

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4365870号
(P4365870)

(45) 発行日 平成21年11月18日(2009.11.18)

(24) 登録日 平成21年8月28日(2009.8.28)

(51) Int.Cl.

F 1

F 1 5 B 9/04 (2006.01)

F 1 5 B 9/04

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-91407 (P2007-91407)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成19年3月30日 (2007.3.30)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2008-249024 (P2008-249024A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成20年10月16日 (2008.10.16)	(74) 代理人	100102864
審査請求日	平成21年3月27日 (2009.3.27)		弁理士 工藤 実
		(74) 代理人	100117617
			弁理士 中尾 圭策
		(72) 発明者	柿野 篤志
			愛知県小牧市大字東田中1200番地 三
			菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム
			製作所内
		(72) 発明者	斉藤 博
			愛知県小牧市大字東田中1200番地 三
			菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム
			製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体圧アクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

出力シリンダと、
 流体圧ポンプと、
 前記流体圧ポンプを駆動する電動モータと、
 斜板制御シリンダと、
 第1出力シリンダ流路と、
 第2出力シリンダ流路と、
 戻り流路と、
 斜板制御流路と、
 シャトル弁と、
 サーボ弁と

を具備し、

前記出力シリンダは、第1出力シリンダ室と、第2出力シリンダ室と、前記第1出力シリンダ室及び前記第2出力シリンダ室の間に配置された出力ピストンを備え、

前記流体圧ポンプは、第1給排口と、第2給排口と、前記流体圧ポンプの吐出容量を変化させる斜板とを備え、

前記第1出力シリンダ流路は、前記第1出力シリンダ室と前記第1給排口とを接続し、

前記第2出力シリンダ流路は、前記第2出力シリンダ室と前記第2給排口とを接続し、

前記戻り流路は、前記流体圧ポンプから漏れた作動流体をアキュムレータに貯え、

前記斜板制御シリンダは、前記第 1 出力シリンダ流路及び前記第 2 出力シリンダ流路の圧力が高い方から作動流体が供給され、前記斜板を駆動し、前記戻り流路に作動流体を排出し、

前記シャトル弁は、前記第 1 出力シリンダ流路及び前記第 2 出力シリンダ流路の圧力が高い方から前記斜板制御流路に作動流体を供給し、

前記斜板制御シリンダは、第 1 斜板制御シリンダ室と、第 2 斜板制御シリンダ室と、前記第 1 斜板制御シリンダ室及び前記第 2 斜板制御シリンダ室の間に配置された斜板制御ピストンと、ばねとを備え、

前記斜板制御ピストンは、前記斜板に接続され、

前記ばねは、前記流体圧ポンプの吐出容量が最大となる方向に前記斜板制御ピストンを付勢し、

前記サーボ弁は、

サーボ弁制御指令に基づいて、第 1 状態と第 2 状態とをとり、

前記第 1 状態において、前記斜板制御流路と前記第 1 斜板制御シリンダ室とを接続し、前記戻り流路と前記第 2 斜板制御シリンダ室とを接続し、

前記第 2 状態において、前記斜板制御流路と前記第 2 斜板制御シリンダ室とを接続し、前記戻り流路と前記第 1 斜板制御シリンダ室とを接続する

流体圧アクチュエータ。

【請求項 2】

制御装置と、

前記出力ピストンの位置を検出してピストン位置検出値を出力する出力ピストン位置センサと、

前記電動モータの回転速度を検出してモータ速度検出値を出力するモータ速度センサと、

前記斜板の斜板角度を検出して斜板角度検出値を出力する斜板角度センサと、

前記出力シリンダの出力を検出して出力検出値を出力する出力センサとを更に具備し、

前記制御装置は、

前記出力ピストンの目標位置を示す出力ピストン位置指令値と前記出力ピストン位置検出値との差分に対応した前記出力ピストンの目標速度を示すピストン速度指令値を生成し

、前記ピストン速度指令値と前記出力検出値とに基づいて前記電動モータの目標回転速度を示すモータ速度指令値を生成し、

前記ピストン速度指令値と前記出力検出値とに基づいて前記斜板の目標斜板角度を示す斜板角度指令値を生成し、

前記モータ速度検出値が前記モータ速度指令値に一致するように前記電動モータに駆動電力を供給し、

前記斜板角度検出値が前記斜板角度指令値に一致するように前記サーボ弁制御指令を出力し、

前記出力検出値が所定の値より小さい場合、前記斜板角度指令値は一定角度を示し、

前記出力検出値が前記所定の値より大きい場合、前記斜板角度指令値は前記一定角度より小さい角度を示し、前記出力検出値が大きいほど前記斜板角度指令値は小さく、

前記斜板角度が大きいとき前記流体圧ポンプの吐出容量が大きく、

前記斜板角度が小さいとき前記流体圧ポンプの吐出容量が小さい

請求項 1 の流体圧アクチュエータ。

【請求項 3】

出力シリンダと、

流体圧ポンプと、

前記流体圧ポンプを駆動する電動モータと、

斜板制御シリンダと、

10

20

30

40

50

第 1 出力シリンダ流路と、
第 2 出力シリンダ流路と、
戻り流路と、
斜板制御流路と、
シャトル弁と、
サーボ弁と、
制御装置と、
出力ピストン位置センサと、
モータ速度センサと、
斜板角度センサと、
出力センサと
を具備し、

前記出力シリンダは、第 1 出力シリンダ室と、第 2 出力シリンダ室と、前記第 1 出力シリンダ室及び前記第 2 出力シリンダ室の間に配置された出力ピストンを備え、

