【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第５部門第２区分
【発行日】平成17年6月9日(2005.6.9)

【公開番号】特開2004-340386(P2004-340386A)
【公開日】平成16年12月2日(2004.12.2)
【年通号数】公開・登録公報2004-047
【出願番号】特願2004-262100(P2004-262100)
【国際特許分類第７版】
　Ｆ１５Ｂ　20/00
　Ｂ６４Ｃ　13/40
　Ｂ６４Ｃ　13/50
【ＦＩ】
　Ｆ１５Ｂ　20/00　　Ｇ
　Ｂ６４Ｃ　13/40
　Ｂ６４Ｃ　13/50

【手続補正書】
【提出日】平成16年11月2日(2004.11.2)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
　シリンダ及び前記シリンダ内に収納されたピストンを有し前記シリンダ及び前記ピストンによって前記ピストンの両側に流体室が形成され前記流体室への作動流体の供給によって前記ピストンが移動するアクチュエータと、前記流体室に供給される前記作動流体を導入する供給圧導入ポートと、前記供給圧導入ポートに導入される前記作動流体を吐出する流体源とは別の流体源であって前記流体室に供給される前記作動流体を吐出するポンプと、前記供給圧導入ポートに導入される前記作動流体の圧力を検出する圧力センサと、前記圧力センサによって検出された前記圧力に基づいて前記ポンプの吐出容量を可変制御するコントローラとを備えたことを特徴とするアクチュエーションシステム。
【請求項２】
　前記ポンプの吸入側の前記作動流体の圧力が設定圧を超えると前記ポンプの吸入側の前記作動流体を排出するリリーフ弁と、前記ポンプ及び前記リリーフ弁の間に接続されて前記リリーフ弁とともに前記ポンプに背圧を与える蓄圧器とを備えたことを特徴とする請求項１に記載のアクチュエーションシステム。
【請求項３】
　前記流体室と前記供給圧導入ポート及び前記ポンプとの接続を電気制御信号に応じて切り替える電気式制御弁と、前記流体室を前記電気式制御弁に接続する位置及び前記ピストンの両側に形成された前記流体室を相互に連通させる位置を含む複数の位置に切り替え可能なモード切替弁とを備えたことを特徴とする請求項１又は請求項２に記載のアクチュエーションシステム。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】

【発明の詳細な説明】
【発明の名称】アクチュエーションシステム
【技術分野】
【０００１】
本発明は、流体圧アクチュエータを用いるアクチュエーションシステムに関し、特にフライバイワイヤ方式のアクチュエーションシステムに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、航空機の舵面（昇降舵、方向舵、補助翼等の飛行制御翼面）等の制御対象を機械的リンケージに頼らないで制御するフライバイワイヤ（Fly-By-Wire：以下、ＦＢＷという）方式の制御システムが実現されている。
【０００３】
通常のＦＢＷモードでは、航空機のフライトコントロールコンピュータ（Flight Control Computer：以下単にＦＣＣという）が安定増大装置（ＳＡＳ：Stability Augmentation System）として機能する場合、操縦桿による操作コマンドに機体の安定化のための補正値等が加算されて入力コマンドが生成され、このコマンド信号が電油圧サーボ回路に入力され、舵面制御アクチュエータへの作動油の供給および排出が制御されて、舵面の操舵、保舵の制御がなされるようになっている。
【０００４】
一方、複数系統のうち一系統のＦＢＷモードが使えない状態に陥ると、例えば一系統について流体源からの供給圧が所定圧未満に低下したりその電気回路が故障したりすると、故障系統のアクチュエータが他系統の正常なアクチュエータ動作に悪影響を及ぼさないようにする必要があるため、故障系統のアクチュエータの供給側と排出側の流体室間を直接に連通させる等して他系統に対し無抵抗となるようにする、いわゆるバイパス機能を持つモードに切替え可能になっている。さらに、複数系統の供給圧が全部失陥したような場合に、舵面のフラッタを防止するため、供給側および排出側の流体室の間に絞り要素を挿入し、いわゆるダンピング機能を持たせることがなされている。
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、上記従来のアクチュエーションシステムにあっては、外部の流体供給源（流体圧の供給源）の故障や流入量の減少によって供給圧が低下し、安全性が低下するような場合でも、直接にその供給圧低下等を補って所要の流体量および流体圧を発生させるといったことはできず、アクティブな能力に欠ける点で、飛行安全性の確保上の未解決の課題となっていた。
【０００６】
これに対し、例えば外部流体源を追加することが考えられるが、ＦＢＷ制御時に使用される通常の外部流体源と同程度の外部流体源を追加するのは、コスト面のみならず、システムの重量面でも問題があった。
【０００７】
そこで、本発明は、外部流体源を追加することなく、外部供給圧低下時に、アクチュエータへの所要の流体量および流体圧を確保し得るようにした、飛行安全性に優れた低コストのアクチュエーションシステムを提供することを目的とするものである。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
上記課題を解決するため、本発明のアクチュエーションシステムは、シリンダ及び前記シリンダ内に収納されたピストンを有し前記シリンダ及び前記ピストンによって前記ピストンの両側に流体室が形成され前記流体室への作動流体の供給によって前記ピストンが移動するアクチュエータと、前記流体室に供給される前記作動流体を導入する供給圧導入ポートと、前記供給圧導入ポートに導入される前記作動流体を吐出する流体源とは別の流体

