

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5941641号
(P5941641)

(45) 発行日 平成28年6月29日(2016.6.29)

(24) 登録日 平成28年5月27日(2016.5.27)

(51) Int.Cl. F I
B 6 4 C 25/18 (2006.01) B 6 4 C 25/18

請求項の数 5 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-201741 (P2011-201741) (22) 出願日 平成23年9月15日 (2011.9.15) (65) 公開番号 特開2013-63671 (P2013-63671A) (43) 公開日 平成25年4月11日 (2013.4.11) 審査請求日 平成26年8月7日 (2014.8.7)</p>	<p>(73) 特許権者 000183369 住友精密工業株式会社 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 (74) 代理人 110001427 特許業務法人前田特許事務所 (74) 代理人 100077931 弁理士 前田 弘 (74) 代理人 100110939 弁理士 竹内 宏 (74) 代理人 100110940 弁理士 嶋田 高久 (74) 代理人 100113262 弁理士 竹内 祐二 (74) 代理人 100115059 弁理士 今江 克実</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 航空機の脚揚降装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

航空機の脚の揚降を行うための揚降装置であって、
 油圧アクチュエータと、
 前記油圧アクチュエータが動作するように、当該油圧アクチュエータに作動油を供給可能に構成された油圧回路と、
 前記油圧回路上に配置されかつ、前記油圧アクチュエータに作動油を供給するように駆動する油圧ポンプと、
 前記油圧ポンプを駆動するように構成された電動モータと、
 前記電動モータを駆動するように構成されたドライバと、を備え、
前記油圧回路は、前記油圧アクチュエータと前記油圧ポンプとの間で閉じられた閉回路であり、

前記油圧回路の一部は、前記電動モータ及び前記ドライバに対し、前記作動油が熱交換可能となるように設けられ、

前記油圧回路は、前記油圧回路内で前記作動油を循環させずに、前記電動モータ及び前記ドライバの廃熱によって前記作動油の温度を高める航空機の脚揚降装置。

【請求項2】

請求項1に記載の脚揚降装置において、

前記ドライバは、前記油圧アクチュエータを動作させる前記航空機の着陸時に前記作動油の温度が所定温度よりも高くなるよう、前記航空機の着陸前に前記電動モータに給電す

る航空機の脚揚降装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の脚揚降装置において、

前記ドライバは、前記作動油の温度を高めるときに、前記電動モータが無回転となるように、前記電動モータに給電する航空機の脚揚降装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の脚揚降装置において、

前記ドライバは、前記作動油の温度を高めるときに、前記油圧ポンプの最小駆動トルク以下となるように、前記電動モータに給電する航空機の脚揚降装置。

10

【請求項 5】

航空機の脚の揚降を行うための揚降装置であって、

油圧アクチュエータと、

前記油圧アクチュエータが動作するように、当該油圧アクチュエータに作動油を供給可能に構成された油圧回路と、

前記油圧回路上に配置されかつ、前記油圧アクチュエータに作動油を供給するように駆動する油圧ポンプと、

前記油圧ポンプを駆動するように構成された電動モータと、

前記電動モータを駆動するように構成されたドライバと、を備え、

前記油圧回路は、前記油圧アクチュエータと前記油圧ポンプとの間で閉じられた閉回路であると共に、前記油圧アクチュエータをバイパスするバイパス路を有し、

20

前記油圧回路の一部は、前記電動モータ及び前記ドライバに対し、前記作動油が熱交換可能となるように設けられ、

前記油圧回路は、前記電動モータ及び前記ドライバの廃熱によって前記作動油の温度を高めるときに、前記油圧アクチュエータをバイパスしながら、前記作動油を循環させる航空機の脚揚降装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

ここに開示する技術は、EHA (Electro Hydrostatic Actuator) システムを含む航空機の脚揚降装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

自動車の技術分野においては、車両の走行中に各種の油温を所定以上に維持することにより、その粘度を所定以下にする技術が知られている。

【0003】

例えば特許文献 1 には、電動モータと、電動モータによって駆動される油圧ポンプとを備えた電動油圧パワーステアリング装置において、電動モータの発熱を利用して作動油を加熱し、作動油の温度を所定温度に維持している。この電動油圧パワーステアリング装置ではまた、作動油の温度が所定温度以下でかつ、操舵力が設定値以下でパワーステアリング装置が実質的に動作しないときには、電動モータが回転しないような電流をモータに通電することにより熱を発生させて作動油の加熱を行うようにしている。

40

【0004】

また、特許文献 2 ~ 4 には、エンジンと駆動モータとを搭載するハイブリッド自動車 (HEV) や駆動モータを搭載する電気自動車 (EV) において、駆動モータが発生する熱によって、駆動モータの冷却油を加熱したり、自動変速機の作動流体 (ATF) を加熱したり、ディファレンシャルの潤滑油を加熱したりすることで、車両の走行中に、油温を所定温度に維持する技術が記載されている。