前記流体圧ポンプは、第 1 給排口と、第 2 給排口と、前記流体圧ポンプの吐出容量を変化させる斜板とを備え、

前記第 1 出力シリンダ流路は、前記第 1 出力シリンダ室と前記第 1 給排口とを接続し、

前記第 2 出力シリンダ流路は、前記第 2 出力シリンダ室と前記第 2 給排口とを接続し、

前記戻り流路は、前記流体圧ポンプから漏れた作動流体をアキュムレータに貯え、

前記斜板制御シリンダは、前記第 1 出力シリンダ流路及び前記第 2 出力シリンダ流路の圧力が高い方から作動流体が供給され、前記斜板を駆動し、前記戻り流路に作動流体を排出し、

前記シャトル弁は、前記第 1 出力シリンダ流路及び前記第 2 出力シリンダ流路の圧力が高い方から前記斜板制御流路に作動流体を供給し、

前記斜板制御シリンダは、第 1 斜板制御シリンダ室と、第 2 斜板制御シリンダ室と、前記第 1 斜板制御シリンダ室及び前記第 2 斜板制御シリンダ室の間に配置された斜板制御ピストンを備え、

前記斜板制御ピストンは、前記斜板に接続され、

前記サーボ弁は、

サーボ弁制御指令に基づいて、第 1 状態と第 2 状態とをとり、

前記第 1 状態において、前記斜板制御流路と前記第 1 斜板制御シリンダ室とを接続し、前記戻り流路と前記第 2 斜板制御シリンダ室とを接続し、

前記第 2 状態において、前記斜板制御流路と前記第 2 斜板制御シリンダ室とを接続し、前記戻り流路と前記第 1 斜板制御シリンダ室とを接続し、

前記出力ピストン位置センサは、前記出力ピストンの位置を検出してピストン位置検出値を出力し、

前記モータ速度センサは、前記電動モータの回転速度を検出してモータ速度検出値を出力し、

前記斜板角度センサは、前記斜板の斜板角度を検出して斜板角度検出値を出力し、

前記出力センサは、前記出力シリンダの出力を検出して出力検出値を出力し、

前記制御装置は、

前記出力ピストンの目標位置を示す出力ピストン位置指令値と前記出力ピストン位置検出値との差分に対応した前記出力ピストンの目標速度を示すピストン速度指令値を生成し、

前記ピストン速度指令値と前記出力検出値とに基づいて前記電動モータの目標回転速度を示すモータ速度指令値を生成し、

前記ピストン速度指令値と前記出力検出値とに基づいて前記斜板の目標斜板角度を示す斜板角度指令値を生成し、

前記モータ速度検出値が前記モータ速度指令値に一致するように前記電動モータに駆動電力を供給し、

10

20

30

40

50

前記斜板角度検出値が前記斜板角度指令値に一致するように前記サーボ弁制御指令を出力し、

前記出力検出値が所定の値より小さい場合、前記斜板角度指令値は一定角度を示し、
前記出力検出値が前記所定の値より大きい場合、前記斜板角度指令値は前記一定角度より小さい角度を示し、前記出力検出値が大きいほど前記斜板角度指令値は小さく、
前記斜板角度が大きいとき前記流体圧ポンプの吐出容量が大きく、
前記斜板角度が小さいとき前記流体圧ポンプの吐出容量が小さい
流体圧アクチュエータ。

【請求項 4】

出力シリンダと、
流体圧ポンプと、
前記流体圧ポンプを駆動する電動モータと、
斜板制御シリンダと、
第 1 出力シリンダ流路と、
第 2 出力シリンダ流路と、
戻り流路と、
斜板制御流路と、
シャトル弁と、
サーボ弁と、
制御装置と、
出力ピストン位置センサと、
モータ速度センサと、
斜板角度センサと、
出力センサと

10

を具備し、

前記出力シリンダは、第 1 出力シリンダ室と、第 2 出力シリンダ室と、前記第 1 出力シリンダ室及び前記第 2 出力シリンダ室の間に配置された出力ピストンを備え、

前記流体圧ポンプは、第 1 給排口と、第 2 給排口と、前記流体圧ポンプの吐出容量を変化させる斜板とを備え、

前記第 1 出力シリンダ流路は、前記第 1 出力シリンダ室と前記第 1 給排口とを接続し、
前記第 2 出力シリンダ流路は、前記第 2 出力シリンダ室と前記第 2 給排口とを接続し、
前記戻り流路は、前記流体圧ポンプから漏れた作動流体をアキュムレータに貯え、
前記斜板制御シリンダは、前記第 1 出力シリンダ流路及び前記第 2 出力シリンダ流路の圧力が高い方から作動流体が供給され、前記斜板を駆動し、前記戻り流路に作動流体を排出し、

30

前記シャトル弁は、前記第 1 出力シリンダ流路及び前記第 2 出力シリンダ流路の圧力が高い方から前記斜板制御流路に作動流体を供給し、

前記斜板制御シリンダは、第 1 斜板制御シリンダ室と、前記第 1 斜板制御シリンダ室に作動流体が供給されると第 1 方向に移動する斜板制御ピストンと、前記斜板制御ピストンを前記第 1 方向の反対方向に移動させるばねとを備え、

