

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5383535号
(P5383535)

(45) 発行日 平成26年1月8日(2014.1.8)

(24) 登録日 平成25年10月11日(2013.10.11)

(51) Int. Cl.	F 1
F 1 5 B 15/28 (2006.01)	F 1 5 B 15/28 H
F 1 5 B 15/14 (2006.01)	F 1 5 B 15/14 3 5 O
G O 1 B 7/00 (2006.01)	G O 1 B 7/00 1 O 1 M
G O 1 L 5/00 (2006.01)	G O 1 L 5/00 M

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-19937 (P2010-19937)	(73) 特許権者	000175490
(22) 出願日	平成22年2月1日(2010.2.1)		サンテスト株式会社
(65) 公開番号	特開2011-158027 (P2011-158027A)		大阪府大阪市此花区島屋4丁目2番51号
(43) 公開日	平成23年8月18日(2011.8.18)	(74) 代理人	100085497
審査請求日	平成24年11月15日(2012.11.15)		弁理士 筒井 秀隆
		(72) 発明者	京和泉 宏三
			大阪市此花区島屋4丁目2番51号 サン
			テスト株式会社内
		審査官	平瀬 知明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置と負荷の検出可能な流体圧アクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリンダと、

前記シリンダ内を摺動し、中心部に貫通孔を有するピストンと、

前記ピストンの貫通孔を摺動自在に貫通し、一端部が前記シリンダの一端部を閉じるエンドキャップ部を貫通して外部に突出し、内部に他端側へ開口する空洞部を有するロッドと

、

前記ロッドの空洞部に挿入され、前記ロッドの軸線方向に延びる磁歪線を有する磁歪式変位センサと、

前記ロッド及びピストンに、前記変位センサの有効検出ストローク範囲内となるようにそれぞれ固定された第1と第2のマグネットと、

前記ピストンとロッドとの間に配置され、前記ピストンに加わる流体圧を前記ロッドに軸方向力として伝え、変位に応じたばね力を発生するスプリングと、を備え、

前記変位センサは、前記磁歪線の軸線方向にスタートパルスを流すことにより、前記マグネットの近接する磁歪線の部位で弾性波を発生させ、磁歪線の特定部位に設けた受信器までの弾性波の伝播時間を計測することにより、前記マグネットの機械的変位を検出するのであり、

前記ロッドの位置を前記第1のマグネットの位置によって検出し、前記ロッドの軸方向負荷を前記第1と第2のマグネットの離間距離によって検出することを特徴とする、流体圧アクチュエータ。

10

20

【請求項 2】

シリンダと、

前記シリンダの軸心部に固定され、内部に空洞部を有するガイドパイプと、
前記シリンダの内周とガイドパイプの外周との間を摺動する第 1 ピストンと、
一端が第 1 ピストンと連結され、他端が前記シリンダの一端部から外部へ突出し、当該端部が閉じられた円筒状のロッドと、

前記ロッドの内周とガイドパイプの外周との間を摺動する第 2 ピストンと、

前記ロッドの端部と第 2 ピストンとの間に形成された第 1 の流体圧室と、

前記ガイドパイプの空洞部に挿入され、前記ガイドパイプの軸線方向に伸びる磁歪線を有する磁歪式変位センサと、

10

前記第 1 ピストン及び第 2 ピストンに、前記変位センサの有効検出ストローク範囲内となるようにそれぞれ固定された第 1 と第 2 のマグネットと、

前記第 2 ピストンとガイドパイプとの間に配置され、前記第 2 ピストンを前記ロッドの突出方向に付勢し、変位に応じたばね力を発生するスプリングと、を備え、

前記変位センサは、前記磁歪線の軸線方向にスタートパルスを流すことにより、前記マグネットの近接する磁歪線の部位で弾性波を発生させ、磁歪線の特定部位に設けた受信器までの弾性波の伝播時間を計測することにより、前記マグネットの機械的変位を検出するものであり、

前記ロッドの位置を前記第 1 のマグネットの位置によって検出し、前記ロッドの軸方向負荷を前記第 2 のマグネットの位置によって検出することを特徴とする、流体圧アクチュエータ。

20

【請求項 3】

前記ロッドの内周とガイドパイプの外周と第 1 ピストンと第 2 ピストンとの間に第 2 の流体圧室が形成され、当該第 2 の流体圧室はロッドの外周壁に形成された連通孔を介して、前記ロッドの外周と前記シリンダの内周との間に形成された第 3 の流体圧室へ接続され、当該第 3 の流体圧室に面する前記第 1 ピストンの受圧面積と前記第 1 の流体圧室に面する前記ガイドパイプの外径に基づく円の断面積とを等しくしたことを特徴とする、請求項 2 に記載の流体圧アクチュエータ。

【請求項 4】

前記ガイドパイプの先端部にストッパ部が設けられ、当該ストッパ部と第 2 ピストンとの間に、前記第 2 ピストンに対して前記スプリングと逆方向に付勢する第 2 のスプリングが設けられていることを特徴とする、請求項 2 又は 3 に記載の流体圧アクチュエータ。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、油圧・水圧・空圧などを媒体に用いた流体圧アクチュエータ、特にピストンロッドの変位と当該ピストンロッドに作用する負荷を検出できるセンサを備えた流体圧アクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

