLT2}$ と大気圧 $P_{RSV}$ と励磁電流 $I_R$ との相互関係に従って決定される。図2(b)を参照すれば解るように、具体的には、弁開閉均衡状態における差圧作用力 $F_{P-R}$ 、弾性付勢力 $F_{K-R}$ 、電磁作用力 $F_{E-R}$ の釣り合いは以下のよう

$$F_{E-R} = F_{K-R} + F_{P-R}$$

ちなみに、弁開閉均衡状態における励磁電流を $I_{R-FF}$ とすれば、

$$F_{E-R} = \alpha_R \cdot I_{R-FF}$$

$$F_{P-R} = \beta_R \cdot (P_{PLT2} - P_{RSV}) \quad \alpha_R, \beta_R: \text{係数}$$

であるから、上記式は、

$$I_{R-FF} = \{ F_{K-R} + \beta_R \cdot (P_{PLT2} - P_{RSV}) \} / \alpha_R$$

となる( $F_{K-R}$ は定数と考えることができる)。S41では、この式に従う励磁電流 $I_{R-FF}$ を、フィードフォワード成分 $I_{R-FF}$ として決定する。ちなみに、減圧弁フィードバック制御でのフィードフォワード成分 $I_{R-FF}$ の決定においては、大気圧 $P_{RSV}$ は、概ね1気圧が、第2パイロット圧 $P_{PLT2}$ は、サーボ圧センサ134の検出により取得されている実際のサーボ圧 $P_{SRV}$ に依拠して認定された圧力がそれぞれ用いられる。また、弾性付勢力 $F_{K-R}$ は、車両製造時において、減圧リニア弁28個々について、実測に基づき予め設定されており、したがって、上記相互関係は、予め設定された関係となる。

【0093】

続くS42において、サーボ圧偏差 $P_{SRV}$ に基づいて、フィードバック成分 $I_{R-FB}$ が決定される。このフィードバック成分 $I_{R-FB}$ は、サーボ圧 $P_{SRV}$ を目標サーボ圧 $P_{SRV}^*$ に近づけるための電流成分、すなわち、サーボ圧偏差 $P_{SRV}$ をなくすための成分と考えることができる。具体的には、次式に従って、フィードバック成分 $I_{R-FB}$ が決定される。

$$I_{R-FB} = \gamma_R \cdot P_{SRV} = \gamma_R \cdot (P_{SRV}^* - P_{SRV}) \quad \gamma_R: \text{制御ゲイン}$$

ちなみに、減圧弁フィードバック制御でのフィードバック成分 $I_{R-FB}$ の決定においては、サーボ圧センサ134の検出により取得されている実際のサーボ圧 $P_{SRV}$ に依拠して算出されたサーボ圧偏差 $P_{SRV}$ が用いられる。

【0094】

次のS43において、実際に供給される励磁電流 $I_R$ の基礎となる基礎励磁電流 $I_{R0}$ が、次式に基づいて決定される。

$$I_{R0} = I_{R-FF} + I_{R-FB}$$

ちなみに、減圧リニア弁28の場合、このフィードバック電流成分 $I_{R-FB}$ は、ブレーキ力減少過程においては実際のサーボ圧 $P_{SRV}$ が目標サーボ圧 $P_{SRV}^*$ よりも高く、サーボ圧偏差 $P_{SRV}$ が負になることで負の値となるため、結果的には、フィードフォワード成分 $I_{R-FF}$ を減じる成分となる。そして、S44, S45において、目標サーボ圧 $P_{SRV}^*$ の変化に基づいて、ブレーキ力増加過程、ブレーキ力減少過程あるいはブレーキ力維持過程のいずれにあるかが判断される。ブレーキ力減少過程若しくはブレーキ力維持過程であると判断された場合には、S46において、供給する励磁電流 $I_R$ が、上記基礎励磁電流 $I_{R0}$ に決定される。一方、ブレーキ力増加過程であると判断された場合には、S47において、減圧リニア弁28を十分な閉弁状態とすべく、励磁電流 $I_R$ が、基礎励磁電流 $I_{R0}$ にマージン電流 $I_{MAG}$ を足し合わせた電流として決定される。そして、S48において、決定された励磁電流 $I_R$ についての指令が発せられる。具体的には、駆動回路に励磁電流 $I_R$

に関する信号が送られる。

【 0 0 9 5 】

なお、上記減圧弁フィードバック制御では、ブレーキ力減少過程とブレーキ力維持過程とにおいて、基礎励磁電流  $I_{R0}$  が増圧リニア弁 26 に供給されている。そのことに鑑みて厳密に言えば、ブレーキ力減少過程、ブレーキ力維持過程のみ、フィードバック制御が行われていると考えることができる。

【 0 0 9 6 】

(d) フィードフォワード制御の内容

本システムでは、サーボ圧センサ 134 の失陥時には、S7 の通常時ブレーキ力に代えて、S8 のサーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御が行われる。この制御では、先に説明したフィードバック制御に代えて、フィードフォワード制御が実行される。以下に、そのフィードバック制御について詳しく説明する。

【 0 0 9 7 】

d-1) フィードフォワード制御の概要

先に説明したフィードバック制御では、増圧リニア弁 26、減圧リニア弁 28 に供給する励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  を決定するにあたって、ブレーキ力指標としてサーボ圧  $P_{SRV}$  を採用し、そのサーボ圧  $P_{SRV}$  の目標サーボ圧  $P_{SRV}^*$  に対する偏差であるサーボ圧偏差  $P_{SRV}$  に基づくフィードバック成分  $I_{A-FB}$ 、 $I_{R-FB}$  を決定している。ところが、サーボ圧センサ 134 の失陥時には、実際のサーボ圧  $P_{SRV}$  は取得することができないため、フィードバック成分  $I_{A-FB}$ 、 $I_{R-FB}$  を決定することができない。そこで、フィードフォワード制御では、簡単に言えば、それらフィードバック成分  $I_{A-FB}$ 、 $I_{R-FB}$  を含まない励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$ 、言い換えれば、上述のフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$  からなる励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  を、目標サーボ圧  $P_{SRV}^*$  に基づいて決定し、その決定した励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  を供給するようにしている。つまり、端的に言えば、フィードフォワード制御は、増圧リニア弁 26、減圧リニア弁 28 の各々を弁開閉均衡状態に保ちつつ、サーボ圧  $P_{SRV}$  を目標サーボ圧  $P_{SRV}^*$  に維持する制御と考えることができるのである。

【 0 0 9 8 】

d-2) ブレーキ力の担保

先に説明したように、弁開閉均衡状態は、電磁作用力  $F_{E-A}$ 、 $F_{E-R}$ 、差圧作用力  $F_{P-A}$ 、 $F_{P-R}$ 、弾性付勢力  $F_{K-A}$ 、 $F_{K-R}$  のバランスによって決まる状態である。例えば、経時的若しくは経年的な増圧リニア弁 26、減圧リニア弁 28 の特性変化等によって、弁開閉均衡状態における励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  とサーボ圧  $P_{SRV}$  との相互関係も変化し、上記フィードバック制御におけるフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$  を決定するための式に従って、励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  を決定しても、目標とするブレーキ力が得られない可能性がある。特に、弾性付勢力  $F_{K-A}$ 、 $F_{K-R}$  の変化による影響が大きく、弾性付勢力  $F_{K-A}$ 、 $F_{K-R}$  が大きくなった場合には、フィードフォワード制御において、予め設定されている上記式に従って決定した励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  を増圧リニア弁 26、減圧リニア弁 28 に供給したとしても、ブレーキ力が不足してしまうことになる。本システムでは、そのことに鑑み、フィードフォワード制御では、予め設定されている弁開閉状態における相互関係に従ってフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$  を決定し、その決定されたフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$  に、某かの補正を加え、あたかも、変化した弾性付勢力  $F_{K-A}$ 、 $F_{K-R}$  に基づいてフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$  を決定したのと同等の励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  が供給されるような処理が行われる。

【 0 0 9 9 】

詳しく説明すれば、増圧リニア弁 26 の弁開閉均衡状態におけるフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$  と第 2 パイロット圧  $P_{PLT2}$  との関係は、上記式を変形すると、

$$P_{PLT2} = \left( \frac{A}{A} \right) \cdot I_{A-FF} - \frac{F_{K-A}}{A} + P_{ACC}$$

となり、サーボ圧  $P_{SRV}$  と第 2 パイロット圧  $P_{PLT2}$  とは、

$$P_{SRV} / P_{PLT2} = \quad : \text{レギュレータ 24 の増圧比}$$

という関係にあることから、増圧リニア弁 26 の弁開閉均衡状態におけるサーボ圧  $P_{SRV}$

10

20

30

40

50

とフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$  との相互関係は、以下の式で表わすことができる。

$$P_{SRV} = \left\{ \left( \frac{P_A}{P_A} \right) \cdot I_{A-FF} - F_{K-A} / P_A + P_{ACC} \right\}$$

同様に、減圧リニア弁 28 のフィードフォワード成分  $I_{R-FF}$  と第 2 パイロット圧  $P_{PLT2}$  との関係は、上記式を変形すると、

$$P_{PLT2} = \left( \frac{P_R}{P_R} \right) \cdot I_{R-FF} - F_{K-R} / P_R + P_{RSV}$$

となり、上記サーボ圧  $P_{SRV}$  と第 2 パイロット圧  $P_{PLT2}$  との関係を考慮すれば、減圧リニア弁 26 の弁開閉均衡状態におけるサーボ圧  $P_{SRV}$  とフィードフォワード成分  $I_{R-FF}$  との相互関係は、以下の式で表わすことができる。

$$P_{SRV} = \left\{ \left( \frac{P_R}{P_R} \right) \cdot I_{R-FF} - F_{K-R} / P_R + P_{RSV} \right\}$$

