

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3906396号  
(P3906396)

(45) 発行日 平成19年4月18日(2007.4.18)

(24) 登録日 平成19年1月26日(2007.1.26)

(51) Int.C1.

F 1

<b>B60G 17/015</b>	<b>(2006.01)</b>	B 60 G 17/015	A
<b>B60G 17/018</b>	<b>(2006.01)</b>	B 60 G 17/015	B
<b>F 16 F 9/50</b>	<b>(2006.01)</b>	B 60 G 17/018	
		F 16 F 9/50	

請求項の数 2 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平9-15927  
 (22) 出願日 平成9年1月13日(1997.1.13)  
 (65) 公開番号 特開平9-309313  
 (43) 公開日 平成9年12月2日(1997.12.2)  
 審査請求日 平成16年1月13日(2004.1.13)  
 (31) 優先権主張番号 特願平8-90152  
 (32) 優先日 平成8年3月19日(1996.3.19)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 100068618  
 弁理士 粟 経夫  
 (74) 代理人 100093193  
 弁理士 中村 壽夫  
 (74) 代理人 100104145  
 弁理士 宮崎 嘉夫  
 (72) 発明者 一丸 修之  
 神奈川県川崎市川崎区富士見1丁目6番3  
 号 トキコ株式会社内  
 (72) 発明者 酒井 博史  
 神奈川県川崎市川崎区富士見1丁目6番3  
 号 トキコ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】サスペンション制御装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ソレノイド及び該ソレノイドに供給される電流に比例して変位する可動体を有し該可動体の変位に応じて流体の通過量を調整するアクチュエータと、

該アクチュエータに前記電流を供給する通電回路と、

車体と車軸との間に伸縮自在に介装され前記アクチュエータの作動に応じて減衰力の大きさまたは伸縮量を調整するショックアブソーバとを備え、

前記通電回路は、前記ソレノイドに接続された電源と、

前記アクチュエータに PWM 信号を出力するデューティ比可変の PWM 信号発生回路と、

前記ソレノイド及び前記電源を含む閉回路中に介装され、前記 PWM 信号のレベルに応じて前記閉回路を開閉するスイッチング手段と、

前記ソレノイドを流れる電流を検出する電流検出手段と、

該電流検出手段が検出する電流データとあらかじめ設定した基準データとの比較結果に基づいて前記 PWM 信号のデューティ比を調整して前記ソレノイドに流れる電流を補正する制御手段とから構成し、

制御手段は、ソレノイドを流れる電流が一定値になった後に、前記電流を補正するサスペンション制御装置において、

制御手段は、ばね上速度に基づいてソレノイドに供給すべき指令電流を出力し、前記ばね上速度が所定値以下の際には前記指令電流を一定の基準値に固定する制御不感帯を有し

、さらに、前記ソレノイドに流れる電流の補正が一定時間行われない場合、前記制御不感帯の範囲を広げることを特徴とするサスペンション制御装置。

【請求項 2】

ソレノイド及び該ソレノイドに供給される電流に比例して変位する可動体を有し該可動体の変位に応じて流体の通過量を調整するアクチュエータと、

該アクチュエータに前記電流を供給する通電回路と、

車体と車軸との間に伸縮自在に介装され前記アクチュエータの作動に応じて減衰力の大きさまたは伸縮量を調整するショックアブソーバとを備え、

前記通電回路は、前記ソレノイドに接続された電源と、

前記アクチュエータに PWM 信号を出力するデューティ比可変の PWM 信号発生回路と

10

前記ソレノイド及び前記電源を含む閉回路中に介装され、前記 PWM 信号のレベルに応じて前記閉回路を開閉するスイッチング手段と、

前記ソレノイドを流れる電流を検出する電流検出手段と、

該電流検出手段が検出する電流データとあらかじめ設定した基準データとの比較結果に基づいて前記 PWM 信号のデューティ比を調整して前記ソレノイドに流れる電流を補正する制御手段とから構成し、

制御手段は、PWM 信号発生回路にデューティ比 100% の PWM 信号を出力させて電流検出手段に電流検出を行わせ、かつ、ソレノイドを流れる電流が一定値になった後に、前記電流を補正するサスペンション制御装置において、

20

制御手段は、ばね上速度に基づいてソレノイドに供給すべき指令電流を出力し、前記ばね上速度が所定値以下の際には前記指令電流を一定の基準値に固定する制御不感帯を有し、さらに、前記ソレノイドに流れる電流の補正が一定時間行われない場合、前記制御不感帯の範囲を広げることを特徴とするサスペンション制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両に用いられるサスペンション制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

30

サスペンション制御装置の一例として、特願平 7 - 135854 号に示す装置がある。この装置は、ソレノイド及び該ソレノイドへの通電電流に比例して変位する可動体を有し該可動体の変位に応じて油液の通過量を調整する比例ソレノイドバルブと、車体と車輪との間に伸縮自在に介装され比例ソレノイドバルブの作動に応じて伸縮するサスペンション本体とを備え、PWM 信号を用いてソレノイドへの通電電流を調整し、これにより比例ソレノイドバルブに設けたプランジャの位置を所望の減衰力が得られる位置に設定するようしている。また、この場合、PWM 信号のデューティ比を変えることによりソレノイドへの通電電流にディザ成分を含めて前記プランジャを微振動（ディザ）させ、プランジャの変位を容易に行えるようにしてサスペンション制御の良好な応答性を確保している。

【0003】

40

【発明が解決しようとする課題】

上述した特願平 7 - 135854 号に示される従来技術では、温度変化にかかわらず、比例ソレノイドバルブのソレノイドの抵抗値が一定であるとして、ソレノイドへの通電量を定めている。このため、使用に伴う温度変化、あるいは設定時と使用時との温度差により、比例ソレノイドバルブのソレノイドの抵抗値が変化し、ソレノイドに供給されるべき通電電流（目標値）と該ソレノイドに実際に流れる電流（実電流）に差が生じ、得られる減衰力あるいは車高値が所望値からずれてしまうことが起こり得た。また、バッテリー電圧の変動によっても同様な問題が生じる。

【0004】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、温度変化やバッテリー電圧の変動等にか

50

かわらず良好なサスペンション制御を果たすことができるサスペンション制御装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本願の請求項1に係る発明は、ソレノイド及び該ソレノイドに供給される電流に比例して変位する可動体を有し該可動体の変位に応じて流体の通過量を調整するアクチュエータと、該アクチュエータに前記電流を供給する通電回路と、車体と車軸との間に伸縮自在に介装され前記アクチュエータの作動に応じて減衰力の大きさまたは伸縮量を調整するショックアブソーバとを備え、前記通電回路は、前記ソレノイドに接続された電源と、前記アクチュエータにPWM信号を出力するデューティ比可変のPWM信号発生回路と、前記ソレノイド及び前記電源を含む閉回路中に介装され、前記PWM信号のレベルに応じて前記閉回路を開閉するスイッチング手段と、前記ソレノイドを流れる電流を検出する電流検出手段と、該電流検出手段が検出する電流データとあらかじめ設定した基準データとの比較結果に基づいて前記PWM信号のデューティ比を調整して前記ソレノイドに流れる電流を補正する制御手段とから構成し、制御手段は、ソレノイドを流れる電流が一定値になった後に、前記電流を補正するサスペンション制御装置において、制御手段は、ばね上速度に基づいてソレノイドに供給すべき指令電流を出し、前記ばね上速度が所定値以下の際には前記指令電流を一定の基準値に固定する制御不感帯を有し、さらに、前記ソレノイドに流れる電流の補正が一定時間行われない場合、前記制御不感帯の範囲を広げることを特徴とする。

10

【0006】

本願の請求項2に係る発明は、ソレノイド及び該ソレノイドに供給される電流に比例して変位する可動体を有し該可動体の変位に応じて流体の通過量を調整するアクチュエータと、該アクチュエータに前記電流を供給する通電回路と、車体と車軸との間に伸縮自在に介装され前記アクチュエータの作動に応じて減衰力の大きさまたは伸縮量を調整するショックアブソーバとを備え、前記通電回路は、前記ソレノイドに接続された電源と、前記アクチュエータにPWM信号を出力するデューティ比可変のPWM信号発生回路と、前記ソレノイド及び前記電源を含む閉回路中に介装され、前記PWM信号のレベルに応じて前記閉回路を開閉するスイッチング手段と、前記ソレノイドを流れる電流を検出する電流検出手段と、該電流検出手段が検出する電流データとあらかじめ設定した基準データとの比較結果に基づいて前記PWM信号のデューティ比を調整して前記ソレノイドに流れる電流を補正する制御手段とから構成し、制御手段は、PWM信号発生回路にデューティ比100%のPWM信号を出力させて電流検出手段に電流検出を行わせ、かつ、ソレノイドを流れる電流が一定値になった後に、前記電流を補正するサスペンション制御装置において、制御手段は、ばね上速度に基づいてソレノイドに供給すべき指令電流を出し、前記ばね上速度が所定値以下の際には前記指令電流を一定の基準値に固定する制御不感帯を有し、さらに、前記ソレノイドに流れる電流の補正が一定時間行われない場合、前記制御不感帯の範囲を広げることを特徴とする。

30

前記基準値は、ばね上速度が所定値以下の際に一定に固定される指令電流の大きさをいい、基準値の大きさは、任意に設定可能であり、後述するように（段落「0086」参照）、例えば、減衰力が中庸の位置となる大きさに設定することができる。

40

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1実施の形態のサスペンション制御装置を図1ないし図9に基づいて説明する。図1に示すように、ショックアブソーバ1は、油液が封入されたシリンダ2内にピストン3が摺動可能に嵌装されたものになっている。シリンダ2内は、ピストン3によってシリンダ上室2aとシリンダ下室2bの2室に画成されている。ピストン3には、ピストンロッド4の一端が連結されており、ピストンロッド4の他端は、シリンダ2の端部に設けられたロッドガイドおよびシール部材（図示せず）に挿通されてシリンダ2の外部まで延ばされている。ピストンロッド4の他端が図示しない車体に固定され、またシリンダ

50

2が図示しない車軸に固定されており、ショックアブソーバ1は車体と車軸との間に介装されている。ショックアブソーバ1は、車両の4輪に対応して4本、設けられているが、便宜上、1本のみを図示している。

【0009】

ピストン3には、シリンダ上室2aとシリンダ下室2bとを連通させる伸び側通路5および縮み側通路6が設けられている。伸び側通路5には、シリンダ上室2a内が所定圧力を越えたときシリンダ上室2a側からシリンダ下室2b側への油液の流通を許容して減衰力を発生させるディスクバルブ等の調圧弁7が設けられており、また、縮み側通路6には、シリンダ下室2b内が所定圧力を越えたときシリンダ下室2b側からシリンダ上室2a側への油液の流通を許容して減衰力を発生させるディスクバルブ等の調圧弁8が設けられている。

