

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5606044号
(P5606044)

(45) 発行日 平成26年10月15日(2014.10.15)

(24) 登録日 平成26年9月5日(2014.9.5)

(51) Int.Cl. F 1
F 1 5 B 11/00 (2006.01) F 1 5 B 11/00 E

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-257410 (P2009-257410)	(73) 特許権者	000183369
(22) 出願日	平成21年11月10日 (2009.11.10)		住友精密工業株式会社
(65) 公開番号	特開2011-102604 (P2011-102604A)		兵庫県尼崎市扶桑町1番10号
(43) 公開日	平成23年5月26日 (2011.5.26)	(73) 特許権者	000002059
審査請求日	平成24年10月31日 (2012.10.31)		シンフォニアテクノロジー株式会社
			東京都港区芝大門一丁目1番30号
		(74) 代理人	110001553
			アセンド特許業務法人
		(74) 代理人	100103481
			弁理士 森 道雄
		(74) 代理人	100134957
			弁理士 松永 英幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スナビング性に優れた電気油圧式アクチュエータ、およびそれに用いる駆動装置、並びにそれに用いる制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリンダ式のアクチュエータ本体と、
前記アクチュエータ本体のシリンダ内を摺動するピストンロッドを有するピストンと、
モータと、
前記モータの回転に応じて流体を供給するポンプと、
前記ピストンがシリンダボトムまたはグラウンドナットに近づいた際に、当該ピストンが他に位置する場合に比べ、前記シリンダの流出側流路の面積を狭くし流体の出量を少なく調整するスナビング機構と、

前記ピストンの運動に応じて生ずる体積差に対応する流体の供給量を調整するリザーバと、

前記モータの電流値および回転数からモータに作用する負荷トルクを算出し且つ算出したモータに作用する負荷トルクに応じて前記モータの回転数を制御する制御手段とを有し、

前記制御手段が、前記モータの負荷トルクが一定の値を超える場合に、前記ピストンがストロークエンドに至るまで前記モータの回転を低回転数に制御し、

航空機の脚揚降に用いられることを特徴とするスナビング性に優れた電気油圧式アクチュエータ。

【請求項2】

ピストンがシリンダボトムまたはグラウンドナットに近づいた際に、当該ピストンが他

10

20

に位置する場合に比べ、前記シリンダの流出側流路の面積を狭くし流体の出量を少なく調整するスナッピング機構を備えるアクチュエータに用いられる駆動装置であって、

ピストンによって二つの油室に区分けされるシリンダの各油室に流体を供給するポンプを駆動するモータと、

前記モータの電流値および回転数からモータに作用する負荷トルクを算出し且つ算出したモータに作用する負荷トルクに応じて前記モータの回転数を制御するコントローラと、
からなり、

前記コントローラが、前記モータに作用する負荷トルクが一定の値を超える場合に、前記ピストンがストロークエンドに至るまで前記モータの回転を低回転数に制御し、

航空機の脚揚降に用いられることを特徴とするスナッピング性に優れた電気油圧式アクチュエータの駆動装置。

10

【請求項3】

シリンダ式のアクチュエータ本体と、

前記アクチュエータ本体のシリンダ内を摺動するピストンロッドを有するピストンと、
モータと、

前記モータの回転に応じて流体を供給するポンプと、

前記モータの電流値および回転数からモータの負荷トルクを算出しかつ前記モータの回転を制御するコントローラと、

前記ピストンがシリンダボトムまたはグラウンドナットに近づいた際に、当該ピストンが他に位置する場合に比べ、前記シリンダの流出側流路の面積を狭くし流体の出量を少なく調整するスナッピング機構と、

20

前記ピストンの運動に応じて生ずる体積差に対応する流体の供給量を調整するリザーバとを備える、航空機の脚揚降に用いられる電気油圧式アクチュエータに適用され、

前記コントローラにより算出される負荷トルクに応じて前記モータの回転数を制御するに際し、前記コントローラにより算出される負荷トルクが一定の値を超える場合に、前記ピストンがストロークエンドに至るまで前記モータの回転を低回転数に制御することを特徴とする電気油圧式アクチュエータのスナッピング制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、モータとポンプとアクチュエータを一体化した電気油圧式アクチュエータ（EHA：Electro Hydrostatic Acuator）、およびそれに用いる駆動装置、並びにそれに用いる制御方法に関し、さらに詳しくは、航空機の脚揚降時の脚上げ位置および脚下げ位置における衝撃緩和を目的とするスナッピング機能に優れた電気油圧式アクチュエータ、およびそれに用いる駆動装置、並びにそれに用いる制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、航空機では油圧供給システムを装備し、その油圧力を利用してアクチュエータによる脚の揚降を行っている。脚揚降用アクチュエータの場合、脚上げ位置および脚下げ位置におけるピストンとシリンダの衝突による衝撃の緩和を目的として、ピストンの作動速度を減速させるスナッピング機構が設けられている。

40

【0003】

上記のスナッピング機構には、ピストンがシリンダボトムまたはグラウンドナットの近づいた際に、管路を狭くすること等によりシリンダへの流体の出量を少なくして、ピストンの作動速度を減速させるものがある。この場合、一時的に流体の出量を少なくするためアクチュエータに流入する流体が高圧となり機器の破損等が起こるのを防止するために、油圧回路内にリリーフ弁等を配置して、アクチュエータに流入する流体の圧力を一定以下に保持している。

