

MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, 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))

constantly held, the drive control unit (65) controls the drive device (40) so that the piston body (21) reciprocates with respect to the pressure vessel (10).

(57) 要約: ピストン軸力情報検出部 (53) は、ピストン本体 (21) にかかる軸力に関するピストン軸力情報を検出する。摩擦情報記憶部 (62) は、圧力容器 (10) に対してピストン本体 (21) が移動するときの、ピストンシール (23) と圧力容器 (10) との摩擦力に関する摩擦情報を記憶する。駆動制御部 (65) は、ピストン軸力情報および摩擦情報に基づいて、駆動装置 (40) を制御する。圧力容器 (10) の内部の圧力を一定に保持するように制御する保持行程において、駆動制御部 (65) は、圧力容器 (10) に対してピストン本体 (21) が往復動作するように駆動装置 (40) を制御する。

明 細 書

発明の名称： 加圧装置

技術分野

[0001] 本発明は、圧力容器の内部を加圧する加圧装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば特許文献 1 に、圧力容器の内部をピストンにより加圧する加圧装置が記載されている。同文献に記載の技術では、ピストンの押込時および後退時それぞれの圧力容器の内部の圧力（容器内圧）と、ピストンの歪み量と、の関係が予め測定される。容器内圧とピストンの歪み量との関係から、パッキン抵抗分が求められる。ピストン押込時には（加圧行程では）、ピストンの歪み量からパッキン抵抗分を減算し、ピストンの後退時には（減圧工程では）、ピストンの歪み量からパッキン抵抗分を加算することで、容器内圧が測定される（同文献の請求項 1）。また、同文献に記載の技術では、容器内圧が、目標とする圧力（設定圧力）に制御される（同文献の [0016] ～ [0021]）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特許第 3 2 5 4 2 5 6 号公報

[0004] 特許文献 1 には、容器内圧を保持するための保持行程において、容器内圧をどのように制御するかは記載されていない。保持行程での圧力容器の内部の圧力の制御を精度良く行うことが望まれている。

発明の概要

[0005] 本発明の目的は、保持行程での圧力容器の内部の圧力の制御を精度良く行うことができる加圧装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明によって提供されるのは加圧装置である。当該加圧装置は、圧力容器と、ピストン本体と、ピストンシールと、ピストン軸力情報検出部と、駆

動装置と、摩擦情報記憶部と、駆動制御部と、を備える。前記ピストン本体は、前記圧力容器に対して差込側および引出側に移動可能に、前記圧力容器の内部に嵌め込まれる。前記ピストンシールは、前記ピストン本体に設けられ、前記ピストン本体と前記圧力容器との隙間を密封する。前記ピストン軸力情報検出部は、前記圧力容器に対する前記ピストン本体の移動方向における軸力であって前記ピストン本体にかかる軸力に関するピストン軸力情報を検出する。前記駆動装置は、前記圧力容器に対して前記ピストン本体を移動させる。前記摩擦情報記憶部は、前記圧力容器に対して前記ピストン本体が移動するときの、前記ピストンシールと前記圧力容器との摩擦力に関する摩擦情報を記憶する。前記駆動制御部は、前記ピストン軸力情報検出部に検出された前記ピストン軸力情報、および、前記摩擦情報記憶部に記憶された前記摩擦情報に基づいて、前記駆動装置を制御する。前記駆動制御部は、前記圧力容器の内部の圧力を一定に保持するように制御する保持行程において、前記圧力容器に対して前記ピストン本体が往復動作するように前記駆動装置を制御する。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る加圧装置1の断面図などを示す図である。

[図2]図2は、図1に記載のコントローラ60などを示すブロック図である。

[図3]図3は、図1に記載の加圧装置1での事前測定で得られる情報を示すグラフである。

[図4]図4は、図2に記載の設定圧力設定部63によって設定される設定圧力などを示すグラフである。

[図5]図5は、図4に記載の保持行程などにおける容器内圧などを示すグラフである。

[図6]図6は、図5に記載の例とは容器内圧が異なる場合の図5に相当する図である。

[図7]図7は、図5に示す保持行程の開始前に図1に示すピストン本体21を

往復動作させる場合の、図5に相当する図である。

発明を実施するための形態

[0008] 図1～図7を参照して、本発明の一実施形態に係る加圧装置1について説明する。

[0009] 加圧装置1は、圧力容器10内の加圧対象物Oを加圧する装置である。加圧装置1は、ピストン20の押圧力により加圧を行うピストン式加圧装置である。

[0010] この加圧装置1は、例えば、等方圧加圧（IP；Isostatic Pressing）装置である。加圧装置1は、圧力容器10内の圧力媒体O1を加圧することで、圧力容器10内の処理品O3を等方的に加圧し、処理品O3を処理する。例えば、加圧装置1は、熱間等方圧加圧（HIP；Hot Isostatic Pressing）装置（例えばピストン式熱間等方圧加圧装置）でもよい。この場合、加圧装置1は、圧力媒体O1の圧力を約1000MPaなどに加圧する超高压熱間等方圧加圧装置でもよく、圧力媒体O1の圧力をさらに高い圧力に加圧する超々高压熱間等方圧加圧装置でもよい。例えば、加圧装置1は、温間等方圧加圧（WIP；Warm Isostatic Pressing）装置でもよく、冷間等方圧加圧（CIP；Cold Isostatic Pressing）装置でもよい。圧力媒体O1は、気体（例えば貴ガスなど）でもよい。圧力媒体O1は、液体でもよく、例えば常温では固化する液体（例えば熔融塩など）でもよい。

[0011] この加圧装置1は、圧力媒体O1を加圧することで、処理品O3を加圧するものでなくてもよい。加圧対象物Oは、圧力媒体O1および処理品O3を含む必要はない。加圧装置1は、加圧対象物Oの状態を測定する装置（測定装置、実験装置など）でもよい。具体的には例えば、加圧装置1は、地中でのマグマの状態を再現する装置などでもよく、圧力容器10内に入れられたマグマと同じ材料を加圧および加熱する装置でもよい。また、加圧装置1は、単結晶成長炉でもよい。例えば、加圧装置1は、Ga₂N（窒化ガリウム）の化合物半導体単結晶を製造するための装置でもよい。具体的には例えば、加圧装置1は、超高压の窒素ガス雰囲気下でガリウム溶液に窒素ガスを溶解

させて過飽和状態の中で結晶成長させる高温高压合成法を行うための装置でもよい。以下では主に、加圧対象物〇が、圧力媒体〇１および処理品〇３を含む場合について説明する。

[0012] <方向の定義>

後述するように、ピストン２０は、圧力容器１０に対して移動する。圧力容器１０に対するピストン２０の移動方向を、軸方向Ｚとする。軸方向Ｚにおいて、ピストン２０が圧力容器１０に差し込まれる向き（側）を差込方向Ｚ１とし、その逆向き（逆側）を引出方向Ｚ２とする。引出方向Ｚ２は、ピストン２０が圧力容器１０から引き出される側である。軸方向Ｚは、例えば上下方向（鉛直方向）でもよく、水平方向でもよく、上下方向および水平方向に対して傾いた方向でもよい。軸方向Ｚが上下方向の場合、差込方向Ｚ１は、上向きでもよく、下向きでもよい（引出方向Ｚ２も同様）。ピストン２０の中心を通る軸であって軸方向Ｚに延びる軸を、中心軸Ａとする。中心軸Ａに直交する平面上の仮想円（図示なし）であって中心軸Ａを中心とする仮想円の直径方向を「径方向」とする。

[0013] この加圧装置１は、フレーム５と、圧力容器１０と、ピストン２０と、圧力容器内部材３０と、駆動装置４０と、ピストン位置情報検出部５１と、ピストン軸力情報検出部５３と、コントローラ６０と、圧力通知部７０と、を備える。後述する事前測定時に、加圧装置１は、圧力検出部材８０を備える。

[0014] フレーム５は、軸方向Ｚの力を受け止める（支持する）構造物である。フレーム５は、圧力容器１０および駆動装置４０（さらに詳しくは流体圧シリンダ４１（後述））を支持する。フレーム５は、圧力容器１０および流体圧シリンダ４１を、軸方向Ｚ外側の両側（例えば上下）から支持する。例えば、フレーム５は、オーバル状（図示なし）などである。この場合、フレーム５は、半円形または略半円形の２つのヨーク部と、２つのヨーク部どうしをつなぐ２本の直線状のコラム部と、を備える。この場合、図１に示したフレーム５は、ヨーク部（ヨークフレーム）の一部である。なお、フレーム５は

、オーバル状である必要はなく、図 1 に示したフレーム 5 はヨークフレームである必要はない。

[0015] 圧力容器 10 は、加圧対象物 O を収容する容器である。圧力容器 10 は、圧力容器内部材 30 を収容する。圧力容器 10 は、圧力容器 10 とピストン 20 とに囲まれた空間を形成するように構成される。例えば、圧力容器 10 は、圧力容器胴 11 と、圧力容器蓋 13 と、を備える。

[0016] 圧力容器胴 11 は、軸方向 Z に延びる筒状（例えば円筒状）の部材である。

[0017] 圧力容器蓋 13 は、圧力容器胴 11 の軸方向 Z の一方（例えば上側）の開口を塞ぐ（密封する）。圧力容器蓋 13 が圧力容器 10 の上側部分に設けられる場合は、圧力容器蓋 13 は、「上蓋」である。圧力容器蓋 13 は、圧力媒体 O1 を導入するための孔（例えば図示しないガス導入口）を有してもよい。

[0018] ピストン 20 は、圧力容器 10 の内部を加圧する部材である。ピストン 20 は、圧力容器胴 11 の軸方向 Z の他方（圧力容器蓋 13 が設けられる側とは反対側）の開口を塞ぐ（密封する）。ピストン 20 が圧力容器 10 の下側部分に設けられる場合は、ピストン 20 は、「下蓋」である。ピストン 20 は、ピストン本体 21 と、ピストンシール 23 と、を備える。

[0019] ピストン本体 21 は、ピストン 20 の本体部分である。ピストン本体 21 は、圧力容器 10 の内部に嵌め込まれ（差し込まれ）る。ピストン本体 21 は、ピストンシール 23 を介して圧力容器 10 の内部に嵌め込まれる。ピストン本体 21 は、圧力容器 10 に対して差込方向 Z1 および引出方向 Z2 に移動可能である。ピストン本体 21 は、ピストンシール 23 を介して圧力容器 10 に対して摺動可能である。例えば、ピストン本体 21 は、ピストン本体柱状部 21a と、ピストン本体基部 21b と、を備える。ピストン本体柱状部 21a は、ピストン本体 21 の差込方向 Z1 の先端側部分である。ピストン本体柱状部 21a の少なくとも一部は、圧力容器 10 の内部に差し込まれる。ピストン本体柱状部 21a は、軸方向 Z に延びるように設けられる柱

