

(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
2014年3月6日(06.03.2014)



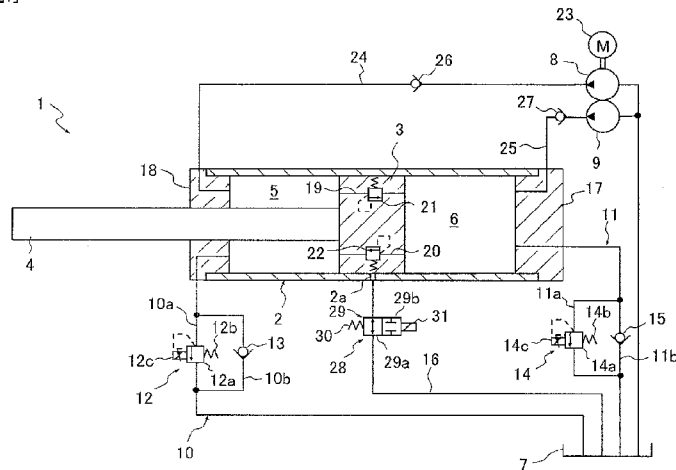
(10) 国際公開番号
WO 2014/034510 A1

- (51) 国際特許分類:
F15B 15/18 (2006.01) F15B 11/00 (2006.01)
B61F 5/24 (2006.01) F15B 11/08 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/072361
 - (22) 国際出願日: 2013年8月22日(22.08.2013)
 - (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 2012-192754 2012年9月3日(03.09.2012) JP
 - (71) 出願人: カヤバ工業株式会社 (KAYABA INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル Tokyo (JP).
 - (72) 発明者: 小川 貴之(OGAWA, Takayuki); 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 後藤 政喜, 外(GOTO, Masaki et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目3番1号尚友会館 後藤特許事務所 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ACTUATOR

(54) 発明の名称: アクチュエータ

[図1]



(57) Abstract: An actuator is provided with: a cylinder; a piston which is inserted into the cylinder in a slideable manner; a rod which is inserted into the cylinder and connected to the piston; a rod-side chamber and a piston-side chamber, which are separated within the cylinder by the piston; a tank; a first pump which can supply liquid to the rod-side chamber; a second pump which can supply liquid to the piston-side chamber; a first control passage which connects the rod-side chamber and the tank; a second control passage which connects the piston-side chamber and the tank; a first variable relief valve which is provided between the ends of the first control passage and which, when pressure in the rod-side chamber reaches a valve opening pressure, opens and can change the valve opening pressure, at which the first variable relief valve permits liquid to flow from the rod-side chamber to the tank; a second variable relief valve which is provided between the ends of the second control passage and which, when pressure in the piston-side chamber reaches a valve opening pressure, opens and can change the valve opening pressure, at which the second variable relief valve permits liquid to flow from the piston-side chamber to the tank; and a center passage which connects the tank and the inside of the cylinder.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/034510 A1

アクチュエータは、シリンダと、シリンダ内に摺動自在に挿入されるピストンと、シリンダ内に挿入されてピストンに連結されるロッドと、シリンダ内にピストンで区画されるロッド側室およびピストン側室と、タンクと、ロッド側室へ液体を供給可能な第一ポンプと、ピストン側室へ液体を供給可能な第二ポンプと、ロッド側室とタンクとを連通する第一制御通路と、ピストン側室とタンクとを連通する第二制御通路と、第一制御通路の途中に設けられ、ロッド側室の圧力が開弁圧に達すると開弁してロッド側室からタンクへ向かう液体の流れを許容する開弁圧を変更可能な第一可変リリーフ弁と、第二制御通路の途中に設けられ、ピストン側室の圧力が開弁圧に達すると開弁してピストン側室からタンクへ向かう液体の流れを許容する開弁圧を変更可能な第二可変リリーフ弁と、タンクとシリンダ内とを連通するセンター通路と、を備える。

明 細 書

発明の名称：アクチュエータ

技術分野

[0001] 本発明は、アクチュエータに関する。

背景技術

[0002] アクチュエータにあっては、たとえば、鉄道車両の車体の進行方向に対して左右方向の振動を抑制すべく、車体と台車との間に介装されるものが知られている。

[0003] 上記のアクチュエータには、たとえば、シリンダと、シリンダ内に摺動自在に挿入されるピストンと、シリンダ内に挿入されてピストンに連結されるロッドと、シリンダ内にピストンで区画されるロッド側室およびピストン側室と、タンクと、ロッド側室とピストン側室とを連通する第一通路の途中に設けた第一開閉弁と、ピストン側室とタンクとを連通する第二通路の途中に設けた第二開閉弁と、ロッド側室へ液体を供給するポンプと、ポンプを駆動するモータと、ロッド側室をタンクへ接続する排出通路と、排出通路の途中に設けた可変リリーフ弁と、を備えて構成されたものがある。

[0004] たとえば、JP2010-65797Aに記載のアクチュエータによれば、第一開閉弁と第二開閉弁とを適宜開閉させることで出力する推力の方向を決定できる。そして、モータでポンプを定速度で回転させて一定流量をシリンダ内へ供給しつつ、可変リリーフ弁のリリーフ圧を調節してシリンダ内の圧力を制御することで、所望する大きさの推力を望む方向へ出力することができるようになっている。

発明の概要

[0005] 上記のアクチュエータで鉄道車両の車体の横方向の振動を抑制する場合を考えると、車体の横方向の加速度を加速度センサで検出し、検出した加速度に拮抗する推力をアクチュエータで出力すれば、車体の振動を抑制することができることになる。しかしながら、たとえば、鉄道車両が曲線区間を走行

