

(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. Cl.

F I

B 6 O G 17/015 (2006.01)

B 6 O G 17/015 A

B 6 O G 17/018 (2006.01)

B 6 O G 17/015 B

F 1 6 F 9/50 (2006.01)

B 6 O G 17/018

F 1 6 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 粁 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 P W M 信号を出力するデューティ比可変の P W M 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 P W M 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 P W M 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

10

20

、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 P W M 信号を出力するデューティ比可変の P W M 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 P W M 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 P W M 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、P W M 信号発生回路にデューティ比 1 0 0 % の P W M 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 - 1 3 5 8 5 4 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、P W M 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にしている。また、この場合、P W M 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 - 1 3 5 8 5 4 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。

【 0 0 0 5 】

【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 P W M 信号を出力するデューティ比可変の P W M 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 P W M 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 P W M 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。

10

20

【 0 0 0 6 】

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 P W M 信号を出力するデューティ比可変の P W M 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 P W M 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 P W M 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、P W M 信号発生回路にデューティ比 1 0 0 % の P W M 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。

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「 0 0 8 6 」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

【 0 0 0 8 】

【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（アキュムレータ）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】

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。

40

【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 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のポペット弁15の下流側へ流れるようになっている。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のポペット弁24の下流側（リザーバ14側）へ流れるようになっている。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を通してシリンダ上室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ペット弁24により減衰力が発生する。

【0021】

ポペット弁24では、シリンダ下室2b側の圧力が作用してポペット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ペット26を閉弁方向に移動させようとすると共に、ばね28の付勢力がポペット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の設定圧を越えたとリリーフ弁37が開き背圧通路36の油液がリリーフ通路47を通してシリンダ上室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、ポペット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ペット弁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を通してシリンダ下室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ペット弁15により減衰力が発生する。

40

【0023】

ポペット弁15では、シリンダ上室2a側の圧力が作用してポペット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ペット17を閉弁方向に移動させようとすると共に、ばね19の付勢力がポペット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の設定圧を越えたとリリーフ弁35が開き背圧通路34の油液がリリーフ通路47を通してシリンダ下室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、ポペット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ペット弁15が開弁して減衰力が決定される。

50

【 0 0 2 4 】

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。

【 0 0 2 5 】

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。

【 0 0 2 6 】

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。

【 0 0 2 7 】

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_0 とディザ電流 I_z とから構成され、プランジャ43を要求電流 I_0 に応じた位置に設定すると共に、ディザ電流 I_z 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。

【 0 0 2 8 】

トランジスタ206 は例えば10 KHz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_z 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_0 とディザ電流 I_z 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_z 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。

【 0 0 2 9 】

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では電流値は逓増し、時間範囲b - cでは逓減し、時間範囲c - dでは逓増することになり、通電電流 I は、要求電流 I_0 （要求電流 I_{01} ）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

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逡増するが、図9では、便宜上、一定の割合で逡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

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

【 0 0 3 8 】

このステップS23 でN0 (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)。

【 0 0 3 9 】

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 (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く。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く。

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N0と判定すると、処理を図5のメインルーチンに戻って行く。

【 0 0 4 0 】

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もよい。

【 0 0 4 1 】

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。

【 0 0 4 2 】

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 $t_d \times 2$ [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。

【 0 0 4 3 】

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。

【 0 0 4 4 】

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。

【 0 0 4 5 】

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_1 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_2 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_1 を算出し、負のとき電流 $I_1 = 0$ 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_2 を算出し、正のとき電流 $I_2 = 0$ 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の間には環状通路52が形成され、内筒50と外筒51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室に画成されている。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

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、シリンダ49の上端部付近の側壁に設けられた通路73によってシリンダ上室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およびシリンダ49の下端部付近の側壁に設けられた通路75を介してシリンダ下室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のシリンダ上室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】

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。

20

【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、シリンダ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 とシリンダ下室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】

バルブケース89の底部の内側には、バルブ通路93のシリンダ下室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。

40

【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を通してシリンダ下室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の設定圧を越えたとリリーフ弁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を通してシリンダ下室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を通してシリンダ上室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 の設定圧を越えたとリリーフ弁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_1

50

を求め、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て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く。

【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った（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ったような）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

