

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4410811号
(P4410811)

(45) 発行日 平成22年2月3日(2010.2.3)

(24) 登録日 平成21年11月20日(2009.11.20)

(51) Int.Cl.
B64C 27/615 (2006.01)

F I
B 6 4 C 27/615

請求項の数 10 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2007-153886 (P2007-153886)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成19年6月11日(2007.6.11)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2008-302885 (P2008-302885A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成20年12月18日(2008.12.18)	(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	森 茂之
			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】 アクチュエーションシステムおよびヘリコプター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ポンプ室を形成するポンプ本体と、
第1室と第2室とに加わる圧力を可動部分の運動に変換するアクチュエータと、
弁と、

コントローラとを具備し、

前記コントローラは、

第1モードが選択されている場合で、前記ポンプ室が加圧されている吐出期間に、前記ポンプ室を前記第1室に接続する第1管路が開放され、かつ、前記ポンプ室を前記第2室に接続する第2管路が閉鎖されるように前記弁を制御し、

10

前記第1モードが選択されている場合で、前記ポンプ室が減圧されている吸入期間に、前記第1管路が閉鎖され、かつ、前記第2管路が開放されるように前記弁を制御し、

第2モードが選択されている場合で、前記吐出期間に、前記第1管路が閉鎖され、かつ、前記第2管路が開放されるように前記弁を制御し、

前記第2モードが選択されている場合で、前記吸入期間に、前記第1管路が開放され、かつ、前記第2管路が閉鎖されるように前記弁を制御する

アクチュエーションシステム。

【請求項2】

請求項1において、

前記ポンプ本体は、

20

前記磁界を生成するコイルと、
 前記磁界に基づいて変形する超磁歪素子とを備え、
 前記ポンプ室の容積は、前記超磁歪素子の変形することにより変化し、
 前記コントローラは、前記ポンプ室の容積が変化するように前記コイルを制御する
 アクチュエーションシステム。

【請求項 3】

請求項 2 において、
 前記弁は、
 前記第 1 管路を開閉する第 1 弁と、
 前記第 2 管路を開閉する第 2 弁とを備える
 アクチュエーションシステム。

10

【請求項 4】

請求項 2 において、
 前記弁は、前記コントローラにより複数位置から 1 つの位置が選択される切換弁であり

、
 前記複数位置は、
 前記切換弁が前記第 1 管路を開放し、かつ、前記第 2 管路を閉鎖する第 1 位置と、
 前記切換弁が前記第 1 管路を閉鎖し、かつ、前記第 2 管路を開放する第 2 位置とを含む
 アクチュエーションシステム。

20

【請求項 5】

請求項 4 において、
 前記複数位置は、前記切換弁が前記第 1 管路を閉鎖し、かつ、前記第 2 管路を閉鎖する
 中立位置を更に含む
 アクチュエーションシステム。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれかにおいて、
 前記可動部分の変位を測定するセンサを更に具備し、
 前記コントローラは、前記変位に基づいて前記弁を制御する
 アクチュエーションシステム。

30

【請求項 7】

請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれかに記載されるアクチュエーションシステムと、
 ブレードを回転させて推進力を生成する回転翼とを具備し、
 前記アクチュエーションシステムは、前記ブレードの内部に配置され、前記ブレードの
 翼型を修正するフラップを駆動する
 ヘリコプター。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれかに記載されるアクチュエーションシステムと、
 ブレードを回転させて推進力を生成する回転翼とを具備し、
 前記アクチュエーションシステムは、前記ブレードの向きを変化させる
 ヘリコプター。

40

【請求項 9】

ポンプ室を形成するポンプ本体と、
 弁と、
 コントローラとを具備し、

前記コントローラは、

第 1 モードが選択されている場合で、前記ポンプ室が加圧されている吐出期間に、前記
 ポンプ室に接続される第 1 管路が開放され、かつ、前記ポンプ室に接続される第 2 管路が
 閉鎖されるように前記弁を制御し、

前記第 1 モードが選択されている場合で、前記ポンプ室が減圧されている吸入期間に、
 前記第 1 管路が閉鎖され、かつ、前記第 2 管路が開放されるように前記弁を制御し、

50

第 2 モードが選択されている場合で、前記吐出期間に、前記第 1 管路が閉鎖され、かつ、前記第 2 管路が開放されるように前記弁を制御し、
前記第 2 モードが選択されている場合で、前記吸入期間に、前記第 1 管路が開放され、
かつ、前記第 2 管路が閉鎖されるように前記弁を制御する
ポンプ。

【請求項 10】

ポンプ室を形成するポンプ本体と、
 第 1 室と第 2 室とに加わる圧力を可動部分の運動に変換するアクチュエータと、
 弁と
を備えるアクチュエーションシステム 10
を制御するアクチュエーションシステム制御方法であり、
第 1 モードと、
第 2 モードとを具備し、

前記弁は、
前記第 1 モードが選択されている場合で、前記ポンプ室が加圧されている吐出期間に、
前記ポンプ室を前記第 1 室に接続する第 1 管路が開放され、かつ、前記ポンプ室を前記第
2 室に接続する第 2 管路が閉鎖されるように制御され、
前記第 1 モードが選択されている場合で、前記ポンプ室が減圧されている吸入期間に、
前記第 1 管路が閉鎖され、かつ、前記第 2 管路が開放されるように制御され、
前記第 2 モードが選択されている場合で、前記吐出期間に、前記第 1 管路が閉鎖され、 20
かつ、前記第 2 管路が開放されるように制御され、
前記第 2 モードが選択されている場合で、前記吸入期間に、前記第 1 管路が開放され、
かつ、前記第 2 管路が閉鎖されるように制御される
アクチュエーションシステム制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクチュエーションシステムおよびヘリコプターに関する。

【背景技術】

【0002】

機体の上に回転翼をもち、垂直の上昇・降下や前進後退・空中停止などが可能であるヘリコプターが知られている。ヘリコプターは、操作性を向上させることが望まれている。図 1 は、公知のヘリコプターの回転翼を示している。その回転翼 100 は、ロータ 101 とブレード 102 - 1 ~ 102 - 2 と軸受 103 - 1 ~ 103 - 2 とスワッシュプレート 104 とピッチチェンジ 105 とを備えている。ロータ 101 は、ヘリコプターの機体（図示されていない）の上部に配置され、その機体に対して回転軸 106 を中心に回転する。ブレード 102 - i (i = 1, 2) は、翼を形成している。軸受 103 - i は、ロータ 101 に支持され、ブレード 102 - i を回転軸 107 - i を中心に回転可能に支持している。スワッシュプレート 104 は、平行移動可能にロータ 101 に支持されている。スワッシュプレート 104 が平行移動する方向 108 は、回転軸 101 に平行である。ピッチチェンジ 105 は、そのブレード 102 - i の一部とスワッシュプレート 104 の一部とに接合され、そのブレード 102 - i の一部とスワッシュプレート 104 の一部との距離を一定に維持している。 40

【0003】

ブレード 102 - 1 ~ 102 - 2 は、ロータ 101 が回転しているときに、揚力を生成する。すなわち、回転翼 100 は、ロータ 101 が回転することにより、ヘリコプターの推進力を生成する。このとき、スワッシュプレート 104 は、方向 108 に平行移動することにより、ブレード 102 - 1 ~ 102 - 2 の揚力を変化させることができ、ヘリコプターの操作性を向上させる。ヘリコプターは、振動をより低減することが望まれ、騒音をより低減することが望まれている。 50

【 0 0 0 4 】

ヘリコプターは、ブレードの翼型を変形するフラップを駆動することにより、振動をより低減し、騒音をより低減することが知られている。図2は、そのフラップを駆動する駆動装置を示している。その駆動装置110は、油圧源111と油圧配管112と油圧シリンダ113とを備えている。油圧源111は、ヘリコプターの機体に配置され、作動油を加圧して所定の油圧を生成する。油圧配管112は、その作動油を導いてその油圧を油圧源111から油圧シリンダ113に伝達する。油圧シリンダ113は、その作動油の油圧に基づいてフラップ114を駆動する。このとき、油圧配管112は、機体の側から回転しているブレードの側に油圧を伝達するための複雑な機構を備えることが必要である。フラップを駆動する駆動装置は、構造がより簡単であることが望まれ、ブレードの内部に配置されることが望まれている。