する場合は、定常加速度が車体に作用するので、加速度センサに入力されるノイズやドリフトの影響で、アクチュエータが出力する推力が非常に大きくなることもある。

[0006] また、車体は、空気ばね等を介して台車に支持されており、特に、ボルスタレス台車では、車体が台車に対して横方向へスエーすると、空気ばねが、車体を中心に戻そうとする反力を発生する。

[0007] このため、鉄道車両が曲線区間を走行していて、車体が台車に対してスエーする場合には、上記のノイズやドリフトの影響で、アクチュエータが車体を中立位置へ戻す方向に大きな推力を出力すると、空気ばねも同じ方向に反力を発生するので、車体を中立位置へ戻す力が過大となり、車体が中立位置を通り越して逆側へ変位して、車体の振動が収束しづらくなる可能性がある。

[0008] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、被制振対象の振動を安定的に抑制することが可能なアクチュエータを提供することを目的とする。

[0009] 本発明のある態様によれば、アクチュエータであって、シリンダと、前記シリンダ内に摺動自在に挿入されるピストンと、前記シリンダ内に挿入されて前記ピストンに連結されるロッドと、前記シリンダ内に上記ピストンで区画されるロッド側室およびピストン側室と、タンクと、前記ロッド側室へ液体を供給可能な第一ポンプと、前記ピストン側室へ液体を供給可能な第二ポンプと、前記ロッド側室と前記タンクとを連通する第一制御通路と、前記ピストン側室と前記タンクとを連通する第二制御通路と、前記第一制御通路の途中に設けられ、前記ロッド側室の圧力が開弁圧に達すると開弁して前記ロッド側室から前記タンクへ向かう液体の流れを許容する前記開弁圧を変更可能な第一可変リリーフ弁と、前記第二制御通路の途中に設けられ、前記ピストン側室の圧力が開弁圧に達すると開弁して前記ピストン側室から前記タンクへ向かう液体の流れを許容する前記開弁圧を変更可能な第二可変リリーフ弁と、前記タンクと前記シリンダ内とを連通するセンター通路と、を備える

アクチュエータが提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本発明の実施形態に係るアクチュエータの概略図である。

[図2]図2は、本発明の実施形態に係るアクチュエータを被制振対象と振動入力側部との間に介装した状態を示す図である。

[図3]図3は、本発明の実施形態に係るアクチュエータが推力を発揮する状態と発揮しない状態とを説明する図である。

[図4]図4は、本発明の実施形態に係るアクチュエータを適用した被制振対象と振動入力側部との、相対変位と相対速度との軌跡を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

[0012] アクチュエータ1は、図1に示すように、シリンダ2と、シリンダ2内に摺動自在に挿入されるピストン3と、シリンダ2内に挿入されてピストン3に連結されるロッド4と、シリンダ2内にピストン3で区画されるロッド側室5およびピストン側室6と、タンク7と、ロッド側室5へ液体を供給可能な第一ポンプ8と、ピストン側室6へ液体を供給可能な第二ポンプ9と、ロッド側室5とタンク7とを連通する第一制御通路10と、ピストン側室6とタンク7とを連通する第二制御通路11と、第一制御通路10の途中に設けられ、ロッド側室5の圧力が開弁圧に達すると開弁してロッド側室5からタンク7へ向かう液体の流れを許容する開弁圧を変更可能な第一可変リリーフ弁12と、第二制御通路11の途中に設けられ、ピストン側室6の圧力が開弁圧に達すると開弁してピストン側室6からタンク7へ向かう液体の流れを許容する開弁圧を変更可能な第二可変リリーフ弁14と、タンク7とシリンダ2内とを連通するセンター通路16と、を備えて構成される。ロッド側室5とピストン側室6とには、作動油等の液体が充填されるとともに、タンク7には、液体のほかに気体が充填されている。なお、タンク7内は、気体を圧縮して充填することによって加圧状態とする必要は無いが、加圧するようにしてもよい。

[0013] そして、第一ポンプ8および第二ポンプ9を駆動しつつ、第一可変リリーフ弁12の開弁圧と第二可変リリーフ弁14の開弁圧とを調節して、ロッド側室5の圧力にロッド側室5に面するピストン3の面積（ロッド側受圧面積）を乗じた力とロッド4の断面積にアクチュエータ1外の圧力を乗じた力との合力よりも、ピストン側室6の圧力にピストン側室6に面するピストン3の面積（ピストン側受圧面積）を乗じた力を大きくすることで、ロッド側室5とピストン側室6との差圧に応じた伸長方向の推力をアクチュエータ1に発揮させることができる。反対に、第一ポンプ8および第二ポンプ9を駆動しつつ、第一可変リリーフ弁12の開弁圧と第二可変リリーフ弁14の開弁圧とを調節して、ロッド側室5の圧力にロッド側受圧面積を乗じた力とロッド4の断面積にアクチュエータ1外の圧力を乗じた力との合力を、ピストン側室6の圧力にピストン側受圧面積を乗じた力よりも大きくすることで、ロッド側室5とピストン側室6との差圧に応じた収縮方向の推力をアクチュエータ1に発揮させることができる。

[0014] 以下、各部について詳細に説明する。シリンダ2は筒状であって、一方の端部が蓋17によって閉塞され、他方の端部には環状のロッドガイド18が取り付けられている。また、ロッドガイド18には、ロッド4が摺動自在に挿入されている。ロッド4は、一方の端部がシリンダ2外に突出し、他方の端部が同じくシリンダ2内に摺動自在に挿入されているピストン3と連結される。

[0015] なお、ロッド4の外周とロッドガイド8との間は、図示しないシール部材によってシールされており、これにより、シリンダ2内は密閉状態となる。そして、シリンダ2内にピストン3で区画されるロッド側室5およびピストン側室6には、液体として作動油が充填されている。

[0016] ロッド4のシリンダ2外に突出している側の端部と、シリンダ2の一方の端部を閉塞する蓋17とは、図示しない取付部を備えており、アクチュエータ1を制振対象、たとえば、鉄道車両の車体と台車との間等に介装することができるようになっている。

