

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-15255
(P2017-15255A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 5 B 20/00 (2006.01)	F 1 5 B 20/00 C	3H070
F 1 6 K 31/06 (2006.01)	F 1 6 K 31/06 305P	3H081
F 1 5 B 15/18 (2006.01)	F 1 5 B 15/18	3H082
F 0 4 B 1/22 (2006.01)	F 0 4 B 1/22	3H106

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2016-119441 (P2016-119441)
 (22) 出願日 平成28年6月16日 (2016. 6. 16)
 (31) 優先権主張番号 15306038.9
 (32) 優先日 平成27年6月30日 (2015. 6. 30)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)
 (31) 優先権主張番号 15306480.3
 (32) 優先日 平成27年9月23日 (2015. 9. 23)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 508088890
 グッドリッチ アクチュエーション シス
 テムズ エスアーエス
 フランス国 78530 ビュック, リュ
 フォルニー 106
 (74) 代理人 100086232
 弁理士 小林 博通
 (74) 代理人 100092613
 弁理士 富岡 潔
 (72) 発明者 エマニュエル ルサージュ
 フランス, オルネー シュル イトン, リ
 ュ ド ラ ヴァレー, 14
 (72) 発明者 セルジュ グラン
 フランス, ヴィルボン シュル イヴェツ
 ト, アレー デ ティユル, 4
 最終頁に続く

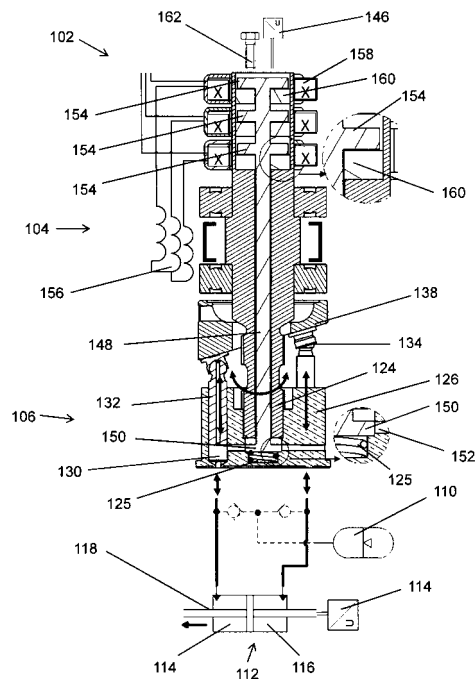
(54) 【発明の名称】 電気静油圧アクチュエータおよび油圧アクチュエータの制御・減衰方法

(57) 【要約】

【課題】電気静油圧アクチュエータを改善する。

【解決手段】電気静油圧アクチュエータ(102)は、油圧ポンプ(106)、及び油圧ポンプを駆動して油圧アクチュエータ(112)に作動流体を供給する電気モーター(104)を備える。油圧ポンプは、作動流体の入口及び出口と、入口と出口の間に配置された能動的な流体流路と、を備えており、油圧ポンプが電気モーターによって駆動されている能動動作モード時に、作動流体が入口から吸入されるとともに出口から吐出される。油圧ポンプは、油圧ポンプの入口と出口の間に配置されたバイパス流路をさらに備え、減衰動作モード時に、作動流体が入口と出口の間を両方向に自由に流れることを可能にする。電気モーターは、バイパス流路を閉塞する閉塞位置と、バイパス流路を解放する位置と、の間で電気モーター内で移動するように配置された可動部材(148)を備える。

【選択図】図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

油圧ポンプと、前記油圧ポンプを駆動して油圧アクチュエータに作動流体を供給する電気モーターと、を備え、

前記油圧ポンプは、作動流体の入口及び出口と、前記入口と前記出口の間に配置された能動的な流体流路と、を備え、前記油圧ポンプが前記電気モーターによって駆動されている能動動作モード時に、作動流体が能動的に前記入口から吸入されるとともに前記出口から吐出され、

前記油圧ポンプは、前記油圧ポンプの入口と出口の間に配置されたバイパス流路をさらに備え、減衰動作モード時に、作動流体が前記入口と前記出口の間を両方向に自由に流れることが可能となっており、

前記電気モーターは、該電気モーター内で移動するように配置された可動部材を備え、前記能動動作モード時において前記油圧ポンプを駆動するように前記電気モーターが励磁されているときに、前記可動部材が、前記バイパス流路を閉塞するように機能する閉塞位置となり、前記減衰動作モード時において前記電気モーターが励磁されていないときに、前記可動部材が前記電気モーター内で移動して前記バイパス流路を開放する、電気静油圧アクチュエータ。

【請求項 2】

前記可動部材は、前記電気モーター内で軸方向に移動して前記バイパス流路を開放するように配置されている、請求項 1 に記載の電気静油圧アクチュエータ。

【請求項 3】

前記油圧ポンプが前記電気モーターによって駆動されていないときに、前記可動部材を自動的に移動させて前記バイパス流路を開放する、請求項 1 または請求項 2 に記載の電気静油圧アクチュエータ。

【請求項 4】

前記油圧ポンプは、前記可動部材を移動させることにより、前記油圧ポンプが前記電気モーターによって駆動されていないときに前記バイパス流路を開放するように配置された弾性部材を備える、請求項 3 に記載の電気静油圧アクチュエータ。

【請求項 5】

前記電気モーターは、前記可動部材を前記閉塞位置に保持する電磁石機構を備える、請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか一項に記載の電気静油圧アクチュエータ。

【請求項 6】

前記電磁石機構は、前記可動部材を磁化するように配置された 1 つまたは複数の追加コイルを備える、請求項 5 に記載の電気静油圧アクチュエータ。

【請求項 7】

前記バイパス流路の大きさは、前記油圧ポンプの使用時、所望の減衰率を前記油圧アクチュエータに与えるように調節される、請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか一項に記載の電気静油圧アクチュエータ。

【請求項 8】

前記電気モーターは、前記可動部材が移動して前記バイパス流路を開放するときに前記可動部材の位置を制限するように配置されたピンを備える、請求項 7 に記載の電気静油圧アクチュエータ。

【請求項 9】

前記可動部材の移動を検出して前記バイパス流路が開いているかどうかを判定するように配置されたセンサを備える、請求項 1 ~ 請求項 8 のいずれか一項に記載の電気静油圧アクチュエータ。

【請求項 10】

前記油圧ポンプは、モーターシャフトによって回転駆動されるポンプバレルと、往復運動するピストンを受けるように前記ポンプバレル内に配置された複数の軸流シリンダと、を備える回転ピストンポンプであり、前記入口は、前記ポンプバレルの一方の半部に設け

10

20

30

40

50

られた前記軸流シリンダと流体連通しており、前記出口は、前記ポンプバレルの他方の半部に設けられた前記軸流シリンダと流体連通している、請求項 1 ~ 請求項 9 のいずれか一項に記載の電気静油圧アクチュエータ。

【請求項 1 1】

前記バイパス流路は、前記減衰動作モード時に前記ポンプバレルの一方の半部に設けられた軸流シリンダに接続された前記入口と、前記ポンプバレルの他方の半部に設けられた前記軸流シリンダに接続された前記出口と、の間に直接的な流路を提供する 1 つまたは複数の接続ポートを前記ポンプバレル内に含み、前記可動部材は、前記能動動作モード時に前記接続ポートを通る流体の流れを閉塞する位置となるように前記モーターシャフト内に配置されている、請求項 1 0 に記載の電気静油圧アクチュエータ。

10

【請求項 1 2】

油圧アクチュエータの制御・減衰方法であって、

能動動作モード時に、前記油圧アクチュエータに作動流体を供給するために電気モーターを励磁して油圧ポンプを駆動すること、及び

減衰動作モード時において前記油圧ポンプが前記電気モーターによって駆動されていないときに前記油圧ポンプを通るバイパス流路を開放するように、前記電気モーター内に配置された可動部材の移動を制御すること、