30

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待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。

10

【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に進めるようにする。

20

【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く。

30

40

【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。

50

【 0 0 7 6 】

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 2 0 ないし図 2 2 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 1 3 及び図 1 4 に代えて図 2 0 及び図 2 1 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。

【 0 0 7 7 】

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 2 0 に示すステップ S7 A (図 1 3 のステップ S7 A と同じ) 及び S8 C の電流フィードバックサブルーチンを実行する。

10

【 0 0 7 8 】

このステップ S8 C の電流フィードバックサブルーチンを図 2 1 に基づいて説明する。まず、基準時間 T_1 以上、同等のデューティ比の P W M 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_1 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 2 2 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_1 としている。

【 0 0 7 9 】

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_1 を算出する (ステップ S63)。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_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 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_2 をかけて必要な P W M 信号のデューティ比を P W M 信号のデューティ比を求め (ステップ S65)、図 2 0 のメインルーチンに戻って処理を行う。

20

【 0 0 8 0 】

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_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、P W M 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

【 0 0 8 1 】

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_1 以上、同等のデューティ比の P W M 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、P W M 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

【 0 0 8 2 】

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 2 3 ないし図 2 6 に基づいて説明する。なお、図 1 ないし図 2 2 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。

【 0 0 8 3 】

このサスペンション制御装置は、図 2 0 ないし図 2 2 に示される第 5 実施の形態に比して、図 2 0 に代わる図 2 3 の処理を行うようにしている。

50

図 2 3 に示すように、このサスペンション制御装置は、図 2 0 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。

【 0 0 8 4 】

ステップ S7D では、加速度センサ 201（図 2 5）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_0 を求める。

ステップ S7D には、図 2 5 に示す処理内容を含んでいる。図 2 5 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_0 ）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_1 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_1 に比して範囲が広い制御不感帯 Q_2 （ $Q_2 > Q_1$ ）に設定されるようになっている。

【 0 0 8 5 】

不感帯調整サブルーチン（ステップ S70）では、図 2 4 に示すように、まず、時間 T_2 （ $T_2 > T_1$ （図 2 1 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_2 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_1 に設定する（ステップ S702）。

また、ステップ S701 で、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 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）。

【 0 0 8 6 】

上述したように制御不感帯 Q が制御不感帯 Q_1 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_1 内のものは除外されたようになり、ブロック 3 からは、図 2 6 の中段部に示すように、制御不感帯 Q_1 に対応した部分の大きさが基準値とされた要求電流 I_0 が出力される。

また、制御不感帯 Q が制御不感帯 Q_2 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_2 内のものは除外されたようになり、ブロック 3 からは、図 2 6 の下段部に示すように、制御不感帯 Q_2 に対応した部分の大きさが基準値とされた要求電流 I_0 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。

【 0 0 8 7 】

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_2 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_2 に設定することにより、次のような作用、効果を奏することになる。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_1 に設定して変更させない場合と比較して説明する。

【 0 0 8 8 】

まず、仮に制御不感帯 Q を制御不感帯 Q_1 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 2 6 の上段部及び中段部に示されるように、要求電流 I_0 の大きさは、短時間で頻繁に変わる。このため、一定時間 T_1 以上にわたる同等要求電流 I_0 の出力が行われ難く、図 2 1 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 の処理を行うことなく（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_0 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。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 9 】

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

【 0 0 9 0 】

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 - 9 6 3 0 2 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

【 0 0 9 1 】

【 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。

【 0 0 9 2 】

また、ソレノイドに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ることができる。

30

【 0 0 9 3 】

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場合、前記制御不感帯の範囲を広げるので、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である。 10

【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。

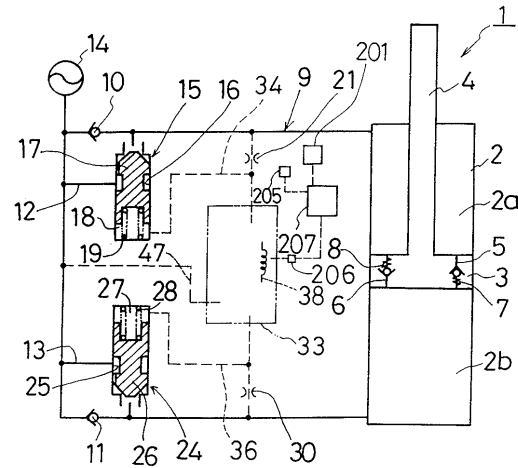
【図 25】第 6 実施の形態のサスペンション制御装置のコントローラの制御内容の一部を示すブロック図である。