源であって前記流体室に供給される前記作動流体を吐出するポンプと、前記供給圧導入ポートに導入される前記作動流体の圧力を検出する圧力センサと、前記圧力センサによって検出された前記圧力に基づいて前記ポンプの吐出容量を可変制御するコントローラとを備えた構成を有している。

また、本発明のアクチュエーションシステムは、前記ポンプの吸入側の前記作動流体の圧力が設定圧を超えると前記ポンプの吸入側の前記作動流体を排出するリリーフ弁と、前記ポンプ及び前記リリーフ弁の間に接続されて前記リリーフ弁とともに前記ポンプに背圧を与える蓄圧器とを備えた構成を有している。

また、本発明のアクチュエーションシステムは、前記流体室と前記供給圧導入ポート及び前記ポンプとの接続を電気制御信号に応じて切り替える電気式制御弁と、前記流体室を前記電気式制御弁に接続する位置及び前記ピストンの両側に形成された前記流体室を相互に連通させる位置を含む複数の位置に切り替え可能なモード切替弁とを備えた構成を有している。

【０００９】

【００１０】

【００１１】

【００１２】

【発明の効果】

【００１３】

本発明によれば、外部流体源からアクチュエータへの作動流体の給排通路に内部流体源を接続し、外部流体源からの作動流体を導入する外部供給圧導入ポートとは別に、内部流体源からの作動流体を導入する内部供給圧導入ポートを形成しているので、外部および内部の両供給圧導入ポートから電気式制御弁に作動流体を供給でき、外部流体源からの供給圧や供給量が低下した場合に、内部流体源を作動させてその低下を補うことで、飛行安全性を確保することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

以下、本発明の実施の形態について図面に基づいて説明する。

【００１５】

図１は、本発明の一実施形態に係るアクチュエーションシステムを示す図である。なお、本実施形態は本発明を並列する多重液圧制御系統のそれぞれに適用したものであるが、図面にはその１系統のみの構成を図示している。また、以下に説明する構成は同一の舵面を駆動する各制御系統について共通するものである。

【００１６】

まず、構成を説明する。

【００１７】

図１において、１０は油圧アクチュエータであり、アクチュエータ１０はシリンダ１１およびピストン１２を有している。このアクチュエータ１０は、シリンダ１１内に収納されたピストン１２の軸方向両側に一方および他方の油室１３、１４（流体室）を画成したものであり、これら二つの油室１３、１４のうち一方に作動油（作動流体）を供給し他方から排出することにより、ピストン１２に油圧力を作用させ、ピストン１２を移動させるようになっている。詳細は図示しないが、アクチュエータ１０は図示しない航空機の機体側構造部材に揺動自在に支持されており、ピストン１２のロッド部１２ｅはその航空機の舵面側部材に連結されている。