高圧源圧  $P_{ACC}$ 、大気圧  $P_{RSV}$  はある範囲に収まるため、それらを一定であるとみなせば、増圧リニア弁 26、減圧リニア弁 28 の弁開閉均衡状態におけるサーボ圧  $P_{SRV}$  とフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$  との関係は、簡単に、次式で表わすことができる。

$$P_{SRV} = a_A \cdot I_{A-FF} + b_A \quad a_A, b_A: \text{係数}$$

$$P_{SRV} = a_R \cdot I_{R-FF} + b_R \quad a_R, b_R: \text{係数}$$

【0100】

弁開閉均衡状態におけるサーボ圧  $P_{SRV}$  とフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$  との関係を示す上記 2 つの式を、励磁電流 - フィードフォワード成分特性線として、グラフに表せば図 8 (a) のようになる。この図から解るように、弁開閉均衡状態において、フィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$  が大きくなるにつれて、サーボ圧  $P_{SRV}$ 、つまり、開閉均衡圧は高くなる。そして、上記  $b_A$ 、 $b_R$  の値が小さくなるにつれて、つまり、弾性付勢力  $F_{K-A}$ 、 $F_{K-R}$  が大きくなるにつれて、特性線は、下側にシフトする。すなわち、ブレーキ力が小さくなる側にシフトするのである。

【0101】

上記のような特性変化を考慮し、本システムにおけるフィードフォワード制御では、車両製造時点において予め設定されている値を有する弾性付勢力  $F_{K-A}$ 、 $F_{K-R}$  に基づく特性線 (図 8 (a) における  $SL_0$ ) に従うのではなく、その特性線をブレーキ力が小さくなる側にシフトさせた特性線 (図 8 (a) における  $SL'$ ) 従って、フィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$  を決定するようにしている。概念的に言えば、予め設定されている弾性付勢力  $F_{K-A}$ 、 $F_{K-R}$  に代えて、それらよりも大きな弾性付勢力  $F'_{K-A}$ 、 $F'_{K-R}$  (以下、「補正弾性付勢力  $F'_{K-A}$ 、 $F'_{K-R}$ 」を採用してフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$  を決定するのと同等の処理を行っているのである。具体的には、励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  をシフトさせる一定の電流量 (以下、「シフト量」と言う場合がある)  $I_A$ 、 $I_R$  を、次式、

$$I_A = (F'_{K-A} - F_{K-A}) / a_A$$

$$I_R = (F'_{K-R} - F_{K-R}) / a_R$$

に従って決定し、その決定したシフト量  $I_A$ 、 $I_R$  を、予め設定されている弁開閉均衡状態におけるサーボ圧  $P_{SRV}$  と励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  との相互関係に従って決定された励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  (厳密に言えば、上記基礎励磁電流  $I_{A0}$ 、 $I_{R0}$  である) に加えることで、励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  が決定される。このようにして励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  を決定することにより、図 8 (a) に示すように、同じサーボ圧  $P_{SRV}$  にすべく増圧リニア弁 26、減圧リニア弁 28 に供給される励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  は、予め設定されている相互関係に従って決定される励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  より、シフト量  $I_A$ 、 $I_R$  だけ大きい値に決定されるのである。つまり、増圧リニア弁 26、減圧リニア弁 28 とともに、励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  が大きくなるにつれて、開閉均衡圧が高くなることから、励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  は、ブレーキ力が大きくなる側にシフト量  $I_A$ 、 $I_R$  だけシフトさせた値に決定されることになり、フィードフォワード制御においても、ブレーキ力不足とならないようにブレーキ力が担保されることになるのである。

【0102】

d-3) フィードフォワード成分のシフト量

上記のようにフィードフォワード制御において、励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$  をシフトさせるのであるが、そのシフト量  $I_A$ 、 $I_R$  については、設定に従って 3 種類の中から選択可能と

10

20

30

40

50

されている。詳しく言えば、設定されている若しくは設定される3種類の弾性付勢力 $F_{K-A}$ 、 $F_{K-R}$ のいずれかを採用してフィードフォワード成分 $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$ を決定する場合の励磁電流 $I_A$ 、 $I_R$ を実現させるべく、シフト量 $I_A$ 、 $I_R$ が決定される。

### 【0103】

上述したように、弾性付勢力 $F_{K-A}$ 、 $F_{K-R}$ は、増圧リニア弁26、減圧リニア弁28個々に固有の値となり、その値は、車両製造時点で実測に基づいて設定されている。しかしながら、その値は、規格最大値 $F_{K-A-MAX}$ 、 $F_{K-R-MAX}$ 、規格最小値 $F_{K-A-MIN}$ 、 $F_{K-R-MIN}$ で画定されるある規格幅の中に収まるものとなっている。ちなみに、規格最大値 $F_{K-A-MAX}$ 、 $F_{K-R-MAX}$ は、ブレーキ力が小さくなる側の限度であり、規格最小値 $F_{K-A-MIN}$ 、 $F_{K-R-MIN}$ は、ブレーキ力が大きくなる側の限度である。それら規格最大値 $F_{K-A-MAX}$ 、 $F_{K-R-MAX}$ 、規格最小値 $F_{K-A-MIN}$ 、 $F_{K-R-MIN}$ となる場合の特性線を、図8(b)に示す。図から解るように、規格最大値 $F_{K-A-MAX}$ 、 $F_{K-R-MAX}$ となる場合の特性線 $SL_{MIN}$ は(以下、「最小ブレーキ力特性線 $SL_{MIN}$ 」と言う場合がある)、弁開閉均衡状態におけるサーボ圧 $P_{SRV}$ とフィードフォワード成分 $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$ との関係において、ブレーキ力が小さい側の限度となり、規格最小値 $F_{K-A-MIN}$ 、 $F_{K-R-MIN}$ となる場合の特性線 $SL_{MAX}$ 以下、「最大ブレーキ力特性線 $SL_{MAX}$ 」と言う場合がある)は、弁開閉均衡状態におけるサーボ圧 $P_{SRV}$ とフィードフォワード成分 $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$ との関係において、ブレーキ力が大きい側の限度となる。すなわち、弁開閉均衡状態におけるサーボ圧 $P_{SRV}$ とフィードフォワード成分 $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$ との関係も、予め設定された規格幅とされるのである。

### 【0104】

上記3種類のシフト量 $I_A$ 、 $I_R$ のうちの一つは、上記最小ブレーキ力特性線 $SL_{MIN}$ に従ってフィードフォワード成分 $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$ が決定された場合の励磁電流 $I_A$ 、 $I_R$ を実現させるためのシフト量 $I_A$ 、 $I_R$ であり、そのシフト量 $I_A$ 、 $I_R$ は、補正弾性付勢力 $F'_{K-A}$ 、 $F'_{K-R}$ として規格最大値 $F_{K-A-MAX}$ 、 $F_{K-R-MAX}$ を採用して、次式に従って決定される。

$$I_A = (F_{K-A-MAX} - F_{K-A}) / A$$

$$I_R = (F_{K-R-MAX} - F_{K-R}) / R$$

励磁電流 $I_A$ 、 $I_R$ は、このように決定されたシフト量 $I_A$ 、 $I_R$ だけシフトさせられ、その励磁電流 $I_A$ 、 $I_R$ が増圧リニア弁26、減圧リニア弁28に供給されるフィードフォワード制御では、十分なブレーキ力が担保されることになる。

### 【0105】

上記3種類のシフト量 $I_A$ 、 $I_R$ のうちのもう一つは、図8(b)に示す小ブレーキ力寄り特性線 $SL_{SML}$ に従ってフィードフォワード成分 $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$ が決定された場合の励磁電流 $I_A$ 、 $I_R$ を実現させるためのシフト量 $I_A$ 、 $I_R$ である。この小ブレーキ力寄り特性線 $SL_{SML}$ は、上記最小ブレーキ力特性線 $SL_{MIN}$ と上記最大ブレーキ力特性線 $SL_{MAX}$ とのちょうど中間の中間ブレーキ力特性線 $SL_{MID}$ よりも、最小ブレーキ力特性線 $SL_{MIN}$ 側に偏った特性線である。そのシフト量 $I_A$ 、 $I_R$ は、補正弾性付勢力 $F'_{K-A}$ 、 $F'_{K-R}$ として特定大側値 $F_{K-A-LRG}$ 、 $F_{K-R-LRG}$ を採用して、シフト量 $I_A$ 、 $I_R$ 決定される。ちなみに、特定大側値 $F_{K-A-LRG}$ 、 $F_{K-R-LRG}$ は、規格最大値 $F_{K-A-MAX}$ 、 $F_{K-R-MAX}$ と規格最小値 $F_{K-A-MIN}$ 、 $F_{K-R-MIN}$ とのちょうど中間となる規格中間値 $F_{K-A-MID}$ 、 $F_{K-R-MID}$ と、規格最大値 $F_{K-A-MAX}$ 、 $F_{K-R-MAX}$ との間の値とされている。具体的には、シフト量 $I_A$ 、 $I_R$ は、次式に従って決定される。

$$I_A = (F_{K-A-LRG} - F_{K-A}) / A$$

$$I_R = (F_{K-R-LRG} - F_{K-R}) / R$$

励磁電流 $I_A$ 、 $I_R$ は、このように決定されたシフト量 $I_A$ 、 $I_R$ だけシフトさせられ、そのシフトさせられた励磁電流 $I_A$ 、 $I_R$ が増圧リニア弁26、減圧リニア弁28に供給されるフィードフォワード制御では、ある程度ブレーキ力が担保されることになる。なお、特定大側値 $F_{K-A-LRG}$ 、 $F_{K-R-LRG}$ が予め設定されている弾性付勢力 $F_{K-A}$ 、 $F_{K-R}$ よりも小さい場合には、シフト量 $I_A$ 、 $I_R$ は、0とされる。