【0004】

50

例えば、特許文献 1 には、航空機ランディングギア等に使用される油圧シリンダに関し、シリンダボトムから所要ストローク間を移動できるスナッピングピストンを配置して緩衝用油室を形成し、ピストン伸長時に所定量の流体を、オリフィスを介して緩衝用油室に導入し、圧縮時にピストンがスナッピングピストンに当接した際に、オリフィスを通して所定量の流体を排出することで、シリンダへの流体の出入量を少なくして、ピストンの作動速度を減速制御する油圧シリンダが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 08 - 61310 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

図 1 は、従来のシリンダ式アクチュエータに採用されるスナッピング機構の一例を説明するアクチュエータのアニュラス側とピストン部の詳細断面図である。同図に示すシリンダ式アクチュエータは、シリンダ 4 と、シリンダ 4 内を摺動するピストン 2 と、グランドナット 3 から構成されている。ピストン 2 には、ピストン 2 とシリンダ 4 との隙間から流体が漏れないようにシール 15 が配置されている。また、スナッピング動作中のシリンダへの流体の出入量を調整するために、スナパーリング 14 およびスナパーリング 16 が配置されている。シリンダ 4 は、アニュラス側油室 11 と、ボア側油室 12 と、圧縮側流路入口 26 と、図示していないが延伸側流路入口 27 とを備えている。

20

【0007】

上記図 1 に示すシリンダ式アクチュエータを用いた油圧システムには、いずれも図示しないが、流体を吐出するポンプと、ポンプを回転させるモータと、ピストン 2 の運動に応じて生ずる体積差に対応する流体の供給量を調整するリザーバと、アクチュエータに流入する油圧を一定圧力以下に制限するリリーフ弁とをアクチュエータ外に備えている。

【0008】

まず、ピストン 2 が延伸（白抜き矢印）する場合の、シリンダ式アクチュエータの動作について説明する。モータによりポンプが回転すると、ボア側油室 12 に流体が流入する。ボア側油室 12 に十分に流体が供給され、ピストン 2 が延伸側に移動する。ピストン 2 が延伸側に移動すると、アニュラス側油室 11 の流体が、圧縮側流路入口 26 から流出する。

30

【0009】

次に、ピストン 2 が圧縮（黒抜き矢印）する場合の、シリンダ式アクチュエータの動作について説明する。延伸する場合と反対方向にモータが回転すると、ポンプから吐出された流体は、アニュラス側油室 11 に流入する。アニュラス側油室 11 に十分に流体が供給され、ピストン 2 が圧縮側に移動する。ピストン 2 が圧縮側に移動すると、ボア側油室 12 の流体がシリンダ 4 から流出する。

【0010】

さらに、上記図 1 に基づいて、スナッピング機構の動作について説明する。ピストン 2 が延伸し、グランドナット 3 の近傍になると、ピストン 2 が圧縮側流路入口 26 を覆う形となる。このとき、ピストン 2 の移動にともなって、スナパーリング 14 は、ピストン 2 の溝のシリンダボトム側の側面 2d に押されて移動する。スナパーリング 14 は円筒上にスリットが入った構造となっており、スリット部の面積は圧縮側流路入口 26 の開口部の面積よりも狭いので、アニュラス側油室 11 からスナパーリング 14 を通じて圧縮側流路入口 26 への流体の流出速度は低減される。これにより、ピストン 2 が延伸する場合において、ピストン 2 がグラウンドナット近傍においてピストンの作動速度が減速することとなり、スナッピング機能が実現される。

40

【0011】

このように、従来のシリンダ式アクチュエータは、ピストンの運動に応じてシリンダの

50

流体の出入量を調整することによりスナッピング機構を実現しているため、以下の問題がある。

【0012】

スナッピング機構が作動している間、シリンダへの流体の出入量は低減される。一方、モータは一定の回転数で回転するため、ポンプからは一定量の流体が吐出される。このため、シリンダへの流体の出入量が低減され、余剰となる流体は油圧回路を循環する。したがって、余剰となる流体が油圧回路を循環することにより、不要なエネルギーが発生し、エネルギー損失が顕著となる。燃費管理が重要な航空機の運行において、このようなエネルギー損失は問題である。

【0013】

また、スナッピング機構が作動中に余剰となる流体が油圧回路を循環する場合、油圧回路を循環する流体は、ポンプによる昇圧と油圧回路内に設置されたりリーフ弁による降圧を繰り返す。この昇圧と降圧による体積変化の仕事は熱エネルギーに変換されるため、スナッピング機構が作動中、油圧回路内の流体は徐々に温度が上昇していくこととなる。

【0014】

流体が徐々に温度上昇すると、機器の温度も上昇し、それに伴って機器の破損を引き起こすおそれがある。また、流体の温度が上昇すると、流体の体積が膨張することから、リザーバ等の破損を引き起こすことも懸念される。

【0015】

また、余剰となる流体が油圧回路を循環することは、コントローラおよびモータにおいて不要な仕事をしていることになり、このときの作動に伴う発熱によりコントローラおよびモータが温度上昇し、破損するおそれがある。