【0005】

50

さらに、特許文献5には、含油軸受を有するモータを備えたCDやDVD等のディスク装置において、低温起動時には、モータのコイルに発熱電流を供給することによってコイルを発熱させて軸受の潤滑油を加熱し、そのモータを短時間で確実に起動させる技術が記載されている。

【0006】

加えて、特許文献6には、工作機械等の油圧駆動装置において、その起動時に作動油温度が基準値以下のときには、油圧ポンプ駆動用の電動モータに供給する電流の位相を、最適位相からずらして発熱量を増加することにより、作動油を迅速に昇温させる技術が記載されている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2008-273361号公報

【特許文献2】特開2005-348535号公報

【特許文献3】特開2002-161966号公報

【特許文献4】特開2003-339101号公報

【特許文献5】特開2000-14114号公報

【特許文献6】特許第4341232号公報

【特許文献7】特開2009-228792号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで近年、航空機の燃費向上及び整備性等の観点から、従来の航空機に装備されていた油圧供給システムを廃止し、脚の揚降、舵面の操作、ブレーキ操作、及び脚ステアリング操作等のアクチュエータとしてEHAを搭載することが提案されている（例えば特許文献7参照）。EHAシステムは、例えばシリンダ及びピストンを含んで構成された伸縮アクチュエータ、油圧ポンプ並びに電動モータを備えており、電動モータ及び油圧ポンプの駆動によって、外部から油圧の供給を受けることなく伸縮アクチュエータを動作させる。例えば脚の揚降装置においては、脚の揚降用アクチュエータ、脚扉の開閉用アクチュエータ、及び、脚下げ状態固定機構解除用アクチュエータ（ダウンロック・リリース・アクチュエータ）の少なくとも一つに、EHAを適用することが可能である。

30

【0009】

ところが、航空機は、高高度を飛行中に極低温下に曝されるため、航空機にEHAシステムを搭載する場合は、EHAシステムが極低温下に曝される。このことにつき、従来の航空機の油圧供給システムは飛行中、常時、使用されていて作動油の温度低下は起こり得ないのに対し、特に脚の揚降装置は、航空機の離陸時及び着陸時にのみ使用される装置であり飛行中は使用されないことから、脚の揚降装置に含まれるEHAシステムの作動油は、飛行中に温度が低下し、その結果、粘度が大幅に増大し、及び/又は、作動油の収縮が生じてしまうような下限温度以下まで、油温が低下してしまう可能性がある。この作動油の温度低下は特に、着陸時におけるEHAシステムの動作に悪影響を与え、脚の揚降装置の信頼性を低下させる虞がある。

40

【0010】

ここで、特許文献1～4に記載されているように、各種機器の廃熱を利用して、航空機の飛行中に、作動油の温度を下限温度よりも高い温度に維持することが考えられる。しかしながら、前述の通り、脚の揚降装置は、飛行中は使用しない装置であることから、航行中ずっと、作動油の温度を維持することは、航空機の燃費には不利である。

【0011】

一方、作動油の温度低下を許容するのであれば、粘度の増大に伴う配管や油圧ポンプでの圧力損失を補正すべく、油圧回路中のリザーバを加圧型に構成したり、作動油の収縮を考慮して、リザーバ容量を増大したりする、別の対策が必要になる。しかしながら、こう

50

した対策は、脚の揚降装置の重量増大を招き、このこともまた、航空機の燃費向上に不利になる。

【 0 0 1 2 】

ここに開示する技術は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、EHAシステムを含む航空機の脚揚降装置において、重量の増加を招くことなく、作動油の温度管理を可能にすることにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 3 】

ここに開示する航空機の脚の揚降を行うための揚降装置は、油圧アクチュエータと、前記油圧アクチュエータが動作するように、当該油圧アクチュエータに作動油を供給可能に構成された油圧回路と、前記油圧回路上に配置されかつ、前記油圧アクチュエータに作動油を供給するように駆動する油圧ポンプと、前記油圧ポンプを駆動するように構成された電動モータと、前記電動モータを駆動するように構成されたドライバと、を備える。そして、前記油圧回路は、前記油圧アクチュエータと前記油圧ポンプとの間で閉じられた閉回路であり、前記油圧回路の一部は、前記電動モータ及び前記ドライバに対し、前記作動油が熱交換可能となるように設けられ、前記油圧回路は、前記作動油を循環させないで、前記電動モータ及び前記ドライバの廃熱によって前記作動油の温度を高める。ここで、「作動油が熱交換可能となるように設けられている」は、電動モータ及びドライバが放出する熱が作動油に伝達し、作動油が加熱される結果、その温度が高まるような構成を備えている、と定義してもよい。