### 【0106】

上記3種類のシフト量  $I_A$ ,  $I_R$ のうちの残る1つは、通常時ブレーキ力制御、つまり、フィードバック制御において、学習によって取得された弁開閉均衡状態におけるサーボ圧  $P_{SRV}$ とフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ ,  $I_{R-FF}$ との関係に従ってフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ ,  $I_{R-FF}$ が決定された場合の励磁電流  $I_A$ ,  $I_R$ を実現させるためのシフト量  $I_A$ ,  $I_R$ である。そのシフト量  $I_A$ ,  $I_R$ の決定に際し、学習によって取得された弾性付勢力  $F_{K-A}$ ,  $F_{K-R}$ の値を補正弾性付勢力  $F'_{K-A}$ ,  $F'_{K-R}$ として採用する。弾性付勢力  $F_{K-A}$ ,  $F_{K-R}$ の学習、つまり、弁開閉均衡状態におけるサーボ圧  $P_{SRV}$ とフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ ,  $I_{R-FF}$ との相互関係の学習については、以下に詳しく説明する。

【0107】

d-4) 弁開閉均衡状態におけるサーボ圧とフィードフォワード成分との相互関係の学習  
フィードバック制御の最中に行われる学習、つまり、弁開閉均衡状態におけるサーボ圧  $P_{SRV}$ とフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ ,  $I_{R-FF}$ との相互関係の学習は、フィードフォワード制御におけるブレーキ力不足を回避するために行われる。そのため、弁開閉均衡状態における相互関係の、予め設定されている関係からの、ブレーキ力が小さくなる側、つまり、サーボ圧  $P_{SRV}$ が低くなる側へのズレを認知することによって行われる。言い換えれば、弾性付勢力  $F_{K-A}$ ,  $F_{K-R}$ が予め設定された値よりどの程度大きくなっているかを認知することによって行われる。

【0108】

増圧リニア弁26についての学習は、ブレーキ力増加過程が開始されたときに行われる。上述したフィードバック制御における基礎励磁電流  $I_{A0}$ の算出式は、

$$I_{A0} = I_{R-FF} + I_R \cdot F_B$$

$$= \{ F_{K-A} - I_A \cdot (P_{ACC} - P_{PLT2}) \} / I_A + I_A \cdot (P_{SRV}^* - P_{SRV})$$

のように表すことができる。この算出式および図9(a)を参照して説明すれば、ブレーキ力増加過程が開始された時点では、第2パイロット圧  $P_{PLT2}$ は、大気圧  $P_{RSV}$ となっており、あるフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ が決定される。その一方で、その時点では、目標サーボ圧  $P_{SRV}^*$ は、実際のサーボ圧  $P_{SRV}$ と等しい。弁開閉均衡状態における相互関係が、予め設定されている関係からズレていない場合、つまり、実際の弾性付勢力  $F_{K-A}$ が予め設定されている値である場合には、図9(a)において破線で示すように、この時点から目標サーボ圧  $P_{SRV}^*$ が上昇すれば、直ちに、実際のサーボ圧  $P_{SRV}$ も上昇する。それに伴って、その時点から、直ちに、フィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ も増加し、フィードバック成分  $I_{A-FB}$ は、比較的小さい値だけ増加する。しかしながら、弾性付勢力  $F_{K-A}$ が予め設定されている値よりも大きい場合には、図9(a)において実線で示すように、ある程度目標サーボ圧  $P_{SRV}^*$ が上昇するまでは、実際のサーボ圧  $P_{SRV}$ が上昇しない。つまり、フィードバック成分  $I_{A-FB}$ は、比較的急な勾配で増加し、ある程度増加したときに、フィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ も増加し始めることになる。この実際のサーボ圧  $P_{SRV}$ の上昇を開始する時点におけるフィードバック成分  $I_{A-FB}$ の値が、弾性付勢力  $F_{K-A}$ が予め設定されている値よりも大きいことによるフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ の不足分、つまり、その実際のサーボ圧  $P_{SRV}$ における不足電流  $I_{AS}$ である。この不足電流  $I_{AS}$ に基づいて、実際の弾性付勢力  $F_{K-A}$ が算出される。このような学習は、ブレーキ力増加過程が開始されるごとに行われ、本システムでは、学習によって得られた実際の弾性付勢力  $F_{K-A}$ のうち、最も大きな値のもの、つまり、弁開閉均衡状態における上記相互関係が最もズレた場合の値のものが、学習値  $F_{K-A-ST}$ として記憶される。この学習値  $F_{K-A-ST}$ を採用することで、増圧リニア弁26に供給される励磁電流  $I_A$ は、下記式で表わされるシフト量

$$I_A = (F_{K-A-ST} - F_{K-A}) / I_A$$

だけ、上記設定された相互関係に従った励磁電流  $I_A$ より大きくされるのである。

【0109】

減圧リニア弁28についての学習は、ブレーキ力維持過程において行われる。上述したフィードバック制御における基礎励磁電流  $I_{R0}$ の算出式は、

$$I_{R0} = I_{R-FF} + I_{R-FB}$$

10

20

30

40

50

$$= \{ F_{K-R} + I_R \cdot (P_{PLT2} - P_{RSV}) \} / I_R + I_R \cdot (P_{SRV}^* - P_{SRV})$$

のように表わすことができる。この算出式および図9(b)を参照して説明すれば、ブレーキ力維持過程においては、弾性付勢力 $F_{K-R}$ が予め設定されている値であるときには、図9(b)において破線で示すように、実際のサーボ圧 $P_{SRV}$ は目標サーボ圧 $P_{SRV}^*$ と等しくなり、基礎励磁電流 $I_{R0}$ にはフィードフォワード成分 $I_{R-FF}$ しか含まれなくなる。しかしながら、弾性付勢力 $F_{K-R}$ が予め設定されている値より大きい場合には、図9(b)において実線で示すように、フィードフォワード成分 $I_{R-FF}$ だけでは、実際のサーボ圧 $P_{SRV}$ を目標サーボ圧 $P_{SRV}^*$ に維持することができず、実際のサーボ圧 $P_{SRV}$ は目標サーボ圧 $P_{SRV}^*$ には達しない。その結果、ブレーキ力維持過程であるにも関わらず、基礎励磁電流 $I_{R0}$ にはフィードバック成分 $I_{R-FB}$ が含まれることになる。このときのフィードバック成分 $I_{R-FB}$ の値が、弾性付勢力 $F_{K-R}$ が予め設定されている値よりも大きいことによるフィードフォワード成分 $I_{R-FF}$ の不足分、つまり、その実際のサーボ圧 $P_{SRV}$ における不足電流 $I_{RS}$ である。この不足電流 $I_{RS}$ に基づいて、実際の弾性付勢力 $F_{K-R}$ が算出される。このような学習は、ブレーキ力維持過程が到来することに行われ、本システムでは、学習によって得られた実際の弾性付勢力 $F_{K-R}$ のうち、最も大きな値のものが、つまり、弁開閉均衡状態における上記相互関係が最もズレた場合の値のものが、学習値 $F_{K-R-ST}$ として記憶される。この学習値 $F_{K-R-ST}$ を採用することで、減圧リニア弁28に供給される励磁電流 $I_R$ は、下記式で表わされるシフト量 $I_R$

$$I_R = (F_{K-R-ST} - F_{K-R}) / I_R$$

だけ、上記設定された相互関係に従った励磁電流 $I_R$ より大きくされるのである。

【0110】

上記のようにして決定されたシフト量 $I_A$ 、 $I_R$ だけシフトさせられた励磁電流 $I_A$ 、 $I_R$ が増圧リニア弁26、減圧リニア弁28に供給されるフィードフォワード制御では、そのシフト量 $I_A$ 、 $I_R$ が学習に基づくものである故、比較的適正なブレーキ力が担保されることになる。言い換えれば、比較的精度よくブレーキ力を制御することが可能である。なお、実際の弾性付勢力 $F_{K-A}$ 、 $F_{K-R}$ についての上記学習値 $F_{K-A-ST}$ 、 $F_{K-R-ST}$ が、予め設定されている弾性付勢力 $F_{K-A}$ 、 $F_{K-R}$ 以下である場合には、シフト量 $I_A$ 、 $I_R$ は、0とされる。上記学習は、所定の学習プログラムが、本ブレーキ制御プログラムと並行して実行されることによって行われるが、本システムの説明では、そのプログラムについてのフローチャートの説明を省略する。

【0111】

d-5) ブレーキ力が大きくなり過ぎた場合の処置

先に説明したように、フィードフォワード制御では、ブレーキ力の不足とならないように、励磁電流 $I_A$ 、 $I_R$ が、設定された弁開閉状態における相互関係によって決定されたフィードフォワード成分 $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$ からなる励磁電流 $I_A$ 、 $I_R$ よりも、上記シフト量 $I_A$ 、 $I_R$ だけ大きくされる。大きくされた励磁電流 $I_A$ 、 $I_R$ を供給した場合、実際のサーボ圧 $P_{SRV}$ が高くなり過ぎ、ブレーキ力が大きくなり過ぎることも予測される。そのため、本システムでは、フィードフォワード制御において、ブレーキ力が設定程度を超えて大きくなっているか否かを判断し、大きくなり過ぎている場合に、ブレーキ力を小さくするような処置を講じるようにされている。

