(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4152609号
(P4152609)

(45)発行日　平成20年9月17日(2008.9.17)　(24)登録日　平成20年7月11日(2008.7.11)

(51)Int.Cl.　F I
B64C 13/42 (2006.01)　B64C 13/42
F15B 20/00 (2006.01)　F15B 20/00　G

請求項の数 11　(全 28 頁)

(21)出願番号　特願2001-232526(P2001-232526)
(22)出願日　平成13年7月31日(2001.7.31)
(65)公開番号　特開2003-40199(P2003-40199A)
(43)公開日　平成15年2月13日(2003.2.13)
審査請求日　平成16年5月28日(2004.5.28)

(73)特許権者　503405689
ナブテスコ株式会社
東京都港区海岸一丁目９番１８号
(74)代理人　100072604
弁理士　有我　軍一郎
(72)発明者　伊藤　浩二
岐阜県不破郡垂井町宮代字尾崎１１１０－１　帝人製機株式会社岐阜第一工場内
(72)発明者　廣川　艮樹
岐阜県不破郡垂井町宮代字尾崎１１１０－１　帝人製機株式会社岐阜第一工場内

審査官　杉山　悟史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】舵面駆動装置及び舵面駆動システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

シリンダと、前記シリンダを２つのシリンダ室に仕切り航空機の一対の翼のうち何れかの翼の舵面に駆動力を加えるピストンとを有するアクチュエータと、外部からの機械的操舵入力および電気的操舵入力に応じて前記シリンダ室内の流体の流れを制御する流体制御回路とを備え、

前記流体制御回路が、

前記流体が外部から供給される供給ポート及び前記流体を外部に戻すリターンポートと前記シリンダ室との間の流路に介在し、前記機械的操舵入力に応じて前記シリンダ室内の前記流体の流れを制御する機械制御弁と、

前記供給ポート及び前記リターンポートと前記シリンダ室との間の流路に介在し、前記電気的操舵入力に応じて前記シリンダ室内の流体の流れを制御する電気制御弁と、

前記機械制御弁及び前記電気制御弁と前記シリンダ室との間に介在し、前記航空機に装備された複数の電気系統のうち一の電気系統から供給されるポジション選択信号に基づいて、前記電気制御弁と前記シリンダ室とを連通させる電気制御ポジション、及び、前記機械制御弁と前記シリンダ室とを連通させる機械制御ポジションを含む複数のポジションの何れかを選択し、前記ポジション選択信号の供給が遮断されると前記機械制御ポジションを選択する選択弁と、

前記機械制御弁及び前記選択弁の間に介在し、前記複数の電気系統のうち前記一の電気系統とは異なる他の電気系統から供給される電気信号に基づいて、前記機械制御弁と前記

選択弁とを連通させる第１のポジション、及び、前記機械制御弁と前記選択弁との連通を遮断し前記選択弁の前記機械制御弁側のポート同士をオリフィスを介して連通させる第２のポジションを含む複数のポジションの何れかを選択するダンピングバルブと、を備えることを特徴とする舵面駆動装置。

【請求項２】

前記選択弁が、前記電気制御ポジションおよび前記機械制御ポジションの他に、前記２つのシリンダ室を互いに連通させる連通ポジションを選択可能であることを特徴とする請求項１に記載の舵面駆動装置。

【請求項３】

前記流体制御回路が、前記供給ポートと前記電気制御弁及び前記機械制御弁との間に介在し、前記ポジション選択信号に基づいて、前記電気制御弁及び前記機械制御弁に供給する前記流体の圧力を減少させる減圧弁を備えることを特徴とする請求項１又は２に記載の舵面駆動装置。

【請求項４】

前記流体制御回路が、前記２つのシリンダ室のそれぞれと前記リターンポートとの間に介在するとともに前記２つのシリンダ室の間に介在し、前記リターンポート側から前記２つのシリンダ室のうち何れかへの前記流体の流れを許容する一方で前記２つのシリンダ室のうち何れかから前記リターンポート側への前記流体の流れを止める第１のシリンダ室間逆止弁を備えることを特徴とする請求項１から３までの何れかに記載の舵面駆動装置。

【請求項５】

前記流体制御回路が、前記２つのシリンダ室のそれぞれと前記リターンポートとの間に介在するとともに前記２つのシリンダ室の間に介在し、前記２つのシリンダ室のうち何れかから前記リターンポート側への前記流体の流れを許容する一方で前記２つのシリンダ室のうち高圧側のシリンダ室から低圧側のシリンダ室への前記流体の流れを止める第２のシリンダ室間逆止弁と、前記第２のシリンダ室間逆止弁と前記リターンポートの間に介在し、前記高圧側のシリンダ室内の前記流体の圧力を所定値以下に制限するリリーフ弁と、を備えることを特徴とする請求項４に記載の舵面駆動装置。

【請求項６】

前記電気制御弁が、前記電気的操舵入力の供給が遮断されるとき、前記供給圧ポートおよび前記リターンポートをオリフィスを介して連通させることを特徴とする請求項４又は５に記載の舵面駆動装置。

【請求項７】

前記機械的操舵入力を前記機械制御弁に伝達し、前記機械的操舵入力が遮断されるとき所定の位置に復帰する操舵入力リンクを備え、

前記機械制御弁は、前記操舵入力の伝達が遮断されるとき、前記シリンダ室への前記流体の供給を遮断するポジションをとることを特徴とする請求項１から６までの何れかに記載の舵面駆動装置。

【請求項８】

前記ダンピングバルブが、パイロット圧によって切換え操作されるとともに、

前記ダンピングバルブと前記第２のシリンダ室間逆止弁との間に、前記他の電気系統から供給される電気信号に応じて切換わるソレノイド弁が介装され、

前記第２のシリンダ室間逆止弁と前記リリーフ弁との間に加わる前記高圧側のシリンダ室からの圧力が、前記ソレノイド弁を介して、前記ダンピングバルブに前記パイロット圧として供給されるようにしたことを特徴とする請求項５に記載の舵面駆動装置。

【請求項９】

前記流体制御回路が、前記供給ポートから外部への前記流体の流出を防止する流出防止逆止弁と、内部の前記流体の圧力を所定値以上に維持する蓄圧器とを備えることを特徴とする請求項１から８までの何れかに記載の舵面駆動装置。

【請求項１０】

前記アクチュエータ及び前記流体制御回路を複数備えることを特徴とする請求項１から

９までの何れかに記載の舵面駆動装置。
【請求項１１】
駆動する前記舵面が互いに異なる請求項１から１０までの何れかに記載の舵面駆動装置が航空機の機体両舷にそれぞれ配置されて複数設けられ、前記機体両舷のうち一方の舷に配置された一の舵面駆動装置の前記ダンピングバルブに供給される前記電気信号が、前記機体両舷のうち他方の舷に配置された他の舵面駆動装置から供給されることを特徴とする舵面駆動システム。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、コントロールユニットからの指令信号に応答して航空機の舵面（例えば昇降舵や方向舵又は補助翼等）を駆動する舵面駆動装置及び舵面駆動システムに関し、特に、フライバイワイヤ（ＦＢＷ）システムを採用する航空機の舵面駆動装置及び舵面駆動システムに関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来、舵面駆動装置として、通常時は、外部の操縦装置からの電気信号としての操舵入力に応じて舵面を駆動し、電源がダウンするなど電気系統が故障して電気信号の供給が遮断された時には、外部の操縦装置からの機械的な操舵入力に応じて舵面を駆動するものが知られている。
【０００３】
例えば、従来の舵面駆動装置としては、特開平９－３２８０９８号公報に記載されているように、図１７に示すような舵面駆動装置９００が知られている。
【０００４】
図１７において、舵面駆動装置９００は、シリンダ９１１と、シリンダ９１１を２つのシリンダ室９１１ａ、９１１ｂに仕切り舵面９９０に駆動力を加えるピストン９１２とを有するアクチュエータ９１０と、外部の操縦装置からの操舵入力に応じてシリンダ室９１１ａ、９１１ｂ内の作動油の流れを制御する作動油制御回路９２０と、操舵入力を機械的に作動油制御回路９２０の後述する機械制御弁９２１に伝達する操舵入力装置９３０とから構成される第１系統と、第１系統と同様な構成の第２系統とを備えている。
【０００５】
ここで、作動油制御回路９２０は、作動油を外部から供給する供給ポート９２０ａ及び作動油を外部に戻すリターンポート９２０ｂとシリンダ室９１１ａ、９１１ｂとの間の流路に介在し、操舵入力装置９３０を介して外部の操縦装置から機械的に伝達される操舵入力に応じてシリンダ室９１１ａ、９１１ｂ内の作動油の流れを制御する機械制御弁９２１と、供給ポート９２０ａ及びリターンポート９２０ｂとシリンダ室９１１ａ、９１１ｂとの間の流路に介在し、外部の操縦装置から操舵入力として入力される操縦信号Ｓａ、Ｓｂに応じてシリンダ室９１１ａ、９１１ｂ内の作動油の流れを制御する電気制御弁９２２とを備えている。
【０００６】
また、作動油制御回路９２０は、機械制御弁９２１及び電気制御弁９２２とシリンダ室９１１ａ、９１１ｂとの間の流路に介在し、電気信号Ｓｃ、Ｓｄに基づいて、機械制御弁９２１とシリンダ室９１１ａ、９１１ｂとの連通を遮断して電気制御弁９２２とシリンダ室９１１ａ、９１１ｂとを連通させる電気制御ポジション９２３ａ、電気制御弁９２２及び機械制御弁９２１とシリンダ室９１１ａ、９１１ｂとの連通を遮断して２つのシリンダ室９１１ａ、９１１ｂを互いに連通させる連通ポジション９２３ｂ、及び、電気制御弁９２２とシリンダ室９１１ａ、９１１ｂとの連通を遮断して機械制御弁９２１とシリンダ室９１１ａ、９１１ｂとを連通させる機械制御ポジション９２３ｃを選択することができ、電気信号の供給が遮断されると機械制御ポジション９２３ｃを選択する選択弁９２３を備えている。

【０００７】
したがって、以上のような構成を有する舵面駆動装置９００は、以下に示す６つのモードで動作することができ、第１系統又は第２系統の電源がダウンして電気信号の供給が遮断された時でも、フラッタ（ばたつき）を生じさせないで舵面９９０を駆動することができていた。
【０００８】
（１）ＦＢＷモード（ノーマルモード）
第１系統及び第２系統共に、選択弁９２３を電気信号Ｓｃ、Ｓｄに基づいて電気制御ポジション９２３ａに切り換え、電気制御弁９２２のポジションを外部の操縦装置からの操縦信号Ｓａ、Ｓｂとしての操舵入力に応じて切り換えることによって、アクチュエータ９１０をサーボ制御して舵面９９０を駆動するモードである。
【０００９】
（２）バイパスモード
上記ＦＢＷモード時に第１系統及び第２系統の一方に何らかの原因によって故障が発生したが、第１系統及び第２系統のうち故障した系統の選択弁９２３が電気信号によってポジションを切り換えることが可能な場合に動作するモードであり、第１系統及び第２系統のうち故障した系統の選択弁９２３を電気信号Ｓｃ、Ｓｄに基づいて連通ポジション９２３ｂに切り換えて、２つのシリンダ室９１１ａ、９１１ｂを互いに連通させ、第１系統及び第２系統のうち正常な系統のみの電気制御弁９２２のポジションを操縦装置からの操縦信号Ｓａ、Ｓｂとしての操舵入力に応じて切り換えることによって、アクチュエータ９１０をサーボ制御して舵面９９０を駆動するモードである。
【００１０】
（３）メカニカルモード
上記ＦＢＷモード時に第１系統及び第２系統の双方において電気信号の供給が遮断された場合に動作するモードであり、第１系統及び第２系統共に、選択弁９２３を電気信号Ｓｃ、Ｓｄに基づいて機械制御ポジション９２３ｃに切り換え、機械制御弁９２１のポジションを、操舵入力装置９３０を介して外部の操縦装置から機械的に伝達される操舵入力に応じて切り換えることによって、アクチュエータ９１０をサーボ制御して舵面９９０を駆動するモードである。
【００１１】
（４）スレーブモード
上記メカニカルモード時に第１系統及び第２系統の一方が油圧を喪失した場合に動作するモードであり、第１系統及び第２系統のうち油圧を喪失した系統において逆止弁９２５及び逆止弁９２６を利用して２つのシリンダ室９１１ａ、９１１ｂを互いに連通させ、第１系統及び第２系統のうち正常な系統のみの機械制御弁９２１のポジションを、操舵入力装置９３０を介して外部の操縦装置から機械的に伝達される操舵入力に応じて切り換えることによって、アクチュエータ９１０をサーボ制御して舵面９９０を駆動するモードである。
【００１２】
（５）ブロックモード
上記メカニカルモード時に第１系統及び第２系統の一方或いは双方が油圧を喪失し、外部負荷によって、操舵入力に対して設定された方向とは反対方向に作動油が機械制御弁９２１内を通る場合に動作するモードであり、電気信号の供給が遮断されて中立ポジションになっている電気制御弁９２２のオリフィス９２２ａを介して２つのシリンダ室９１１ａ、９１１ｂを互いに連通させることによって、外部負荷に対するピストン９１２の動きを制限（ブロック又はダンピング）するモードである。
【００１３】
（６）センタリングモード
外部の操縦装置と操舵入力装置９３０との間において、リンケージが破断した場合に動作するモードであり、機械制御弁９２１を所定の位置（例：舵面９９０が中立位置になる位