【0016】

一方、電気油圧式アクチュエータとした場合は、ポンプの回転数の制御をストロークに応じて自在に変更することができ、スナッピングに優れ、エネルギー効率を改善したアクチュエータを構成することが可能であるが、アクチュエータのストローク位置を検知するためのセンサを設置する必要があり、構成が複雑かつ重量増加をまねくことになる。

【0017】

本発明は、上述した問題に鑑みてなされたものであり、アクチュエータのストローク位置を検知するためのセンサを設置することなしに、ピストンとシリンダの衝突による衝撃を緩和するとともに、スナッピング動作中のエネルギー効率を改善し、流体の温度上昇によるアクチュエータの破損を防止したスナッピング性に優れたアクチュエータを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明者らは、上記課題を解決するため、スナッピング機構が作動している間の電気油圧式アクチュエータ内の変化を観察した結果、スナッピング機構が作動していないときと比べ、スナッピング機構が作動している間は、モータの負荷トルクが大きくなる特性があることを知得した。

【0019】

そこで、電気油圧式アクチュエータの構成部品であるモータの電流値および回転数からモータに作用する負荷トルクをコントローラにおいて算出し、モータに作用する負荷トルクに応じてモータの回転数を制御することにより、ポンプから吐出する流体の量を調整すれば、ピストンとシリンダの衝突による衝撃を緩和できるとともに、スナッピング動作中のエネルギー効率を改善し、流体の温度上昇による機器の破損を防止したスナッピング性に優れた電気油圧式アクチュエータが簡易に実現可能である。

【0020】

また、モータの負荷トルクに応じてモータの回転数を制御することは、コントローラおよびモータの発熱を抑えることもでき、これらの機器の破損を防止することができる。

【0021】

10

20

30

40

50

本発明は、上記の知見に基づいて完成したものであり、下記(1)の電気油圧式アクチュエータ、および(2)の電気油圧式アクチュエータの駆動装置、並びに(3)の電気油圧式アクチュエータのスナッピング制御方法を要旨としている。

(1) シリンダ式のアクチュエータ本体と、前記アクチュエータ本体のシリンダ内を摺動するピストンロッドを有するピストンと、モータと、前記モータの回転に応じて流体を供給するポンプと、前記ピストンがシリンダボトムまたはグラウンドナットに近づいた際に、当該ピストンが他に位置する場合に比べ、前記シリンダの流出側流路の面積を狭くし流体の出量を少なく調整するスナッピング機構と、前記ピストンの運動に応じて生ずる体積差に対応する流体の供給量を調整するリザーバと、前記モータの電流値および回転数からモータに作用する負荷トルクを算出し且つ算出したモータに作用する負荷トルクに応じて前記モータの回転数を制御する制御手段とを有し、前記制御手段が、前記モータの負荷トルクが一定の値を超える場合に、前記ピストンがストロークエンドに至るまで前記モータの回転を低回転数に制御し、航空機の脚揚降に用いられることを特徴とするスナッピング性に優れた電気油圧式アクチュエータ。

10

(2) ピストンがシリンダボトムまたはグラウンドナットに近づいた際に、当該ピストンが他に位置する場合に比べ、前記シリンダの流出側流路の面積を狭くし流体の出量を少なく調整するスナッピング機構を備えるアクチュエータに用いられる駆動装置であって、ピストンによって二つの油室に区分けされるシリンダの各油室に流体を供給するポンプを駆動するモータと、前記モータの電流値および回転数からモータに作用する負荷トルクを算出し且つ算出したモータに作用する負荷トルクに応じて前記モータの回転数を制御するコントローラと、からなり、前記コントローラが、前記モータに作用する負荷トルクが一定の値を超える場合に、前記ピストンがストロークエンドに至るまで前記モータの回転を低回転数に制御し、航空機の脚揚降に用いられることを特徴とするスナッピング性に優れた電気油圧式アクチュエータの駆動装置。

20

(3) シリンダ式のアクチュエータ本体と、前記アクチュエータ本体のシリンダ内を摺動するピストンロッドを有するピストンと、モータと、前記モータの回転に応じて流体を供給するポンプと、前記モータの電流値および回転数からモータの負荷トルクを算しかつ前記モータの回転を制御するコントローラと、前記ピストンがシリンダボトムまたはグラウンドナットに近づいた際に、当該ピストンが他に位置する場合に比べ、前記シリンダの流出側流路の面積を狭くし流体の出量を少なく調整するスナッピング機構と、前記ピストンの運動に応じて生ずる体積差に対応する流体の供給量を調整するリザーバとを備える、航空機の脚揚降に用いられる電気油圧式アクチュエータに適用され、前記コントローラにより算出される負荷トルクに応じて前記モータの回転数を制御するに際し、前記コントローラにより算出される負荷トルクが一定の値を超える場合に、前記ピストンがストロークエンドに至るまで前記モータの回転を低回転数に制御することを特徴とする電気油圧式アクチュエータのスナッピング制御方法。

30

【0022】

さらに、上記(1)に記載のスナッピング性に優れたアクチュエータ、および上記(2)に記載のアクチュエータの駆動装置、並びに上記(3)に記載のアクチュエータのスナッピング制御方法を航空機の脚揚降に使用すれば、脚の揚降の際の衝撃を緩和できるとともに、エネルギー効率を高め、流体の温度上昇にともなうアクチュエータの破損および駆動装置の温度上昇に伴う駆動装置の破損を防止できる。