状（例えば円柱状）である。ピストン本体基部 2 1 b は、ピストン本体 2 1 の引出方向 Z 2 の先端側部分である。ピストン本体基部 2 1 b は、圧力容器 1 0 の内部に差し込まれない。ピストン本体基部 2 1 b は、ピストン本体柱状部 2 1 a から径方向外側に突出する。

[0020] ピストンシール 2 3 は、ピストン本体 2 1 と圧力容器 1 0 との隙間を密封する部材（パッキン）である。ピストンシール 2 3 は、ピストン本体 2 1 に設けられ、特にピストン本体柱状部 2 1 a に設けられる。ピストンシール 2 3 は、ピストン本体柱状部 2 1 a の差込方向 Z 1 の先端側部分に設けられる。ピストンシール 2 3 は、ピストン本体柱状部 2 1 a の径方向外側の面（例えば外周面）に設けられる。例えば、ピストンシール 2 3 は、弾性部材（例えば、ゴム、樹脂など）により構成される。ピストンシール 2 3 は、環状（例えば円環状）である。ピストンシール 2 3 は、ピストン本体 2 1 と一体的に軸方向 Z に移動する。ピストンシール 2 3 は、圧力容器 1 0 に対して摺動する。

[0021] このピストンシール 2 3 は、圧力容器 1 0 に接触する。さらに詳しくは、ピストンシール 2 3 は、圧力容器胴 1 1 の内面（例えば内周面）に接触する。ピストンシール 2 3 は、加圧対象物 O（例えば圧力媒体 O 1）から圧力を受け、変形し、圧力容器 1 0 の内面を径方向外側に押圧する。ピストンシール 2 3 と圧力容器 1 0 との間の摩擦力を、「ピストンシール摩擦力」という。このピストンシール摩擦力は、圧力容器 1 0 の内部の圧力（「容器内圧」という）の制御において無視できない大きさとなる。そのため、容器内圧の制御は、ピストンシール摩擦力に関する情報（摩擦情報）に基づいて行われる（後述）。

[0022] 圧力容器内部材 3 0 は、圧力容器 1 0 の内部に設けられる部材である。例えば、加圧装置 1 が熱間等方圧加圧装置の場合、圧力容器内部材 3 0 は、サポート 3 1 と、断熱層 3 3 と、加熱装置 3 5 と、を備える。

[0023] サポート 3 1 は、ピストン本体 2 1 に対して処理品 O 3などを支持する。サポート 3 1 は、ピストン本体 2 1 よりも差込方向 Z 1 の先端側部分に処理

品〇３が配置されるように、処理品〇３を支持する。サポート３１は、断熱層３３および加熱装置３５を、処理品〇３と同様に支持する。

[0024] 断熱層３３は、処理品〇３を収納する。断熱層３３は、断熱層３３内の空間と、圧力容器１０内かつ断熱層３３外の空間と、の間での断熱を行う。断熱層３３は、断熱層３３内の空間と、圧力容器１０内かつ断熱層３３外の空間と、の間で圧力を伝えるように構成される。例えば、断熱層３３とサポート３１との間などに隙間が設けられてもよい。

[0025] 加熱装置３５（ヒータ、ヒータエレメント）は、圧力容器１０内を加熱する。例えば、加熱装置３５は、断熱層３３の内部を加熱し、処理品〇３を加熱する。加熱装置３５は、断熱層３３の内部（径方向内側）に配置される。加熱装置３５は、処理品〇３の周囲（径方向外側）に配置される。なお、加圧装置１が冷間等方圧加圧装置の場合には、断熱層３３および加熱装置３５は設けられなくてもよく、例えば、処理品〇３を収容する部材（ゴム型など）が設けられてもよい。

[0026] 駆動装置４０は、圧力容器１０に対してピストン本体２１を移動させる（駆動する）装置である。駆動装置４０は、ピストン本体２１を軸方向Ｚに移動させる。駆動装置４０は、作動流体の圧力（流体圧）によりピストン本体２１を移動させる流体圧駆動装置でもよい。例えば、駆動装置４０は、油圧によりピストン本体２１を移動させる油圧駆動装置でもよい。駆動装置４０は、流体圧以外の動力（例えば電力など）によりピストン本体２１を移動させる装置でもよい。以下では主に、駆動装置４０が流体圧駆動装置である場合について説明する。駆動装置４０は、流体圧シリンダ４１と、流体圧配管４３と、流体圧検出部４５と、流体圧制御部４７と、を備える。

[0027] 流体圧シリンダ４１は、流体圧によりピストン本体２１を移動させる。流体圧シリンダ４１は、例えば油圧シリンダなどである。流体圧シリンダ４１は、シリンダ本体４１ａと、シリンダシール４１ｂと、ラム４１ｃと、ラムシール４１ｄと、を備える。

[0028] シリンダ本体４１ａは、ラム４１ｃの引出方向Ｚ２の先端側部分を収容す

る。シリンダ本体41aは、ヘッド側室41a1と、ラム側室41a2と、を備える。ヘッド側室41a1は、ラム41cが（ピストン本体21が）差込方向Z1に移動するときに作動流体が供給される空間（例えば油室）である。ヘッド側室41a1は、シリンダ本体41a内部、かつ、ラム基部41c1（後述）よりも引出方向Z2の先端側の空間である。ラム側室41a2は、ラム41cが（ピストン本体21が）引出方向Z2に移動するときに作動流体が供給される空間（例えば油室）である。ラム側室41a2は、シリンダ本体41aの内部、かつ、ラム基部41c1よりも差込方向Z1の先端側の空間である。なお、ラム41cの（ピストン本体21の）の引出方向Z2への移動は、流体圧により行われなくてもよい。例えば、ラム41cの（ピストン本体21の）の引出方向Z2への移動は、図示しないばねの弾性力などにより行われてもよく、ピストン20の自重により行われてもよい。

[0029] シリンダシール41bは、シリンダ本体41aとラム41cとの隙間を密封する部材（パッキン）である。シリンダシール41bは、シリンダ本体41aに設けられ、さらに詳しくは、シリンダ本体41aの差込方向Z1の先端側部分の径方向内側部分（例えば内周部分）に設けられる。シリンダシール41bは、ラム41cと接触し、さらに詳しくは、ラム柱状部41c2（後述）の径方向外側の面（例えば外周面）に接触する。例えば、シリンダシール41bは、弾性部材（例えば、ゴム、樹脂など）により構成される。シリンダシール41bは、環状（例えば円環状）である。

[0030] ラム41cは、ピストン本体21を軸方向Zに移動させる。例えば、ラム41cは、ピストン本体21と別体であり、ピストン本体21に固定されてもよい。この場合、ラム41cは、ピストン本体21に軸方向Zに連結される。ラム41cは、ピストン本体21よりも引出方向Z2の先端側部分に設けられる。また、例えば、ラム41cは、ピストン本体21と一体的に形成されてもよい。ラム41cは、ピストン本体21と一体的に移動する。例えば、ラム41cは、ラム基部41c1と、ラム柱状部41c2と、を備える。ラム基部41c1は、ラム41cの引出方向Z2の先端側部分である。ラ

ラム基部41c1は、シリンダ本体41aの内部に配置される。ラム基部41c1は、シリンダ本体41aの内部を、ヘッド側室41a1とラム側室41a2とに分ける（区切る）。ラム柱状部41c2は、ラム基部41c1から差込方向Z1に延びるように設けられる。ラム柱状部41c2は、シリンダ本体41aの内部から外部に差込方向Z1に突出する。ラム柱状部41c2は、軸方向Zに延びる柱状（例えば円柱状）である。

[0031] ラムシール41dは、ラム41cとシリンダ本体41aとの隙間を密封する部材（パッキン）である。ラムシール41dは、ヘッド側室41a1とラム側室41a2との間で作動流体が流入および流出しないようにする。ラムシール41dは、ラム41cに設けられ、さらに詳しくは、ラム基部41c1の径方向外側部分（例えば外周面）に設けられる。ラムシール41dは、シリンダ本体41aと接触し、さらに詳しくは、シリンダ本体41aの内部の径方向内側の面（例えば内周面）と接触する。例えば、ラムシール41dは、弾性部材（例えば、ゴム、樹脂など）により構成される。ラムシール41dは、環状（例えば円環状）である。ラムシール41dは、ラム41cと一体的に軸方向Zに移動する。ラムシール41dは、シリンダ本体41aに対して摺動する。

[0032] 流体圧配管43は、作動流体が通る配管である。流体圧配管43は、流体圧制御部47と流体圧シリンダ41（さらに詳しくはヘッド側室41a1）との間での作動流体の供給および排出を行う。なお、流体圧制御部47とラム側室41a2との間での作動流体の供給および排出を行う配管（図示なし）が設けられてもよい。

[0033] 流体圧検出部45は、流体圧シリンダ41に供給される流体の流体圧を検出する。さらに詳しくは、流体圧検出部45は、ピストン本体21が差込方向Z1に移動するときに流体圧シリンダ41に供給される作動流体の圧力（流体圧）を検出する。流体圧検出部45は、検出値（例えば電気信号）を、流体圧制御部47に出力（送信）する。流体圧検出部45は、例えば圧力発信機である。流体圧検出部45は、シリンダ本体41aの内部（さらに詳しくは、ラム基部41c1の内部）に設けられる。

くはヘッド側室41a1の内部)の流体圧を検出してもよく、この流体圧と同じまたは略同じ値を示す部分の流体圧(例えば、流体圧配管43の内部の流体圧)を検出してもよい。

[0034] 流体圧制御部47は、流体圧シリンダ41の作動を制御する。流体圧制御部47は、流体圧シリンダ41の作動を制御することで、ピストン本体21の作動を制御する。流体圧制御部47は、流体圧検出部45に検出された流体圧に基づいて、流体圧シリンダ41の作動を制御する。例えば、流体圧制御部47は、複数の流体機器を備える装置(流体圧ユニット)である。例えば、流体圧制御部47は、ポンプと、バルブ(例えばリリーフ機構など)と、流体圧制御部47に入力される信号に基づいてポンプおよびバルブを制御する制御装置と、を備える。

[0035] ピストン位置情報検出部51は、圧力容器10に対するピストン本体21の位置情報(詳細は後述)を検出する。ピストン位置情報検出部51は、軸方向Zにおけるピストン本体21の位置情報を検出する。後述するように、ピストン本体21は、保持行程において微小な往復動作(往復移動)を行う。ピストン位置情報検出部51は、このピストン本体21の往復動作の微小な動きを把握できるように構成される。例えば、ピストン位置情報検出部51は、非接触により位置情報を検出する。例えば、ピストン位置情報検出部51は、電磁波により位置情報を検出する。例えば、ピストン位置情報検出部51は、光(例えばレーザ光など)により位置情報を検出してもよく、電波により位置情報を検出してもよい。ピストン位置情報検出部51は、ピストン本体21またはラム41cなどに接触することでピストン本体21の位置情報を検出してもよい(接触式センサでもよい)。