10

【 0 0 0 5 】

図3は、ブレードの内部に配置される駆動装置を示している。その駆動装置120は、電圧が印加されることにより変形する圧電素子を複数層に積層させた所謂バイモルフ型ピエゾアクチュエータ121から形成されている。駆動装置120は、その圧電素子の各々に所定の電圧を印加されることにより所定の形状に変形して、フラップ122を所定位置に駆動する。フラップを駆動する駆動装置は、ストローク（可動範囲）がより大きいことが望まれている。

【 0 0 0 6 】

圧電素子を複数層に積層させたピエゾアクチュエータにてこを適用して可動範囲を拡大した駆動装置が知られている。このような駆動装置は、てこが適用されていないバイモルフ型ピエゾアクチュエータに比較して、駆動力が小さく、または、そのてこの機械的がたにより誤差が大きいことがある。フラップを駆動する駆動装置は、出力する力が強いことが望まれ、より高精度であることが望まれている。

20

【 0 0 0 7 】

特開2004-66990号公報には、ロータブレードに設けるフラップを駆動する装置として適切なフラップ駆動装置が開示されている。そのロータブレードにおけるフラップ駆動装置は、ロータブレードに回動可能に設けられたフラップを駆動する装置において、前記ロータブレードにその長さ方向に沿って配設され且つ伸縮動作して駆動力を発生するアクチュエータを備えた第1のアクチュエータユニットと、前記ロータブレードにその長さ方向に沿って配設され且つ伸縮動作して駆動力を発生するアクチュエータを備えた第2のアクチュエータユニットと、前記第1のアクチュエータユニットと前記第2のアクチュエータユニットとの間に設けられ前記第1のアクチュエータユニットのアクチュエータの駆動力を受けて前記フラップを一方向へ回動させる第1の回動手段と、前記第1のアクチュエータユニットと前記第2のアクチュエータユニットとの間に設けられ前記第2のアクチュエータユニットのアクチュエータの駆動力を受けて前記フラップを他方向へ回動させる第2の回動手段とを具備することを特徴としている。

30

【 0 0 0 8 】

特表2003-530267号公報には、高いレベルの機能性および作動の确实性を示す、ヘリコプターのロータ・ブレードのフラップを制御するための圧電操作装置が開示されている。そのヘリコプターのロータ・ブレードのフラップを制御するための圧電操作装置は、圧電操作装置が、少なくとも1つの圧電積層アクチュエータを含む圧電素子装置と、および圧電素子装置と結合された力伝達フレームとを有し、力伝達フレームはロータ・ブレードに固定され、且つ圧電素子装置を励起したときに、圧電素子装置の長さ変化から、力伝達フレームに設けられている支持体および被駆動要素の間に、ロータ・ブレードの遠心力方向に対して直角方向に作用する力を発生する、ヘリコプターのロータ・ブレードのフラップを制御するための前記圧電操作装置において、力伝達フレームを遠心力方向にはロータ・ブレードに固定しているが、遠心力方向に対して直角方向にはたわみ可能であり、且つ制限された範囲内で遠心力方向に対して直角方向に力伝達フレームのロータ・ブレードに対する相対運動を可能にする第1のホルダと、および、力伝達フレームに設けられた支

40

50

持体を遠心力方向に対して直角方向にはロータ・ブレードに対して相対的に固定しているが、遠心力方向にはたわみ可能であり、且つ制限された範囲内で遠心力方向に支持体のロータ・ブレードに対する相対運動を可能にする第2のホルダとを特徴としている。

【0009】

特開2002-234499号公報には、ロータブレードの構造部に殆ど影響を与えることなくフラップ機能を迅速に検査し調整と保守ができる、フラップ駆動部を備えたフラップをロータブレードに組み込むことが開示されている。そのロータブレードは、揚力発生ブレードが、フラップをブレード外部に配置しつつ内部にフラップを有するフラップ駆動部を収容する、フラップとフラップ駆動部とを備えたロータブレードにおいて、前記揚力発生ブレードがその構造において、翼後縁方向の開口部を有するブレードチャンバーを形成し、該ブレードチャンバー内に該開口部から少なくとも1つのケーシングを挿入および固定でき、前記ケーシングが少なくとも1つのフラップ駆動部とフラップとを収容することを特徴としている、フラップとフラップ駆動部とを備えている。

10

【0010】

特開2002-89453号公報には、装置の小型化、コストの低減を図る油圧制御装置が開示されている。その油圧制御装置は、電源からの電流をコイルに供給し、コイルの中央に配置した超磁歪材料を磁気ひずみ現象によって伸縮運動させ、超磁歪材料に設けたポンプピストンを往復動させてポンプ作用を行う電動ポンプを有し、該電動ポンプからの吐出圧によって作動する制御対象部品を備えた油圧制御装置において、前記電動ポンプのコイルに流れる電流を検出する電流検出手段を設け、該検出手段で検出した電流に基づいて、ポンプの吐出圧を推定することを特徴としている。

20

【0011】

【特許文献1】特開2004-66990号公報

【特許文献2】特表2003-530267号公報

【特許文献3】特開2002-234499号公報

【特許文献4】特開2002-89453号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の課題は、より小型・軽量であるアクチュエーションシステムを提供することにある。

30

本発明の課題は、より小型・軽量であり、かつ、出力する力がより強いアクチュエーションシステムを提供することにある。

本発明の課題は、より小型・軽量であり、かつ、可動範囲がより大きいアクチュエーションシステムを提供することにある。

本発明の課題は、より小型・軽量であり、かつ、可動部分をより高精度に制御するアクチュエーションシステムを提供することにある。

本発明のさらに他の課題は、より小型・軽量であり、かつ、騒音振動をより低減するヘリコプターを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0013】

以下に、発明を実施するための最良の形態・実施例で使用される符号を括弧付きで用いて、課題を解決するための手段を記載する。この符号は、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・実施例の記載との対応を明らかにするために付加されたものであり、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。

【0014】

本発明によるアクチュエーションシステム(3)(3')は、ポンプ室(35)を形成するポンプ本体(11)(71)と、第1室(44)と第2室(45)とに加わる圧力を可動部分(42、43)の運動に変換するアクチュエータ(6)と、弁(12、13)(72)と、第1モードが選択されている場合で、ポンプ室(35)が加圧されている吐出

50

期間(53)(93)に、ポンプ室(35)を第1室(44)に接続する第1管路(21、22)(81、82)が開放され、かつ、ポンプ室(35)を第2室(45)に接続する第2管路(21、23)(81、83)が閉鎖され、ポンプ室(35)が減圧されている吸入期間(54)(94)に、第1管路(21、22)(81、82)が閉鎖され、かつ、第2管路(21、23)(81、83)が開放され、第2モードが選択されている場合で、吐出期間(53)(93)に、第1管路(21、22)(81、82)が閉鎖され、かつ、第2管路(21、23)(81、83)が開放され、吸入期間(54)(94)に、第1管路(21、22)(81、82)が開放され、かつ、第2管路(21、23)(81、83)が閉鎖されるように弁(12、13)(72)を制御するコントローラ(7)(7′)とを備えている。

10

【0015】

このとき、アクチュエーションシステム(3)(3′)は、第1モードが選択されているときに第1室(44)の圧力が第2室(45)の圧力より大きくなり、第2モードが選択されているときに第2室(45)の圧力が第1室(44)の圧力より大きくなり、可動部分(42、43)に第1モードと第2モードとで異なる運動をさせることができる。このようなポンプ本体(11)(71)は、より小型で軽量に設計されることができ、アクチュエーションシステム(3)(3′)は、より小型で軽量に設計されることができ。