置）に復帰させるモードである。
【００１４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上記従来の舵面駆動装置においては、エルロン、エレベータなどの機体両舷に配置された舵面のうち、一方の舷に配置された舵面の舵面駆動装置のみの電気系統が故障した場合であっても、両舷に配置された舵面の舵面駆動装置をＦＢＷモード（バイパスモードを含む。）からメカニカルモード（スレーブモード及びブロックモードを含む。）に移行してしまうという問題があった。
【００１５】
より詳細に説明すると、機体両舷に配置された舵面には、エルロン、エレベータなどのように、一方の舷に配置された舵面の舵面駆動装置のみの電気系統が故障した場合に、両舷に配置された舵面をメカニカルモード（スレーブモード及びブロックモードを含む。）で駆動させるよりも、電気系統が故障した舵面駆動装置側の舵面をダンピングさせて、電気系統が正常な舵面駆動装置側の舵面をＦＢＷモード（バイパスモードを含む。）で駆動させた方が機体の安定性等に優れるものがある。
【００１６】
そこで、本発明は、機体両舷のうち一方の舷の舵面駆動装置の電気系統が故障した場合、電気系統が故障した舵面駆動装置側の舷の舵面をダンピングさせることができる舵面駆動装置及び舵面駆動システムを提供することを目的とする。
【００１７】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するために、本発明の舵面駆動装置は、シリンダと、前記シリンダを２つのシリンダ室に仕切り航空機の一対の翼のうち何れかの翼の舵面に駆動力を加えるピストンとを有するアクチュエータと、外部からの機械的操舵入力および電気的操舵入力に応じて前記シリンダ室内の流体の流れを制御する流体制御回路とを備え、前記流体制御回路が、前記流体が外部から供給される供給ポート及び前記流体を外部に戻すリターンポートと前記シリンダ室との間の流路に介在し、前記機械的操舵入力に応じて前記シリンダ室内の前記流体の流れを制御する機械制御弁と、前記供給ポート及び前記リターンポートと前記シリンダ室との間の流路に介在し、前記電気的操舵入力に応じて前記シリンダ室内の流体の流れを制御する電気制御弁と、前記機械制御弁及び前記電気制御弁と前記シリンダ室との間に介在し、前記航空機に装備された複数の電気系統のうち一の電気系統から供給されるポジション選択信号に基づいて、前記電気制御弁と前記シリンダ室とを連通させる電気制御ポジション、及び、前記機械制御弁と前記シリンダ室とを連通させる機械制御ポジションを含む複数のポジションの何れかを選択し、前記ポジション選択信号の供給が遮断されると前記機械制御ポジションを選択する選択弁と、前記機械制御弁及び前記選択弁の間に介在し、前記複数の電気系統のうち前記一の電気系統とは異なる他の電気系統から供給される電気信号に基づいて、前記機械制御弁と前記選択弁とを連通させる第１のポジション、及び、前記機械制御弁と前記選択弁との連通を遮断し前記選択弁の前記機械制御弁側のポート同士をオリフィスを介して連通させる第２のポジションを含む複数のポジションの何れかを選択するダンピングバルブと、を備えることを特徴とする。
【００１８】
この構成により、本発明の舵面駆動装置は、選択弁のポジション選択信号を通常供給する一の電気系統とは異なる他の電気系統から供給される電気信号に基づいてダンピングバルブを動作させるようにしているので、他の電気系統、例えば機体両舷のうち、一方の舷の舵面駆動装置の電気系統が故障し、他方の舷の舵面駆動装置が外部の操縦装置からの電気信号としての操舵入力に応じて舵面を駆動することができる場合に、電気系統が故障した舵面駆動装置側の舵面をダンピングさせることができる。したがって、本発明の舵面駆動装置では、機体両舷のうち一方の舷側で、舵面駆動装置の電気系統が故障しても、他方の舷の舵面駆動装置が外部の操縦装置からの電気的操舵入力に応じて舵面を駆動することができる場合には、機械的操舵入力による制御にすぐに移行するのでなく、一方の舷の舵

面をダンピングさせながら電気系統が正常な舵面駆動装置で電気的操舵入力に応じて他方の舷の舵面をフライバイワイヤモードで駆動するというモード選択ができるようになり、従来の舵面駆動装置と比較して、故障時のフライトエンベロープを拡大することができる。

【００１９】

また、本発明の舵面駆動装置においては、好ましくは、前記選択弁が、前記電気制御ポジションおよび前記機械制御ポジションの他に、前記２つのシリンダ室を互いに連通させる連通ポジションを選択可能である。

【００２０】

この構成により、アクチュエータ及び流体制御回路から構成される複数の系によって同一の舵面を駆動しており、ＦＢＷモード時にその複数のうち何れかの系において何らかの原因によって故障が発生した場合に、故障した系のアクチュエータの２つのシリンダ室を互いに連通させることで、故障した系のアクチュエータが他の正常な系のアクチュエータの負荷とならないようにして、上記バイパスモードで動作することができる。

【００２１】

また、本発明の舵面駆動装置は、前記流体制御回路が、前記供給ポートと前記電気制御弁及び前記機械制御弁との間に介在し、前記ポジション選択信号に基づいて、前記電気制御弁及び前記機械制御弁に供給する前記流体の圧力を減少させる減圧弁を備える構成を有しているのがよい。

【００２２】

この構成により、アクチュエータ及び流体制御回路から構成される複数の系によって同一の舵面を駆動している場合、ＦＢＷモードで動作することができるときには、全ての系が協同して舵面を駆動することができ、故障時には、故障した系で減圧弁が作動し、舵面に駆動力を与えることができる系ではＦＢＷモードで動作するときと比較して舵面に大きな駆動力を与えることができる。したがって、本発明の舵面駆動装置は、アクチュエータ及び流体制御回路から構成される複数の系によって同一の舵面を駆動している場合、例えば上記バイパスモードで動作するときに、故障した系のアクチュエータの分の駆動力を、正常な系のアクチュエータによって舵面に与えることができる。

【００２３】

また、本発明の舵面駆動装置は、好ましくは、前記流体制御回路が、前記２つのシリンダ室のそれぞれと前記リターンポートとの間に介在するとともに前記２つのシリンダ室の間に介在し、前記リターンポート側から前記２つのシリンダ室のうち何れかへの前記流体の流れを許容する一方で前記２つのシリンダ室のうち何れかから前記リターンポート側への前記流体の流れを止める第１のシリンダ室間逆止弁を備える。

【００２４】

この場合、前記流体制御回路が、前記２つのシリンダ室のそれぞれと前記リターンポートとの間に介在するとともに前記２つのシリンダ室の間に介在し、前記２つのシリンダ室のうち何れかから前記リターンポート側への前記流体の流れを許容する一方で前記２つのシリンダ室のうち高圧側のシリンダ室から低圧側のシリンダ室への前記流体の流れを止める第２のシリンダ室間逆止弁と、前記第２のシリンダ室間逆止弁と前記リターンポートの間に介在し、前記高圧側のシリンダ室内の前記流体の圧力を所定値以下に制限するリリーフ弁と、を備えるのがより好ましい。

【００２５】

この構成により、本発明の舵面駆動装置は、アクチュエータのシリンダ室内の圧力が過大に上昇した場合、リリーフ弁を介して圧力が逃がされるため、アクチュエータ等の損傷を回避することができる。

【００２６】

また、本発明の舵面駆動装置においては、前記電気制御弁が、前記電気的操舵入力の供給が遮断されるとき、前記供給圧ポートおよび前記リターンポートをオリフィスを介して連通させるのがよい。

【００２７】
この構成により、メカニカルモードで舵面フラッタを生じさせる可能性がある負荷がアクチュエータに加えられたとしても、アクチュエータの２つのシリンダ室の間の流路にオリフィスが介在することになり、オリフィスの抵抗によってスムーズな流体の流れを妨げることができるので、舵面フラッタを効果的に回避する上記ブロックモードで動作することができる。
【００２８】
また、本発明の舵面駆動装置においては、前記機械的操舵入力を前記機械制御弁に伝達し、前記機械的操舵入力が遮断されるとき所定の位置に復帰する操舵入力リンクを備え、前記機械制御弁は、前記操舵入力の伝達が遮断されるとき、前記シリンダ室への前記流体の供給を遮断するポジションをとるのがよい。
【００２９】
この構成により、本発明の舵面駆動装置は、例えば、操舵入力リンケージの破断といった不慮の事故が発生しても、アクチュエータへの流体の供給を断つことができ、アクチュエータの暴走を回避することができる。
【００３０】
さらに、機械制御弁の勝手な動きを阻止することができ、アクチュエータの暴走を回避することができるので、上記センタリングモードで動作することができる。
【００３１】
また、前記ダンピングバルブが、パイロット圧によって切換え操作されるとともに、前記ダンピングバルブと前記第２のシリンダ室間逆止弁との間に、前記他の電気系統から供給される電気信号に応じて切換わるソレノイド弁が介装され、前記第２のシリンダ室間逆止弁と前記リリーフ弁との間に加わる前記高圧側のシリンダ室からの圧力が、前記ソレノイド弁を介して、前記ダンピングバルブに前記パイロット圧として供給されるようにしたものであるのが好ましい。
【００３３】
上記のいずれの舵面駆動装置においても、前記流体制御回路が、前記供給ポートから外部への前記流体の流出を防止する流出防止逆止弁と、内部の前記流体の圧力を所定値以上に維持する蓄圧器とを備える構成を有しているのがよい。
【００３４】
この構成により、本発明の舵面駆動装置は、流体制御回路内の低圧側の圧力が常に蓄圧器によって設定された所定値以上の圧力に保たれるため、キャビテーションを抑制することができる。
【００３５】
また、本発明の舵面駆動装置は、望ましくは、前記アクチュエータ及び前記流体制御回路を複数備える構成を有している。
【００３６】
この構成により、本発明の舵面駆動装置は、アクチュエータ及び流体制御回路から構成される１つの系だけを備える場合と比較して、多くの故障のパターンに対応することができ、より確実に舵面を駆動することができる。
【００３７】
一方、本発明の舵面駆動システムは、駆動する前記舵面が互いに異なる上記の何れかの構成を有する舵面駆動装置が航空機の機体両舷にそれぞれ配置されて複数設けられ、前記機体両舷のうち一方の舷に配置された一の舵面駆動装置の前記ダンピングバルブに供給される前記電気信号が、前記機体両舷のうち他方の舷に配置された他の舵面駆動装置から供給される構成を有している。
【００３８】
この構成により、本発明の舵面駆動システムは、機体両舷のうち、一方の舷の舵面駆動装置の電気系統が故障し、他方の舷の舵面駆動装置が外部の操縦装置からの電気的操舵入力に応じて舵面を駆動することができる場合、電気系統が正常な舵面駆動装置で外部の操

縦装置からの電気的操舵入力に応じて舵面を駆動することができ、従来の舵面駆動システムと比較して、故障時のフライトエンベロープを拡大することができる。

【００３９】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい一実施の形態を、図面に基づいて説明する。

【００４０】

まず、本実施の形態に係る舵面駆動システムの構成について説明する。

【００４１】

図１に示す舵面駆動装置３００と、舵面駆動装置３００と同様な構成である舵面駆動装置４００とは、図２に示すように、航空機１００に搭載されて、機体１０１の両舷の翼１０２、１０３（一対の翼）に配置されたエルロン１１０、１２０を制御するようになっており、本実施の形態に係る舵面駆動システム２００を構成している。なお、舵面駆動装置４００は舵面駆動装置３００と同様な構成であるので、以下においては、舵面駆動装置４００の構成についての詳細な説明を省略する。