【００１８】

また、アクチュエータ１０の油室１３、１４には、給排制御機構２０を介して作動油が供給および排出され、給排制御機構２０には供給圧Ｐの作動油を供給する図示しない外部流体供給源（外部流体源）と、アクチュエータ１０から排出される作動油を蓄えて流体供給源側に戻すリザーバ回路（又はタンク）とが接続されている。

【００１９】

給排制御機構２０は、電気式制御弁２２と、この電気式制御弁２２を介してアクチュエータ１０のいずれか一方の油室１３又は１４に作動油の供給を行う供給通路２３と、この電気式制御弁２２を介してアクチュエータ１０の他の一方の油室１４又は１３から作動油を排出する排出通路２８とを備えている。ここで、電気式制御弁２２は、コントローラ１００からの操舵制御信号である電気制御信号Ｓａ、Ｓｂにより電磁駆動され、４ポートを開閉操作する３位置切替え可能な弁である。コントローラ１００は、上位のコンピュータであるフライトコントロールコンピュータ（以下、ＦＣＣという）２００側からの指令に応じて、アクチュエータ制御を実行するようになっている。

【００２０】

また、電気式制御弁２２は、流体圧供給源からの作動油を導入する供給圧ポート２２ａと、リザーバ回路に作動油を排出するリターンポート２２ｂと、制御信号Ｓａ、Ｓｂの入力に応じて両ポート２２ａ、２２ｂに接続される一対の制御圧ポート２２ｃ、２２ｄとを有している。また、電気式制御弁２２は、例えば電気制御信号Ｓａ、Ｓｂに応じ弁体２２ｅを電磁駆動することにより、電気制御信号Ｓａ又はＳｂの信号レベルに応じ一対の制御圧ポート２２ｃ、２２ｄを通して油室１３又は１４に前記流体圧供給源からの作動油を供給するとともに、油室１４又は１３からの作動油をリターンポート２２ｂを通して前記リザーバ回路に排出させることができる。

【００２１】

さらに、電気式制御弁２２は、供給圧ポート２２ａおよびリターンポート２２ｂと制御圧ポート２２ｃ、２２ｄとの接続を遮断して、油室１３、１４への作動油の供給および排出を停止することができる。なお、前記電気制御信号Ｓａは例えば舵角増加方向の信号、前記電気制御信号Ｓｂは例えば舵角減少方向の信号であり、それぞれ操舵量に応じた電気制御信号として電気式制御弁２２の電磁駆動部２２ｊ、２２ｋに入力される。

【００２２】

一方、アクチュエータ１０の油室１３、１４は、６ポート２位置切替弁であるモード切替弁２５の切替えにより、電気式制御弁２２の制御圧ポート２２ｃ、２２ｄに接続されるようになっている。このモード切替弁２５は、電気式制御弁２２の制御圧ポート２２ｃ、２２ｄに接続される一対の制御弁側ポート２５ａ、２５ｂと、一方および他方の油室１３、１４に接続された一対のアクチュエータ側ポート２５ｆ、２５ｇとを有している。モード切替弁２５は、また、一対のパイロット圧導入部２５ｈ1、２５ｈ2と、これらパイロット圧導入部２５ｈ1、２５ｈ2からの付勢力に応じて変位する弁体２５ｊと、この弁体２５ｊをパイロット圧導入部２５ｈ1、２５ｈ2とは逆の方向に付勢するスプリング２５ｋとを備えている。

【００２３】

ここで、弁体２５ｊは、パイロット圧導入部２５ｈ1、２５ｈ2からの一方側（図中右側）に向かう付勢力と、スプリング２５ｋからの他方側（図中左側）に向かう付勢力とに応じて変位し、一対のパイロット圧導入部２５ｈ1、２５ｈ2のうちいずれにもパイロット圧が導入されないときには、スプリング２５ｋの付勢力によって油室１３、１４をオリフィスを介して連通させるダンピングモード位置（図中の右端の切替え位置）に切り替わるよう変位する。