を含む方法。

【請求項 1 3】

前記可動部材の移動を制御することは、前記可動部材を磁化するように配置された 1 つまたは複数の追加コイルを励磁することを含む、請求項 1 2 に記載の方法。

20

【請求項 1 4】

前記油圧ポンプの使用時、所望の減衰率を前記油圧アクチュエータに与えるように前記バイパス流路の大きさを調節することを含む、請求項 1 2 または請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記バイパス流路の大きさを調節することは、前記可動部材が移動して前記バイパス流路を開放するときに前記可動部材の位置を制限するように配置されているピンを調節することを含む、請求項 1 4 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本開示は、電気静油圧アクチュエータに関し、特に、油圧アクチュエータの圧力・流量制御を行うために電動モーターポンプアセンブリを備える電気静油圧アクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

電気静油圧アクチュエータ (EHA) は、独立型のアクチュエータとして動作するものであり、それ自体の電動モーターポンプアセンブリによって制御され、それによって独立した油圧ポンプが不要となる。航空宇宙用途では、EHA は通常、制御電子回路によって作動されるフライバイワイヤ (FBW) 式の装置である。EHA の油圧アクチュエータは、航空機翼上の操縦フラップなどの空気力学的表面を移動させるために使用され得る。EHA は、例えば、ランディングギヤの伸縮、操縦、ブレーキ及び流量制御を含む各種操作のために、航空機における従来の油圧アクチュエータシステムに置き換わる場合がある。

40

【0003】

特に、航空機操作の構成要素を制御するのに EHA を用いるときには、発電が停止し、あるいは制御パスの電子回路が故障した場合に冗長性を持たせることが重要である。例えば、特許文献 1 に見られるように、EHA がフェイルセーフ油圧回路を備えるようにすることが従来提案されている。このフェイルセーフ油圧回路は、油圧アクチュエータのジャッキ室とソレノイド「モード」バルブとの間の連通を可能にする別の作動油経路を備えて

50

おり、このバルブにより、例えば、停電した緊急状態において、別の作動油経路を接続するように切り替えることができ、電動油圧ポンプの外側を作動油が迂回して流れることが可能となる。かかる緊急状態では、油圧アクチュエータは、依然として、その空気力学的表面に減衰力を与えることが可能である。この減衰効果は、油圧回路内の別のソレノイドバルブによってオンまたはオフに切り替えられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第2013/0067898号明細書

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本開示は、電気静油圧アクチュエータに改善を施すことを図るものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の態様によれば、電気静油圧アクチュエータ(EHA)が提供される。この電気静油圧アクチュエータは、油圧ポンプと、油圧ポンプを駆動して油圧アクチュエータに作動流体を供給する電気モーターと；作動流体の入口及び出口、並びに入口と出口の間に配置された能動的な流体流路を備える油圧ポンプであって、油圧ポンプが電気モーターによって駆動されている能動動作モード時に、作動流体が能動的に入口から吸入され、出口から吐出されるようにする油圧ポンプと；油圧ポンプの入口と出口の間に配置されたバイパス流路をさらに備える油圧ポンプであって、減衰動作モード時に、作動流体が入口と出口の間を両方向に自由に流れることを可能にする油圧ポンプと；電気モーター内で移動するように配置された可動部材を備える電気モーターであって、能動動作モード時には、油圧ポンプを駆動するように電気モーターが励磁されているときに、可動部材が、バイパス流路を閉塞するように機能する閉塞位置となり、減衰動作モード時には、電気モーターが励磁されていないときに、可動部材が電気モーター内で移動してバイパス流路を開放する電気モーターと、を備える。

20

【0007】

能動動作モードでは、油圧ポンプが電気モーターによって駆動されているときに、EHAは、油圧アクチュエータの圧力・流量制御を行う油圧ポンプと共に正常に作動する。例えば、電気モーターが励磁されていないときには(例えば、停電が発生し、またはEHAの制御電子回路が故障した場合には)、バイパス流路によって作動流体が油圧ポンプを通過するようにして、油圧アクチュエータの減衰効果を実現することができる。これにより、油圧アクチュエータを能動的に連動させる必要のないときにデフォルトモードも提供される。油圧ポンプの入口と出口の間のバイパス流路を開放することにより、油圧ポンプと油圧アクチュエータの間の油圧回路に別のソレノイド「モード」バルブが必要となる代わりに、減衰動作モードがポンプに組み込まれる。これにより、装置を包絡線的に減衰させることが可能となるのみならず、EHA内の構成要素の数が削減される。例えば、EHAには、自らの電源及び制御電子回路を備えた別のソレノイドモードバルブ、並びにアンチキャピテーションバルブがもはや不要となり得る。従って、油圧マニホールドに必要な関連流路は、EHAのコスト及び重量の削減を伴って取り除かれる。さらに、かかるEHAでは、油圧ポンプモーターアセンブリに減衰制御が組み込まれるため、信頼性が向上し得る。

30

40

【0008】

油圧ポンプは、識別可能な入口及び出口を任意の時点で有するように記載されているものの、入口及び出口を提供する1つまたは複数の物理ポートは経時的に変わり得ることが理解されよう。記載されたポンプは、通常、油圧アクチュエータと流体連通している複数のポートを備える。任意の一時点において、これらのポートの1つまたは複数が入口として機能してもよく、これらのポートの1つまたは複数が出口として機能してもよい。かか

50

るポート、すなわち入口及び出口は、通常、ポンプの基部に取り付けられているポートプレートによって提供される。回転ポンプの場合、モーターの回転方向が逆転すると、逆方向に作動流体を供給するようにポンプが作動し、入口と出口が入れ替わる場合がある。さらに、能動的な流路及びバイパス流路に関して入口及び出口のみを開示しているが、ポンプは、例えば、他の流路を提供する1つまたは複数の別の入口及び/または出口を備え得ることが可能である。例えば、非対称ポンプの場合、アキュムレータへの流体の流れを促進するために別の出口が存在し得る。

【0009】

モーター内で移動するように配置された可動部材を回転自在に移動するように配置して、減衰動作モード時にバイパス流路を開放するようにしてもよい。しかしながら、好ましい一連の実施例では、可動部材は、モーター内で軸方向に移動してバイパス流路を開放するように配置されている。従って、可動部材は、閉塞位置との間で軸方向に移動し得る。

10

【0010】

可動部材がモーター内で軸方向に移動するように配置された実施例では、可動部材の軸方向移動はモーターの軸に沿うものと考えられる。モーターの軸は、通常、モーターシャフトがここを中心に回転する軸として定められる。モーターシャフトは、モーターの構成要素であり、このモーターは通常、能動モード時にポンプを駆動する。

【0011】

モーターは、能動動作モード時にバイパス流路を閉塞する任意の適切な可動部材を備え得る。好ましい一連の実施例では、可動部材は細長い棒である。かかる細長い棒は、モーターシャフトを通してポンプにまで、主モーターのハウジングから伸びてもよく、このハウジングには通常、モーターを駆動するコイルが収納される。細長い棒は、例えば、モーターシャフトの中空芯を貫通して油圧ポンプに達し得る。さらに好ましい一連の実施例では、細長い棒はさらに、バイパス流路に近接した末端にて、バイパス流路を閉塞するように形成された端部を備える。この端部は、例えば、バイパス流路を閉塞するように設計されたディスク形状部で構成されてもよい。バイパス流路を閉塞する細長い棒を使用することは有利である。というのも、この細長い棒は、バイパス流路を制御するための簡単な機構となるためである。かかる細長い棒を、閉塞位置との間で回転させてもよく、あるいは軸方向に移動させてもよい。