【００４２】

舵面駆動装置３００は、図１に示すように、エルロン１１０を駆動する互いに構成の等しい第１系統及び第２系統（第２系統の詳細は図示を略している）を備えている。なお、第２系統は第１系統と同様な構成であるので、以下においては、第２系統の構成についての詳細な説明を省略する。

【００４３】

第１系統は、航空機１００（図２参照）の機体１００ａに取り付けられたシリンダ３１１の内部をピストン３１２で２つのシリンダ室３１１ａ、３１１ｂに仕切るとともに、そのピストン３１２の両側に同一径のロッド３１３、３１４を取り付けた構造を有するいわゆる両側ロッド式複動シリンダであるアクチュエータ３１０を備えている。ここで、アクチュエータ３１０は、２つのシリンダ室３１１ａ、３１１ｂ内の作動油の圧力差に応じた力でロッド３１３、３１４を移動し、一方のロッド３１４の先端に取り付けたエルロン１１０の舵角を駆動するという機能を有している。

【００４４】

また、第１系統は、ロッド３１４の位置を検出する位置センサ３２０を備えている。なお、説明の都合上、シリンダ室３１１ｂ内の作動油の圧力よりもシリンダ室３１１ａ内の作動油の圧力が高い場合のロッド３１４の移動方向を正方向、シリンダ室３１１ａ内の作動油の圧力よりもシリンダ室３１１ｂ内の作動油の圧力が高い場合のロッド３１４の移動方向を負方向と言うことにする。

【００４５】

また、第１系統は、操舵入力リンクであるリンク３３０を備えており、ロッド３１４は、リンク３３０を介して、図示を略した操縦装置にメカニカルに連結されており、第１系統及び第２系統の両系統の障害時におけるエルロン１１０の直接操舵を可能にしている。

【００４６】

また、第１系統は、外部の操縦装置からの電気的又は機械的操舵入力に応じてシリンダ室３１１ａ、３１１ｂ内の流体（作動油）の流れを制御することによって、アクチュエータ３１０を制御する制御装置（流体制御回路）３４０を備えており、制御装置３４０は、作動油を取り込む供給ポート３４０ａ及び作動油を排出するリターンポート３４０ｂと、アクチュエータ３１０の２つのシリンダ室３１１ａ、３１１ｂにそれぞれ連通する第１アクチュエータ接続ポート３４０ｃ、第２アクチュエータ接続ポート３４０ｄとを形成しており、これらのポート間に、フィルタ３４１、第１～第６逆止弁３４２～３４７、減圧弁３４８、第１リリーフ弁３４９、第２リリーフ弁３５０（リリーフ弁）、第１コントロールバルブ３５１（機械制御弁）、第２コントロールバルブ３５２（電気制御弁）、第１～第３ソレノイドバルブ３５３～３５５、制御モード選択用の切換弁３５６（選択弁）、ダンピングバルブ３５７及び蓄圧器３５８などを備えている。なお、図１において、各部の状態は、電源及び油圧をオフにしたときの状態（初期状態）を示している。

【００４７】
ここで、フィルタ３４１は、供給された作動油に含まれているゴミを除去するためのものであり、第１～第６逆止弁３４２～３４７は、図３に示すように、一方のポート３４２ａ～３４７ａから他方のポート３４２ｂ～３４７ｂに向かう流れだけを許容するものである。
【００４８】
また、図１に示すように、減圧弁３４８は、供給された作動油の圧力をほぼ半分の圧力（注１）に減圧（減圧の必要理由は後で説明する）して出力ポート３４８ａから出力し、又は、所定条件のとき（例えば制御ポート３４８ｂにおける油の圧力が所定値以下のとき若しくは電磁的に切り換えられたとき）に非減圧で出力ポート３４８ａから出力するためのものである。
【００４９】
注１：実際には半分の圧力よりも大きい圧力になる。配管ロスやフリクションロス等が加算されるからである。本明細書中では、便宜上、半分の圧力とし半減圧と呼ぶことにする。
【００５０】
また、第１リリーフ弁３４９は、減圧弁３４８の出力ポート３４８ａに連通するノード３６１の圧力が所定値以上になったときに、ノード３６１の作動油を蓄圧器３５８の入力ポート３５８ａに連通するノード３６２に逃がすためのものであり、第２リリーフ弁３５０は、第４逆止弁３４５と第５逆止弁３４６の間のノード３６３の圧力（すなわち、アクチュエータ３１０の２つのシリンダ室３１１ａ、３１１ｂの高圧側の圧力）が所定値以上になったときに、ノード３６３の作動油をノード３６２に逃がすためのもの（いわゆるブローバック回路）である。
【００５１】
また、第１コントロールバルブ３５１は、リンク３３０によって機械的に伝達される操舵入力、すなわち機械的操舵入力に応じてシリンダ室３１１ａ、３１１ｂ内の作動油の流れを制御する機械制御弁である。即ち、第１コントロールバルブ３５１は、リンク３３０の動きに伴って３ポジションの一つを選択するものであり、詳しくは、リンク３３０が中立位置にあるときに、内部のバネ力によって中央ポジション（図４（ａ）参照）を選択して第１ポート３５１ａ、第２ポート３５１ｂ、第３ポート３５１ｃ及び第４ポート３５１ｄを閉鎖し、リンク３３０が正方向（図１のロッド３１４の動き参照）に動いたときに、第１ポート３５１ａと第３ポート３５１ｃの間を接続するとともに第２ポート３５１ｂと第４ポート３５１ｄとの間を接続するポジション（図４（ｂ）参照）を選択し、又は、リンク３３０が負方向に動いたときに、第１ポート３５１ａと第４ポート３５１ｄの間を接続するとともに第２ポート３５１ｂと第３ポート３５１ｃとの間を接続するポジション（図４（ｃ）参照）を選択するものである。
【００５２】
また、第１ソレノイドバルブ３５３は、切換弁３５６の２つの制御ポート３５６ａ、３５６ｂのうち制御ポート３５６ａへのパイロット圧供給を制御するもので、図１および図５に示すように、その制御用の所定の電気信号Ｓｃ（ポジション選択信号）が入力されないときに、ポート３５３ａとポート３５３ｃとの間を接続（図５（ａ）参照）し、電気信号Ｓｃが入力されたときに、ポート３５３ｂとポート３５３ｃとの間を接続（図５（ｂ）参照）するようになっている。第２ソレノイドバルブ３５４は、切換弁３５６の２つの制御ポート３５６ａ、３５６ｂのうち制御ポート３５６ｂへのパイロット圧供給を制御するもので、その制御用の所定の電気信号Ｓｄ（ポジション選択信号）が入力されないときに、ポート３５４ａとポート３５４ｃとの間を接続（図５（ａ）参照）し、電気信号Ｓｄが入力されたときに、ポート３５４ｂとポート３５４ｃとの間を接続（図５（ｂ）参照）するようになっている。第３ソレノイドバルブ３５５は、ダンピングバルブ３５７の制御ポート３５７ａへのパイロット圧供給を制御するもので、その制御用の所定の電気信号Ｓｅが入力されないときに、ポート３５５ａとポート３５５ｃとの間を接続（図５（ａ）参照

）し、電気信号Ｓｅが入力されたときに、ポート３５５ｂとポート３５５ｃとの間を接続（図５（ｂ）参照）するようになっている。

【００５３】

また、第２コントロールバルブ３５２は、入力電流値に比例したパイロット圧を発生させ、発生させたパイロット圧に比例した量だけ油路を開くものである。即ち、第２コントロールバルブ３５２は、入力電流値に比例した流量を下流に供給するものであり、図１に示すように、電気的操舵入力として供給される操縦信号Ｓａ、Ｓｂに応じてシリンダ室３１１ａ、３１１ｂ内の作動油の流れを制御する電気制御弁である。より詳細に説明すると、第２コントロールバルブ３５２は、図６に示すように、図示を略した操縦装置（ＦＢＷ制御装置）からの操縦信号Ｓａ、Ｓｂが共に入力されないときに、第１ポート３５２ａと第２ポート３５２ｂとの間をオリフィス３５２ｃを介して接続するとともに残りの第３ポート３５２ｄ、第４ポート３５２ｅを閉鎖（図６（ａ）参照）し、一方の操縦信号Ｓａだけが入力したときに、第１ポート３５２ａと第３ポート３５２ｄとの間を接続するとともに第２ポート３５２ｂと第４ポート３５２ｅとの間を接続（図６（ｂ）参照）し、他方の操縦信号Ｓｂだけが入力したときに、第１ポート３５２ａと第４ポート３５２ｅとの間を接続するとともに第２ポート３５２ｂと第３ポート３５２ｄとの間を接続（図６（ｃ）参照）するというものである。

【００５４】

なお、操縦信号Ｓａ、Ｓｂ及び電気信号Ｓｃ、Ｓｄは、自系統（舵面駆動装置３００又は舵面駆動装置４００の第１系統又は第２系統のうち、操縦信号Ｓａ、Ｓｂ及び電気信号Ｓｃ、Ｓｄが供給される第２コントロールバルブ３５２、第１ソレノイドバルブ３５３及び第２ソレノイドバルブ３５４を備えている系統のことである。）内の電気系統から供給されるようになっているが、電気信号Ｓｅは、他の舵面駆動装置（電気信号Ｓｅが供給される第３ソレノイドバルブ３５５を備えている舵面駆動装置が、舵面駆動装置３００である場合は舵面駆動装置４００のことであり、舵面駆動装置４００である場合は舵面駆動装置３００のことである。）内の電気系統から供給されるようになっている。

【００５５】

また、切換弁３５６は、上述のように、２つの制御ポート３５６ａ、３５６ｂに供給されるパイロット圧（以下、制御圧Ｐａ、Ｐｂという。）の組み合わせに応じて３ポジションの一つを選択する選択弁（例えば、特願平７－３０１５２号、特願平２－４１０７８２号、特願平４－３０２２２２号又は特願平５－８４２６９号参照）であり、その制御圧の組み合わせとポジションの関係は、図７に示すようになる。より詳細に説明すると、切換弁３５６は、図８（ａ）に示す左ポジションのとき、ポート３５６ｅとポート３５６ｈとの間、及び、ポート３５６ｆとポート３５６ｉとの間を接続するとともに残りのポート３５６ｃ、３５６ｄ、３５６ｇを閉鎖し、図８（ｂ）に示す右ポジションのとき、ポート３５６ｃとポート３５６ｈとの間、及び、ポート３５６ｄとポート３５６ｉとの間を接続するとともに残りのポート３５６ｅ、３５６ｆ、３５６ｇを閉鎖し、図８（ｃ）に示す中央ポジションのとき、ポート３５６ｇ、３５６ｈ、３５６ｉの間を接続するとともに残りのポート３５６ｃ、３５６ｄ、３５６ｅ、３５６ｆを閉鎖するというものである。

【００５６】

また、ダンピングバルブ３５７は、図９に示すように、制御ポート３５７ａに入力する油の圧力（以下、制御圧Ｐｃという。）が高圧のとき、ポート３５７ｂとポート３５７ｄとの間を接続するとともにポート３５７ｃとポート３５７ｅとの間を接続（図９（ａ）参照）し、制御圧Ｐｃが低圧のとき、ポート３５７ｂ及びポート３５７ｃを閉鎖するとともにポート３５７ｄとポート３５７ｅとの間をオリフィス３５７ｆを介して接続（図９（ｂ）参照）するというものである。

【００５７】

また、蓄圧器３５８は、図１に示すように、油圧回路内の低圧を所定圧（一般に５０ＰＳＩ程度）に保つためのものであり、その所定圧は、蓄圧器３５８の内部に設けられたリリーフ弁３５８ｂのリリーフ圧に相当する。