[0036] このピストン位置情報検出部51が電磁波(例えば光)により位置情報を検出する場合、ピストン位置情報検出部51は、センサ本体部51aと、反射部51bと、を備える。

[0037] センサ本体部51aは、電磁波を放出および受信(例えば受光)する。センサ本体部51aは、軸方向Zに電磁波を放出する。センサ本体部51aは

、圧力容器 10 またはピストン本体 21 に設けられる。図 1 に示す例では、センサ本体部 51a は、圧力容器 10 に設けられる（例えば取り付けられる）。例えば、センサ本体部 51a は、圧力容器胴 11 の引出方向 Z2 の先端側部分（例えば端部）に設けられてもよい。例えば、センサ本体部 51a は、圧力容器胴 11 の径方向外側の部分などに設けられてもよい（図示なし）。

[0038] 反射部 51b は、センサ本体部 51a から放出された電磁波を反射する面（例えば平面）を備える。反射部 51b は、センサ本体部 51a と軸方向 Z に対向する位置に配置される。反射部 51b は、圧力容器 10 およびピストン本体 21 のうち、センサ本体部 51a が設けられた側とは反対側に設けられる。図 1 に示す例では、反射部 51b は、ピストン本体 21（例えばピストン本体基部 21b）に設けられる。例えば、反射部 51b は、ピストン本体 21 と別体である。例えば、反射部 51b は、板状（反射板）でもよく、板状でなくても（例えばブロック状などでも）よい。また、例えば、反射部 51b は、ピストン本体 21 と一体的に設けられてもよい。例えば、反射部 51b は、ピストン本体基部 21b の一部でもよい。反射部 51b は、ラム 41c に設けられてもよい（ラム 41c を介してピストン本体 21 に設けられてもよい）。なお、センサ本体部 51a がピストン本体 21 に設けられ、反射部 51b が圧力容器 10 に設けられてもよい。例えば、センサ本体部 51a は、センサ本体部 51a から反射部 51b までの軸方向 Z における距離 D_z を検出する。

[0039] ピストン軸力情報検出部 53 は、ピストン軸力情報を検出する。ピストン軸力情報は、軸方向 Z の軸力（軸方向 Z にかかる力）であってピストン本体 21 にかかる軸力（「ピストン軸力」という）に関する情報である。ピストン軸力は、ピストン本体 21 に加わる容器内圧による力と、ピストンシール摩擦力と、の和である。なお、厳密には、ピストン軸力は、容器内圧およびピストンシール摩擦力以外の力、例えばピストン本体 21 の自重などの影響を受ける。しかし、容器内圧およびピストンシール摩擦力以外の力がピスト

ン軸力に与える影響は、無視できる程度に小さい。

[0040] このピストン軸力情報検出部53でピストン軸力情報を検出する理由は、次の通りである。加圧装置1では、容器内圧が設定圧力（目標圧力）にできるだけ近づくように制御することが重要である。しかし、加圧装置1の実運転（後述）時には、容器内圧を直接的に検出することはできない、または困難である。その理由の例は、次の通りである。

[0041] [容器内圧を容器外で検出する場合]

例えば、圧力容器10の内部から外部に高圧（例えば1000MPa級など）の圧力媒体01を導出するための、圧力導出部材De（例えば配管）が設けられる。そして、圧力検出部材80（後述）が、圧力導出部材Deで導出された圧力（またはこの圧力が減圧された圧力）を、圧力容器10の外部で検出する。この場合、圧力導出部材Deが、短寿命となり、長時間の実運転には耐えられないおそれがある。

[0042] [容器内圧を容器内で検出する場合]

例えば、圧力検出部材80が、圧力容器10の内部に配置され、圧力媒体01の圧力を検出する。すると、圧力検出部材80が、長時間の実運転には耐えられないおそれがある。そのため、加圧装置1の実運転（後述）時には、容器内圧を直接的に検出することはできない、または困難である。そこで、加圧装置1の実運転時には、ピストン軸力情報検出部53が、容器内圧に換算可能なピストン軸力情報を検出する。そして、容器内圧が、ピストン軸力情報などに基づいて制御される（制御の詳細は後述）。

[0043] このピストン軸力情報検出部53に検出されるピストン軸力情報は、ピストン軸力の値そのものでもよい。ピストン軸力情報は、ピストン軸力に関する（相関する）情報でもよい。例えば、ピストン軸力情報は、ピストン軸力に換算可能な情報を含んでもよく、ピストン軸力から換算可能な情報を含んでもよい。具体的には例えば、ピストン軸力情報は、ピストン本体21の軸方向Zの歪み量を含んでもよい。なお、ピストン本体21の軸力は、ピストン本体21の軸方向Zの歪み量から材料力学の式により算出可能である。ま

た、例えば、ピストン軸力情報は、駆動装置40がピストン本体21を差込方向Z1に押圧する力に関する情報を含んでもよい（後述する変形例を参照）。ピストン軸力情報は、ピストン軸力を、容器内圧に換算した圧力（換算圧力）を含んでもよい。例えば、ピストン軸力情報が、ピストン本体21の軸方向Zの歪み量を含む場合、ピストン軸力情報検出部53は、歪みゲージ53aを備える。

[0044] 歪みゲージ53aは、ピストン本体21の軸方向Zの歪みを検出する。歪みゲージ53aは、ピストン本体21に取り付けられる（例えば貼り付けられる）。さらに詳しくは、歪みゲージ53aは、ピストン本体柱状部21aの径方向外側の面（例えば外周面）に取り付けられる。

[0045] コントローラ60は、信号の入出力、情報の記憶、演算（算出、判定など）などを行う装置（コンピュータ）である。例えば、コントローラ60は、パーソナルコンピュータでもよく、プログラマブルコントローラでもよい。例えば、コントローラ60の機能は、コントローラ60の記憶部に記憶されたプログラムが演算部で実行されることにより実現される。図2に示すように、コントローラ60は、ピストン位置情報演算部61と、摩擦情報記憶部62と、設定圧力設定部63と、圧力演算部64と、駆動制御部65と、を備える。以下では、加圧装置1のうちコントローラ60以外の構成要素については図1を参照し、コントローラ60およびコントローラ60の構成要素については図2を参照して説明する。

[0046] ピストン位置情報演算部61は、ピストン位置情報検出部51の検出値から、ピストン本体21の位置情報に関する演算を行う。例えば、位置情報は、後述する摩擦情報の選択などに用いられる。位置情報は、ピストン本体21の位置の情報（値、座標など）を含んでもよい。位置情報は、ピストン本体21の移動（位置の変化）の情報を含んでもよい。位置情報は、ピストン本体21が移動しているか否かを示す情報を含んでもよい。位置情報は、ピストン本体21の移動の向き（差込方向Z1か、引出方向Z2か）の情報を含んでもよい。位置情報は、ピストン本体21の移動速さ（移動速度の大き

さ)の情報を含んでもよい。

[0047] 摩擦情報記憶部62は、摩擦情報を記憶する。摩擦情報は、ピストンシール摩擦力に関する情報である(詳細は後述)。

[0048] 設定圧力設定部63は、圧力容器10内の設定圧力を設定する。設定圧力は、圧力容器10内の目標とする圧力(目標とする容器内圧)である(詳細は後述)。例えば、設定圧力設定部63は、コントローラ60の操作に応じて設定圧力を設定してもよく、コントローラ60の外部からコントローラ60に入力される情報に基づいて設定圧力を設定してもよい。

[0049] 圧力演算部64(圧力演算機)は、容器内圧を演算(推定)する。圧力演算部64は、ピストン軸力情報検出部53に検出されたピストン軸力情報、および、摩擦情報記憶部62に記憶された摩擦情報に基づいて、容器内圧を演算する(詳細は後述)。

[0050] 駆動制御部65は、駆動装置40を制御する。駆動制御部65は、ピストン軸力情報検出部53に検出されたピストン軸力情報、および、摩擦情報記憶部62に記憶された摩擦情報に基づいて、駆動装置40を制御する(詳細は後述)。

[0051] 圧力通知部70(図1参照)は、容器内圧に関する情報を通知する。例えば、圧力通知部70は、圧力演算部64に演算された容器内圧の値などを通知する。圧力通知部70による通知は、表示でもよい(圧力通知部70は、例えば圧力表示器でもよい)。圧力通知部70による通知は、音声による通知などでもよい。

[0052] 圧力検出部材80(圧力測定素子)(図1参照)は、容器内圧を検出する。圧力検出部材80は、後述する事前測定時に、容器内圧を直接的に検出するために用いられる。圧力検出部材80は、圧力容器10から取り外し可能に設けられる。圧力検出部材80は、圧力容器10の内部に配置され、圧力容器10の内部で圧力容器10に取り付けられてもよい(詳細は後述)。圧力検出部材80は、圧力容器10の外部に配置され、圧力導出部材Deを介して圧力容器10に取り付けられてもよい。

[0053] この圧力検出部材 80 は、例えば、圧力検出部材 80 の周囲の圧力と、圧力検出部材 80 の電気抵抗値と、の関係が予め分かっている部材である。圧力検出部材 80 は、さらに温度と電気抵抗値との関係が予め分かっているものでもよい。例えば、圧力検出部材 80 は、圧力検出部材 80 の周囲の圧力と圧力検出部材 80 の電気抵抗値とが、比例または略比例する部材である。具体的には例えば、圧力検出部材 80 は、マンガンを 12～18 質量%、ニッケルを 1.5～4 質量%含む銅合金を備えてもよい。圧力検出部材 80 は、圧力検出部材 80 の周囲の圧力と圧力検出部材 80 の電気抵抗値とが、比例または略比例する部材である必要はない。例えば、圧力検出部材 80 は、ニッケルを 45～50 質量%、銅を 50～55 質量%含む合金（コンスタンタン）などでもよい（ニッケルと銅との割合の合計は 100 質量%以下である）。圧力検出部材 80 は、加圧装置 1 の実運転（後述）時には、設けられる必要はない。

[0054] <作動>

加圧装置 1 は、以下のように作動するように構成される。加圧装置 1 では、事前測定と、実運転（通常運転）と、が行われる。加圧装置 1 のうちコントローラ 60 以外の構成要素については図 1 を参照し、コントローラ 60 およびコントローラ 60 の構成要素については図 2 を参照して説明する。

[0055] <事前測定>

事前測定は、摩擦情報記憶部 62 に記憶される摩擦情報を取得するための、測定（加圧装置 1 の運転）である。事前測定がおこなわれるときの加圧装置 1 は、摩擦情報を取得するための摩擦情報取得装置である。事前測定は、実運転よりも前に（事前に）行われる。事前測定では、圧力検出部材 80 が、圧力容器 10 の内部または外部に設けられる。事前測定では、ピストン軸力情報検出部 53 に検出されるピストン軸力情報と、圧力検出部材 80 に検出される内圧（「容器内実圧」という）と、の関係（事前測定取得関係 R（図 3 参照））が測定される。