10

【0010】

シリンダ2の外部にシリンダ上室2aとシリンダ下室2bとを連通させる連通路9が設けられている。連通路9には、シリンダ上室2a側からシリンダ下室2b側への油液の流通のみを阻止する逆止弁10およびシリンダ下室2b側からシリンダ上室2a側への油液の流通のみを阻止する逆止弁11が設けられている。そして、連通路9には、逆止弁10をバイパスする伸び側連通路12と、逆止弁11をバイパスする縮み側連通路13が設けられている。また、連通路9には、ピストンロッド4の伸縮にともなうシリンダ2内の容積変化をガスの圧縮、膨張によって補償するリザーバ(アクチュエータ)14が接続されている。

【0011】

伸び側連通路12には、その通路面積を調整するポペット弁15が設けられている。ポペット弁15は、ガイド16内に弁体であるポペット17が摺動可能に嵌装されており、ポペット17の移動によって伸び側連通路12の通路面積を調整するようになっている。ポペット17は、伸び側連通路12内の上流側(シリンダ上室2a側)の圧力を受けて開弁方向に移動するようになっている。また、ガイド16内のポペット17の背面側には、背圧室18が設けられている。背圧室18内には、ポペット17を閉弁方向に付勢するばね19が設けられている。

20

【0012】

同様に、縮み側連通路13には、その通路面積を調整するポペット弁24が設けられている。ポペット弁24は、ガイド25内に弁体であるポペット26が摺動可能に嵌装されており、ポペット26の移動によって縮み側連通路13の通路面積を調整するようになっている。ポペット26は、縮み側連通路13の上流側(シリンダ下室2b側)の圧力を受けて開弁方向に移動するようになっている。また、ガイド25内のポペット26の背面側には、背圧室27が設けられている。背圧室27内には、ポペット26を閉弁方向に付勢するばね28が設けられている。

30

【0013】

前記ポペット弁15の背圧室18及びポペット弁24の背圧室27に接続して図2に示す電磁式比例制御弁(アクチュエータ)33が設けられている。背圧室18には電磁式比例制御弁33のリリーフ弁35に設けた背圧通路34が連通し、背圧室27には電磁式比例制御弁33のリリーフ弁37に設けた背圧通路36が連通している。背圧通路34の途中の部分が、オリフィス21を介して連通路9に接続され、背圧通路36の途中の部分が、オリフィス30を介して連通路9に接続されている。

【0014】

40

電磁式比例制御弁33は、図2に示すように、ポペット弁15に接続される背圧通路34をリリーフするリリーフ弁35と、ポペット弁24に接続される背圧通路36をリリーフするリリーフ弁37と、リリーフ弁35, 37を開閉する比例ソレノイド38とから概略構成されている。

【0015】

リリーフ弁35は、背圧通路34とリリーフ室39とをニードル40によって開閉するニードル弁であり、同様に、リリーフ弁37は、背圧通路36とリリーフ室41とをニードル42によって開閉するニードル弁である。ニードル40, 42は、比例ソレノイド38のプランジャー43(可動体)に連結されたロッド44の両端部に設けられており、ロッド44を移動させてリリーフ弁35, 37のどちらか一方を閉じると他方が開くようになっている。

【0016】

50

比例ソレノイド38には、ロッド44をリリーフ弁37側へ付勢するばね45が設けられている。比例ソレノイド38は、通電電流に応じてプランジャ43を介してロッド44をばね45の付勢力に抗してリリーフ弁35側へ移動させる方向の力を発生するようになっている。そして、通電電流に応じてリリーフ弁37のリリーフ圧力を調整し、さらに、通電電流を大きくしてロッド44をリリーフ弁35側へ移動させリリーフ弁35のリリーフ圧力を調整できるようになっている。

【0017】

リリーフ室39とリリーフ室41は、比例ソレノイド38内の通路46を介して互いに連通されており、さらに、リリーフ弁37に設けられたリリーフ通路47を介してリザーバ14側に接続されている。

10

【0018】

前記リリーフ弁35は、比例ソレノイド38の作動によりリリーフ圧を任意に設定できるようになっており、リリーフされた油液は後述するリリーフ通路47によって伸び側連通路12のポベット弁15の下流側へ流れようになっている。また、オリフィス21によって背圧通路34へ流れる油液を減圧してリリーフ弁35の負担が小さくなるようにしている。

【0019】

また、リリーフ弁37は、比例ソレノイド38の作動によりリリーフ圧を任意に設定できるようになっており、リリーフされた油液はリリーフ通路47によって縮み側連通路13のポベット弁24の下流側（リザーバ14側）へ流れようになっている。また、オリフィス30によって背圧通路36へ流れる油液を減圧してリリーフ弁37の負担が小さくなるようにしている。

20

【0020】

ピストンロッド4の縮み行程時には、ピストン3の摺動によってシリンダ下室2b側の油液が連通路9を通ってシリンダ上室2a側へ流れ、このとき、逆止弁10が開いて逆止弁11が閉じるので、油液が縮み側連通路13を流れることによってポベット弁24により減衰力が発生する。

【0021】

ポベット弁24では、シリンダ下室2b側の圧力が作用してポベット26が開弁方向に移動しようとする。一方、背圧室27には、背圧通路36を介してシリンダ下室2b側の圧力が作用してポベット26を閉弁方向に移動させようとすると共に、ばね28の付勢力がポベット26を閉弁方向に移動させようとする。そして、背圧室27の圧力がリリーフ弁37の設定圧を越えるとリリーフ弁37が開き背圧通路36の油液がリリーフ通路47を通ってシリンダ上室2a側へ流れるので、背圧室27の圧力はリリーフ弁37、ひいては比例ソレノイド38によって設定することができる。そして、ポベット26は、シリンダ下室2b側の圧力とリリーフ弁37の設定圧およびばね28の付勢力とがバランスする位置まで移動する。したがって、比例ソレノイド38の通電電流に応じた開度でポベット弁24が開弁して減衰力が決定される。

30

【0022】

ピストンロッド4の伸び行程時には、ピストン3の摺動によってシリンダ上室2a側の油液が連通路9を通ってシリンダ下室2b側へ流れ、このとき、逆止弁10が閉じて逆止弁11が開くので、油液が伸び側連通路12を流れることによってポベット弁15により減衰力が発生する。

40

【0023】

ポベット弁15では、シリンダ上室2a側の圧力が作用してポベット17が開弁方向に移動しようとする。一方、背圧室18には、背圧通路34を介してシリンダ上室2a側の圧力が作用してポベット17を閉弁方向に移動させようとすると共に、ばね19の付勢力がポベット17を閉弁方向に移動させようとする。そして、背圧室18の圧力がリリーフ弁35の設定圧を越えるとリリーフ弁35が開き背圧通路34の油液がリリーフ通路47を通ってシリンダ下室2b側へ流れるので、背圧室18の圧力はリリーフ弁35、ひいては比例ソレノイド38によって設定することができる。そして、ポベット17は、シリンダ上室2a側の圧力とリリーフ弁35の設定圧およびばね19の付勢力とがバランスする位置まで移動する。したがって、比例ソレノイド38の通電電流に応じた開度でポベット弁15が開弁して減衰力が決定される。

50

## 【0024】

上述したように比例ソレノイド38に通電してリリーフ弁37のリリーフ圧を調整することにより、ポペット弁24の開度が調整され、縮み側の減衰力を制御することができる。このとき、リリーフ弁35は開いた状態となるのでポペット弁15の開度が大きくなり、伸び側の減衰力が小さくなる。したがって、減衰力特性は、図4中に1で示すようになる。なお、1では、縮み側の減衰力が最大となるように比例ソレノイド38への通電電流Iを最小とした場合を示している。

## 【0025】

さらに、比例ソレノイド38への通電電流Iを大きくしてロッド44をリリーフ弁35側へ移動させ、リリーフ弁35のリリーフ圧を調整することにより、ポペット弁15の開度が調整され、伸び側の減衰力を制御することができる。このとき、リリーフ弁37は開いた状態となるのでポペット弁24の開度が大きくなり、縮み側の減衰力が小さくなる。したがって、減衰力特性は、図4中に2で示すようになる。なお、2では、伸び側の減衰力が最大となるように比例ソレノイド38への通電電流Iを最大とした場合を示している。

## 【0026】

このようにして、比例ソレノイド38への通電電流Iを調整することにより、減衰力特性を図4中の1から2の間で連続的に調整することができる。

## 【0027】

本装置には、さらに、車体の上下方向の加速度を検出しこの検出値を加速度信号Aとして出力する加速度センサ201が設けられている。比例ソレノイド38は、図3に示すようにシャント抵抗202を介して電源203に接続されており、比例ソレノイド38、シャント抵抗202及び電源203により閉回路204が形成されている。比例ソレノイド38は後述するトランジスタ206のオン、オフにより規定される通電電流Iに応じた大きさの電磁力を発生してプランジャ43を変位させる。この場合、通電電流Iは後述するように要求電流I<sub>0</sub>とディザ電流I<sub>z</sub>とから構成され、プランジャ43を要求電流I<sub>0</sub>に応じた位置に設定すると共に、ディザ電流I<sub>z</sub>に応じて微振動(ディザ)させプランジャ43の容易な変位を可能とし、ひいては減衰力調整の応答性を向上するようにしている。閉回路204には、比例ソレノイド38を流れる電流を検出する電流センサ205(電流検出手段)と、閉回路204のオン、オフを行うトランジスタ(スイッチング手段)206とが介装されている。図3中、208はダイオードを示す。なお、電流検出手段としては、電流センサ205で比例ソレノイド38を流れる電流を検出するのに代えて、シャント抵抗202の両端間電圧を電圧計で測定しこの電圧値をシャント抵抗202の抵抗値で割ることにより比例ソレノイド38を流れる電流を検出するようにしてもよい。

## 【0028】

トランジスタ206は例えば10KHzのPWM信号が入力され、PWM信号のハイレベルでオンし、ローレベルでオフするようになっており、PWM信号のデューティ比を変えることにより比例ソレノイド38への通電電流Iの平均値を調整すると共に、通電電流Iにディザ電流I<sub>z</sub>を含められるようにしている。この場合、通電電流Iは、プランジャ43の位置に対応する大きさの要求電流I<sub>0</sub>とディザ電流I<sub>z</sub>とから構成されている。そして、通電電流Iにディザ電流I<sub>z</sub>を含めることにより、前述したようにプランジャ43を微振動させておき、プランジャ43の変位を容易に行え、ひいては減衰力調整(サスペンション制御)の応答性が優れたものになるようにしている。