【００５８】
以上説明した各部の油圧回路における接続関係は、次の通りである。
【００５９】
フィルタ３４１及び第１逆止弁３４２は、供給ポート３４０ａと減圧弁３４８の入力ポート３４８ｃとの間の油路に介在している。ここで、フィルタ３４１は、第１逆止弁３４２よりも供給ポート３４０ａに近い側に位置しており、第１逆止弁３４２は、供給ポート３４０ａから減圧弁３４８へと向かう作動油の流れを許容するようになっている。
【００６０】
また、減圧弁３４８の出力ポート３４８ａは、ノード３６１、第１リリーフ弁３４９の入力ポート３４９ａ、第１コントロールバルブ３５１の第１ポート３５１ａ、第２コントロールバルブ３５２の第１ポート３５２ａ、及び、第１ソレノイドバルブ３５３のポート３５３ｂに接続されている。
【００６１】
また、第１リリーフ弁３４９の出力ポート３４９ｂは、ノード３６２と、第１コントロールバルブ３５１の第２ポート３５１ｂと、第２コントロールバルブ３５２の第２ポート３５２ｂと、第１ソレノイドバルブ３５３のポート３５３ａと、第２ソレノイドバルブ３５４のポート３５４ａと、第３ソレノイドバルブ３５５のポート３５５ａと、第２リリーフ弁３５０の出力ポート３５０ｂと、切換弁３５６のポート３５６ｇと、第２逆止弁３４３及び第３逆止弁３４４（第２のシリンダ室間逆止弁）の間のノード３６４と、蓄圧器３５８の入力ポート３５８ａとに、それぞれ接続されている。
【００６２】
また、第６逆止弁３４７は、第１リリーフ弁３４９の出力ポート３４９ｂと第３ソレノイドバルブ３５５のポート３５５ａとの間の油路のうち、第１リリーフ弁３４９の出力ポート３４９ｂと第３ソレノイドバルブ３５５のポート３５５ａとが直接接続していない油路に、第１リリーフ弁３４９から第３ソレノイドバルブ３５５へと向かう作動油の流れを許容する向きに介在している。
【００６３】
また、第１コントロールバルブ３５１の第３ポート３５１ｃ、第４ポート３５１ｄは、それぞれダンピングバルブ３５７のポート３５７ｂ、ポート３５７ｃに接続されており、ダンピングバルブ３５７のポート３５７ｄ、ポート３５７ｅは、それぞれ切換弁３５６のポート３５６ｅ、ポート３５６ｆに接続されている。
【００６４】
また、第２コントロールバルブ３５２の第３ポート３５２ｄ、第４ポート３５２ｅは、それぞれ切換弁３５６のポート３５６ｃ、ポート３５６ｄに接続されている。
【００６５】
また、切換弁３５６のポート３５６ｈ、ポート３５６ｉは、それぞれ第１アクチュエータ接続ポート３４０ｃ（すなわちアクチュエータ３１０のシリンダ室３１１ａ）、第２アクチュエータ接続ポート３４０ｄ（すなわちアクチュエータ３１０のシリンダ室３１１ｂ）に接続されている。
【００６６】
また、第１ソレノイドバルブ３５３のポート３５３ｃは、切換弁３５６の制御ポート３５６ａに接続されており、第２ソレノイドバルブ３５４のポート３５４ｃは、切換弁３５６の制御ポート３５６ｂ及び減圧弁３４８の制御ポート３４８ｂに接続されており、第３ソレノイドバルブ３５５のポート３５５ｃは、ダンピングバルブ３５７の制御ポート３５７ａに接続されている。
【００６７】
また、第２リリーフ弁３５０の入力ポート３５０ａは、第２ソレノイドバルブ３５４のポート３５４ｂ、第３ソレノイドバルブ３５５のポート３５５ｂ及びノード３６３に接続されている。
【００６８】

また、第２逆止弁３４３は、第１アクチュエータ接続ポート３４０ｃとノード３６４との間の油路に、ノード３６４から第１アクチュエータ接続ポート３４０ｃへの作動油の流れを許容する向きに介在しており、第３逆止弁３４４は、第２アクチュエータ接続ポート３４０ｄとノード３６４との間の油路に、ノード３６４から第２アクチュエータ接続ポート３４０ｄへの作動油の流れを許容する向きに介在している。

【００６９】

また、第４逆止弁３４５は、第１アクチュエータ接続ポート３４０ｃとノード３６３との間の油路に、第１アクチュエータ接続ポート３４０ｃからノード３６３への作動油の流れを許容する向きに介在しており、第５逆止弁３４６は、第２アクチュエータ接続ポート３４０ｄとノード３６３との間の油路に、第２アクチュエータ接続ポート３４０ｄからノード３６３への作動油の流れを許容する向きに介在している。

【００７０】

また、蓄圧器３５８は、ノード３６２とリターンポート３４０ｂとの間の油路に介在している。

【００７１】

次に、本実施の形態に係る舵面駆動システムの動作について説明する。

【００７２】

舵面駆動システム２００の舵面駆動装置３００は、以下に示す７つのモードで動作することができる。なお、舵面駆動装置４００は舵面駆動装置３００と同様な動作をすることができるので、以下においては、舵面駆動装置４００の動作についての詳細な説明を省略する。

【００７３】

（１）ＦＢＷモード（ノーマルモード）

舵面駆動装置３００及び舵面駆動装置４００の第１系統及び第２系統において、制御装置３４０の供給ポート３４０ａに高圧の作動油を加えた状態で、第１ソレノイドバルブ３５３と第２ソレノイドバルブ３５４に電気信号Ｓｃ、Ｓｄを入力すると、第１ソレノイドバルブ３５３及び第２ソレノイドバルブ３５４は、図５（ｂ）に示すポジションに切り換わって、ポート３５３ｂとポート３５３ｃの間、ポート３５４ｂとポート３５４ｃの間をそれぞれ接続する。

【００７４】

したがって、減圧弁３４８の出力ポート３４８ａに現れた半減圧（高圧）の作動油が、第１ソレノイドバルブ３５３のポート３５３ｂからポート３５３ｃを介して、切換弁３５６の制御ポート３５６ａに加えられる結果、切換弁３５６は図８（ｂ）に示す右ポジションに切り換わる（図７参照）。

【００７５】

図１０は、そのときの状態図である。この図において、供給ポート３４０ａ及びリターンポート３４０ｂとシリンダ室３１１ａ、３１１ｂとの間の油路に介在する第１コントロールバルブ３５１の第３ポート３５１ｃ、第４ポート３５１ｄに連通する切換弁３５６のポート３５６ｅ、３５６ｆは閉鎖状態にあり、第１コントロールバルブ３５１は回路から切り離されている。このため、操舵入力に伴うリンク３３０の動きは、制御装置３４０の働きに何等関与しない。

【００７６】

今、供給ポート３４０ａ及びリターンポート３４０ｂとシリンダ室３１１ａ、３１１ｂとの間の油路に介在する第２コントロールバルブ３５２に操縦信号Ｓａ、Ｓｂの一方を入力すると、第２コントロールバルブ３５２は、図６（ｂ）又は、図６（ｃ）のいずれかのポジションになる。例えば、図６（ｂ）のポジションになると、減圧弁３４８の出力ポート３４８ａに現れた半減圧の作動油が、第２コントロールバルブ３５２の第１ポート３５２ａ、第３ポート３５２ｄ、切換弁３５６のポート３５６ｃ、３５６ｈを介して、アクチュエータ３１０のシリンダ室３１１ａに供給される。このため、ピストン３１２が正方向に移動してシリンダ室３１１ｂの容積を縮小し、このシリンダ室３１１ｂから流れ出した作

動油が、切換弁３５６のポート３５６ｉ、３５６ｄ、及び、第２コントロールバルブ３５２の第４ポート３５２ｅ、第２ポート３５２ｂを介して、蓄圧器３５８の入力ポート３５８ａに流れ込む。

【００７７】

以上述べたように、舵面駆動装置３００は、外部の操縦装置からの操縦信号Ｓａ（又はＳｂ）に応答してロッド３１４をスムーズに正（又は負）方向に移動することができ、エルロン１１０の舵角が操作されるという純電気的な舵角制御作用が得られる結果、通常のＦＢＷモード、すなわち「ノーマルモード」を実現できる。

【００７８】

即ち、第２コントロールバルブ３５２とシリンダ室３１１ａ、３１１ｂとの間の油路に介在する切換弁３５６は、電気信号Ｓｃ、Ｓｄに基づいて、図８（ｂ）に示す右ポジション、即ち、第２コントロールバルブ３５２とシリンダ室３１１ａ、３１１ｂとを連通させて、外部の操縦装置からの操縦信号Ｓａ（又はＳｂ）に応答してロッド３１４をスムーズに正（又は負）方向に移動させることができる電気制御ポジションを選択することができる。

【００７９】

（２）バイパスモード

次に、上記ＦＢＷモード時に第１系統及び第２系統の一方に何らかの原因によって故障が発生したが、故障した系統の切換弁３５６が電気信号Ｓｃ、Ｓｄによってポジションを切り換えることが可能な場合に動作するバイパスモードについて説明する。

【００８０】

片系統障害時の不都合は、正常側の系統と故障側の系統の双方にある。上述したとおり、第１系統及び第２系統の両系統が正常な場合、操舵に必要な駆動力はそれぞれの系統で折半している。そもそも減圧弁３４８の役目は専ら折半のために必要な半減圧を発生する点にある。しかし、片系統障害時には正常側の系統で全部の駆動力を負担しなくてはならないため、正常側の系統では、減圧弁３４８の働きをストップ（すなわち非減圧に）しなければならない。一方、故障側の系統では、その故障原因にかかわらずアクチュエータ３１０が動かなくなるが、このアクチュエータ３１０がエルロン１１０に機械的に連結しているために、正常側のアクチュエータ３１０の負荷になってしまう。本実施の形態に係る制御装置３４０によれば、これら正常側の系統と故障側の系統の双方の不都合を解消できる。

【００８１】

以下では、第１系統において、故障が発生したものの、切換弁３５６が電気信号Ｓｃ、Ｓｄによってポジションを切り換えることが可能であるものとする。

【００８２】

まず、正常側の第２系統の不都合回避（非減圧）の動作を説明すると、上述のとおり、供給ポート３４０ａと第１コントロールバルブ３５１及び第２コントロールバルブ３５２との間の油路に介在する減圧弁３４８は、制御ポート３４８ｂに所定値以上の制御圧がかかっているときに、その出力ポート３４８ａに半減圧を現すから、第１系統の障害時には第２系統の減圧弁３４８の制御圧を遮断若しくは所定値以下に下げてやればよく、それには、第２系統の第２ソレノイドバルブ３５４に電気信号Ｓｄを入力しなければよい。

【００８３】

つまり、減圧弁３４８は、切換弁３５６が基づく電気信号Ｓｄに基づいて、第１コントロールバルブ３５１及び第２コントロールバルブ３５２に供給する作動油の圧力を減少させているので、第２系統において、第２ソレノイドバルブ３５４に電気信号Ｓｄを入力しないと、第２ソレノイドバルブ３５４が、図５（ａ）に示すようなポジションとなり、ノード３６３の高圧が遮断される結果、減圧弁３４８の制御圧がゼロとなって非減圧動作を行うことができる。したがって、充分に大きな駆動力を発生して、必要な操舵力の全てを第２系統で負担できる。

【００８４】

次に、故障側の第１系統の不都合回避は、第１系統において、第１ソレノイドバルブ３５３の電気信号Ｓｃを入力しないで、第２ソレノイドバルブ３５４の電気信号Ｓｄを入力すればよい。このようにすると、図１１に示すように、第１系統では、正常側である第２系統の駆動力で引きずられたロッド３１４の動きにより、２つのシリンダ室３１１ａ、３１１ｂの一方にいわゆるポンピング圧が発生し、このポンピング圧が、中央ポジション（注２）にある切換弁３５６のポート３５６ｈ（シリンダ室３１１ａにポンピング圧が生じた場合である。シリンダ室３１１ｂに生じた場合はポート３５６ｉである。）、ポート３５６ｇ、及び、第１ソレノイドバルブ３５３のポート３５３ａ、３５３ｃを経て、切換弁３５６の制御ポート３５６ａに加えられる結果、切換弁３５６を中央ポジションに保持することができる（図７参照）。

【００８５】

注２：切換弁３５６の中央ポジション（図８（ｃ）のポジション）は、図７によると、切換弁３５６の制御ポート３５６ａに高圧又はポンピング圧を印加することによって選択される。しかし、図７に示す選択動作以外にも、障害発生の直後に一時的に生じる選択動作がある。切換弁３５６は、故障が発生すると、図８（ｂ）のポジションから図８（ａ）のポジションへ移行しようとするが、その移行の途中で図８（ｃ）のポジション（中央ポジション）を一時的に通るからであり、この一時的な中央ポジションのときに、図１１に示すように切換弁３５６のポート３５６ｈ（又は３５６ｉ）、ポート３５６ｇ、第１ソレノイドバルブ３５３のポート３５３ａ、ポート３５３ｃ、及び、切換弁３５６の制御ポート３５６ａという経路が作られるからである。すなわち、この経路によって切換弁３５６の制御ポート３５６ａにポンピング圧が供給された後は、図７に従って中央ポジションが保持されるのである。