40

前記斜板制御ピストンは、前記斜板に接続され、

前記斜板制御ピストンが前記第 1 方向に移動すると前記流体圧ポンプの吐出容量が小さくなり、

前記サーボ弁は、

サーボ弁制御指令に基づいて、第 1 状態と第 2 状態とをとり、

前記第 1 状態において、前記斜板制御流路と前記第 1 斜板制御シリンダ室とを接続し、

前記第 2 状態において、前記戻り流路と前記第 1 斜板制御シリンダ室とを接続し、

前記出力ピストン位置センサは、前記出力ピストンの位置を検出してピストン位置検出値を出力し、

前記モータ速度センサは、前記電動モータの回転速度を検出してモータ速度検出値を出

50

力し、

前記斜板角度センサは、前記斜板の斜板角度を検出して斜板角度検出値を出力し、

前記出力センサは、前記出力シリンダの出力を検出して出力検出値を出力し、

前記制御装置は、

前記出力ピストンの目標位置を示す出力ピストン位置指令値と前記出力ピストン位置検出値との差分に対応した前記出力ピストンの目標速度を示すピストン速度指令値を生成し、

前記ピストン速度指令値と前記出力検出値とに基づいて前記電動モータの目標回転速度を示すモータ速度指令値を生成し、

前記ピストン速度指令値と前記出力検出値とに基づいて前記斜板の目標斜板角度を示す斜板角度指令値を生成し、

前記モータ速度検出値が前記モータ速度指令値に一致するように前記電動モータに駆動電力を供給し、

前記斜板角度検出値が前記斜板角度指令値に一致するように前記サーボ弁制御指令を出力し、

前記出力検出値が所定の値より小さい場合、前記斜板角度指令値は一定角度を示し、

前記出力検出値が前記所定の値より大きい場合、前記斜板角度指令値は前記一定角度より小さい角度を示し、前記出力検出値が大きいほど前記斜板角度指令値は小さく、

前記斜板角度が大きいとき前記流体圧ポンプの吐出容量が大きく、

前記斜板角度が小さいとき前記流体圧ポンプの吐出容量が小さい

流体圧アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体圧アクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

従来の流体圧アクチュエータは、ピストンを備えたシリンダと、シリンダに作動流体を給排してピストンを進退動させる流体圧ポンプと、流体圧ポンプを駆動する電動モータとを備えている。流体圧アクチュエータには、斜板の角度を調節することにより吐出容量が変化する流体圧ポンプが好適に用いられる。電動モータの消費電力を少なくするために斜板の角度を小さくなるように制御する技術が知られている。この斜板制御の駆動力として従来はピストンの駆動用とは別の電源や流体圧源等の動力源が用いられていた。

【0003】

例えば、特許文献1は、流体圧ポンプを駆動する電動モータとは別の電動モータが減速機を介して斜板の角度を調節する技術と、流体圧アクチュエータの両端面の圧力差に基づいて吐出容量を小さくする技術とを開示している。

【0004】

特許文献2は、ピストンの目標位置と、ピストンの現在位置と、ピストンの出力とに基づいて、マッピング制御により流体圧ポンプを駆動する電動モータの回転数と斜板の角度とを制御する技術を開示している。

【0005】

【特許文献1】特開2001-295802号公報

【特許文献2】特開2005-240974号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、航空機の操舵システムの小型・軽量化が可能な流体圧アクチュエータを提供することである。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0007】

以下に、（発明を実施するための最良の形態）で使用される番号を用いて、課題を解決するための手段を説明する。これらの番号は、（特許請求の範囲）の記載と（発明を実施するための最良の形態）との対応関係を明らかにするために付加されたものである。ただし、それらの番号を、（特許請求の範囲）に記載されている発明の技術的範囲の解釈に用いてはならない。

【0008】

本発明による流体圧アクチュエータ（100）は、出力シリンダ（3）と、流体圧ポンプ（2）と、前記流体圧ポンプを駆動する電動モータ（1）と、斜板制御シリンダ（5）と、第1出力シリンダ流路（14）と、第2出力シリンダ流路（15）と、戻り流路（16）とを具備する。前記出力シリンダは、第1出力シリンダ室（31）と、第2出力シリンダ室（32）と、前記第1出力シリンダ室及び前記第2出力シリンダ室の間に配置された出力ピストン（33）とを備える。前記流体圧ポンプは、第1給排口（25）と、第2給排口（26）と、前記流体圧ポンプの吐出流量を変化させる斜板（27）とを備える。前記第1出力シリンダ流路は、前記第1出力シリンダ室と前記第1給排口とを接続する。前記第2出力シリンダ流路は、前記第2出力シリンダ室と前記第2給排口とを接続する。前記戻り流路は、前記流体圧ポンプから漏れた作動流体をアキュムレータ（4）に貯える。前記斜板制御シリンダは、前記第1出力シリンダ流路及び前記第2出力シリンダ流路の圧力が高い方から作動流体が供給され、前記斜板を駆動し、前記戻り流路に作動流体を排出する。

【0009】

本発明によれば、流体圧ポンプの発生する圧力により斜板が駆動されるから、斜板を駆動するための動力源を別に設ける必要がない。したがって、流体圧アクチュエータ及びこの流体圧アクチュエータを備えた航空機の操舵システムが小型・軽量化される。

【0010】

本発明による流体圧アクチュエータ（100）は、斜板制御流路（57）と、前記第1出力シリンダ流路及び前記第2出力シリンダ流路の圧力が高い方から前記斜板制御流路に作動流体を供給するシャトル弁（7）と、サーボ弁（6）とを具備することが好ましい。前記斜板制御シリンダは、第1斜板制御シリンダ室（51）と、第2斜板制御シリンダ室（52）と、前記第1斜板制御シリンダ室及び前記第2斜板制御シリンダ室の間に配置された斜板制御ピストン（53）とを備えることが好ましい。前記斜板制御ピストンは、前記斜板に接続されている。前記サーボ弁は、サーボ弁制御指令に基づいて、第1状態と第2状態とをとる。前記サーボ弁は、前記第1状態において、前記斜板制御流路と前記第1斜板制御シリンダ室とを接続し、前記戻り流路と前記第2斜板制御シリンダ室とを接続する。前記サーボ弁は、前記第2状態において、前記斜板制御流路と前記第2斜板制御シリンダ室とを接続し、前記戻り流路と前記第1斜板制御シリンダ室とを接続する。