【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。

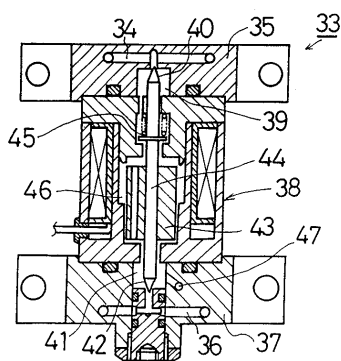
【符号の説明】

- 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 ブランジャ
- 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）

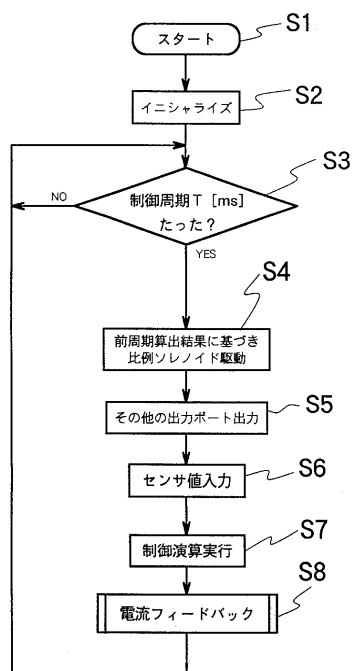
【図 1】



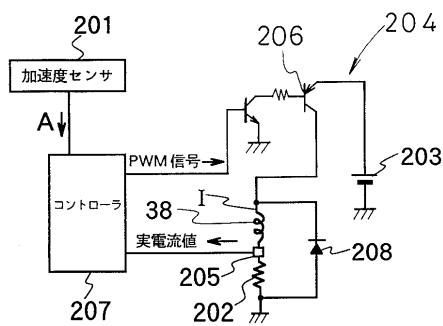