10

20

【 0 0 1 4 】

前記の構成によると、この揚降装置では、電動モータの駆動によって油圧ポンプが駆動し、それに伴い油圧回路を通じて作動油が油圧アクチュエータに供給されて、油圧アクチュエータが動作する。つまり、この揚降装置はEHAシステムを含んでいる。油圧アクチュエータは、例えばシリンダ及びピストンを有する伸縮アクチュエータに構成してもよい。その場合、油圧アクチュエータは、脚の揚降を行う揚降装置において、脚を上げ下げするための揚降用アクチュエータ、機体に設けられた脚の収容部の扉を開閉するための開閉用アクチュエータ、及び、脚下げ状態固定機構解除用アクチュエータ（ダウンロック・リリース・アクチュエータ）の内の少なくとも1のアクチュエータを構成するとしてもよい。

30

【 0 0 1 5 】

そうして、この脚揚降装置において、油圧アクチュエータと油圧ポンプとの間で閉じられた閉回路である油圧回路の一部は、電動モータ及び、この電動モータを駆動するためのドライバに対して熱交換可能に配設されている。こうすることで、電動モータに給電することに伴い発生する熱だけでなく、その電動モータへの給電のために駆動するドライバの熱も、油圧回路内の作動油に伝わり、作動油が加熱される。油圧回路は、作動油を循環させないで、電動モータ及びドライバの廃熱によって作動油の温度を高める。その結果、作動油の温度を所定温度、例えば高高度での飛行中に下限温度以下の温度にまで低下した作動油を、下限温度よりも高い温度に、急速にかつ確実に高めることが可能になる。こうして、作動油の粘度が比較的低くなりかつ、その収縮も抑制されることで、EHAシステムの油圧アクチュエータが安定的に動作し、脚の揚降装置の信頼性が確保される。

40

【 0 0 1 6 】

この構成では、EHAシステムを構成する電動モータの廃熱だけでなく、電動モータを駆動するドライバの廃熱をも利用しているため、少ない消費エネルギーで、作動油の温度を、効率的にかつ迅速に高めることが可能になる。このことは、航空機の燃費の向上に有利である。

【 0 0 1 7 】

また、作動油を加熱するための、ヒータ等の別途の装置を必要としないため、脚揚降装

50

置の重量増大が回避され、このこともまた、航空機の燃費の向上に有利になる。さらに、作動油の温度を適正化することが可能であるため、作動油の粘度増大を考慮した加圧型のリザーバや、作動油の収縮を考慮したリザーバ容量の拡大を不要にするため、この点においても、脚の揚降装置の軽量化が図られる。

【0018】

前記ドライバは、前記油圧アクチュエータを動作させる前記航空機の着陸時に前記作動油の温度が所定温度よりも高くなるよう、前記航空機の着陸前に前記電動モータに給電する、としてもよい。

こうすることで、航空機の着陸前に予め、ドライバを通じて電動モータに給電を行い、作動油を加熱することで、油圧アクチュエータを実際に動作させる航空機の着陸時には、作動油の温度が所定温度（下限温度）よりも高くなって、EHAシステムを確実に動作させることが可能になる。その結果、脚揚降装置の信頼性が確保される。

この構成では、航空機の飛行中に、作動油の温度を常時、所定温度よりも高い温度に維持するのではなく、航空機の着陸直前に昇温するため、航空機の燃費向上に有利になる。また、前述の通り、電動モータとドライバとの双方の廃熱を利用することで、作動油の昇温時間の短縮が図られ、航空機の着陸前に、短時間で、作動油の昇温が完了する。

【0019】

ここで、航空機の着陸前に電動モータに給電するときには、油圧アクチュエータが動作しないように、電動モータが無回転となるような給電をしたり、又は、電動モータが油圧ポンプの駆動トルク以下となるような給電をしたりしてもよい。

つまり、前記ドライバは、前記作動油の温度を高めるときに、前記電動モータが無回転となるように、前記電動モータに給電する、としてもよい。

また、前記ドライバは、前記作動油の温度を高めるときに、前記油圧ポンプの最小駆動トルク以下となるように、前記電動モータに給電する、としてもよい。

これらの場合は、油圧ポンプが駆動しないため、作動油が油圧回路内で流れない状態で作動油の昇温が行われる。

【0020】

ここに開示する技術はまた、航空機の脚の揚降を行うための揚降装置であって、油圧アクチュエータと、前記油圧アクチュエータが動作するように、当該油圧アクチュエータに作動油を供給可能に構成された油圧回路と、前記油圧回路上に配置されかつ、前記油圧アクチュエータに作動油を供給するように駆動する油圧ポンプと、前記油圧ポンプを駆動するように構成された電動モータと、前記電動モータを駆動するように構成されたドライバと、を備え、前記油圧回路は、前記油圧アクチュエータと前記油圧ポンプとの間で閉じられた閉回路であると共に、前記油圧アクチュエータをバイパスするバイパス路を有し、前記油圧回路の一部は、前記電動モータ及び前記ドライバに対し、前記作動油が熱交換可能となるように設けられ、前記油圧回路は、前記電動モータ及び前記ドライバの廃熱によって前記作動油の温度を高めるときに、前記油圧アクチュエータをバイパスしながら、前記作動油を循環させる。