20

【0012】

EHAは、電気モーターが励磁されているときにバイパス流路を閉塞するように可動部材を配置する任意の適切な機構を備え得る。電気モーターは、可動部材を閉塞位置に保持する電磁石機構を備え得る。通常、電気モーターは、モーターシャフトの周囲に電機子を形成するコイルを備える。一連の実施例では、この電磁石機構は、可動部材を励磁するように配置された1つまたは複数の追加コイルを備える。かかる一連の実施例では、モーターが励磁されているとき、これらの追加コイルに近接した可動部材の一部が励磁される。モーターは、好ましくは、1つまたは複数の固定された強磁性部を備えており、その結果、磁化された可動部材がこの強磁性部に引き寄せられる。これにより、バイパス流路を閉塞するように可動部材が閉塞位置に保持される。さらに好ましい一連の実施例では、追加コイルに近接した可動部材の端部が、磁化材料の最大領域となるように形成される。追加コイルが励磁されているときには、上記により、可動部材がその閉塞位置に確実に保持されることが保証される。好ましい一連の実施例では、可動部材の保持に用いられる追加コイルの数は、モーターの駆動に用いられるコイルの数と同じである。しかしながら、モーターの駆動に3つの主コイルが用いられる場合でも、追加コイルは2つで足り得ることが分かっている。

30

40

【0013】

追加コイルは、主モーターコイル（例えば、モーターシャフトの周囲に電機子を形成するコイル）と直列または並列に接続され得る。EHAに追加コイルを設けて可動部材を励磁する実施例では、各追加コイルは、好ましくは、主モーターコイルの1つと直列に接続される。これにより、例えば、追加コイルの堅牢性に対する信頼が万一不足している場合

50

に、フェイルセーフが提供される。というのも、追加コイルの1つに障害が発生すると主モーターの励磁回路が遮断されるためである。しかしながら、いくつかの実施例では、追加コイルを主モーターコイルと並列に接続してもよいことが理解される。これにより、追加コイルのうちの1つの障害によって開放回路が生じるリスクを軽減することができる。加えて、またはあるいは、いくつかの実施例では、追加コイルは、主モーターコイルと電源を共有してもよい。これは、電磁石機構がモーターと同時に自動的に励磁されること（例えば、モーターが励磁されるときには常に、電磁石機構によって可動部材がその閉塞位置に保持され得ること）を意味する。他の実施例では、追加コイルは、それ自体の独立電源を備えてもよい。例えば、追加コイルを作動させるために同じ交流電源を用いる際の安定性に対する信頼が低い場合に、この手法をとる場合がある。さらに、これは、例えば、主モーターコイルの停電が発生した場合に、可動部材の移動を独立に制御することが可能となり得ることを意味する。かかる実施例では、1つの追加コイルで十分となり得る。ただし、その追加コイルには、独立電源への配線を追加する必要がある。

10

【0014】

一連の実施例では、ポンプが能動動作モードであるときに可動部材は回転しない。別の一連の実施例では、可動部材は、能動動作モード時にモーターシャフトと共に回転する。可動部材を回転させることにより、ポンプの製造がより簡単となり得る。というのも、これは、可動部材とモーターシャフトなどのモーターの回転部品との間にベアリングが必要ないことを意味するためである。

20

【0015】

前述のように、例えば、モーターが励磁されていないときには、バイパス流路が開放される。勿論、バイパス流路は、ポンプが電気モーターによって駆動されていないときにのみ完全に形成される流路の形態をとってもよい。あるいは、バイパス流路は、常にポンプの中に存在するものの、電気モーターが励磁されていないときには、単に、閉塞が解除される、遮蔽されない、アクセスが可能であるといった流路の形態をとってもよい。電気モーターがオフになったとき、あるいは停電があったときには、制御電子回路は、バイパス流路の開放を実施することができる。しかしながら、これには、かかる制御電子回路用の予備電源が必要となる可能性がある。電気モーターが励磁されていないときには、可動部材が自動的に移動してバイパス流路を開放することが好ましい。これにより、ポンプの外部のソレノイドバルブが不要となるのみならず、減衰動作モードを制御するためのフェイルセーフ電源も不要となる。むしろ、電気モーターが作動していないときには常に、減衰動作モードがデフォルトモードとしてポンプによって自動的に提供される。

30

【0016】

EHAは、電気モーターが励磁されていないときに可動部材を自動的に移動させる任意の適切な機構を備え得る。例えば、弾性部材は、バイパス流路の閉塞を解除する、またはバイパス流路を開放する位置にまで可動部材を付勢するように機能することが可能である。好ましい実施例では、ポンプは、かかる弾性部材を備える。この弾性部材は、可動部材を移動させることにより、電気モーターが励磁されていないときにバイパス流路を開放するように配置されている。弾性部材をポンプに配置することは有利である。というのも、これによってポンプに必要な変更が最小で済むためである。あるいは、弾性部材を、モーター内の任意の好適な位置に、例えば、モーターハウジングの中、またはモーターシャフトの中/表面に配置してもよい。ポンプから離して弾性部材を配置することは有利となり得る。というのも、バイパス流路に直接的な影響を及ぼさないように弾性部材を配置することが可能となるためである。例えば、ポンプ内の弾性部材により、バイパス流路が開放されているときでもバイパス流路を少なくとも部分的に遮断させるようにしてもよい。この構成は、いくつかの事例では不利となり得るが、かかる構成をバイパス流路の設計に取り入れることが可能になる場合がある。かかる弾性部材により、バイパス流路を開放するように可動部材を移動させやすくする弾性付勢が付与され得る。例えば、この弾性付勢は、ばね装置によって付与されてもよい。電気モーターが励磁されているときには、この弾性付勢に打ち勝つことができる。複数の弾性部材を使用することは有利となり得ることが

40

50

理解される。というのも、これにより、たとえ1つの弾性部材が故障したとしても、EHAは、依然として減衰モードに入ることが確実に可能となるためである。これは特に、停電時に減衰モードが開始される場合に重要である。

【0017】

バイパス流路に沿ってポンプを通る作動流体の速度により、油圧アクチュエータに対する減衰効果を決定できることが理解されよう。ポンプの外部のソレノイドバルブを使用して減衰モードを提供する従来の構成では、減衰率は、バルブの流れ抵抗によって設定される絶対値である。かかるバルブを作動させることは、単に減衰率を有効/無効にすることである。本開示の実施例では、これに対して、ポンプを通るバイパス流路は、所望の減衰率を作動流体に与えるように調節可能となり得る。例えば、現場でバイパス流路を開放する度合いを調節することにより、バイパス流路を動的に調節することが可能となり得る。

10

【0018】

好ましくは、バイパス流路の大きさを、ポンプの製造、設置及び/または使用中に、例えば、バイパス流路の断面を調節することによって調節して、所望の減衰率を油圧アクチュエータに与えることができる。いくつかの実施例では、可動部材の大きさを、例えば、製造及び/または設置中に選択または変更することにより、上記調節を実現してもよい。あるいは、または加えて、可動部材の移動の自由度を選択または変更することにより、上記調節を実現してもよい。上記では、EHAの使用中に調節を適宜実施することができる。好ましい一連の実施例では、減衰モード中に可動部材がバイパス流路にまで延びる距離を調節することができる。さらに好ましい一連の実施例では、可動部材が減衰モード時にバイパス流路にまで延びる距離は、可動部材の移動を制限するように機能する位置制限ピンによって設定される。従って、モーターは、可動部材が移動してバイパス流路を開放するとき当該可動部材の位置を制限するように配置されたピンを備え得る。少なくともいくつかの実施例では、かかるピンは、可動部材の軸方向位置を制限するように配置され得る。

20

【0019】

さらに好ましい一連の実施例では、かかる位置制限ピンは調節可能である。例えば、このピンは、ねじ付きピンによって提供され得る。調節可能な位置制限ピンは、EHAの製造及び設置の後でもバイパス流路を動的に調節することが可能である。位置制限ピンの調節は、油圧アクチュエータの特定利用に向けた所望の減衰率に応じて減衰率を修正するために行われてもよい。例えば、航空機における操縦フラップなどの空気力学的表面に油圧アクチュエータが作用するものとする実施例では、ポンプを通るバイパス流路に沿って作動流体が通ることができるよう減衰率を選択してもよく、その結果、モーターが故障した場合でも当該表面の移動が減衰される。バイパス流路の大きさを調節することにより、特定用途に合わせて減衰率を調整することができる。なお、減衰動作モードでは作動流体がポンプによって加圧されておらず、付勢されてもいないため、バイパス経路に沿った流れは、油圧アクチュエータの移動のみによって引き起こされることに留意されたい。