【図 2】



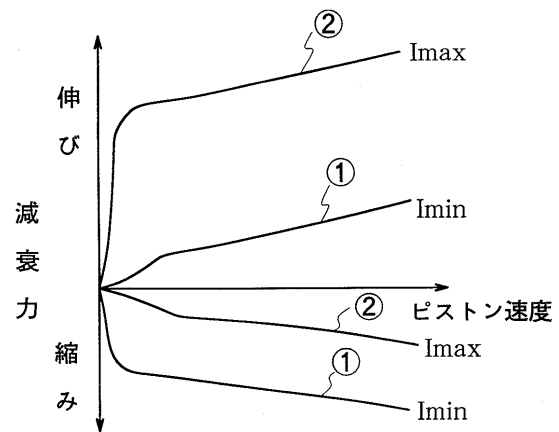
【図 5】



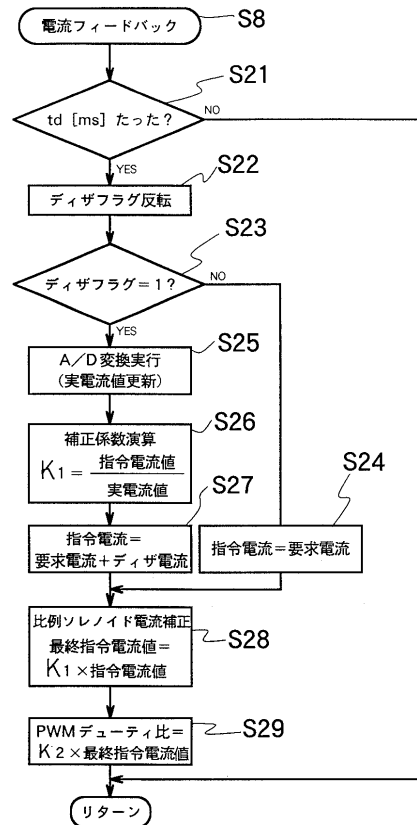
【図 3】



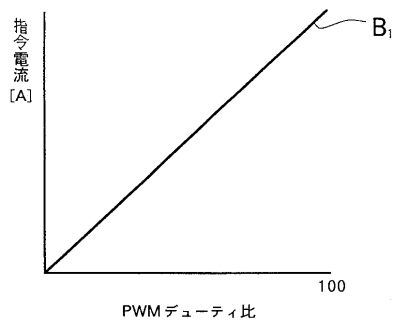
【図 4】



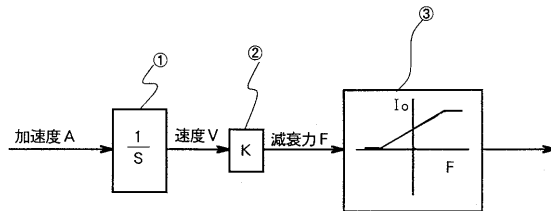
【図 6】



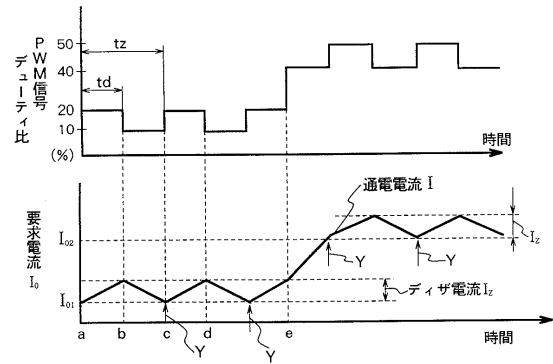
【図 7】



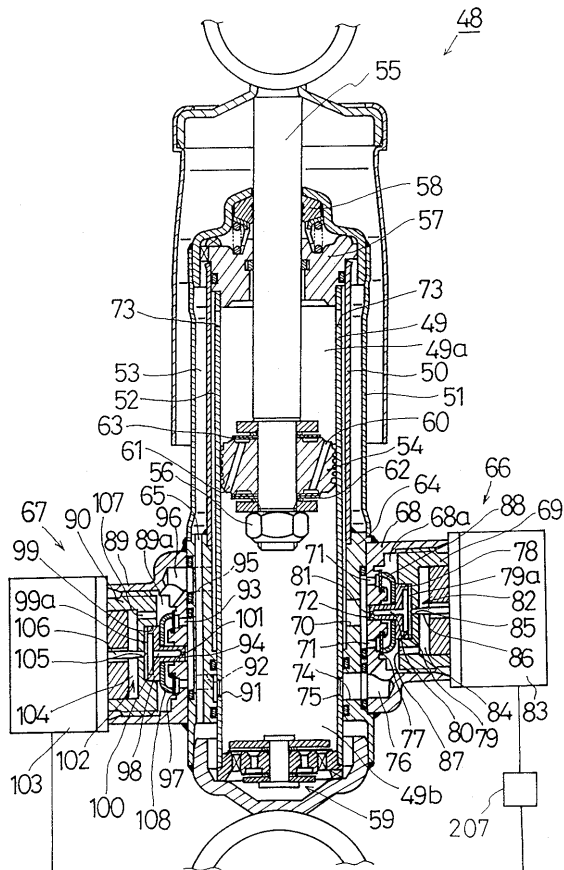