【００８６】

さて、故障側である第１系統は、切換弁３５６が中央ポジションになると、アクチュエータ３１０の２つのシリンダ室３１１ａ、３１１ｂの間が、切換弁３５６のポート３５６ｈ、３５６ｉを介して直接連通するから、２つのシリンダ室３１１ａ、３１１ｂの間の作動油の移動がスムーズに行われ、正常側である第２系統に対する負荷となることはない。

【００８７】

なお、故障側である第１系統の電気信号Ｓｃ、Ｓｄのオン（入力）、オフ（非入力）は、別途に設けた故障監視装置等によって制御してもよいが、特に、第２ソレノイドバルブ３５４の電気信号Ｓｄのオンについては、正常側である第２系統の第２ソレノイドバルブ３５４の電気信号Ｓｄのオフに同期させるのが望ましく、例えば、第２系統の電気信号Ｓｄのオンオフ・リレーのオン接点（自系統の電気信号Ｓｄが０Ｖになると所定の直流電圧を出力する接点）から取り出すようにしてもよい。

【００８８】

なお、以上の説明においては、第１系統及び第２系統のうち第１系統に故障が発生した場合について説明したが、第１系統及び第２系統のうち第２系統に故障が発生した場合についても同様である。

【００８９】

以上述べたようにして、舵面駆動装置３００は、上記ＦＢＷモード時に、第１系統及び第２系統の一方に何らかの原因によって故障が発生したが、故障した系統の切換弁３５６が電気信号Ｓｃ、Ｓｄによってポジションを切り換えることが可能な場合、故障していない系統で外部の操縦装置からの操縦信号Ｓａ（又はＳｂ）に応答してロッド３１４を比較的スムーズに正（又は負）方向に移動することができ、エルロン１１０の舵角が操作されるという純電気的な舵角制御作用が得られる結果、「バイパスモード」を実現できる。

【００９０】

（３）ダンピングモード

次に、油圧が正常な状態で第１系統と第２系統の双方に電気的な障害（例えば電源ダウン）が発生してＦＢＷシステムの機能が失われ、かつ、舵面駆動装置４００が上述したＦＢＷモード或いはバイパスモードで動作することができる場合に動作するダンピングモード

について説明する。

【００９１】

第１系統及び第２系統は、自系統内の電気系統からの電気信号の供給が遮断されると電気信号Ｓｃ、Ｓｄがオフになるので、第１ソレノイドバルブ３５３及び第２ソレノイドバルブ３５４が、図５（ａ）に示す右ポジションになる。その結果、第１系統及び第２系統は、切換弁３５６の２つの制御ポート３５６ａ、３５６ｂに低圧の作動油が加えられ、切換弁３５６は図１２に示す左ポジションになり（図７参照）、第２コントロールバルブ３５２が回路から切り離される。

【００９２】

ここで、上述したように舵面駆動装置３００の電気信号Ｓｅは舵面駆動装置４００から供給されるようになっているので、舵面駆動装置４００から舵面駆動装置３００に電気信号Ｓｅを入力すると、舵面駆動装置３００の第１系統及び第２系統は、第３ソレノイドバルブ３５５が図５（ｂ）に示す左ポジションになる。その結果、舵面駆動装置３００の第１系統及び第２系統は、第１コントロールバルブ３５１及び切換弁３５６の間の油路に介在するダンピングバルブ３５７の制御ポート３５７ａに高圧の作動油が加えられ、ダンピングバルブ３５７が図９（ａ）に示すポジションから図９（ｂ）に示すポジションに切り換わる。

【００９３】

ダンピングバルブ３５７が図９（ｂ）に示すポジションに切り換わると、舵面駆動装置３００の第１系統及び第２系統のシリンダ室３１１ａ、３１１ｂは、切換弁３５６のポート３５６ｈ、ポート３５６ｅ、ダンピングバルブ３５７のポート３５７ｄ、オリフィス３５７ｆ、ポート３５７ｅ、切換弁３５６のポート３５６ｆ、及び、ポート３５６ｉを介して互いに連通する。

【００９４】

このとき、ロッド３１４が正方向に移動すると、シリンダ室３１１ｂ内の作動油は、切換弁３５６のポート３５６ｉ、ポート３５６ｆ、ダンピングバルブ３５７のポート３５７ｅ、オリフィス３５７ｆ、ポート３５７ｄ、切換弁３５６のポート３５６ｅ、及び、ポート３５６ｈを経由して、シリンダ室３１１ａに流入し、ロッド３１４が負方向に移動すると、シリンダ室３１１ａ内の作動油は、切換弁３５６のポート３５６ｈ、ポート３５６ｅ、ダンピングバルブ３５７のポート３５７ｄ、オリフィス３５７ｆ、ポート３５７ｅ、切換弁３５６のポート３５６ｆ、及び、ポート３５６ｉを経由して、シリンダ室３１１ｂに流入する。

【００９５】

したがって、作動油の経路中にオリフィス３５７ｆが配置された舵面駆動装置３００は、ダンピングバルブ３５７のオリフィス３５７ｆの抵抗によって作動油をスムーズに流さずに、アクチュエータ３１０をダンパとして機能させることができるので、エルロン１１０のフラッタを効果的に回避できる。

【００９６】

また、ダンピングバルブ３５７は、以上述べたように、第１コントロールバルブ３５１及び切換弁３５６を連通させるポジション（図９（ａ）参照）と、第１コントロールバルブ３５１及び切換弁３５６の連通を遮断し、切換弁３５６のポート３５６ｅ、３５６ｆ同士をオリフィス３５７ｆを介して連通させるポジション（図９（ｂ）参照）とをとることができる。

【００９７】

以上説明したように、航空機１００の一方の舷に配置されたエルロン１１０を駆動する舵面駆動装置３００は、電気系統が故障したとしても、外部から電気信号Ｓｅを供給されることによって、エルロン１１０をダンピングさせることができる。なお、舵面駆動システム２００は、エルロン１１０をダンピングさせたとしても、電気系統が正常な舵面駆動装置４００で外部の操縦装置からの操縦信号Ｓａ、Ｓｂに応じてエルロン１２０を駆動することができる。

【００９８】
また、航空機１００の一方の舷に配置されたエルロン１１０を駆動する舵面駆動装置３００の電気信号Ｓｅは、本実施の形態において、他方の舷に配置されたエルロン１２０を駆動する舵面駆動装置４００から供給されているようになっていたが、本発明によれば、電気信号Ｓｃ、Ｓｄを供給する電気系統とは異なる電気系統から供給されるようになっていれば良い。
【００９９】
（４）メカニカルモード
次に、油圧が正常な状態で第１系統と第２系統の双方に電気的な障害（例えば電源ダウン）が発生してＦＢＷシステムの機能が失われ、かつ、舵面駆動装置４００が上述したＦＢＷモード或いはバイパスモードで動作することができない場合に動作するメカニカルモードについて説明する。この場合には、操縦装置からの操舵入力をワイヤやシャフト及び各種リンク等の機械的伝達手段を介してエルロン１１０にメカニカルに伝えることになるが、油圧がまだ生きているから、第１系統と第２系統のアクチュエータ３１０で操舵入力に応じた駆動力を発生し、油圧による補助操舵力を発生して操縦者の負担を軽減する。
【０１００】
電気的な障害、典型的には電源ダウンの場合の制御装置３４０の状態は、初期状態と同じである（図１参照）。すなわち、切換弁３５６が、図８（ａ）に示す左ポジションになり、第１ソレノイドバルブ３５３及び第２ソレノイドバルブ３５４が、図５（ａ）に示す右ポジションになる。したがって、切換弁３５６の２つの制御ポート３５６ａ、３５６ｂに低圧の作動油が加えられるため、切換弁３５６は左ポジションをそのまま保持し、その結果、第２コントロールバルブ３５２が回路から切り離される。
【０１０１】
また、舵面駆動装置４００が上述したＦＢＷモード或いはバイパスモードで動作することができない場合、電気信号Ｓｅが第３ソレノイドバルブ３５５に入力されないようにすることによって、第３ソレノイドバルブ３５５は図５（ａ）に示す右ポジションになり、ダンピングバルブ３５７は図９（ａ）に示すポジションになる。
【０１０２】
したがって、第１コントロールバルブ３５１の第３ポート３５１ｃは、ダンピングバルブ３５７のポート３５７ｂ、３５７ｄ、切換弁３５６のポート３５６ｅ及びポート３５６ｈを経てアクチュエータ３１０のシリンダ室３１１ａに連通し、また、第１コントロールバルブ３５１の第４ポート３５１ｄは、ダンピングバルブ３５７のポート３５７ｃ、３５７ｅ、切換弁３５６のポート３５６ｆ及びポート３５６ｉを経てアクチュエータ３１０のシリンダ室３１１ｂに連通する。
【０１０３】
前述したように、第１コントロールバルブ３５１は、リンク３３０の動き（すなわち機械的操舵入力）に追従してポジションを切り換える（図４参照）ものであるから、結局、油圧が正常な状態で第１系統及び第２系統の双方に電気的な障害が発生してＦＢＷシステムの機能が失われ、かつ、舵面駆動装置４００が上述したＦＢＷモード或いはバイパスモードで動作することができない場合には、第１系統及び第２系統の双方のアクチュエータ３１０で機械的操舵入力に応じた補助操舵力を発生でき、操縦者の負担を軽減するという、メカニカル操縦系を構成できる。
【０１０４】
即ち、第１コントロールバルブ３５１とシリンダ室３１１ａ、３１１ｂとの間の油路に介在する切換弁３５６は、電気信号Ｓｃ、Ｓｄの供給が遮断されたことに基づいて、図８（ａ）に示す左ポジション（即ち、第１コントロールバルブ３５１とシリンダ室３１１ａ、３１１ｂとを連通させて、外部の操縦装置からの機械的操舵入力に応答してロッド３１４をスムーズに正（又は負）方向に移動させることができる機械制御ポジション）を選択することができる。
【０１０５】

なお、本実施の形態に係る第１コントロールバルブ３５１は、センタリング機能付きのものを使用している。センタリング機能とは、例えば、バネ力によって第１コントロールバルブ３５１を中央ポジション（図４（ａ）参照）に引き戻す機能のことである。この機能を備えると、次の特有なメリットが得られる。上記メカニカル操縦系を構成している状態で、第１系統及び第２系統のうち一方（便宜的に第１系統）のリンク３３０やフィードバックリンクあるいは入力アーム等が破断した場合、第１系統のアクチュエータ３１０は完全に制御不能となり、ピストン３１２が暴走状態に入る。このとき、第１系統及び第２系統の双方のピストン３１２の移動方向が偶然に逆向きになると、両系統の駆動力が同等であるため、エルロン１１０を介して第１系統及び第２系統の双方の駆動力が衝突し、エルロン１１０がまったく動かなくなってしまうというきわめて危険な状態に陥る（但し、エルロン１１０に１００％のフォースファイトが作用している場合）。第１コントロールバルブ３５１のセンタリング機能は、かかる危険な状態を回避するための対策である。すなわち、自系統のリンク３３０やフィードバックリンクあるいは入力アーム等が破断した場合には、自系統の第１コントロールバルブ３５１がフリーとなって、センタリング機能が働く結果、図４（ａ）に示す中央ポジションとなり、自系統のアクチュエータ３１０のシリンダ室３１１ａ、３１１ｂへの作動油の供給を遮断できるからである。

【０１０６】

（５）スレーブモード

次に、上記メカニカル操縦系を構成している状態で、第１系統及び第２系統の一方の油圧がダウンした場合の動作を説明する。この場合の制御装置３４０の状態は、初期状態（図１参照）と同じである。

【０１０７】

以下では、第１系統において油圧がダウンしたものとする。

【０１０８】

今、操舵入力を正方向と仮定すると、油圧が正常な第２系統においては、第１コントロールバルブ３５１は、図４（ｂ）に示すポジションになり、第１ポート３５１ａと第３ポート３５１ｃの間、第２ポート３５１ｂと第４ポート３５１ｄの間がそれぞれ連通する結果、アクチュエータ３１０のシリンダ室３１１ａに高圧の作動油が供給され、シリンダ室３１１ｂの作動油がドレンされる。

【０１０９】

一方、油圧がダウンした第１系統においては、操舵入力を同様に正方向とすると、図１３に示すようになる。すなわち、第１系統は、アクチュエータ３１０のピストン３１２が第２系統の駆動力に引きずられて正方向に移動し、シリンダ室３１１ｂから作動油が押し出される。この作動油は、切換弁３５６のポート３５６ｉ、ポート３５６ｆ、ダンピングバルブ３５７のポート３５７ｅ、ポート３５７ｃ、及び、第１コントロールバルブ３５１の第４ポート３５１ｄへと伝えられる。