【0112】

フィードフォワード制御は、サーボ圧センサ134が失陥しているときに行われる制御であるから、フィードフォワード制御が行われているときには、実際のサーボ圧 $P_{SRV}$ は検出できない。そこで、ブレーキ力が設定程度を超えて大きくなっているか否かの判断は、高圧源センサ96の検出による高圧源圧 $P_{ACC}$ の変化、詳しくは、高圧源圧 $P_{ACC}$ の低下に基づいて行われる。増圧リニア弁26についての判断は、ブレーキ力増加過程においてフィードバック制御からフィードフォワード制御へ切り換ったとき、および、フィードフォワード制御におけるブレーキ力増加過程の開始時に行われる。一方、減圧リニア弁28についての判断は、フィードフォワード制御が行われている場合において、ブレーキ力維持過程からブレーキ力減少過程に移行したときに行われる。

## 【 0 1 1 3 】

まず、図 10 ( a ) を参照しつつ、ブレーキ力増加過程においてフィードバック制御からフィードフォワード制御に切替ったときの増圧リニア弁 2 6 についての判断を説明する。フィードフォワード制御において増圧リニア弁 2 6 に供給される励磁電流  $I_A$  が適切な場合には、図 10 ( a ) の破線で示すように、サーボ圧  $P_{SRV}$  は、概ね、フィードバック制御におけるサーボ圧  $P_{SRV}$  の変化の延長上になると考えられる。この場合、高圧源装置 2 2 からレギュレータ 2 4 を介してマスタシリンダ装置 1 6 に供給される作動液は、フィードバック制御における場合と概ね同じ供給速度 ( 単位時間あたりの供給量を意味する ) で供給され、それに伴い、高圧源圧  $P_{ACC}$  は、フィードバック制御における場合と概ね同じ勾配に沿って低下する。ところが、励磁電流  $I_A$  が大き過ぎる場合には、図 10 ( a ) において実線で示すように、切替り時点で、サーボ圧  $P_{SRV}$  は、急激に高くなると考えられる。その場合は、マスタシリンダ装置 1 6 に供給される作動液も急激に増加し、高圧源圧  $P_{ACC}$  も急激に低下する。この高圧源圧  $P_{ACC}$  の急激な低下をもって、ブレーキ力が大き過ぎると判断される。具体的には、切替り時点の高圧源圧  $P_{ACC}$  である切替り時高圧源圧  $P_{ACC-C}$  と、切替り後短い設定時間  $t_1$  経過した時点の高圧源圧  $P_{ACC}$  と差である高圧源圧差  $P_{ACC-1}$  が、設定閾差  $P_{ACC-TH1}$  を超えた場合に、ブレーキ力が設定程度を超えて大きい、つまり、励磁電流  $I_A$  が大き過ぎると判断される。

10

## 【 0 1 1 4 】

次に、図 10 ( b ) を参照しつつ、フィードフォワード制御におけるブレーキ力増加過程の開始時の増圧リニア弁 2 6 についての判断を説明する。ブレーキ力増加過程の開始によって、目標サーボ圧  $P^*_{SRV}$  が上昇し、励磁電流  $I_A$  が適切な場合には、実際のサーボ圧  $P_{SRV}$  は、図 10 ( b ) において破線で示すように、目標サーボ圧  $P^*_{SRV}$  の上昇に沿って上昇する。この上昇に応じて、高圧源圧  $P_{ACC}$  は、開始時高圧源圧  $P_{ACC-1}$  から破線のように低下する。それに対し、励磁電流  $I_A$  が大き過ぎる場合には、図 10 ( a ) において実線で示すように、より急勾配で上昇し、高圧源装置 2 2 からレギュレータ 2 4 を介したマスタシリンダ装置 1 6 への作動液の供給速度は高くなることから、その上昇に応じて、高圧源圧  $P_{ACC}$  は、より急勾配で低下する。目標サーボ圧  $P^*_{SRV}$  が設定判断圧  $P^*_{SRV-J}$  となったときの高圧源圧  $P_{ACC}$  の開始時高圧源圧  $P_{ACC-1}$  との差である高圧源圧差  $P_{ACC-2}$  が、励磁電流  $I_A$  が適切な場合の高圧源圧差である基準高圧源圧差  $P_{ACC-20}$  よりマージン差  $P_{ACC-M}$  を設けて設定された設定閾差  $P_{ACC-TH2}$  より大きく低下した場合に、ブレーキ力が設定程度を超えて大きい、つまり、励磁電流  $I_A$  が大き過ぎると判断される。

20

30

## 【 0 1 1 5 】

さらに次に、図 10 ( c ) を参照しつつ、フィードフォワード制御が行われている場合において、ブレーキ力維持過程からブレーキ力減少過程に移行したときに行われる減圧リニア弁 2 8 についての判断を説明する。後に詳しく説明するが、フィードフォワード制御では、ブレーキ力維持過程からブレーキ力減少過程に移行する際、増圧リニア弁 2 6 に供給される励磁電流  $I_A$  は、直ちに 0 とされず、実際にブレーキ力が減少すると判断されたときに、0 とされる。したがって、ブレーキ力減少過程が開始された時点では、増圧リニア弁 2 6 は、弁開閉均衡状態にある。減圧リニア弁 2 8 に供給される励磁電流  $I_R$  が適切な場合には、図 10 ( c ) における破線で示すように、目標サーボ圧  $P^*_{SRV}$  の低下に対して殆ど遅れることなく、実際のサーボ圧  $P_{SRV}$  は低下を始める。この実際のサーボ圧  $P_{SRV}$  の低下が開始されるときには、レギュレータ 2 4 の第 2 パイロット圧  $P_{PLT2}$  の低下するが、増圧リニア弁 2 6 が弁開閉均衡状態にあるため、高圧源装置 2 2 から供給されている作動液は、第 2 パイロット室 R 9 に流入することになる。この流入によって、高圧源圧  $P_{ACC}$  は低下する。減圧リニア弁 2 8 についての判断は、この高圧源圧  $P_{ACC}$  の低下をトリガとして行い、また、この低下をトリガとして、増圧リニア弁 2 6 へ供給される励磁電流  $I_A$  が 0 とされる。

40

## 【 0 1 1 6 】

減圧リニア弁 2 8 に供給される励磁電流  $I_R$  が大き過ぎる場合には、図 10 ( c ) において実線で示すように、目標サーボ圧  $P^*_{SRV}$  が低下し始めても、直ちには、減圧リニア弁

50

28は弁開閉均衡状態とならず、サーボ圧 $P_{SRV}$ は、遅れて低下する。つまり、上述の高圧源圧 $P_{ACC}$ の低下も遅れて発生する。このことを利用し、ブレーキ力維持過程からブレーキ力減少過程へ移行した時点での目標サーボ圧 $P^*_{SRV}$ である移行時目標サーボ圧 $P^*_{SRV-T}$ と、高圧源圧 $P_{ACC}$ が低下した時点での目標サーボ圧 $P^*_{SRV}$ との差である目標サーボ圧差 $P^*_{SRV}$ が、設定閾差 $P^*_{SRV-TH}$ を超えた場合に、ブレーキ力が設定程度を超えて大きい、つまり、励磁電流 $I_R$ が大き過ぎると判断される。

【0117】

上記のようにして、ブレーキ力が設定程度を超えて大きいと判断された場合、つまり、増圧リニア弁26，減圧リニア弁28へ供給される励磁電流 $I_A$ ， $I_R$ が大き過ぎると判断された場合、その励磁電流 $I_A$ ， $I_R$ は減少させられる。詳しく言えば、シフト量 $I_A$ ， $I_R$ は、減少のために設定されている設定減少量 $I_{A-DEC}$ ， $I_{R-DEC}$ だけ減少させられる。つまり、励磁電流 $I_A$ ， $I_R$ は、ブレーキ力が小さくなる側にシフトさせられるのである。ちなみに、設定減少量 $I_{A-DEC}$ ， $I_{R-DEC}$ は、ブレーキ力が小さくなる側へのシフト量であり、多くの場合に励磁電流 $I_A$ ， $I_R$ を増加させるための上記シフト量 $I_A$ ， $I_R$ よりも相当に小さくなるように設定されており、多くの場合、ブレーキ力が設定程度を超えて大きいと判断された都度、励磁電流 $I_A$ ， $I_R$ が設定減少量 $I_{A-DEC}$ ， $I_{R-DEC}$ ずつ減少させられ、ブレーキ力は、段階的に適正な大きさに近づいていく。なお、シフト量 $I_A$ ， $I_R$ が0とされていた場合、つまり、励磁電流 $I_A$ ， $I_R$ をブレーキ力が大きくなる側にシフトさせていない場合でも、ブレーキ力が設定程度を超えて大きいと判断されたときには、シフト量 $I_A$ ， $I_R$ は設定減少量 $I_{A-DEC}$ ， $I_{R-DEC}$ だけ減少させられるようにされている。したがって、その場合であっても、その減少により、適切な大きさのブレーキ力が発生させられることになる。