- [0017] ロッド側室5とピストン側室6とは、ピストン3に設けた伸側リリーフ通路19と圧側リリーフ通路20とによって連通されている。伸側リリーフ通路19の途中には、ロッド側室5の圧力がピストン側室6の圧力を所定量上回ると開弁して伸側リリーフ通路19を開放し、ロッド側室5内の圧力をピストン側室6へ逃がす伸側リリーフ弁21が設けられている。また、圧側リリーフ通路20の途中には、ピストン側室6の圧力がロッド側室5の圧力を所定量上回ると開弁して圧側リリーフ通路20を開放し、ピストン側室6内の圧力をロッド側室5へ逃がす圧側リリーフ弁22が設けられている。伸側リリーフ弁21および圧側リリーフ弁22の設置は任意であるが、これらを設けることで、シリンダ2内の圧力が過剰となることを阻止して、アクチュエータ1を保護することができる。
- [0018] ロッド側室5とタンク7とを連通する第一制御通路10の途中には、第一可変リリーフ弁12と第一逆止弁13とが、並列に設けられている。第一制御通路10は、主通路10aと、主通路10aから分岐して再度主通路10aと一緒に支通路10bとを備えている。なお、第一制御通路10は、主通路10aと、主通路10aから分岐される支通路10bとで構成されているが、互いに独立した二つの通路で第一制御通路10を構成してもよい。
- [0019] 第一可変リリーフ弁12は、第一制御通路10の主通路10aの途中に設けた弁体12aと、主通路10aを遮断するように弁体12aを付勢するばね12bと、通電時にはばね12bの付勢力に対抗する推力を発生する比例ソレノイド12cと、を備えて構成され、比例ソレノイド12cに流れる電流量を調節することで、開弁圧を調節することができるようになっている。
- [0020] 第一可変リリーフ弁12は、ロッド側室5の圧力が高くなり、第一制御通路10を開放させる方向に弁体12aを推す上記圧力に起因する推力と、比例ソレノイド12cによる推力との合力が、第一制御通路10を遮断させる方向へ弁体12aを付勢するばね12bの付勢力に打ち勝つと、弁体12aを後退させて第一制御通路10を開放し、ロッド側室5からタンク7へ向かう液体の移動を許容するようになっている。反対に、タンク7からロッド側

室5へ向かう液体の流れに対しては、第一可変リリーフ弁12は開弁せず、上記液体の流れを阻止する。

[0021] なお、第一可変リリーフ弁12にあっては、比例ソレノイド12cに供給する電流量を増大させると、比例ソレノイド12cが発生する推力を増大させることができる。したがって、比例ソレノイド12cに供給する電流量を最大とすると、第一可変リリーフ弁12の開弁圧が最小となり、反対に、比例ソレノイド12cに全く電流を供給しないと、開弁圧が最大となる。

[0022] 第一逆止弁13は、第一制御通路10の支通路10bの途中に設けられる。第一逆止弁13は、タンク7からロッド側室5へ向かう液体の流れのみを許容し、反対方向への流れを阻止する。

[0023] ピストン側室6とタンク7とを連通する第二制御通路11の途中には、第二可変リリーフ弁14と第二逆止弁15とが並列に設けられている。第二制御通路11は、主通路11aと、主通路11aから分岐して再度主通路11aと一緒になる支通路11bとを備えている。なお、第二制御通路11は、主通路11aと主通路11aから分岐される支通路11bとで構成されているが、互いに独立した二つの通路で第二制御通路11を構成してもよい。

[0024] 第二可変リリーフ弁14は、第二制御通路11の主通路11aの途中に設けた弁体14aと、主通路11aを遮断するように弁体14aを付勢するばね14bと、通電時にばね14bの付勢力に対抗する推力を発生する比例ソレノイド14cと、を備えて構成され、比例ソレノイド14cに流れる電流量を調節することで開弁圧を調節することができるようになっている。

[0025] 第二可変リリーフ弁14は、ピストン側室6の圧力が高くなり、第二制御通路11を開放させる方向に弁体14aを推す上記圧力に起因する推力と、比例ソレノイド14cによる推力との合力が、第二制御通路11を遮断させる方向へ弁体14aを付勢するばね14bの付勢力に打ち勝つと、弁体14aを後退させて第二制御通路11を開放し、ピストン側室6からタンク7へ向かう液体の移動を許容するようになっている。反対に、タンク7からピストン側室6へ向かう液体の流れに対しては、第二可変リリーフ弁14は開弁

せず、上記液体の流れを阻止する。

[0026] なお、第二可変リリーフ弁14にあっては、比例ソレノイド14cに供給する電流量を増大させると、比例ソレノイド14cが発生する推力を増大させることができる。したがって、比例ソレノイド14cに供給する電流量を最大とすると、第二可変リリーフ弁14の開弁圧が最小となり、反対に、比例ソレノイド14cに全く電流を供給しないと、開弁圧が最大となる。

[0027] 第二逆止弁15は、第二制御通路11の支通路11bの途中に設けられる。第二逆止弁15は、タンク7からピストン側室6へ向かう液体の流れのみを許容し、反対方向への流れを阻止する。

[0028] 第一ポンプ8および第二ポンプ9は、タンク7から液体を吸い上げ、また、吐出するポンプであり、本実施形態では、モータ23によって駆動される。第一ポンプ8は、吐出口が供給通路24を通じてロッド側室5と連通し、モータ23によって駆動されると、タンク7から液体を吸込んで、ロッド側室5へ液体を供給するようになっている。第二ポンプ9は、吐出口が供給通路25を通じてピストン側室6と連通し、モータ23によって駆動されると、タンク7から液体を吸込んでピストン側室6へ液体を供給するようになっている。