【0016】

ポンプ本体(11)(71)は、磁界を生成するコイル(34)と、その磁界に基づいて変形する超磁歪素子(33)とを備えている。ポンプ室(35)の容積は、超磁歪素子(33)が変形することにより変化する。コントローラ(7)(7′)は、ポンプ室(35)の容積が変化するようにコイル(34)を制御する。このとき、ポンプ本体(11)(71)は、さらに、 piezo素子を用いてポンプ室(35)の容積を変化させることに比較して、ポンプ室(35)をより強力に加圧し、かつ、ポンプ室(35)をより強力に減圧することができ、または、ポンプ室(35)の容積変化量をより大きくすることができ、好ましい。

20

【0017】

弁(12、13)は、第1管路(21、22)を開閉する第1弁(12)と、第2管路(21、23)を開閉する第2弁(13)とを備えていることが好ましい。

【0018】

弁(72)は、コントローラ(7′)により複数位置から1つの位置が選択される切換弁(72)であることが好ましい。その複数位置は、切換弁(72)が第1管路(81、82)を開放し、かつ、第2管路(81、83)を閉鎖する第1位置と、切換弁(72)が第1管路(81、82)を閉鎖し、かつ、第2管路(81、83)を開放する第2位置とを含んでいることが好ましい。

30

【0019】

複数位置は、切換弁(72)が第1管路(81、82)を閉鎖し、かつ、第2管路(81、83)を閉鎖する中立位置をさらに含んでいることが好ましい。

【0020】

本発明によるアクチュエーションシステム(3)(3′)は、可動部分(42、43)の変位を測定するセンサ(46)をさらに備えている。コントローラ(7)(7′)は、その変位に基づいて弁(12、13)(72)を制御することが好ましい。

40

【0021】

本発明によるヘリコプターは、本発明によるアクチュエーションシステム(3)(3′)と、ブレード(1)を回転させて推進力を生成する回転翼とを備えている。アクチュエーションシステム(3)(3′)は、ブレード(1)の内部に配置され、ブレード(1)の翼型を修正するフラップ(2)を駆動する。本発明によるヘリコプターは、フラップ(2)を駆動するための油圧源を機体に配置することに比較して、構造がより簡単であり、より小型で軽量に設計されることができ、本発明によるヘリコプターは、さらに、piezo素子を用いてフラップ(2)を駆動することに比較して、フラップ(2)のストローク

50

をより大きくすることができ、精度をより向上させることができる。すなわち、本発明によるアクチュエーションシステム(3)(3')は、ヘリコプターのフラップ(2)を駆動することに好適である。本発明によるヘリコプターは、さらに、フラップ(2)を駆動することにより、ブレード(1)のピッチ角を固定して飛行することができ、このとき、スワッシュプレートレスロータを実現することができる。

【0022】

本発明によるヘリコプターは、本発明によるアクチュエーションシステム(3)(3')と、ブレード(202-1~202-2)を回転させて推進力を生成する回転翼(200)とを備えている。アクチュエーションシステム(3)(3')は、ブレード(202-1~202-2)の向き(たとえば、ピッチ角)を変化させることに適用されている。このようなヘリコプターは、ブレード(202-1~202-2)の向きを変化させるためのスワッシュプレートを備える必要がなく、このため、小型・軽量に設計することができ、好ましい。すなわち、本発明によるアクチュエーションシステム(3)(3')は、ヘリコプターのブレード(202-1~202-2)のピッチ角を駆動することに好適である。

10

【0023】

本発明によるポンプは、ポンプ室(35)を形成するポンプ本体(11)(71)と、弁(12、13)(72)と、第1モードが選択されている場合で、ポンプ室(35)が加圧されている吐出期間(53)(93)に、ポンプ室(35)に接続される第1管路(21、22)(81、82)を開放し、かつ、ポンプ室(35)に接続される第2管路(21、23)(81、83)を閉鎖し、ポンプ室(35)が減圧されている吸入期間(54)(94)に、第1管路(21、22)(81、82)を閉鎖し、かつ、第2管路(21、23)(81、83)を開放し、第2モードが選択されている場合で、吐出期間(53)(93)に、第1管路(21、22)(81、82)を閉鎖し、かつ、第2管路(21、23)(81、83)を開放し、吸入期間(54)(94)に、第1管路(21、22)(81、82)を開放し、かつ、第2管路(21、23)(81、83)を閉鎖するように弁(12、13)(72)を制御するコントローラ(7)(7')とを備えている。

20

【0024】

本発明によるアクチュエーションシステム制御方法は、ポンプ室(35)を形成するポンプ本体(11)(71)と、第1室(44)と第2室(45)とに加わる圧力を可動部分(43)の運動に変換するアクチュエータ(6)と、弁(12、13)(72)とを備えているアクチュエーションシステム(3)(3')を制御する。本発明によるアクチュエーションシステム制御方法は、ポンプ室(35)が加圧されている吐出期間(53)(93)に、ポンプ室(35)を第1室(44)に接続する第1管路(21、22)(81、82)が開放され、かつ、ポンプ室(35)を第2室(45)に接続する第2管路(21、23)(81、83)が閉鎖され、ポンプ室(35)が減圧されている吸入期間(54)(94)に、第1管路(21、22)(81、82)が閉鎖され、かつ、第2管路(21、23)(81、83)が開放されるように弁(12、13)(72)を制御する第1モードと、吐出期間(53)(93)に、第1管路(21、22)(81、82)が閉鎖され、かつ、第2管路(21、23)(81、83)が開放され、吸入期間(54)(94)に、第1管路(21、22)(81、82)が開放され、かつ、第2管路(21、23)(81、83)が閉鎖されるように弁(12、13)(72)を制御する第2モードとを備えている。このようなアクチュエーションシステム制御方法によれば、アクチュエーションシステム(3)(3')は、第1モードが選択されているときに第1室(44)の圧力が第2室(45)の圧力より大きくなり、第2モードが選択されているときに第2室(45)の圧力が第1室(44)の圧力より大きくなり、可動部分(43)に第1モードと第2モードとで異なる運動をさせることができる。このようなポンプ本体(11)(71)は、より小型で軽量に設計されることができ、アクチュエーションシステム(3)(3')は、より小型で軽量に設計されることができ。

30

40

50

【発明の効果】

【0025】

本発明によるアクチュエーションシステムは、小型・軽量に設計することができ、ヘリコプターのブレードのフラップを駆動することに好適であり、ヘリコプターのブレードの向きを変更することに好適である。本発明によるヘリコプターは、騒音、振動をより低減することができ、スワッシュプレートを削除することで小型・軽量に設計することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

図面を参照して、本発明によるヘリコプターの実施の形態を記載する。そのヘリコプターは、図4に示されているように、回転翼がブレード1を複数備えている。その回転翼は、図示されていない機体に対してブレード1を回転させることにより、本発明によるヘリコプターの推進力（鉛直方向の上昇・降下や前進後退・空中停止など）を生成する。ブレード1は、回転することにより揚力が生成するように翼形を形成し、フラップ2とアクチュエーションシステム3とを備えている。フラップ2は、ブレード1の翼の後縁の一部に配置され、ブレード1に対して移動可能に支持されている。ブレード1は、フラップ2がブレード1に対して移動することにより、翼形が変形する。アクチュエーションシステム3は、ブレード1の内部に配置され、フラップ2をブレード1に対して駆動し、ブレード1の翼形を変形させる。

【0027】

図5は、アクチュエーションシステム3を示している。アクチュエーションシステム3は、ポンプ5とアクチュエータ6とを備えている。ポンプ5は、油圧系とコントローラ7とから形成されている。その油圧系は、超磁歪ポンプ11と圧電バルブ12と圧電バルブ13とアキュムレータ14とチェックバルブ15とチェックバルブ16とリリーフバルブ17とリリーフバルブ18とを備え、管路21～24を備えている。その油圧系のうちの圧電バルブ12と圧電バルブ13とチェックバルブ15とチェックバルブ16とリリーフバルブ17とリリーフバルブ18とは、マニホールド25の内部に形成されている。

