

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年11月16日(16.11.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/195786 A1

(51) 国際特許分類:

F15B 7/10 (2006.01) *F15B 9/02* (2006.01)
B25J 19/00 (2006.01) *F15B 11/028* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/017575

(22) 国際出願日: 2017年5月9日(09.05.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2016-095509 2016年5月11日(11.05.2016) JP

(71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 田中英紀(TANAKA, Hideki). 渡辺英樹(WATANABE, Hideki). 尾形麻里子(OGATA, Mariko). 吉村勇(YOSHIMURA, Isamu). 服部智秀(HATTORI, Tomohide).

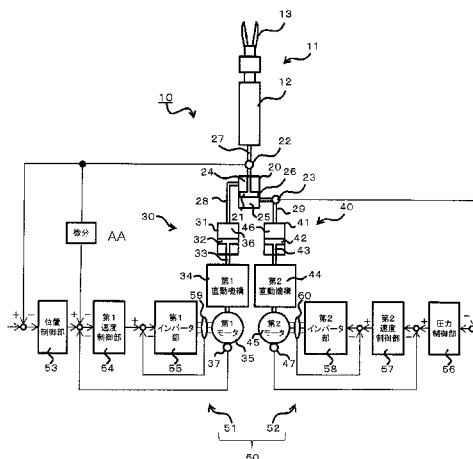
(74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階 Hyogo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) Title: ACTUATOR DEVICE AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: アクチュエータ装置および制御方法



(57) Abstract: An actuator device (10) is provided with: a piston (21), which is housed in an internal space, and which forms, with a cylinder (20), a pair of pressure chambers (24, 25), said piston relatively moving with respect to the cylinder; a first actuator (30) connected to one of the pair of pressure chambers; a second actuator (40) connected to the other one of the pair of pressure chambers; a position detector (22) that detects the position of the piston with respect to the cylinder; a pressure detector (23) that detects pressure in one pressure chamber out of the pair of pressure chambers; and a controller (50) that controls the first actuator and the second actuator. The controller is configured so as to control one of the first actuator and the second actuator so that the position detected by the position detector is close to a target position, and to control the other one of the first actuator and the second actuator so that the pressure detected by the pressure detector is close to target pressure.

- 34 First linear motion mechanism
- 35 First motor
- 44 Second linear motion mechanism
- 45 Second motor
- 53 Position control unit
- 54 First speed control unit
- 55 First inverter unit
- 56 Pressure control unit
- 57 Second speed control unit
- 58 Second inverter unit
- AA Differentiating



ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：アクチュエータ装置(10)は、内部空間に收容され、シリンダ(20)と共に一対の圧力室(24,25)を形成し、シリンダに対して相対移動するピストン(21)と、一対の圧力室の一方に接続される第1アクチュエータ(30)と、一対の圧力室の他方に接続される第2アクチュエータ(40)と、シリンダに対するピストンの位置を検出する位置検出器(22)と、一対の圧力室のいずれか一方の圧力室における圧力を検出する圧力検出器(23)と、第1アクチュエータおよび第2アクチュエータを制御する制御器(50)と、を備え、制御器は、位置検出器により検出された位置が目標位置に近づくように第1アクチュエータおよび第2アクチュエータの一方を制御し、圧力検出器により検出された圧力が目標圧力に近づくように第1アクチュエータおよび第2アクチュエータの他方を制御するよう構成されている。

明 細 書

発明の名称：アクチュエータ装置および制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、シリンダを備えるアクチュエータ装置および制御方法に関する。

背景技術

[0002] シリンダを備えるアクチュエータ装置を用いた例として、たとえば、特許文献1の手術用ロボットなどが知られている。この手術用ロボットは鉗子を備え、鉗子にはその開閉部を開閉するピストンおよびシリンダが設けられている。

[0003] また、ピストンの位置決めを行いつつ、シリンダの圧力室の圧力を制御する装置として、たとえば、特許文献2の液圧装置が知られている。この液圧装置には、液圧シリンダ、ロッド、液圧シリンダと流路により接続される液圧ポンプ、および液圧ポンプを駆動する電動モータが設けられている。液圧シリンダに対するロッドの位置、および、シリンダに接続される流路の圧力に基づいて、電動モータを制御している。そして、この位置制御および圧力制御を切り替えている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-100677号公報

特許文献2：特開2004-263645号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1の手術用ロボットのようなシリンダは小型であるため、ピストンに作用する推力に対してピストンとシリンダとの間の摩擦力が大きい。これにより、シリンダに対しピストンを動かす際、シリンダとピストンとの間に作用する動摩擦抵抗と静止摩擦抵抗との違いによってスティックスリップ