## 【0029】

PWM信号のデューティ比を変えることにより、通電電流Iにディザ電流I<sub>z</sub>が含まれるようになることについて、以下に、説明する。すなわち、例えば図9左側部分に示すように、時間範囲a-b(例えば3ms)、時間範囲b-c(例えば3ms)、時間範囲c-d(例えば3ms)においてPWM信号のデューティ比を20%、10%、20%としてPWM信号をトランジスタ206に供給すると、時間範囲a-bでは電流値は遞増し、時間範囲b-cでは遞減し、時間範囲c-dでは遞増することになり、通電電流Iは、要求電流I<sub>0</sub>(要求電流I<sub>01</sub>)にディザ電流I<sub>z</sub>が重畠された電流になる。すなわち、通電電流

10

20

30

40

50

$I$  にディザ電流  $I_z$  が含まれることになる。

【0030】

また、同様に、図9右側部分に示すように、PWM信号のデューティ比を50%、40%と所定時間経過毎に変更させると、通電電流  $I$  は、要求電流  $I_0$  (要求電流  $I_{02}$ ) にディザ電流  $I_z$  が重畳された電流になる。すなわち、通電電流  $I$  にディザ電流  $I_z$  が含まれることになる。なお、この場合、トランジスタ206のオン時間が長くなることに伴い、要求電流分、ひいては通電電流  $I$  の大きさが大きくなる。

図9中、時間範囲  $a - b$  において PWM 信号のハイ、ローレベルが多数回、トランジスタ 206 に入力されることにより、時間範囲  $a - b$  で通電電流  $I$  は増減を繰り返しつつ遙増するが、図9では、便宜上、一定の割合で遙増するように記載した。このことは時間範囲  $b - c$  を含む他の時間範囲についても同様である。 10

【0031】

上述したように、PWM信号のデューティ比を変えることにより、通電電流  $I$  にディザ電流  $I_z$  が含まれると共に、PWM信号のデューティ比に応じた大きさの電流が比例ソレノイド38に通電されることになる。

【0032】

本装置には、さらに、トランジスタ206、電流センサ205、比例ソレノイド38、加速度センサ201に接続してコントローラ(制御手段)207が設けられている。コントローラ207は後述する処理を行うことにより PWM信号発生回路を兼ねたものになっている。また、本実施の形態では、電源203、トランジスタ206及びコントローラ207から 通電手段が構成されている。 20

【0033】

コントローラ207の演算処理内容について、図5に基づいて説明する。コントローラ207に主電源が接続されて、コントローラ207の制御ソフトウェアの実行が始まり(ステップS1)、次のステップS2で、後述するステップS4での比例ソレノイド38駆動のための初期演算値や補正係数  $K_1$  の初期値等の初期設定(イニシャライズ)を行う。続いて、制御周期  $T$  [ms] 経過したか否かを判定する(ステップS3)。ステップS3でNOと判定すると、再度、制御周期  $T$  [ms] 経過したか否かの判定を行う。ステップS3でYESと判定すると、後述するステップS8で求められるデューティ比を有する PWM 信号をトランジスタ206に出力して比例ソレノイド38を駆動する(ステップS4)。ステップS4に続いて、LED等のその他の部材に信号を出力して各部材を制御する(ステップS5)。 30

【0034】

次に、加速度センサ201を含む各センサ信号を入力する(ステップS6)。ステップS6に続いて、加速度センサ201からの加速度信号  $A$  に基づいて車体の制振に必要な減衰力を求めると共に、減衰力を発生するために必要な大きさの通電電流  $I$  を得るための要求電流  $I_0$  を求める(ステップS7)。

【0035】

このステップS7には、図8に示す処理を含んでいる。すなわち、加速度センサ201からの加速度信号  $A$  をブロック1で積分して車体の上下方向の速度  $V$  を算出し、ブロック2でこの速度  $V$  にゲイン  $K$  を乗じて目標減衰力  $F$  を算出する。そして、ブロック3で目標減衰力  $F$  を得るために比例ソレノイド38に供給されるべき通電電流  $I$  を得るための要求電流  $I_0$  を算出する。 40

【0036】

ステップS7に続いて、電流フィードバックサブルーチンを実行する(ステップS8)。

【0037】

この電流フィードバックサブルーチンを図6に基づいて説明する。

まず、補正判定用周期  $t_d$  [ms] 経過したか否かを判定する(ステップS21)。この場合、補正判定用周期  $t_d$  [ms] はディザ電流  $I_z$  の周期  $t_z$  (図9参照) の 1 / 2 に設定する。ステップS21でYESと判定すると、ステップS22に進んでディザフラグを反転して処理をステップS23に進め、ディザフラグ = 1 であるか否かを判定する。 50

## 【0038】

このステップS23 でNO (ディザフラグ = 0 )と判定すると指令電流を前記ステップS7で求めた要求電流  $I_0$  とする (ステップS24)。

ステップS23 でYES (ディザフラグ = 1 )と判定すると、電流センサ205 の検出データをA / D 変換して比例ソレノイド38に流れる電流 (実電流)を得 (ステップS25) 、続いて、基準データとして、前回の演算周期で演算された指令電流値 (要求電流  $I_0$  )を前記実電流値で割ることにより補正係数  $K_1$  を算出する (ステップS26)。そして、指令電流 = 要求電流  $I_0$  + ディザ電流  $I_z$  とする (ステップS27)。

## 【0039】

ステップS27 に続いて、ステップS26 で求めた補正係数  $K_1$  にステップS27 で得た指令電流値をかけて、新たな指令電流値 (最終指令電流値)を求める (ステップS28) 、この最終指令電流値に所定ゲイン  $K_2$  (電流値から PWM 信号のデューティ比を求めるに必要な係数)をかけて PWM 信号のデューティ比を求め (ステップS29) 、処理を図5のメインルーチンに戻って行う。また、ステップS24 に続いて、前記ステップS28 , S29 を実行し、処理を図5のメインルーチンに戻って行う。

なお、ステップS24 処理後のステップS28 においても、先にステップS26 で求められた補正係数  $K_1$  を用いて演算がなされる。

前記ステップS21 でNOと判定すると、処理を図5のメインルーチンに戻って行う。

## 【0040】

なお、コントローラ207 は、ステップS29 の処理に代えて、図7に実線  $B_1$  で示すように、設計データとしてあらかじめ求めたデューティ比 - 指令電流値マップを格納しておき、ステップS28 の最終指令電流に基づき、上記マップを用いてデューティ比を決定するようにしてよい。

## 【0041】

以上のように構成したサスペンション制御装置の作用について説明する。

## 【0042】

例えば車両が走行しているような場合、加速度センサ201 からの加速度信号A に基づいて車体の制振に必要な減衰力を求めると共に、減衰力を発生するために必要な要求電流  $I_0$  を求める (ステップS7)。

一方、補正判定用周期  $t_d$  [ms] 経過すると、ディザフラグ = 1 となる毎に、すなわち図9矢印Yに示すようにディザ電流  $I_z$  の周期  $t_z$  (補正判定用周期  $t_d$  × 2 [ms]) 毎に、前回の演算周期で演算された前記ステップS24 で得た指令電流及び電流センサ205 の検出データに基づいて補正係数  $K_1$  を算出し (ステップS26) 、新たな指令電流値 (最終指令電流値)を求める (ステップS28)。そして、ステップS28 で求めた指令電流値 (最終指令電流値)に基づいてデューティ比を求め (ステップS29) 、このデューティ比を有する PWM 信号をトランジスタ206 に供給して、比例ソレノイド38に通電電流  $I$  を供給し、プランジャ43を変位させて所望の減衰力を得る。

## 【0043】

上述したように、実際に比例ソレノイド38に流れる電流を計測し、この計測電流に基づいて補正係数  $K_1$  を求め、所望の減衰力が得られるように指令電流を補正する。このため、仮に、比例ソレノイド38への通電等によって比例ソレノイド38が温度上昇しその抵抗値が増加しても、PWM 信号のデューティ比が調整されて比例ソレノイド38 に流れる通電電流  $I$  が補正されて所望の減衰力が得られ、精度の高い減衰力調整 (サスペンション制御) を行うことができ、ひいては乗り心地、操縦安定性の向上を図ることが可能となる。

## 【0044】

次に、本発明の第2実施の形態のサスペンション制御装置について図10ないし図12に基づき、図3を参照して説明する。

## 【0045】

このサスペンション制御装置は、図10に示す減衰力調整式油圧緩衝器 (ショックアブソーバ) 48を4輪に対応して4本、備えている。なお、便宜上、図10には1本のみを示

10

20

30

40

50

す。この減衰力調整式油圧緩衝器48に設けられる比例ソレノイド83, 103は図12のように、電源203、シャント抵抗202に直列に接続されてこれらと共に閉回路204を形成している。閉回路204中には、トランジスタ206が介装されている。また、本装置には、上述した図1ないし図9に示す装置のコントローラ207と同様に、比例ソレノイド83, 103にそれぞれ対応して指令電流を求めるコントローラ(制御手段、PWM信号発生回路)207が設けられている。

#### 【0046】

なお、このコントローラ207は、図8の演算処理に代えて、図11の処理を行う。すなわち、加速度センサ201からの加速度信号Aをブロック1で積分して車体の上下方向の速度Vを算出し、ブロック2でこの速度VにゲインKを乗じて目標減衰力Fを算出する。ここで、目標減衰力Fは、車体が上方へ移動しているとき正の値とし、下方へ移動しているとき負の値とする。そして、ブロック3で目標減衰力Fに対応する伸び側の比例ソレノイド83への要求電流I<sub>1</sub>を算出し、また、ブロック4で目標減衰力Fに対応する縮み側の比例ソレノイド103への要求電流I<sub>2</sub>を算出する。このとき、ブロック3では、目標減衰力Fが正のとき目標減衰力Fに応じた電流I<sub>1</sub>を算出し、負のとき電流I<sub>1</sub>=0とする。また、ブロック4では、目標減衰力Fが負のとき目標減衰力Fに応じた電流I<sub>2</sub>を算出し、正のとき電流I<sub>2</sub>=0とする。

#### 【0047】

ここで、減衰力調整式油圧緩衝器48の構成を説明する。減衰力調整式油圧緩衝器48は、図10に示すように、シリンダ49の外側に内筒50を設け、さらに、内筒50の外側に外筒51を設けた3重筒構造になっており、シリンダ49と内筒50との間には環状通路52が形成され、内筒50と外筒51との間にはリザーバ室53が形成されている。