【0028】

超磁歪ポンプ11は、シリンダ31とピストン32と超磁歪素子33とコイル34とを備えている。シリンダ31は、円筒形の滑り面を形成している。ピストン32は、シリンダ31の滑り面に内接するように配置され、円筒の軸と平行な方向に滑り運動可能に挿入されている。すなわち、超磁歪ポンプ11は、シリンダ31とピストン32とに囲まれるポンプ室35を形成している。ポンプ室35は、管路21に接続されている。コイル34は、コントローラ7から供給される電力を磁力に変換する。超磁歪素子33は、コイル34により生成される磁力に基づいて変形する。超磁歪素子33は、一端がシリンダ31に接合され、他端がピストン32に接合されている。超磁歪素子33は、変形することにより、シリンダ31に対してピストン32を駆動し、ポンプ室35の容積を変化させる。このとき、ピストン32が駆動されるストロークの大きさとしては、0.1mm程度が例示される。すなわち、超磁歪ポンプ11は、コントローラ7により制御され、管路21の油圧を上昇させ、または、管路21の油圧を下降させる。

【0029】

圧電バルブ12は、管路21と管路22との間に可変オリフィスを形成し、圧電素子を備えている。その圧電素子は、コントローラ7により印加される電圧に基づいて変形し、その可変オリフィスの開口面積を広げたり絞ったりする。すなわち、圧電バルブ12は、コントローラ7により制御され、管路21と管路22とを油圧を伝達可能に接続し、または、管路21と管路22とを油圧を伝達不可能に切断する。

【0030】

圧電バルブ13は、管路21と管路23との間に可変オリフィスを形成し、圧電素子を備えている。その圧電素子は、コントローラ7により印加される電圧に基づいて変形し、その可変オリフィスの開口面積を広げたり絞ったりする。すなわち、圧電バルブ13は、

10

20

30

40

50

コントローラ 7 により制御され、管路 2 1 と管路 2 3 とを油圧を伝達可能に接続し、または、管路 2 1 と管路 2 3 とを油圧を伝達不可能に切断する。

【 0 0 3 1 】

アキュムレータ 1 4 は、容積が可変である容器とばねとを備えている。そのばねは、その容器の容積を小さくするように弾性力を生成し、その容器に充填される作動油の油圧を所定の油圧に維持する。その容器は、管路 2 4 に接続されている。すなわち、アキュムレータ 1 4 は、管路 2 4 の油圧を所定の油圧に維持する。チェックバルブ 1 5 は、管路 2 4 の油圧が管路 2 2 の油圧より大きいときに管路 2 4 を管路 2 2 との間を開放し、管路 2 4 の油圧が管路 2 2 の油圧より小さいときに管路 2 4 と管路 2 2 との間を閉鎖する。チェックバルブ 1 6 は、管路 2 4 の油圧が管路 2 3 の油圧より大きいときに管路 2 4 を管路 2 3 との間を開放し、管路 2 4 の油圧が管路 2 3 の油圧より小さいときに管路 2 4 と管路 2 3 との間を閉鎖する。すなわち、アキュムレータ 1 4 とチェックバルブ 1 5 とチェックバルブ 1 6 とは、管路 2 2 の油圧が所定の油圧より小さくなることを防止し、管路 2 3 の油圧が所定の油圧より小さくなることを防止している。

10

【 0 0 3 2 】

リリーフバルブ 1 7 は、設定圧が設定され、管路 2 2 の油圧がその設定圧より大きいときに管路 2 2 と管路 2 3 との間を開放し、管路 2 2 の油圧がその設定圧より小さいときに管路 2 2 と管路 2 3 との間を閉鎖する。すなわち、リリーフバルブ 1 7 は、管路 2 2 の油圧がその設定圧より大きくならないように制御している。リリーフバルブ 1 8 は、設定圧が設定され、管路 2 3 の油圧がその設定圧より大きいときに管路 2 3 と管路 2 2 との間を開放し、管路 2 3 の油圧がその設定圧より小さいときに管路 2 3 と管路 2 2 との間を閉鎖する。すなわち、リリーフバルブ 1 8 は、管路 2 3 の油圧がその設定圧より大きくならないように制御している。

20

【 0 0 3 3 】

このようなポンプ 5 は、より小型で軽量に設計されることができ、アクチュエーションシステム 3 をより小型で軽量にすることができる。

【 0 0 3 4 】

アクチュエータ 6 は、シリンダ 4 1 とピストン 4 2 と可動部分 4 3 とを備えている。シリンダ 4 1 は、円筒形の滑り面を形成し、ブレード 1 の同体に接合されている。ピストン 4 2 は、シリンダ 4 1 の滑り面に内接するように配置され、円筒の軸と平行な方向に滑り運動可能に挿入されている。ピストン 4 2 は、シリンダ 4 1 の内部を第 1 室 4 4 と第 2 室 4 5 とに分割している。第 1 室 4 4 は、管路 2 2 に接続されている。第 2 室 4 5 は、管路 2 3 に接続されている。可動部分 4 3 は、剛体から形成され、一部がピストン 4 2 に接合され、他の一部がフラップ 2 に接合されている。すなわち、アクチュエータ 6 は、管路 2 2 の油圧が管路 2 3 の油圧より大きいときに可動部分 4 3 を第 1 方向 4 7 に駆動し、管路 2 2 の油圧が管路 2 3 の油圧より小さいときに可動部分 4 3 を第 1 方向 4 7 の反対の第 2 方向 4 8 に駆動する。

30

【 0 0 3 5 】

アクチュエーションシステム 3 は、さらに、センサ 4 6 を備えている。センサ 4 6 は、可動部分 4 3 の変位を測定し、その変位をコントローラ 7 に出力する。

40

【 0 0 3 6 】

本発明によるヘリコプターは、さらに、図示されていない電源装置と操縦装置とスリップリングとを備えている。その電源装置は、ヘリコプターの機体に配置され、電力を生成する。その操縦装置は、ヘリコプターの機体に配置され、ヘリコプターのパイロットに操作されてフラップ 2 の目標位置を示す電気信号を生成する。そのスリップリングは、ヘリコプターの機体の側からブレード 1 の側に電流を導く伝送路を形成し、その電源装置からコントローラ 7 に電力を供給し、その操縦装置からコントローラ 7 に電気信号を伝達する。

【 0 0 3 7 】

コントローラ 7 は、アクチュエータ 6 の可動部分 4 3 の変位をセンサ 4 6 から収集し、

50

フラップ 2 の目標位置をその操縦装置から収集し、フラップ 2 がその目標位置に配置されるように、アクチュエーションシステム 3 を制御する。

【 0 0 3 8 】

本発明によるアクチュエーションシステム制御方法の実施の形態は、コントローラ 7 により実行され、モードを切り換える動作と第 1 モードと第 2 モードとを備えている。そのモードを切り換える動作では、コントローラ 7 は、まず、センサ 4 6 から収集された変位と操縦装置から収集された目標位置とに基づいて、モードを切り換える。すなわち、コントローラ 7 は、フラップ 2 をその目標位置に駆動するためにアクチュエータ 6 の可動部分 4 3 を第 1 方向 4 7 に駆動する必要があるときに第 1 モードを選択し、フラップ 2 をその目標位置に駆動するためにアクチュエータ 6 の可動部分 4 3 を第 2 方向 4 8 に駆動する必要があるときに第 2 モードを選択する。

10

【 0 0 3 9 】

図 6 は、第 1 モード（または第 2 モード）が選択されているときにコントローラ 7 により制御される超磁歪ポンプ 1 1 のピストン 3 2 の変位の変化を示している。その変位は、大きいほどポンプ室 3 5 の容積が大きいことを示している。その変化 5 1 は、その変位が周期 5 2 ごとに周期的に変化することを示している。その繰り返しの周波数としては、100 Hz ~ 数百 Hz が例示される。周期 5 2 は、吐出期間 5 3 と吸入期間 5 4 とを含んでいる。変化 5 1 は、吐出期間 5 3 でその変位が単純に減少し、吸入期間 5 4 でその変位が単純に増加することを示し、すなわち、ポンプ室 3 5（管路 2 1）の油圧が吐出期間 5 3 で単純に増加し、吸入期間 5 4 で単純に減少することを示している。すなわち、コントローラ 7 は、変化 5 1 に示されるように超磁歪素子 3 3 がピストン 3 2 を駆動するようにコイル 3 4 に電力を供給することにより、ポンプ室 3 5（管路 2 1）の油圧が吐出期間 5 3 で単純に増加し、吸入期間 5 4 で単純に減少するように超磁歪ポンプ 1 1 を制御する。