30

【0020】

安全機能として、EHAが減衰モードに正常に入ったかどうか、または減衰モードが利用可能かどうかを検出することが望ましい場合がある。例えば、(例えば、ポンプのバイパス流路に障害物があるか、または軸方向の可動部材が故障したために)減衰動作モードが利用できないと検出された場合には警告を発してもよい。この警告により、EHAに実施すべき保守を求めることができ、あるいは緊急状態を発生させることができる。少なくともいくつかの実施例では、EHAは、バイパス流路がポンプの入口と出口の間に開いているかどうかを検出するように配置されたセンサを備えることが好ましい。かかるセンサは、例えば、作動流体の液圧及びアクチュエータの速度を測定することによってバイパス流路が開いているかどうかを直接検出するように配置され得る。しかしながら、センサにとっては、例えば、ポンプまたはモーターの特性を測定することにより、バイパス流路が開いているかどうかを間接的に検出する方がより容易となり得る。可動部材がバイパス流路を開放/閉塞するように作動するとき、センサは、可動部材の移動を検出して、バイパ

40

50

ス流路が開いているかどうかを判定し得る。好ましい一連の実施例では、可動部材の位置を検出するように線形変換器が配置される。好ましい一連の実施例では、この線形変換器がモーター内に配置される。

【0021】

EHAの各用途での使用に適している様々な種類の回転ポンプがある。これらのポンプには、それぞれに関連した長所と短所がある。各種の好適なポンプは、ロータリピストン、斜軸、ラジアルピストン及びギヤポンプを備え得る。以下、油圧ポンプが回転ピストンポンプである好ましい一連の実施例について説明する。回転ピストンポンプは、好ましくは、モーターシャフトによって回転するように駆動されるポンプバレル、及び往復運動するピストンを受けるように配置されたポンプバレル内の複数の軸流シリンダを備える。かかるポンプでは、その入口が、ポンプバレルの一方の半部に設けられた軸流シリンダと流体連通しており、その出口が、ポンプバレルの他方の半部に設けられた軸流シリンダと流体連通している。

10

【0022】

一連の実施例では、回転ピストンポンプは、角度付きのカム面（例えば、斜板）を備える軸流ピストンポンプである。このカム面は、モーターシャフトに対して固定されていて、バレルが回転するにつれてピストンを軸流シリンダ内で徐々に往復運動させる。ポンプが電気モーターによって駆動されると、作動流体は、ポンプバレルの片側に対するピストンストロークによって入口から吸入され、ポンプバレルの反対側に対するピストンストロークによって出口から押し出される。本開示によれば、ポンプは、バイパス流路をさらに備える。このバイパス流路により、ポンプがアイドル状態のとき、すなわちモーターによってポンプが駆動されておらず、従って、ピストンが軸流シリンダ内で往復運動しないときに、入口と出口の間で作動流体がポンプを通過することが可能になる。モーターによってポンプが駆動されていないとき、すなわちモーターが励磁されていないときには、可動部材が移動してポンプ内のバイパス流路を開放する。

20

【0023】

好ましくは、バイパス流路は、ポンプバレルの一方の半部に設けられた軸流シリンダに接続された入口とポンプバレルの他方の半部に設けられた軸流シリンダに接続された出口との間で（あるいは、これとは逆に接続された入口と出口の間で）、モーターシャフトを貫通するかまたはモーターシャフトの周囲を通るように配置されている。モーターシャフトを貫通する、またはモーターシャフトの周囲のバイパス流路は、ポンプバレル内の軸流シリンダに接続されてもよいが、作動流体は、これらのシリンダに沿って軸方向に通る必要がない、すなわち、バイパス流路は、ピストンに面していない。この構成は、通常のピストンポンプと完全に異なることが理解されよう。通常のピストンポンプでは、（所定の回転方向に対して）ピストンがモーターによって駆動されているときにのみ流体が入口と出口の間でポンプバレル内のシリンダを通過することができる。

30

【0024】

好ましい一連の実施例では、バイパス流路は、1つまたは複数の接続ポートをポンプバレル内に備える。この接続ポートにより、減衰動作モード時に、ポンプバレルの一方の半部に設けられた軸流シリンダに接続された入口とポンプバレルの他方の半部に設けられた軸流シリンダに接続された出口との間に直接的な流体経路が提供される。好ましくは、可動部材は、能動動作モード時に接続ポートを通る流体の流れを閉塞する位置となるように、モーターシャフト内に配置される。例えば、可動部材の移動によって閉塞されるかまたは閉塞が解除されるようにするため、接続ポートが径方向内向きに向かって、モーターシャフトに整列されている中央チャンバにまで至るようにしてもよい。1つまたは複数の接続ポートは、ポンプバレル内の各軸流シリンダと流体連通している接続ポートをポンプバレル内に含み得る。換言すれば、ポンプバレルは、複数の接続ポート、及び各軸流シリンダ用の少なくとも1つの接続ポートを備え得る。接続ポートは、ポンプバレル内の各軸流シリンダとバレルの中心部との間を通る略放射状のポートであってもよい。本開示によれば、能動モードでは、接続ポートを閉塞するように可動部材が配置される。その結果、流

40

50

体は、往復運動するピストンにより、入口から入って出口から出るように進むことのみが可能である。減衰モードでは、接続ポートを開放するように、従って、バイパス流路を開放するように可動部材が配置される。

【0025】

本開示の様々な実施例では、油圧アクチュエータ（例えば、シリンダ内で往復運動するピストン）を、航空機の構成要素（例えば、翼上の操縦フラップなどの空気力学的表面）に変位を生じさせるように配置してもよい。油圧アクチュエータは、シリンダ及び/または回転アクチュエータ内で軸方向に移動するラムを備える線形アクチュエータの形態をとってもよい。

【0026】

本開示の別の態様によれば、油圧アクチュエータの制御・減衰方法が提供される。この油圧アクチュエータの制御・減衰方法は、能動動作モード時に、油圧アクチュエータに作動流体を供給するために電気モーターを励磁して油圧ポンプを駆動すること；及び減衰動作モード時に、油圧ポンプが電気モーターによって駆動されていないときに油圧ポンプを通るバイパス流路を開放するように、電気モーター内に配置された可動部材の移動を制御すること、を含む。油圧マニホールド内の別のソレノイドモードバルブを制御する代わりに、モーター内部での可動部材の移動を制御して減衰に影響を与えるようにする。この制御をモーターの制御に適宜組み込んでもよい。

【0027】

モーター内部に配置された可動部材は、例えば、軸方向に移動するように配置され得る。かかる実施例では、可動部材の軸方向の移動を制御してバイパス流路を開放することが好ましい。

【0028】

一連の実施例では、可動部材の移動を制御することは、可動部材を磁化するように配置された1つまたは複数の追加コイルを励磁することを含む。これらの追加コイルは、通常のモーターコイルと電氣的に並列または直列に接続され得る。1つまたは複数の追加コイルには、それ自体の電源を設けてもよく、あるいは1つまたは複数の追加コイルは、モーターの主コイルと電源を共有してもよい。

【0029】

一連の実施例では、上記方法は、油圧ポンプの使用時、所望の減衰率を油圧アクチュエータに与えるようにバイパス流路の大きさを調節することをさらに含む。バイパス流路の大きさを調節することは、可動部材が移動してバイパス流路を開放するときに可動部材の位置を制限するように配置されているピンを調節することを含み得る。これについては、前述の部分でより詳細に説明されている。