[0029] 上記のように、第一ポンプ8および第二ポンプ9は、一方向のみに液体を吐出し、回転方向の切換動作がないので、回転切換時に吐出量が変わるといった問題は皆無であり、安価なギアポンプ等を使用することができる。さらに、第一ポンプ8および第二ポンプ9の回転方向が常に同一方向であるので、これらをタンデム型ポンプとすることができる。したがって、第一ポンプ8および第二ポンプ9を駆動する駆動源を一つのモータ23とすることができ、また、モータ23も、一方向に回転すればよいので、回転切換に対する高い応答性が要求されず、その分、安価なものを使用することができる。

[0030] なお、供給通路24、25の途中には、ロッド側室5およびピストン側室6から第一ポンプ8および第二ポンプ9への液体の逆流を阻止する逆止弁26、27を設けてある。

[0031] また、ピストン3がシリンダ2に対して中立位置にあるときに、シリンダ2のピストン3と対向する位置、この場合、シリンダ2の中央に、シリンダ2の内外を連通する透孔2aが設けられる。透孔2aは、センター通路16を介してタンク7に通じており、これにより、シリンダ2内とタンク7とが連通する。ピストン3の中立位置は、必ずしもシリンダ2の中央に限られず、任意に設定することができる。なお、本実施形態では、シリンダ2に対して透孔2aを穿った位置は、ピストン3のストローク中心と一致させてある。したがって、ピストン3と対向して透孔2aが閉塞される場合を除き、シリンダ2内はセンター通路16を通じてタンク7と連通する。

[0032] また、センター通路16の途中には、センター通路16が開放された状態と遮断された状態とを切り換え可能な開閉弁28が設けられている。開閉弁28は、センター通路16を開放する連通ポジション29aとセンター通路16を遮断する遮断ポジション29bとを有する弁本体29と、弁本体29を付勢して遮断ポジション29bに位置決めするばね30と、通電時にばね30の付勢力に抗して弁本体29を連通ポジション29aに切り換えるソレノイド31と、を備えた電磁式開閉弁である。なお、開閉弁28は、電磁式ではなく、手動操作で開閉する開閉弁であってもよい。

[0033] 続いて、アクチュエータ1の作動について説明する。まず、開閉弁28がセンター通路16を遮断する場合について説明する。

[0034] センター通路16が遮断されている場合は、アクチュエータ1が伸縮してピストン3がシリンダ2に対していずれの位置にあらうとも、センター通路16から圧力がタンク7へ逃げる事が無い。そして、アクチュエータ1では、第一ポンプ8と第二ポンプ9とから、それぞれロッド側室5とピストン側室6とに液体が供給されるようになっており、ロッド側室5の圧力を第一可変リリーフ弁12で調節し、ピストン側室6の圧力を第二可変リリーフ弁14で調節することができる。したがって、第一可変リリーフ弁12の開弁圧と第二可変リリーフ弁14の開弁圧とを調節して、ロッド側室5とピストン側室6との圧力の差圧を調節することで、アクチュエータ1の推力の方向

と大きさを制御することができる。

[0035] たとえば、アクチュエータ 1 に伸長方向の推力を出力させる場合は、第一ポンプ 8 と第二ポンプ 9 とから、それぞれロッド側室 5 とピストン側室 6 とに液体を供給しつつ、第一可変リリーフ弁 1 2 の開弁圧と第二可変リリーフ弁 1 4 の開弁圧とを調節する。

[0036] ここで、ピストン 3 は、ロッド側室 5 に臨む環状面でロッド側室 5 の圧力を受けるので、ロッド側室 5 の圧力に上記の環状面の面積であるロッド側受圧面積を乗じた力と、ロッド 4 の断面積にアクチュエータ 1 外の圧力を乗じた力との合力（ロッド側力）が、アクチュエータ 1 を収縮させる方向に作用する。また、ピストン 3 は、ピストン側室 6 に臨む面でピストン側室 6 の圧力を受けるので、ピストン側室 6 の圧力に上記の面の面積であるピストン側受圧面積を乗じた力（ピストン側力）が、アクチュエータ 1 を伸長させる方向に作用する。そして、第一可変リリーフ弁 1 2 は、開弁圧に達すると開弁してロッド側室 5 の圧力をタンク 7 へ逃がすので、ロッド側室 5 内の圧力を、第一可変リリーフ弁 1 2 の開弁圧に等しくすることができ、第二可変リリーフ弁 1 4 は、開弁圧に達すると開弁してピストン側室 6 の圧力をタンク 7 へ逃がすので、ピストン側室 6 内の圧力を第二可変リリーフ弁 1 4 の開弁圧に等しくすることができる。よって、ピストン側力がロッド側力を上回り、且つ、ピストン側力からロッド側力を引いた力が所望する大きさとなるように、ロッド側室 5 およびピストン側室 6 の圧力を調節することで、アクチュエータ 1 に所望する伸長方向の推力を発揮させることができる。

[0037] 逆に、アクチュエータ 1 に所望する収縮方向の推力を発揮させる場合は、第一ポンプ 8 および第二ポンプ 9 を駆動しつつ、第一可変リリーフ弁 1 2 の開弁圧と第二可変リリーフ弁 1 4 の開弁圧とを調節して、ロッド側力がピストン側力を上回り、且つ、ロッド側力からピストン側力を引いた力が所望する大きさとなるように、ロッド側室 5 およびピストン側室 6 の圧力を調節すればよい。

[0038] 上記のようにアクチュエータ 1 の推力の制御を行うには、第一可変リリー

弁12および第二可変リリーフ弁14の、各比例ソレノイド12c、14cへの電流量と開弁圧との関係を把握しておけばよく、オープンループ制御を行うことができる。また、比例ソレノイド12c、14cへの通電量をセンシングしておき、電流ループを用いてフィードバック制御を行ってもよく、さらに、ロッド側室5とピストン側室6との圧力をセンシングして、フィードバック制御することも可能である。なお、アクチュエータ1を伸長させる場合は、第一可変リリーフ弁12の開弁圧を最小とし、アクチュエータ1を収縮させる場合は、第二可変リリーフ弁14の開弁圧を最小とすると、第一ポンプ8と第二ポンプ9との一方をアンロード状態としてモータ23のエネルギー消費を最小とすることができる。