40

【0023】

本発明において、「スナッピング性に優れる」とは、ピストンとシリンダの衝突による衝撃を緩和できるとともに、スナッピング動作中のエネルギー効率に優れ、流体の温度上昇および駆動装置の温度上昇を小さく抑えることができることを意味する。

【発明の効果】

【0024】

本発明の電気油圧式アクチュエータ、およびそれに用いる駆動装置、並びにそのスナッピング制御方法は、アクチュエータのスナッピング操作として、モータに作用する負荷トルク

50

に応じてモータの回転数を制御するという特徴を有する。したがって、本発明は、ピストンとシリンダの衝突による衝撃を緩和するとともに、スナッピング動作中のエネルギー効率に優れ、流体の温度上昇を小さく抑えるという顕著な効果を有する。このため、アクチュエータのエネルギー効率を高めるとともに、流体の温度上昇および駆動装置の温度上昇を低減させ、アクチュエータおよび駆動装置の破損を防止できる。

【0025】

本発明の電気油圧式アクチュエータ、およびその駆動装置、並びにそのスナッピング制御方法を、航空機の脚揚降に用いれば、運行時の燃費向上およびアクチュエータの故障、駆動装置の故障に起因するメンテナンス時間の削減を実現できる。

【図面の簡単な説明】

10

【0026】

【図1】従来のシリンダ式アクチュエータに採用されるスナッピング機構の一例を説明するシリンダ式アクチュエータのアニュラス側とピストン部の詳細断面図である。

【図2】本発明の電気油圧式アクチュエータと、それに適用される配管構成例を示す断面図である。

【図3】本発明の電気油圧式アクチュエータにおいて、ピストンが延伸する場合の流体流れを示す図である。

【図4】本発明の電気油圧式アクチュエータにおいて、ピストンが延伸する場合のスナッピング動作開始直後の流体流れを示す図である。

【図5】従来のシリンダ式アクチュエータの、モータの負荷トルク等と経過時間の関係を示す図であり、同(a)はアクチュエータのストロークおよびモータの回転数と、同(b)は負荷トルクおよびリリーフ弁通過流量と、経過時間との関係を示す図である。

20

【図6】本発明の電気油圧式アクチュエータの、モータの負荷トルク等と経過時間の関係を示す図であり、同(a)はストロークおよびモータの回転数と、同(b)は負荷トルクおよびリリーフ弁通過流量と、経過時間との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下に、本発明の電気油圧式アクチュエータおよびその駆動装置の構成例を示すとともに、それに用いられるスナッピング制御方法を図面に基づいて説明する。

【0028】

30

図2は、本発明の電気油圧式アクチュエータと、それに適用される配管構成例を示す断面図である。同図に示す電気油圧式アクチュエータでは、アクチュエータ本体1と、アクチュエータ本体1のシリンダ4内を摺動するピストン2と、モータ18と、ポンプ19と、モータ18に作用する負荷トルクを算出するとともにモータ18の回転を制御するコントローラ17と、流体配管13と、流体の流量を調整するリリーフ弁24およびリリーフ弁25と、流体の逆流を防ぐチェック弁20およびチェック弁21と、パイロット圧により流体の方向を制御するパイロットチェック弁22およびパイロットチェック弁23から構成されている。コントローラ17により、モータ18に作用する負荷トルクを算出し、負荷トルクに応じてモータ18の回転数を制御する制御手段が実現されている。

【0029】

40

アクチュエータ本体1は、中空構造のシリンダ4と、グランドナット3と、シリンダボトム5と、スタンドパイプ6と、リザーバピストン7と、コイルばね9と、スタンドヘッド10から構成されている。アクチュエータ本体1は、アニュラス側油室11と、ボア側油室12と、リザーバ油室8と、圧縮側流路入口26と、延伸側流路入口27とを備えている。リザーバピストン7はスタンドパイプ6内を摺動する。このため、シリンダボトム5と、スタンドパイプ6と、リザーバピストン7により形成されるリザーバ油室8は出入する流体量に合わせて容量が変化する構造となる。

【0030】

ピストン2は、ピストンロッド2aと、ピストンヘッド2bとを備えている。中空構造のピストンロッド2aの内周面には、スタンドパイプ6が嵌合するように配置されている

50

。ピストン 2 とシリンダ 4 との間隙から流体が漏れないようにシール 15 が配置されている。また、スナッピング動作中のシリンダからの流体の流出量を調整するために、スナパーリング 14 およびスナパーリング 16 が配置されている。

【0031】

本発明の電気油圧式アクチュエータの延伸および圧縮動作を説明する。まず、ピストン 2 が延伸する場合（白抜き矢印）には、コントローラ 17 からの信号でポンプ部位 19 a が入り側に、ポンプ部位 19 b が出側になるようにモータ 18 の回転が切り換えられる。流体用のポンプ 19 の作動により、ボア側油室 12 に流体が十分に供給されると、ピストン 2 が延伸側へ移動する。

【0032】

一方、ピストン 2 を圧縮する場合（黒抜き矢印）には、コントローラ 17 からの信号でポンプ部位 19 b が入り側に、ポンプ部位 19 a が出側になるようにモータ 18 の回転が切り換えられる。流体用のポンプ 19 の作動により、アニユラス側油室 11 に流体が十分に供給されると、ピストン 2 が圧縮側へ移動する。