20

【 0 0 4 0 】

図 7 は、第 1 モードが選択されているときにコントローラ 7 により制御される圧電バルブ 1 2 の状態の変化を示している。その変化 5 6 は、その状態が周期 5 2 ごとに周期的に変化することを示し、その状態がピストン 3 2 の変位に同期して変化することを示している。変化 5 6 は、吸入期間 5 4 に管路 2 1 と管路 2 2 との間が閉鎖されていることを示し、吐出期間 5 3 が開始した時刻から所定の時間経過した時刻に管路 2 1 と管路 2 2 との間が開放され、吐出期間 5 3 が終了する時刻までに管路 2 1 と管路 2 2 との間が閉鎖されることを示している。

30

【 0 0 4 1 】

図 8 は、第 1 モードが選択されているときにコントローラ 7 により制御される圧電バルブ 1 3 の状態の変化を示している。その変化 5 8 は、その状態が周期 5 2 ごとに周期的に変化することを示し、その状態がピストン 3 2 の変位に同期して変化することを示している。変化 5 8 は、吐出期間 5 3 に管路 2 1 と管路 2 3 との間が閉鎖されていることを示し、吸入期間 5 4 が開始した時刻から所定の時間経過した時刻に管路 2 1 と管路 2 3 との間が開放され、吸入期間 5 4 が終了する時刻までに管路 2 1 と管路 2 3 との間が閉鎖されることを示している。

40

【 0 0 4 2 】

このような第 1 モードの動作によれば、管路 2 3 から管路 2 1 に作動油が供給され、管路 2 1 から管路 2 2 に作動油が供給される。このとき、アクチュエータ 6 の可動部分 4 3 は、図 9 の変化 5 9 に示されているように、第 1 方向 4 7 に移動する。

【 0 0 4 3 】

コントローラ 7 は、第 2 モードが選択されているときに、第 1 モードが選択されているときと同様にして、超磁歪ポンプ 1 1 を制御する。すなわち、超磁歪ポンプ 1 1 のピストン 3 2 の変位の変化は、図 6 に示される変化 5 1 に等しい。

【 0 0 4 4 】

図 10 は、第 2 モードが選択されているときにコントローラ 7 により制御される圧電バルブ 1 2 の状態の変化を示している。その変化 6 1 は、その状態が周期 5 2 ごとに周期的

50

に変化することを示し、その状態がピストン 3 2 の変位に同期して変化することを示している。変化 6 1 は、吐出期間 5 3 に管路 2 1 と管路 2 2 との間が閉鎖されていることを示し、吸入期間 5 4 が開始した時刻から所定の時間経過した時刻に管路 2 1 と管路 2 2 との間が開放され、吸入期間 5 4 が終了する時刻までに管路 2 1 と管路 2 2 との間が閉鎖されることを示している。

【 0 0 4 5 】

図 1 1 は、第 2 モードが選択されているときにコントローラ 7 により制御される圧電バルブ 1 3 の状態の変化を示している。その変化 6 2 は、その状態が周期 5 2 ごとに周期的に変化することを示し、その状態がピストン 3 2 の変位に同期して変化することを示している。変化 6 2 は、吸入期間 5 4 に管路 2 1 と管路 2 3 との間が閉鎖されていることを示し、吐出期間 5 3 が開始した時刻から所定の時間経過した時刻に管路 2 1 と管路 2 3 との間が開放され、吐出期間 5 3 が終了する時刻までに管路 2 1 と管路 2 3 との間が閉鎖されることを示している。

10

【 0 0 4 6 】

このような第 2 モードの動作によれば、管路 2 2 から管路 2 1 に作動油が供給され、管路 2 1 から管路 2 3 に作動油が供給される。このとき、アクチュエータ 6 の可動部分 4 3 は、図 1 2 の変化 6 3 に示されているように、第 2 方向 4 8 に移動する。

【 0 0 4 7 】

本発明によるアクチュエーションシステム制御方法によれば、アクチュエーションシステム 3 は、素子変位量によりストロークが制限される直動型に比べ、可動部分 4 3 のストロークを大きくすることができ、可動部分 4 3 をより高精度に目標の位置に駆動することができる。

20

【 0 0 4 8 】

なお、超磁歪ポンプ 1 1 は、超磁歪素子 3 3 を備えていない他のポンプに置換することができる。このようなポンプとしては、超磁歪ポンプ 1 1 の超磁歪素子 3 3 が piezo 素子に置換されたものが例示される。このようなポンプは、その piezo 素子に電圧に印加することによりその piezo 素子を変形させて管路 2 1 の油圧を変化させる。超磁歪ポンプ 1 1 は、このようなポンプに比較して、より大きい油圧を生成することができる点で好ましい。

【 0 0 4 9 】

なお、アクチュエーションシステム制御方法は、超磁歪ポンプ 1 1 のピストン 3 2 の変位が変化する周波数を変更することもできる。このような周波数の変更は、超磁歪ポンプ 1 1 の超磁歪素子 3 3 の変形の程度を変化させ、超磁歪ポンプ 1 1 の発熱を低減することができる。

30

【 0 0 5 0 】

なお、アクチュエーションシステム 3 は、ヘリコプターのブレード 1 のフラップ 2 と異なる装置を駆動することに適用することもできる。その装置としては、ロボットの関節が例示される。

【 0 0 5 1 】

なお、ポンプ 5 は、アクチュエータ 6 に油圧を与えることと異なる用途に適用することもできる。その用途としては、医療用の薬液の輸送、化学実験の液体試薬の輸送が例示される。

40

【 0 0 5 2 】

図 1 3 は、本発明によるアクチュエーションシステムの実施の他の形態を示している。そのアクチュエーションシステム 3 ' は、既述の実施の形態におけるポンプ 5 が他のポンプ 5 ' に置換されている。ポンプ 5 ' は、油圧系とコントローラ 7 ' とから形成されている。その油圧系は、超磁歪ポンプ 7 1 と圧電切換バルブ 7 2 とアキュムレータ 7 4 とチェックバルブ 7 5 とチェックバルブ 7 6 とリリーフバルブ 7 7 とリリーフバルブ 7 8 とを備え、管路 8 1 ~ 8 4 を備えている。その油圧系のうちの圧電切換バルブ 7 2 とチェックバルブ 7 5 とチェックバルブ 7 6 とリリーフバルブ 7 7 とリリーフバルブ 7 8 とは、マニホ

50

ールド 85 の内部に形成されている。

【 0053 】

超磁歪ポンプ 71 は、既述の実施の形態における超磁歪ポンプ 11 と同様に形成され、コントローラ 7' により制御され、管路 81 の油圧を上昇させ、または、管路 81 の油圧を下降させる。

【 0054 】

圧電切換バルブ 72 は、シリンダとスプールと圧電素子とを備えている。そのシリンダは、円筒形の滑り面を形成している。そのスプールは、そのシリンダの滑り面に内接するように配置され、円筒の軸と平行な方向に滑り運動可能に挿入されている。その圧電素子は、コントローラ 7' により印加される電圧に基づいて変形し、そのシリンダの円筒の中
10
でそのスプールを駆動する。そのスプールは、中立位置と第 1 位置と第 2 位置とのうちから選択される 1 つの位置に配置されることができ、その圧電素子は、コントローラ 7' により制御されて、そのスプールを中立位置から第 1 位置に駆動し、中立位置から第 2 位置に駆動し、第 1 位置から中立位置に駆動し、第 2 位置から中立位置に駆動する。