[0039] また、アクチュエータ1が外力を受けて収縮しつつある状態で、これに抵抗する伸長方向の所望の推力を得たい場合であっても、アクチュエータ1が伸長しつつある状態で伸長方向の推力を得るのと同じように、第一可変リリーフ弁12の開弁圧と第二可変リリーフ弁14の開弁圧との調節で所望する推力を得ることができる。アクチュエータ1が外力を受けて伸長しつつある状態で、これに抵抗する収縮方向の所望の推力を得たい場合も同様である。

[0040] なお、このように、外力を受けて伸長或いは収縮する場合は、アクチュエータ1は外力以上の推力を発揮しない状態であるので、アクチュエータ1をダンパとして機能させれば足りる。アクチュエータ1は、第一逆止弁13と第二逆止弁15とを備えているので、ロッド側室5とピストン側室6とのうち、外力で伸縮する際に拡大する方は、タンク7から液体の供給を受けることができる。したがって、第一ポンプ8および第二ポンプ9からの液体供給を断って、第一可変リリーフ弁12の開弁圧と第二可変リリーフ弁14の開弁圧とを制御することによっても、所望の推力を得ることができる。

[0041] さらに、アクチュエータ1は、供給通路24、25の途中に設けられた逆止弁26、27を備えているので、シリンダ2から第一ポンプ8および第二ポンプ9への液体の逆流が阻止される。したがって、アクチュエータ1が外力で伸縮する場合に、モータ23のトルクでは推力不足となる事態となつて

も、第一可変リリーフ弁12の開弁圧と第二可変リリーフ弁14の開弁圧とを調節してアクチュエータ1をダンパとして機能させることで、モータ23のトルクによる推力以上の推力を得ることができる。

[0042] 次に、開閉弁28がセンター通路16を連通する場合について説明する。

[0043] 第一ポンプ8と第二ポンプ9とが駆動しており、ピストン3がセンター通路16に通じる透孔2aよりもロッドガイド18側にある場合は、ロッド側室5は、圧力が第一可変リリーフ弁12の開弁圧に調節され、ピストン側室6は、第二可変リリーフ弁14以外にも、センター通路16を通じてタンク7と連通しているので、圧力がタンク圧に維持される。

[0044] この場合、アクチュエータ1は、ロッド側室5の圧力でピストン3を蓋17側へ推す方向の推力、つまり、収縮方向の推力を発揮することができるが、ピストン側室6の圧力はタンク圧となるので、ピストン3をロッドガイド18側へ推すことができず、伸長方向の推力を発揮することはできない。

[0045] この状態は、ピストン3が透孔2aと対向してセンター通路16を塞ぐまで維持される。したがって、ピストン3が透孔2aよりもロッドガイド18側にある状態から、ピストン側室6を圧縮する方向へストロークして、センター通路16を塞ぐまでは、アクチュエータ1は伸長方向の推力を発揮しない。

[0046] 第一ポンプ8と第二ポンプ9とが駆動しており、ピストン3がセンター通路16に通じる透孔2aよりも蓋17側にある場合は、ピストン側室6は、圧力が第二可変リリーフ弁14の開弁圧に調節され、ロッド側室5は、第一可変リリーフ弁12以外にも、センター通路16を通じてタンク7と連通しているので、圧力がタンク圧に維持される。

[0047] この場合、アクチュエータ1は、ピストン側室6の圧力でピストン3をロッドガイド18側へ推す方向の推力、つまり、伸長方向の推力を発揮することができるが、ロッド側室5の圧力はタンク圧となるので、ピストン3を蓋17側へ推すことができず、収縮方向の推力を発揮することはできない。

[0048] この状態は、ピストン3が透孔2aと対向してセンター通路16を塞ぐま

で維持される。したがって、ピストン3が透孔2 aよりも蓋17側にある状態から、ロッド側室5を圧縮する方向へストロークして、センター通路16を塞ぐまでは、アクチュエータ1は収縮方向の推力を発揮しない。

[0049] なお、開閉弁28がセンター通路16を連通し、第一ポンプ8と第二ポンプ9とが駆動しておらず、アクチュエータ1をダンパとして機能させる状況であって、ピストン3がセンター通路16に通じる透孔2 aよりもロッドガイド18側にある場合は、アクチュエータ1が伸長作動するとき、ロッド側室5の圧力を第一可変リリーフ弁12の開弁圧に調節することができる。このとき、ピストン側室6はセンター通路16を通じてタンク圧に維持されるので、アクチュエータ1は伸長作動に抵抗する収縮方向の推力を発揮できる。反対に、アクチュエータ1が収縮作動するときは、第一逆止弁13が開弁してロッド側室5の圧力もタンク圧となるので、アクチュエータ1は伸長方向には推力を発揮することはない。

[0050] この状態は、ピストン3が透孔2 aと対向してセンター通路16を塞ぐまで維持される。したがって、ピストン3が透孔2 aよりもロッドガイド18側にある状態から、ピストン側室6を圧縮する方向へストロークして、センター通路16を塞ぐまでは、アクチュエータ1は伸長方向の推力を発揮しない。

[0051] また、ピストン3がセンター通路16に通じる透孔2 aよりも蓋17側にある場合は、アクチュエータ1が収縮作動するとき、ピストン側室6の圧力を第二可変リリーフ弁14の開弁圧に調節することができる。このとき、ロッド側室5はセンター通路16を通じてタンク圧に維持されるので、アクチュエータ1は収縮作動に抵抗する伸長方向の推力を発揮できる。反対に、アクチュエータ1が伸長作動するときは、第二逆止弁15が開弁してピストン側室6の圧力もタンク圧となるので、アクチュエータ1は収縮方向には推力を発揮することはない。