【０１１０】

ここで、第１コントロールバルブ３５１は、正方向の操舵入力により、図４（ｂ）のポジションにあるので、第１コントロールバルブ３５１の第４ポート３５１ｄへと伝えられた作動油は、さらに、第２ポート３５１ｂへと伝えられ、結局、第２逆止弁３４３を通ってアクチュエータ３１０のシリンダ室３１１ａにリターンする。

【０１１１】

以上の説明においては、操舵入力を正方向と仮定していたが、操舵入力が負方向の場合も同様にして、油圧がダウンした第１系統は、シリンダ室３１１ａから押し出された作動油が、切換弁３５６のポート３５６ｈ、ポート３５６ｅ、ダンピングバルブ３５７のポート３５７ｄ、ポート３５７ｂ、及び、第１コントロールバルブ３５１の第３ポート３５１ｃ、第１ポート３５１ａ、及び、第３逆止弁３４４を経由して、シリンダ室３１１ｂにリターンする。

【０１１２】

以上説明したように、第１系統は、シリンダ室３１１ａ、３１１ｂのうち高圧側から切換

弁３５６及び第１コントロールバルブ３５１を介してシリンダ室３１１ａ、３１１ｂのうち低圧側までの油路のうち、第１コントロールバルブ３５１及びシリンダ室３１１ａ、３１１ｂのうち低圧側の間の油路に、第１コントロールバルブ３５１からシリンダ室３１１ａ、３１１ｂのうち低圧側への方向の作動油の流れを許容するシリンダ室間逆止弁である第２逆止弁３４３、第３逆止弁３４４を備えているので、油圧を喪失したときでも、アクチュエータ３１０のシリンダ室３１１ａ、３１１ｂのうち高圧側から出力された作動油を、第１コントロールバルブ３５１を介した後、第２逆止弁３４３或いは第３逆止弁３４４を介してアクチュエータ３１０のシリンダ室３１１ａ、３１１ｂのうち低圧側に入力させることができる。

【０１１３】

したがって、油圧がダウンした第１系統のアクチュエータ３１０はフリーで動くため、油圧が正常な第２系統のアクチュエータ３１０の負荷になることはない。

【０１１４】

なお、以上の説明においては、第１系統及び第２系統のうち第１系統のみの油圧がダウンした場合について説明したが、第１系統及び第２系統のうち第２系統のみの油圧がダウンした場合についても同様である。

【０１１５】

（６）ブロックモード

次に、上記スレーブモードで動作している場合、又は、上記メカニカル操縦系を構成している状態で、第１系統及び第２系統の双方の油圧がダウンした場合に発生するおそれがあるエルロン１１０のフラッタ（操舵入力の方向に対して反対方向の負荷がアクチュエータ３１０のピストン３１２に加えられたときに発生するエルロン１１０のばたつき）の回避動作について説明する。

【０１１６】

この回避動作のポイントは、第２コントロールバルブ３５２にオリフィス３５２ｃを設け、第２コントロールバルブ３５２が中央ポジションになったときに、オリフィス３５２ｃを介して第１ポート３５２ａと第２ポート３５２ｂの間を連通させるようにした点にある。

【０１１７】

今、操舵入力が正方向である場合（第１コントロールバルブ３５１が図４（ｂ）に示すポジションである場合）にアクチュエータ３１０のピストン３１２に操舵入力と反対方向である負方向の負荷が加わったと仮定すると、作動油が操舵入力に対応して設定された方向とは反対方向に第１コントロールバルブ３５１内を通るので、舵面駆動装置３００は図１４に示す状態になる。

【０１１８】

したがって、負荷によるピストン３１２の負方向の移動によってシリンダ室３１１ａから押し出された作動油は、切換弁３５６のポート３５６ｈ、ポート３５６ｅ、ダンピングバルブ３５７のポート３５７ｄ、ポート３５７ｂ、第１コントロールバルブ３５１の第３ポート３５１ｃ、第１ポート３５１ａ、第２コントロールバルブ３５２の第１ポート３５２ａ、オリフィス３５２ｃ、第２ポート３５２ｂ、及び、第３逆止弁３４４を経由して、シリンダ室３１１ｂにリターンする。

【０１１９】

以上の説明においては、操舵入力が正方向である場合にアクチュエータ３１０のピストン３１２に操舵入力と反対方向である負方向の負荷が加わったと仮定していたが、操舵入力が負方向である場合にアクチュエータ３１０のピストン３１２に操舵入力と反対方向である正方向の負荷が加わったときも同様にして、負荷によるピストン３１２の正方向の移動によってシリンダ室３１１ｂから押し出された作動油は、切換弁３５６のポート３５６ｉ、ポート３５６ｆ、ダンピングバルブ３５７のポート３５７ｅ、ポート３５７ｃ、第１コントロールバルブ３５１の第４ポート３５１ｄ、第１ポート３５１ａ、第２コントロールバルブ３５２の第１ポート３５２ａ、オリフィス３５２ｃ、第２ポート３５２ｂ、及び、

第２逆止弁３４３を経由して、シリンダ室３１１ａにリターンする。

【０１２０】

したがって、作動油の経路中にオリフィス３５２ｃが配置された舵面駆動装置３００は、エルロン１１０のフラッタを生じさせる可能性がある負荷がアクチュエータ３１０に加えられたとしても、アクチュエータ３１０の２つのシリンダ室３１１ａ、３１１ｂの間の油路にオリフィス３５２ｃを備えており、オリフィス３５２ｃの抵抗によって作動油をスムーズに流さずに、アクチュエータ３１０をダンパとして機能させることができるので、エルロン１１０のフラッタを効果的に回避できる。

【０１２１】

（７）センタリングモード

なお、図１に示すように、操舵入力リンク３３０の端部３３０ａ（操舵入力を加える側の端部）を、板バネ３７１、３７２などを用いて、航空機１００の機体若しくは制御装置３４０の本体に弾性的に取り付けるようにすると好ましい。このようにすると、例えば、上述の「メカニカルモード」や「スレーブモード」などの際に、リンク３３０と操縦装置との間の伝達経路が切断されて機械的に伝達される操舵入力が遮断された場合、板バネ３７１、３７２によって、リンク３３０が直ちに所定の位置に復帰させられるから、舵面駆動装置３００は、第１コントロールバルブ３５１の勝手な動きを阻止することができ、アクチュエータ３１０の暴走を回避することができる。

【０１２２】

したがって、舵面駆動装置３００は、リンク３３０が復帰させられる位置に応じた舵角にエルロン１１０を油圧保持できる。操縦不能は避けられないが、エルロン１１０の勝手な動きを阻止できるから、安定した機体姿勢であれば、その状態をある程度持続でき、脱出等の時間的余裕を確保できる。

【０１２３】

以上説明したように、舵面駆動システム２００の舵面駆動装置３００及び舵面駆動装置４００は、通常の操縦モードである「ノーマルモード」、片系統に障害が発生した場合の操縦モードである「バイパスモード」、油圧が正常な状態で第１系統と第２系統の双方に電気的な障害が発生した場合の操縦モードである「メカニカルモード」、メカニカルモードで片系統の油圧がダウンした場合の操縦モードである「スレーブモード」、メカニカルモードで片系統又は両系統の油圧がダウンした場合の操縦モードである「ブロックモード」、及び、操縦装置とのリンケージが破断した場合のモードである「センタリングモード」に加えて、油圧が正常な状態で第１系統と第２系統の双方に電気的な障害が発生したときであっても、他の舵面駆動装置がノーマルモード或いはバイパスモードで動作することができる場合のモードである「ダンピングモード」を実現できる。

【０１２４】

したがって、舵面駆動装置３００及び舵面駆動装置４００を搭載した舵面駆動システム２００は、電気系統が正常な一方の舷側の舵面駆動装置で他方の舷側の操縦装置からの電気的操舵入力に応じて舵面を駆動することができ、従来の舵面駆動システムと比較して、故障時のフライトエンベロープを拡大することができ、ＦＢＷシステムを搭載した航空機１００の信頼性を向上することができる。

【０１２５】

なお、本実施の形態では、アクチュエータ３１０の高圧側のシリンダ室の圧力が所定値以上になったときに、そのシリンダ室の作動油を蓄圧器３５８の入力ポート３５８ａに逃がす第２リリーフ弁３５０を設けたため、例えば、上記の各モードにおいて、アクチュエータ３１０のピストン３１２に過大負荷が加わった場合に、第２リリーフ弁３５０を開いて作動油をブローバックでき、制御装置３４０やアクチュエータ３１０の損傷を回避することができる。

【０１２６】

また、制御装置３４０の内部と供給ポート３４０ａとの間に第１逆止弁（流出防止逆止弁）３４２を設けるとともに、制御装置３４０の内部とリターンポート３４０ｂとの間に蓄

圧器３５８を設けたため、供給ポート３４０ａへの油圧供給が絶たれた場合の制御装置３４０に残留する作動油の圧力を、蓄圧器３５８によって設定された一定の圧力（例えば５０ＰＳＩ）以上に保つことができ、特に、上述の「バイパスモード」、「ダンピングモード」、「ブロックモード」又は「スレーブモード」におけるキャビテーションを抑制できるという有利な効果が得られる。

【０１２７】

また、図１に示す切換弁３５６を、図１５に示すような一般的な切換弁３８１、切換弁３８２に置き換えることもできる。切換弁３８１の単独の機能は、図１５に示すように、制御ポート３８１ａ、入力ポート３８１ｂ、３８１ｃ、３８１ｄ、３８１ｅ及び出力ポート３８１ｆ、３８１ｇを有し、制御ポート３８１ａに入力される作動油の圧力が高圧のとき、入力ポート３８１ｂと出力ポート３８１ｆ及び入力ポート３８１ｃと出力ポート３８１ｇをそれぞれ接続させ、入力される圧力が低圧又は圧なしのとき、入力ポート３８１ｄと出力ポート３８１ｆ及び入力ポート３８１ｅと出力ポート３８１ｇをそれぞれ接続させるものである。また、切換弁３８２の単独の機能は、制御ポート３８２ａ、入力ポート３８２ｂ、３８２ｃ、３８２ｄ及び出力ポート３８２ｅ、３８２ｆを有し、制御ポート３８２ａに入力される作動油の圧力がポンピング圧のとき、出力ポート３８２ｅ、３８２ｆ及び入力ポート３８２ｄをそれぞれ接続させ、入力される圧力が上記以外のとき、入力ポート３８２ｂと出力ポート３８２ｅ及び入力ポート３８２ｃと出力ポート３８２ｆをそれぞれ接続させるものである。

【０１２８】

これら２つの切換弁３８１、３８２の接続関係を説明すると、次のとおりである。まず、切換弁３８１の出力ポート３８１ｆと切換弁３８２の入力ポート３８２ｂを接続し、切換弁３８１の出力ポート３８１ｇと切換弁３８２の入力ポート３８２ｃを接続する。さらに、切換弁３８１の制御ポート３８１ａを第１ソレノイドバルブ３５３のポート３５３ｃに接続し、切換弁３８１の入力ポート３８１ｂ、３８１ｃを第２コントロールバルブ３５２の第３ポート３５２ｄ、第４ポート３５２ｅにそれぞれ接続し、切換弁３８１の入力ポート３８１ｄ、３８１ｅをダンピングバルブ３５７のポート３５７ｄ、ポート３５７ｅにそれぞれ接続する。また、切換弁３８２の制御ポート３８２ａを第２ソレノイドバルブ３５４のポート３５４ｃに接続し、切換弁３８２の入力ポート３８２ｄをノード３６２に接続し、切換弁３８２の出力ポート３８２ｅ、３８２ｆを第１アクチュエータ接続ポート３４０ｃ、第２アクチュエータ接続ポート３４０ｄにそれぞれ接続する。

【０１２９】

このような機能及び接続関係を有する２つの切換弁３８１、３８２と切換弁３５６（図１参照）とを見比べると、切換弁３８１の制御ポート３８１ａと切換弁３８２の制御ポート３８２ａは、それぞれ切換弁３５６の制御ポート３５６ａと制御ポート３５６ｂに対応し、切換弁３８１の入力ポート３８１ｂ、３８１ｃ、３８１ｄ、３８１ｅは、それぞれ切換弁３５６のポート３５６ｃ、３５６ｄ、３５６ｅ、３５６ｆに対応し、さらに、切換弁３８２の入力ポート３８２ｄ、出力ポート３８２ｅ、３８２ｆは、それぞれ切換弁３５６のポート３５６ｇ、３５６ｈ、３５６ｉに対応する。