【 0055 】

圧電切換バルブ 72 は、管路 81 に接続される第 1 ポートと管路 82 に接続される第 2 ポートと管路 83 に接続される第 3 ポートとを備えている。そのシリンダとスプールとは、管路 81 と管路 82 との間に可変オリフィスを形成し、管路 81 と管路 83 との間に可変オリフィスを形成している。管路 81 と管路 82 との間に形成される可変オリフィスは、そのスプールが中立位置または第 2 位置に配置されているときに閉鎖され、そのスプ
20
ールが中立位置から第 1 位置に移動するとともに開口面積が広がる。管路 81 と管路 83 との間に形成される可変オリフィスは、そのスプールが中立位置または第 1 位置に配置されているときに閉鎖され、そのスプールが中立位置から第 2 位置に移動するとともに開口面積が広がる。

【 0056 】

このような圧電切換バルブ 72 は、既述の実施の形態における圧電バルブ 12 と圧電バルブ 13 とに比較して、管路 82 と管路 83 とが接続することをより確実に防止することができる点で好ましい。

【 0057 】

アキュムレータ 74 は、既述の実施の形態におけるアキュムレータ 14 と同様にして、
30
管路 84 の油圧を所定の油圧に維持する。チェックバルブ 75 は、管路 84 の油圧が管路 82 の油圧より大きいときに管路 84 を管路 82 との間を開放し、管路 84 の油圧が管路 82 の油圧より小さいときに管路 84 と管路 82 との間を閉鎖する。チェックバルブ 76 は、管路 84 の油圧が管路 83 の油圧より大きいときに管路 84 を管路 83 との間を開放し、管路 84 の油圧が管路 83 の油圧より小さいときに管路 84 と管路 83 との間を閉鎖する。すなわち、アキュムレータ 74 とチェックバルブ 75 とチェックバルブ 76 とは、管路 82 の油圧が所定の油圧より小さくなることを防止し、管路 83 の油圧が所定の油圧より小さくなることを防止している。

【 0058 】

リリーフバルブ 77 は、設定圧が設定され、管路 82 の油圧がその設定圧より大きいと
40
きに管路 82 と管路 83 との間を開放し、管路 82 の油圧がその設定圧より小さいときに管路 82 と管路 83 との間を閉鎖する。すなわち、リリーフバルブ 77 は、管路 82 の油圧がその設定圧より大きくならないように制御している。リリーフバルブ 78 は、設定圧が設定され、管路 83 の油圧がその設定圧より大きいときに管路 83 と管路 82 との間を開放し、管路 83 の油圧がその設定圧より小さいときに管路 83 と管路 82 との間を閉鎖する。すなわち、リリーフバルブ 78 は、管路 83 の油圧がその設定圧より大きくな
40
ないように制御している。

【 0059 】

アクチュエーションシステム 3' は、さらに、センサ 86 を備えている。センサ 86 は、
50
圧電切換バルブ 72 のスプールの位置を測定し、その位置をコントローラ 7' に出力す

る。

【0060】

コントローラ7'は、アクチュエータ6の可動部分43の変位をセンサ46から収集し、フラップ2の目標位置を操縦装置から収集し、圧電切換バルブ72のスプールの位置をセンサ86から収集し、フラップ2がその目標位置に配置されるように、アクチュエーションシステム3'を制御する。

【0061】

本発明によるアクチュエーションシステム制御方法の実施の他の形態は、コントローラ7'により実行され、モードを切り換える動作と第1モードと第2モードとを備えている。そのモードを切り換える動作では、コントローラ7'は、まず、センサ46から収集された変位と操縦装置から収集された目標位置とに基づいて、モードを切り換える。すなわち、コントローラ7'は、フラップ2をその目標位置に駆動するためにアクチュエータ6の可動部分43を第1方向47に駆動する必要があるときに第1モードを選択し、フラップ2をその目標位置に駆動するためにアクチュエータ6の可動部分43を第2方向48に駆動する必要があるときに第2モードを選択する。

【0062】

図14は、第1モード(または第2モード)が選択されているときにコントローラ7'により制御される超磁歪ポンプ71のピストンの変位の変化を示している。その変位が増加することは、超磁歪ポンプ71が管路81の油圧を増加させることを示し、その変位が減少することは、超磁歪ポンプ71が管路81の油圧を減少させることを示している。その変化91は、その変位が周期92ごとに周期的に変化することを示している。周期92は、吐出期間93と吸入期間94と休止期間95とを含んでいる。変化91は、吐出期間93でその変位が単純に減少し、吸入期間94でその変位が単純に増加し、休止期間95でその変位が一定であることを示している。すなわち、変化91は、管路81の油圧が吐出期間93で単純に増加し、吸入期間94で単純に減少し、休止期間95で一定であることを示している。すなわち、コントローラ7'は、変化91に示されるように、管路81の油圧が吐出期間93で単純に増加し、吸入期間94で単純に減少し、休止期間95で一定になるように超磁歪ポンプ71を制御する。

【0063】

図15は、第1モードが選択されているときにコントローラ7'により制御される圧電切換バルブ72のスプールの位置の変化を示している。その変化96は、その状態が周期92ごとに周期的に変化することを示し、その状態が超磁歪ポンプ71のピストンの変位に同期して変化することを示している。変化96は、休止期間95にそのスプールが中立位置に配置され、吐出期間93が開始した時刻から所定の時間経過した時刻にそのスプールが第1位置に駆動され、吐出期間93が終了する時刻までに中立位置に駆動され、吸入期間94が開始した時刻から所定の時間経過した時刻にそのスプールが第2位置に駆動され、吸入期間94が終了する時刻までにそのスプールが中立位置に駆動されることを示している。

【0064】

このような第1モードの動作によれば、管路83から管路81に作動油が供給され、管路81から管路82に作動油が供給される。このとき、アクチュエータ6の可動部分43は、図16の変化97に示されているように、第1方向47に移動する。

【0065】

コントローラ7'は、第2モードが選択されているときに、第1モードが選択されているときと同様にして、超磁歪ポンプ71を制御する。すなわち、超磁歪ポンプ71のピストンの変位の変化は、図14に示される変化91に等しい。

【0066】

図17は、第2モードが選択されているときにコントローラ7'により制御される圧電切換バルブ72のスプールの位置の変化を示している。その変化98は、その状態が周期92ごとに周期的に変化することを示し、その状態が超磁歪ポンプ71のピストンの変位

10

20

30

40

50

に同期して変化することを示している。変化 98 は、休止期間 95 にそのスプールが中立位置に配置され、吐出期間 93 が開始した時刻から所定の時間経過した時刻にそのスプールが第 2 位置に駆動され、吐出期間 93 が終了する時刻までに中立位置に駆動され、吸入期間 94 が開始した時刻から所定の時間経過した時刻にそのスプールが第 1 位置に駆動され、吸入期間 94 が終了する時刻までにそのスプールが中立位置に駆動されることを示している。

【0067】

このような第 2 モードの動作によれば、管路 82 から管路 81 に作動油が供給され、管路 81 から管路 83 に作動油が供給される。このとき、アクチュエータ 6 の可動部分 43 は、図 18 の変化 99 に示されているように、第 2 方向 48 に移動する。

10

【0068】

このようなアクチュエーションシステム制御方法によれば、既述の実施の形態におけるアクチュエーションシステム制御方法と同様にして、アクチュエーションシステム 3' は、可動部分 43 のストロークを大きくすることができ、可動部分 43 をより高精度に目標の位置に駆動することができる。さらに、このようなアクチュエーションシステム制御方法は、超磁歪ポンプ 71 の超磁歪素子の変形しない休止期間 95 を設けることにより、超磁歪ポンプ 71 の発熱を低減することができる。