【0011】

前記斜板制御シリンダは、前記流体圧ポンプの吐出容量が最大となる方向に前記斜板制御ピストンを付勢するばね（54）を備えることが好ましい。

【0012】

本発明による流体圧アクチュエータ（100）は、制御装置（17）と、前記出力ピストンの位置を検出してピストン位置検出値（ L_s ）を出力する出力ピストン位置センサ（8）と、前記電動モータの回転速度を検出してモータ速度検出値（ ω_s ）を出力するモータ速度センサ（9）と、前記斜板の斜板角度（ θ ）を検出して斜板角度検出値（ θ_s ）を出力する斜板角度センサ（10）と、前記出力シリンダの出力を検出して出力検出値（ F_s ）を出力する出力センサ（13）とを具備することが好ましい。前記制御装置は、前記出力ピストンの目標位置を示す出力ピストン位置指令値（ L^* ）と前記出力ピストン位置検出値との差分に対応した前記出力ピストンの目標速度を示すピストン速度指令値（ V^* ）を生成し、前記ピストン速度指令値と前記出力検出値とに基づいて前記電動モータの目標回転速度を示すモータ速度指令値（ ω^* ）を生成し、前記ピストン速度指令値と前記出

力検出値とに基づいて前記斜板の目標斜板角度を示す斜板角度指令値 (θ^*) を生成し、前記モータ速度検出値が前記モータ速度指令値に一致するように前記電動モータに駆動電力 (W) を供給し、前記斜板角度検出値が前記斜板角度指令値に一致するように前記サーボ弁制御指令を出力することが好ましい。

【0013】

前記出力検出値が所定の値 (F_{SX}) より小さい場合、前記出力検出値の大小にかかわらず前記斜板角度指令値は一定角度 (θ^*_{MAX}) を示すことが好ましい。前記出力検出値が前記所定の値より大きい場合、前記斜板角度指令値は前記一定角度より小さい角度を示し、前記出力検出値が大きいほど前記斜板角度指令値は小さいことが好ましい。前記斜板角度が大きいとき前記流体圧ポンプの吐出容量が大きい。前記斜板角度が小さいとき前記流体圧ポンプの吐出容量が小さい。

10

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、航空機の操舵システムの小型・軽量化が可能な流体圧アクチュエータが提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

添付図面を参照して、本発明による流体圧アクチュエータを実施するための最良の形態を以下に説明する。

【0016】

20

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る流体圧アクチュエータ100のブロック図を示している。流体圧アクチュエータ100は、電動モータ1と、流体圧ポンプ2と、出力シリンダ3と、斜板制御シリンダ5と、サーボ弁6と、シャトル弁7と、出力ピストン位置センサ8と、モータ速度センサ9と、斜板角度センサ10と、二つのリリーフ弁12と、出力センサ13と、第1出力シリンダ流路14と、第2出力シリンダ流路15と、戻り流路16と、制御装置17と、第1斜板制御流路55と、第2斜板制御流路56と、第3斜板制御流路57と、第4斜板制御流路58とを備えている。

【0017】

出力シリンダ3は、第1出力シリンダ室31と、第2出力シリンダ室32と、第1出力シリンダ室31及び第2出力シリンダ室32の間に配置された出力ピストン33とを備えている。出力ピストン33は、作動流体が第1出力シリンダ室31に供給され、第2出力シリンダ室32から排出されると図中右方向に移動する。出力ピストン33は、作動流体が第2出力シリンダ室32に供給され、第1出力シリンダ室31から排出されると反対の図中左方向に移動する。作動流体は、例えば、油である。

30

【0018】

流体圧ポンプ2は、第1給排口25と、第2給排口26と、流体圧ポンプ2の吐出容量を変化させる斜板27とを備えている。電動モータ1は、流体圧ポンプ2を駆動する。電動モータ1が第1方向に回転すると、流体圧ポンプ2は第2給排口26から吸い込んだ作動流体を第1給排口25から吐き出す。電動モータ1が第1方向の反対の第2方向に回転すると、流体圧ポンプ2は第1給排口25から吸い込んだ作動流体を第2給排口26から吐き出す。斜板27は、流体圧ポンプ2が発生する圧力により駆動される。斜板27を駆動するための別の動力源が不要であるため、流体圧アクチュエータ100の小型・軽量化が図られる。したがって、流体圧アクチュエータ100は、航空機や宇宙船に搭載するために好適である。

40

【0019】

第1出力シリンダ流路14は、第1給排口25と第1出力シリンダ室31とを接続している。第2出力シリンダ流路15は、第2給排口26と第2出力シリンダ室32とを接続している。戻り流路16は、流体圧ポンプ2から漏れた作動流体を戻り流路16に接続されたアキュムレータ4に貯える。アキュムレータ4に貯えられた作動流体は、戻り流路1

50

6の圧力が第1出力シリンダ流路14の圧力を超えた時、一のチェック弁11を介して第1出力シリンダ流路14に戻される。アキュムレータ4に貯えられた作動流体は、戻り流路16の圧力が第2出力シリンダ流路15の圧力を超えた時、他のチェック弁11を介して第2出力シリンダ流路15に戻される。二つのリリーフ弁12の一方は、第1出力シリンダ流路14の圧力が一定値を超えた場合に第1出力シリンダ流路14から第2出力シリンダ流路15に作動流体を逃がす。二つのリリーフ弁12の他方は、第2出力シリンダ流路15の圧力が一定値を超えた場合に第2出力シリンダ流路15から第1出力シリンダ流路14に作動流体を逃がす。