#### 【0048】

シリンダ49内には、ピストン54が摺動可能に嵌装されており、このピストン54によってシリンダ49内がシリンダ上室49aとシリンダ下室49bとの2室に構成されている。ピストン54には、ピストンロッド55の一端がナット56によって連結されており、ピストンロッド55の他端側は、シリンダ49の上端部に設けられたロッドガイド57およびシール部材58を貫通してシリンダ49の外部まで延ばされている。シリンダ49の下端部には、ベースバルブ59が設けられており、このベースバルブ59を介してシリンダ下室49bとリザーバ室53とが適度な流通抵抗をもって連通されている。そして、シリンダ49内には油液が封入され、リザーバ室53内には油液およびガスが封入されており、ピストンロッド55の伸縮によるシリンダ49内の容積変化をリザーバ室53内のガスの圧縮、膨張によって補償するようになっている。

#### 【0049】

ピストン54には、シリンダ上室49aとシリンダ下室49bとを連通させる伸び側通路60および縮み側通路61が設けられている。伸び側通路60には、シリンダ上室49a内の圧力が所定値を越えたときシリンダ上室49a側からシリンダ下室49b側への油液の流通を許容して減衰力を発生させるディスクバルブ62が設けられており、縮み側通路61には、シリンダ下室49b内の圧力が所定値を越えたときシリンダ下室49b側からシリンダ上室49a側への油液の流通を許容して減衰力を発生させるディスクバルブ63が設けられている。

#### 【0050】

シリンダ49の下端部よりの外周には、略円筒状の通路部材64が嵌合されており、内筒50および外筒51の下端部が通路部材64の上端部に嵌合されている。そして、シリンダ49と通路部材64の間に環状通路52が延ばされており、通路部材64の側壁を軸方向に貫通するリザーバ通路65によってリザーバ室53がベースバルブ59を介してシリンダ下室49bに連通されている。

#### 【0051】

通路部材64の側面部には、環状通路52を介してシリンダ上室49aとシリンダ下室49bとを連通させる伸び側連通路を構成する伸び側減衰力調整機構66および環状通路52を介してシリンダ上室49aとシリンダ下室49bとを連通させる縮み側連通路を構成する縮み側減衰力

10

20

20

30

40

50

調整機構67が設けられている。伸び側減衰力発生機構66は、通路部材64の側壁に有底筒状のバルブケース68の底部が結合されており、バルブケース68の開口部に有底筒状のプラグ69が螺着されてバルブケース68内にバルブ室68aが形成されている。バルブケース68の底部には、通路部材64の側壁に設けられた通路70を介してバルブ室68aと環状通路52とを連通させるバルブ通路71およびガイド孔72が設けられており、環状通路52は、シリンド49の上端部付近の側壁に設けられた通路73によってシリンド上室49aに連通されている。さらに、バルブケース68の底部には、通路部材64の側壁に設けられた通路74およびシリンド49の下端部付近の側壁に設けられた通路75を介してシリンド下室49bとバルブ室68aとを連通させる連通路76が設けられている。

## 【0052】

10

バルブケース68の底部の内側には、バルブ通路71のシリンド上室49a側からバルブ室68a側への油液の流通のみを許容して減衰力を発生させる弁体としてディスクバルブ77が設けられている。ガイド孔72には、プランジャ78の先端側の小径部が摺動可能に嵌合され、このプランジャ78の基端側の大径部はプラグ69に設けられたガイド穴79に摺動可能に嵌合されており、ガイド穴79内に背圧室79aが形成されている。プランジャ78には、その軸心に沿って背圧通路80が貫通されており、背圧通路80にはオリフィス81が設けられている。そして、オリフィス81によって背圧通路80へ流れる油液を減圧して後述するリリーフ弁82の負担が小さくなるようにしている。

## 【0053】

20

プラグ69には、背圧室79a内の圧力をリリーフするリリーフ弁82が設けられている。リリーフ弁82は、プラグ69の開口部に比例ソレノイド83が取付けられてプラグ69内に形成されたリリーフ室84と背圧室79aとを連通させる連通路85を比例ソレノイド83に連結されたニードル86によって開閉するニードル弁である。比例ソレノイド83は、ニードル86を通電電流Iに応じた力で閉弁方向に付勢してリリーフ弁82のリリーフ圧力を調整するようになっている。リリーフ室84は、リリーフ通路87によってバルブ室68aに連通されている。

## 【0054】

プランジャ78には、ディスクバルブ77の背面側に当接する押圧部材88が連結されており、プランジャ78が背圧室79aから受ける圧力によりディスクバルブ77を閉弁方向に押圧する。

## 【0055】

30

縮み側減衰力調整機構67は、通路部材64の側壁に有底筒状のバルブケース89の底部が結合されており、バルブケース89の開口部に有底筒状のプラグ90が螺着されてバルブケース89内にバルブ室89aが形成されている。バルブケース89の底部には、シリンド49の下端部付近の側壁に設けられた通路91および通路部材64の側壁に設けられた通路92を介してバルブ室89aとシリンド下室49bとを連通させるバルブ通路93およびガイド孔94が設けられている。さらに、バルブケース89の底部には、通路部材64の側壁に設けられた通路95を介してバルブ室89aを環状通路52に連通させる連通路96が設けられている。

## 【0056】

40

バルブケース89の底部の内側には、バルブ通路93のシリンド下室49b側からバルブ室89a側への油液の流通のみを許容して減衰力を発生させる弁体としてディスクバルブ97が設けられている。ガイド孔94には、プランジャ98の先端側の小径部が摺動可能に嵌合され、このプランジャ98の基端側の大径部はプラグ90に設けられたガイド穴99に摺動可能に嵌合されており、ガイド穴99内に背圧室99aが形成されている。プランジャ98には、その軸心に沿って背圧通路100が貫通されており、背圧通路100にはオリフィス101が設けられている。そして、オリフィス101によって背圧通路100へ流れる油液を減圧して後述するリリーフ弁102の負担が小さくなるようにしている。

## 【0057】

プラグ90には、背圧室99a内の圧力をリリーフするリリーフ弁102が設けられている。リリーフ弁102は、プラグ90の開口部に比例ソレノイド103が取付けられてプラグ90内に形成されたリリーフ室104と背圧室99aとを連通させる連通路105を比例ソレノイド103に

50

連結されたニードル106 によって開閉するニードル弁である。比例ソレノイド103 は、ニードル106 を通電電流Iに応じた力で閉弁方向に付勢してリリーフ弁102 のリリーフ圧力を調整するようになっている。リリーフ室104 は、リリーフ通路107 によってバルブ室89a に連通されている。

【0058】

プランジャ98には、ディスクバルブ97の背面側に当接する押圧部材108 が連結されており、プランジャ98が背圧室99a から受ける圧力によりディスクバルブ97を閉弁方向に押圧する。

【0059】

ピストンロッド55の伸び行程時には、ピストン54の摺動によってシリンダ上室49a 側の油液が通路73、環状通路52を通り、さらに、伸び側減衰力調整機構66の通路70、バルブ通路71、バルブ室68a 、連通路76、通路74、通路75を通ってシリンダ下室49b 側へ流れる。そして、シリンダ上室49a 側の油液の圧力によりディスクバルブ77が開弁してバルブ通路71の通路面積を調整することによって減衰力が発生する。このとき、ディスクバルブ77は、押圧部材88により閉弁方向に押圧されるので、この押圧荷重に比例した減衰力が発生する。一方、縮み側減衰調整機構67では、シリンダ上室49a 側の圧力によってディスクバルブ97およびリリーフ弁102 が閉じるので油液が流通しない。

10

【0060】

押圧部材88による押圧荷重は、シリンダ上室49a 側の油液がプランジャ78の背圧通路80を介して背圧室79a に伝わり、背圧室79a 内の油液の圧力がプランジャ78の大径部の受圧面に作用することによって生じる。このとき、背圧室79a の圧力がリリーフ弁82の設定圧を越えるとリリーフ弁82が開き背圧室79a の油液がリリーフ室84へリリーフされ、リリーフ通路87を通ってシリンダ下室49b 側のバルブ室68a へ流れるので、背圧室79a の圧力はリリーフ弁82によって任意に設定することができる。したがって、比例ソレノイド83への通電電流Iを調整することによりニードル86の付勢力を調整してリリーフ弁82のリリーフ圧力を設定することにより減衰力を制御することができる。

20

【0061】

ピストンロッド55の縮み行程時には、ピストン54の摺動によってシリンダ下室49b 側の油液が通路91を通り、縮み側減衰力調整機構67の通路92、バルブ通路93、バルブ室89a 、連通路96、通路95、環状通路52、通路73を通ってシリンダ上室49a へ流れる。そして、シリンダ下室49b 側の油液の圧力によりディスクバルブ97が開弁してバルブ通路93の通路面積を調整することによって減衰力が発生する。このとき、ディスクバルブ97は、押圧部材108 により閉弁方向に押圧されるので、この押圧荷重に比例した減衰力が発生する。一方、伸び側減衰調整機構66では、シリンダ下室49b 側の圧力によってディスクバルブ77およびリリーフ弁82が閉じるので油液が流通しない。

30

【0062】

押圧部材108 による押圧荷重は、シリンダ下室49b 側の油液がプランジャ98の背圧通路100 を介して背圧室99a に伝わり、背圧室99a 内の油液の圧力がプランジャ98の大径部の受圧面に作用することによって生じる。このとき、背圧室99a の圧力がリリーフ弁102 の設定圧を越えるとリリーフ弁102 が開き背圧室99a の油液がリリーフ室104 へリリーフされ、リリーフ通路107 を通ってシリンダ上室49a 側のバルブ室89a へ流れるので、背圧室99a の圧力はリリーフ弁102 によって任意に設定することができる。したがって、比例ソレノイド103 への通電電流Iを調整することによりニードル106 の付勢力を調整してリリーフ弁102 のリリーフ圧力を設定することにより減衰力を制御することができる。

40

【0063】

上述したように比例ソレノイド83, 103 への通電電流I、ひいてはリリーフ弁87, 102 のリリーフ圧を調整することにより、伸び側と縮み側の減衰力を制御することができる。

【0064】

以上のように構成したサスペンション制御装置では、前記第1実施の形態と同様に、実際に比例ソレノイド83, 103 に流れる電流を計測し、この計測電流に基づいて補正係数K<sub>1</sub>

50

を求める、所望の減衰力が得られるように指令電流  $I_1$ ,  $I_2$  を補正する。このため、仮に、比例ソレノイド 83, 103 への通電等によって比例ソレノイド 83, 103 が温度上昇しその抵抗値が増加しても、PWM 信号のデューティ比が調整されて比例ソレノイド 83, 103 に流れる通電電流  $I$  が補正されて所望の減衰力が得られ、精度の高い減衰力調整（サスペンション制御）を行うことができ、ひいては乗り心地、操縦安定性の向上を図ることが可能となる。