【0069】

本発明によるヘリコプターの実施の他の形態は、機体に回転翼が設けられている。その回転翼 200 は、図 19 に示されているように、ロータ 201 とブレード 202 - 1 ~ 202 - 2 と軸受 203 - 1 ~ 203 - 2 とを備え、既述の実施の形態におけるアクチュエーションシステム 3 を備えている。ロータ 201 は、ヘリコプターの機体（図示されていない）の上部に配置され、その機体に対して回転軸 206 を中心に回転する。ブレード 202 - i (i = 1, 2) は、翼を形成している。軸受 203 - i は、ロータ 201 に支持され、ブレード 202 - i を回転軸 207 - i を中心に回転可能に支持している。アクチュエーションシステム 3 は、ロータ 201 またはスワッシュプレートに代わるプレートに支持されている。

20

【0070】

本発明によるヘリコプターは、さらに、図示されていない電源装置と操縦装置とスリップリングとを備えている。その電源装置は、ヘリコプターの機体に配置され、電力を生成する。その操縦装置は、ヘリコプターの機体に配置され、ヘリコプターのパイロットに操作されてブレード 202 - i の目標角度の目標角度を示す電気信号を生成する。そのスリップリングは、ヘリコプターの機体の側からロータ 201 の側に電流を導く伝送路を形成し、その電源装置からアクチュエーションシステム 3 に電力を供給し、その操縦装置からアクチュエーションシステム 3 に電気信号を伝達する。

30

【0071】

アクチュエーションシステム 3 は、ブレード 202 - i の目標角度をその操縦装置から収集し、ブレード 202 - i がその目標角度に配置されるように、ブレード 202 - i の向きを変化させる。なお、アクチュエーションシステム 3 は、既述の実施の形態におけるアクチュエーションシステム 3' に置換されることもできる。

40

【0072】

このようなヘリコプターは、ブレード 202 - 1 ~ 202 - 2 の向きを変化させるためのスワッシュプレートを削除することも可能であり、好ましい。

【0073】

なお、アクチュエーションシステム 3 は、他の位置に配置されることもできる。その位置としては、ブレード 202 - i の内部が例示される。

【0074】

なお、アクチュエーションシステム 3 は、図示されていないスワッシュプレートに支持されることもできる。そのスワッシュプレートは、回転軸 201 に平行に平行移動可能にロータ 201 に支持されている。このとき、そのスワッシュプレートは、ヘリコプターの

50

パイロットに操作されて平行移動することによりブレード 202 - 1 ~ 202 - 2 のピッチ角を変化させることができる。このようなヘリコプターは、そのスワッシュプレートとアクチュエーションシステム 3 との両方によりブレード 202 - 1 ~ 202 - 2 のピッチ角を変化させることができ、ヘリコプターの操作性を向上させ、騒音、振動を低減させる点でさらに好ましい。

【0075】

なお、ブレード 202 - 1 ~ 202 - 2 は、それぞれ、既述の実施の形態におけるブレード 1 と同様にして、フラップ 2 とアクチュエーションシステム 3 とを備えることもできる。このようなヘリコプターは、操作性の向上、騒音、振動を低減すること、小型・軽量化の点でさらに好ましい。

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図 1】図 1 は、公知のヘリコプターの回転翼を示す斜視図である。

【図 2】図 2 は、公知の駆動装置を示すブロック図である。

【図 3】図 3 は、公知の駆動装置を示す断面図である。

【図 4】図 4 は、本発明によるヘリコプターの実施の形態を示すブロック図である。

【図 5】図 5 は、本発明によるアクチュエーションシステムの実施の形態を示す油圧回路図である。

【図 6】図 6 は、超磁歪ポンプのピストンの変位の変化を示すグラフである。

【図 7】図 7 は、第 1 モードでの圧電バルブの状態の変化を示すグラフである。

【図 8】図 8 は、第 1 モードでの他の圧電バルブの状態の変化を示すグラフである。

【図 9】図 9 は、第 1 モードでのアクチュエータの可動部分の変位の変化を示すグラフである。

【図 10】図 10 は、第 2 モードでの圧電バルブの状態の変化を示すグラフである。

【図 11】図 11 は、第 2 モードでの他の圧電バルブの状態の変化を示すグラフである。

【図 12】図 12 は、第 2 モードでのアクチュエータの可動部分の変位の変化を示すグラフである。

【図 13】図 13 は、本発明によるアクチュエーションシステムの実施の形態を示す油圧回路図である。

【図 14】図 14 は、超磁歪ポンプのピストンの変位の変化を示すグラフである。

【図 15】図 15 は、第 1 モードでの圧電切換バルブの状態の変化を示すグラフである。

【図 16】図 16 は、第 1 モードでのアクチュエータの可動部分の変位の変化を示すグラフである。

【図 17】図 17 は、第 2 モードでの圧電切換バルブの状態の変化を示すグラフである。

【図 18】図 18 は、第 2 モードでのアクチュエータの可動部分の変位の変化を示すグラフである。

【図 19】図 19 は、本発明によるヘリコプターの実施の他の形態を示す斜視図である。

【符号の説明】

【0077】

- 1 : ブレード
- 2 : フラップ
- 3 : アクチュエーションシステム
- 5 : ポンプ
- 6 : アクチュエータ
- 7 : コントローラ
- 11 : 超磁歪ポンプ
- 12 : 圧電バルブ
- 13 : 圧電バルブ
- 14 : アキュムレータ
- 15 : チェックバルブ

10

20

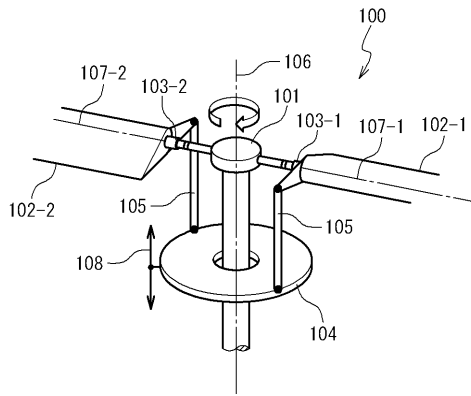
30

40

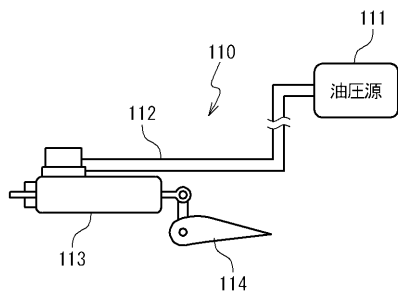
50

1 6 : チェックバルブ	
1 7 : リリーフバルブ	
1 8 : リリーフバルブ	
2 1 ~ 2 4 : 管路	
2 5 : マニホールド	
3 1 : シリンダ	
3 2 : ピストン	
3 3 : 超磁歪素子	
3 4 : コイル	
3 5 : ポンプ室	10
4 1 : シリンダ	
4 2 : ピストン	
4 3 : 可動部分	
4 4 : 第 1 室	
4 5 : 第 2 室	
4 6 : センサ	
4 7 : 第 1 方向	
4 8 : 第 2 方向	
5 1 : 変化	
5 2 : 周期	20
5 3 : 吐出期間	
5 4 : 吸入期間	
5 6 : 変化	
5 8 : 変化	
6 1 : 変化	
7 1 : 超磁歪ポンプ	
7 2 : 圧電切換バルブ	
7 4 : アキュムレータ	
7 5 : チェックバルブ	
7 6 : チェックバルブ	30
7 7 : リリーフバルブ	
7 8 : リリーフバルブ	
8 1 ~ 8 4 : 管路	
8 5 : マニホールド	
9 1 : 変化	
9 2 : 周期	
9 3 : 吐出期間	
9 4 : 吸入期間	
9 5 : 休止期間	
9 6 : 変化	40
9 8 : 変化	