【0118】

(e) サーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御

上述のフィードフォワード制御が行われるS8のサーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御は、図11にフローチャートを示すサーボ圧センサ失陥時ブレーキ制御ルーチンが実行されることによって行われる。このルーチンに従う処理では、まず、S51において、今回の本ルーチンの実行が、S7の通常時ブレーキ力制御から切替った最初の実行であるか否かが判断される。最初の実行である場合には、S52において、上述した励磁電流 $I_A$ ， $I_R$ についてのシフト量 $I_A$ ， $I_R$ が決定される。一方で、最初の実行ではない場合には、S52の決定は、スキップされる。S53～S55では、上述したブレーキ力が設定程度を超えて大きいことを判断し、大きい場合にシフト量 $I_A$ ， $I_R$ を小さくする側に変更するための第1～第3シフト量変更処理が行われる。それらの処理の後、S56において、第2パイロット圧 $P_{PLT2}$ が認定される。この認定は、先の通常時ブレーキ力制御における認定が実際のサーボ圧 $P_{SRV}$ に基づくのと異なり、目標サーボ圧 $P^*_{SRV}$ に基づいて行われる。具体的には、サーボ圧 $P_{SRV}$ が目標サーボ圧 $P^*_{SRV}$ になっているとみなし、目標サーボ圧 $P^*_{SRV}$ と上述したレギュレータ24の増圧比とに基づいて、第2パイロット圧 $P_{PLT2}$ が認定される。その認定の後、上記フィードフォワード制御を構成する増圧弁フィードフォワード制御，減圧弁フィードフォワード制御が、それぞれ、S57，S58において行われる。以下に、それぞれの制御，処理について詳しく説明する。

【0119】

e-1) 制御の切替り初期におけるシフト量の決定

制御の切替り初期において行われるS52のシフト量決定のための処理は、図12にフローチャートを示す初期シフト量決定サブルーチンが実行されることによって行われる。このサブルーチンに従う処理では、まず、S61，S62において、シフト量選択パラメータSLTの値が判断される。このパラメータには、“1”，“2”，“3”のいずれかの値が、車両の種類，状態等に応じて予め設定されており、その値に応じて、本サブルーチンにおいて上記3種類のシフト量 $I_A$ ， $I_R$ のうちのいずれかが決定される。具体的に言えば、パラメータが“1”に設定されている場合には、上記最小ブレーキ力特性線 $S_{L_{MIN}}$ に従ってフィードフォワード成分 $I_{A-FF}$ ， $I_{R-FF}$ が決定された場合の励磁電流 $I_A$ ，

10

20

30

40

50

$I_R$ を実現させるためのシフト量  $I_A$ 、 $I_R$ とすべく、S 6 3において、上述したように、補正弾性付勢力  $F'_{K-A}$ 、 $F'_{K-R}$ が、それぞれ、規格最大値  $F_{K-A-MAX}$ 、 $F_{K-R-MAX}$ とされる。パラメータが“2”に設定されている場合には、上記小ブレーキ力寄り特性線  $S_{L-SML}$ に従ってフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$ が決定された場合の励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$ を実現させるためのシフト量  $I_A$ 、 $I_R$ とすべく、S 6 4において、上述したように、補正弾性付勢力  $F'_{K-A}$ 、 $F'_{K-R}$ が、それぞれ、特定大側値  $F_{K-A-LRG}$ 、 $F_{K-R-LRG}$ とされる。パラメータが“3”に設定されている場合には、上記学習によって取得された弁開閉均衡状態におけるサーボ圧  $P_{SRV}$ とフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$ との関係に従ってフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$ 、 $I_{R-FF}$ が決定された場合の励磁電流  $I_A$ 、 $I_R$ を実現させるためのシフト量  $I_A$ 、 $I_R$ とすべく、S 6 5において、上述したように、補正弾性付勢力  $F'_{K-A}$ 、 $F'_{K-R}$ が、それぞれ、学習値  $F_{K-A-ST}$ 、 $F_{K-R-ST}$ とされる。

10

## 【0120】

補正弾性付勢力  $F'_{K-A}$ 、 $F'_{K-R}$ が決定された後、S 6 6において、増圧リニア弁 2 6 についての補正弾性付勢力  $F'_{K-A}$ がフィードバック制御で用いられているところの予め設定されている弾性付勢力  $F_{K-A}$ を超えているか否かが判断される。そして、弾性付勢力  $F_{K-A}$ を超えている場合には、S 6 7において、増圧リニア弁 2 6 についてのシフト量  $I_A$ が、補正弾性付勢力  $F'_{K-A}$ に基づき、上記式に従って決定され、一方、弾性付勢力  $F_{K-A}$ 以下である場合には、S 6 8において、シフト量  $I_A$ が0とされる。次に、S 6 9において、減圧リニア弁 2 8 についての補正弾性付勢力  $F'_{K-R}$ がフィードバック制御で用いられているところの予め設定されている弾性付勢力  $F_{K-R}$ を超えているか否かが判断される。そして、弾性付勢力  $F_{K-R}$ を超えている場合には、S 7 0において、減圧リニア弁 2 8 についてのシフト量  $I_R$ が、補正弾性付勢力  $F'_{K-R}$ に基づき、上記式に従って決定され、一方、弾性付勢力  $F_{K-R}$ 以下である場合には、S 7 1において、シフト量  $I_R$ が0とされる。

20

## 【0121】

## e-2) シフト量変更処理

S 5 3の第1シフト量変更処理は、通常時ブレーキ力制御からサーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御に切替った際、ブレーキ力が設定程度を超えて大きくなっているか否かを判断し、大きくなっていると判断された場合に、増圧リニア弁 2 6 についてのシフト量  $I_A$ を減少させるための処理である。この処理は、図 1 3 にフローチャートを示す第1シフト量変更サブルーチンが実行されることによつて行われる。このサブルーチンに従う処理では、まず、S 8 1において、判断のための条件が充足されているか否かが判定される。その条件は、ブレーキ力増加過程において制御が切替ったこと、現時点でもブレーキ増加過程にあること、かつ、制御の切替り後設定時間  $t_1$ が経過したことである。判断のための条件が充足されていると判定された場合、S 8 2において、上述したように、高圧源圧差  $P_{ACC-1}$ が設定閾差  $P_{ACC-TH1}$ を超えているか否かが判断され、超えている場合に、S 8 3において、増圧リニア弁 2 6 についてのシフト量  $I_A$ が、設定減少量  $I_{A-DEC}$ だけ減少させられる。

30

## 【0122】

S 5 4の第2シフト量変更処理は、ブレーキ力増加過程が開始した際、ブレーキ力が設定程度を超えて大きくなっているか否かを判断し、大きくなっていると判断された場合に、増圧リニア弁 2 6 についてのシフト量  $I_A$ を減少させるための処理である。この処理は、図 1 4 にフローチャートを示す第2シフト量変更サブルーチンが実行されることによつて行われる。このサブルーチンに従う処理では、まず、S 9 1において、判断のための条件が充足されているか否かが判定される。その条件は、ブレーキ力増加過程が開始され現時点でもその過程にあること、かつ、目標サーボ圧  $P^*_{SRV}$ が設定判断圧  $P^*_{SRV-J}$ となったことである。判断のための条件が充足されていると判定された場合、S 9 2において、上述したように、高圧源圧差  $P_{ACC-2}$ が設定閾差  $P_{ACC-TH2}$ を超えているか否かが判断され、超えている場合に、S 9 3において、増圧リニア弁 2 6 についてのシフト量  $I_A$ が、設定減少量  $I_{A-DEC}$ だけ減少させられる。

40

50

## 【 0 1 2 3 】

S 5 5 の第 3 シフト量変更処理は、ブレーキ維持過程からブレーキ力減少過程に移行した際、ブレーキ力が設定程度を超えて大きくなっているか否かを判断し、大きくなっていると判断された場合に、減圧リニア弁 2 8 についてのシフト量  $I_R$  を減少させるための処理である。この処理は、図 1 5 にフローチャートを示す第 3 シフト量変更サブルーチンが実行されることによって行われる。このサブルーチンに従う処理では、まず、S 1 0 1 において、判断のための条件が充足されているか否かが判定される。その条件は、ブレーキ維持過程からブレーキ力減少過程に移行し、現時点でもブレーキ力減少過程にあること、かつ、高圧源圧  $P_{ACC}$  が低下したことである。判断のための条件が充足されていると判定された場合、S 1 0 2 において、上述したように、目標サーボ圧差  $P^*_{SRV}$  が設定閾差  $P^*_{SRV} - TH$  を超えているか否かが判断され、超えている場合に、S 1 0 3 において、減圧リニア弁 2 8 についてのシフト量  $I_R$  が、設定減少量  $I_{R-DEC}$  だけ減少させられる。

10

## 【 0 1 2 4 】

## e-3) 増圧弁フィードフォワード制御

S 5 7 の増圧弁フィードフォワード制御は、簡単に言えば、フィードフォワード制御の手法に基づいてフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$  を決定し、この決定されたフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$  からなる励磁電流  $I_A$  を、増圧リニア弁 2 6 に供給するための制御である。この制御は、図 1 6 にフローチャートを示す増圧弁フィードフォワード制御サブルーチンが実行されることによって行われる。

20

## 【 0 1 2 5 】

増圧弁フィードフォワード制御サブルーチンに従う処理では、まず、S 1 1 1 において、フィードバック制御における場合と同様の式によって、つまり、増圧リニア弁 2 6 について予め設定されているところの弁開閉均衡状態におけるサーボ圧  $P_{SRV}$  と励磁電流  $I_A$  との相互関係に従って、フィードフォワード成分  $I_{A-FF}$  が決定される。具体的には、目標サーボ圧  $P^*_{SRV}$  に依拠して認定された第 2 パイロット圧  $P_{PLT2}$  と高圧源圧  $P_{ACC}$  とに基づいて決定される。続く S 1 1 2 において、実際に供給される励磁電流  $I_A$  の基礎となる基礎励磁電流  $I_{A0}$  が、次式に基づいて決定される。

$$I_{A0} = I_{A-FF} + I_A$$

つまり、決定されたフィードフォワード成分  $I_{A-FF}$  に上記シフト量  $I_A$  を加えることによって、基礎励磁電流  $I_{A0}$  が決定されるのである。