【0065】

次に、本発明の第 3 実施の形態のサスペンション制御装置について図 13 ないし図 16 に基づいて説明する。このサスペンション制御装置は、図 1 ないし図 9 の第 1 実施の形態に比して、コントローラが図 5 及び図 6 に代えて図 13 及び図 14 の処理を行うことが異なっている。第 1 実施の形態と同等の部分、部材についての図示、説明は適宜、省略する。なお、本実施の形態においては、説明を簡略化するために、通電電流にディザをかけないものとし、図 13 に示すステップ S7A で演算した要求電流をそのまま指令電流として用いるようにしている。しかし、必要に応じて、ステップ S7A で要求電流を求めた後、これに引き続いて、図 6 の電流フィードバックサブルーチンにおけるステップ S21, S22, S23, S24, S27 の各ステップのみを実行して、指令電流にディザをかけるようにしてもよいことはもちろんである。

【0066】

また、本装置のコントローラ 207 は、図 5 のステップ S8 に代えて図 13 に示すステップ S8A の電流フィードバックサブルーチンを実行する。

【0067】

このステップ S8A の電流フィードバックサブルーチンを図 14 に基づいて説明する。

まず、補正判定周期  $t_s$  [ms] 経過したか否かを判定する（ステップ S31）。

このステップ S31 で YES と判定すると、デューティ比 100% の PWM 信号を電流が定常値になるまでの所定時間（後述の図 22 の時点 f ~ g の時間参照）比例ソレノイド 38（図 3 参照）に出力する（ステップ S32）。続いて、電流センサ 205（図 3 参照）の検出データを A/D 変換して比例ソレノイド 38 に流れる電流（実電流）を求める（ステップ S33）。次に、デューティ比 100% の PWM 信号の通電時における目標電流値（基準データ）を前記実電流値で割ることにより補正係数  $K_1$  を算出する（ステップ S34）。

ステップ S31 で NO と判定するか、あるいはステップ S34 の処理が終了すると、指令電流値に補正係数  $K_1$  をかけて新たな指令電流値（最終指令電流値）を求め（ステップ S35）、さらにこの最終指令電流値を得るために所定ゲイン  $K_2$  をかけて必要な PWM 信号のデューティ比を求め（ステップ S36）、処理を図 13 のメインルーチンに戻って行う。

【0068】

ここで、比例ソレノイド 38 の温度上昇によって抵抗値が大きくなり比例ソレノイド 38 に通電電流が流れにくくなつた（所定のデューティ比の PWM 信号を出力しても所望の大きさの電流が流れなくなつたような）ときの作動について、図 15 に基づいて説明する。補正判定周期  $t_s$  [ms] 経過後、比例ソレノイド 38 の温度上昇によってトランジスタ 206 に所定のデューティ比の PWM 信号を供給した際に比例ソレノイド 38 に流れる電流が  $I_a$  から  $I_b$  に低下すると、ステップ S34 で得た補正係数  $K_1$  を指令電流値にかけて新たな指令電流値（最終指令電流値）を求め、さらにこの最終指令電流値を得るために所定ゲイン  $K_2$  をかけて必要な PWM 信号のデューティ比を求める（ステップ S36）。この際、PWM 信号のデューティ比は、例えば当初  $D_1$  % であったものが、 $D_2$  % ( $D_2 > D_1$ ) に補正して設定されることになる。図 16 はある一定の指示電流を出力しているときの実電流とデューティ比との関係を示す図である。この図 16 に示すように、時間の経過に伴い温度が上昇して実電流の減衰傾向が見られるが、デューティ比を増加することにより所望の通電電流  $I_a$  を得ることができる。

【0069】

上述のように構成された第 3 実施の形態のサスペンション制御装置では、前記第 1 実施の形態と同様に、実際に比例ソレノイド 38 に流れる電流を計測し、この計測電流に基づいて

10

20

40

50

補正係数  $K_1$  を求め、所望の減衰力が得られるように指令電流を補正する。このため、仮に、比例ソレノイド38への通電等によって比例ソレノイド38が温度上昇しその抵抗値が増加しても、PWM信号のデューティ比が調整されて比例ソレノイド38に流れる通電電流  $I$  が補正されて所望の減衰力が得られ、精度の高い減衰力調整（サスペンション制御）を行うことができ、ひいては乗り心地、操縦安定性の向上を図ることが可能となる。

#### 【0070】

なお、上記図14のステップS32において、デューティ比100%のPWM信号による電流が定常値になるまでの時間を持つのが望ましくない場合は、ステップS32とステップS33との間に、上記定常値までの時間が経過しないときにはステップS33、S34を飛び越してステップS35を実行する判断ステップを追加してもよい。後述する図17、図19においても同様である。

#### 【0071】

また、上述した第3実施の形態のサスペンション制御装置では、補正判定周期  $t_s$  [ms] 毎に指令電流を補正する場合を例にしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、図14に代えて図17の処理を行って、一定時間経過後、図8におけるブロック2の目標減衰力  $F$  が0でなく減衰力調整を必要とする制御中であるかを判定し、制御中である場合、制御終了後に補正を行うようにしてもよい。すなわち、ステップS31でYESと判定するとステップS32の処理に先立って制御中であるか否かを判定し（ステップS37）、ステップS37でNOと判定した場合にステップS35に進む一方、ステップS37でYESと判定すると処理をステップS32に進めるようとする。

#### 【0072】

次に、本発明の第4実施の形態のサスペンション制御装置について図18及び図19に基づいて説明する。このサスペンション制御装置は、図1ないし図9の第1実施の形態に比して、コントローラが図5及び図6に代えて図18及び図19の処理を行うことが異なっている。第1実施の形態と同等の部分、部材についての図示、説明は適宜、省略する。

#### 【0073】

本装置のコントローラ207は、図5のステップS7及びS8に代えて図18に示すステップS7A（図13のステップS7Aと同じ）及びS8Bの電流フィードバックサブルーチンを実行する。

#### 【0074】

このステップS8Bの電流フィードバックサブルーチンを図19に基づいて説明する。まず、減衰力を切り替えるためにPWM信号が出力されているか否か（目標減衰力  $F = 0$  か否か）を判定する（ステップS51）。ステップS51でNO（目標減衰力  $F = 0$ ）と判定すると、デューティ比100%のPWM信号を比例ソレノイド38（図3参照）に出力する（ステップS52）。続いて、電流センサ205（図3参照）の検出データをA/D変換して比例ソレノイド38に流れる電流（実電流）を求める（ステップS53）。次に、指令電流値を前記実電流値で割ることにより補正係数  $K_1$  を算出する（ステップS54）。

このステップS51でYES（目標減衰力  $F = 0$ ）と判定するか、あるいはステップS54の処理が終了すると、指令電流値に前記補正係数  $K_1$  をかけて新たな指令電流値（最終指令電流値）を求め（ステップS55）、さらにこの最終指令電流値を得るために所定ゲイン  $K_2$  をかけて必要なPWM信号のデューティ比を求め（ステップS56）、処理を図18のメインルーチンに戻って行う。

#### 【0075】

上述のように構成された第4実施の形態のサスペンション制御装置では、前記第1実施の形態と同様に、実際に比例ソレノイド38に流れる電流を計測し、この計測電流に基づいて補正係数  $K_1$  を求め、所望の減衰力が得られるように指令電流を補正する。このため、仮に、比例ソレノイド38への通電等によって比例ソレノイド38が温度上昇しその抵抗値が増加しても、PWM信号のデューティ比が調整されて比例ソレノイド38に流れる通電電流  $I$  が補正されて所望の減衰力が得られ、精度の高い減衰力調整（サスペンション制御）を行うことができ、ひいては乗り心地、操縦安定性の向上を図ることが可能となる。

10

20

30

40

50

## 【0076】

次に、本発明の第5実施の形態のサスペンション制御装置について図20ないし図22に基づいて説明する。このサスペンション制御装置は、図1ないし図9の第1実施の形態に比して、コントローラ207が図13及び図14に代えて図20及び図21の処理を行うことが異なっている。第1実施の形態と同等の部分、部材についての図示、説明は適宜、省略する。

## 【0077】

本装置のコントローラ207は、図5のステップS7及びS8に代えて図20に示すステップS7A(図13のステップS7Aと同じ)及びS8Cの電流フィードバックサブルーチンを実行する。

10

## 【0078】

このステップS8Cの電流フィードバックサブルーチンを図21に基づいて説明する。

まず、基準時間T<sub>1</sub>以上、同等のデューティ比のPWM信号、ひいては同等の指令電流が出力されているか否かを判定する(ステップS61)。基準時間T<sub>1</sub>は比例ソレノイド38のインダクタンスに基づいて設定される。すなわち、比例ソレノイド38に所定の大きさの指令電流が供給されると、比例ソレノイド38に実際に流れる電流(実電流)は、例えば図22に示すような過渡現象を示し、インダクタンス等により定まる所定時間経過後に、その値が定常値になる。この定常値になるまでの時間(時点f～gの時間)を前記基準時間T<sub>1</sub>としている。

## 【0079】

ステップS61でYESと判定すると、電流センサ205(図3参照)の検出データをA/D変換して比例ソレノイド38に流れる電流(実電流)を得る(ステップS62)。次に、指令電流値を前記実電流値で割ることにより補正係数K<sub>1</sub>を算出する(ステップS63)。

20

ステップS61でNOと判定するか、あるいはステップS63の処理が終了すると、指令電流値に補正係数K<sub>1</sub>をかけて新たな指令電流値(最終指令電流値)を求め(ステップS64)、さらにこの最終指令電流値を得るために所定ゲインK<sub>2</sub>をかけて必要なPWM信号のデューティ比をPWM信号のデューティ比を求め(ステップS65)、図20のメインルーチンに戻って処理を行う。

## 【0080】

上述のように構成された第5実施の形態のサスペンション制御装置では、前記第1実施の形態と同様に、実際に比例ソレノイド38に流れる電流を計測し、この計測電流に基づいて補正係数K<sub>1</sub>を求め、所望の減衰力が得られるように指令電流を補正する。このため、仮に、比例ソレノイド38への通電等によって比例ソレノイド38が温度上昇しその抵抗値が増加しても、PWM信号のデューティ比が調整されて比例ソレノイド38に流れる通電電流Iが補正されて所望の減衰力が得られ、精度の高い減衰力調整(サスペンション制御)を行うことができ、ひいては乗り心地、操縦安定性の向上を図ることが可能となる。

30

## 【0081】

また、上記指令電流の補正を、比例ソレノイド38のインダクタンスに基づいて設定された基準時間T<sub>1</sub>以上、同等のデューティ比のPWM信号、ひいては同等の指令電流が出力されている場合に、行うようにしている。このため、過渡現象が終了して比例ソレノイド38に流れる電流が定常値になった後に、PWM信号のデューティ比が定められることとなり、所望の減衰力に適合するデューティ比の設定を確実に行えるので、この分、減衰力調整(サスペンション制御)の精度向上を図ることができる。