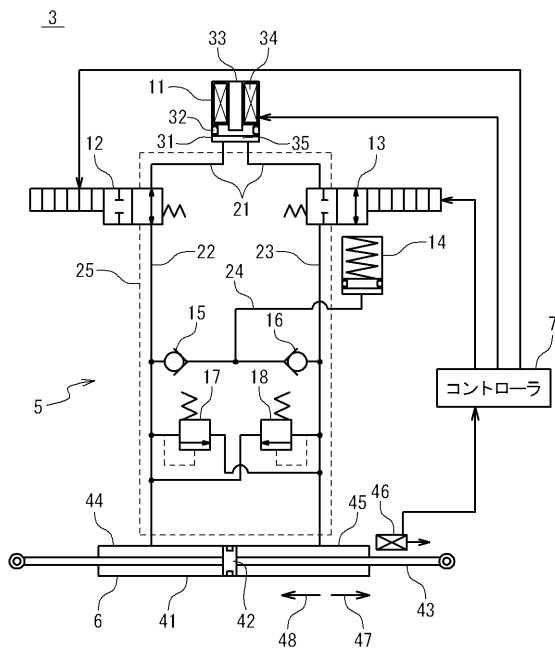
【図1】



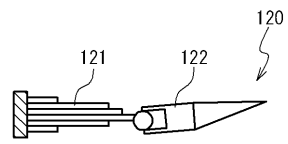
【図2】



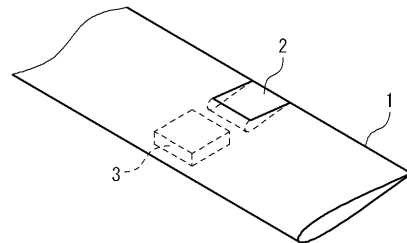
【図5】



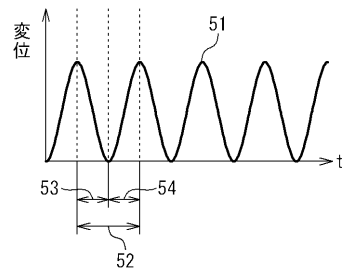
【図3】



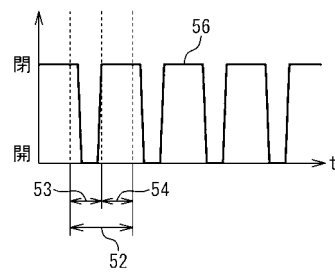
【図4】



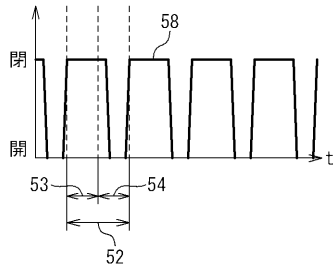
【図6】



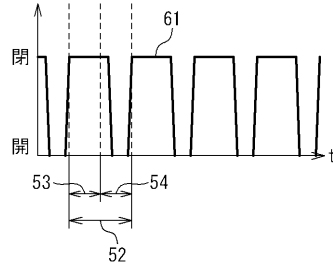
【図7】



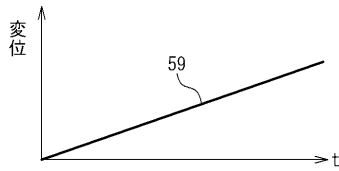
【図 8】



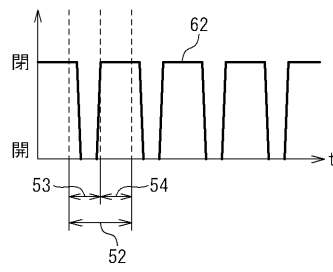
【図 10】



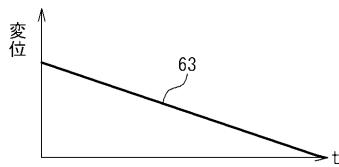
【図 9】



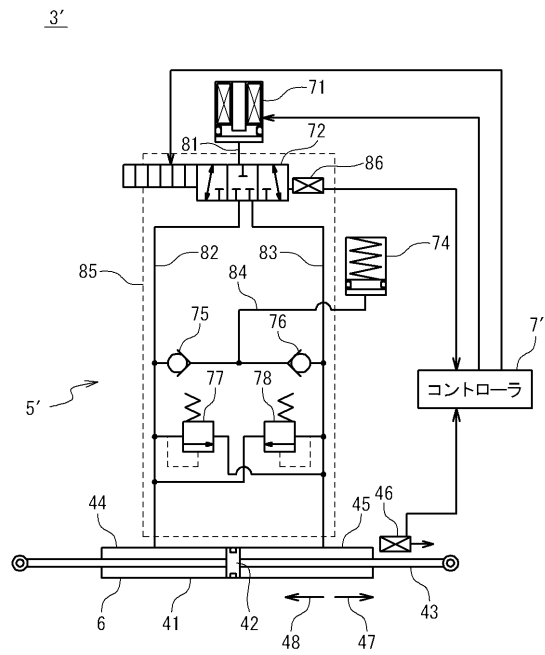
【図 11】



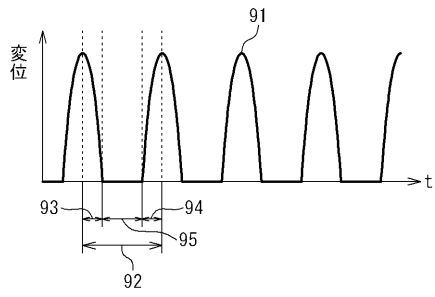
【図 12】



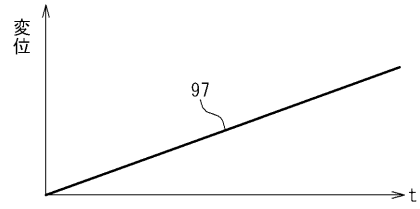
【図 13】



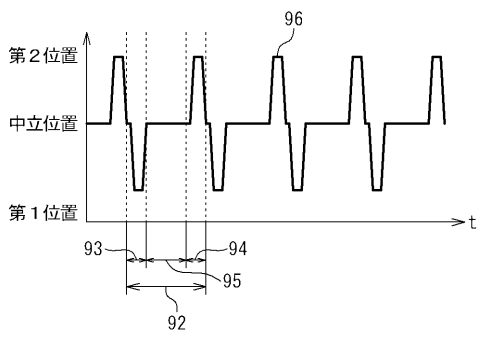
【図14】



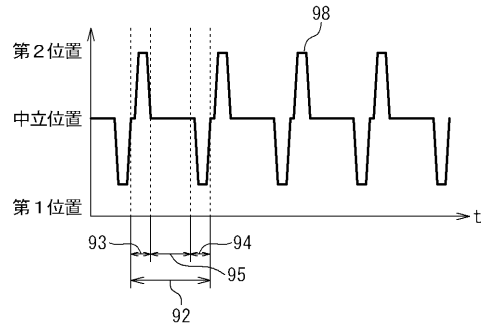
【図16】



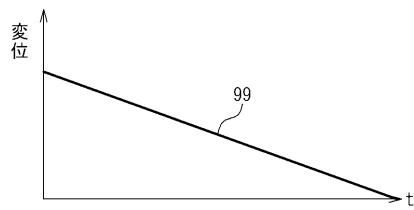
【図15】



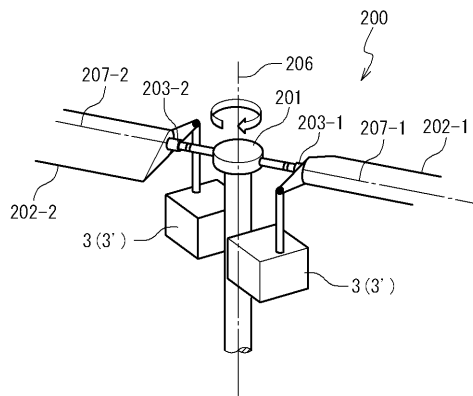
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 中山 周一

愛知県名古屋市港区大江町10番地 三菱重工業株式会社名古屋航空宇宙システム製作所内

(72)発明者 下山 邦光

愛知県名古屋市港区大江町10番地 三菱重工業株式会社名古屋航空宇宙システム製作所内

審査官 杉山 悟史

(56)参考文献 特開2005-299818(JP,A)

特開2004-066990(JP,A)

特開2002-234499(JP,A)

特開2002-089453(JP,A)

特表2003-530267(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B64C 27/00 - 27/82

F15B 11/00 - 21/00