【0033】

図 3 は、本発明の電気油圧式アクチュエータにおいて、ピストンが延伸する場合の流体流れを示す図である。

【0034】

ピストン 2 が延伸する場合には、図 3 に示すように、コントローラ 17 からの信号によりモータ 18 の回転方向が制御され、ポンプ部位 19 a が入り側に、ポンプ部位 19 b が出側になる。ポンプ 19 の作動により、ポンプ 19 b から吐出された流体は、ボア側油室 12 に流入する（図中でポンプからの吐出流れを示す矢印による）。ボア側油室 12 に十分に流体が流入するとピストン 2 が延伸側に移動し、アニユラス側油室 11 の流体が流出する。アニユラス側油室 11 から流出した流体はパイロットチェック弁 22、チェック弁 20 を経由してポンプ部位 19 a に到達する（図中でポンプへの流入流れを示す矢印による）。

【0035】

次に、本発明の電気油圧式アクチュエータのスナッピング機構の動作について説明する。以下でのスナッピング機構は、前記図 1 に示すシリンダ式アクチュエータと同じ構成について説明する。

【0036】

前記図 1 に示すように、ピストン 2 が延伸し、グラウンドナット 3 の近傍になると、ピストン 2 が圧縮側流路入口 26 を覆う形となる。このとき、ピストン 2 の移動にともなって、スナパーリング 14 は、ピストン 2 の溝内のシリンダボトム側の側面 2d に押されて移動する。スナパーリング 14 は円筒上にスリットが入った構造となっており、スリット部の面積は圧縮側流路入口 26 の開口部の面積よりも狭いので、アニユラス側油室 11 からスナパーリング 14 を通じて圧縮側流路入口 26 への流体の流出速度は低減される。これにより、ピストン 2 が延伸する場合において、ピストン 2 がグラウンドナット近傍においてピストンの作動速度が減速することとなり、スナッピング機能が実現される。

【0037】

次に、本発明の電気油圧式アクチュエータの、スナッピング動作開始直後の流体流れについて説明する。

【0038】

図 4 は、本発明の電気油圧式アクチュエータにおいて、ピストンが延伸する場合のスナッピング動作開始直後の流体流れを示す図である。

【0039】

ピストン 2 が延伸する場合には、コントローラ 17 がモータ 18 の回転方向を制御することにより、ポンプ部位 19 a が入り側に、ポンプ部位 19 b が出側になる。ポンプ 19 が動作し、ポンプ部位 19 b から吐出された流体はボア側油室 12 に流入する（図中でポンプからの吐出流れを示す矢印による）。ボア側油室 12 に十分に流体が供給されるとピ

10

20

30

40

50

ストン 2 が延伸側に移動し、アニュラス側油室 1 1 から流体が流出する。アニュラス側油室 1 1 から流出した流体はパイロットチェック弁 2 2、チェック弁 2 0 を経由してポンプ部位 1 9 a に到達する（図中でポンプへの流入流れを示す矢印による）。

【 0 0 4 0 】

ここで、スナッピング機構によりアニュラス側油室 1 1 から流出する流量は低減される。一方、ポンプ 1 9 から吐出される流体の流量は一定であるから、ボア側油室 1 2 の流体の圧力が高圧となる。ボア側油室 1 2 の流体の圧力が一定圧より高くなると、リリース弁 2 5 を通過する（図中でリリース弁通過流れを示す矢印による）。リリース弁 2 5 を通過した流体は、リザーバタンク 8 に蓄留するか、チェック弁 2 0 を経由してポンプ部位 1 9 a に到達する。

10

【 0 0 4 1 】

次に、ピストン 2 が延伸する場合を例に、本発明のスナッピング制御方法について説明する。延伸運動の開始時は、ピストン 2 はシリンダボトム 5 側のストロークエンドにあり、コントローラ 1 7 の指令により、モータ 1 8 が回転し、上記図 3 で説明した原理によりピストンが移動する。この際、モータ 1 8 の負荷トルクは一定ではないが、モータ 1 8 の回転数は一定でもよい。

【 0 0 4 2 】

ピストン 2 が移動し、前記図 1 に示すように圧縮側流入路 2 6 をピストンが覆う状態になると、上記図 4 で示したようにリリース弁 2 5 を流体が通過する状態となる。このとき、モータ 1 8 の負荷トルクが大きく上昇する。コントローラ 1 7 がモータ 1 8 に作用する負荷トルクを算出しているから、コントローラ 1 7 により負荷トルクの上昇に応じてモータ 1 8 の回転数を低回転に制御する。この際の、モータ 1 8 の回転数は、シリンダ 4 の単位時間あたりの流体の流入量とポンプから吐出される単位時間あたりの流体量が同じになるように調整するのが望ましい。また、ピストン 2 がストロークエンドに到達し、スナッピング動作が終了するまでモータの回転数は低回転を保持するのが望ましい。

20

【 0 0 4 3 】

本発明のスナッピング制御方法により、スナッピング動作開始直後の流体がリリース弁 2 5 を通過する状態において、モータの負荷トルクを、コントローラ 1 7 により算出し、モータ 1 8 の回転数を低回転に制御することにより、スナッピング動作中にポンプ 1 9 から吐出される流体量を少なくすることができ、余剰となり回路内を循環する流体量を少なくできる。