【０１３０】

また、切換弁３８１及び切換弁３８２の図１６（ａ）に示すポジションは、切換弁３５６の図８（ａ）に示すポジションに相当し、切換弁３８１及び切換弁３８２の図１６（ｂ）に示すポジションは、切換弁３５６の図８（ｂ）に示すポジションに相当し、切換弁３８１及び切換弁３８２の図１６（ｃ）及び図１６（ｄ）に示すポジションは、切換弁３５６の図８（ｃ）に示すポジションに相当する。

【０１３１】

したがって、舵面駆動システム２００は、切換弁３５６に代えて図１５に示す２つの切換弁３８１、３８２を用いても、上述した機能と同一の機能を実現できる。

【０１３２】

なお、舵面駆動装置３００及び舵面駆動装置４００は、本実施の形態において、「ノーマ

ルモード」、「バイパスモード」、「ダンピングモード」、「メカニカルモード」、「スレーブモード」、「ブロックモード」、及び、「センタリングモード」で動作することができる構成になっていたが、本発明によれば、「ノーマルモード」、「ダンピングモード」、「メカニカルモード」で動作することができる構成であれば良い。

【０１３３】

また、舵面駆動装置３００及び舵面駆動装置４００は、本実施の形態において、第１系統及び第２系統の２つの系統を備えていたが、本発明によれば、１つの系統だけを備えていても良いし、３つ以上の系統を備えていても良い。

【０１３４】

また、ダンピングバルブ３５７は、本実施の形態において、第３ソレノイドバルブ３５５を利用することによって、電気信号Ｓｅに基づいてポジションを選択するようになっていたが、本発明によれば、電気信号Ｓｅに基づいてポジションを選択することができれば他の構成であっても良い。

【０１３５】

また、本実施の形態は、舵面駆動システム２００を航空機１００の両舷に配置されたエルロン１１０及びエルロン１２０の駆動に使用する構成について説明したが、本発明に係る舵面駆動システムは図１に示すような航空機１００のエレベータ１３０及びエレベータ１４０に使用することもできる。

【０１３６】

また、本明細書中の「流体」は、いわゆる"油"のみに限定されない。要は液体であればよく、例えば、燃料や水であっても良い。

【０１３７】

【発明の効果】

本発明によれば、機体両舷のうち一方の舷の舵面駆動装置の電気系統が故障した場合、電気系統が故障した舵面駆動装置側の舷の舵面をダンピングさせることができる舵面駆動装置及び舵面駆動システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施の形態に係る舵面駆動装置の油圧回路図である。

【図２】本発明の一実施の形態に係る舵面駆動システムを搭載した航空機の平面図である。

【図３】図１に示す舵面駆動装置の第１～第６逆止弁の説明図である。

【図４】（ａ）操舵入力を受けていないときの図１に示す舵面駆動装置の第１コントロールバルブの説明図である。

（ｂ）正方向の操舵入力を受けているときの図１に示す舵面駆動装置の第１コントロールバルブの説明図である。

（ｃ）負方向の操舵入力を受けているときの図１に示す舵面駆動装置の第１コントロールバルブの説明図である。

【図５】（ａ）所定の電気信号が入力されないときの図１に示す舵面駆動装置の第１～第３ソレノイドバルブの説明図である。

（ｂ）所定の電気信号が入力されたときの図１に示す舵面駆動装置の第１～第３ソレノイドバルブの説明図である。

【図６】（ａ）操舵入力を受けていないときの図１に示す舵面駆動装置の第２コントロールバルブの説明図である。

（ｂ）正方向の操舵入力を受けているときの図１に示す舵面駆動装置の第２コントロールバルブの説明図である。

（ｃ）負方向の操舵入力を受けているときの図１に示す舵面駆動装置の第２コントロールバルブの説明図である。

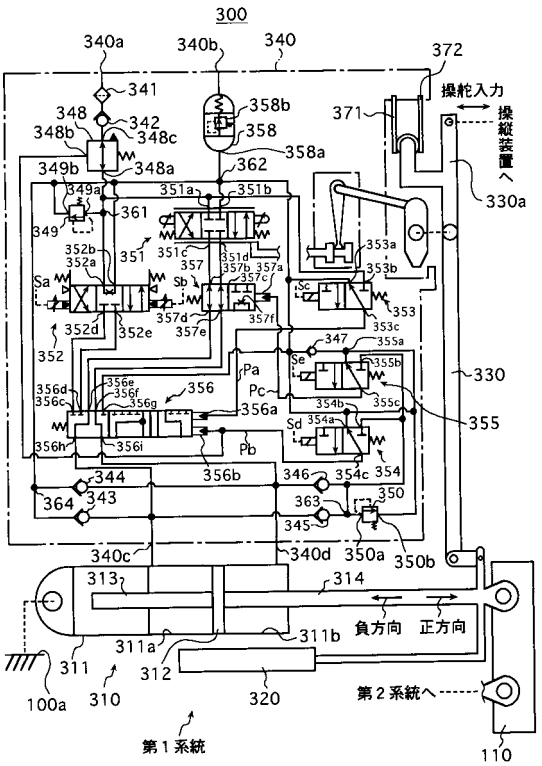
【図７】図１に示す舵面駆動装置の切換弁のポジションと制御圧との関係の説明図である。

【図８】（ａ）左ポジションでの図１に示す舵面駆動装置の切換弁の説明図である。

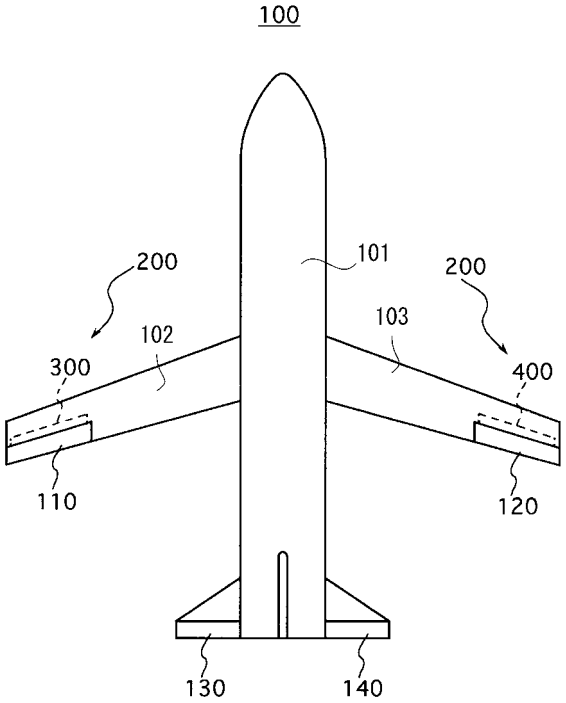
（ｂ）右ポジションでの図１に示す舵面駆動装置の切換弁の説明図である。
（ｃ）中央ポジションでの図１に示す舵面駆動装置の切換弁の説明図である。
【図９】（ａ）制御圧が低圧での図１に示す舵面駆動装置のダンピングバルブの説明図である。
（ｂ）制御圧が高圧での図１に示す舵面駆動装置のダンピングバルブの説明図である。
【図１０】ノーマルモードでの図１に示す舵面駆動装置の油圧回路図である。
【図１１】バイパスモードでの図１に示す舵面駆動装置の油圧回路図である。
【図１２】ダンピングモードでの図１に示す舵面駆動装置の油圧回路図である。
【図１３】スレーブモードでの図１に示す舵面駆動装置の油圧回路図である。
【図１４】ブロックモードでの図１に示す舵面駆動装置の油圧回路図である。
【図１５】図１に示す舵面駆動装置の切換弁の図１とは異なる構成の説明図である。
【図１６】（ａ）図１５に示す切換弁の図８（ａ）に対応する状態の説明図である。
（ｂ）図１５に示す切換弁の図８（ｂ）に対応する状態の説明図である。
（ｃ）図１５に示す切換弁の図８（ｃ）に対応する状態の説明図である。
（ｄ）図１５に示す切換弁の図８（ｃ）に対応する図１６（ｃ）とは異なる状態の説明図である。
【図１７】従来の舵面駆動装置の油圧回路図である。
【符号の説明】
１００　航空機
１０１　機体
１０２、１０３　翼（一対の翼）
１１０、１２０　エルロン（舵面）
１３０、１４０　エレベータ（舵面）
２００　舵面駆動システム
３００、４００　舵面駆動装置
３１０　アクチュエータ
３１１　シリンダ
３１１ａ、３１１ｂ　シリンダ室
３１２　ピストン
３３０　操舵入力リンク
３４０　制御装置（流体制御回路）
３４０ａ　供給ポート
３４０ｂ　リターンポート
３４２　第１逆止弁（流出防止逆止弁）
３４３　第２逆止弁（第１のシリンダ室間逆止弁）
３４４　第３逆止弁（第１のシリンダ室間逆止弁）
３４５　第４逆止弁（第２のシリンダ室間逆止弁）
３４６　第５逆止弁（第２のシリンダ室間逆止弁）
３４８　減圧弁
３５０　リリーフ弁
３５１　第１コントロールバルブ（機械制御弁）
３５２　第２コントロールバルブ（電気制御弁）
３５２ｃ　オリフィス
３５６　切換弁（制御モード選択用の選択弁）
３５６ｅ、３５６ｆ　ポート
３５７　ダンピングバルブ
３５７ｆ　オリフィス
３５８　蓄圧器
Ｓａ、Ｓｂ　操縦信号（電気的操舵入力）
Ｓｃ、Ｓｄ　電気信号（ポジション選択信号）