30

## 【 0 1 2 6 】

基礎励磁電流  $I_{A0}$  の決定の後、S 1 1 3, S 1 1 4 において、フィードバック制御の場合と同様に、ブレーキ力増加過程、ブレーキ力維持過程、ブレーキ力減少過程のいずれであるかが判断される。ブレーキ力増加過程、ブレーキ力維持過程にあると判断された場合には、S 1 1 5 において、フィードバック制御の場合と同様に、供給する励磁電流  $I_A$  が上記基礎励磁電流  $I_{A0}$  に決定される。一方、ブレーキ力減少過程にあると判断された場合は、フィードバック制御の場合と異なり、S 1 1 6 における高圧源圧  $P_{ACC}$  の低下の判断の結果、高圧源圧  $P_{ACC}$  が実際に低下したと判断された時点から、S 1 1 7 において、励磁電流  $I_A$  が 0 に決定される。これは、先に説明したように、第 3 シフト量変更処理の実行を担保するための処理である。励磁電流  $I_A$  の決定後、S 1 1 8 において、その励磁電流  $I_A$  についての指令が発せられる。

40

## 【 0 1 2 7 】

なお、上記増圧弁フィードフォワード制御も、増圧弁フィードバック制御と同様、ブレーキ力増加過程とブレーキ力維持過程とにおいて、基礎励磁電流  $I_{A0}$  が増圧リニア弁 2 6 に供給されている。そのことに鑑みて厳密に言えば、ブレーキ力増加過程、ブレーキ力維持過程のみ、フィードフォワード制御が行われていると考えることができる。

## 【 0 1 2 8 】

## e-4) 減圧弁フィードフォワード制御

S 5 8 の減圧弁フィードフォワード制御は、簡単に言えば、フィードフォワード制御の

50

手法に基づいてフィードフォワード成分  $I_{R-FF}$  を決定し、この決定されたフィードフォワード成分  $I_{R-FF}$  からなる励磁電流  $I_R$  を、減圧リニア弁 28 に供給するための制御である。この制御は、図 17 にフローチャートを示す減圧弁フィードフォワード制御サブルーチンが実行されることによって行われる。

#### 【0129】

減圧弁フィードフォワード制御サブルーチンに従う処理では、まず、S121において、フィードバック制御における場合と同様の式によって、つまり、減圧リニア弁 28 について予め設定されているところの弁開閉均衡状態におけるサーボ圧  $P_{SRV}$  と励磁電流  $I_R$  との相互関係に従って、フィードフォワード成分  $I_{R-FF}$  が決定される。具体的には、目標サーボ圧  $P_{SRV}^*$  に依拠して認定された第 2 パイロット圧  $P_{PLT2}$  と大気圧  $P_{RSV}$  とに基づいて決定される。続く S122 において、実際に供給される励磁電流  $I_R$  の基礎となる基礎励磁電流  $I_{R0}$  が、次式に基づいて決定される。

$$I_{R0} = I_{R-FF} + I_R$$

つまり、決定されたフィードフォワード成分  $I_{R-FF}$  に上記シフト量  $I_R$  を加えることによって、基礎励磁電流  $I_{R0}$  が決定されるのである。

#### 【0130】

基礎励磁電流  $I_{R0}$  の決定の後、S123, S124 において、フィードバック制御の場合と同様に、ブレーキ力増加過程、ブレーキ力維持過程、ブレーキ力減少過程のいずれであるかが判断される。ブレーキ力減少過程、ブレーキ力維持過程にあると判断された場合には、S125 において、フィードバック制御の場合と同様に、供給する励磁電流  $I_R$  が上記基礎励磁電流  $I_{R0}$  に決定される。一方、ブレーキ力増加過程にあると判断された場合も、フィードバック制御の場合と同様に、S126 において、励磁電流  $I_R$  が、基礎励磁電流  $I_{R0}$  に上記マージン電流  $I_{MAG}$  を加えた値に決定される。励磁電流  $I_R$  の決定後、S127 において、その励磁電流  $I_R$  についての指令が発せられる。

#### 【0131】

なお、上記減圧弁フィードフォワード制御も、減圧弁フィードバック制御と同様に、ブレーキ力維持過程とブレーキ力減少過程とにおいて、基礎励磁電流  $I_{R0}$  が減圧リニア弁 28 に供給されている。そのことに鑑みて厳密に言えば、ブレーキ力維持過程、ブレーキ力減少過程のみ、フィードフォワード制御が行われていると考えることができる。

#### 【0132】

##### (f) 制御装置の機能構成

上記ブレーキ制御プログラムに従った処理を行う当該システムの制御装置であるブレーキ ECU 30 は、その制御機能に鑑みれば、図 18 のブロック図に示すような機能構成を有していると考えることができる。具体的に言えば、i) 高圧源装置 22 の制御を司る高圧源制御部 160、ii) 励磁電流  $I_A$ ,  $I_R$  をフィードフォワード成分とフィードバック成分とに基づいて決定し、その決定された励磁電流  $I_A$ ,  $I_R$  を増圧リニア弁 26, 減圧リニア弁 28 に供給するフィードバック制御部 162、iii) 励磁電流  $I_A$ ,  $I_R$  をフィードフォワード成分に基づいて決定し、その決定された励磁電流  $I_A$ ,  $I_R$  を増圧リニア弁 26, 減圧リニア弁 28 に供給するフィードフォワード制御部 164、iv) フィードフォワード制御による励磁電流  $I_A$ ,  $I_R$  の決定に際し、その励磁電流  $I_A$ ,  $I_R$  をシフトさせる励磁電流シフト部 166、v) サーボ圧センサ 134 に失陥が発生した場合に、増圧リニア弁 26, 減圧リニア弁 28 に供給する励磁電流  $I_A$ ,  $I_R$  に関する制御実行する機能部を、フィードバック制御部からフィードフォワード制御部に切替える制御切替部 168 を有していると考えることができる。

#### 【0133】

上記ブレーキ制御プログラムに従う処理との関係で、より詳しく言えば、高圧源制御部 160 は、図 4 に示す高圧源制御ルーチンの実行によって機能する機能部と考えることができ、フィードバック制御部 162 は、図 5 に示す通常ブレーキ力制御ルーチンにおける S24, S25、つまり、図 6, 図 7 に示す増圧弁フィードバック制御サブルーチン、減圧弁フィードバック制御サブルーチンの実行によって機能する機能部と、フィードフォー

10

20

30

40

50

ド制御部 164 は、図 11 に示すサーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御ルーチンにおける S57, S58、つまり、図 16, 図 17 に示す増圧弁フィードフォワード制御サブルーチン、減圧弁フィードフォワード制御サブルーチンの実行によって機能する機能部と、それぞれ考えることができる。また、励磁電流シフト部 166 は、図 11 に示すサーボ圧センサ失陥時ブレーキ力制御ルーチンにおける S52 ~ S56、つまり、図 12 ~ 図 15 に示す初期シフト量決定サブルーチン、第 1 ~ 第 3 シフト量変更サブルーチンの実行によって機能する機能部と考えることができ、制御切換部 168 は、図 3 に示すメインフローの S6、つまり、通常時ブレーキ力制御からサーボ圧センサ失陥時制御に切換える処理の実行によって機能する機能部と考えることができる。

【0134】

変形例

以下に、請求可能発明が適用できる上記実施例の変形例について、説明する。

【0135】

上記実施例のシステムでは、高圧源装置 22 からの作動液がレギュレータ 24 によって調圧されてマスタシリンダ装置 16 に供給され、その作動液の圧力によってマスタシリンダ装置 16 において作動液が加圧され、その加圧された作動液がブレーキ装置 12 に供給されるように構成されていた。このような構成に代え、例えば、レギュレータ 24 から調圧されて供給された作動液が、直接的にブレーキ装置に供給されるように構成されていてもよい。また、例えば、レギュレータ 24 を備えず、増圧リニア弁 26, 減圧リニア弁 28 によって高圧源装置 22 からの作動液の圧力を調整し、その調整された圧力の作動液が、直接的にマスタシリンダ装置 16 に供給されるように構成されていてもよい。そのような構成の場合には、その調整された圧力である調整圧をブレーキ力指標として採用することができる。さらに、例えば、増圧リニア弁 26, 減圧リニア弁 28 によって高圧源装置 22 からの作動液の圧力を調整し、その調整された圧力の作動液が、直接的にブレーキ装置 12 に供給されるように構成されていてもよい。そのような構成の場合にも、その調整された圧力である調整圧をブレーキ力指標として採用することができる。また、上記実施例のシステムにおいて、マスタシリンダ装置 16 からブレーキ装置 12 に供給される作動液の圧力であるマスタ圧を検出するマスタ圧センサを設け、そのマスタ圧をブレーキ力指標として採用することも可能である。

【0136】

上記実施例のシステムでは、常閉型の増圧リニア弁 26, 常開型の減圧リニア弁 28 が採用されているが、増圧リニア弁 26 として、常開型のリニア弁を、また、減圧リニア弁 28 として、常閉型のリニア弁を採用することも可能である。この場合、ブレーキ力を担保するための励磁電流  $I_A$ ,  $I_R$  についてのシフトは、励磁電流  $I_A$ ,  $I_R$  を減少させる向きのシフトとなる場合もあり得る。