40

従来、ピストンロッドの変位と当該ピストンロッドに作用する負荷を検出できるセンサを備えた流体圧アクチュエータが求められている。ピストンに作用する負荷については、ピストンロッドと工作物との間にロードセルなどを設けて、その負荷を検出し、ピストンロッドの変位は前記ロードセルとは別の変位センサを用いて検出するのが一般的であった。

【0003】

ピストンロッドに作用する負荷の検出について開示された文献として、特許文献 1 がある。当該文献では、ロードセルに代えて、ロッドカバーに弾性変形が可能な薄肉の円筒部を形成し、この円筒部に貼り付けた歪みゲージで軸方向の荷重を検出する装置を提案している。しかし、この装置であっても、負荷以外に変位をも検出しようとする、別の変位

50

センサが必要になり、構造が複雑になると共に、高コストになる。

【 0 0 0 4 】

また、特許文献 1 では、ロッドカバーの円筒部には流体圧シリンダ装置を外部のフレームに取り付けるといった機能が求められるので、円筒部には所定の剛性が必要であり、自由に薄肉に形成することができない。さらに、円筒部には軸方向荷重以外に曲げ荷重などの他の方向の荷重も作用するので、歪みと軸方向荷重とが精度よく対応するとは限らず、負荷の検出精度を高めることが難しいという問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特許第 3 2 9 1 2 5 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、ピストンロッドの変位と当該ピストンロッドに作用する負荷とを 1 台のセンサで検出する流体圧アクチュエータを提案することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の第 1 実施形態は、シリンダと、前記シリンダ内を摺動し、中心部に貫通孔を有するピストンと、前記ピストンの貫通孔を摺動自在に貫通し、一端部が前記シリンダの一端部を閉じるキャップ部を貫通して外部に突出し、内部に他端側へ開口する空洞部を有するロッドと、前記ロッドの空洞部に挿入され、前記ロッドの軸線方向に延びる磁歪線を有する磁歪式変位センサと、前記ロッド及びピストンに、前記変位センサの有効検出ストローク範囲内となるようにそれぞれ固定された第 1 と第 2 のマグネットと、前記ピストンとロッドとの間に配置され、前記ピストンに加わる流体圧を前記ロッドに軸方向力として伝え、変位に応じたばね力を発生するスプリングと、を備え、前記変位センサは、前記磁歪線の軸線方向にスタートパルスを送ることにより、前記マグネットの近接する磁歪線の部位で弾性波を発生させ、磁歪線の特定部位に設けた受信器までの弾性波の伝播時間を計測することにより、前記マグネットの機械的変位を検出するものであり、前記ロッドの位置を前記第 1 のマグネットの位置によって検出し、前記ロッドの軸方向負荷を前記第 1 と第 2 のマグネットの離間距離によって検出することを特徴とする、流体圧アクチュエータである。

【 0 0 0 8 】

本発明の第 2 実施形態は、シリンダと、前記シリンダの軸心部に固定され、内部に空洞部を有するガイドパイプと、前記シリンダの内周とガイドパイプの外周との間を摺動する第 1 ピストンと、一端が第 1 ピストンと連結され、他端が前記シリンダの一端部から外部へ突出し、当該端部が閉じられた円筒状のロッドと、前記ロッドの内周とガイドパイプの外周との間を摺動する第 2 ピストンと、前記ロッドの端部と第 2 ピストンとの間に形成された第 1 の流体圧室と、前記ガイドパイプの空洞部に挿入され、前記ガイドパイプの軸線方向に延びる磁歪線を有する磁歪式変位センサと、前記第 1 ピストン及び第 2 ピストンに、前記変位センサの有効検出ストローク範囲内となるようにそれぞれ固定された第 1 と第 2 のマグネットと、前記第 2 ピストンとガイドパイプとの間に配置され、前記第 2 ピストンを前記ロッドの突出方向に付勢し、変位に応じたばね力を発生するスプリングと、を備え、前記変位センサは、前記磁歪線の軸線方向にスタートパルスを送ることにより、前記マグネットの近接する磁歪線の部位で弾性波を発生させ、磁歪線の特定部位に設けた受信器までの弾性波の伝播時間を計測することにより、前記マグネットの機械的変位を検出するものであり、前記ロッドの位置を前記第 1 のマグネットの位置によって検出し、前記ロッドの軸方向負荷を前記第 2 のマグネットの位置によって検出することを特徴とする、流体圧アクチュエータである。

【 0 0 0 9 】

10

20

30

40

50

本発明の第1実施形態では、ロッドとピストンとの間に変位に応じて荷重が変化するスプリングを配置し、ピストンとロッドとにそれぞれマグネットを取り付け、磁歪式変位センサによってピストンとロッドとの軸方向距離及びロッドの軸方向位置を検出している。そのため、流体圧を受けてピストンが移動すると、ロッドにかかる負荷の大きさに応じてスプリングが圧縮される。ロッドの負荷はスプリングの圧縮量に関係し、その圧縮量はピストンとロッドとの軸方向距離に比例し、この軸方向距離を変位センサで検出するので、結局、ロッドの負荷を求めることができる。ロッドの位置は変位センサによって直接検出できる。このように1台の磁歪式変位センサを用いて、ロッドの負荷と位置とを同時に検出することができる。