【0020】

斜板制御シリンダ5は、第1シリンダ室51と、第2シリンダ室52と、第1シリンダ室51及び第2シリンダ室52の間に配置されたピストン53と、ばね54とを備えている。ピストン53は、斜板27に接続されている。ピストン53は、作動流体が第1シリンダ室51に供給され、第2シリンダ室52から排出されると、図中下方向に移動する。ピストン53は、作動流体が第2シリンダ室52に供給され、第1シリンダ室51から排出されると、反対の図中上方向に移動する。ばね54は、ピストン53を図中上方向に付勢している。

10

【0021】

ピストン53が図中上方向に移動すると流体圧ポンプ2の吐出容量が大きくなる。ピストン53が図中下方向に移動すると流体圧ポンプ2の吐出容量が小さくなる。

【0022】

20

第1斜板制御流路55は、第1シリンダ室51とサーボ弁6とを接続している。第2斜板制御流路56は、第2シリンダ室52とサーボ弁6とを接続している。第3斜板制御流路57は、シャトル弁7とサーボ弁6とを接続している。第4斜板制御流路58は、戻り流路16とサーボ弁6とを接続している。シャトル弁7は、第1出力シリンダ流路14及び第2出力シリンダ流路15の圧力が高い方から第3斜板制御流路57に作動流体を供給する。

【0023】

制御装置17は、サーボ弁制御指令Sをサーボ弁6に出力し、駆動電力Wを電動モータ1に供給する。出力ピストン33の目標位置を示すピストン位置指令値L*が制御装置17に入力される。出力ピストン位置センサ8は、出力ピストン33の位置を検出しピストン位置検出値Lsを制御装置17に出力する。モータ速度センサ9は、電動モータ1の回転速度を検出しモータ速度検出値 ωs を制御装置17に出力する。斜板角度センサ10は、ピストン53の位置に基づいて斜板角度検出値 θs を制御装置17に出力する。出力センサ13は、第1出力シリンダ室31と第2出力シリンダ室32との圧力差から出力ピストン33の出力を検出し出力検出値Fsを制御装置17に出力する。

30

【0024】

サーボ弁6は、サーボ弁制御指令Sに基づいて第1状態乃至第3状態をとる。

【0025】

第1状態において、サーボ弁6は、第1斜板制御流路55と第3斜板制御流路57とを接続し、第2斜板制御流路56と第4斜板制御流路58とを接続する。第1状態において、第1出力シリンダ流路14内の圧力と第2出力シリンダ流路15内の圧力の高い方の圧力PHと戻り流路16内の圧力P16との圧力差 $PH - P16$ が、ばね54がピストン53を付勢する付勢力F54より大きい場合、作動流体が第3斜板制御流路57から第1斜板制御流路55を経由して第1シリンダ室51に供給され、第2シリンダ室52内の作動流体が第2斜板制御流路56及び第4斜板制御流路58を経由して戻り流路16に排出される。その結果、ピストン53が図中下方向に移動して流体圧ポンプ2の吐出容量が小さくなる。圧力差 $PH - P16$ が付勢力F54より小さい場合、ピストン53が図中下方向に移動することがばね54によって妨げられる。ピストン53が図中下方向の端位置にあるとき、流体圧ポンプ2の吐出容量は最小である。

40

【0026】

50

第2状態において、サーボ弁6は、第1斜板制御流路55と第4斜板制御流路58とを接続し、第2斜板制御流路56と第3斜板制御流路57とを接続する。第2状態において、圧力差 $P_H - P_{16}$ と付勢力 F_{54} がピストン53に加わり、作動流体が第3斜板制御流路57から第2斜板制御流路56を経由して第2シリンダ室52に供給され、第1シリンダ室51内の作動流体が第1斜板制御流路55及び第4斜板制御流路58を経由して戻り流路16に排出される。その結果、ピストン53が図中上方向に移動して流体圧ポンプ2の吐出容量が大きくなる。ピストン53が図中上方向の端位置にあるとき、流体圧ポンプ2の吐出容量は最大である。

【0027】

第3状態において、サーボ弁6は、第1斜板制御流路55、第2斜板制御流路56、第3斜板制御流路57及び第4斜板制御流路58の全てを塞ぐ。その結果、ピストン53は、第1シリンダ室51内の作動流体がピストン53に作用させる図中下向きの力と、第2シリンダ室52内の作動流体及びばね54がピストン53に作用させる図中上向きの力とが釣り合う位置で停止する。