【0021】

この場合は、作動油が油圧回路内で循環しながら、電動モータ及びドライバの廃熱により作動油が昇温する。

【0022】

尚、航空機の着陸時に、作動油の温度が、既に所定温度よりも高いときには、電動モータへの給電を中止すればよい。

【発明の効果】

【0023】

以上説明したように、ここに開示する航空機の脚揚降装置は、油圧回路の一部が、電動モータ及びドライバに対して熱交換可能に配設されており、電動モータ及びドライバの廃熱を利用して、作動油の温度を高めることが可能であるから、少ない消費エネルギーで、作動油の温度を、効率的にかつ迅速に高めることが可能になり、航空機の燃費の向上に有利である。また、作動油を加熱するための別途の装置や、作動油の粘度増大や作動油の収縮を考慮した設備を必要としないため、脚の揚降装置の重量増大が回避され、このこともまた、航空機の燃費の向上に有利になる。

【 0 0 2 4 】

また、航空機の着陸前に電動モータへの給電を行って、電動モータ及びドライバの廃熱により作動油を加熱及び昇温することで、航空機の着陸前に作動油の昇温を短時間で完了させて、脚の揚降装置の信頼性が確保される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 5 】

【 図 1 】 脚揚降装置における E H A システムの構成を示す回路図である。

【 図 2 】 脚揚降装置の着陸の際の制御ロジックを示すフロー図である。

【 図 3 】 作動油の粘度に係る温度特性を例示する図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 6 】

以下、航空機の脚揚降装置の実施形態を図面に基づいて説明する。この実施形態の説明は例示である。図 1 は、脚揚降装置が備える E H A システム 1 の構成を示している。E H A システム 1 は、油圧アクチュエータ 2 と、油圧回路 4 とを備えて構成されている。

【 0 0 2 7 】

油圧アクチュエータ 2 は、シリンダ 2 1 とピストン 2 2 とを備えていて、後述するように作動油が供給されることにより伸縮する伸縮アクチュエータである。ピストン 2 2 は、シリンダ 2 1 内に收容されてシリンダ 2 1 内を往復移動するピストンヘッド 2 3 と、ピストンヘッド 2 3 に一体に結合されかつ、シリンダ 2 1 から突出するように配置されたピストンロッド 2 4 とを含んで構成されている。油圧アクチュエータ 2 は、図示は省略するが、脚揚降装置において、脚の揚降用アクチュエータ、脚扉の開閉用アクチュエータ、及び、脚下げ状態固定機構解除用アクチュエータ（ダウンロック・リリース・アクチュエータ）のいずれかに用いられる。

【 0 0 2 8 】

油圧アクチュエータ 2 のシリンダ 2 1 内は、ピストンヘッド 2 3 を挟んでヘッド側の第 1 室 2 5 とロッド側の第 2 室 2 6 とに区画されており、第 1 室 2 5 及び第 2 室 2 6 のそれぞれに、作動油が流入出するポート（第 1 ポート 2 7 及び第 2 ポート 2 8 ）が設けられている。

【 0 0 2 9 】

油圧回路 4 は、油圧アクチュエータ 2 と油圧ポンプ 5 との間で閉じられた閉回路であり、油圧アクチュエータ 2 の第 1 ポート 2 7 と油圧ポンプ 5 の第 1 ポート 5 1 とを互いに接続する第 1 配管 4 1 と、油圧アクチュエータ 2 の第 2 ポート 2 8 と油圧ポンプ 5 の第 2 ポート 5 2 とを互いに接続する第 2 配管 4 2 とを含んでいる。

【 0 0 3 0 】

油圧回路 4 はまた、第 1 配管 4 1 と第 2 配管 4 2 との連結する第 3 配管 4 3 上に配設された第 1 パイロットチェック弁 4 4 及び第 2 パイロットチェック弁 4 5 を含んでおり、第 1 パイロットチェック弁 4 4 は第 1 配管 4 1 をパイロットラインとし、第 2 パイロットチェック弁 4 5 は第 2 配管 4 2 をパイロットラインとする。第 3 配管 4 3 は、第 1 パイロットチェック弁 4 4 と第 2 パイロットチェック弁 4 5 との間において、配管 4 7 を介してリザーバ 4 6 に接続されている。リザーバ 4 6 は、油圧アクチュエータ 2 の第 1 室 2 5 と第 2 室 2 6 との合計容積の変動を吸収するためのタンクであり、リザーバ 4 6 はまた、チェック弁 4 8 を介して第 2 配管 4 2 （油圧ポンプ 5 の第 2 ポート 5 2 ）に接続されている。

【 0 0 3 1 】

10

20

30

40

50

油圧ポンプ5は、第1及び第2の2つのポート51、52を備えかつ、その吐出及び吸込方向が第1ポート51及び第2ポート52の間で切替可能なポンプである。油圧ポンプ5は、詳細な図示は省略するが、例えば斜板式ピストンポンプによって構成されている。但し、油圧ポンプ5の形式は、これに限定されるものではない。