【0010】

本発明で使用する磁歪式変位センサは、その有効検出ストローク内に存在するマグネットの位置に応じた磁歪波形を発生させるので、マグネットの位置を正確に検出できる。そのため、ピストンとロッドとにそれぞれマグネットを取り付けることで、ピストンとロッドとの軸方向距離（負荷）及びロッドの軸方向位置を正確に把握できる。マグネットは非常に小さくできるので、ロッドやピストンの寸法増大を招かずに済む。また、変位センサの検出部は細長くできるので、変位センサをロッドの中心部に挿入することで、流体圧アクチュエータの外径寸法を増大させない。

【0011】

スプリングとしては、変位と荷重との間に一定の関係がある任意のスプリングを使用できるが、変位と荷重とを高精度に比例させることができる点でコイルスプリングを用いるのが望ましい。本発明では、特許文献1のように構造材（ロッドカバー）の歪みを検出するのではなく、ロッドとピストンとの間に配置したスプリングのばね変形を利用するので、軸方向荷重以外の荷重の影響を受けにくく、ロッドの負荷を高精度で検出できる。

【0012】

第1実施形態は、スプリングをピストンとロッドとの間に配置し、流体圧を受けてピストンがスプリングを介してロッドを押し出す例であるが、第2実施形態は、スプリングを第2ピストンとガイドパイプ（固定部）との間に配置し、流体圧を第2ピストンとロッドとの間に供給し、流体圧を受けて第2ピストンが後退する例である。ロッドに負荷が掛かっていない状態では第2ピストンは後退せず、ロッドだけが突出する。ロッドに負荷がかかると、その負荷に打ち勝つため圧力が高くなり第2ピストンが後退し、スプリングが圧縮される。スプリングの圧縮量はロッドにかかる負荷と相関関係にある。

【0013】

第2実施形態の場合も、ロッドの変位は第1ピストンに取り付けられた第1のマグネットを検出されるが、ロッドの負荷はスプリングの圧縮量、つまり第2ピストンに取り付けられた第2のマグネットの位置で把握できる。これらマグネットの位置は、ガイドパイプの中に挿入された磁歪式変位センサで検出できる。

【0014】

第2実施形態において、ロッドの内周とガイドパイプの外周と第1ピストンと第2ピストンとの間に第2の流体圧室が形成され、当該第2の流体圧室はロッドの外周壁に形成された連通孔を介して、ロッドの外周とシリンダの内周との間に形成された第3の流体圧室へ接続され、当該第3の流体圧室に面する第1ピストンの受圧面積と第1の流体圧室に面するガイドパイプの外径の基づく円の断面積とを等しくするのが望ましい。この場合には、第2ピストンの両面に作用する流体圧の有効受圧面積を等しくすることで、アクチュエータが動的な状態でも静的な状態でも、常にスプリングの圧縮量に応じた負荷を対象物に作用させることができる。

【0015】

ガイドパイプの先端部にストッパ部が設けられ、当該ストッパ部と第2ピストンとの間に、第2ピストンに対して（第1の）スプリングと逆方向に付勢する第2のスプリングを設けてもよい。つまり、第2ピストンの両側にスプリングを配置することにより、ロッドが正逆いずれの方向に作動する場合でも負荷を検出することが可能になる。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0016】

以上のように、本発明によれば、ロッドとピストンとの間、又は第2ピストンとガイドパイプとの間にスプリングを配置し、ピストンとロッドとにそれぞれマグネットを取り付け、磁歪式変位センサによってピストンとロッドとの軸方向距離及びロッドの軸方向位置を検出するようにしたので、1台の磁歪式変位センサを用いて、ロッドの負荷と位置とを同時に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明に係る流体圧アクチュエータの第1実施例の初期状態における断面図である。 10

【図2】図1に示す流体圧アクチュエータの動作時における断面図である。

【図3】磁歪式変位センサの一例の原理図である。

【図4】磁歪式変位センサの検出信号の波形図である。

【図5】スプリングのばね長とばね荷重との関係を示す図である。

【図6】本発明に係る流体圧アクチュエータを用いた流体圧システムの一例を示す図である。

【図7】本発明に係る流体圧アクチュエータの第2実施例の断面図である。

【図8】本発明に係る流体圧アクチュエータの第3実施例の断面図である。

【発明を実施するための最良の形態】 20

【0018】

〔第1実施例〕

以下に、本発明の好ましい実施例を図面を参照して説明する。図1、図2は本発明に係る流体圧アクチュエータの第1実施例を示し、図1は初期時、図2は作動時を示す。

【0019】

シリンダ1の両端はフロントキャップ5とエンドキャップ6で閉じられ、ピストン3がシリンダ1の内部を摺動自在に移動する。フロントキャップ5又はエンドキャップ6はシリンダ1と一体に形成されていてもよい。シリンダ1には流体圧P1、P2が供給される第1ポート1aと第2ポート1bとが形成されている。ロッド2は、ピストン3の中心部に設けられた貫通孔3aを摺動自在に貫通しており、始端部がシリンダ1のフロントキャップ5を貫通して外部に突出している。外部に突出したロッド2の操作部2aが工作物Wなどに連結される。エンドキャップ6とピストン3（及びロッド2）との間に形成された空間14に第1ポート1aが連通し、フロントキャップ5とピストン3との間に形成された空間15に第2ポート1bが連通している。ロッド2の中心部には、始端側が閉じられ終端側へ開口する軸方向に長い空洞部2bが形成されている。空洞部2bの長さは、フロントキャップ5とエンドキャップ6の軸方向距離とほぼ同等な長さに設定されている。 30