40

## 【0082】

次に、本発明の第6実施の形態のサスペンション制御装置を図23ないし図26に基づいて説明する。なお、図1ないし図22に示す部材、部分と同等の部材、部分についての図示、説明は、適宜省略する。

## 【0083】

このサスペンション制御装置は、図20ないし図22に示される第5実施の形態に比して、図20に代わる図23の処理を行うようにしている。

50

図23に示すように、このサスペンション制御装置は、図20のステップS7Aに代わるステップS7Dを設けていると共に、ステップS8Cの電流フィードバックサブルーチンに続いて不感帯調整サブルーチン(ステップS70)を実行する。

#### 【0084】

ステップS7Dでは、加速度センサ201(図25)からの加速度信号Aに基づいて車体の制振に必要な減衰力を求めると共に、減衰力を発生するために必要な大きさの通電電流Iを得るための要求電流(指令電流)I<sub>0</sub>を求める。

ステップS7Dには、図25に示す処理内容を含んでいる。図25に示す処理内容は、図8に示すものに比して、ブロック1とブロック2との間に、速度変換部5を介装したことが異なっている。速度変換部5は、ブロック1からの速度Vを速度Vに略比例する速度Vに変換してブロック2に出力する。この場合、ばね上速度Vの大きさが所定値(例えばQ<sub>0</sub>)以下の際には、速度Vを0に設定するようにしている。ばね上速度Vの大きさが所定値以下の範囲を以下、制御不感帯Qという。この制御不感帯Qは調整可能であり、あらかじめ制御不感帯Q<sub>1</sub>に設定されている一方、後述するように調整されてこの制御不感帯Q<sub>1</sub>に比して範囲が広い制御不感帯Q<sub>2</sub>(Q<sub>2</sub>>Q<sub>1</sub>)に設定されるようになっている。

#### 【0085】

不感帯調整サブルーチン(ステップS70)では、図24に示すように、まず、時間T<sub>2</sub>〔T<sub>2</sub>>T<sub>1</sub>(図21参照)〕以上の時間にわたって補正が行われていないか否かを判定する(ステップS701)。ステップS701で、時間T<sub>2</sub>内で補正が行われていた場合には、NOと判定し、制御不感帯Qを制御不感帯Q<sub>1</sub>に設定する(ステップS702)。

また、ステップS701で、時間T<sub>2</sub>以上にわたって補正が行われていない場合にはYESと判定し、制御不感帯Qを制御不感帯Q<sub>2</sub>に設定する(ステップS703)。

#### 【0086】

上述したように制御不感帯Qが制御不感帯Q<sub>1</sub>とされていることにより、速度変換部5においてばね上速度Vのうち制御不感帯Q<sub>1</sub>内のものは除外されたようになり、ブロック3からは、図26の中段部に示すように、制御不感帯Q<sub>1</sub>に対応した部分の大きさが基準値とされた要求電流I<sub>0</sub>が出力される。

また、制御不感帯Qが制御不感帯Q<sub>2</sub>に調整されることにより、速度変換部5においてばね上速度Vのうち制御不感帯Q<sub>2</sub>内のものは除外されたようになり、ブロック3からは、図26の下段部に示すように、制御不感帯Q<sub>2</sub>に対応した部分の大きさが基準値とされた要求電流I<sub>0</sub>が出力される。

ここで、基準値は、例えば、乗り心地を損なうことなく操縦安定性も確保し得る、すなわち、減衰力が中庸の位置(伸び側/縮み側共に中間の減衰力)となる大きさの電流値(図4において伸び側/縮み側共に1、2の中間)に設定されている。

#### 【0087】

このように構成されたサスペンション制御装置では、時間T<sub>2</sub>以上にわたって補正が行われていない場合にはYESと判定し、制御不感帯Qを制御不感帯Q<sub>2</sub>に設定することにより、次のような作用、効果を奏すことになる。この作用、効果を説明するために、制御不感帯Qを制御不感帯Q<sub>1</sub>に設定して変更させない場合と比較して説明する。

#### 【0088】

まず、仮に制御不感帯Qを制御不感帯Q<sub>1</sub>に設定して変更させない場合を想定し、その作用を説明する。この場合において、車両が凹凸路を走行している際には、例えば図26の上段部及び中段部に示されるように、要求電流I<sub>0</sub>の大きさは、短時間で頻繁に変わる。このため、一定時間T<sub>1</sub>以上にわたる同等要求電流I<sub>0</sub>の出力が行われ難く、図21のステップS61ではNOと判定し、ステップS62及びステップS63の処理を行ふことなく(すなわち、補正を行うことなく)ステップS64及びステップS65の処理が進められる。このようにステップS62及びステップS63の処理(すなわち、補正処理)が行われないことにより、実際のアクチュエータ電流と要求電流I<sub>0</sub>とのずれが大きくなり、これに伴いサスペンション制御が適正に行われない事態が生じる虞がある。

## 【0089】

これに対して、第6実施の形態では、時間  $T_2$  以上にわたって補正が行われていない場合にはステップS701で YESと判定し、制御不感帯  $Q$  を制御不感帯  $Q_2$  に設定する（ステップS703）ため、車両が凹凸路を走行している際、図25の速度変換部5の枠内に示されるように、制御不感帯  $Q$  が制御不感帯  $Q_1$  である場合に比して、ばね上速度  $V$  が制御不感帯  $Q_2$  の範囲に入りやすくなる。

このため、例えば図26の上段部及び下段部に示されるように、大きさが基準値の要求電流  $I_0$  が継続して出力され、ひいては一定時間  $T_1$  以上にわたる同等の大きさの要求電流  $I_0$  の出力が容易に行われる。この結果、図21のステップS61でYESと判定する機会が多くなり、ステップS62及びステップS63の処理（すなわち、補正処理）が行われやすくなるので、実際のアクチュエータ電流と要求電流  $I_0$  とのずれが少なくなって適正なサスペンション制御が確保され、ひいては乗り心地の向上を図ることができる。10

## 【0090】

上記実施の形態では、減衰力調整を行う場合を例にしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば実開平2-96302号公報に示されるように車高調整する装置に用いてもよい。即ち、この装置は、ソレノイド及び該ソレノイドへの通電電流に比例して変位する可動体を有し該可動体の変位に応じて油液の通過量を調整する比例ソレノイドバルブ（アクチュエータ）と、車体と車輪との間に伸縮自在に介装され比例ソレノイドバルブの作動に応じて伸縮するサスペンション本体と、前記ソレノイドに通電する通電回路とから大略構成されており、上記比例ソレノイドバルブの通電制御に適用することもできる20。

## 【0091】

## 【発明の効果】

請求項1、2に係る発明によれば、実際にソレノイドに流れる電流を計測し、この計測電流とあらかじめ設定した基準データとの比較結果に基づいて、所望の減衰力又は伸縮量が得られるようにPWM信号のデューティ比を調整するので、仮に、ソレノイドへの通電等によってソレノイドが温度上昇しその抵抗値が増加しても、通電電流が補正されて所望の減衰力又は伸縮量が得られ、精度の高いサスペンション制御を行うことができ、ひいては乗り心地、操縦安定性の向上を図ることが可能となる。

## 【0092】

また、ソレノイドを流れる電流が一定値になった後に通電電流を補正することにより、所望の減衰力に適合するデューティ比の設定を確実に行えるので、この分、サスペンション制御の精度向上を図ことができる。30

## 【0093】

さらに、制御手段は、ばね上速度に基づいてソレノイドに供給すべき指令電流を出力し、前記ばね上速度が所定値以下の際には前記指令電流を一定の基準値に固定する制御不感帯を有し、さらに、前記ソレノイドに流れる電流の補正が一定時間行われない場合、前記制御不感帯の範囲を広げる所以、指令電流が長い時間にわたって継続して基準値に維持される機会が多くなる。このため、一定時間にわたって指令電流が一定の場合に指令電流の補正を行うタイプのサスペンション制御装置に用いることにより、指令電流が一定（基準値）の状態が一定時間以上継続しやすくなるので、実際のアクチュエータ電流と指令電流とのずれが少なくなり、これに伴い適正なサスペンション制御が確保されることになる。40

さらに、請求項2に係る発明によれば、制御手段が、PWM信号発生回路にデューティ比100%のPWM信号を出力させて電流検出手段に電流検出を行わせることにより、電流検出手段からの電流データの比較対象となる基準データの条件が単純化されて該基準データを求めやすくなる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施の形態のサスペンション制御装置を模式的に示す図である。

【図2】同サスペンション制御装置の電磁式比例制御弁を示す縦断面の正面図である。

【図3】同サスペンション制御装置のコントローラ及び比例ソレノイドの接続関係を示す50

回路図である。

【図 4】同サスペンション制御装置のショックアブソーバの減衰力特性を示す図である。

【図 5】同サスペンション制御装置の作用を示すフローチャートである。

【図 6】図 5 の電流フィードバックサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 7】同サブルーチンで得られるデューティ比・電流マップの一例を示す図である。

【図 8】同サスペンション制御装置のコントローラの制御内容の一部を示すブロック図である。

【図 9】同サスペンション制御装置の作用を示すための信号波形図である。

【図 10】本発明の第 2 実施の形態のサスペンション制御装置を示す断面図である。

【図 11】同サスペンション制御装置のコントローラの制御内容の一部を示すブロック図 10 である。

【図 12】同サスペンション制御装置のコントローラ及び比例ソレノイドの接続関係を示す回路図である。

【図 13】本発明の第 3 実施の形態のサスペンション制御装置のコントローラの処理内容を示すフローチャートである。

【図 14】図 13 の電流フィードバックサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 15】同サブルーチンで得られるデューティ比・電流マップの一例を示す図である。

【図 16】図 14 に示すフローチャートを有するコントローラの作用を説明するための図である。

【図 17】図 14 の電流フィードバックサブルーチンに代える他のサブルーチンを示すフローチャートである。 20

【図 18】本発明の第 4 実施の形態のサスペンション制御装置のコントローラの処理内容を示すフローチャートである。

【図 19】図 18 の電流フィードバックサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 20】本発明の第 5 実施の形態のサスペンション制御装置のコントローラの処理内容を示すフローチャートである。

【図 21】図 20 の電流フィードバックサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 22】同サスペンション制御装置の作用を説明するための図である。

【図 23】本発明の第 6 実施の形態のサスペンション制御装置のコントローラの処理内容を示すフローチャートである。 30

【図 24】図 23 の不感帯調整サブルーチンを示すフローチャートである。

【図 25】第 6 実施の形態のサスペンション制御装置のコントローラの制御内容の一部を示すブロック図である。

【図 26】第 6 実施の形態のサスペンション制御装置の作用を示す波形図である。

【符号の説明】

1 ショックアブソーバ

33 電磁式比例制御弁 (アクチュエータ)