【0032】

油圧ポンプ5には、例えば三相モータからなる電動モータ6が連結されており、この電動モータ6が駆動することによって、油圧ポンプ5が駆動する。電動モータ6は、ドライバ(尚、ここでいうドライバは、各種機器の制御可能なコントローラを含むとする)61によって給電されて駆動する(図1の破線参照)。油圧ポンプ5の吐出及び吸込方向の切替は、電動モータ6の回転方向を反転することによって行うように構成してもよいし、斜板式ピストンポンプ(油圧ポンプ5)の斜板の傾斜角度を変更することによって行うように構成してもよい。

10

【0033】

第1配管41と第2配管42との間にはさらに、第4配管49及び第5配管410が並列に設けられており、第4配管49上には、ドライバ61によって制御される電磁弁411が介設されていると共に、第5配管410上には、それぞれ所定圧以上で開弁する第1リリーフ弁412及び第2リリーフ弁413が介設されている。第5配管410は、第1リリーフ弁412と第2リリーフ弁413との間で、リザーバ46に接続されている。

【0034】

電磁弁411は、第1配管41、言い換えると油圧アクチュエータ2の第1室25に連通するポートと、第2配管42、言い換えると油圧アクチュエータ2の第2室26に連通するポートと、リザーバ46に連通するポートとを有する3ポート2位置の切換弁であり、油圧アクチュエータ2の第1室25、第2室26及びリザーバ46を互いに連通させない第1状態と、第1室25、第2室26及びリザーバを互いに連通させる第2状態(図1に示す状態)とに切り換わる。電磁弁411は、通常は第1状態にされる一方、フェイル時には第2状態にされることにより、油圧ポンプ5が非動作であっても油圧アクチュエータ2が伸長するように構成されている。

20

【0035】

また、詳細は後述するが、航空機の着陸前に、電動モータ6及びドライバ61の廃熱を利用して作動油を昇温するときにも、電磁弁411は、ドライバ61の出力によって第2状態に切り換えられる。それによって、油圧アクチュエータ2をバイパスした状態で、油圧回路4内で作動油が循環可能になる。

30

【0036】

尚、第3配管43上における第1パイロットチェック弁44側には、流量を調整するための絞り414が介設されていると共に、第2配管42上における第3配管43の接続位置よりも油圧ポンプ5側には、チェック弁415が介設されている。このチェック弁415は、油圧アクチュエータ2を中間位置で保持可能にするためのバルブである。

【0037】

以上のように構成されたEHAシステム1の基本的な動作は、以下の通りである。つまり、油圧アクチュエータ2を伸長するときには、油圧回路4の電磁弁411を第1状態に切り換えた状態で、ドライバ61を通じて電動モータ6を駆動することにより、第1ポート51から作動油が吐出するように油圧ポンプ5を駆動する。これによって、第1配管41及び第1ポート27を介して第1室25内に作動油が供給され、ピストン22が図1における左側へと移動をし、油圧アクチュエータ2が伸長する。

40

【0038】

また、第1配管41を通じて作動油が供給されることに伴い第1パイロットチェック弁44が開弁する。そうして、ピストン22の移動によって第2室26から排出された作動油は、第2配管42から、第3配管43上の絞り414及び第1パイロットチェック弁44、並びに、チェック弁48を介して油圧ポンプ5の第2ポート52に戻るようになる。これと共に、第1室25と第2室26との容積差を補完するために、リザーバ46からチ

50

エック弁 4 8 を介して、油圧ポンプ 5 の第 2 ポート 5 2 に作動油が補完されるようになる。

【 0 0 3 9 】

逆に、油圧アクチュエータ 2 を収縮するときには、電磁弁 4 1 1 を第 1 状態にした状態で、電動モータ 6 の駆動により、第 2 ポート 5 2 から作動油が吐出するように油圧ポンプ 5 を駆動する。これによって、第 2 配管 4 2 及び第 2 ポート 2 8 を介して、第 2 室 2 6 に作動油が供給されることで、ピストン 2 2 が図 1 における右側へと移動をして、油圧アクチュエータ 2 が収縮する。

【 0 0 4 0 】

また、第 2 配管 4 2 を通じて作動油が供給されることに伴い第 2 パイロットチェック弁 4 5 が開弁するから、ピストン 2 2 の移動によって第 1 室 2 5 から排出された作動油は、一部が、第 1 配管 4 1 を通じて油圧ポンプ 5 の第 1 ポート 5 1 に戻ると共に、一部が第 3 配管 4 3 上の第 2 パイロットチェック弁 4 5 を介して、リザーバ 4 6 に至るようになる。