【0020】

なお、各部をシールするためのシール部材（個々ではOリング）については自明のこととして番号を付けていないが、Oリングのみの記載は固定シールを意味し、Oリングの内周あるいは外周に示した長方形断面はフッ素樹脂などによる摺動自在なパッキンを意味する。固定シールにOリングを使用することは一般的であるが、摺動自在なパッキンについては、図示以外の他の方法でも良い。 40

【0021】

ロッド2の中間部外周にはフランジ部2cが形成されており、このフランジ部2cとピストン3の間に圧縮タイプのスプリング4が配置されている。図1では角断面のコイルスプリングを示したが、通常の間断面のコイルスプリングでも良いし、複数の皿ばねの配列でも良く、変位量とばね反力の間に関係があるスプリングであれば何でもよい。ピストン3を貫通したロッド2の終端部にはストッパ16が固定されており、このストッパ16により、ロッド2がピストン3から抜けるのを防止すると共に、スプリング4に対して所定の予荷重をかけた状態としている。予荷重をかける理由は、ばね反力と圧縮量とが 50

比例関係にある状態でスプリング 4 を使用するためであり、必要に応じて設定される。

【 0 0 2 2 】

ロッド 2 のフランジ部 2 c とピストン 3 とには、それぞれリング状のマグネット 8、9 が固定されている。マグネット 8、9 の着磁方向は軸方向でも径方向でもよい。マグネット 8、9 の形状はリング状に限らない。ロッド 2 の中心の空洞部 2 b には、磁歪式変位センサ 7 の検出部 7 a が所定の隙間をもって挿入されている。マグネット 8、9 と検出部 7 a との間に介在する部品つまりロッド 2 は非磁性体で形成する必要があるが、マグネット 8、9 の周囲の部品つまりピストン 3 やストッパ 1 6 等の部品も非磁性体で形成するのが望ましい。検出部 7 a の長さ（有効検出ストローク S）は、フロントキャップ 5 とエンドキャップ 6 との軸方向距離にほぼ等しく、2 個のマグネット 8、9 の間隔は常に検出部 7 a の有効検出ストローク S 内に設定されている。受信器（図示せず）を収容した磁歪センサ 7 の本体部 7 b は、エンドキャップ 6 の中心部に流体の漏洩防止のシールとともにねじ込まれている。なお、ねじ込みに限らず、フランジ取り付け等、任意の固定方法を用いることができる。

10

【 0 0 2 3 】

図 3 は磁歪式変位センサ 7 の検出原理を示す。当該センサ 7 の検出原理の詳細は、例えば特開平 1 0 - 3 3 2 4 3 3 号公報などに開示されている通りであるから、以下にその概略だけを説明する。変位センサ 7 は、ベース 7 0 上に設けられた支持部材 7 1、7 2 によって両端部が支持された磁歪線 7 3 を備えている。磁歪線 7 3 としては中実線に限らず、中空線であってもよい。磁歪線 7 3 がロッド 2 の軸線方向と平行になるように、変位センサ 7 はエンドキャップ 6 に固定されている。一方の支持部材 7 1 の近傍にはコイルを有する受信器 7 4 が配置されており、コイルの中心部に磁歪線 7 3 が無接触で挿通されている。受信器 7 4 はコントローラ 1 0 と接続されている。磁歪線 7 3 の始端にはコントローラ 1 0 から電流パルス（スタートパルス） R_s が周期的に供給され、磁歪線 7 3 の終端はアースに接続されている。なお、磁歪線 7 3 の終端側の支持部材 7 2 を省略し、磁歪線 7 3 を直接アースに接続してもよい。

20

【 0 0 2 4 】

磁歪線 7 3 にマグネット M（ここでは 2 個）を近づけた状態で、スタートパルス R_s が供給されると、ビーデマン効果によりマグネット M の近接する磁歪線 7 3 の部位で弾性波（磁歪波とも呼ぶ）が発生し、受信器 7 4 は逆磁歪効果を利用して磁歪線 7 3 を伝播する弾性波の到来を検出する。弾性波には縦波と横波とがあるが、いずれの波を検出してもよい。コントローラ 1 0 は、マグネット M から受信器 7 4 までの弾性波の伝播時間を計測することにより、マグネット M に与えられた機械的変位を検出できる。なお、受信器 7 4 はコイルを用いたものに限らず、例えば米国特許第 3 8 9 8 5 5 5 号公報、特開昭 6 1 - 1 1 2 9 2 3 号公報のように接触式の受信器を用いてもよい。