38 比例ソレノイド

43 プランジャ

203 電源

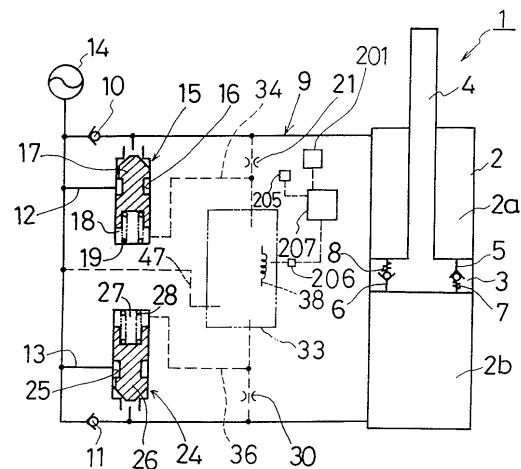
204 閉回路

205 電流センサ

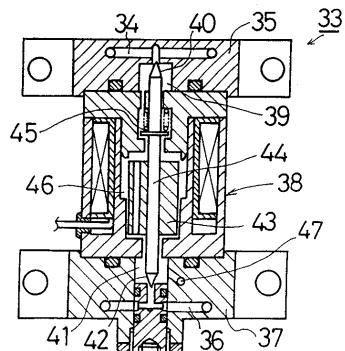
206 トランジスタ (スイッチング手段)