【0028】

図2は、流体圧アクチュエータ100の断面図を示している。流体圧ポンプ2は、シリンダブロック21と、弁板24とを備えている。シリンダブロック21は、複数のシリンダ室22と、複数のシリンダ室22の各々の容積を増減させるポンプピストン23とを備えている。ポンプピストン23は、斜板27と接触状態を保つように構成されている。電動モータ1は、シリンダブロック21を回転軸まわりに弁板24に対して回転する。弁板24は、第1給排口25と第2給排口26とを備えている。第1給排口25及び第2給排口26は、図3に示すように、回転軸に対して180度回転対称となるように形成されている。複数のシリンダ室22は、図4に示すように、回転軸を中心とする円周上に等角度間隔で配置されている。シリンダブロック21と弁板24との間には隙間が設けられている。シリンダ室22と、第1給排口25及び第2給排口26とは隙間を介して回転軸方向に対向する。電動モータ1がシリンダブロック21を回転すると、ポンプピストン23は斜板27が回転軸に対して傾いているために回転軸方向に進退する。ポンプピストン23の進退の1周期は、シリンダブロック21の1回転に対応している。ポンプピストン23の進退により、シリンダ室22の容積が増減する。第1給排口25は、電動モータ1が第1方向に回転しているときに容積が減少中のシリンダ室22と対向するように設けられている。第2給排口26は、電動モータ1が第1方向に回転しているときに容積が増加中のシリンダ室22と対向するように設けられている。この場合、電動モータ1が第2方向に回転すると、第1給排口25は容積が増加中のシリンダ室22と対向し、第2給排口26は容積が減少中のシリンダ室22と対向する。図中の θ は、斜板角度を示している。斜板角度 θ は、斜板27がシリンダブロック21の回転軸に垂直なときに0度である。斜板角度 θ が大きいとき、流体圧ポンプ2の吐出容量が大きい。斜板角度 θ が小さいとき、流体圧ポンプ2の吐出容量が小さい。斜板制御シリンダ5が備えるピストン53は斜板27に接続されている。斜板制御シリンダ5は、斜板角度 θ を変化させる。斜板角度センサ10は、ピストン53の位置に基づいて斜板角度 θ を検出し斜板角度検出値 θ_s を出力する。

【0029】

図5は、制御装置17のブロック図を示している。制御装置17は、減算器61と、ピストン速度指令値生成部62と、モータ速度指令値生成部63と、モータ速度制御部64と、斜板角度指令値生成部65と、斜板角度制御部66とを備えている。減算器61は、ピストン位置指令値 L^* とピストン位置検出値 L_s との差分($L^* - L_s$)を演算してピストン速度指令値生成部62に出力する。ピストン速度指令値生成部62は、所定の制御則に従い、差分($L^* - L_s$)に対応した出力ピストン33の目標速度を示すピストン速度指令値 V^* をモータ速度指令値生成部63と斜板角度指令値生成部65とに出力する。モータ速度指令値生成部63は、ピストン速度指令値 V^* 及び出力検出値 F_s に基づいて電動モータ1の目標回転速度を示すモータ速度指令値 ω^* を生成しモータ速度制御部64に出力する。モータ速度制御部64は、モータ速度検出値 ω_s がモータ速度指令値 ω^* に

一致するように駆動電力Wを電動モータ1に供給する。斜板角度指令値生成部65は、ピストン速度指令値V*及び出力検出値Fsに基づいて斜板角度θの目標角度を示す斜板角度指令値θ*を生成し斜板角度制御部66に出力する。斜板角度制御部66は、斜板角度検出値θsが斜板角度指令値θ*に一致するようにサーボ弁制御指令Sをサーボ弁6に出力する。

【0030】

図6は、モータ速度指令値生成部63及び斜板角度指令値生成部65がピストン速度指令値V*及び出力検出値Fsに基づいてモータ速度指令値ω*と斜板角度指令値θ*とを生成する規則の一例を示すグラフである。図6には、曲面Aが示されている。曲面Aは、ピストン速度指令値V*及び出力検出値Fsの組に対してモータ速度指令値ω*及び斜板

10

$$\theta^* = F(Fs, V^*)$$

を規定している。また、曲面Aは、複数の領域から構成されている。各々の領域について異なるモータ速度指令値ω*が対応付けられている。すなわち、曲面Aは、

$$\omega^* = G(Fs, V^*)$$

を規定している。

【0031】

流体圧アクチュエータ100に速い動作速度と低い消費電力の両方を求める場合、原則として以下の関係が成り立つことが好ましい。

$$F(Fs1, V^*) > F(Fs2, V^*),$$

$$F(Fs, V^*1) < F(Fs, V^*2),$$

$$G(Fs1, V^*) < G(Fs2, V^*),$$

$$G(Fs, V^*1) < G(Fs, V^*2),$$

ここで、FsとしてのFs1及びFs2、V*としてのV*1及びV*2について、

$$Fs1 < Fs2,$$

$$V^*1 < V^*2$$

である。

【0032】

ただし、

$$0 < Fs1 < Fs2 < FsX$$

の場合については、

$$F(Fs1, V^*) = F(Fs2, V^*) = \theta^*MAX$$

であることが好ましい。ここで、FsXは所定の値、θ*MAXは斜板角度指令値θ*の最大値である。出力ピストン33の出力が小さい場合、斜板27の制御に必要な圧力を確保できないために斜板角度指令値θ*を最大値にする。また、出力ピストン33の出力が小さい場合の速い動作速度も得られる。θ*MAXは、斜板角度θの最大値を示す。

【0033】

本実施形態においては、流体圧ポンプ2の吐出容量が調節可能である。吐出容量を小さくした場合、少ない消費電力で出力ピストン33に作用する外力に抗して出力ピストン33を一定位置に保持することが可能である。吐出容量を大きくした場合、出力ピストン33を高速で移動することが可能である。

40

【0034】

本実施形態においては、流体圧ポンプ2が備える斜板27は流体圧ポンプ2が発生する圧力により駆動される。斜板27を駆動するための別の動力源が不要であるため、流体圧アクチュエータ100の小型・軽量化が図られる。したがって、流体圧アクチュエータ100は、航空機や宇宙船に搭載するために好適である。

【0035】

本実施形態においては、サーボ弁6が故障して状態の変更ができない場合であっても、ばね54によって流体圧ポンプ2の吐出容量が大きい値に保持される。このことは、サーボ弁6の故障時における出力ピストン33の応答性劣化を回避できる。したがって、流体