現象が生じ易い。これにより、ピストンが円滑に移動せず、高精度な位置決めを行うことができない。

[0006] また、位置決め精度を向上させるためには、シリンダの圧力室における圧力を一定に保つことが要求される。しかしながら、特許文献2の液压装置では、位置制御および圧力制御を切り替えて行っている。これにより、シリンダの圧力を一定に保つことは困難であるため、高い精度の位置決りを維持することができない。

[0007] 本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、高精度に位置決めを行うことができるアクチュエータ装置および制御方法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

[0008] 本発明のある態様に係るアクチュエータ装置は、内部空間を有するシリンダと、前記内部空間に收容され、前記シリンダと共に一対の圧力室を形成し、前記シリンダに対して相対移動するピストンと、前記一対の圧力室の一方に接続される第1アクチュエータと、前記一対の圧力室の他方に接続される第2アクチュエータと、前記シリンダに対する前記ピストンの位置を検出する位置検出器と、前記一対の圧力室のいずれか一方の圧力室における圧力を検出する圧力検出器と、前記第1アクチュエータおよび前記第2アクチュエータを制御する制御器と、を備え、前記制御器は、前記位置検出器により検出された位置が目標位置に近づくように前記第1アクチュエータおよび前記第2アクチュエータの一方を制御し、前記圧力検出器により検出された圧力が目標圧力に近づくように前記第1アクチュエータおよび前記第2アクチュエータの他方を制御するよう構成されている。

[0009] この構成によれば、シリンダに対するピストンの位置を第1アクチュエータおよび第2アクチュエータの一方のアクチュエータで制御すると同時に、ピストンにより仕切られたシリンダ内の圧力を他方のアクチュエータで制御することができる。このため、ピストンの位置を高精度に位置決めし、かつ、位置決め精度を高く維持することができる。

[0010] このアクチュエータ装置では、前記シリンダは、前記第 1 アクチュエータおよび前記第 2 アクチュエータにより前記一对の圧力室のそれぞれの液体の圧力が調整される液圧シリンダ、または、前記第 1 アクチュエータおよび前記第 2 アクチュエータにより前記一对の圧力室のそれぞれの気体の圧力が調整される気圧シリンダであってもよい。

[0011] また、アクチュエータ装置では、前記第 1 アクチュエータおよび前記第 2 アクチュエータが液圧シリンダまたは気圧シリンダであってもよい。

[0012] さらに、アクチュエータ装置は、先端が医療用器具の施術部分に接続され、かつ、基端が前記ピストンに結合されるロッドをさらに備えてもよい。これにより、高い位置決め精度が要求される医療用器具の施術部分をピストンの動きに連動させて、この位置決めを高い精度で行うことができる。

[0013] 本発明の他の態様に係るアクチュエータ装置の制御方法は、内部空間を有するシリンダと、前記内部空間に収容され、前記シリンダと共に一对の圧力室を形成し、前記シリンダに対して相対移動するピストンと、前記一对の圧力室の一方に接続される第 1 アクチュエータと、前記一对の圧力室の他方に接続される第 2 アクチュエータと、前記シリンダに対する前記ピストンの位置を検出する位置検出器と、前記一对の圧力室のいずれか一方の圧力室における圧力を検出する圧力検出器と、を備えた、アクチュエータ装置の制御方法であって、前記位置検出器により検出された位置が目標位置に近づくように前記第 1 アクチュエータおよび前記第 2 アクチュエータの一方を制御し、前記圧力検出器により検出された圧力が目標圧力に近づくように前記第 1 アクチュエータおよび前記第 2 アクチュエータの他方を制御する。

発明の効果

[0014] 本発明は、以上に説明した構成を有し、高精度に位置決めを行うことができるアクチュエータ装置および制御方法を提供することができるという効果を奏する。

[0015] 本発明の上記目的、他の目的、特徴および利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施の形態に係るアクチュエータ装置の構成を概略的に示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら具体的に説明する。なお、以下では全ての図面を通じて同一または相当する要素には同一の参照符号を付して、その重複する説明を省略する。

[0018] (実施の形態)

まず、本発明の実施の形態に係るアクチュエータ装置10の構成について、図1を参照して説明する。以下、本発明に係るアクチュエータ装置10を医療用器具11に適用した場合について説明する。ただし、アクチュエータ装置10は医療用器具11に適用する場合に限定されない。

[0019] 医療用器具11は、たとえば、ロボットアームなどのマニピュレータ（図示せず）に接続されている。医療用器具11としては、たとえば、鉗子、焼灼器、電気メスおよび撮像装置が例示され、この実施の形態では、鉗子が採用されている。医療用器具11は、アクチュエータ装置10、可動部12および施術部分13を備えている。施術部分13として鉗子の開閉部が用いられている。可動部12は、リンク機構であって、アクチュエータ装置10の動きを施術部分13に応じた動きに変換する。この実施の形態では、ピストン21の動きを施術部分13である開閉部の開閉動作に代えている。