[0056] <事前測定取得関係 R の取得の範囲>

図3に示す事前測定取得関係Rは、実運転時のピストン軸力情報の範囲（使用軸力範囲）にわたって取得される。事前測定取得関係Rは、使用軸力範囲の全体を含むように取得される。例えば、ピストン軸力情報が、ピストン本体21の軸力から容器内圧に換算された換算圧力（後述）である場合は、事前測定取得関係Rは、実運転時の換算圧力の範囲（使用換算圧力範囲）にわたって取得される。事前測定取得関係Rは、実運転時の容器内実圧の範囲（使用容器内実圧範囲）にわたって取得される。事前測定取得関係Rは、使用容器内実圧範囲の全体を含むように取得される。

[0057] <事前測定でのピストン本体21の移動の有無、および移動の向き>

事前測定では、圧力容器10に対してピストン本体21が軸方向Zに移動するときの事前測定取得関係Rが取得される。事前測定取得関係Rは、圧力容器10に対するピストン本体21の移動の向きごとに取得されることが好ましい。さらに詳しくは、後述する「差込方向Z1の移動での関係Ra」と、後述する「引出方向Z2の移動での関係Rc」と、が取得されることが好ましい。事前測定では、圧力容器10に対してピストン本体21が静止しているときの事前測定取得関係Rである「静止時の関係Rb」が、取得されてもよい。

[0058] <事前測定でのピストン本体21の移動速さ>

事前測定では、ある1パターンのピストン本体21の移動速さでの事前測定取得関係Rが取得されてもよい。この場合、上記「1パターン」の移動速さは、実運転時のピストン本体21の移動速さと同じまたは略同じ移動速さであることが好ましい。事前測定では、複数パターンのピストン本体21の移動速さそれぞれでの事前測定取得関係Rが取得されてもよい。この場合、図3に示すようなグラフが複数パターン取得される。

[0059] <事前測定取得関係Rの具体例>

事前測定取得関係R（ピストン軸力情報と、容器内実圧との関係）の具体例について説明する。図3に示す例では、ピストン軸力情報は、換算圧力である。換算圧力は、例えば次のように算出される。歪みゲージ53aから得

られたピストン本体 21 の歪み量から、ピストン本体 21 の軸力が算出される。なお、上記のように、ピストン本体 21 の軸力は、ピストンシール摩擦力とピストン本体 21 が受ける圧力による力との和である。そして、ピストン本体 21 の軸力をピストン本体 21 の受圧面積で割った値が、換算圧力である。上記「受圧面積」は、ピストン本体 21 のうち、加圧対象物 O（圧力媒体 O1）から軸方向 Z に圧力を受ける部分の面積である。具体的には例えば、受圧面積は、差込方向 Z1 から見たときのピストン本体柱状部 21a の面積である。

[0060] 事前測定取得関係 R には、差込方向 Z1 の移動での関係 R a と、静止時の関係 R b と、引出方向 Z2 の移動での関係 R c と、がある。図 3 に示す例では、事前測定取得関係 R は、差込方向 Z1 の移動での関係 R a、静止時の関係 R b、引出方向 Z2 の移動での関係 R c、の順（プロセス）で得られる。なお、圧力容器 10 が予め加圧された状態から事前測定が開始され、引出方向 Z2 の移動での関係 R c、差込方向 Z1 の移動での関係 R a、の順で事前測定取得関係 R が取得されてもよい。以下では、主に、ピストン軸力情報が換算圧力の場合について説明する。

[0061] 換算圧力と容器内実圧とには、ズレが生じる。このズレの量を、ズレ量 α とする。ズレ量 α は、効率 100% 線 L に対する、換算圧力のズレの量である。効率 100% 線 L は、容器内実圧と換算圧力とが一致すると仮定した場合の、容器内実圧と換算圧力との関係を示す直線のグラフである。ズレ量 α は、ピストンシール摩擦力によって生じる。具体的には、ズレ量 α は、ピストンシール摩擦力を、ピストン本体 21 の受圧面積で割った値である。

[0062] 差込方向 Z1 の移動での関係 R a は、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が差込方向 Z1 に移動するとき（加圧行程（各工程の詳細は後述））の事前測定取得関係 R である。差込方向 Z1 の移動での関係 R a では、実圧力が大きくなるほど、換算圧力が大きくなる。差込方向 Z1 の移動での関係 R a におけるズレ量 α を、ズレ量 αa とする。ズレ量 αa は、換算圧力が大きくなるほど（実圧力が大きくなるほど）大きくなる。ズレ量 αa は、換算圧

力から容器内実圧を引いた値である。なお、ピストン本体 21 の差込方向 Z1 への移動の開始時（加圧行程の開始時）には、ピストン本体 21 は、ピストンシール摩擦力を超える力で差込方向 Z1 に押されるまでは、差込方向 Z1 に移動せず、容器内実圧は上がらない（グラフの左下部分を参照）。

[0063] 静止時の関係 R b は、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が静止しているとき（保持行程）の事前測定取得関係 R である。静止時の関係 R b では、実圧力は、一定（または略一定）の圧力 P 2 に維持される。なお、静止時の関係 R b は、事前測定において取得されなくてもよい。

[0064] 引出方向 Z2 の移動での関係 R c は、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が引出方向 Z2 に移動するとき（減圧工程）の事前測定取得関係 R である。引出方向 Z2 の移動での関係 R c では、容器内実圧が小さくなるほど、換算圧力が小さくなる。引出方向 Z2 の移動での関係 R c におけるズレ量 α を、ズレ量 αc とする。ズレ量 αc は、換算圧力が大きくなるほど（実圧力が大きくなるほど）大きくなる。ズレ量 αc は、容器内実圧から換算圧力を引いた値である。図 3 に示す例では、容器内実圧がある圧力 P 1 のときのズレ量 αc は、容器内実圧がこの圧力 P 1 のときのズレ量 αa よりも大きい。なお、容器内実圧がある圧力 P 1 のとき、ズレ量 αc が、ズレ量 αa よりも小さくなる場合や、ズレ量 αa と等しくなる場合があり得る。

[0065] 差込方向 Z1 の移動での関係 R a、静止時の関係 R b、および引出方向 Z2 の移動での関係 R c のそれぞれのグラフは、図 3 に示す例では直線状であるが、直線状になるとは限らず、曲線状となる場合もある。例えば、差込方向 Z1 の移動での関係 R a および引出方向 Z2 の移動での関係 R c の少なくともいずれかのグラフが、保持行程に近い部分で大きく曲がる場合などがある。

[0066] <事前測定の具体例>

事前測定では、圧力検出部材 80 が容器内実圧を検出する。圧力検出部材 80 は、圧力容器 10 の内部に配置されても、圧力容器 10 の外部に配置されてもよい。

[0067] 圧力検出部材 80 が圧力容器 10 の外部で容器内実圧を検出する場合（圧力検出部材 80 が圧力容器 10 の外部に配置された状態で摩擦情報が取得される場合）の具体例は、次の通りである。圧力容器 10 の内部から外部に高圧（例えば 1000 MPa 級など）の圧力媒体 01 を導出するための、圧力導出部材 De（例えば配管）が設けられる。例えば、圧力導出部材 De は、圧力容器 10（さらに詳しくは圧力容器蓋 13）の孔に設けられる。そして、圧力検出部材 80 が、圧力導出部材 De によって導出された圧力（またはこの圧力が減圧された圧力）を、圧力容器 10 の外部で検出する。この例では、圧力導出部材 De に高圧（例えば 1000 MPa 級など）が加わる。圧力導出部材 De は、長時間の実運転には耐えられないおそれがある。一方、圧力導出部材 De は、実運転よりも短時間の事前測定（例えば数十回程度の加圧）には十分耐えられる（耐えられるものが用いられる）。圧力導出部材 De は、事前測定で用いられた後、実運転時には圧力容器 10 から取り外されることが好ましい。

[0068] 圧力検出部材 80 が圧力容器 10 の内部で容器内実圧を検出する場合（圧力検出部材 80 が圧力容器 10 の内部に配置された状態で摩擦情報が取得される場合）の具体例は、次の通りである。圧力検出部材 80 は、圧力容器 10 の内部から取出可能に、圧力容器 10 の内部に配置される。圧力検出部材 80 に、配線（図示なし）が接続される。この配線は、例えば圧力検出部材 80 の電気抵抗を測定するための配線などである。この配線は、圧力検出部材 80 に接続され、例えばフィードスルーを介して、圧力容器 10 の外部に導出される。そして、圧力検出部材 80 が、圧力容器 10 の内部の圧力を検出する。圧力検出部材 80 は、事前測定で用いられた後、実運転時には圧力容器 10 から取り外されることが好ましい。実運転時には、圧力容器 10 の内部の温度が圧力検出部材 80 の耐熱性を超えることなどにより、圧力検出部材 80 による圧力検出の性能に影響が生じ、容器内実圧の検出の精度が悪化する、または検出が不可能になるおそれがある。

[0069] <事前測定の他の条件>

事前測定と実運転とで、摩擦情報に影響を与える条件をできるだけ同じ条件にすることが好ましい。例えば、ピストンシール 23 の温度は、事前測定と実運転とで、できるだけ同じであることが好ましい。具体的には例えば、実運転時には、断熱層 33 の内部が 2000℃となる場合は、圧力容器 10 の内部かつ断熱層 33 の外部は約 100℃などになり、ピストンシール 23 も約 100℃になる場合がある。この場合、事前測定時にも、ピストンシール 23 の温度を 100℃または約 100℃とすることが好ましい。摩擦情報に与える影響が小さければ、実運転時にピストンシール 23 が 100℃などになる場合に、事前測定時にピストンシール 23 が室温（約 20℃など）にされてもよい。なお、上記の温度の値は一例にすぎず、上記の温度は様々な値に設定可能である。摩擦情報に与える影響がない、または略ない条件については、事前測定と実運転とで同じ条件にする必要はない。例えば、事前測定時には、圧力容器 10 の内部に、圧力容器内部材 30 や処理品 03 が設けられる必要はない。

[0070] <摩擦情報記憶部 62 が記憶する摩擦情報>

摩擦情報記憶部 62 が記憶する摩擦情報は、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が移動するときの、ピストンシール摩擦力に関する情報を含む。摩擦情報は、事前測定によって得られた事前測定取得関係 R に基づいて取得（設定）される。摩擦情報は、事前測定取得関係 R でもよく、事前測定取得関係 R から算出（導出）された情報でもよい。

[0071] 例えば、摩擦情報は、ピストン軸力情報と、ピストンシール摩擦力に関する値の大きさと、の関係（例えばグラフ、マップなど）である。摩擦情報は、ピストン軸力情報とズレ量 α との関係でもよい。この場合のズレ量 α を「圧力補正值データ」ともいう。摩擦情報は、ピストン軸力情報と、換算圧力からズレ量 α を加算または減算した値（容器内圧の推定値）と、の関係でもよい。摩擦情報は、ピストン軸力情報と、ピストンシール摩擦力の大きさと、の関係でもよい。