50

圧アクチュエータ１００は、航空機の操舵用に好適である。

【００３６】

（第２の実施形態）

図７は、本発明の第２の実施形態に係る流体圧アクチュエータ１００'のブロック図を示している。流体圧アクチュエータ１００'は、第１の実施形態に係る流体圧アクチュエータ１００の斜板制御シリンダ５が斜板制御シリンダ５'で置き換えられ、サーボ弁６がサーボ弁６'で置き換えられ、第１斜板制御流路５５が第１斜板制御流路５５'で置き換えられ、第２斜板制御流路５６が取り除かれ、第３斜板制御流路５７が第３斜板制御流路５７'で置き換えられ、第４斜板制御流路５８が第４斜板制御流路５８'で置き換えられたものである。斜板制御シリンダ５'は、第１シリンダ室５１'と、第１シリンダ室５１'に配置されたピストン５３'と、ばね５４'を備えている。ピストン５３'は、斜板２７に接続されている。第１斜板制御流路５５'は、第１シリンダ室５１'とサーボ弁６'とを接続している。第３斜板制御流路５７'は、シャトル弁７とサーボ弁６'とを接続している。第４斜板制御流路５８'は、戻り流路１６とサーボ弁６'とを接続している。斜板角度センサ１０は、ピストン５３'の位置に基づいて斜板角度検出値 θ_s を検出する。

【００３７】

ピストン５３'は、作動流体が第１シリンダ室５１'に供給されると、図中下方向に移動する。このとき、ピストン５３'は、ばね５４'を収縮させる。第１シリンダ室５１'から作動流体が排出されると、ばね５４'が伸長してピストン５３'を図中上方向に移動させる。

【００３８】

サーボ弁６'は、サーボ弁制御指令Ｓに基づいて第１状態乃至第３状態をとる。

【００３９】

第１状態において、サーボ弁６'は、第１斜板制御流路５５'と第３斜板制御流路５７'とを接続し、第４斜板制御流路５８'を塞ぐ。第１状態において、第１出力シリンダ流路１４内の圧力と第２出力シリンダ流路１５内の圧力の高い方の圧力 P_H が、ばね５４'がピストン５３'を図中上方向へ移動させる反力 F_{54} より大きい場合、作動流体が第３斜板制御流路５７'から第１斜板制御流路５５'を経由して第１シリンダ室５１'に供給される。その結果、ピストン５３'が図中下方向に移動して流体圧ポンプ２の吐出容量が小さくなる。

【００４０】

第２状態において、サーボ弁６'は、第１斜板制御流路５５'と第４斜板制御流路５８'とを接続し、第３斜板制御流路５７'を塞ぐ。第２状態において、ばね５４'が反力によりピストン５３'を図中上方向へ移動させる。その結果、第１シリンダ室５１'内の作動流体が第１斜板制御流路５５'及び第４斜板制御流路５８'を経由して戻り流路１６に排出される。

【００４１】

第３状態において、サーボ弁６'は、第１斜板制御流路５５'、第３斜板制御流路５７'及び第４斜板制御流路５８'の全てを塞ぐ。その結果、ピストン５３'は、第１シリンダ室５１'内の作動流体がピストン５３'に作用させる図中下向きの力とばね５４'がピストン５３'に作用させる図中上向きの力とが釣り合う位置で停止する。

【００４２】

本実施形態においては、流体圧ポンプ２が備える斜板２７は流体圧ポンプ２が発生する圧力により駆動される。斜板２７を駆動するための別の動力源が不要であるため、流体圧アクチュエータ１００'の小型・軽量化が図られる。したがって、流体圧アクチュエータ１００'は、航空機や宇宙船に搭載するために好適である。

【００４３】

本実施形態においては、サーボ弁６'が故障して状態の変更ができない場合であっても、ばね５４'によって流体圧ポンプ２の吐出容量が大きい値に保持される。このことは、サーボ弁６'の故障時における出力ピストン３３の応答性劣化を回避できる。したがって