30

【 0 0 4 4 】

本発明のスナッピング制御方法では、モータ 1 8 の回転数を一定の回転数で制御させておいて、負荷トルクが一定の値を超えた後はモータ 1 8 の回転数を低回転に制御すれば、簡易かつ確実に、余剰となり回路内を循環する流体量を少なくできる。

【 0 0 4 5 】

上記では、本発明のスナッピング制御方法について、ピストンを延伸する場合について説明したが、その作用効果は、ピストンを圧縮する場合についても同様である。

【 0 0 4 6 】

次に、本発明による電気油圧式アクチュエータの駆動装置の構成例について前記図 2 に基づいて説明する。図 2 に示すアクチュエータ駆動装置 3 0 は、モータ 1 8 と、モータ 1 8 の回転数を制御するコントローラ 1 7 により構成される。コントローラ 1 7 はモータ 1 8 の電流値および回転数からモータ 1 8 に作用する負荷トルクを算出し、負荷トルクに応じてモータ 1 8 の回転数を制御する。

40

【 0 0 4 7 】

本発明の電気油圧式アクチュエータの駆動装置 3 0 によれば、シリンダ 4 の各油室に流体を供給するポンプ 1 9 を駆動するモータ 1 8 を、モータ 1 8 に作用する負荷トルクに応じて、その回転数をコントローラ 1 7 により制御するので、ピストンとシリンダの衝突による衝撃を緩和し、アクチュエータの破損を防止が実現できる。

【 0 0 4 8 】

50

本発明の電気油圧式アクチュエータの駆動装置 30 では、コントローラ 17 により、モータ 18 の回転数を一定の回転数で制御させておいて、モータ 18 に作用する負荷トルクが一定の値を超えた後はモータ 18 の回転数を低回転に制御することができる。これにより、簡易かつ確実に、ピストンとシリンダの衝突時の衝撃緩和、およびアクチュエータの破損防止が実現できる。

【実施例】

【0049】

前記図 2 に示す電気油圧式アクチュエータにおいて、本発明によるモータの負荷トルクに応じてモータの回転数を制御した場合と、制御することなくモータの回転を一定にした場合とにおいて、スナッピング動作中のモータの負荷トルク等の測定を行い、本発明の有効性を確認した。

10

【0050】

図 5 は、従来のアクチュエータにおいて、経過時間と負荷トルク等の関係を示す図である。同 (a) は経過時間とモータの回転数およびシリンダのストロークの関係を示す図である。また、同 (b) は経過時間とモータに作用する負荷トルクおよびリリーフ弁 25 を通過する流体の単位時間あたりの流量の関係を示す図である。図 2 に示すアクチュエータにおいて、モータ 18 の回転数を 8000 rpm で回転させ、延伸運動を行わせて、測定を行った。

【0051】

図 5 (a) の実線の波形はピストン 2 のストロークを示しており、約 7 秒経過後で傾き
20
が変化していることから、スナッピング機構が動作していることが確認できた。図 5 (a) の破線の波形はモータ 18 の回転数を示しており、モータ 18 がコントローラ 17 により一定の回転数で制御されていることが確認できた。

【0052】

図 5 (b) の実線の波形はモータ 18 の負荷トルクを示しており、スナッピング機構が動作する約 7 秒経過後に、モータ 18 の負荷トルクが大きくなっていることが確認できた。図 5 (b) の破線の波形はリリーフ弁 25 を通過する流体の単位時間あたりの流量を示しており、スナッピング機構が動作する約 7 秒経過後に、リリーフ弁 25 を通過する流体の単位時間あたりの流量が増加していることが確認できた。

【0053】

30

図 6 は、本発明の電気油圧式アクチュエータの、経過時間とモータの負荷トルク等の関係を示す図である。同 (a) は経過時間とモータの回転数およびシリンダのストロークの関係を示す図である。また、同 (b) は経過時間とモータの負荷トルクおよびリリーフ弁 25 を通過する流体の流量の関係を示す図である。図 3 に示すアクチュエータにおいて、ピストンをシリンダの中央に配置した状態から延伸運動を行わせて測定を行った。この際、開始時はモータ 18 の回転数を 8000 rpm に、モータ 18 の負荷トルクが 120 in-lbf をこえた場合はその後のモータの回転数を 2000 rpm に制御した。

【0054】

図 6 (a) の実線の波形はピストン 2 のストロークを示しており、約 7 秒経過後で傾き
40
が変化していることから、スナッピング機構が動作し、ピストンの作動速度が減速していることが確認できた。図 6 (a) の破線の波形はモータ 18 の回転数を示しており、スナッピング動作が始まる約 7 秒経過前までは 8000 rpm に、スナッピング動作が始まった後の約 7 秒経過後は 2000 rpm に制御されていることが確認できた。

【0055】

図 6 (b) の実線の波形はモータ 18 の負荷トルクを示しており、スナッピング機構が動作する約 7 秒経過後に、モータ 18 の負荷トルクが一時的に 120 in-lbf を超えているが、制御手段によりモータ 18 の回転数が 2000 rpm に制御されるので、負荷トルクが小さく抑えられていることが確認できた。

【0056】

図 6 (b) の破線の波形はリリーフ弁 25 を通過する流体の単位時間あたりの流量を示

50

しており、スナッピング機構が動作する約7秒経過後に、リリース弁25を通過する流体の単位時間あたりの流量が一時的に増加している。その後、制御手段によりモータ18の回転数が2000rpmに制御されるので、リリース弁25を通過する単位時間あたりの流量が小さく抑えられていることが確認できた。