【 0 0 4 1 】

この E H A システム 1 では、油圧回路 4 内の作動油の昇温のために電動モータ 6 の廃熱及びドライバ 6 1 の廃熱を利用するように構成されている。詳細な構成図は省略するが、油圧回路 4 の配管の一部が、電動モータ 6 に対して、熱交換器 6 2 を介して接合されており、図 1 に白抜き矢印で示すように、この熱交換器 6 2 を通じて、電動モータ 6 に給電することに伴い放出される熱が作動油に伝達するように構成されている。熱交換器 6 2 は、電動モータ 6 側と作動油側との間の伝熱面積が拡大するような構成を採用すればよい。また、詳細な構成図は省略するが、ドライバ 6 1 を構成する電気回路の收容ケースがリザーバ 4 6 に接合されており、図 1 に白抜き矢印で示すように、電動モータ 6 へ給電するようにドライバ 6 1 が駆動したときに放出される熱がリザーバ 4 6 内の作動油に伝達するよう構成されている。伝熱面積が拡大するように、リザーバ 4 6 内に、收容ケースに結合されたフィンを配設するようにしてもよい。こうして、ドライバ 6 1 を通じて電動モータ 6 に給電を行ったときには、電動モータ 6 及びドライバ 6 1 それぞれの廃熱によって作動油が加熱されるようになる。

【 0 0 4 2 】

ここで、E H A システム 1 に用いられる作動油は、図 3 に例示するように、所定温度（例えば - 4 0 ）付近で粘度が急激に高まる。作動油の粘度増大は、油圧回路 4 の各配管や油圧ポンプ 5 における圧力損失を増大させ、油圧アクチュエータ 2 の動作に悪影響を与える可能性がある。また、作動油の温度の低下に伴い作動油が収縮し、そのこともまた油圧アクチュエータ 2 の動作に悪影響を与える可能性がある。

【 0 0 4 3 】

E H A システム 1 を含む脚揚降装置は、航空機が高高度を飛行している最中に極低温に曝される結果、作動油の温度が所定温度以下にまで低下してしまう（例えば - 5 4 程度）。航空機の着陸時に、作動油の温度が所定温度以下のままでは E H A システム 1 の動作が不安定となる虞がある。

【 0 0 4 4 】

そこで、E H A システム 1 を含む脚揚降装置では、航空機の着陸前に、電動モータ 6 及びドライバ 6 1 の廃熱を利用して作動油の昇温を行う。この昇温制御は、具体的には、図 2 に示す制御ロジックフローに従って行われる。つまり、予定着陸時刻の Y 分前（所定時間前）であって、着陸準備を開始した（ステップ S 2 1 ）後に、機体システムから脚揚降装置に着陸準備信号が出力される（ステップ S 2 2 ）。ステップ S 2 3 で着陸準備信号の入力を確認した脚揚降装置は、リザーバ 4 6 に取り付けられた温度センサ 6 3 （図 1 参照）の計測値、つまり作動油の温度 T_{FR} を確認し（ステップ S 2 4 ）、作動油の温度 T_{FR} が所定温度よりも高いか否かを判定する（ステップ S 2 5 ）。ここでの所定温度は、作動油の粘度が高くならずかつ、その収縮も抑制されるような下限温度として、適宜設定すればよく、具体的には、前述の通り - 4 0 としてもよい。

【 0 0 4 5 】

作動油の温度 T_{FR} が所定温度以下であるときには（ステップ S 2 5 で N O のときには）、作動油を昇温すべく、ステップ S 2 6 において、ドライバ 6 1 は電動モータ 6 に給電する。ここでは、電動モータ 6（三相モータ）に、例えば同相で給電することによって無回転で発熱するようにしてもよいし、また、油圧ポンプ 5 の最小駆動トルク以下のトルクとなるように電動モータ 6 に給電をしてもよい。これらの場合は、油圧ポンプ 5 が駆動しないため、油圧回路 4 内で作動油は流れない。これとは異なり、図 1 に示すように、ドライバ 6 1 が、電磁弁 4 1 1 を第 2 状態に切り換え、その状態で電動モータ 6 に給電することにより、油圧ポンプ 5 を駆動してもよい。この場合は、図 1 に実線の矢印で示すように、油圧ポンプ 5 の第 1 ポート 5 1 から吐出された作動油は、電磁弁 4 1 1 を介してリザーバ 4 6 に至り、その後、リザーバ 4 6 から排出された作動油は、電動モータ 6 の熱交換器 6 2 を介して油圧ポンプ 5 の第 2 ポート 5 2 へと戻るようになる。こうして、作動油が油圧回路 4 内を循環しながら、電動モータ 6 及びドライバ 6 1 の廃熱により作動油が昇温するようになる。作動油の昇温時の動作は、作動油の昇温効率、つまり消費エネルギー量と作動油の温度上昇量（又は上昇率）との関係等を考慮して、最適な動作を適宜採用すればよい。その場合に、作動油の循環及び非循環を、昇温プロセスの途中で切り替えるようにしてもよい。