30

【 0 0 2 5 】

図 4 は、図 1 のような流体圧アクチュエータに適用した場合の変位センサ 7 の検出信号の波形例である。時間 T は磁歪センサのサンプリング時間であって、(a) のようにスタートパルス R_s が T 時間ごとに磁歪線に与えられ、(b) のように各マグネット近傍で生じた磁歪波形 G 1（マグネット 9 に対応）と G 2（マグネット 8 に対応）とが受信器で検出される。(c) は夫々の磁歪波形 G 1、G 2 を波形整形したストップパルス H 1 と H 2 を示し、 t_1 がストップパルス H 1 の到達時間、 t_2 がストップパルス H 2 の到達時間である。スプリング 4 の圧縮量は、ロッド 2 のフランジ部 2 c とピストン 3 との相対距離、つまりストップパルス H 1 と H 2 の時間差に比例するので、時間差（ $t_2 - t_1$ ）によって求める事ができる。また、ロッド 2 の位置はマグネット 8 の位置、つまり時間 t_2 から明らかになる。

40

【 0 0 2 6 】

さて、本アクチュエータの動作を説明する。ピストン 3 を駆動する力は、シリンダ 1 の第 1 ポート 1 a 又は第 2 ポート 1 b に供給される流体圧 P 1、P 2 によって発生する。第 1 ポート 1 a 側のピストン 3 の受圧面積は、シリンダ 1 の内径とピストン 3 の貫通孔 3 a

50

の内径で囲まれる環状面積 A_1 であり、第 2 ポート 1 b 側の受圧面積はシリンダ 1 の内径とロッド 2 の外径で囲まれる環状面積 A_2 (但し、ピストン 3 の貫通孔 3 a の内径とロッド 2 の外径が同じであれば、 $A_1 = A_2$) である。ここで、ロッド 2 の断面積を A_3 とする。

【 0 0 2 7 】

$P_1 > P_2$ のとき、ロッド 2 はその断面積 A_3 に圧力 P_1 を掛けた力で図 1 の左方向に移動し、同時にピストン 3 は環状面積 A_1 に差圧 ($P_1 - P_2$) を掛けた力で図 1 の左方向に動こうとし、その力はスプリング 4 を介してロッド 2 にも作用する。ピストン 3 はロッド 2 とシリンダ 1 に対して摺動自在であるから、スプリング 4 は圧縮されることになり、ロッド 2 の変位はマグネット 8 の位置で検出でき、スプリング 4 の圧縮量はマグネット 8 と 9 の距離の変化で検出できることになる。

10

【 0 0 2 8 】

図 5 はスプリング 4 のばね長とばね荷重との関係を示す。 L_0 は図 1 の状態におけるばね長であり、 L_1 は図 2 の状態におけるばね長である。 F_0 は予荷重であり、スプリング 4 を L_0 から L_1 へ圧縮することにより、ばね荷重は F_0 から F_1 へ増大する。 $L (= L_0 - L_1)$ がスプリング 4 の圧縮量であり、マグネット 8 と 9 の距離の変化に相当する。マグネット 8 と 9 の距離の変化は、図 1 の状態で検出した時間差 ($t_2 - t_1$) と図 2 の状態で検出した時間差 ($t_2 - t_1$) との差によって求めることができる。

【 0 0 2 9 】

スプリング 4 の圧縮量 L は、ピストン 3 によって生じる力 $A_1 \times (P_1 - P_2)$ に比例する。即ち、

20

$$L = A_1 \times (P_1 - P_2) \quad \dots (1)$$

となる。ここで、(1) 式の比例定数 (スプリングのばね定数) は予め求めておく。一方、スプリング 4 の圧縮量 L は、上述のように変位センサ 7 が検出した時間差 ($t_2 - t_1$) の変化によって求めることができる。

【 0 0 3 0 】

ロッド 2 には、ピストン 3 によって生じる力以外に、ロッド 2 の受圧面積 A_3 に対応した力 $A_3 \times P_1$ も作用するから、ロッド 2 の出力する力を F_d とすると、

$$F_d = A_1 \times (P_1 - P_2) + A_3 \times P_1 \quad \dots (2)$$

となる。

30

【 0 0 3 1 】

流体圧アクチュエータの負荷制御の場合、定常状態ではロッド 2 の位置は一定値であり、一般的に P_2 はゼロ (又は大気圧) であって、その時のロッド 2 の工作物 W に与える負荷 F_s は、

$$\begin{aligned} F_s &= A_1 \times P_1 + A_3 \times P_1 \\ &= (A_1 + A_3) P_1 \quad \dots (3) \end{aligned}$$

となる。(1) 式で $P_2 = 0$ にすると、スプリング 4 の圧縮量から圧力 P_1 が分り、その圧力 P_1 を用いて (3) 式から負荷 F_s を求めることができる (なお、 A_1 , A_2 , A_3 等は既知である)。

【 0 0 3 2 】

40

図 6 は上述の流体圧アクチュエータを用いた制御システムの一例を示す。図 6 において、流体圧源 (例えば油圧源) 1 1 から一定圧の流体が流量制御弁 1 2, 1 3 へ供給されている。流量制御弁 1 2, 1 3 は電磁弁であり、ソレノイド 1 2 a, 1 3 a に入力される電気信号に応じてシリンダ 1 の各ポート 1 a, 1 b へ供給される流量を制御している。なお、弁 1 2, 1 3 は単なる ON/OFF 切替弁でもよいし、圧力制御弁でもよい。変位センサ 7 の検出信号はコントローラ 1 0 へ入力され、ここで図 4 に示す信号処理と上述の演算処理とを行い、時間 t_2 及び時間差 ($t_2 - t_1$) からロッド 2 の位置と負荷とを求めることができる。なお、ロッド 2 の位置と負荷とに応じて、コントローラ 1 0 が流量制御弁 1 2, 1 3 を制御してもよい。このようにして、ロッド 2 の位置と負荷とを制御することができる。