【0137】

上記実施例のシステムでは、増圧リニア弁 26 に関して、ブレーキ力増加過程、ブレーキ力維持過程においてだけ、フィードバック制御の手法、フィードフォワード制御の手法に従って決定された励磁電流  $I_A$  (基礎励磁電流  $I_{A0}$ ) がそのまま供給され、減圧リニア弁 28 に関して、ブレーキ力維持過程、ブレーキ力減少過程においてだけ、フィードバック制御の手法、フィードフォワード制御の手法に従って決定された励磁電流  $I_R$  (基礎励磁電流  $I_{R0}$ ) が供給されていた。そのような供給形態に代え、ブレーキ力増加過程、ブレーキ力維持過程、ブレーキ力減少過程のすべてについて、フィードバック制御の手法、フィードフォワード制御の手法に従って決定された励磁電流  $I_A$ ,  $I_R$  が供給される供給形態であってもよく、逆に、それらの過程の内の任意の 1 つまたは 2 つの過程にのみフィードバック制御の手法、フィードフォワード制御の手法に従って決定された励磁電流  $I_A$ ,  $I_R$  が供給される供給形態であってもよい。

【0138】

上記実施例のシステムでは、フィードフォワード制御に関して、増圧リニア弁 26, 減圧リニア弁 28 の両方に、ブレーキ力を担保するための励磁電流  $I_A$ ,  $I_R$  のシフトが行わ

10

20

30

40

50

れていた。このような形態に代え、増圧リニア弁 26，減圧リニア弁 28 の一方だけに、ブレーキ力を担保するための励磁電流  $I_A$ ， $I_R$  のシフトが行われるような形態であってもよい。

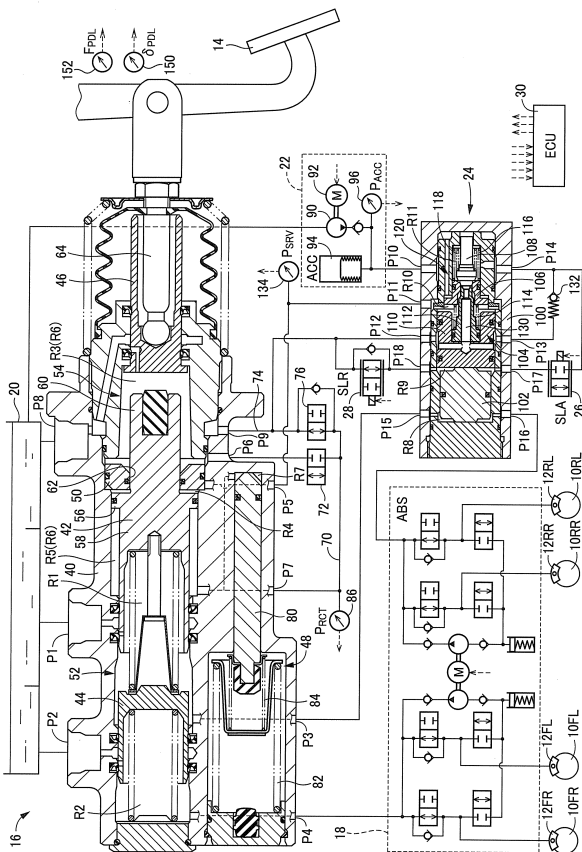
【符号の説明】

【0139】

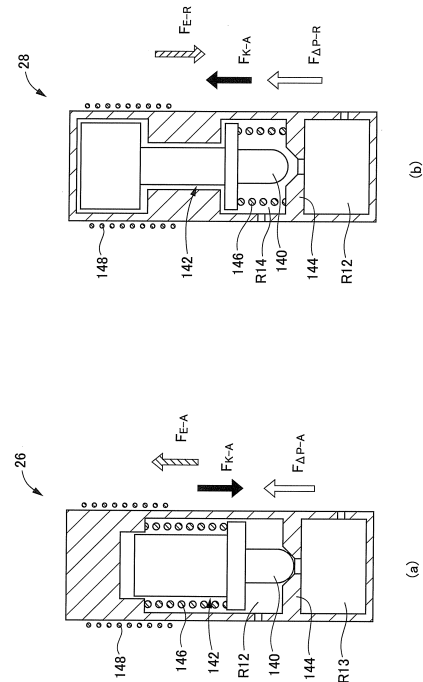
- 12：ブレーキ装置      14：ブレーキペダル〔ブレーキ操作部材〕      16：マスタシリンダ装置
- 20：リザーバ〔低圧源〕      22：高圧源装置      24：レギュレータ〔調圧器〕
- 26：電磁式増圧リニア弁      28：電磁式減圧リニア弁      30：ブレーキ電子制御ユニット〔制御装置〕
- 134：サーボ圧センサ〔ブレーキ力指標検出器〕      140：先端〔弁子〕      142：プランジャ      144：弁座      146：スプリング〔弾性付勢機構〕
- 148：コイル〔電磁コイル〕      160：高圧源制御部      162：フィードバック制御部      164：フィードフォワード制御部      166：励磁電流シフト部      168：制御切換部
- R9：第2パイロット室       $P_{ACC}$ ：高圧源圧       $P_{PLT2}$ ：第2パイロット圧       $P_{AJT}$ ：調整圧       $P_{RSV}$ ：大気圧       $P_{SRV}$ ：サーボ圧〔ブレーキ力指標〕
- $P^*_{SRV}$ ：目標サーボ圧〔目標ブレーキ力指標〕       $F_{P-A}$ ， $F_{P-R}$ ：差圧作用力       $F_{K-A}$ ， $F_{K-R}$ ：弾性付勢力       $F_{E-A}$ ， $F_{E-R}$ ：電磁作用力
- $I_A$ ， $I_R$ ：励磁電流       $I_{A-FF}$ ， $I_{R-FF}$ ：フィードフォワード成分       $I_{A-FB}$ ， $I_{R-FB}$ ：フィードバック成分
- $I_A$ ， $I_R$ ：シフト量