【 0 0 4 6 】

図 2 のフローに戻り、ステップ S 2 5 で作動油温度 T_{FR} が所定温度よりも高まれば（ステップ S 2 5 で Y E S のとき）、E H A システム 1 を安定して動作させることが可能になったため、脚揚降装置は、ステップ S 2 7 で、機体システム側に着陸可能信号を出力する。

【 0 0 4 7 】

機体システムは、脚揚降装置からの着陸可出力を受けたか否かを判断し（ステップ S 2 8 ）、着陸可出力を受けたときには、ステップ S 2 9 で、脚下げのために操作されるギヤレバーのロックを解除する指令をコックピットのギヤレバーに出力する。一方、ステップ S 2 8 で、脚揚降装置からの着陸可出力を受けないときにはワーニングを出力する（ステップ S 2 1 0 ）。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 2 1 1 で機体システムは、パイロットの操作によってギヤレバーダウン信号がオンになったか否かを判断し、ギヤレバーがオンになれば、ステップ S 2 1 2 で、脚揚降装置に対し、脚下げ作動開始信号を出力する。脚下げ作動開始信号を受けた脚揚降装置は、脚下げ作動を開始する（ステップ S 2 1 3 ）。

【 0 0 4 9 】

ここで、本願発明者らが、中型民間航空機を想定した脚の揚降装置の E H A システム 1 において、ドライバ 6 1 の損失が全てドライバ 6 1 の発熱となり、その熱の全てが作動油と熱交換されるという仮定の下で、作動油の温度を、航行中に到達し得る - 5 4 から、E H A システムが安定動作し得る - 4 0 （つまり下限温度）まで昇温するのに必要な時間（つまり所要時間）を算出したところ、その所要時間は約 1 1 分であった。尚、電動モータ 6 の廃熱をも考慮すれば、所要時間はさらに短縮されることが予想される。従って、遅くとも着陸前 1 0 分程度前から、前述した、電動モータ 6 及びドライバ 6 1 の廃熱を利用した作動油の昇温を開始することにより、着陸時には E H A システム 1 を安定的に動作させることができる。

【 0 0 5 0 】

このように、前述した E H A システム 1 では、電動モータ 6 の廃熱だけでなく、その電動モータ 6 に給電するためのドライバ 6 1 の廃熱も利用して作動油を昇温することにより、作動油を所定温度よりも高い温度まで、迅速にかつ確実に高めることが可能になる。また、電動モータ 6 及びドライバ 6 1 の双方の廃熱を利用することは、作動油の昇温に必要なエネルギー量を減らすため、航空機の燃費の向上にも有利になる。しかも、作動油を昇温させるための、例えばヒータといった別途の設備が不要であり、このことは脚揚降装置を軽量化する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

また、脚の揚降装置は、航空機の離陸時及び着陸時にのみ用いられ、飛行中は用いられないことを考慮して、航空機の着陸直前に作動油の昇温を行うことにより、例えば航空機が飛行している最中に、作動油の温度を下限温度よりも高く維持するといった無駄なエネルギー消費を回避して燃費を向上しつつ、脚の揚降装置の信頼性が確保される。

【 0 0 5 2 】

またこのように、EHAシステム1の動作時に、作動油の温度を下限温度よりも高くすることによって、作動油の粘度増大を考慮してリザーバを加圧型に構成することや、作動油の収縮を考慮してリザーバ容量を大きくすることが不要になる。このこともまた、脚の揚降装置の軽量化に有利になる。

10

【 0 0 5 3 】

さらに、電動モータ6及びドライバ61と、作動油との間の熱交換に係る構成は、通常時、言い換えると作動油の温度が下限温度よりも高いときには、電動モータ6及びドライバ61の冷却に利用することも可能であり、電動モータ6及びドライバ61の温度信頼性を確保することができる。

【 0 0 5 4 】

尚、図1に示す油圧回路4は例示であり、脚の揚降装置のEHAシステム1を構成する回路は、適宜の回路構成を採用することが可能である。

【 0 0 5 5 】

また、前記の構成では、電動モータ6及びドライバ61の廃熱を、作動油の昇温に利用するようにしているが、この他にも、例えば油圧ポンプ5の廃熱を、作動油の昇温にさらに利用するようにしてもよい。

20

【 0 0 5 6 】

さらに、前記の構成では、リザーバ46に取り付けた温度センサ63の計測値に基づいて、作動油の昇温制御を行うようにしているが、温度を計測する代わりに、例えばリザーバ46の液面位置を計測し、その計測値に基づいて作動油の収縮度合いを判断して、前述したような作動油の昇温制御を行うようにしてもよい。