【0030】

別のより広い態様から見ると、本開示は、電気静油圧アクチュエータ（EHA）を提供する。この電気静油圧アクチュエータは、電気モーターによって駆動されて作動流体を油圧アクチュエータに供給する油圧ポンプと；作動流体の入口及び出口、並びに入口と出口の間に配置された能動的な流路を備える油圧ポンプであって、油圧ポンプが電気モーターによって駆動されている能動動作モード時に、作動流体が能動的に入口から吸入され、出口から吐出されるようにする油圧ポンプと；入口と出口の間に開放されるように配置されたバイパス流路をさらに備える油圧ポンプであって、油圧ポンプが電気モーターによって駆動されていない減衰動作モード時に、作動流体が入口と出口の間のバイパス流路に沿って油圧ポンプを通過することを可能にする油圧ポンプと、を備える。さらに別のより広い態様から見ると、本開示は、油圧アクチュエータの制御・減衰方法を提供する。この油圧アクチュエータの制御・減衰方法は、能動動作モード時に、油圧アクチュエータに作動流体を供給するために電気モーターに電力を供給して油圧ポンプを駆動すること、及び減衰動作モード時に、電気モーターによって油圧ポンプが駆動されていないときに油圧ポンプを通るバイパス流路を開放すること、を含む。バイパス流路は、前述の部分で説明したように配置され得る。特に、バイパス流路は、モーター内部に配置された可動部材を移動さ

10

20

30

40

50

せることにより、閉塞され、または閉塞が解除され得る、あるいは、開放され、または閉鎖され得る。本開示のこれまでの態様に関して記載された任意の特徴は、これらのより広い態様にも同様に当てはまる。

【0031】

以下、1つ以上の非限定的な実施例について、添付図面を参照して説明する。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】従来技術に係る能動モード時のEHAの流体フロー図である。

【図2】従来技術に係る減衰モード時のEHAの流体フロー図である。

【図3】典型的な回転ピストンポンプを示す図である。

10

【図4】典型的な回転ピストンポンプのポートプレートを示す図である。

【図5】本開示に係る能動モード時のEHAの流体フロー図である。

【図6】本開示に係る減衰モード時のEHAの流体フロー図である。

【図7】本開示に従ってバイパス流体流路を閉塞した状態のポンプの一実施例を示す図である。

【図8】バイパス流体流路が開いている状態の図7のポンプを示す図である。

【図9】本開示に従ってバイパス流体流路を閉塞した状態の能動モード時のポンプの破断図である。

【図10】減衰モード時の図9のポンプを見た図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0033】

図1及び2は、従来技術に係る電気静油圧アクチュエータ(EHA)2の流体フロー図である。図1には、可逆式電気モーター4、油圧ポンプ6、モードバルブ8、アクキュレータ10及び油圧アクチュエータ12が示されている。図1に示した油圧アクチュエータ12は、2つの分離したチャンバ14、16及びアクチュエータラム18からなる。モードバルブ8は、ソレノイド20によって作動させることができ、典型的にはオンまたはオフである2つの動作モードを有する。ラム18は、通常、空気力学的表面などの航空機の構成要素に接続される。EHAは、通常、2つの動作モードを有する。すなわち、電氣的能動モード(EAM)及び減衰モードである。図1は、EAM時のEHAを示している。EAM中、モーター4は、ポンプ6を駆動するように機能する。この駆動は、ポンプ6が可逆式であるため、両方向とすることができる。ポンプ6が駆動されると、図1の太線及び矢印で示すように、作動流体が回路に沿って流れる。この結果、流体は、油圧アクチュエータ12のチャンバ14、16の一方に導かれる。流体がチャンバ14、16の一方に入り、他方のチャンバ14、16から出ると、これによってラム18がチャンバ14、16の中で動き、それにより、ラム18に接続されている空気力学的表面が移動するようになる。

30

【0034】

図2は、減衰モード時のEHA2の流体フロー図である。減衰モードは、停電または電子制御パスの障害が発生している状況において開始することができる。ソレノイド20は、システム内の流体の流れを変えるモードバルブ8を作動させることができる。減衰モードでは、ラム18に減衰効果が生じる。このことは、例えば、航空機において使用中のときには、EHAのある特定の用途にとって重要となり得る。減衰モードは、ラム18を連動させる必要のないとき、すなわち、ポンプ6がモーター4によって駆動されていないときのデフォルトモードでもある。減衰モードの目的は、空気力学的表面に接続され得るラム18に減衰力を与えることである。これにより、外部からの空気力学的な力が当該表面に加わったときに制御不能な動作が回避される。減衰モードでは、流体は、油圧アクチュエータ12の一方のチャンバ14、16と他方のチャンバ14、16との間をモードバルブ8を通じて自由に流れる。2つのチャンバ14、16の間で流体が自由に流れることにより、ラム18の動きを減衰させる。減衰モード中、流体は、ポンプ6を完全にバイパスし、モードバルブ8を通じて移動するのみである。ラム18に対する減衰効果は、モード

40

50

バルブ 8 によって決まる。

【 0 0 3 5 】

モーターシャフト 2 4 によって作動される典型的な回転ピストンポンプ 2 2 を図 3 に示す。モーターシャフト 2 4 は、モーターシャフトの周囲のスプライン（図示せず）と、ポンプバレル 2 6 の内面の、これに対応するスプライン（図示せず）とが結合することによってポンプバレル 2 6 を駆動する。これらのスプラインは、通常一対一に対応しているため、モーターシャフト 2 4 とポンプバレル 2 6 との間の相対回転が最小となっている。モーターシャフト 2 4 の後端部の内歯スプライン 2 8 により、モーターシャフト 2 4 とモーター自体の間の結合が得られる（図示せず）。ポンプ 2 2 は、ポンプバレル 2 6 で構成されており、ポンプバレル 2 6 は、これを通して延在する軸流シリンダ 3 0 を備える。各軸流シリンダ 3 0 の間の間隔は、ポンプバレル 2 6 の中心に対して等角である。ピストン 3 2 は、軸流シリンダ 3 0 内にあり、軸流シリンダ 3 0 内で自由に往復運動する。ピストン 3 2 は、カムプレート 3 8 によって導かれる回転プレート 3 6 に対し、シュー 3 4 によって連結される。カムプレート 3 8 は、ある角度に方向付けられており、それによって、常に、片側ではピストン 3 2 が軸流シリンダ 3 0 に完全に挿入され、反対側ではピストン 3 2 が軸流シリンダ 3 0 から引き出されるようになっている。

10

【 0 0 3 6 】

ポンプ 2 2 が通常に動作している間、モーターシャフト 2 8 は、モーターによって駆動され、ポンプバレル 2 6 を駆動してこれを回転させる。ポンプバレル 2 6 が回転すると、ピストン 3 2 が軸流シリンダ 3 0 内で往復運動して、流体がポンプバレル 2 6 に片側で吸入され、バレル 2 6 の反対側に吐出される。カムプレート 3 8 は固定角で図示されているが、ポンプから移送中である流体の量の制御を調節可能としてもよい。

20

【 0 0 3 7 】

図 4 は、ポンプ 2 2 の下側を見た図であり、詳しくは、ポンプバレル 2 6 の基部に取り付けられているポートプレート 4 0 を示している。ポートプレート 4 0 には、ポンプバレル 2 6 の軸流シリンダ 3 0 へのアクセスを提供する 2 つのポート 4 2 がある。2 つのポート 4 2 は、半円形であり、ポンプバレル 2 6 内のシリンダ 3 0 の周方向の配置と同様の弧に沿って設けられている。2 つのポート 4 2 を両者の間に間隔を置いて設けた目的は、ポンプの吐出側から流体が吸入されるのを防ぐためである。2 つのポート 4 2 の間の間隙は、カムプレート 3 8 上の勾配が正の勾配から負の勾配に、または負の勾配から正の勾配に変化する箇所に効果的に対応する。一方のポート 4 2 a はポンプ 2 2 への入口として機能するのに対し、他方のポート 4 2 b は出口として機能する。逆もまた同様である。