Ｓｅ　電気信号（他の電気系統からの電気信号）

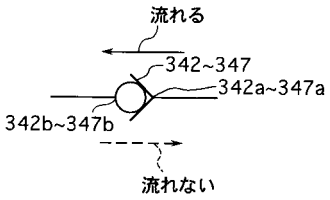
【図１】



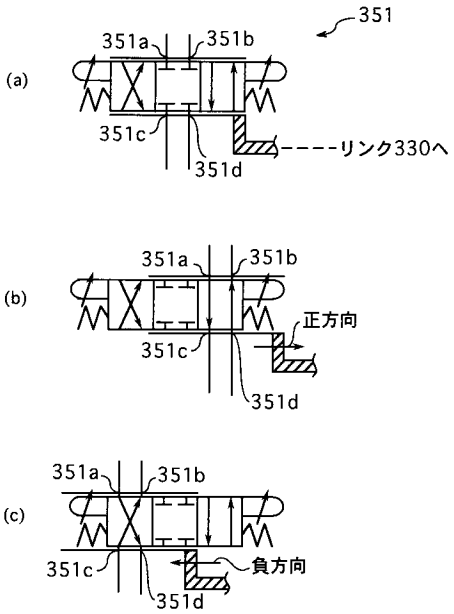
【図２】



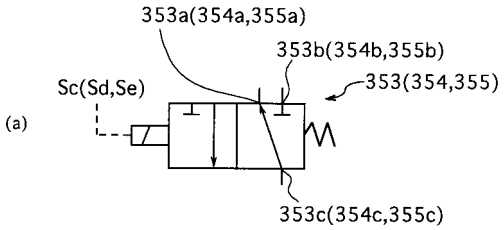
【図３】



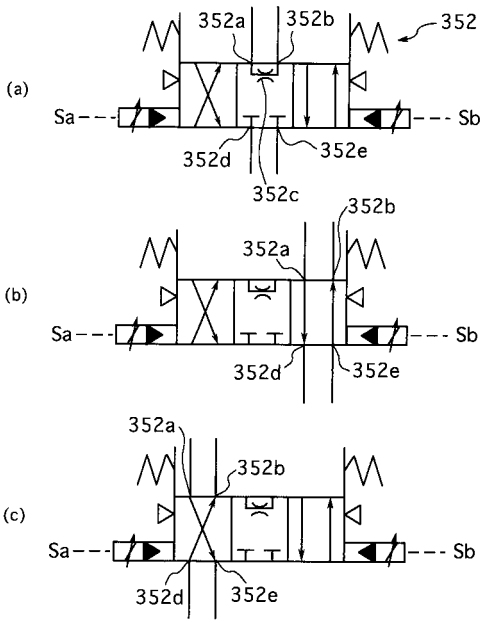
【図４】



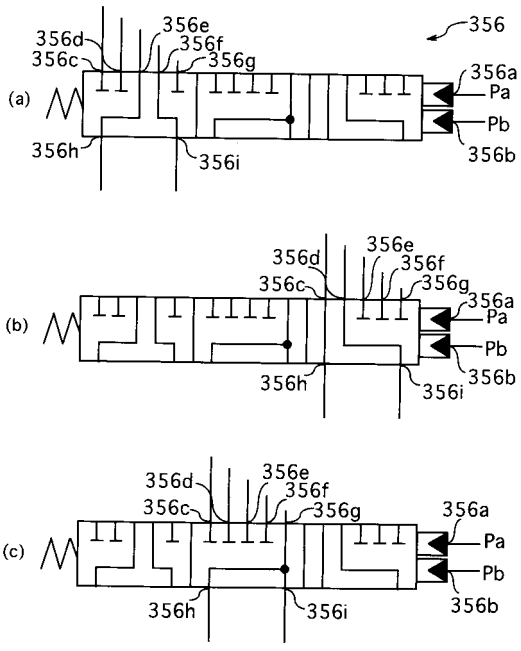
【図５】



【図６】



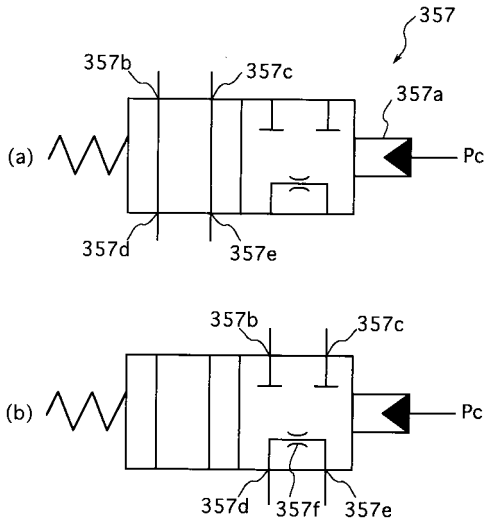
【図８】



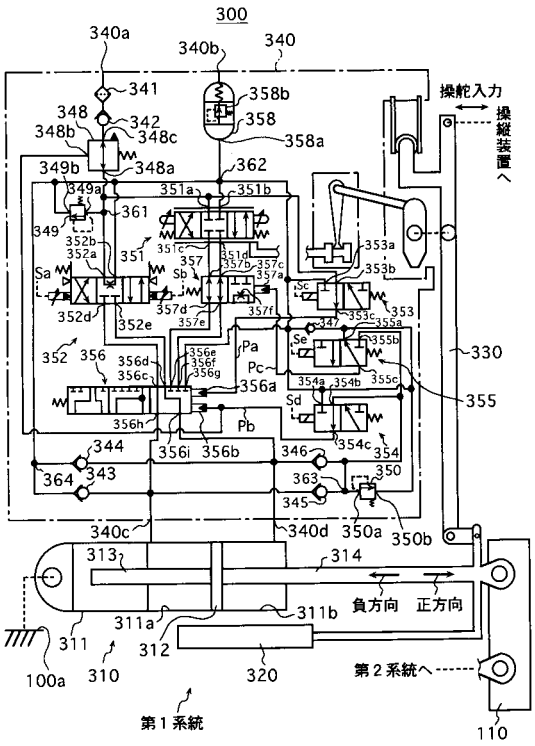
【図７】

Pa	Pb	ポジション	参照図面
低圧又は圧なし	低圧又は圧なし	左	図8 (a)
高圧	圧力不定	右	図8 (b)
高圧又はポンピング圧	低圧又は圧なし	中央	図8 (c)

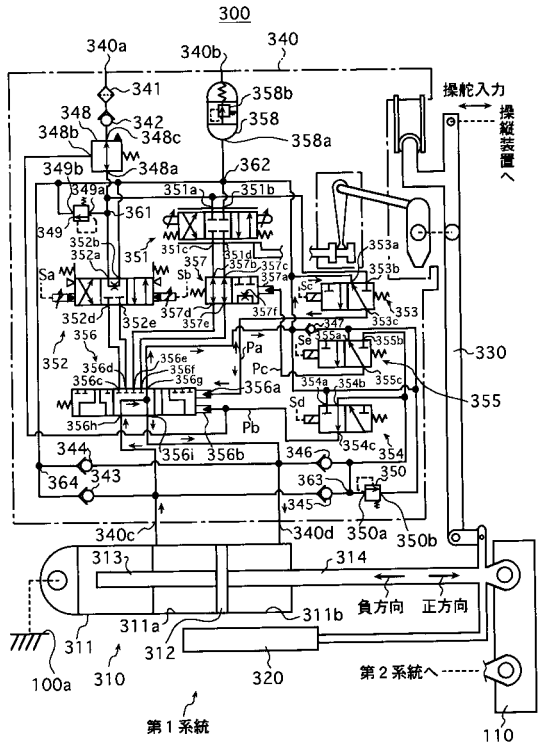
【図９】



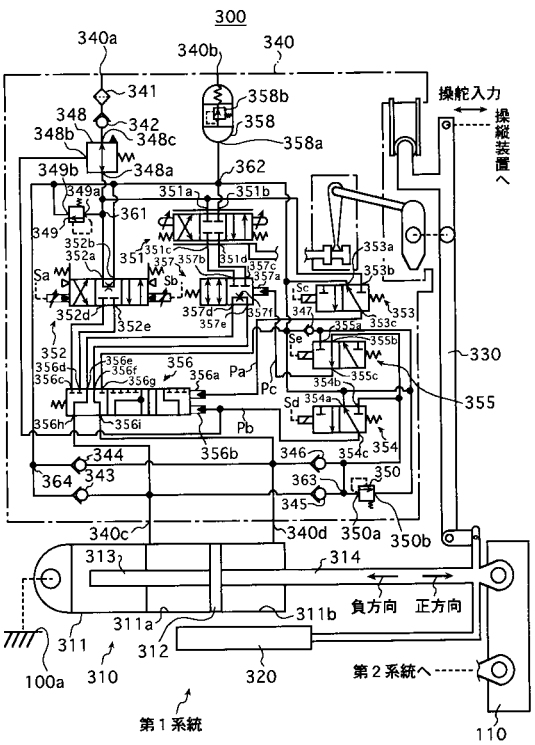
【図１０】



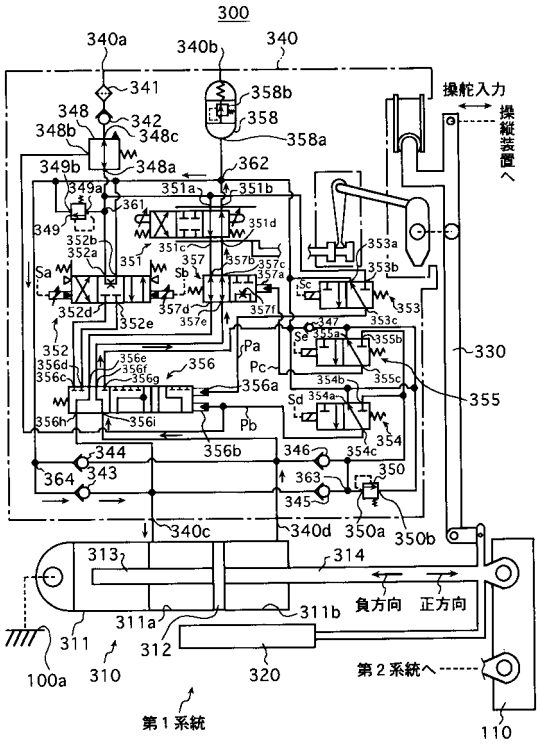
【図１１】



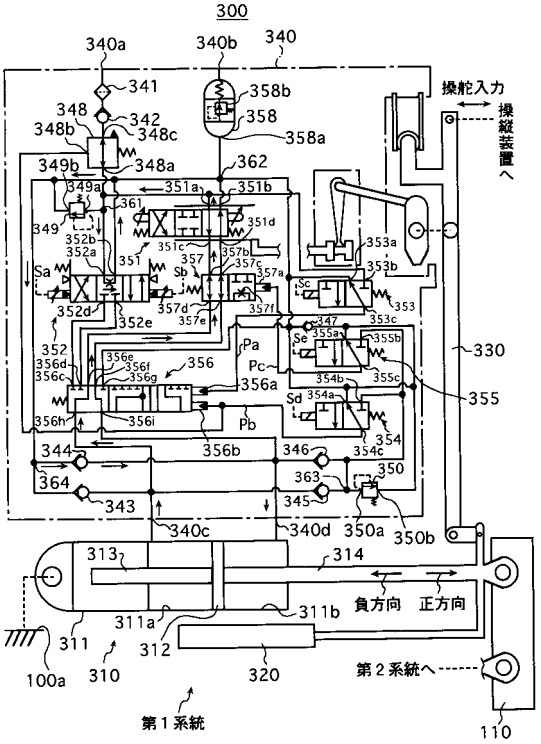
【図１２】



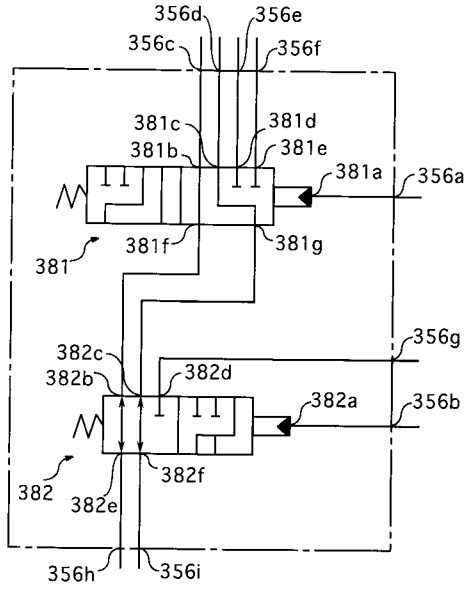
【図１３】



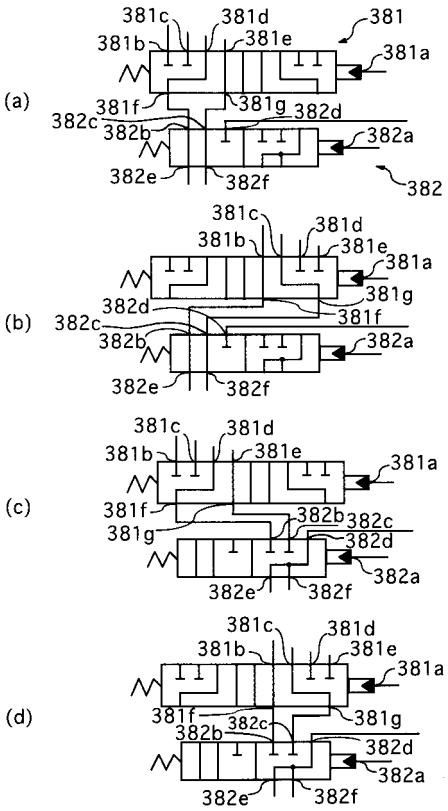
【図１４】



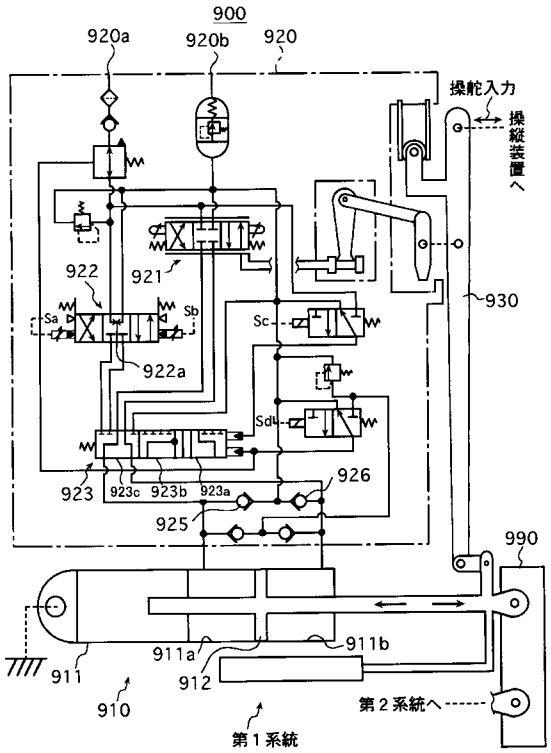
【図１５】



【図１６】



【図１７】


900
920a
920b
920
操舵入力
操縦装置へ
922
921
930
Sa
Sb
Sc
922a
Sd
923
923c
923b
923a
926
925
990
911b
911a
912
911
910
第２系統へ
第１系統

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００１－００３９０２（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－３１４４０３（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２３０８９８（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－３２８０９８（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１４４７１３（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２９８１８７（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１４４３８５（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２１５５９５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B64C 13/00 - 13/50
F15B 9/00
F15B 11/00
F15B 20/00