[0020] アクチュエータ装置10は、シリンダ20、ピストン21、第1アクチュエータ30、第2アクチュエータ40、位置検出器22、圧力検出器23および制御器50を備えている。制御器50は、たとえば、ユーザの操作による指令が入力される入力器（図示せず）と接続されていてもよい。

[0021] シリンダ20は、液圧シリンダであり、油および生理食塩水などの液体が作動流体として用いられる。シリンダ20は小径の小型シリンダであって、たとえば、その径が5mm程度である。シリンダ20は、内部空間を有し、たとえば、円筒形状の側壁部および側壁部の両端開口のそれぞれを覆う端壁

部により構成されている。シリンダ２０の内部空間にはピストン２１が収容されている。

[0022] ピストン２１は、たとえば、円盤形状であって、シリンダ２０と共に一對の圧力室２４、２５を形成する。ピストン２１の側端にはパッキン２６が設けられている。パッキン２６は、樹脂およびゴムなどにより形成されており、ピストン２１の側端とシリンダ２０の側壁部との隙間に介在する。これにより、ピストン２１がシリンダ２０に対して相対移動可能な状態で、パッキン２６は隙間を密閉する。

[0023] ロッド２７は、たとえば、棒状の長尺部材であって、その基端がピストン２１に結合されている。ロッド２７は、シリンダ２０の内部空間を通り、シリンダ２０の端壁部を貫通して、その先端に医療用器具１１の施術部分１３が接続されている。

[0024] 第１アクチュエータ３０は、一對の圧力室２４、２５の一方（この実施の形態では、ロッド側圧力室）２４に第１経路２８により接続されている。このロッド側圧力室２４は、ロッド２７が通っているロッド２７側の圧力室である。第１アクチュエータ３０は、第１経路２８を介して液体をロッド側圧力室２４に対し供給または排出して、ロッド側圧力室２４における液体の圧力を調整する。

[0025] 第１アクチュエータ３０は、この実施の形態では、液圧シリンダである。第１アクチュエータ３０は、第１シリンダ３１、第１ピストン３２、第１ロッド３３、第１直動機構３４および第１モータ３５を備えている。第１シリンダ３１は、液圧シリンダであって、そのヘッド側の圧力室（ヘッド側第１圧力室）３６は、シリンダ２０のロッド側圧力室２４に第１経路２８により連通している。第１ロッド３３は第１ピストン３２から延びて、第１直動機構３４を介して第１モータ３５に接続される。第１モータ３５は、たとえば、両方向に回転可能なサーボモータであり、この回転運動は制御器５０に制御される。第１モータ３５には、その回転速度を検出する第１回転速度センサ３７が設けられており、この検出位置は制御器５０に出力される。第１直

動機構 34 は第 1 モータ 35 の回転運動を直線運動に変換し、この直線運動は第 1 ロッド 33 を介して第 1 ピストン 32 に伝達される。

[0026] 第 2 アクチュエータ 40 は、一对の圧力室 24、25 の他方（この実施の形態では、ヘッド側圧力室）25 に第 2 経路 29 により接続されている。このヘッド側圧力室 25 は、ロッド 27 が通っていないヘッド側の圧力室である。第 2 アクチュエータ 40 は、第 2 経路 29 を介して液体をヘッド側圧力室 25 に対し供給または排出して、ヘッド側圧力室 25 における液体の圧力を調整する。

[0027] 第 2 アクチュエータ 40 は、この実施の形態では、液圧シリンダである。第 2 アクチュエータ 40 は、第 2 シリンダ 41、第 2 ピストン 42、第 2 ロッド 43、第 2 直動機構 44 および第 2 モータ 45 を備えている。第 2 シリンダ 41 は、液圧シリンダであって、そのヘッド側の圧力室（ヘッド側第 2 圧力室）46 は、シリンダ 20 のヘッド側圧力室 25 に第 2 経路 29 により連通している。第 2 ロッド 43 は第 2 ピストン 42 から延びて、第 2 直動機構 44 を介して第 2 モータ 45 に接続される。第 2 モータ 45 は、たとえば、両方向に回転可能なサーボモータであり、この回転運動は制御器 50 に制御される。第 2 モータ 45 には、その回転速度を検出する第 2 回転速度センサ 47 が設けられており、この検出位置は制御器 50 に出力される。第 2 直動機構 44 は第 2 モータ 45 の回転運動を直線運動に変換し、この直線運動は第 2 ロッド 43 を介して第 2 ピストン 42 に伝達される。