【００２４】

一方、弁体２５ｊは、パイロット圧導入部２５ｈ1、２５ｈ2の双方にパイロット圧が導入される通常のＦＢＷモードにおいて、スプリング２５ｋの付勢力によって油室１３、１４を電気式制御弁２２の制御圧ポート２２ｃ、２２ｄに接続し、電気式制御弁２２による給排制御を可能にするＦＢＷモード位置に切り替わるよう変位する。さらに、弁体２５ｊは、一対のパイロット圧導入部２５ｈ1、２５ｈ2のうちいずれか一方、例えばパイロット圧導入部２５ｈ1にのみパイロット圧が導入されたときには、このパイロット圧とスプリング２５ｋの付勢力とによって油室１３、１４を絞り要素を介することなく互いに連通させるバイパスモード位置（図中の中央の切替え位置）に切り替わるよう変位する。

【００２５】

これら操作圧切替え用のソレノイド弁３５Ａ、３５Ｂは、それぞれ入り口ポート３５ａ、３５ｂのうちいずれかを選択的に出口ポート３５ｃに接続する弁体３５ｄと、この弁体３５ｄを弁開閉方向に付勢するスプリング３５ｅおよび電磁駆動部３５ｆとからなり、電磁駆動部３５ｆに切替制御信号Ｓｃ1、Ｓｃ2が入力されることで、それぞれの弁体３５ｄを図１中に示すＯＦＦ位置からもう一方のＯＮ位置に変位させることができ、それによって出口ポート３５ｃを通しモード切替弁２５にパイロット圧Ｐａ1、Ｐａ2を加え得るようになっている。すなわち、ソレノイド弁３５Ａ、３５Ｂは、コントローラ１００からのモード切替制御信号Ｓｃ1、Ｓｃ2に応じて、前記外部流体供給源およびリザーバ回路のうちいずれか一方側の作動油圧を、パイロット圧Ｐａとしてモード切替弁２５のパイロット圧導入部２５ｈ1、２５ｈ2に供給する切替え操作圧制御手段となっている。

【００２６】

一方、電気式制御弁２２を通るアクチュエータ１０への作動油の供給通路２３および排出通路２８のうち少なくとも一方の通路には、電気式制御弁２２に供給される作動油の流量および供給圧を、外部供給源からの供給量および供給圧よりも増加させるよう制御することができる、内部流体圧供給源４０（内部流体源）が設けられている。

【００２７】

この内部流体圧供給源４０は、作動油圧の排出通路２８を介して前記リザーバ回路側から作動油圧を吸入し加圧して、前記所定供給圧の作動油を供給することができる可変容量型のポンプ４１と、前記外部流体圧供給源からの作動油の圧力Ｐが低下した場合（詳細は後述する）等に、このポンプ４１を駆動制御する電動モータ４２とを有し、給排制御機構２０内の供給通路２３上に、ポンプ４１の吐出口（詳細は図示していない）に連通する内部流体圧供給ポート４３を形成している。

【００２８】

ここで、ポンプ４１は、前記外部流体圧供給源からアクチュエータ１０への作動流体の給排通路のいずれか又は双方に、例えば供給通路２３および排出通路２８に接続されている。このように内部流体圧供給源４０を供給通路２３および排出通路２８に接続することで、自己のアクチュエーションシステム（本実施形態では、並列する複数のアクチュエータをユニット化したシステム）内において、所定供給圧の作動流体をアクチュエータ１０側に供給することができる。

【００２９】

また、ポンプ４１の吐出容量は、外部供給圧Ｐを検出するよう供給通路２３の一部に設置された圧力センサ５１の検出値に基づいて、コントーラ１００によって可変制御され、外部供給圧の低下時（内部供給圧発生時）にのみ吐出容量を増加させ、通常は最低に近い所定容量に抑えられるようになっている。

【００３０】

排出通路２８には、所定の排出圧力に設定されたリリーフ弁６５が設けられており、このリリーフ弁６５は上流側の油圧が設定圧を超えると開弁してリザーバ回路側に作動油を排出するようになっている。