[0072] 摩擦情報記憶部 62 は、ピストン本体 21 の移動の向きごとに摩擦情報を

記憶することが好ましい。この場合、摩擦情報記憶部 62 は、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が差込方向 Z1 に移動するときの摩擦情報を記憶する。この摩擦情報は、差込方向 Z1 の移動での関係 R_a に基づいて設定される。また、摩擦情報記憶部 62 は、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が引出方向 Z2 に移動するときの摩擦情報を記憶する。この摩擦情報は、引出方向 Z2 の移動での関係 R_c に基づいて設定される。なお、摩擦情報記憶部 62 は、静止時の関係 R_b に基づく摩擦情報を記憶しなくてもよい（記憶してもよい）。

[0073] 摩擦情報記憶部 62 は、ピストン本体 21 の複数パターンの移動速さごとに摩擦情報を記憶することが好ましい。さらに詳しくは、摩擦情報記憶部 62 は、圧力容器 10 に対するピストン本体 21 の複数パターンの移動速さそれぞれの摩擦情報を記憶することが好ましい。

[0074] <摩擦情報の校正>

摩擦情報は、必要な時に校正（修正、更新）されてもよい。例えば、実運転が行われた後、必要に応じて事前測定が再度行われ、摩擦情報が校正されてもよい。この場合、加圧装置 1 は、精度の高い容器内圧の制御を維持することができる。

[0075] <実運転>

実運転は、摩擦情報に基づいて容器内圧を制御する、加圧装置 1 の運転である。加圧装置 1 が処理品 O3 を処理する装置である場合、実運転は、処理品 O3 を処理するための運転である。加圧装置 1 が、加圧対象物 O の状態を測定する装置である場合、実運転は、加圧対象物 O の状態を測定するための運転である。

[0076] <実運転の概要>

実運転の手順の概要は、例えば次の通りである。設定圧力設定部 63 に、設定圧力（目標圧力）が設定され、例えば設定圧力の設定パターンが設定される（図 4 参照）。設定パターンは、設定圧力と時間との関係に関する情報である。ピストン 20 が、圧力容器 10 内に差し込まれる。加圧対象物 O（

例えば圧力媒体〇１および処理品〇３）が、圧力容器１０内に入れられる。加熱装置３５が、加圧行程の開始前または開始と同時に、圧力容器１０内の加熱を開始する（オンにされる）。そして、加圧装置１は、設定パターン（図４参照）に従って、加圧行程、保持行程、および減圧工程を行う。加圧行程は、１段階のみ行われてもよく、複数段階行われてもよい（減圧工程も同様）。図４に示す例では、加圧行程が２段階行われ、減圧工程が１段階行われる。図４に示す例では、加圧装置１は、加圧行程、保持行程、加圧行程、保持行程、減圧工程、の順で各工程を行う。

[0077] <容器内圧の制御の概要>

駆動制御部６５は、加圧行程、保持行程、および減圧行程のそれぞれの行程において、ピストン軸力情報および摩擦情報に基づいて、駆動装置４０を制御する。駆動制御部６５は、駆動装置４０を制御することで、ピストン本体２１の軸方向Ｚの移動を制御し、容器内圧を制御する。ピストン軸力情報および摩擦情報に基づいて容器内圧が制御されるので、容器内圧が直接的に（圧力検出部材８０により）検出される必要はない。よって、圧力容器１０の内部の圧力を、圧力容器１０の外部に導出しなくても、また、圧力容器１０の内部に圧力検出部材８０を設けなくても、容器内圧を精度良く制御することができる。

[0078] <加圧行程>

駆動制御部６５は、加圧行程において、ピストン本体２１が差込方向Ｚ１に移動するように、駆動装置４０を制御する。加圧行程でのピストン本体２１の移動の向きは、差込方向Ｚ１に限定される（一方向に限定される）。なお、加圧行程において、ピストン本体２１が往復動作する場合があってもよい（後述）（図７参照）。加圧行程において、容器内圧は、時間とともに増加する。加圧行程での容器内圧の変化は、ほぼ、ピストン本体２１の移動によるものに限定される（減圧工程も同様）。なお、厳密には、加圧行程において、例えば加熱装置３５の熱などによる圧力容器１０の内部の温度変化により、容器内圧が変化する。しかし、ピストン本体２１の移動によるもの

外の要因による容器内圧の変化は、無視できる程度に小さい（無視しても容器内圧の制御に影響がない、または略ない）（減圧工程も同様）。加圧行程における駆動制御部 65 による駆動装置 40 の制御は、後述する保持行程でのピストン本体 21 の往復動作のうち差込方向 Z1 への移動時の駆動装置 40 の制御と同様である。

[0079] <減圧工程>

駆動制御部 65 は、減圧行程において、ピストン本体 21 が引出方向 Z2 に移動するように、駆動装置 40 を制御する。減圧行程でのピストン本体 21 の移動の向きは、引出方向 Z2 に限定される（一方向に限定される）。なお、減圧行程において、ピストン本体 21 が往復動作する場合があってもよい。減圧行程において、容器内圧は、時間とともに減少する。減圧行程における駆動制御部 65 による駆動装置 40 の制御は、後述する保持行程でのピストン本体 21 の往復動作のうち引出方向 Z2 への移動時の駆動装置 40 の制御と同様である。

[0080] <保持行程>

駆動制御部 65 は、保持行程において、容器内圧を略一定に保持するように、駆動装置 40 を制御する。駆動制御部 65 は、保持行程において、ピストン本体 21 を略一定の位置で往復動作させる（往復動作の詳細は後述）。

[0081] 例えば、加圧装置 1 が、処理品 O3 を処理する等方圧加圧装置である場合、加圧行程、保持行程、および減圧工程の中で最も肝心な工程は、保持行程である。保持行程において、処理品 O3 を目標温度で保持し、処理品 O3 を加圧する圧力を設定圧力で保持することが重要である。保持行程では、処理品 O3 の温度分布が、目標温度（例えば 200℃など）で一様になることが目標とされる。そのために、保持行程では、圧力容器 10 の内部の温度分布を定常状態（例えば断熱層 33 の内部から外部に一定の熱が放出し続ける状態など）とすることが目標とされる。しかし、圧力容器 10 の内部の温度分布は、保持行程の開始後すぐに目標状態になるわけではない。保持行程は、圧力容器 10 の内部の温度分布が目標状態になるように、長時間（例えば

数時間など）行われる。なお、加圧装置 1 が、処理品 0 3 を処理する装置でない場合でも、圧力容器 1 0 の内部を、設定圧力および目標温度で保持することが重要になる場合がある。

[0082] <ピストン本体 2 1 が静止する場合の問題>

圧力容器 1 0 に対してピストン本体 2 1 が静止しているときには、容器内圧を精度良く制御することは困難である。その理由には、容器内圧の推定が困難であること（下記「問題の例 1」）、および、容器内圧の変化に対するピストン本体 2 1 の追従が困難であること（下記「問題の例 2」）がある。

[0083] 「問題の例 1」

図 3 に示すように、事前測定で取得可能な静止時の関係 R b では、ピストン本体 2 1 は一定位置にとどまり、容器内実圧は一定の圧力 P 2 となっている。しかし、実運転時は、ピストン本体 2 1 の位置が一定でも、容器内実圧は一定にならず、変化する（ふらつく）。例えば、圧力容器 1 0 の内部の温度は、時間的にも、分布にも、不可避の変化がある。例えば、加熱装置 3 5 が、加圧対象物 0 などを加熱すると、圧力容器 1 0 の内部の温度分布が変化する。また、このとき、圧力容器 1 0 の内部の平均温度は、時間とともに上がっていく。圧力容器 1 0 の内部の温度が変化すると、ボイルシャルルの法則に従って、容器内圧も変化する。よって、ピストン本体 2 1 の位置が一定でも、容器内実圧は一定とはならない。

[0084] 図 3 から明らかなように、静止時の関係 R b では、ある 1 つの容器内実圧の値（例えば圧力 P 2）に対して、換算圧力が 1 つの値に決まらない。具体的には、保持行程では、効率 1 0 0 % 線 L に対して、ピストン軸力情報の値（換算圧力）が、どちらに振れているか（高いか、低いか）または同じかが不明である。このことは、換算圧力が 1 つの値に決まっても、容器内実圧が 1 つの値に決まらないことと等しい。そのため、換算圧力から、容器内圧を精度良く算出（推定）することは困難である。その結果、圧力容器 1 0 に対してピストン本体 2 1 が静止しているときには、容器内圧を精度良く制御することは困難である。

[0085] [問題の例 2]

一般的に、静摩擦力は、動摩擦力より大きい。そのため、ピストン本体 21 が圧力容器 10 に対して静止しているときに、容器内圧が変化しても、ピストン本体 21 は、圧力容器 10 に対して静止したままとなりやすい。さらに詳しくは、圧力容器 10 の内部の温度が上がった場合、ボイルシャルルの法則により、容器内圧は上がろうとする。このとき、ピストン本体 21 が受ける容器内圧による力よりもピストンシール摩擦力が小さければ、ピストン本体 21 が引出方向 Z2 に移動し、容器内圧が下がり、容器内圧が設定圧に近づく。しかし、ピストンシール摩擦力が、ピストン本体 21 が受ける容器内圧による力以上であれば、圧力容器 10 の内部の温度が上がっても、ピストン本体 21 は引出方向 Z2 に移動しない。すると、容器内圧が上がり、容器内圧が設定圧からずれる。また、圧力容器 10 の内部の温度が下がる場合は、容器内圧が下がり、容器内圧が設定圧からずれる。その結果、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が静止しているときには、容器内圧を精度良く制御することは困難である。

[0086] <往復動作の概要>

そこで、本実施形態の加圧装置 1 は、保持行程において、次のように作動するように構成される。駆動制御部 65 は、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が往復動作（軸方向 Z に往復動作）するように、駆動装置 40 を制御する。駆動装置 40 は、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 を往復動作させる。ピストン本体 21 は、圧力容器 10 に対して往復動作する。ピストン本体 21 は、軸方向 Z に小刻みに（細かく）往復動作する。

[0087] 保持行程において、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が往復動作するので、容器内圧を精度良く制御することができる。その理由は、例えば次の通りである。

[0088] [理由の例 1]

圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が往復動作するので、ピストン本体 21 が軸方向 Z に移動するときの摩擦情報を利用することができる。ピス

トン本体 21 が軸方向 Z に移動するときの摩擦情報では、ピストン軸力情報の値が 1 つに決まれば、容器内圧が 1 つの値に決まる（図 3 参照）。よって、容器内圧を精度良く算出（推定）することができる。その結果、容器内圧を精度良く制御することができる。

[0089] [理由の例 2]