30

【 0 0 3 8 】

本開示に係る例示的な流体フロー図を図 5 及び 6 に示す。ポンプとは別のモードバルブを備えることによって減衰モードを実現するのではなく、ここでは、ポンプ 1 0 6 の中に内部的に組み込まれたバイパス流路 1 2 3 によって減衰モードが提供される。ポンプ 1 0 6 に動作可能に接続されているモーター 1 0 4 を図 5 に示す。ポンプ 1 0 6 の中には、バイパス流路 1 2 3 が組み込まれている。モーター 1 0 4 内の可動部材は、例えば、軸方向の可動部材であり、バイパス流体流路 1 2 3 を閉塞するように機能する。可動部材については、後の図面を参照して説明する。バイパス流路 1 2 3 は、ばね 1 2 5 によって開放される。通常動作中のポンプを図 5 に示す。能動モード中、モーター 1 0 4 が回転してポンプ 1 0 6 を作動させ、それによって流体が回路 1 0 2 に沿ってポンプ 1 0 6 を通じて運ばれる。モーター 1 0 4 は、バイパス流体流路 1 2 3 を物理的に閉塞するようにも機能する。太線及びこれに対応する矢印で示された流体経路を経由し、油圧アクチュエータ 1 1 2 のチャンバ 1 1 4、1 1 6 の間で流体を運ぶことができる。ラム 1 8 に接続された線形変換器 1 4 4 も図示されている。線形変換器 1 4 は、ラム 1 8 が使用中であるときを示すためのものである。別の線形変換器 1 4 6 もモーター 1 0 4 に接続されている。線形変換器 1 4 6 は、モーター内の構成要素によってバイパス流体流路 1 2 3 が閉塞されている / 閉塞が解除されているときを示すためのものである。

40

【 0 0 3 9 】

50

減衰モードで作動しているポンプ106を図6に示す。減衰モードでは、モーター104は、もはや励磁されておらず、従ってポンプ106をもはや駆動していない。この減衰モードでは、ばね125が、バイパス流体流路を閉塞するモーター104の可動部材を移動させるように機能する。これにより、可動部材がバイパス流体流路123をもはや閉塞しないようにする。この減衰モードでは、油圧アクチュエータの各チャンバ114、116内の流体は、ポンプ106を通るバイパス流路123に沿って他のチャンバ114、116にまで自由に流れる。これは、典型的なピストンポンプでは不可能である。というのも、ポンプ106の一方の側のシリンダから他の側のシリンダに流体を移す手段がないためである。これは、本開示によって可能となり、以下の図面から理解することができる。

【0040】

本開示の実施例に係る、モーター104、ポンプ106及び油圧アクチュエータ112を備えるEHA102を図7及び8に示す。EHA102は、図3に示したポンプ22と類似のポンプ106を備える。しかしながら、EHA102は、一部品のモーターシャフト124を利用する（すなわち、結合用スプライン28がない）。図7は、能動モード時のEHA102を示している。能動モードでは、ポンプ106は、モーターシャフト124によって回転するように駆動される。ポンプバレル126を駆動するために、モーターシャフト124は、モーター104からカムプレート138を通して通過する。モーターシャフト124は、通常、モーターシャフト124の周囲に設けられた一連のスプライン164（図9及び10に示す）、及びこれに対応する、ポンプバレル126の内部領域に設けられた一連のスプラインによってポンプバレル126を駆動する。モーターシャフト124は中空芯を備えており、これを通じて軸棒148が通される。軸棒148は、その下端に、ポンプ106に近接した下側ディスク形状部150を備える。ポンプバレル126内の軸流シリンダ130は、ポンプバレル126内の中央内部空洞に向かって通じる放射状の接続ポート152を備える。これらの接続ポート152は、これらが開いているときにバイパス流路を形成する。ばね125は、ポンプバレル126の中心部に設けられた凹部に配置される。ディスク形状部150は、ばね125と接触しており、中央空洞及び接続ポート152を閉塞するように機能する。軸棒148は、バイパス流路用のバルブとして効果的に機能する。これにより、能動モードでは、入口/出口を使って流体が軸流シリンダ130に入り、軸流シリンダ130から出ることのみが確実に可能となる。能動モードでは、流体が、ラム118を移動させる油圧アクチュエータ112の各チャンバ114、116へとポンプ106によって運ばれる。

【0041】

図7は、モーター104の主要構成要素も示している。モーター104は、典型的なモーターと同様に作動し、3つの標準的な駆動コイル156及び永久磁石を利用して、モーターシャフト124を駆動する。通常、モーターは、ブラシレス交流モーターである。このモーターは、角度センサ及び制御電子回路を使用して電流を適切なコイルに切り替える。能動モードでは、電流がコイル156を流れ、永久磁石によって存在する磁場の中でコイル156に電流が存在するため、コイル/永久磁石に力が生じ、従って回転する。この回転によってモーターシャフト124が駆動され、回転する。軸棒148は、モーターシャフト124を通してモーター104の主ハウジングにまで延在する。軸棒148は、モーター104内に収納された、さらなる3つの強磁性ディスク形状部154も備える。

【0042】

3つの駆動コイル156と直列になっているのは、さらなる3つの「バルブ」コイル158である。3つのバルブコイル158は、モーター104のハウジングを囲んで環状に通っている。3つのバルブコイル158は、それぞれ隔てられており、軸棒148のディスク形状部154に近接してモーター104に配置されている。シャフト124の中には、3つの強磁性リング160がある。これらの環状強磁性リング160は、軸棒148を囲んで環状に通じ、かつ所定位置に固定されており、各強磁性リング160は、軸棒148の対応する強磁性ディスク154に近接して配置されている。電流がバルブコイル158を流れると、電磁石が生成されて、軸棒148の強磁性ディスク形状部154に磁極を

10

20

30

40

50

形成させる。3つの強磁性ディスク形状部154のそれぞれは、その後、それぞれに対応する強磁性リング160に引き寄せられる。これにより、各強磁性ディスク部154が対応する強磁性リング160に対して保持された状態の位置に棒148が保持される。強磁性リング160に対して保持されている強磁性ディスク154は、図7に示した拡大図から理解することができる。バルブコイル158は、モーターコイル156と直列に配線されており、モーターコイル156が励磁されたときにバルブコイル158が励磁されるようになっている。軸棒148は、モーター104が励磁されているとき、すなわちEHAが能動モードであるときには、この固定位置に保持される。

【0043】

モーターによって作られた電磁石によって軸棒148が所定位置に保持されているとき、この位置は、接続ポート152を閉塞する位置に下側ディスク形状部150が押し込まれる「下側」位置である。この下側位置では、電磁石によって与えられた力が、ばね125によって与えられた弾性力に打ち勝つ必要がある。接続ポート152を閉塞している下側ディスク150は、ディスク部150の拡大図から理解することもできる。能動モードでは、ばね125の復元力が軸棒148を上方に押そうとする。しかしながら、軸棒148を所定位置に保持する、モーター内に作られた電磁石の強さにより、軸棒148は、軸方向に移動することができない。図7に示した実施例のEHAでは、能動モード時に、軸棒148がモーターシャフト124と共に回転する。しかしながら、いくつかの実施例では、軸棒148は、モーターシャフト124と共に回転しなくてもよく、むしろ、回転自在に固定されたままでもよいことが理解される。

10

20

【0044】

図7には、減衰調節ピン162も示されている。このピン162を用いて、油圧アクチュエータ112が受ける減衰量を制御することができる。ピン162により、軸棒148が移動してピン162と接触した時点で軸棒148がさらに移動しないようにする制限位置が提供される。これについては、図8に関してさらに詳しく説明する。