50

【 0 0 3 3 】

〔 第 2 実施例 〕

図 7 は本発明にかかる流体圧アクチュエータの第 2 実施例を示す。第 1 実施例では定常状態での負荷制御を例にして説明したが、シリンダのロッドが動いている時、換言するとロッドの動的制御の最中では、 P_2 がゼロ（又は大気圧）であるとは限らない。図 1 の場合は、第 1, 第 2 ポートの有効受圧面積が異なり、第 1 ポート側では $A_1 + A_3$ 、第 2 ポート側では A_2 （もしくは A_1 ）である。（1）式に見るように、スプリング 4 の圧縮量は差圧（ $P_1 - P_2$ ）に比例するので、両ポートの圧力 P_1 と P_2 の有効受圧面積を同じにするのが望まれる。

【 0 0 3 4 】

第 2 実施例は圧力 P_1 と P_2 の有効受圧面積を同じにする実施例である。第 1 実施例と同じ機能を有するものには同じ番号を付けることを原則とした。圧力 P_3 が供給されるポート 1 c は新たに追加したポートで、第 1 ピストン部 2 5 とエンドキャップ 6 との間に圧力 P_3 が作用する。通常は、このポート 1 c は流体の戻りタンク（図示せず）又は大気に接続するものとする。

【 0 0 3 5 】

エンドキャップ 6 の中心部に円筒状のガイドパイプ 2 0 が固定されている。ガイドパイプ 2 0 の中心部には空洞部 2 0 a を有し、その空洞部 2 0 a に磁歪式変位センサ 7 の検出部 7 a が所定の隙間をあけて挿入されている。変位センサ 7 の本体部 7 b はガイドパイプ 2 0 の終端部に固定されている。シリンダ 1 の内周とガイドパイプ 2 0 の外周との間に第 1 ピストン 2 5 が摺動自在に配置され、この第 1 ピストン 2 5 の側面にロッド 2 の終端部が一体的に連結されている。ロッド 2 は円筒状のシリンダ部 2 f を備えており、その始端側は図示しない工作物と連結されるキャップ 2 g で閉じられている。ロッド 2 の内周とガイドパイプ 2 0 の外周との間には、第 2 ピストン 3 が摺動自在に配置されている。

【 0 0 3 6 】

ガイドパイプ 2 0 の外周にはフランジ部 2 0 b が形成され、このフランジ部 2 0 b と第 2 ピストン 3 との間に圧縮方式のスプリング 4 が配置されている。ガイドパイプ 2 0 の始端部外周には、第 2 ピストン 3 の移動を規制するストッパ 2 1 が固定されている。第 1 ピストン部 2 5 と第 2 ピストン 3 にはそれぞれマグネット 8、9 が固定されている。なお、ロッド 2、第 1 ピストン 2 5、第 2 ピストン 3 の材質は非磁性でなくても良いが、ガイド

【 0 0 3 7 】

エンドキャップ 6 には、圧力 P_1 が供給されるポート 6 a が形成されている。ポート 6 a に供給された流体は、ガイドパイプ 2 0 の連通孔 2 0 c を経て空洞部 2 0 a へと入り、空洞部 2 0 a と変位センサ 7 の検出部 7 a との隙間を流れて、第 2 ピストン 3 とロッド 2 のキャップ 2 g との間の空間 2 2 に入るようになっている。一方、圧力 P_2 が供給されるポート 1 b は、シリンダ 1 の内周とロッド 2 の外周との間の空間 2 4 と連通している。空間 2 4 は、ロッド 2 に形成された連通孔 2 h を介して、第 1 ピストン 2 5 と第 2 ピストン 3 との間に形成された空間 2 3 と連通している。

【 0 0 3 8 】

ポート 6 a（ P_1 ）を高圧側に、ポート 1 b（ P_2 ）を低圧側（もしくは大気圧）に接続すると、流体はポート 6 a からガイド 2 0 の連通孔 2 0 c を経て、ガイドパイプ 2 0 の空洞部 2 0 a を流れてロッド 2 を図 7 の左方向に押し出す。一方、低圧側は、第 2 ピストン 3（ロッド 2 のシリンダ部内径とガイドイプ 2 0 の外径部の間を摺動）の環状面積 A_1 で押し出される流体が、ロッド 2 の連通孔 2 h を通り、環状空間 2 4（有効断面積 A_2 ）に流れ、ロッド 2 が左方向に移動すると、ロッド 2 の右端に設けられた第 1 ピストン 2 5 も左方向に動くから、 A_1 と A_2 の面積に支配される流体が合算されてポート 1 b から外部に流出する。