また、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が往復動作するので、ピストンシール摩擦力は、静摩擦力よりも小さい動摩擦力になる。よって、圧力容器 10 内の温度変化による容器内圧の変化に対して、ピストン本体 21 の位置が容易に追従することができる。例えば圧力容器 10 の内部の温度が上がり、容器内圧が上がろうとすると、ピストン本体 21 が（例えばピストン本体 21 の往復動作の中心位置が）引出方向 Z2 に移動しやすい。また、圧力容器 10 の内部の温度が下がり、容器内圧が下がろうとすると、ピストン本体 21 が（例えばピストン本体 21 の往復動作の中心位置が）差込方向 Z1 に移動しやすい。よって、容器内圧の変化に対して、ピストン本体 21 の位置が容易に追従するので、容器内圧を設定圧力に近づけることができる。その結果、容器内圧を精度良く制御することができる。

[0090] <往復動作の詳細>

上記のように、駆動制御部 65 は、ピストン軸力情報および摩擦情報に基づいて、駆動装置 40 を制御する。この制御の詳細は次の通りである。

[0091] <ピストン本体 21 に関する検出>

ピストン位置情報検出部 51 が、ピストン軸力情報（例えばピストン本体 21 の歪みなど）を検出し、検出値をコントローラ 60 に出力する。例えば、コントローラ 60 は、ピストン軸力情報検出部 53 の検出値から、換算圧力（図 3 参照）（ピストン軸力情報の一例）を算出する。

[0092] 例えば、ピストン位置情報検出部 51 が、ピストン本体 21 の位置情報を検出し、検出値をコントローラ 60 に出力してもよい。ピストン位置情報演算部 61 は、ピストン位置情報検出部 51 の検出値から、ピストン本体 21 が移動しているか否かを判定してもよい。ピストン位置情報検出部 51 は、

ピストン位置情報検出部 5 1 の検出値から、ピストン本体 2 1 の移動の向きが差込方向 Z 1 か引出方向 Z 2 かを判定してもよい。ピストン位置情報検出部 5 1 は、ピストン位置情報検出部 5 1 の検出値から、ピストン本体 2 1 の移動速さ（さらに詳しくは移動速度の大きさ）を算出してもよい。

[0093] <摩擦情報の取得、選択>

駆動制御部 6 5 は、摩擦情報記憶部 6 2 から摩擦情報を取得する。ここで、事前測定では、加圧装置 1 が加圧行程を行うことで差込方向 Z 1 の移動での関係 R a（図 3 参照）が得られ、加圧装置 1 が減圧行程を行うことで引出方向 Z 2 の移動での関係 R c（図 3 参照）が得られる。実運転での保持行程でのピストン本体 2 1 の往復動作は、ピストン本体 2 1 の差込方向 Z 1 の移動と、ピストン本体 2 1 の引出方向 Z 2 の移動と、の繰り返しである。よって、保持行程の往復動作は、ピストン本体 2 1 の差込方向 Z 1 および引出方向 Z 2 の移動という点では、加圧行程および減圧行程と本質的に変わらない。よって、事前測定での加圧行程および減圧行程から得られた摩擦情報を用いて、実運転の保持行程でのピストン本体 2 1 の往復動作を制御することが可能である。なお、保持行程で用いられる摩擦情報は、加圧行程（または減圧工程）で用いられる摩擦情報と全く同じ情報でもよく、また、加圧行程（または減圧工程）で用いられる摩擦情報を補正した情報でもよい。

[0094] 駆動制御部 6 5 は、圧力容器 1 0 に対するピストン本体 2 1 の移動の向き（差込方向 Z 1 または引出方向 Z 2）に対応する摩擦情報を選択することが好ましい。ピストン本体 2 1 の移動の向きは、直接的または間接的に取得される。

[0095] [向き取得の例 1]

例えば、ピストン本体 2 1 の移動の向きは、ピストン位置情報検出部 5 1 に直接的に検出されることが好ましい。この場合は、ピストン本体 2 1 が軸方向 Z に移動していることを確実に検出することができる。

[0096] [向き取得の例 2]

ピストン本体 2 1 の移動の向きは、間接的に取得されてもよい。

[0097] [向き取得の例 2 a]

ピストン本体 2 1 の移動の向きは、駆動装置 4 0 の駆動に関する情報（例えば、作動流体の流れの向き、圧力など）に基づいて取得されてもよい。

[0098] [向き取得の例 2 b]

ピストン本体 2 1 の移動の向きは、コントローラ 6 0 から駆動装置 4 0 への指令（例えばピストン本体 2 1 の駆動の向きを示す信号など）に基づいて取得されてもよい。

[0099] 駆動制御部 6 5 は、圧力容器 1 0 に対するピストン本体 2 1 の移動速さ（軸方向 Z の移動速さ）に対応する摩擦情報を選択することが好ましい。ピストン本体 2 1 の移動速さは、直接的または間接的に取得される。

[0100] [速さ取得の例 1]

ピストン本体 2 1 の移動速さは、ピストン位置情報検出部 5 1 に直接的に検出されてもよい。この場合、ピストン本体 2 1 の軸方向 Z の移動速さを確実に検出することができる。例えば、ピストン位置情報検出部 5 1 に検出されたピストン本体 2 1 の位置に基づいてピストン本体 2 1 の移動速さが算出される。

[0101] [速さ取得の例 2]

ピストン本体 2 1 の移動速さは、間接的に取得されてもよい。

[0102] [速さ取得の例 2 a]

ピストン本体 2 1 の移動速さは、駆動装置 4 0 の駆動に関する情報（例えば、作動流体の流速など）に基づいて取得されてもよい。

[0103] [速さ取得の例 2 b]

ピストン本体 2 1 の移動速さは、コントローラ 6 0 から駆動装置 4 0 への指令（例えばピストン本体 2 1 の駆動の速度を示す信号など）に基づいて取得されてもよい。

[0104] ピストン本体 2 1 の往復動作の移動速さが一定（移動の向きが切り替わる時およびその近傍の時間を除く）である場合は、ピストン本体 2 1 の移動速さに対応する摩擦情報が選択される必要は無い。また、事前測定において、

ピストン本体 2 1 の複数パターンの移動速さごとに摩擦情報が取得される必要が無い。よって、摩擦情報を取得するための事前測定の回数（必要回数）を削減することができる。

[0105] <駆動装置 4 0 への指示>

駆動制御部 6 5 は、駆動装置 4 0 に出力する指示の内容を設定（算出）する。駆動制御部 6 5 は、ピストン軸力情報および摩擦情報に基づいて、容器内圧が、設定圧力になるように、駆動装置 4 0 への指示の内容を設定する。駆動装置 4 0 への指示の内容は、例えば次の通りである。

[0106] [指示の例 1]

駆動装置 4 0 への指示は、ピストン本体 2 1 の軸方向 Z の位置を示す情報でもよい。

[0107] [指示の例 2]

駆動装置 4 0 への指示は、駆動装置 4 0 がピストン本体 2 1 を押圧する力に関する情報でもよい。

[0108] [指示の例 2 a]

駆動装置 4 0 への指示は、駆動装置 4 0 がピストン本体 2 1 を押圧するための、作動流体の圧力の指示（ヘッド側室 4 1 a 1 の圧力の指示）でもよい。

[0109] [指示の例 2 b]

駆動装置 4 0 への指示は、「指示圧力」（図 4 参照）でもよい。指示圧力は、ピストンシール摩擦力が無いと仮定したときの、容器内圧の目標値である。実際にはピストンシール摩擦力がある。よって、差込方向 Z 1 へのピストン本体 2 1 の移動時には、指示圧力は、設定圧力よりも大きく設定される。また、引出方向 Z 2 へのピストン本体 2 1 の移動時には、指示圧力は、設定圧力よりも小さく設定される。具体的には例えば、図 5 に、指示圧力と、設定圧力と、容器内実圧と、の関係を示す。図 5 に示す例では、保持行程では、設定圧力よりも大きい指示圧力と、設定圧力よりも小さい指示圧力と、が交互に（設定圧力を挟むように）指示される。すると、ピストン本体 2 1

が往復動作し、容器内実圧が、上昇（加圧）と降下（減圧）とを繰り返す。

[0110] 駆動装置 40 は、駆動制御部 65 から出力された指示に応じて駆動する。具体的には例えば、駆動装置 40 の流体圧制御部 47 は、駆動制御部 65 から出力された指示に応じて、ポンプおよびリリーフ機構などを制御する。そして、流体圧シリンダ 41 は、流体圧制御部 47 の作動に応じて、ピストン本体 21 を駆動する。その結果、容器内圧が、設定圧力に近づくように制御される。駆動制御部 65 による駆動装置 40 の制御（容器内圧の制御）は、様々な方法により行うことができる。

[0111] <容器内圧の制御の具体例 1>

例えば、摩擦情報は、図 3 に示す換算圧力（ピストン軸力情報の一例）と、圧力補正值データ（ズレ量 α ）と、の関係を含んでもよい。この場合、コントローラ 60 が、ピストン軸力情報検出部 53 の検出値から換算圧力を算出する。また、コントローラ 60 が、ピストン 20 の移動の向きに対応する摩擦情報を選択する。コントローラ 60 が、選択した摩擦情報に基づいて、換算圧力に対応する圧力補正值データ（ズレ量 α ）を決定する。圧力演算部 64 が、換算圧力と圧力補正值データ（ズレ量 α ）とに基づいて、容器内圧を算出（推定）する。具体的には例えば、ピストン本体 21 が差込方向 Z1 に移動するときは、圧力演算部 64 は、換算圧力からズレ量 α_a を引いた値を、容器内圧とする。ピストン本体 21 が引出方向 Z2 に移動するときは、圧力演算部 64 は、換算圧力にズレ量 α_c を足した値を、容器内圧とする。そして、駆動制御部 65 は、推定された容器内圧が、設定圧力になるように、駆動装置 40 を制御する。

[0112] <容器内圧の制御の具体例 2>

摩擦情報は、圧力補正值データ（ズレ量 α ）そのものを含む必要はなく、圧力補正值データに換算可能な情報を含んでもよい。例えば、摩擦情報は、換算圧力と容器内圧との関係を含んでもよい。この場合、圧力演算部 64 は、摩擦情報に基づいて、換算圧力に対応する容器内圧を算出（推定）する。そして、駆動制御部 65 は、推定された容器内圧が、設定圧力になるように

、駆動装置 40 を制御する。

[0113] <容器内圧の制御の具体例 3>

摩擦情報は、換算圧力を含む必要はない。例えば、摩擦情報は、ピストン本体 21 の歪み量（ピストン軸力情報の一例）と、容器内圧との関係を含んでもよい。この場合、圧力演算部 64 は、摩擦情報に基づいて、歪みゲージ 53a に検出された歪み量に対応する容器内圧を算出（推定）する。そして、駆動制御部 65 は、推定された容器内圧が、設定圧力になるように、駆動装置 40 を制御する。なお、上記の容器内圧の制御方法は具体例にすぎず、様々な容器内圧を制御することが可能である。