【図 8】



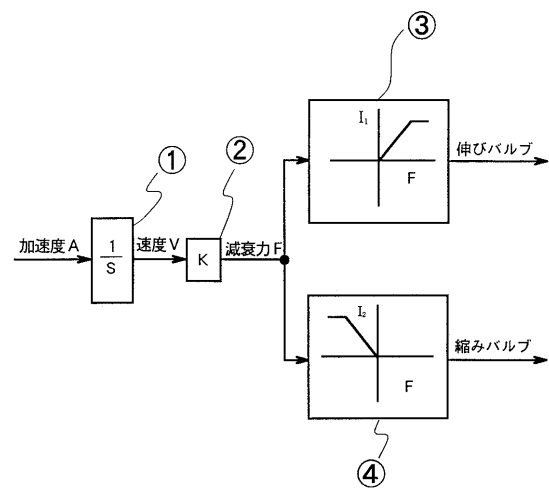
【図 9】



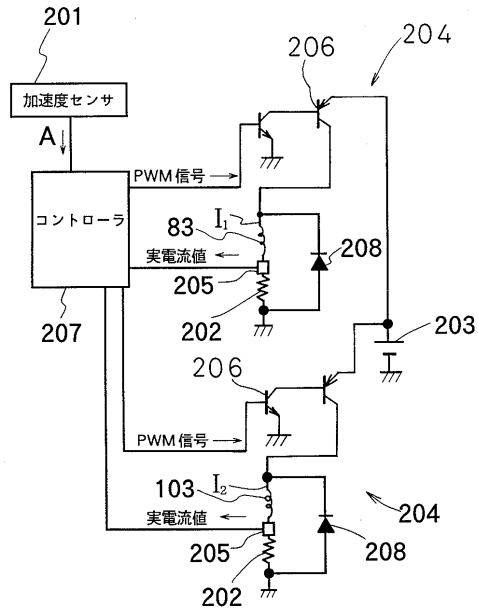
【図 10】



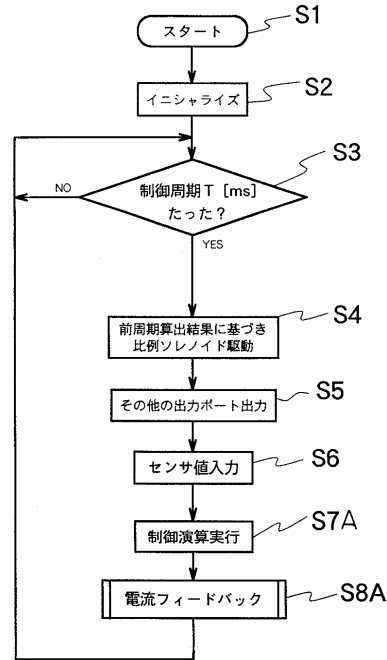
【図 11】



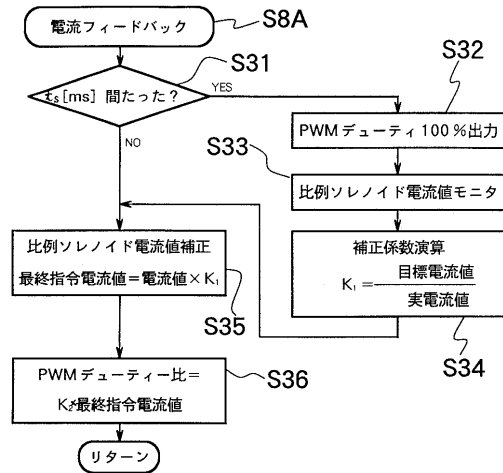
【図 1 2】



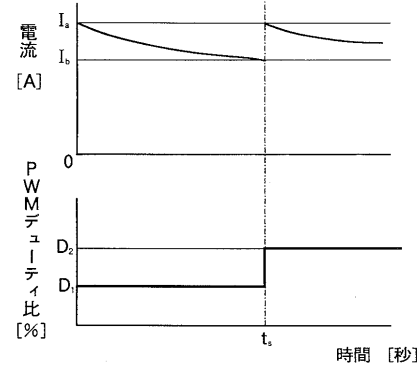
【図 1 3】