[0028] 位置検出器 22 は、シリンダ 20 に対するピストン 21 の位置を検出するセンサであり、たとえば、光または磁気を利用したセンサが例示される。ピストン 21 の位置は、ピストン 21 の移動方向、たとえば、円盤形状のピストン 21 に対して直交する方向の位置である。また、ピストン 21 の位置は、たとえば、初期値からの移動量の積算した値であってもよいし、または、シリンダ 20 の基準位置からのピストン 21 の距離であってもよい。位置検出器 22 は、たとえば、ロッド 27 に設けられ、検出した位置を制御器 50 へ出力する。

- [0029] 圧力検出器 23 は、シリンダ 20 のヘッド側圧力室 25 における圧力を検出するセンサであり、検出した圧力を制御器 50 へ出力する。圧力検出器 23 には、たとえば、歪ゲージまたは圧電効果を利用したセンサが例示される。圧力検出器 23 は、この実施の形態では、第 2 経路 29 に設けられている。ただし、圧力検出器 23 は、ヘッド側圧力室 25 または、第 2 シリンダ 41 のヘッド側第 2 圧力室 46 に設けられていてもよい。
- [0030] 制御器 50 は、演算部（図示せず）および記憶部（図示せず）を備えている。制御器 50 は、たとえば、マイクロコントローラ等のコンピュータを備えたロボットコントローラである。なお、制御器 50 は、集中制御する単独の制御器によって構成されていてもよいし、互いに協働して分散制御する複数の制御器によって構成されていてもよい。
- [0031] 記憶部には、ROM、RAM等が用いられ、ロボットコントローラとしての基本プログラム、各種固定データ等の情報が記憶されている。演算部は、CPU等が用いられ、記憶部に記憶された基本プログラム等のソフトウェアを読み出して実行することにより、アクチュエータ装置 10 の第 1 アクチュエータ 30 および第 2 アクチュエータ 40 を制御する。
- [0032] 制御器 50 は、第 1 制御部 51 および第 2 制御部 52 を備えている。第 1 制御部 51 は、位置制御部 53、第 1 速度制御部 54 および第 1 インバータ部 55 を有し、第 2 制御部 52 は、圧力制御部 56、第 2 速度制御部 57 および第 2 インバータ部 58 を有している。第 1 インバータ部 55 は第 1 モータ 35 に第 1 配線により接続され、第 1 配線に第 1 カレントセンサ 59 が設けられている。第 2 インバータ部 58 は第 2 モータ 45 に第 2 配線により接続され、第 2 配線に第 2 カレントセンサ 60 が設けられている。
- [0033] 第 1 制御部 51 は、たとえば、位置検出器 22 により検出された位置が目標位置に近づくように第 1 アクチュエータ 30 および第 2 アクチュエータ 40 の一方（この実施の形態では、第 1 アクチュエータ 30）を制御する。第 2 制御部 52 は、圧力検出器 23 により検出された圧力が目標圧力に近づくように第 1 アクチュエータ 30 および前記第 2 アクチュエータ 40 の他方（

この実施の形態では、第2アクチュエータ40)を制御する。

[0034] 次に、アクチュエータ装置10の動作(制御方法)について、図1を参照して説明する。この動作は制御器50により制御される。たとえば、ユーザによる入力器の操作によって、目標位置が第1制御部51に入力され、目標圧力が第2制御部52に入力される。

[0035] この目標位置は、医療用器具11を到達すべき位置に配置するためのピストン21の位置である。目標圧力は、種々の条件に応じて変化する圧力であってもよいし、変化しない一定の圧力であってもよい。たとえば、医療用器具11に外力が加わったり、医療用器具の向きが変わってピストン21に作用する医療用器具11の重力が変化したりした際に、ピストン21の位置が変化しないように、ピストン21の位置を維持することができる圧力である。また、ピストン21が移動する際に、スティックスリップ現象を抑制するように、シリンダ20とピストン21との間の摩擦力がピストン21の推力に対してできるだけ小さくなる圧力である。この際、シリンダ20の耐久性などを考慮して目標圧力は設定される。

[0036] また、第1制御部51の位置制御部53は、位置検出器22により検出された位置からピストン21の位置(現在位置)を取得する。そして、ピストン21の目標位置と現在位置との差分(位置差分)を算出し、位置差分に応じた第1モータ35の目標回転速度を求める。なお、位置差分と目標回転速度は予め設定されている。たとえば、位置差分が大きい場合には第1モータ35の回転速度を速めるように第1モータ35の目標回転速度は高く設定される。また、位置差分が0の場合には第1モータ35の目標回転速度が0に設定される。これにより、第1モータ35の回転速度が0になり、ピストン21が目標位置に位置づけられる。