【0045】

減衰モード時のEHA102を図8に示す。このモードでは、モーターシャフト124はモーター104によって駆動されていない(すなわち、モーター104は励磁されていない)。この場合、駆動コイル156及びバルブコイル158は共に励磁されていないため、モーターシャフト124は回転せず、強磁性ディスク形状部154は電磁石に変わらない。このモードでは、ポンプ106内のバイパス流路が開いており、その結果、流体は、油圧アクチュエータ112のチャンバ114、116の間を通じて自由に流れることができる。この減衰モードでは、ばね125は、ディスク150を押し上げるように機能して、軸棒148を上方に移動させる。これにより、強磁性ディスク形状部154が強磁性リング160から離れるように移動する。これは、本図にも示した拡大図から理解することができる。下側ディスク150及び軸棒148がこのように上方へと移動することにより、バイパス流体流路が開放される。図上の矢印は、ポンプパレル126内の各軸流シリンダ130の間で流体が自由に流れることを示している。これにより、チャンバ114、116の間で流体を流すことができる。図示した実施例では、ばね125は、ある程度伸びてバイパス流路に達する。このことは減衰率に影響を与える場合があるため、他の実施例では、バイパス流路に影響を与えないようなばねの配置が可能となり得ることが理解される。

30

40

【0046】

図8は、軸棒148が移動して位置制限ピン162と接触する仕方も示している。ばね125が軸棒148を上方に押すように機能するとき、一番上の強磁性ディスク部154は、位置制限ピン162に対して当接する。この位置制限ピンは、軸棒148が軸方向にそれ以上移動しないようにするものであり、従って、バイパス流路を開放するためにどれだけ遠くまで下側ディスク150が移動することが可能であるかに対して影響を及ぼす。下側ディスク150のより広い部分でバイパス流路を部分的に遮断したままにさせることによって減衰率を調整することが可能であり、従って減衰率が大きくなることが理解され

50

る。図示した実施例では、位置制限ピン 162 を調節して、減衰率を調整することができる。ピン 12 は、ねじ付きであってもよく、あるいは当該位置に制御するためのその他の適切な手段を用いて提供されてもよい。調節可能な位置制限ピン 162 を用いることは特に有利である。というのも、減衰の度合いを製造後に調節することが可能となるためである。これは、様々なレベルの減衰を必要とする種々の用途の構成要素に EHA が使われる場合には特に有用となり得る。

【0047】

本開示に係るポンプ 106 の破断図を図 9 に示す。モーターシャフト 124 は、ポンプパレル 126 を駆動するように機能する複数の突起 164 を備える。この図は、能動モード時のポンプ 106 を示している。このモードでは、接続ポート 152 が閉塞されるように棒 148 の基部の下側ディスク部 150 が配置されていることが分かる。ばね 125 は、ポンプパレル 126 の中心部に配置されていることが分かる。能動モードでは、ばね 125 は、軸棒によって圧縮されるため、軸棒 148 を上方に付勢するように機能する。この能動モードでは、モーターシャフト 124 は、ポンプパレル 126 を駆動して回転させる。これにより、ピストン 132 がシリンダ 130 内で往復運動し、引き続いて流体が入口 166 から吸入され、出口 166 から吐出される。

【0048】

本開示に係る減衰モード時のポンプ 106 の破断図を図 10 に示す。このモードでは、モーター 104 はもはや、励磁されておらず、駆動シャフト 124 及びモーター 104 の中で軸棒 148 を軸方向に移動させることができない。減衰モードでは、ばね 125 は、下側ディスク 150 を上方に押すことが可能であり、従ってバイパス流体流路を開放する。一旦下側ディスク 150 が移動して接続ポート 152 を開放すると、流体は、ポンプ 106 内に入り、シリンダ 130 への入口を通り、接続ポート 152 を通過し、異なるシリンダ 130 の出口から出ることが可能となる。これにより、ポンプ 106 を減衰モードで作動させることができる。

【0049】

いくつかの実施例では、特に、軸棒 148 がモーターシャフト 124 と共に回転することが可能である実施例では、下側ディスク 150、モーターシャフト 124 及び接続ポート 152 の間のクリアランスを、バイパス流体流路によるリークの程度が能動モード時に減少するように設計する必要があることが理解される。あるいは、バイパス流路によるリークを防止するために組み込み可能な様々な別の特徴が有り得る。例えば、ゴムリングを設けてバイパス流体流路を密封してもよい。

【0050】

図示した実施例では、減衰モード時に、軸棒 148 は、ポンプパレル 126 内に配置されたばね 125 によってバイパス流体流路を強制的に開放する。1つのばね 125 が図示されているが、ばねを複数にしても同一の結果が得られることが理解される。軸棒 126 を移動させるための手段を必ずしもポンプパレル 126 内に配置しなくてもよいことも理解される。例えば、モーターシャフト 124 に沿った何処にでもばねを配置することが可能であり、当該ばねは、軸棒 148 を強制的に上方に移動させるために軸棒 148 のつまみに対して作用する。さらに、軸棒を移動させるためにばね 125 を図示しているが、その他の適切な手段（例えば、一連の磁石）を用いることができ、あるいは別の弾性材料を使用できることが理解される。

【0051】

図示した実施例では、3つのバルブコイル 158 を用いて、軸棒 148 を固定位置に保持する。他の配置または異なる数のコイルを用いて同一の結果を実現できることが理解される。軸棒 148 を異なる位置に保持するために、コイルの位置取りを変えることができる。さらに、本実施例では、モーターコイル 156 と直列であるようにバルブコイル 158 を図示したが、この構成を必須としなくてもよく、例えば、コイルを並列に配置してもよいことが理解される。さらに、図示した本実施例ではバルブコイルがモーターコイル 156 に接続されているが、バルブコイルは、これら自体の電子制御を備えた別の回路の一

10

20

30

40

50

部であってもよいことが理解される。

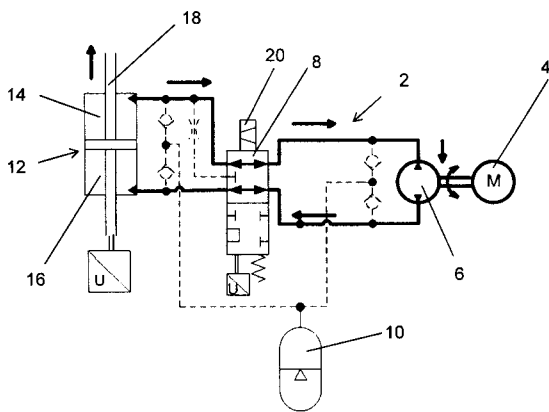
【 0 0 5 2 】

上記で開示した実施例は、回転ピストンポンプに関する。ただし、その代わりに他の種類のポンプを用いてもよいことが理解されよう。さらに、図示した実施例ではカムプレートの角度が固定されているが、カムプレートの角度を変えることにより、ポンプによって吸入され、吐出される流体の量が変化するため、例えば、ポンプの用途に応じて流体の流量を修正するために、かかる角度を調節可能としてもよいことが理解される。

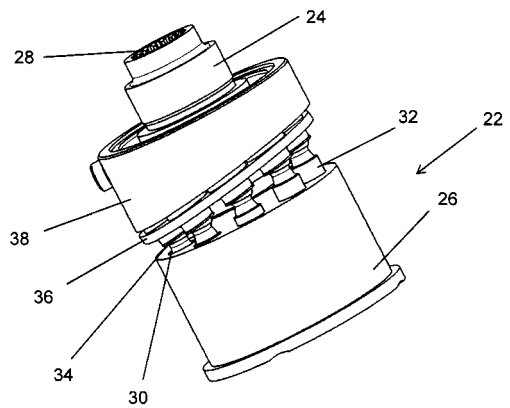
【 0 0 5 3 】

図示した実施例では、軸方向の可動部材 1 4 8 が、モーターシャフト 1 2 4 に設けられている。しかしながら、その他の適切な部材（例えば、バイパス流路を開放するために回転可能である部材）を設けてもよいことが理解される。例えば、ある角度方向で部材がバイパス流路を閉塞してもよく、別の角度方向で当該部材がバイパス流路を開いてもよい。