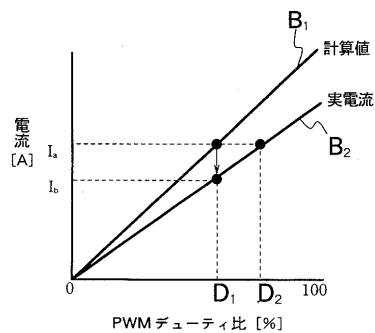
【図 1 4】



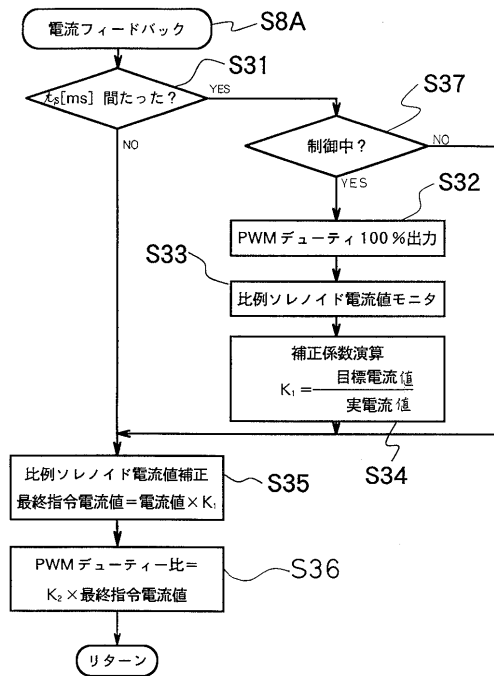
【図 1 6】



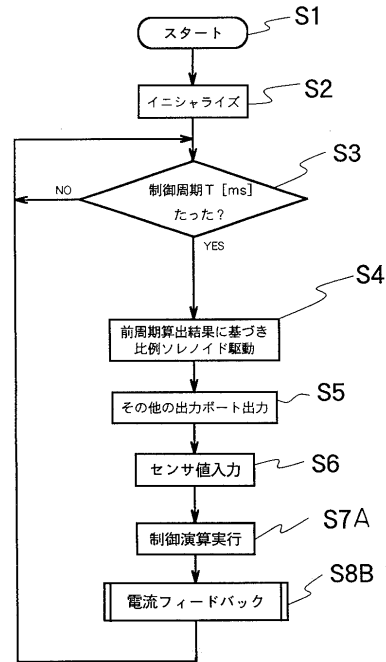
【図 1 5】



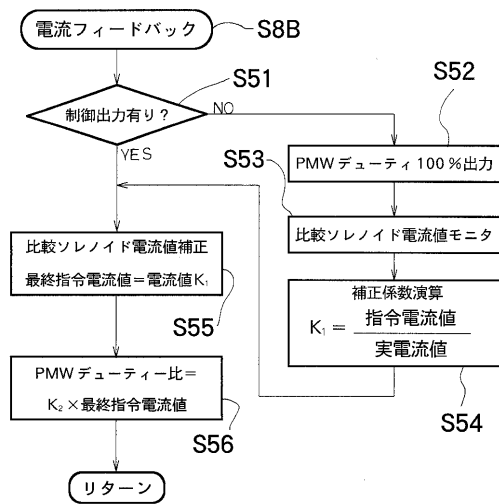
【図 17】



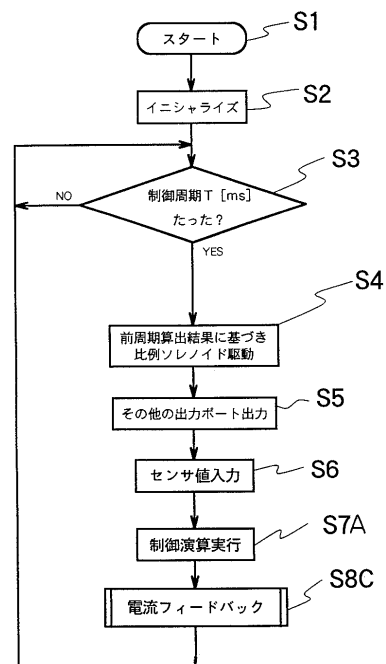
【図 18】



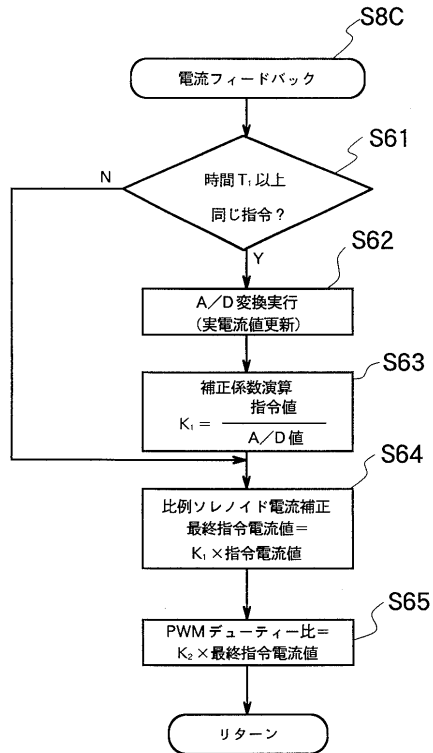
【図 19】