[0114] <容器内圧の通知>

圧力演算部 64 が容器内圧を算出（推定）した場合に、圧力通知部 70 は、算出された容器内圧を通知してもよい（加圧行程および減圧工程も同様）。

[0115] <往復動作の継続>

駆動制御部 65 は、ピストン本体 21 が往復動作を連続的に（複数回）行うように、駆動装置 40 を制御する。駆動制御部 65 は、保持行程の全体で（開始時から終了時までにならって）、往復動作を継続させてもよい（図 4 参照）。駆動制御部 65 は、ピストン本体 21 が移動方向を切り替える瞬間以外は、圧力容器 10 に対するピストン本体 21 を移動させ続ける（停止させない）。なお、駆動制御部 65 は、保持行程において、ピストン本体 21 の往復動作を一時的に停止させる場合があってもよい。例えば、容器内圧が微小にのみ変化する程度（例えば処理品 03 の処理に影響を与えない程度）の短時間のみ、駆動制御部 65 は、ピストン本体 21 の往復動作を停止させてもよい。

[0116] <往復動作の漸減>

駆動制御部 65 は、ピストン本体 21 の往復動作における往復距離（振幅）が漸減するように駆動装置 40 を制御することが好ましい。具体的には例えば、図 5 に示すように、駆動制御部 65 は、指示圧力と設定圧力との差を

漸減させる（設定圧力の振幅を漸減させる）。すると、ピストン本体 21 の往復動作の振幅が漸減し、容器内実圧の変化（上昇および降下）の振幅が漸減する。

[0117] ピストン本体 21 の往復動作の振幅を漸減させることが好ましい理由は、次の通りである。例えば、保持行程の開始直後は、圧力容器 10 の内部の状況（具体的には温度分布）の変化が大きい。また、保持行程の開始時または開始直後は、ピストン本体 21 の一方向の動きが止まる。このとき、ピストンシール摩擦力は、動摩擦力から静摩擦力に変わる。そのため、保持行程の開始直後は、摩擦情報の精度が不十分な場合がある。具体的には例えば、図 3 に示す換算圧力と容器内実圧との差（実際のズレ量 α ）が、摩擦情報として設定された圧力補正值データ（ズレ量 α ）とは異なる可能性がある。例えば、実際のズレ量 α が、摩擦情報として設定された圧力補正值データ（ズレ量 α ）よりも大きい可能性がある。そこで、保持行程の開始直後には、大きくピストン本体 21 を往復動作させ、加圧行程や減圧工程と同じようなピストン本体 21 の移動状態とすることで、摩擦情報の精度が高い状態にする。これにより、実際のズレ量 α と圧力補正值データ（ズレ量 α ）との差が小さくなりやすい。その後、ピストン本体 21 の往復動作の振幅を徐々に小さくしていくことで、容器内圧をスムーズに設定圧力に近づけることができる。なお、駆動制御部 65 は、保持行程の開始直後とは異なるタイミング（保持行程の途中など）で、ピストン本体 21 の往復動作の振幅を漸減させてもよい。

[0118] ピストン本体 21 の往復動作の振幅の漸減は（例えば指示圧力の振幅の漸減は）、様々な方法（態様）により行うことができる（図 5 参照）。

[0119] [振幅の例 1]

この振幅の漸減は、保持行程の開始時から終了時にわたって行われてもよい。

[0120] [振幅の例 2]

この振幅の漸減は、保持行程の開始時から、保持行程の途中まで行われて

もよい。例えば、この振幅の漸減は、保持行程の開始時から、振幅が所定の大きさまで小さくなったときまで行われてもよい。その後、ピストン本体 21 の往復動作の振幅が一定とされてもよい。

[0121] [振幅の例 3]

この振幅は、時間に対して比例して減少してもよく、比例とは異なる関係で減少してもよい。

[0122] [振幅の例 4]

この振幅は、何らかの条件（例えば容器内圧など）に応じて設定されても（変えられても）よい。この振幅は、フィードバック制御により設定されてもよい。この振幅は、例えば P I D（Proportional Integral Differential）制御などにより設定されてもよい。

[0123] ピストン本体 21 の往復動作の周期は（例えば指示圧力の周期は）、様々に設定することができる。

[0124] [周期の例 1]

この周期は、一定でもよく、略一定でもよい。

[0125] [周期の例 2]

この周期は、振幅の大きさに応じて変えられてもよい。例えば、振幅が大きいほど周期が長く設定され、振幅が小さいほど周期が短く設定されてもよい。例えば、振幅の漸減に応じて、周期が漸減してもよい。

[0126] [周期の例 3]

この周期は、振幅以外の何らかの条件（例えば容器内圧など）に応じて設定されてもよい。

[0127] <指示圧力と容器内圧との関係の具体例>

駆動制御部 65 による容器内圧の制御の一例として、駆動制御部 65 から駆動装置 40 への指示圧力に応じて、容器内圧が制御される場合について説明する。上記のように、図 5 に示す例では、駆動制御部 65 は、設定圧力よりも大きい指示圧力と、設定圧力よりも小さい指示圧力と、を交互に指示し、指示圧力の振幅を漸減させる。その結果、ピストン本体 21 の往復動作の

振幅が漸減し、容器内圧の振幅が漸減する。

[0128] 図5に示す例では、保持行程の開始時（加圧行程の終了時）には、容器内圧は、設定圧力と一致または略一致する。そして、保持行程では、容器内圧は、加圧と減圧とを繰り返しながら、設定圧力に徐々に近づく。この例では、容器内圧の振動中心は、設定圧力よりも低い値から、設定圧力に徐々に近づく。

[0129] 図6に、駆動制御部65から駆動装置40への指示圧力に応じて、容器内圧が制御される場合の他の例を示す。この例について、図5に示す例との相違点を説明する。図6に示す例では、保持行程の開始時には、容器内圧は、設定圧力よりも高い。そして、保持行程では、駆動制御部65は、設定圧力を挟んで、設定圧力よりも大きい指示圧力と、設定圧力よりも小さい指示圧力と、を交互に指示し、指示圧力の振幅を漸減させる（図5と同様）。この場合、容器内圧の振動中心は、設定圧力と同じまたは略同じである。

[0130] 図7に、駆動制御部65から駆動装置40への指示圧力に応じて、容器内圧が制御される場合の他の例を示す。この例について、図6に示す例との相違点を説明する。図7に示す例では、駆動制御部65は、保持行程の前の行程から、保持行程にわたって、ピストン本体21を往復動作させる。具体的には例えば、駆動制御部65は、保持行程の前の行程から、設定圧力よりも大きい指示圧力と、設定圧力よりも小さい指示圧力と、を交互に指示する。その結果、ピストン本体21は、保持行程の前の行程から保持行程にわたって、往復動作を行う。「保持行程の前の行程」は、加圧行程でも、減圧工程でもよい。駆動制御部65は、保持行程の前の行程でのピストン本体21の往復動作の振幅を、漸減させてもよく、漸減させなくてもよい。

[0131] 図1に示す本実施形態の加圧装置1による効果は、次の通りである。加圧装置1は、圧力容器10と、ピストン本体21と、ピストンシール23と、ピストン軸力情報検出部53と、駆動装置40と、摩擦情報記憶部62と、駆動制御部65と、を備える。ピストン本体21は、圧力容器10に対して差込方向Z1および引出方向Z2に移動可能に、圧力容器10の内部に嵌め

込まれる。ピストンシール 23 は、ピストン本体 21 に設けられ、ピストン本体 21 と圧力容器 10 との隙間を密封する。ピストン軸力情報検出部 53 は、圧力容器 10 に対するピストン本体 21 の移動方向（軸方向 Z）における軸力であってピストン本体 21 にかかる軸力に関するピストン軸力情報を検出する。駆動装置 40 は、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 を移動させる。

[0132] [構成 1-1] 摩擦情報記憶部 62（図 2 参照）は、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が移動するときの、ピストンシール 23 と圧力容器 10 との摩擦力（ピストンシール摩擦力）に関する摩擦情報を記憶する。駆動制御部 65（図 2 参照）は、ピストン軸力情報検出部 53 に検出されたピストン軸力情報、および、摩擦情報記憶部 62（図 2 参照）に記憶された摩擦情報に基づいて、駆動装置 40 を制御する。

[0133] [構成 1-2] 駆動制御部 65（図 2 参照）は、圧力容器 10 の内部の圧力を一定に保持するように制御する保持行程において、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が往復動作するように駆動装置 40 を制御する。

[0134] 上記 [構成 1-1] では、駆動制御部 65（図 2 参照）は、摩擦情報記憶部 62（図 2 参照）に記憶された摩擦情報に基づいて駆動装置 40 を制御する。この摩擦情報は、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が移動するときの摩擦情報である。

[0135] そして、上記 [構成 1-2] では、駆動制御部 65 は、保持行程において、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 を往復動作（すなわち移動）させる（図 5 参照）。よって、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が移動するときの摩擦情報を、保持行程での駆動装置 40 の制御に適用することができる。よって、加圧装置 1 は、保持行程において圧力容器 10 に対してピストン本体 21 を静止させる場合に比べ、保持行程での圧力容器 10 の内部の圧力（容器内圧）の制御を精度良く行える。

[0136] 上記 [構成 1-2] では、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 を往復動作（すなわち移動）させるので、ピストンシール摩擦力は静摩擦力よりも

小さい動摩擦力となる（ピストン本体 21 の移動の向きが切り替わる時を除く）。よって、圧力容器 10 の内部の温度変化に対して、ピストン本体 21 が追従して移動しやすい。よって、保持行程において圧力容器 10 の内部の温度が変化しても、容器内圧が保持されやすい。よって、加圧装置 1 は、保持行程において圧力容器 10 に対してピストン本体 21 を静止させる場合に比べ、保持行程での圧力容器 10 の内部の圧力（容器内圧）の制御を精度良く行える。

[0137] 〔構成 2〕摩擦情報記憶部 62（図 2 参照）は、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が差込方向 Z1 に移動するときの摩擦情報、および、圧力容器 10 に対してピストン本体 21 が引出方向 Z2 に移動するときの摩擦情報を記憶する。駆動制御部 65（図 2 参照）は、圧力容器 10 に対するピストン本体 21 の移動の向きに対応する摩擦情報を選択し、選択した摩擦情報に基づいて駆動装置 40 を制御する。

[0138] 上記〔構成 2〕により、次の効果が得られる。ピストンシール摩擦力は、圧力容器 10 に対するピストン本体 21 の移動の向きによって相違する場合がある（図 3 参照）。上記〔構成 2〕では、ピストン本体 21 の移動の向きに対応する摩擦情報に基づいて、駆動装置 40 が制御される。したがって、加圧装置 1 は、容器内圧の制御をより精度良く行える。