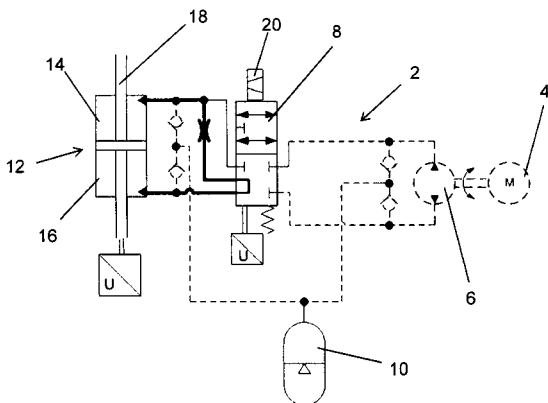
【 図 1 】



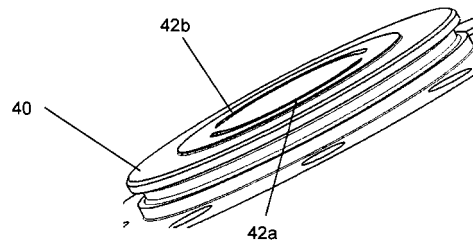
【 図 3 】



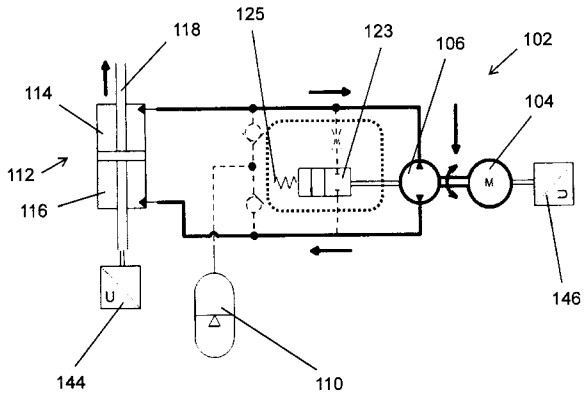
【 図 2 】



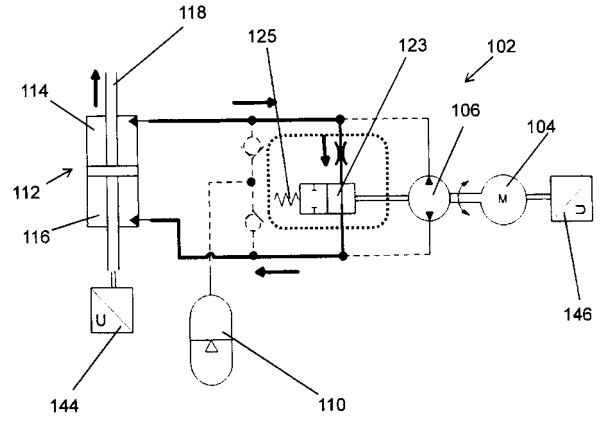
【 図 4 】



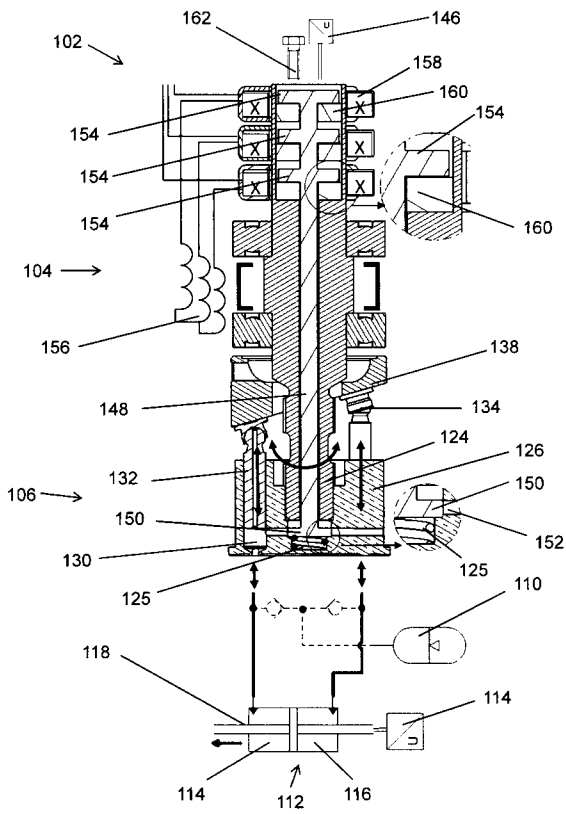
【 図 5 】



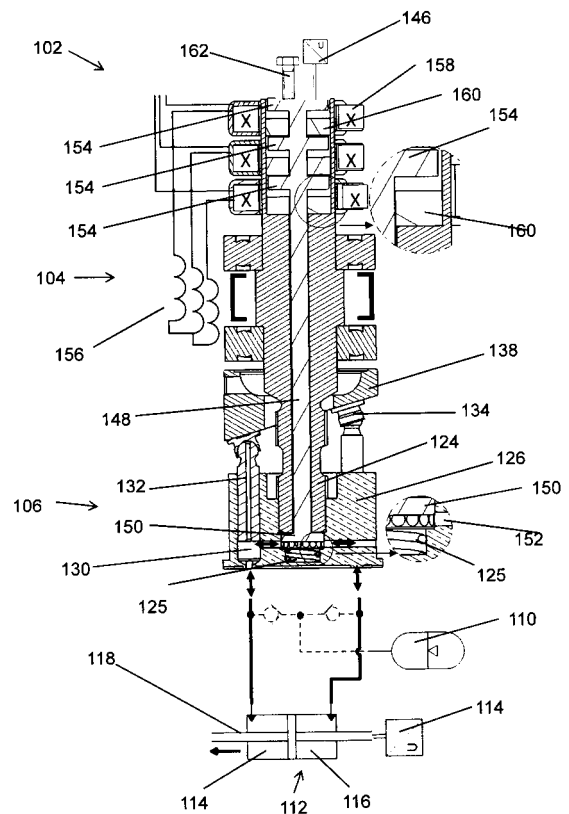
【 図 6 】



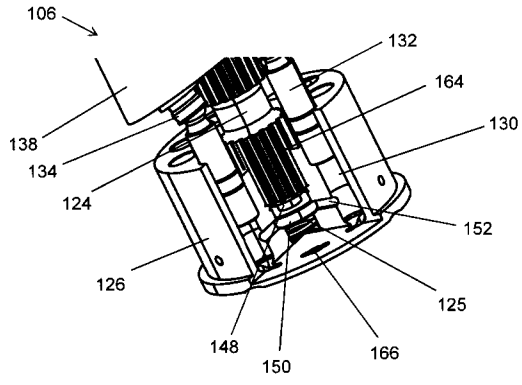
【 図 7 】



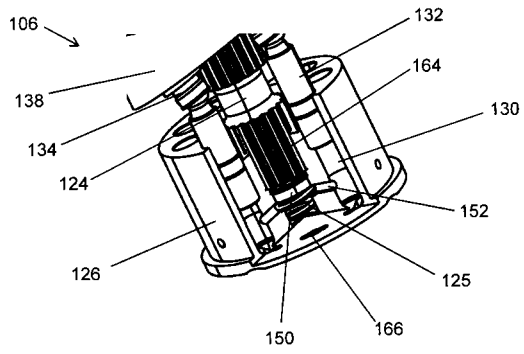
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3H070 AA01 BB04 BB06 CC37 DD05 DD08 DD13 DD31 DD65 DD68
3H081 AA02 BB02 CC01 CC23 DD36 DD37 FF27 FF31 FF47 GG05
HH10
3H082 AA03 AA18 AA25 BB08 BB14 CC02 DA08 DA23 DA38 DA46
DB22 DB26 DB35 EE11
3H106 DA07 DA12 DA22 DB02 DB13 DB26 DB32 DC09 DD02 EE11
EE34 EE45 EE48 FB08 GC29 KK01 KK03