[0037] 第1速度制御部54は、第1回転速度センサ37により検出された第1モータ35の回転速度(現回転速度)を取得する。そして、第1モータ35の現回転速度と第1モータ35の目標回転速度との差分(速度差分)を算出する。この速度差分に応じた目標電流を求める。なお、速度差分と目標電流と

の関係は予め定められている。

[0038] 第1インバータ部55は、第1カレントセンサ59により検出された電流（検出電流）を取得し、目標電流と検出電流との差分（電流差分）を求める。そして、電流差分が小さくなるように第1モータ35の回転を制御する。

[0039] これにより、第1モータ35が回転し、この回転運動が第1直動機構34を介して第1ピストン32に伝達される。第1ピストン32は第1シリンダ31に対しては位置差分に応じて移動する。そして、第1ピストン32がヘッド側へ移動すると、ヘッド側第1圧力室36からロッド側圧力室24に液体が供給される。

[0040] これに対し、第1ピストン32が第1ロッド33側へ移動すると、ロッド側圧力室24からヘッド側第1圧力室36に液体が排出される。この液体の供給または排出によるロッド側圧力室24とヘッド側圧力室25との差圧に応じた推力により第1ピストン32が目標位置へ移動し、第1ピストン32に接続された医療用器具11が到達すべき位置に配置される。

[0041] 一方、第2制御部52の圧力制御部56は、圧力検出器23により検出された圧力からシリンダ20のロッド側圧力室24の圧力（現在圧力）を取得する。そして、ロッド側圧力室24の目標圧力と現在圧力との差分（圧力差分）を算出し、圧力差分に応じて第2モータ45の目標回転速度を求める。この圧力差分と第2モータ45の目標回転速度との関係は予め定められている。たとえば、圧力差分が大きいほど、第2モータ45の回転速度を速めるように第2モータ45の目標回転速度は高く設定される。また、圧力差分が0の場合には第2モータ45の目標回転速度が0に設定される。これにより、第2モータ45の回転速度が0になり、ロッド側圧力室24の圧力が目標圧力に維持される。

[0042] 第2速度制御部57は、第2回転速度センサ47により検出された第2モータ45の回転速度（現回転速度）を取得する。そして、第2モータ45の現回転速度と目標回転速度との差分（速度差分）を算出する。この速度差分に応じた目標電流を求める。なお、速度差分と目標電流との関係は予め定め

られている。

[0043] 第2インバータ部58は、第2カレントセンサ60により検出された電流（検出電流）を取得し、目標電流と検出電流との差分（電流差分）を求め、電流差分が小さくなるように第2モータ45の回転を制御する。

[0044] これにより、第2モータ45が回転し、この回転運動が第2直動機構44を介して第2ピストン42に伝達される。第2ピストン42は第2シリンダ41に対しては圧力差分に応じて移動する。これにより、第2ピストン42がヘッド側へ移動すると、ヘッド側第2圧力室46からヘッド側圧力室25に液体が供給される。一方、第2ピストン42が第2ロッド43へ移動すると、ヘッド側圧力室25からヘッド側第2圧力室46に液体が排出される。この液体の供給または排出によりヘッド側圧力室25の圧力が目標圧力に調整される。

[0045] このように、1つのシリンダ20を第1アクチュエータ30および第2アクチュエータ40で制御している。これにより、シリンダ20に対するピストン21の位置とシリンダ20の圧力室の圧力との2つの変数を同時に制御することができる。

[0046] この第1アクチュエータ30および第2アクチュエータ40の一方によりシリンダ20に対するピストン21の位置制御を行うと共に、他方によりシリンダ20の圧力室の圧力制御を行っている。これにより、ピストン21の位置を目標位置に移動させつつ、シリンダ20の圧力室の圧力を種々の条件に応じた最適な任意の圧力に調整することができる。

[0047] また、ピストン21の推力Fは、ロッド側圧力室24の液体から受ける力F1、ヘッド側圧力室25の液体から受ける力F2、および、その他の力F3により決まる。ロッド側圧力室24の力F1は、ロッド側圧力室24の液体がピストン21に作用する圧力と面積との積により算出される。ヘッド側圧力室25の力F2は、ヘッド側圧力室25の液体がピストン21に作用する圧力と面積との積により算出される。その他の力F3としては、たとえば、ピストン21とシリンダ20との間の摩擦力が挙げられる。

[0048] このピストン 21 の推力 $F = |F_1 - F_2| - F_3$ として表される。ここで、 F_1 、 F_2 が F 、 F_3 より非常に大きい (F 、 $F_3 \ll F_1$ 、 F_2) 場合、ピストン 21 の位置を高精度に定めることができる。

[0049] また、シリンダ 20 とピストン 21 との間の摩擦力がピストン 21 の推力に対して小さくなるようにロッド側圧力室 24 の圧力が調整されると、スティックスリップ現象を抑制し、高精度でピストン 21 を位置決めすることができる。