、流体圧アクチュエータ１００’は、航空機の操舵用に好適である。

【図面の簡単な説明】

【００４４】

【図１】図１は、本発明の第１の実施形態に係る流体圧アクチュエータのブロック図を示している。

【図２】図２は、流体圧アクチュエータの断面図を示している。

【図３】図３は、図２のＡ－Ａ’切断線における断面図を示している。

【図４】図４は、図２のＢ－Ｂ’切断線における断面図を示している。

【図５】図５は、流体圧アクチュエータが備える制御装置のブロック図を示している。

【図６】図６は、第１の実施形態に係る制御則を示すグラフである。

10

【図７】図７は、本発明の第２の実施形態に係る流体圧アクチュエータのブロック図を示している。

【符号の説明】

【００４５】

１００、１００’…流体圧アクチュエータ

１…電動モータ

２…流体圧ポンプ

３…出力シリンダ

４…アキュムレータ

５、５’…斜板制御シリンダ

20

６、６’…サーボ弁（電気油圧サーボ弁）

７…シャトル弁

８…出力ピストン位置センサ

９…モータ速度センサ

１０…斜板角度センサ

１１…チェック弁

１２…リリーフ弁

１３…出力センサ

１４…第１出力シリンダ流路

１５…第２出力シリンダ流路

30

１６…戻り流路

１７…制御装置

２１…シリンダブロック

２２…シリンダ室

２３…ポンプピストン

２４…弁板

２５…第１給排口

２６…第２給排口

２７…斜板

３１…第１出力シリンダ室

40

３２…第２出力シリンダ室

３３…出力ピストン

５１、５１’…第１シリンダ室

５２…第２シリンダ室

５３、５３’…ピストン

５４、５４’…ばね

５５、５５’…第１斜板制御流路

５６…第２斜板制御流路

５７、５７’…第３斜板制御流路

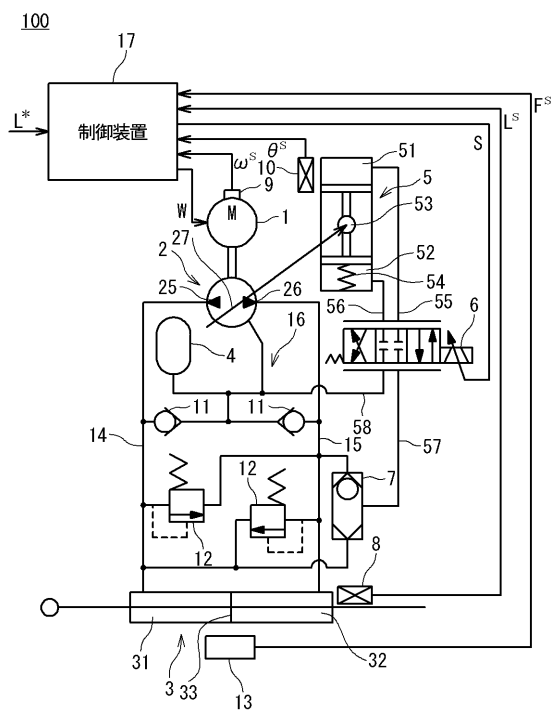
５８、５８’…第４斜板制御流路

50

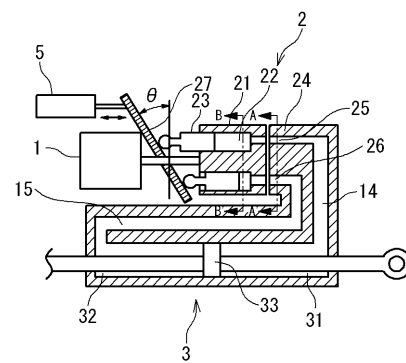
6 1 …減算器
6 2 …ピストン速度指令値生成部
6 3 …モータ速度指令値生成部
6 4 …モータ速度制御部
6 5 …斜板角度指令値生成部
6 6 …斜板角度制御部
L * …ピストン位置指令値
L s …ピストン位置検出値
V * …ピストン速度指令値
F s …出力検出値
 ω * …モータ速度指令値
 ω s …モータ速度検出値
W …駆動電力
 θ * …斜板角度指令値
 θ s …斜板角度検出値
S …サーボ弁制御指令

10

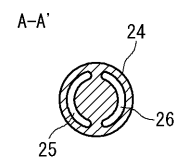
【図 1】



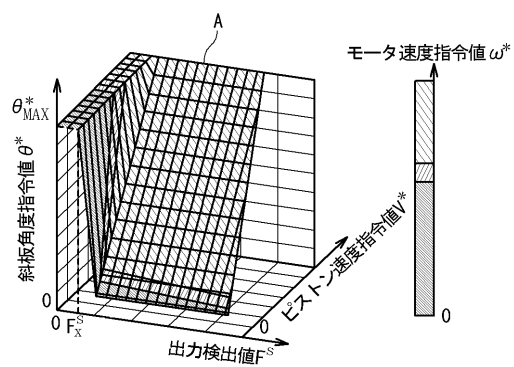
【図 2】



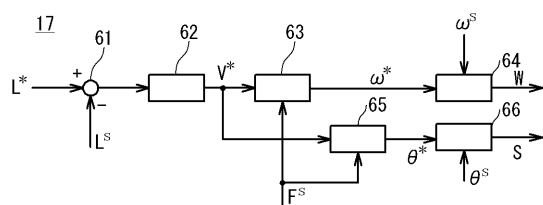
【図 3】



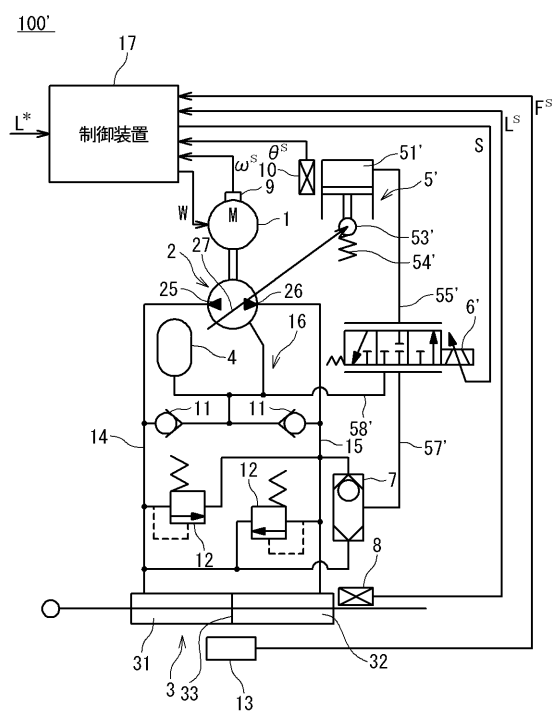
【図 6】



【図 5】



【图 7】



フロントページの続き

(72)発明者 川崎 健太

愛知県小牧市大字東田中1200番地 三菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム製作所内

(72)発明者 岡 崇

愛知県小牧市大字東田中1200番地 三菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム製作所内

審査官 久保 竜一

(56)参考文献 特開平08-326705 (JP, A)

特開2006-300187 (JP, A)

特開2005-036870 (JP, A)

特開2005-240974 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F15B 9/04

F15B 11/00-11/22

F04B 49/00-51/00