10

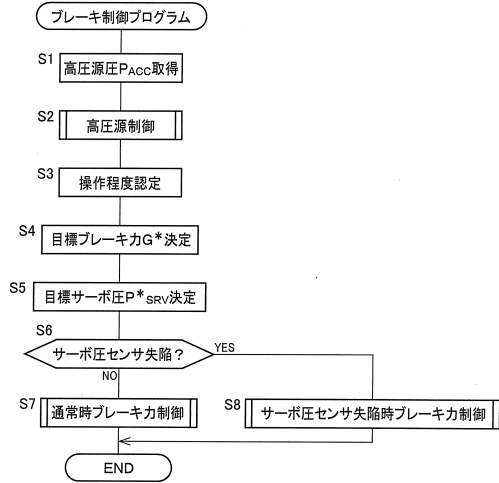
【図1】



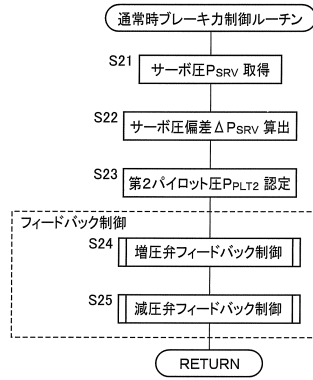
【図2】



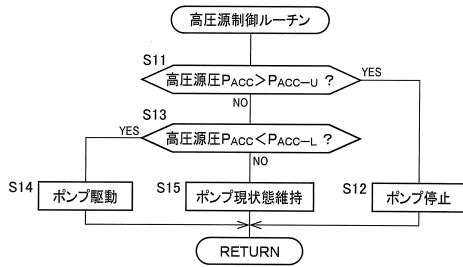
【図3】



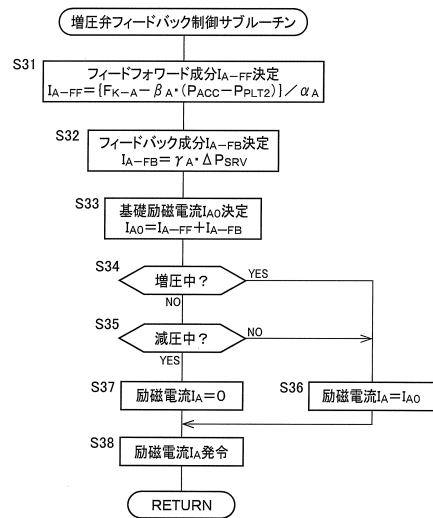
【図5】



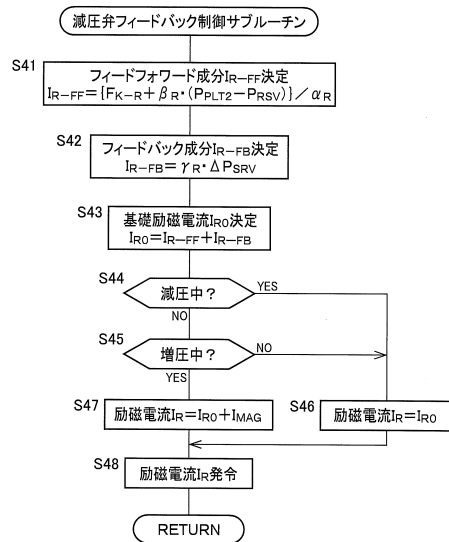
【図4】



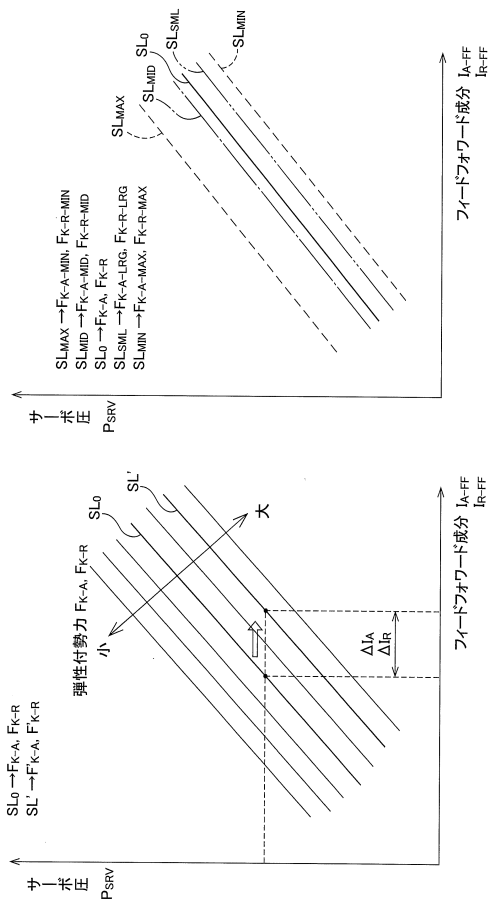
【図6】



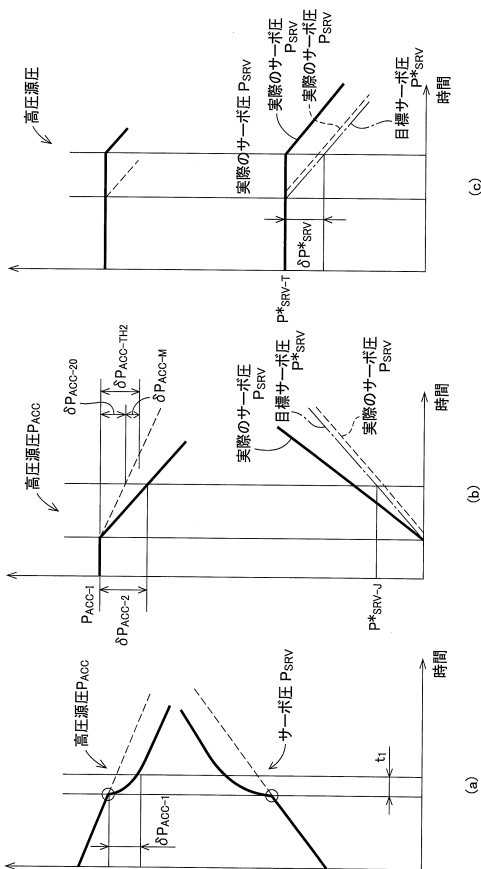
【図7】



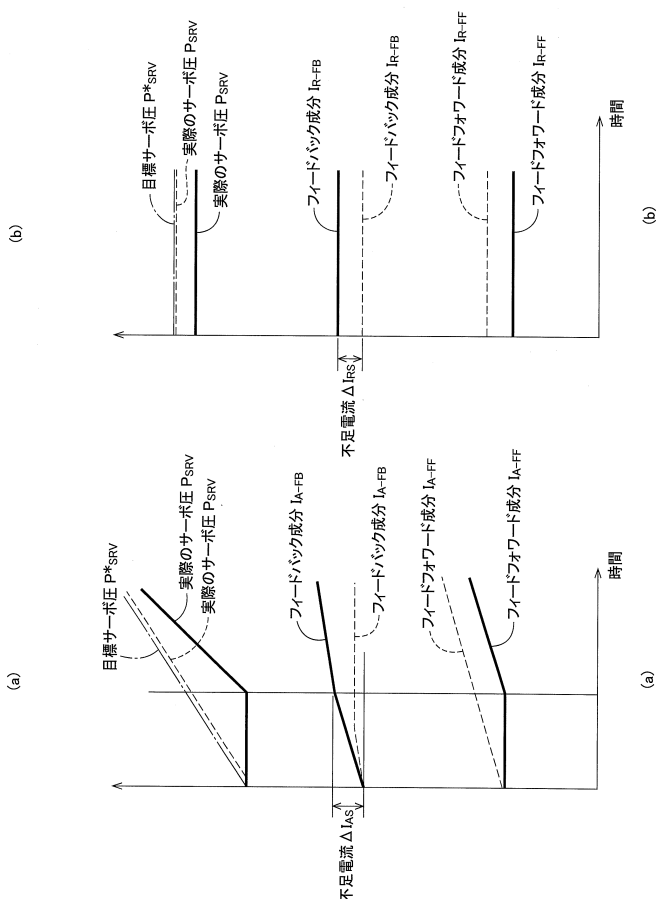
【 図 8 】



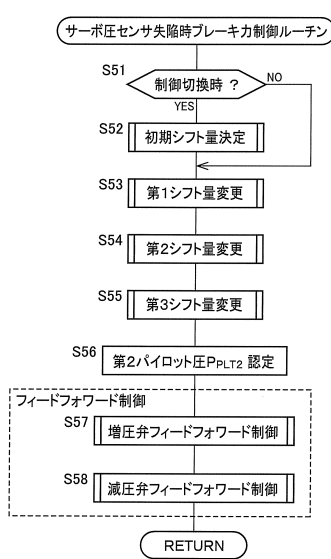
【 図 10 】



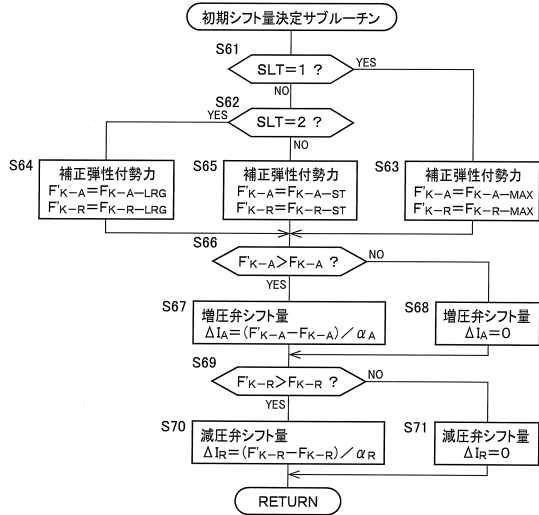
【 図 9 】



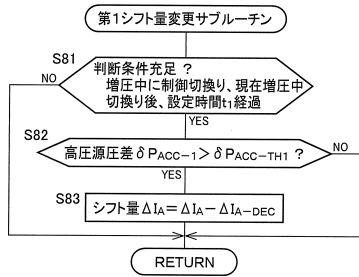
【 図 11 】



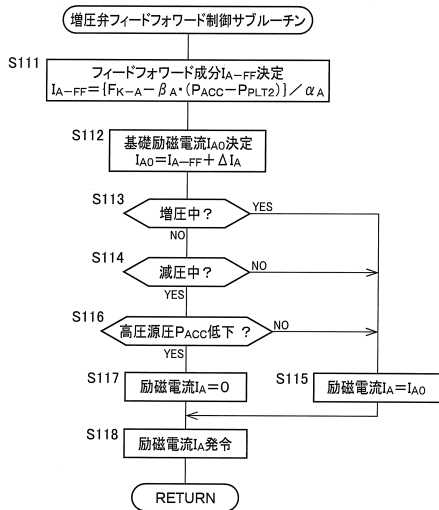
【図12】



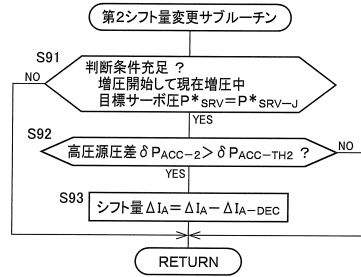
【図13】



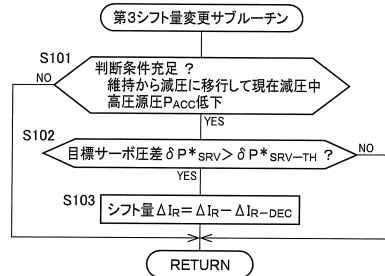
【図16】



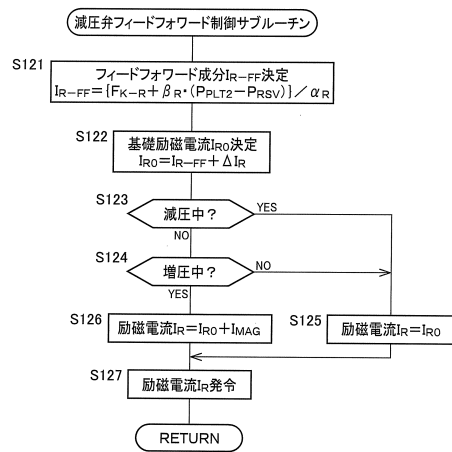
【図14】



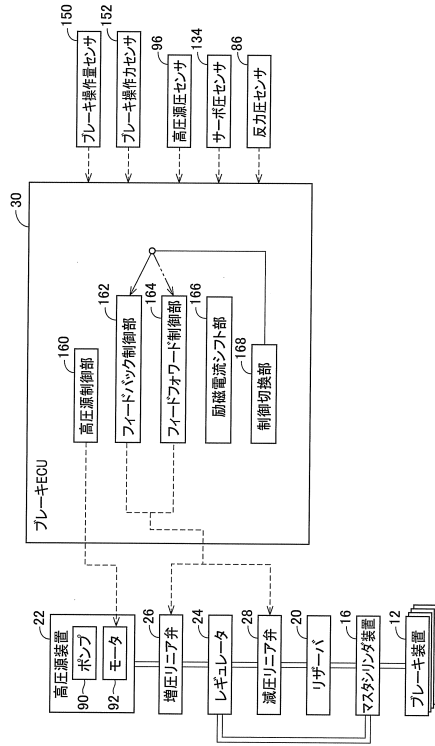
【図15】



【図17】



【図18】



---

フロントページの続き

(72)発明者 竹内 清人  
愛知県刈谷市昭和町2丁目1番地 株式会社アドヴィックス内

審査官 本庄 亮太郎

(56)参考文献 特開2009-061816(JP,A)  
特開2010-270798(JP,A)  
特開2002-225690(JP,A)  
特開平10-278764(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60T 8/17  
B60T 8/174  
B60T 8/36  
B60T 13/68