[0050] (その他の実施の形態)

上記実施の形態では、シリンダ 20 に液圧シリンダを用いたが、これに代えて、シリンダ 20 に気圧シリンダを用いてもよい。この場合、気圧シリンダには、空気などが作動流体として用いられる。

[0051] 上記実施の形態では、第 1 アクチュエータ 30 に第 1 シリンダ 31 などを用い、第 2 アクチュエータ 40 に第 2 シリンダ 41 などを用いた。ただし、第 1 アクチュエータ 30 および第 2 アクチュエータ 40 は、シリンダ 20 のロッド側圧力室 24 およびヘッド側圧力室 25 の液体の圧力をそれぞれ調整することができるものであれば、これに限定されない。

[0052] 上記実施の形態では、第 1 シリンダ 31 および第 2 シリンダ 41 に液圧シリンダを用いたが、これに代えて、第 1 シリンダ 31 および／または第 2 シリンダ 41 に気圧シリンダを用いてもよい。この場合、気圧シリンダには、空気などが作動流体として用いられる。

[0053] 上記実施の形態では、第 1 アクチュエータ 30 がシリンダ 20 のロッド側圧力室 24 に接続され、第 2 アクチュエータ 40 がシリンダ 20 のヘッド側圧力室 25 に接続された。ただし、これに限定されず、第 1 アクチュエータ 30 がシリンダ 20 のヘッド側圧力室 25 に接続され、第 2 アクチュエータ 40 がシリンダ 20 のロッド側圧力室 24 に接続されてもよい。

[0054] 上記実施の形態では、シリンダ 20 に対するピストン 21 の位置制御が第 1 アクチュエータ 30 により行われ、シリンダ 20 のヘッド側圧力室 25 の圧力制御が第 2 アクチュエータ 40 により行われた。ただし、これに限定さ

れず、シリンダ２０に対するピストン２１の位置制御が第２アクチュエータ４０により行われ、シリンダ２０のヘッド側圧力室２５の圧力制御が第１アクチュエータ３０により行われもよい。さらに、この位置制御および圧力制御を制御中に切り替えてもよい。この場合、圧力検出器２３は、第１経路２８、ロッド側圧力室２４またはヘッド側第１圧力室３６に設けられ、シリンダ２０のロッド側圧力室２４における圧力を検出する。

[0055] 上記実施の形態では、第１回転速度センサ３７による検出値に基づいた第１モータ３５の現回転速度から第１モータ３５の目標電流を求めた。ただし、これに限らず、ピストン２１の移動速度から第１モータ３５の目標電流を求めてもよい。

[0056] この場合、第１速度制御部５４は、たとえば、位置検出器２２による検出位置が微分されたピストン２１の移動速度（現移動速度）を取得する。そして、この現移動速度と位置制御部５３からの目標回転速度との差分（速度差分）を算出し、速度差分に応じた目標電流を求める。この速度差分と目標電流との関係は予め定められている。

[0057] 上記実施の形態では、第２制御部５２は、圧力制御部５６、第２速度制御部５７および第２インバータ部５８を有していた。そして、圧力制御部５６が圧力差分に応じて第２モータ４５の目標回転速度を求め、第２速度制御部５７が目標回転速度と第２回転速度センサ４７からの現回転速度との差分に応じて目標電流を求めた。これに対し、第２制御部５２は、圧力制御部５６および第２インバータ部５８を有していてもよい。この場合、圧力制御部５６は、圧力差分に応じて第２モータ４５の目標電流を求めてもよい。なお、圧力差分と目標電流との関係は予め定められている。

[0058] 上記実施の形態において、アクチュエータ装置１０は補正部をさらに有していてもよく、また、補正部は制御器５０に備えられていてもよい。たとえば、入力器から目標位置および目標圧力が入力されると、補正部は、現在位置、負荷条件、個体差および周辺環境などの条件に応じて、目標位置を補正してもよい。これにより各条件を応じてより高精度にピストン２１を目標位

置に位置決めすることができる。

[0059] 上記実施の形態において、圧力検出器 23 は、シリンダ 20 のヘッド側圧力室 25 における圧力を検出した。ただし、圧力検出器 23 は、シリンダ 20 のロッド側圧力室 24 における圧力を検出してもよい。この場合、圧力検出器 23 は、第 1 経路 28、ロッド側圧力室 24 またはヘッド側第 1 圧力室 36 に設けられていてもよい。