【００３１】

また、ポンプ４１より電気式制御弁２２側の供給通路２３には、アクチュエータ１０への作動流体の給排通路２３、２８に接続され、電気式制御弁２２に所定供給圧の作動流体を選択的に供給する内部流体圧供給源４０を設け、前記外部流体源から所定供給圧Ｐの作動流体を導入する外部供給圧導入ポート２１とは別に、内部流体圧供給源４０からの作動流体を導入する内部供給圧導入ポートを形成するとともに、外部供給圧導入ポート２１および内部流体圧供給ポート４３から電気式制御弁２２に作動流体を供給する。

【００３２】

内部流体圧供給源４０は、また、外部供給圧導入ポート２１から電気式制御弁２２への作動流体の供給を許容する一方、電気式制御弁２２から外部供給圧導入ポート２１側への逆流を阻止する第１逆止弁７１と、内部流体圧供給ポート４３から電気式制御弁２２への作動流体の供給を許容する一方、電気式制御弁２２から内部流体圧供給ポート４３側への

逆流を阻止する第２逆止弁７２とが設けられている。また、内部流体圧供給源４０が、内部流体圧供給ポート４３およびアクチュエータ１０からの作動流体の排出通路２８に接続されたポンプ４１と、このポンプ４１の吸入側および吐出側にそれぞれ接続された吐出側蓄圧器６１および吸入側蓄圧器６２とを備えている。

【００３３】

作動流体の排出通路２８に所定の排出圧力に設定されたリリーフ弁６５を備え、内部流体圧供給源４０が、このリリーフ弁６５との間の排出通路２８からの作動流体を加圧して所定供給圧（低下した外部供給圧より高い所定の圧力）の作動流体を供給するポンプ４１を有している。

【００３４】

外部供給圧導入ポート２１からの作動流体を導入し、モード切替弁２５の制御モードを切り替えるため操作圧を制御する切替え操作圧制御手段３０を設けたものである。

【００３５】

リリーフ弁６５より上流側であってポンプ４１より下流側の排出通路２８には蓄圧器６２が接続されており、リリーフ弁６５および蓄圧器６２によってポンプ４１に一定の前後差圧（背圧）が与えられるようになっている。なお、リリーフ弁６５および蓄圧器６１、６２の内部構成自体は、それぞれ公知のものでるので、前記背圧の設定条件に応じて選定されている。

【００３６】

一方、供給通路２３には、電気式制御弁２２から外部供給圧導入ポート２１側への逆流を阻止する第１逆止弁７１と、内部流体圧供給ポート４３から電気式制御弁２２への作動流体の供給を許容する一方で電気式制御弁２２から内部流体圧供給ポート４３側への逆流を阻止する第２逆止弁７２とが設けられている。

【００３７】

これら第１逆止弁７１と第２逆止弁７２とは、外部供給圧導入ポート２１からの供給圧Ｐが所定値を超える通常の供給圧範囲にあるとき（同時にポンプ４１は所定の内部流体圧を供給していないとき）には、外部供給圧導入ポート２１からの供給圧が内部流体圧供給源４０側に伝わるのを規制して、電気式制御弁２２を介したアクチュエータ１０のＦＢＷ制御を可能にする。また、これら第１逆止弁７１と第２逆止弁７２とは、外部供給圧導入ポート２１からの供給圧Ｐが所定値以下に低下し、ポンプ４１から所定圧の内部流体圧が供給されるときには、その間、外部供給圧導入ポート２１側の逆止弁７１を閉弁させ、ポンプ４１側の逆止弁７２を開弁させて、ポンプ４１側から電気式制御弁２２に所要の作動流体圧を供給する。すなわち、第１逆止弁７１および第２逆止弁７２の向きと供給通路２３上の位置とによって、外部供給圧の低下時にはその低下をポンプ４１で補うようことができるようになっている。

【００３８】

なお、図１において、１５はピストン位置検出手段としての差動変圧器である。差動変圧器１５は、シリンダ１１内に収納された検出コイル部と、ピストン１２の内端部に装着された図示しない鉄芯状の検出コアとで構成されている。