[0052] この状態は、ピストン3が透孔2 aと対向してセンター通路16を塞ぐまで維持される。したがって、ピストン3が透孔2 aよりも蓋17側にある状

態から、ロッド側室5を圧縮する方向へストロークして、センター通路16を塞ぐまでは、アクチュエータ1は収縮方向の推力を発揮しない。

[0053] つまり、開閉弁28がセンター通路16を連通し、アクチュエータ1が、アクチュエータとして機能する場合は、ピストン3をシリンダ2の中央へ戻す方向へのみ推力を発揮することができ、ダンパとして機能する場合は、ピストン3がシリンダ2の中央から離間する方向へストロークする場合にのみこれに抗する推力を発揮する。つまり、アクチュエータ1は、アクチュエータとして機能するにしても、ダンパとして機能するにしても、ピストン3が中立位置からロッドガイド18側にあっても、蓋17側にあっても、ピストン3を中立位置側へ戻す方向にのみ推力を発揮するようになっている。

[0054] ここで、図2に示すように、被制振対象Oと振動入力側部Iとの間にアクチュエータ1を介装するモデルを考える。図2における、被制振対象Oの左右方向の変位を X_1 とし、振動入力側部Iの左右方向の変位を X_2 とし、被制振対象Oと振動入力側部Iとの相対速度を $d(X_1 - X_2) / dt$ とし、図2における右方向の変位を正として、縦軸に変位 X_1 をとり、横軸に相対速度 $d(X_1 - X_2) / dt$ をとると、アクチュエータ1が減衰力を発揮するのは、図3に斜線で示す第一象限の状態と第三象限の状態とになる。

[0055] アクチュエータ1が推力を発揮する場合は、アクチュエータ1の見掛け上の剛性が高くなり、アクチュエータ1が推力を発揮しない場合は、見掛け上の剛性が低くなったことと等価である。したがって、振動入力側部Iと被制振対象Oとの相対変位を X とし、相対速度を dX / dt として、振動入力側部Iに対して被制振対象Oを変位させると、図4に示すように、相対変位 X と相対速度 dX / dt との位相平面上、軌跡は原点に収束する。すなわち、漸近安定であって発散しない。

[0056] 以上述べたように、本実施形態では、アクチュエータ1にセンター通路16を設けているので、ピストン3の中立位置からの離間を助長するような推力をアクチュエータ1が発揮することが無く、振動が収束しやすくなる。したがって、被制振対象Oの振動を安定的に抑制することが可能である。たと

例えば、鉄道車両の車体と台車との間にアクチュエータ 1 を使用すると、鉄道車両が曲線区間を走行する場合に、定常加速度が車体に作用して、加速度センサに入力されるノイズやドリフトの影響でアクチュエータが出力する推力が非常に大きくなったとしても、ピストン 3 が中立位置を過ぎると、ピストン 3 の中立位置からの離間を助長するような推力を発揮することが無い。つまり、車体が中立位置を過ぎて加振されることがなくなるので、振動が収束しやすくなり、鉄道車両の乗り心地が向上する。

[0057] 本実施形態では、上記動作を実現するにあたり、アクチュエータ 1 のストロークに連動して第一可変リリーフ弁 12 と第二可変リリーフ弁 14 とを制御する必要が無い。したがって、ストロークセンサが不要であり、誤差を含んだセンサ出力に頼らずに振動抑制が可能であるから、ロバスト性が高い振動抑制が可能となる。

[0058] さらに、本実施形態では、アクチュエータ 1 のセンター通路 16 に開閉弁 28 を設けているので、センター通路 16 が開放された状態と遮断された状態とを切り換えることができる。したがって、センター通路 16 を遮断すれば、ストローク全体に亘って双方向に推力を発揮する一般的なアクチュエータとして、アクチュエータ 1 を機能させることができ、汎用性が向上する。また、必要な時には、センター通路 16 を開放することで、安定的な振動抑制を実現できる。たとえば、低周波で波高が高い振動が入力されるような低周波振動の場合に、センター通路 16 を開放して振動を抑制するようにしてもよく、センター通路 16 の開閉に伴って、振動抑制のための制御モードを切り換える必要はない。つまり、スカイフック制御や H_{∞} 制御等といった或る制御モードで被制振対象 0 の振動を抑制している最中に、センター通路 16 の開閉に伴って、制御モードを変更する必要が無いので、煩雑な制御を行う必要もない。

[0059] また、開閉弁 28 は、非通電時には、連通ポジション 29a になるようにしているので、フェール時はセンター通路 16 を開放して、安定した振動抑制を行うようにすることができる。なお、開閉弁 28 は、電力供給が不能で

ある場合に、遮断ポジション29bになるように設定することも可能である。また、開閉弁28が連通ポジション29aになったときに、通過する液体の流れに抵抗を与えるようにすることもできる。

[0060] さらに、アクチュエータ1にあっては、センター通路16の開口位置がシリンダ2の中央であって、且つ、ピストン3のストローク中心と対向する位置であるので、ピストン3がストローク中心に戻る場合の、減衰力を発揮しないストローク範囲に双方向で偏りが無く、アクチュエータ1の全ストローク長を有効に利用することができる。

[0061] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一部を示したものに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。

[0062] 上記実施形態では、被制振対象Oと振動入力側部Iとを、鉄道車両の車体と台車として説明したが、鉄道車両に限られず、例えば、建築物と地盤との間等、凡そ振動を抑制するために使用される用途に、アクチュエータ1を使用することが可能である。