[0060] 上記実施の形態では、第 1 モータ 35 に第 1 回転速度センサ 37 が設けられ、第 2 モータ 45 に第 2 回転速度センサ 47 が設けられている。これに対し、第 1 回転速度センサ 37 に代えて第 1 位置センサが第 1 モータ 35 に設けられ、第 2 回転速度センサ 47 に代えて第 2 位置センサが第 2 モータ 45 に設けられてもよい。この場合、第 1 位置センサは、第 1 モータ 35 のロータ位置を検出し、第 1 モータ 35 の回転量を記憶して制御器 50 に出力する。第 2 位置センサは、第 2 モータ 45 のロータ位置を検出し、第 2 モータ 45 の回転量を記憶して制御器 50 に出力する。制御器 50 の第 1 速度制御部 54 は第 1 位置センサの回転量を微分して第 1 モータ 35 の回転速度（現回転速度）を算出し、第 2 速度制御部 57 は第 2 位置センサの回転量を微分して第 2 モータ 45 の回転速度（現回転速度）を算出する。

[0061] また、上記全実施の形態は、互いに相手を排除しない限り、互いに組み合わせてもよい。

[0062] 上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施の形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造および／または機能の詳細を実質的に変更できる。

産業上の利用可能性

[0063] 本発明のアクチュエータ装置および制御方法は、高精度に位置決めを行うことができるアクチュエータ装置および制御方法等として有用である。

符号の説明

- [0064] 1 0 : アクチュエータ装置
- 1 2 : 医療用器具
- 2 0 : シリンダ
- 2 1 : ピストン
- 2 2 : 位置検出器
- 2 3 : 圧力検出器
- 2 4 : ロッド側圧力室（圧力室）
- 2 5 : ヘッド側圧力室（圧力室）
- 2 7 : ロッド
- 3 0 : 第1 アクチュエータ
- 4 0 : 第2 アクチュエータ
- 5 0 : 制御器