【0057】

従来の制御方法でのリリース弁25を通過する流体の単位時間あたりの流量を示す図5(b)の破線の波形と、本発明の電気油圧式アクチュエータを用い、本発明の制御方法を実施した場合のリリース弁25を通過する流体の単位時間あたりの流量を示す図6(b)の破線の波形とを比較すると、スナッピング動作中にリリース弁25を通過する流量が大きく減少していることが確認できた。

10

【0058】

また、流体の温度上昇は、従来の制御方法では8.14deg Cであった。一方、本発明の制御方法を実施した場合は0.31deg Cであった。以上より、本発明の制御方法での流体の温度上昇は、従来の制御方法と比較し、1/20以下であることが確認できた。

【0059】

このように、本発明のスナッピング性に優れた電気油圧式アクチュエータを使用すれば、ピストンとシリンダの衝突による衝撃を緩和するとともに、スナッピング動作中のエネルギー効率を改善し、流体の温度上昇を低く抑えられることが確認された。

【産業上の利用可能性】

20

【0060】

本発明の電気油圧式アクチュエータ、およびそのアクチュエータの駆動装置、並びにそのスナッピング制御方法では、負荷トルクに応じてモータの回転数を制御することにより、スナッピング動作中に、余剰となる流体が油圧回路を循環することを減らすことができる。これにより、ピストンとシリンダの衝突による衝撃を緩和できるとともに、アクチュエータのエネルギー効率を高め、流体の温度上昇にともなうアクチュエータの破損の防止が可能となる。また、スナッピング動作中の余剰となる流体を減らすことができるため駆動装置の温度上昇を低減させ、駆動装置の温度上昇にともなう駆動装置の破損の防止が可能となる。

【0061】

30

このため、本発明の電気油圧式アクチュエータ、およびそれに用いる駆動装置、並びにそのスナッピング制御方法を、航空機の脚揚降に用いれば、航空機の運行における燃費向上およびアクチュエータおよび駆動装置の故障に起因するメンテナンス時間の削減を実現できる。

【0062】

このように、本発明の電気油圧式アクチュエータ、およびそれに用いる駆動装置、並びにそのスナッピング制御方法は、エネルギー効率に優れているので、航空機の脚揚降に限らず様々なアクチュエータにも広く適用できる。

【符号の説明】

【0063】

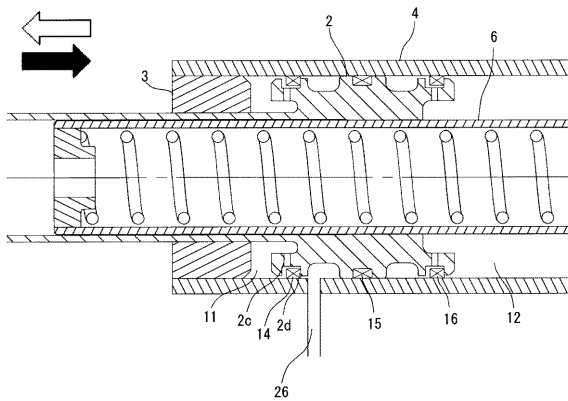
40

- 1 . アクチュエータ本体 2 . ピストン
- 2 a . ピストンロッド 2 b . ピストンヘッド
- 2 c . 流通孔 2 d . シリンダボトム側の側面
- 3 . グランドナット 4 . シリンダ
- 5 . シリンダボトム 6 . スタンドパイプ
- 7 . リザーバピストン 8 . リザーバ油室
- 9 . コイルばね 10 . スタンドヘッド
- 11 . アニュラス側油室 12 . ボア側油室
- 13 . 流体配管 14 . スナバーリング
- 15 . シール 16 . スナバーリング

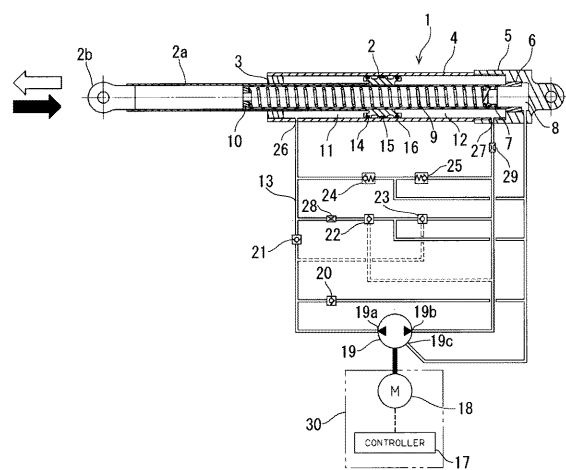
50

- 17 . コントローラ
- 18 . モータ
- 19 . ポンプ
- 20 . および
- 21 . チェック弁
- 22 . および
- 23 . パイロットチェック弁
- 24 . および
- 25 . リリーフ弁
- 26 . 圧縮側流路入口
- 27 . 延伸側流路入口
- 28 . および
- 29 . 絞り
- 30 . 駆動装置