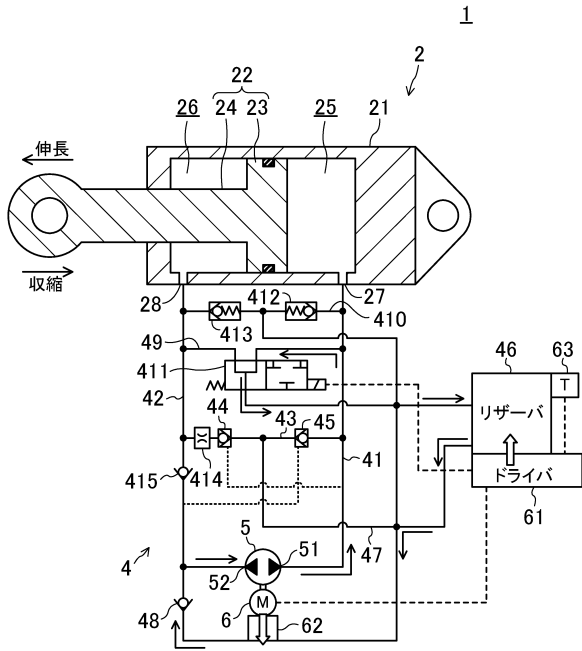
【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

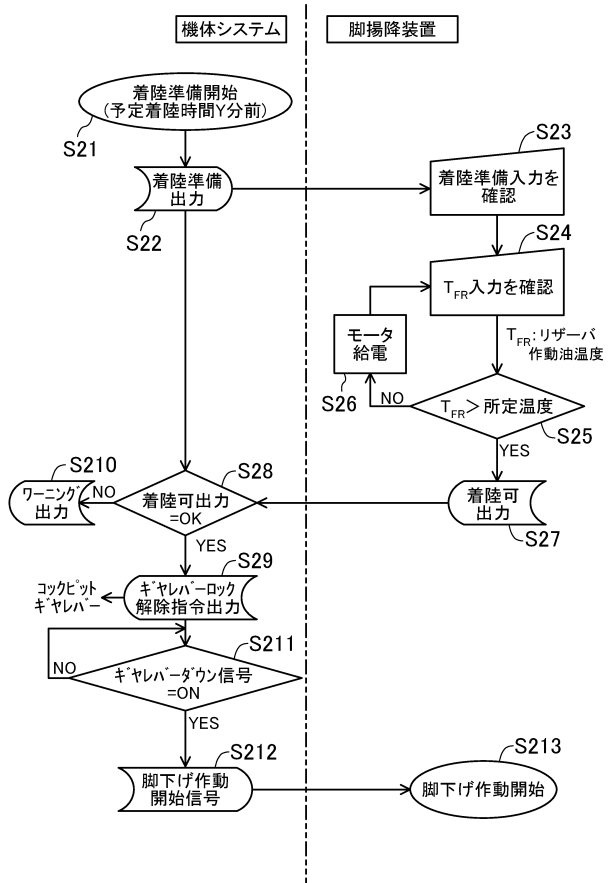
- 1 EHAシステム(揚降装置)
- 2 油圧アクチュエータ
- 4 油圧回路
- 5 油圧ポンプ
- 6 電動モータ
- 61 ドライバ

30

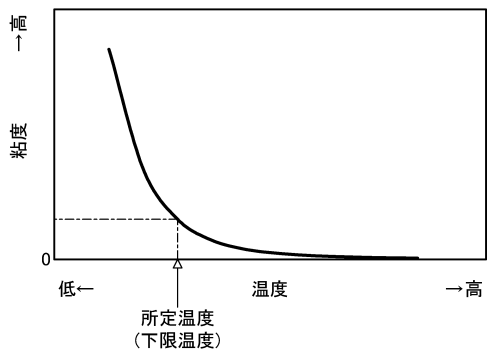
【図1】



【図2】



【図3】



 フロントページの続き

- (74)代理人 100117581
 弁理士 二宮 克也
- (74)代理人 100117710
 弁理士 原田 智雄
- (74)代理人 100124671
 弁理士 関 啓
- (74)代理人 100131060
 弁理士 杉浦 靖也
- (74)代理人 100131200
 弁理士 河部 大輔
- (74)代理人 100131901
 弁理士 長谷川 雅典
- (74)代理人 100132012
 弁理士 岩下 嗣也
- (74)代理人 100141276
 弁理士 福本 康二
- (74)代理人 100143409
 弁理士 前田 亮
- (74)代理人 100157093
 弁理士 間脇 八蔵
- (74)代理人 100163186
 弁理士 松永 裕吉
- (74)代理人 100163197
 弁理士 川北 憲司
- (74)代理人 100163588
 弁理士 岡澤 祥平
- (72)発明者 尾道 泰斗
 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 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 萩原 正悟
 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 高木 亮
 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 大西 孝明
 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内

審査官 志水 裕司

- (56)参考文献 特開2011-102604(JP,A)
 米国特許第05109672(US,A)
 特開2008-273361(JP,A)
 米国特許第04129986(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 4 C 2 5 / 0 4
 B 6 4 C 2 5 / 0 8 - 2 5 / 3 0
 F 1 5 B 2 1 / 0 4