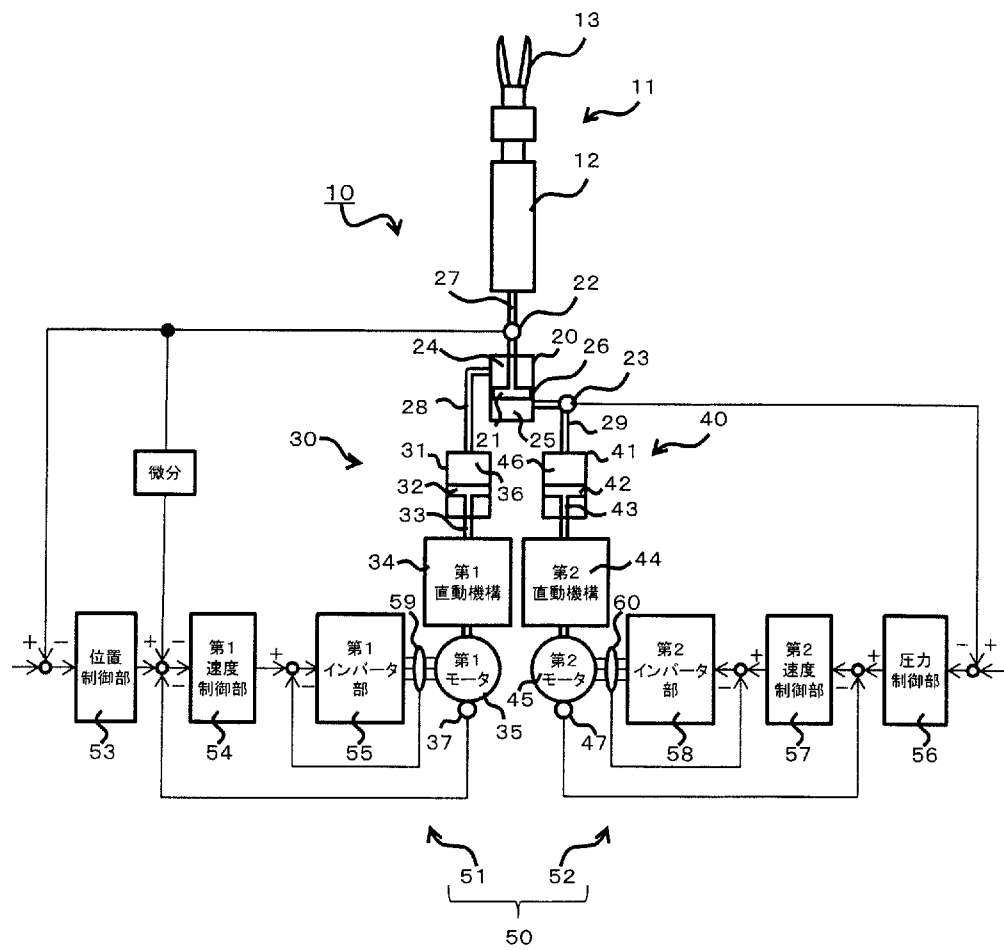
請求の範囲

- [請求項1] 内部空間を有するシリンダと、
 前記内部空間に收容され、前記シリンダと共に一対の圧力室を形成し、前記シリンダに対して相対移動するピストンと、
 前記一対の圧力室の一方に接続される第1アクチュエータと、
 前記一対の圧力室の他方に接続される第2アクチュエータと、
 前記シリンダに対する前記ピストンの位置を検出する位置検出器と、
 、
 前記一対の圧力室のいずれか一方の圧力室における圧力を検出する圧力検出器と、
 前記第1アクチュエータおよび前記第2アクチュエータを制御する制御器と、を備え、
 前記制御器は、前記位置検出器により検出された位置が目標位置に近づくように前記第1アクチュエータおよび前記第2アクチュエータの一方を制御し、前記圧力検出器により検出された圧力が目標圧力に近づくように前記第1アクチュエータおよび前記第2アクチュエータの他方を制御するよう構成されている、アクチュエータ装置。
- [請求項2] 前記シリンダは、前記第1アクチュエータおよび前記第2アクチュエータにより前記一対の圧力室のそれぞれの液体の圧力が調整される液圧シリンダ、または、前記第1アクチュエータおよび前記第2アクチュエータにより前記一対の圧力室のそれぞれの気体の圧力が調整される気圧シリンダである、請求項1に記載のアクチュエータ装置。
- [請求項3] 前記第1アクチュエータおよび前記第2アクチュエータが液圧シリンダまたは気圧シリンダである、請求項1または2に記載のアクチュエータ装置。
- [請求項4] 先端が医療用器具の施術部分に接続され、かつ、基端が前記ピストンに結合されるロッドをさらに備える、請求項1乃至3のいずれか一項に記載のアクチュエータ装置。

[請求項5]

内部空間を有するシリンダと、
前記内部空間に収容され、前記シリンダと共に一对の圧力室を形成し、前記シリンダに対して相対移動するピストンと、
前記一对の圧力室の一方に接続される第1アクチュエータと、
前記一对の圧力室の他方に接続される第2アクチュエータと、
前記シリンダに対する前記ピストンの位置を検出する位置検出器と、
前記一对の圧力室のいずれか一方の圧力室における圧力を検出する圧力検出器と、を備えた、アクチュエータ装置の制御方法であって、
前記位置検出器により検出された位置が目標位置に近づくように前記第1アクチュエータおよび前記第2アクチュエータの一方を制御し、前記圧力検出器により検出された圧力が目標圧力に近づくように前記第1アクチュエータおよび前記第2アクチュエータの他方を制御する、アクチュエータ装置の制御方法。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/017575

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F15B7/10(2006.01)i, B25J19/00(2006.01)i, F15B9/02(2006.01)i, F15B11/028(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F15B7/10, B25J19/00, F15B9/02, F15B11/028

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-270503 A (Toshiba Machine Co., Ltd.), 05 October 1999 (05.10.1999), paragraphs [0011] to [0019]; fig. 1 (Family: none)	1-5
Y	JP 2004-286122 A (SMC Corp.), 14 October 2004 (14.10.2004), paragraph [0024]; fig. 1, 2 & US 2004/0182231 A1 paragraphs [0039] to [0041]; fig. 1, 2 & DE 102004012294 A1 & FR 2852638 A1	1-5
Y	JP 2015-100677 A (Tokyo Institute of Technology), 04 June 2015 (04.06.2015), paragraphs [0017] to [0018]; fig. 1, 2 & WO 2015/079775 A1	4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 July 2017 (03.07.17)

Date of mailing of the international search report
11 July 2017 (11.07.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F15B7/10(2006.01)i, B25J19/00(2006.01)i, F15B9/02(2006.01)i, F15B11/028(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F15B7/10, B25J19/00, F15B9/02, F15B11/028

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 11-270503 A（東芝機械株式会社）1999.10.05, 段落【0011】 －【0019】、【図1】（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 2004-286122 A（SMC株式会社）2004.10.14, 段落【0024】、 【図1】、【図2】 & US 2004/0182231 A1, 段落[0039]-[0041], 図1, 図2 & DE 102004012294 A1 & FR 2852638 A1	1-5
Y	JP 2015-100677 A（国立大学法人東京工業大学）2015.06.04, 段落 【0017】－【0018】、【図1】、【図2】 & W0 2015/079775 A1	4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- | | |
|--|--|
| 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの | 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの |
| 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの | 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの |
| 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） | 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」同一パテントファミリー文献 |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

国際調査を完了した日

03.07.2017

国際調査報告の発送日

11.07.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

関 義彦

30

9145

電話番号 03-3581-1101 内線 3358