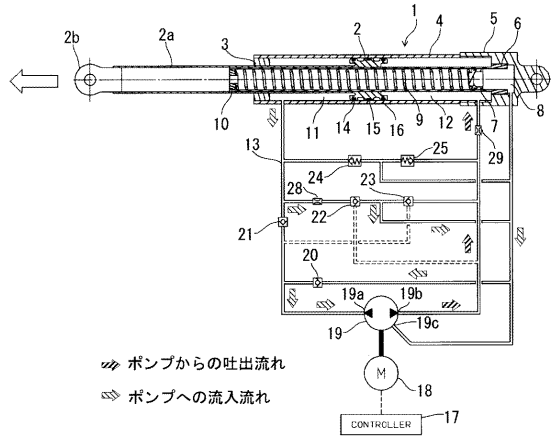
【図1】



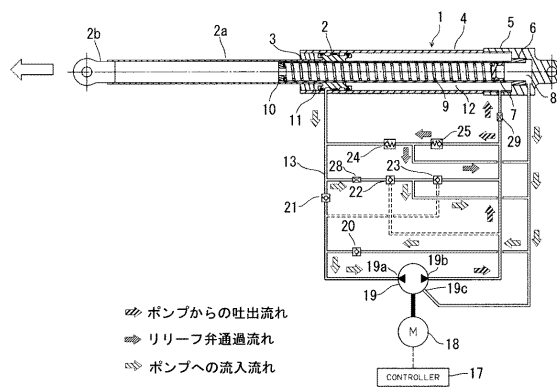
【図2】



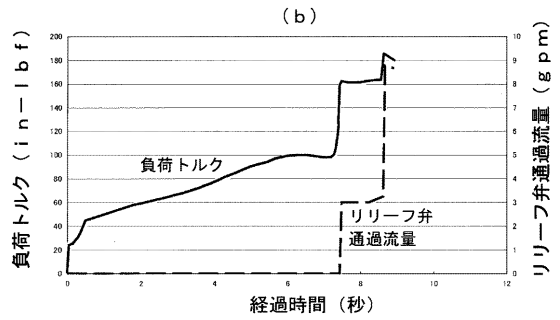
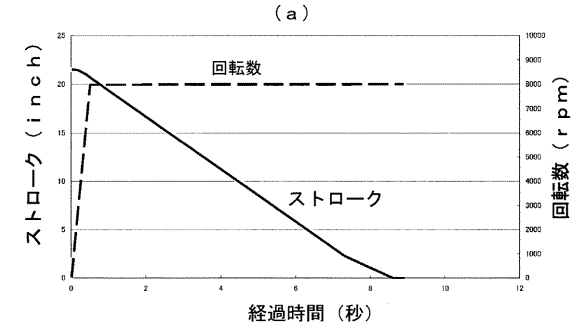
【図3】



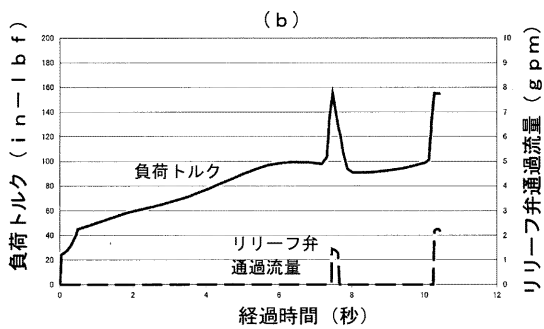
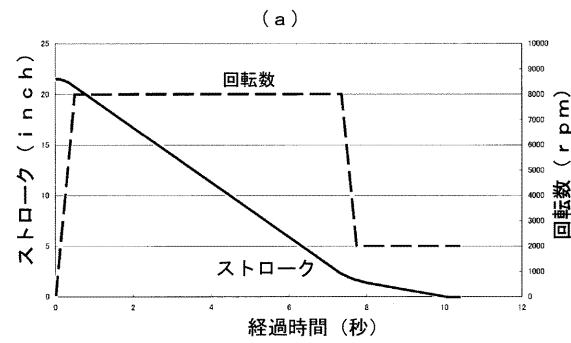
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 近藤 卓
兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内
- (72)発明者 熊田 俊行
兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内
- (72)発明者 高田 正之
兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内
- (72)発明者 榎谷 和弘
兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内
- (72)発明者 門手 正昭
三重県伊勢市竹ヶ鼻町100 社内 シンフォニアテクノロジー株式会社
- (72)発明者 齋藤 浩志
三重県伊勢市竹ヶ鼻町100 社内 シンフォニアテクノロジー株式会
- (72)発明者 庵原 聡
三重県伊勢市竹ヶ鼻町100 社内 シンフォニアテクノロジー株式会

審査官 北村 一

- (56)参考文献 特開2000-087915(JP,A)
特開2002-188602(JP,A)
特開2006-214511(JP,A)
特開2002-054604(JP,A)
特開2000-087916(JP,A)
特開平01-182604(JP,A)
特開2007-239974(JP,A)
特開2007-075846(JP,A)
特開2007-125604(JP,A)
特開2001-248602(JP,A)
特開2001-074001(JP,A)
特開平11-100869(JP,A)
特開昭63-023002(JP,A)
特開2005-076820(JP,A)
特開平06-327277(JP,A)
特開2002-323005(JP,A)
特開昭58-137603(JP,A)
特開2006-105364(JP,A)
特開2009-047237(JP,A)
特開2007-239975(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F15B 11; 15