[0063] 本願は2012年9月3日に日本国特許庁に出願された特願2012-192754に基づく優先権を主張し、この出願の全ての内容は参照により本明細書に組み込まれる。

請求の範囲

[請求項1]

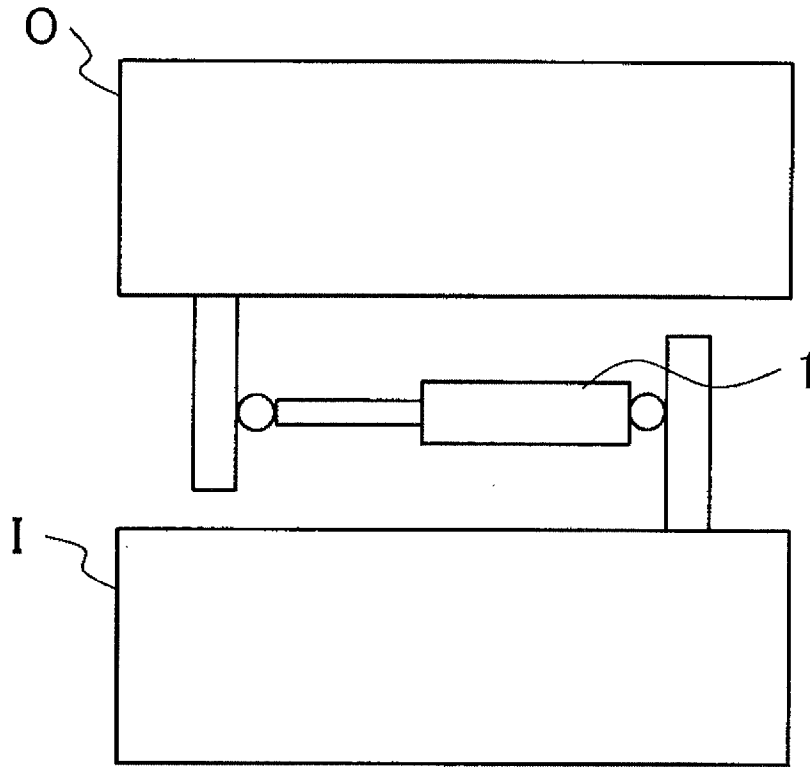
アクチュエータであって、
シリンダと、
前記シリンダ内に摺動自在に挿入されるピストンと、
前記シリンダ内に挿入されて前記ピストンに連結されるロッドと、
前記シリンダ内に前記ピストンで区画されるロッド側室およびピストン側室と、
タンクと、
前記ロッド側室へ液体を供給可能な第一ポンプと、
前記ピストン側室へ液体を供給可能な第二ポンプと、
前記ロッド側室と前記タンクとを連通する第一制御通路と、
前記ピストン側室と前記タンクとを連通する第二制御通路と、
前記第一制御通路の途中に設けられ、前記ロッド側室の圧力が開弁圧に達すると開弁して前記ロッド側室から前記タンクへ向かう液体の流れを許容する前記開弁圧を変更可能な第一可変リリーフ弁と、
前記第二制御通路の途中に設けられ、前記ピストン側室の圧力が開弁圧に達すると開弁して前記ピストン側室から前記タンクへ向かう液体の流れを許容する前記開弁圧を変更可能な第二可変リリーフ弁と、
前記タンクと前記シリンダ内とを連通するセンター通路と、
を備えるアクチュエータ。

[請求項2]

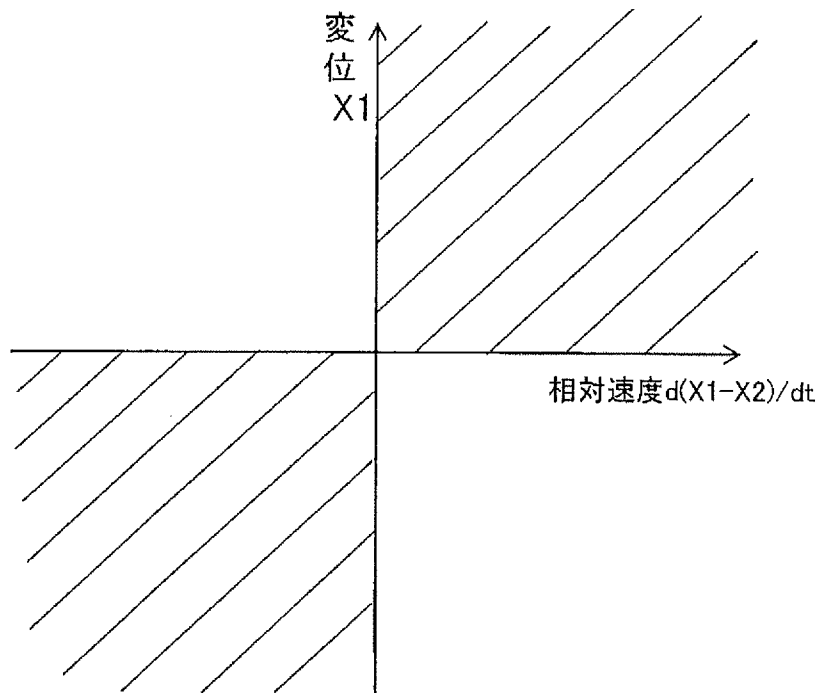
請求項1に記載のアクチュエータであって、
前記第一制御通路の途中に前記第一可変リリーフ弁と並列に設けられ、前記タンクから前記ロッド側室へ向かう液体の通過のみを許容する第一逆止弁と、
前記第二制御通路の途中に前記第二可変リリーフ弁と並列に設けられ、前記タンクから前記ピストン側室へ向かう液体の通過のみを許容する第二逆止弁と、
をさらに備えるアクチュエータ。