【００３９】

次に、上述したアクチュエーションシステムの動作について説明する。

【００４０】

本システムでは、前記外部流体供給源からの供給圧や供給量が十分に確保された状態では、通常のＦＢＷ制御がなされ、パイロットの操縦負担が軽減される。このＦＢＷ制御モードでは、内部流体圧供給源４０を作動させる必要はなく、モータ４２は回転しない。

【００４１】

一方、何らかの理由により、あるアクチュエータ制御系統において、外部流体供給源からの供給圧や供給量が低下した場合、例えばバイパスモード等への切替えを要するほどではない程度で一系統の圧油供給経路に漏れが発生したようなときには、圧力センサ５１により外部流体供給源からの供給圧をモニタするコントローラ１００側では、外部供給圧導

入ポート２１の低下を補うべく内部流体圧供給源４０を作動させる。すなわち、その外部供給圧が低下した系統におけるアクチュエータ１０の作動流体圧を確保し、飛行安全性を確保する。このとき、ポンプ４１は吐出容量を増加するよう制御され、モータ４２が駆動されて、内部流体圧供給ポート４３の流体圧が所定の流体圧供給レベルに高められる。

【００４２】

この状態においては、ポンプ４１の吸入側および吐出側にそれぞれ接続された吸入側蓄圧器６２および吐出側蓄圧器６１が設けられているので、ポンプの吸入側における一時的（瞬間的）な流量不足を補い、キャビテーションの発生を防止することができる。

【００４３】

このように、本実施形態においては、外部流体源からの供給圧や供給量が低下した場合、内部流体圧供給源４０を作動させてその低下を補うことが可能となり、飛行安全性を確保することができる。また、内部流体圧供給源４０が、内部流体圧供給ポート４３および排出通路２８に接続されたポンプ４１と、そのポンプ４１の吸入側および吐出側に接続する蓄圧器６１、６２とを備えたものであり、ポンプ４１の吸入側における一時的（瞬間的）な流量不足を補い、キャビテーションの発生を防止することができる。

【００４４】

さらに、排出通路２８に所定の排出圧力に設定されたリリーフ弁６５を備え、内部流体圧供給源４０が、リリーフ弁６５との間の排出通路２８からの作動流体を加圧して、所定供給圧の作動流体を供給するポンプ４１を有するのがよい。また、排出通路２８に配したリリーフ弁６５の設定圧に応じて、内部流体圧供給源４０のポンプ４１に一定の背圧を付与することができ、アクチュエータ１０の作動状態に関わりなく、内部流体圧供給源４０による所要の供給圧を適時に発生させることができる。

【００４５】

また、外部供給圧導入ポート２１からの作動流体を導入し、モード切替弁２５による給排制御機構２０の制御モード切替えのための操作圧を制御する切替え操作圧制御手段３０を設けているので、外部流体源からの供給圧の失陥時等に、アクチュエータの動作モードを好ましいモードに切り替えることができる。

【００４６】

なお、上述した各実施形態においては、航空機の舵面制御用アクチュエータとして説明したが、ＦＢＷ制御される他用途の液圧アクチュエータ等であってもよいことはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【００４７】

【図１】本発明の一実施形態に係るアクチュエーションシステムを示すその概略構成図である。

【符号の説明】

【００４８】

１０　アクチュエータ
１１　シリンダ
１２　ピストン
１３、１４　油室
１５　差動変圧器
２０　給排制御機構
２１　外部供給圧導入ポート
２２　電気式制御弁
２３　供給通路
２５　モード切替弁
２５ｈ1、２５ｈ2　パイロット圧導入部
２８　排出通路
３０　操作圧制御手段

３５Ａ、３５Ｂ　ソレノイド弁
４０　内部流体圧供給源
４１　ポンプ
４３　内部流体圧供給ポート
５１　圧力センサ
６１　吐出側蓄圧器
６２　吸入側蓄圧器
６５　リリーフ弁
７１　第１逆止弁
７２　第２逆止弁