【 0 0 3 9 】

ガイドパイプ 2 0 の外径から計算される断面積を A_3 とすれば、圧力 P_1 と P_2 の有効

10

20

30

40

50

受圧面積は、

P 1 側・・・A 1 + A 3

P 2 側・・・A 1 + A 2

となつて、 $A 2 = A 3$ になるように図 7 に示す各部の寸法を決めれば、P 1 と P 2 側の有効受圧面積を同じにすることが可能となる。アクチュエータが動的な状態、静的な状態のいずれでも、常にスプリング 4 の圧縮量に比例した負荷が工作物（図示せず）に作用する。

【 0 0 4 0 】

$A 1 + A 3 = A 1 + A 2 = A 0$ とすれば、(2) 式から

$$F d = A 0 (P 1 - P 2) \quad \cdots (4)$$

となり、スプリング 4 の圧縮量が分れば、(1) 式から (P 1 - P 2) が分り、次に (4) 式からアクチュエータの出力する力が、アクチュエータの状態が動的であろうと静的であろうと、明らかになる。

【 0 0 4 1 】

ロッド 2 が動いている場合、ロッド 2 の慣性の影響で必ずしも $P 1 = P 2$ とは限らない。スプリング 4 の圧縮量は (1) 式のように (P 1 - P 2) に比例するから、第 1 実施例ではロッド 2 の位置決めが完了し、ポート P 1 に必要な圧力が加えられ、ポート P 2 の圧力がゼロ（又は大気圧）になるようにして、その時の負荷がスプリング 4 の圧縮量から分るようにしている。一方、第 2 実施例では、前記したように圧力 P 1 と P 2 に関わる有効受圧面積が同じであるから、ロッド 2 に実際に作用している負荷を、ロッド 2 の位置決めが完了した時だけでなく、ロッド 2 が動いているときでも検出できる。

【 0 0 4 2 】

第 1 実施例では、ロッド 2 の位置をマグネット 8 の位置によって検出し、ロッド 2 の負荷をマグネット 8 と 9 の相対距離によって検出した。第 2 実施例では、ロッド 2 の位置を第 1 ピストン 2 5 に固定されたマグネット 8 で検出する点では同様であるが、ロッド 2 の負荷はマグネット 8 と 9 の相対距離ではなく、マグネット 9 の位置によって検出している。すなわち、無負荷状態では空間 2 2 に供給される流体圧を受けてロッド 2 だけが突出するので、スプリング 4 は圧縮されない。つまり、マグネット 9 の位置は一定であり、負荷が 0 であることがわかる。一方、ロッド 2 に負荷がかかると、第 2 ピストン 3 が後退し、スプリング 4 が圧縮される。スプリング 4 の圧縮量は、マグネット 9 の位置によって検出

【 0 0 4 3 】

第 1 , 第 2 実施例の流体圧アクチュエータでは、いずれもロッド 2 が伸びる時にスプリング 4 が圧縮されて、その時のロッド 2 に作用する力を知ることができるが、ロッドが伸び状態から後退するときにはストッパ 1 6 , 2 1 にピストン 3 の動きが制せられ、スプリング 4 の状態からロッド 2 に作用する力は分からない。第 1 実施例でこれを改良するには、例えばスプリング 4 の両端をピストン 3 とロッド 2 のフランジ部 2 c に固定すれば、スプリング 4 の引張り方向でもロッド 2 に作用する力がわかるようになる。但し、この場合はストッパ 1 6 を図 1 の右方向にずらした設計にし、ピストン 3 がスプリング 4 を引張った状態でも摺動可能にしておけばよい。

【 0 0 4 4 】

〔 第 3 実施例 〕

図 8 は、前記のようにスプリング 4 を引張り状態でも有効に力が検出できる方法ではなく、スプリング 4 を常に圧縮状態で同じ目的を果たそうとするものである。そのために、第 2 ピストン 3 を間にしてその両側に 2 個のスプリング 4 a と 4 b を配置したものである。一方のスプリング 4 a は、第 2 ピストン 3 とガイドパイプ 2 0 のフランジ部 2 0 b との間に配置され、他方のスプリング 4 b は第 2 ピストン 3 とガイドパイプ 2 0 の先端に固定されたストッパ 2 1 との間に配置される。その他の構造は第 2 実施例と同様であるため、同一番号を付して重複説明を省略する。

【 0 0 4 5 】

ポート 6 a (P 1) から供給される流体は、ガイドパイプ 2 0 の連通孔 2 0 c、空洞部 2 0 a と変位センサ 7 の検出部 7 a によって構成される環状空間を流れて空間 2 2 に入り、第 2 ピストン 3 を右方向に押し、その結果ロッド 2 は伸び出すことになる。ロッド 2 に加わる負荷は、スプリング 4 a の圧縮量により検出できる。逆に、ロッド 2 が伸び状態から後退するときには、ポート 1 b (P 2) から、空間 2 4、連通孔 2 h を介して空間 2 3 へ流体を供給する。その結果、第 2 ピストン 3 を左方向に押し、ロッド 2 は後退する。ロッド 2 に加わる負荷は、スプリング 4 b の圧縮量により検出できる。