- [請求項3] 請求項1に記載のアクチュエータであって、
 前記センター通路が、前記シリンダの中央であって、且つ、前記ピ
 ストンのストローク中心と対向する位置に開口するアクチュエータ。
- [請求項4] 請求項1に記載のアクチュエータであって、
 前記センター通路の途中に、前記センター通路を開閉する開閉弁を
 設けたアクチュエータ。
- [請求項5] 請求項1に記載のアクチュエータであって、
 前記第一ポンプおよび前記第二ポンプは、双方が単一のモータで駆
 動されるタンデム型ポンプであるアクチュエータ。

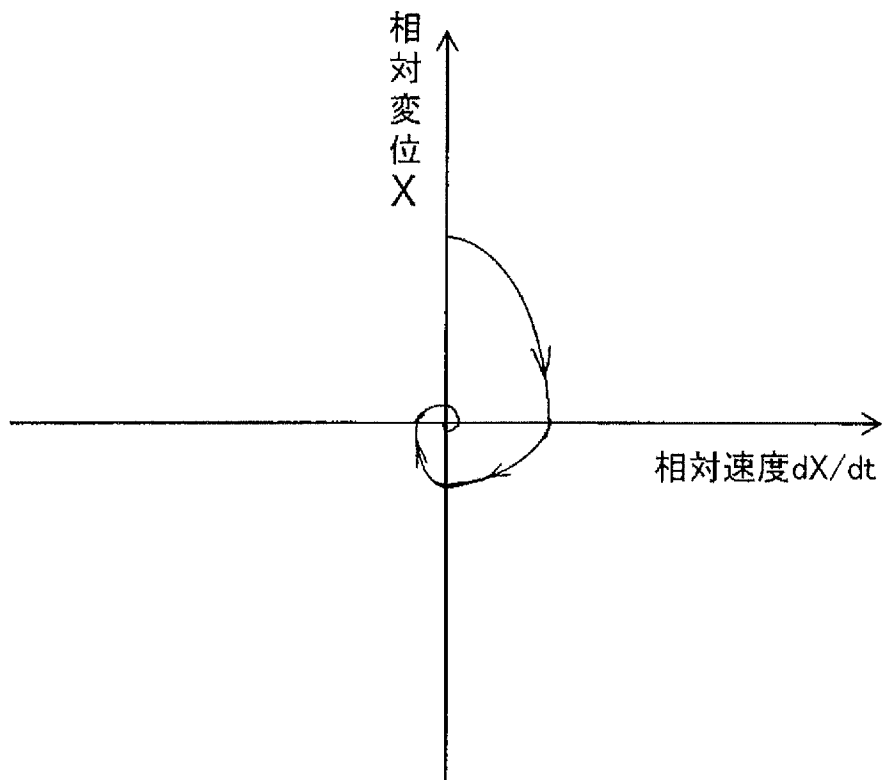
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/072361

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F15B15/18(2006.01)i, B61F5/24(2006.01)i, F15B11/00(2006.01)i, F15B11/08(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)
 F15B15, F15B11

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2010-65797 A (Kayaba Industry Co., Ltd.), 25 March 2010 (25.03.2010), entire text; all drawings & US 2011/0192157 A1 & EP 2330302 A1 & WO 2010/030025 A1 & CN 102149925 A	1-5
A	JP 2004-510907 A (Renault Sport), 08 April 2004 (08.04.2004), entire text; all drawings & US 2004/0112312 A1 & WO 2002/029216 A1 & FR 2815075 A1	1-5
A	JP 52-66164 A (Nachi-Fujikoshi Corp.), 01 June 1977 (01.06.1977), entire text; fig. 1 (Family: none)	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 06 September, 2013 (06.09.13)	Date of mailing of the international search report 17 September, 2013 (17.09.13)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/072361

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-117907 A (Tokimec Inc.), 27 April 1999 (27.04.1999), fig. 3 (Family: none)	1-5
A	JP 2001-208004 A (Nireco Corp.), 03 August 2001 (03.08.2001), fig. 1 (Family: none)	1-5
A	JP 2001-214903 A (Kayaba Industry Co., Ltd.), 10 August 2001 (10.08.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2002-295413 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 09 October 2002 (09.10.2002), entire text; fig. 2, 3 (Family: none)	1-5
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 36033/1982 (Laid-open No. 10505/1984) (Shoketsu Kinzoku Kogyo Kabushiki Kaisha), 23 January 1984 (23.01.1984), entire text; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. F15B15/18(2006.01)i, B61F5/24(2006.01)i, F15B11/00(2006.01)i, F15B11/08(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. F15B15, F15B11

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	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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
A	JP 2010-65797 A (カヤバ工業株式会社) 2010.03.25, 全文、全図 & US 2011/0192157 A1 & EP 2330302 A1 & WO 2010/030025 A1 & CN 102149925 A	1-5
A	JP 2004-510907 A (ルノー スポール) 2004.04.08, 全文、全図 & US 2004/0112312 A1 & WO 2002/029216 A1 & FR 2815075 A1	1-5
A	JP 52-66164 A (株式会社不二越) 1977.06.01, 全文、第1図 (ファミリーなし)	1-5

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	の日の後に公表された文献
「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 06.09.2013	国際調査報告の発送日 17.09.2013
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) 北村 一 電話番号 03-3581-1101 内線 3358

C (続き) . 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
A	JP 11-117907 A (株式会社トキメック) 1999.04.27, 図3 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2001-208004 A (株式会社ニレコ) 2001.08.03, 図1 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2001-214903 A (カヤバ工業株式会社) 2001.08.10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2002-295413 A (富士重工業株式会社) 2002.10.09, 全文、図2, 3 (ファミリーなし)	1-5
A	日本国実用新案登録出願 57-36033 号(日本国実用新案登録出願公開 59-10505 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (焼結金属工業株式会社) 1984.01.23, 全文、第1-3 図 (ファミリーなし)	1-5