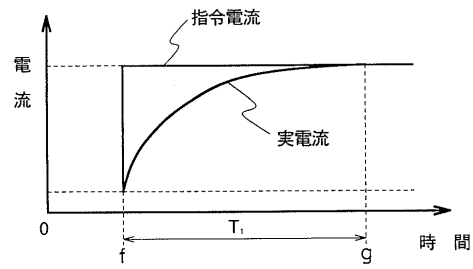
【図 20】



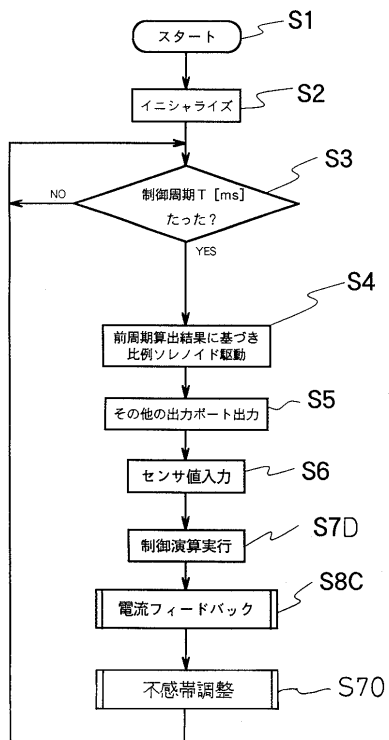
【図 2 1】



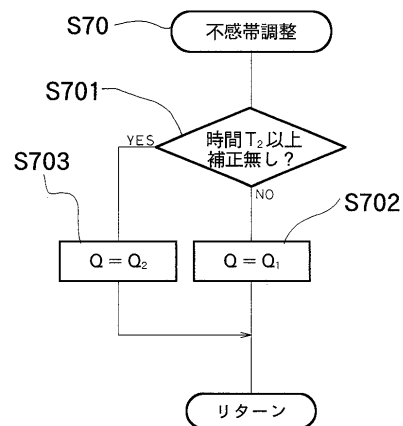
【図 2 2】



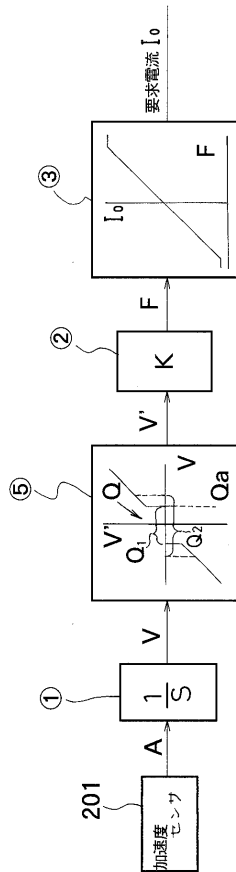
【図 2 3】



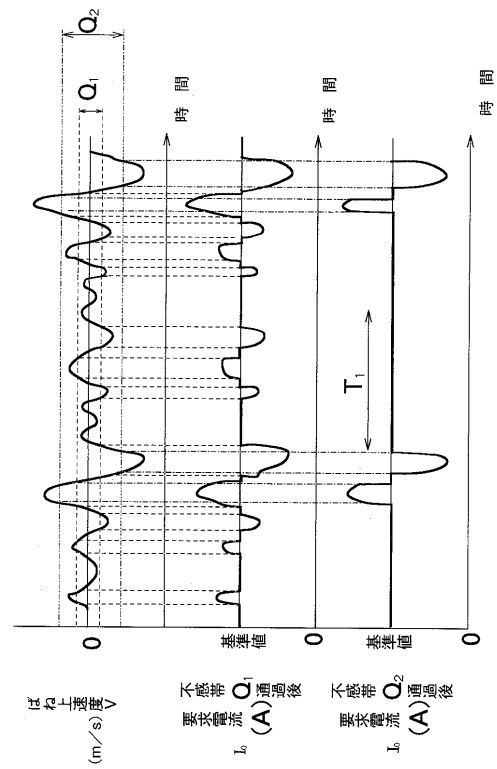
【図 2 4】



【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