【 0 0 4 6 】

第 1 ~ 第 3 実施例は、本発明のほんの数例を示すに過ぎず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で任意に変更可能である。例えば第 2、第 3 実施例において、空間 2 2 への流体圧を、ガイドパイプ 2 0 の空洞部 2 0 a と変位センサの検出部 7 a との隙間を介して供給したが、ロッド 2 のシリンダ部 2 f 又はキャップ 2 g を介して直接供給してもよい。

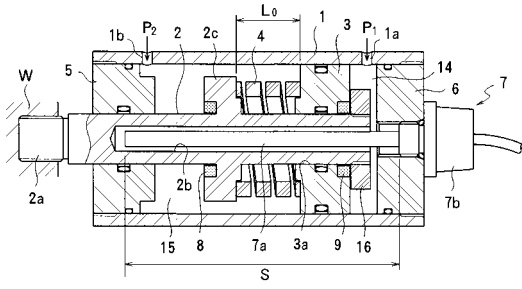
10

【 符号の説明 】

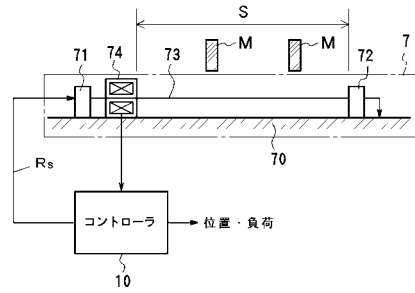
【 0 0 4 7 】

1	シリンダ	
2	ロッド	
2 a	操作部	
2 b	空洞部	
2 c	フランジ部	
3	ピストン (第 2 ピストン)	20
4	スプリング	
5	フロントキャップ	
6	エンドキャップ	
7	磁歪式変位センサ	
7 a	検出部	
7 b	本体部	
8 , 9	マグネット	
1 0	コントローラ	
1 1	流体圧源	
1 2 , 1 3	流量制御弁	30
1 6	ストッパ	
2 0	ガイドパイプ	
2 1	ストッパ	
2 5	第 1 ピストン	
7 3	磁歪線	
7 4	受信器	

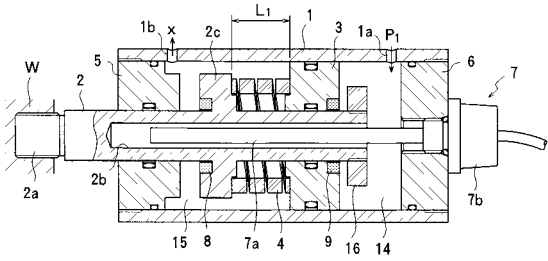
【図1】



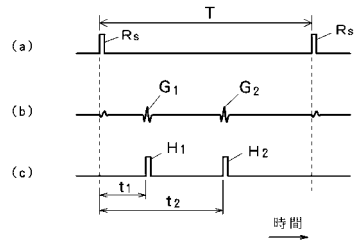
【図3】



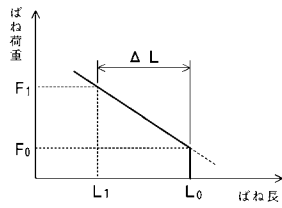
【図2】



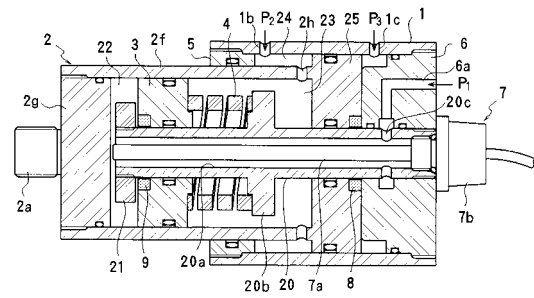
【図4】



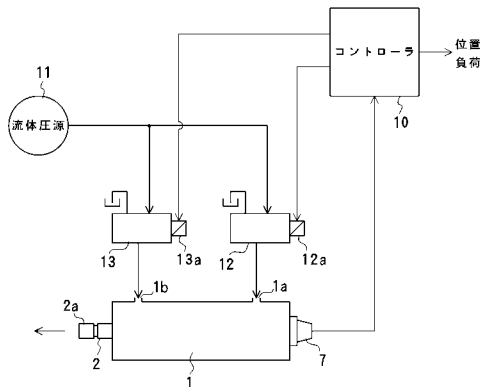
【図5】



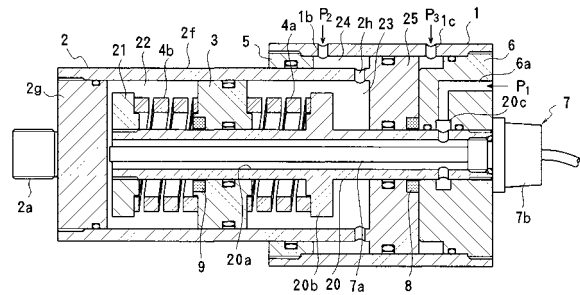
【図7】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-269503(JP,A)
特公昭44-028050(JP,B1)
特開平02-183117(JP,A)
特開昭53-117174(JP,A)
特開2007-071363(JP,A)
特開2001-295812(JP,A)
特開平04-191509(JP,A)
特開昭62-085819(JP,A)
特開2000-337975(JP,A)
実開平03-065002(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F15B	15/28
F15B	15/14
G01B	7/00
G01L	5/00