207 コントローラ (制御手段、PWM 信号発生回路) 40

【図1】

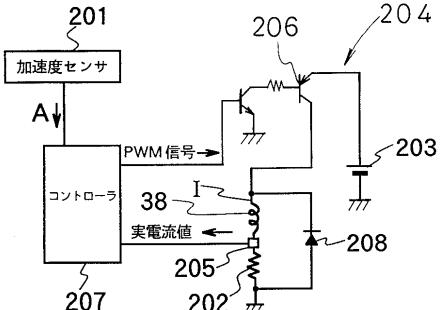


【図2】

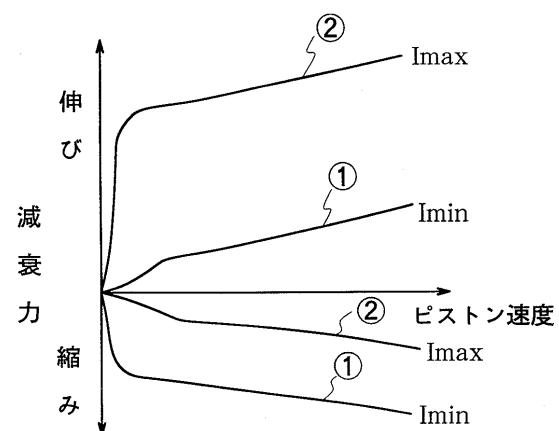


【図3】

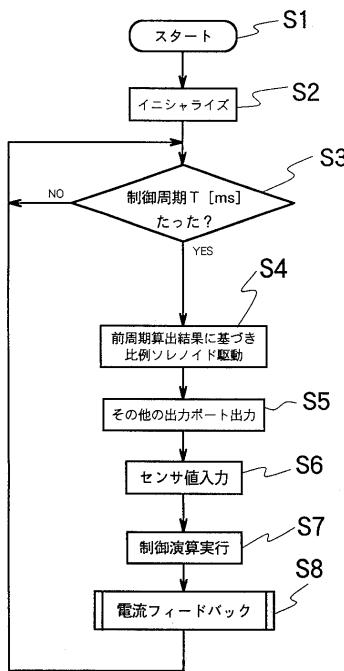
【図4】



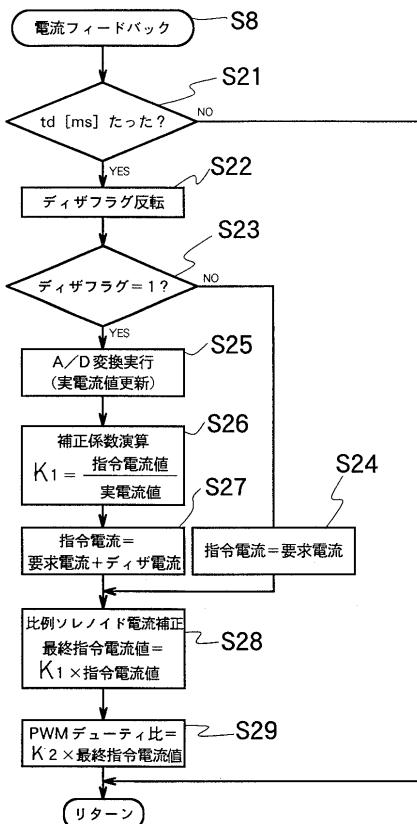
【図4】



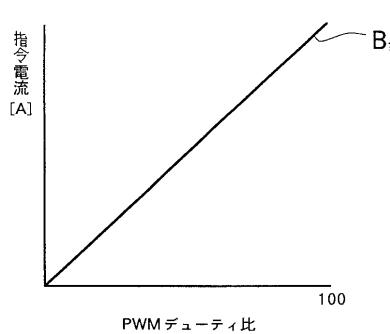
【図5】



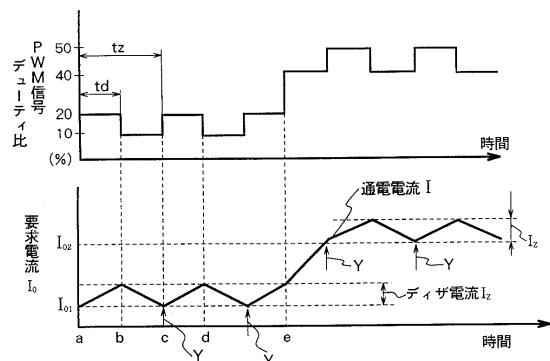
【図6】



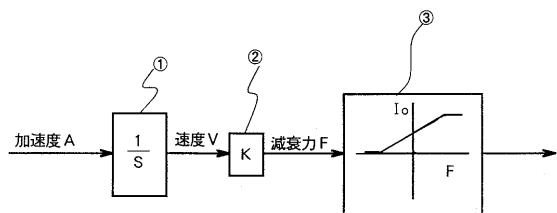
【図7】



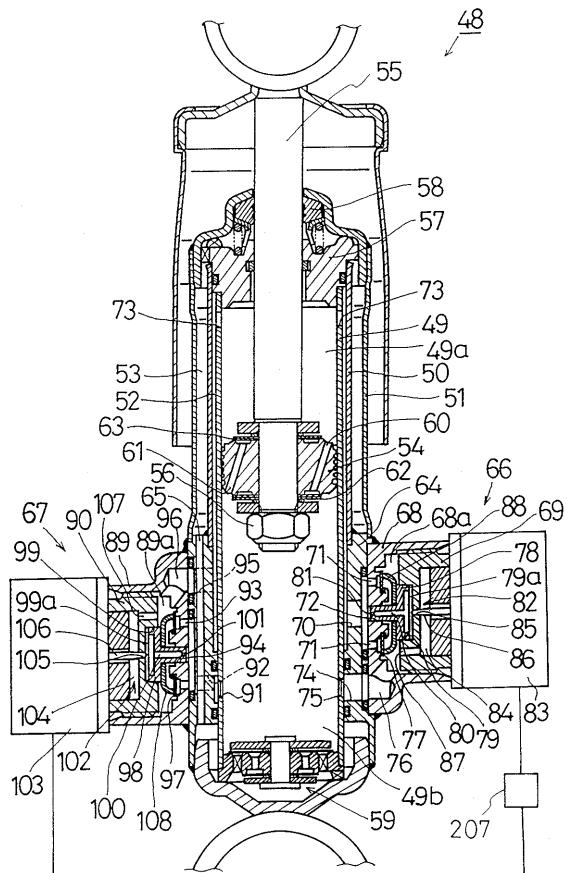
【 図 9 】



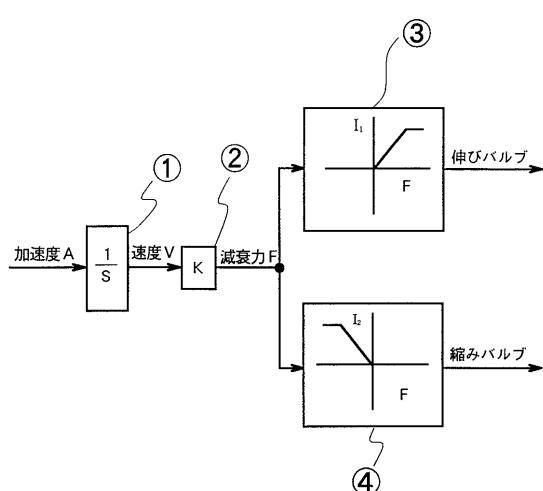
〔 四 8 〕



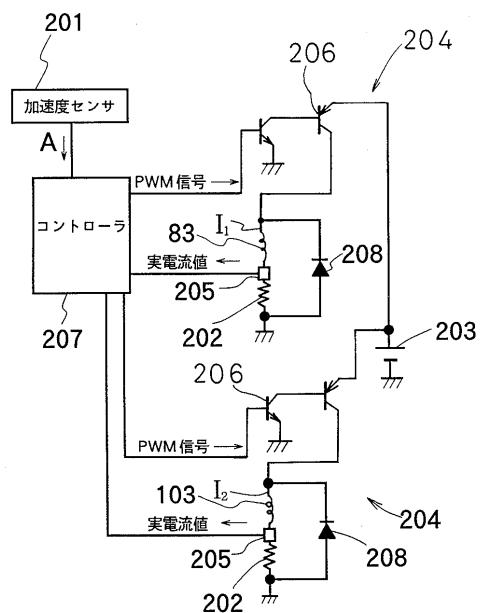
【 図 1 0 】



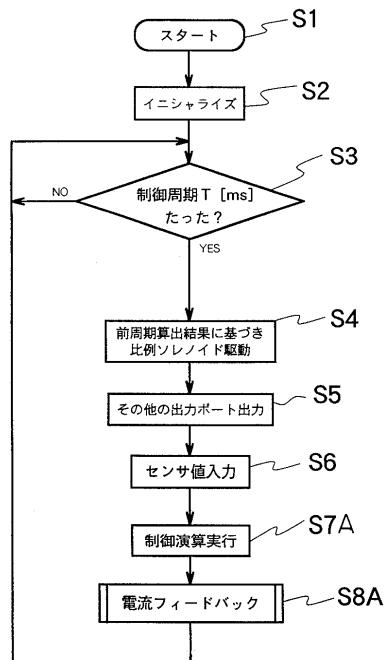
### 【図11】



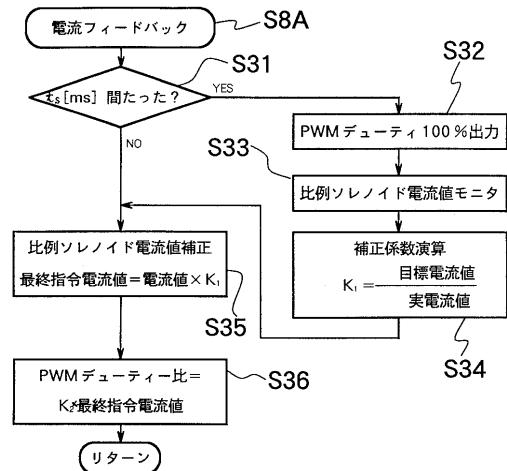
【図12】



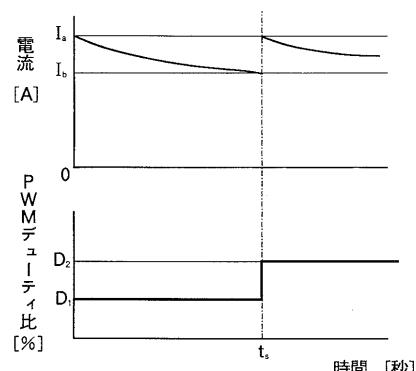
【図13】



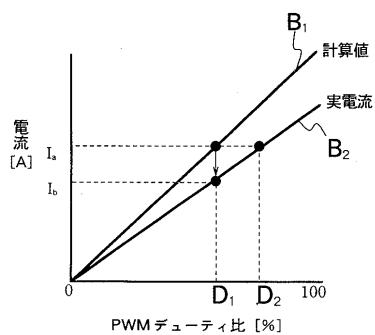
【図14】



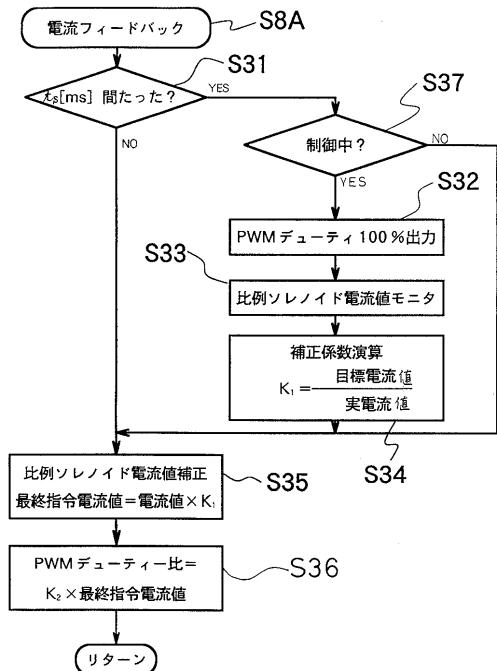
【図16】



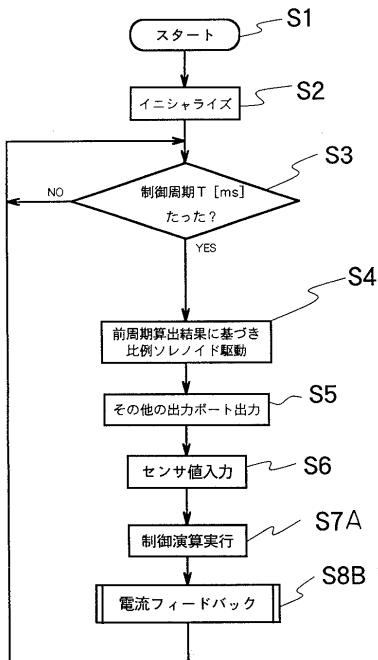
【図15】



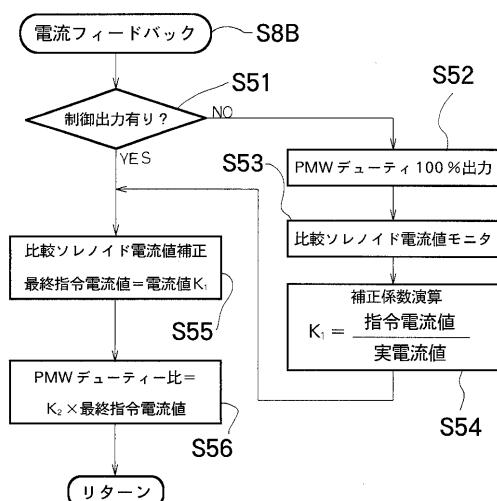
【図17】



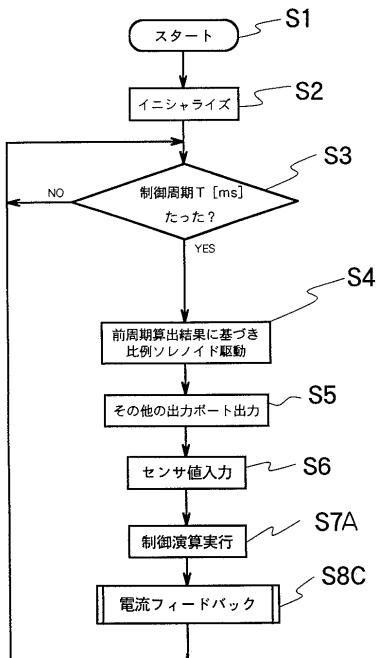
【図18】



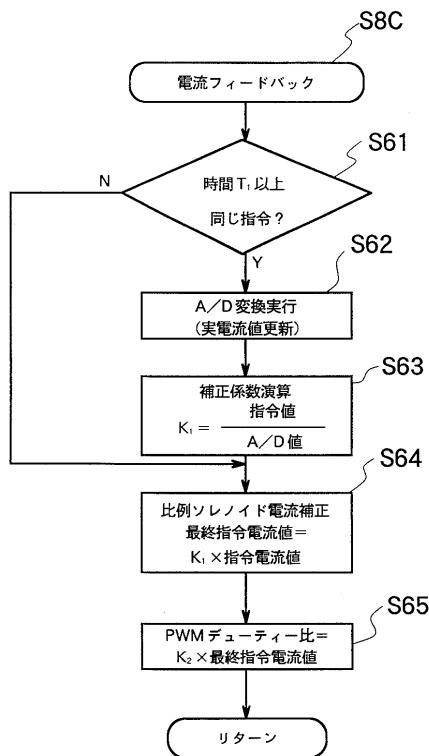
【図19】



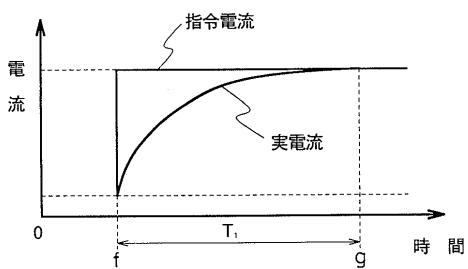
【図20】



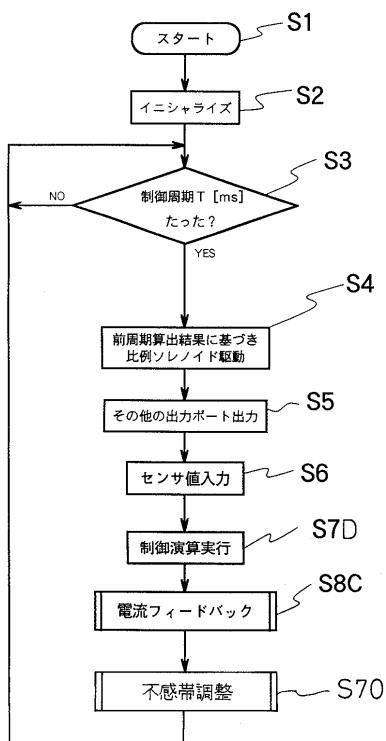
【図21】



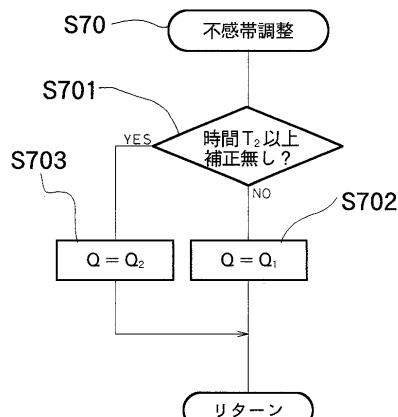
【図22】



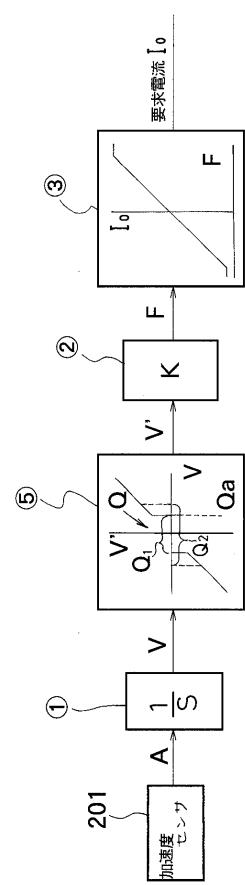
【図23】



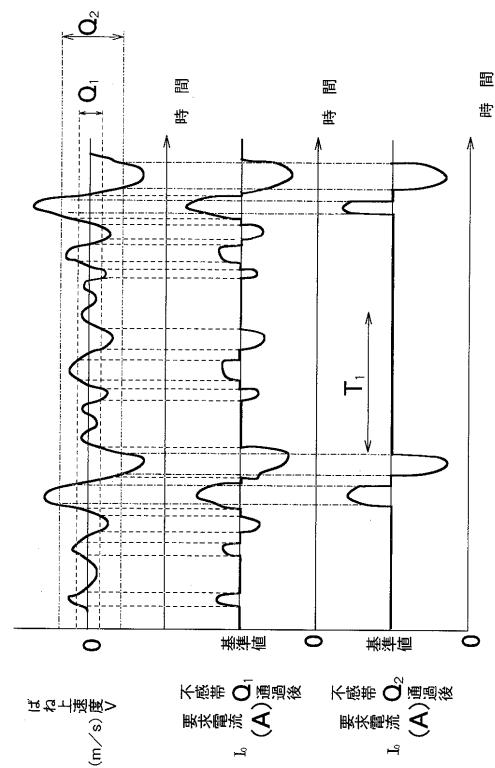
【図24】



【図25】



【図26】



---

フロントページの続き

(72)発明者 内山 正明  
神奈川県川崎市川崎区富士見1丁目6番3号 トキコ株式会社内

審査官 太田 良隆

(56)参考文献 特開平03-071302(JP,A)  
特公昭62-006329(JP,B1)  
特開平02-182515(JP,A)  
特開昭61-102304(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B60G 1/00 - 25/00  
F16F 9/00 - 9/58  
F16K31/06 - 31/11