[0139] 〔構成 3〕摩擦情報記憶部 62（図 2 参照）は、圧力容器 10 に対するピストン本体 21 の複数パターンの移動速さそれぞれの摩擦情報を記憶する。駆動制御部 65 は、圧力容器 10 に対するピストン本体 21 の移動速さに対応する摩擦情報を選択し、選択した摩擦情報に基づいて駆動装置 40 を制御する。

[0140] 上記〔構成 3〕により、次の効果が得られる。ピストンシール摩擦力は、圧力容器 10 に対するピストン本体 21 の移動速さによって相違する場合がある。上記〔構成 3〕では、ピストン本体 21 の移動速さに対応する摩擦情報に基づいて、駆動装置 40 が制御される。したがって、加圧装置 1 は、容器内圧の制御をより精度良く行える。

- [0141] 〔構成４〕 加圧装置１は、ピストン位置情報検出部５１を備える。ピストン位置情報検出部５１は、圧力容器１０に対するピストン本体２１の位置情報を検出する。
- [0142] 上記〔構成４〕では、ピストン位置情報検出部５１は、圧力容器１０に対するピストン本体２１の位置情報を検出する。よって、ピストン位置情報検出部５１は、圧力容器１０に対してピストン本体２１が移動していることを確実に（直接的に）検出できる。よって、ピストン位置情報検出部５１は、圧力容器１０に対してピストン本体２１が移動するときの摩擦情報に基づいて駆動装置４０の制御を行える状態であることを検出（確認、担保）できる。その結果、加圧装置１は、容器内圧の制御をより精度良く行える。
- [0143] 加圧装置１が上記〔構成２〕および上記〔構成４〕を備える場合は、次の効果が更に得られる。上記〔構成２〕では、駆動制御部６５（図２参照）は、駆動装置４０の制御を、圧力容器１０に対するピストン本体２１の移動の向きに対応する摩擦情報に基づいて行う。上記〔構成４〕では、ピストン位置情報検出部５１は、圧力容器１０に対するピストン本体２１の位置情報を検出することで、圧力容器１０に対するピストン本体２１の移動の向きを確実に（直接的に）検出できる。その結果、加圧装置１は、容器内圧の制御をより精度良く行える。
- [0144] 加圧装置１が上記〔構成３〕および上記〔構成４〕を備える場合は、次の効果が更に得られる。上記〔構成３〕では、駆動制御部６５（図２参照）は、駆動装置４０の制御を、圧力容器１０に対するピストン本体２１の移動速さに対応する摩擦情報に基づいて行う。上記〔構成４〕では、ピストン位置情報検出部５１は、圧力容器１０に対するピストン本体２１の位置情報を検出することで、圧力容器１０に対するピストン本体２１の移動速さを確実に（直接的に）検出できる。その結果、加圧装置１は、容器内圧の制御をより精度良く行える。
- [0145] 〔構成５〕 ピストン軸力情報検出部５３は、歪みゲージ５３ａを備える。歪みゲージ５３ａは、ピストン本体２１に取り付けられ、ピストン本体２１

の歪みを検出する。

[0146] 上記〔構成５〕の歪みゲージ５３ａは、ピストン軸力情報を、直接的に検出できる。よって、ピストン軸力情報の精度を向上させることができる。具体的には例えば、ピストン軸力情報が、ピストン本体２１を駆動させる駆動装置４０の作動流体の圧力の場合（後述）は、ピストン軸力情報は、ラムシール４１ｄの摩擦力による影響を受ける。一方、上記〔構成５〕では、歪みゲージ５３ａから取得されるピストン軸力情報は、ラムシール４１ｄの摩擦力による影響を受けない。歪みゲージ５３ａによりピストン軸力情報を直接的に検出できるので、駆動制御部６５（図２参照）は、ピストン軸力情報および摩擦情報に基づく、駆動装置４０の制御（上記〔構成１－１〕）を、より精度良く行える。その結果、加圧装置１は、容器内圧の制御をより精度良く行える。

[0147] 〔構成７〕駆動制御部６５（図２参照）は、保持行程において、圧力容器１０に対するピストン本体２１の往復動作における往復距離が漸減するように駆動装置４０を制御する。

[0148] 上記〔構成７〕により、駆動制御部６５（図２参照）は、目標とする容器内圧（例えば上記「設定圧力」）と容器内実圧との差を徐々に小さくすることができる。よって、駆動制御部６５（図２参照）は、容器内圧を、目標とする容器内圧に適切に近づけるように制御できる。その結果、加圧装置１は、容器内圧の制御をより精度良く行える。

[0149] 〔構成８〕加圧装置１は、圧力検出部材８０を備える。圧力検出部材８０は、圧力容器１０から取り外し可能に設けられる。圧力検出部材８０は、圧力容器１０の内部の圧力（容器内圧）を検出する。摩擦情報は、圧力容器１０に対してピストン本体２１が移動するときの、ピストン軸力情報検出部５３に検出されるピストン軸力情報と、圧力検出部材８０に検出される圧力容器１０の内部の圧力と、に基づいて取得される。

[0150] 上記〔構成８〕により、圧力検出部材８０が検出した容器内圧の実測値（容器内実圧）に基づく摩擦情報が、確実に取得される。その結果、加圧装置

1 は、容器内圧の制御をより精度良く行える。

[0151] 上記〔構成 8〕では、圧力検出部材 80 は、圧力容器 10 から取り外し可能である。よって、例えば、長時間の実運転には圧力検出部材 80 または圧力導出部材 D e が耐えられない場合などでも、摩擦情報が取得された後、実運転の前に、圧力検出部材 80 または圧力導出部材 D e を圧力容器 10 から取り外しておくことができる。

[0152] 〔構成 9〕圧力検出部材 80 は、圧力容器 10 の内部から取出可能に圧力容器 10 の内部に配置される。摩擦情報は、圧力検出部材 80 が圧力容器 10 の内部に配置された状態で取得される。

[0153] 上記〔構成 9〕により、圧力検出部材 80 が、圧力容器 10 の内部に配置された状態で、より直接的に、容器内実圧を検出することができる。その結果、摩擦情報の精度を向上させることができる。その結果、加圧装置 1 は、容器内圧の制御をより精度良く行える。

[0154] 上記〔構成 9〕では、圧力検出部材 80 は、圧力容器 10 から取出可能である。よって、例えば、長時間の実運転には圧力検出部材 80 が耐えられない場合などでも、摩擦情報が取得された後、実運転の前に、圧力検出部材 80 を圧力容器 10 から取り出しておくことができる。

[0155] <変形例>

上記実施形態では、ピストン軸力情報検出部 53 が検出するピストン軸力情報は、ピストン本体 21 の軸力を直接的に検出した情報、またはこの情報から換算可能な情報を含む。具体的には例えば、ピストン軸力情報は、歪みゲージ 53 a の検出値に関する情報を含む。一方、ピストン軸力情報検出部 53 が検出するピストン軸力情報は、駆動装置 40 がピストン本体 21 を差込方向 Z 1 に押圧する力に関する情報を含んでもよい。例えば、駆動装置 40 が、流体圧によりピストン本体 21 を駆動する装置である場合、ピストン軸力情報は、ピストン本体 21 を差込方向 Z 1 に押圧するための作動流体の圧力に関する情報を含んでもよい。

[0156] 以下では、ピストン軸力情報検出部 53 が検出するピストン軸力情報が、

ピストン本体 2 1 を差込方向 Z 1 に押圧するための作動流体の圧力に関する情報である場合について説明する。例えば、ピストン軸力情報は、ヘッド側室 4 1 a 1 の作動流体の圧力に関する情報でもよい。ピストン軸力情報は、流体圧検出部 4 5 が検出した流体圧に関する情報でもよい。ピストン軸力情報を検出するピストン軸力情報検出部 5 3 と、駆動装置 4 0 を制御するための流体圧検出部 4 5 と、が兼用されてもよい。なお、ピストン軸力情報検出部 5 3 は、流体圧検出部 4 5 と兼用されなくてもよい。さらに詳しくは、ピストン本体 2 1 を差込方向 Z 1 に押圧するための作動流体の圧力に関する情報をピストン軸力情報として検出するピストン軸力情報検出部 5 3 が、流体圧検出部 4 5 とは別に設けられてもよい。以下では、主に、ピストン軸力情報検出部 5 3 が、流体圧検出部 4 5 と兼用される場合について説明する。

[0157] ピストン軸力情報が、ピストン本体 2 1 を差込方向 Z 1 に押圧するための流体圧に関する情報である場合、ピストン軸力情報は、ラムシール 4 1 d とシリンダ本体 4 1 a との間の摩擦力（ラムシール摩擦力）による影響を含む。さらに詳しくは、ピストン軸力情報は、容器内圧によるピストン本体 2 1 の軸力と、ピストンシール摩擦力によるピストン本体 2 1 の軸力と、ラムシール摩擦力によるピストン本体 2 1 の軸力と、の影響を含む。

[0158] この変形例では、事前測定において、ラムシール摩擦力を加味した摩擦情報が取得される。さらに詳しくは、事前測定では、ピストン軸力情報検出部 5 3（例えば流体圧検出部 4 5）が検出した流体圧に関する情報が、ラムシール摩擦力の影響を含むピストン軸力情報として取得される。このピストン軸力情報と、容器内実圧と、の関係（事前測定取得関係 R（図 3 参照））が取得される。この事前測定取得関係 R に基づいて、摩擦情報記憶部 6 2（図 2 参照）に記憶される摩擦情報が取得される。

[0159] この変形例では、実運転でも、事前測定と同様に、ピストン軸力情報検出部 5 3（例えば流体圧検出部 4 5）が検出した流体圧に関する情報が、ピストン軸力情報として取得される。そして、駆動制御部 6 5（図 2 参照）は、ラムシール摩擦力の影響を含むピストン軸力情報と、ラムシール摩擦力を加

味した摩擦情報と、に基づいて、駆動装置 40 を制御する。これにより、駆動制御部 65 は、上記実施形態と同様に、駆動装置 40 を制御できる。その結果、加圧装置 1 は、容器内圧を精度良く制御できる。

[0160] 上記実施形態と同様に、事前測定と実運転とで、摩擦情報に影響を与える条件をできるだけ同じにすることが好ましい。例えば、事前測定と実運転とで、駆動装置 40 の作動流体の温度を同じまたは略同じにしておくことが好ましい。また、例えば、事前測定において、様々な作動流体の温度で摩擦情報が取得されてもよい。そして、実運転時に、駆動制御部 65（図 2 参照）は、検出された作動流体の温度に対応する摩擦情報を選択し、選択した摩擦情報に基づいて駆動装置 40 を制御してもよい。

[0161] この変形例の加圧装置 1 による効果は、次の通りである。駆動装置 40 は、流体圧シリンダ 41 と、流体圧検出部 45 と、流体圧制御部 47 と、を備える。流体圧シリンダ 41 は、流体圧によりピストン本体 21 を移動させる。流体圧検出部 45 は、流体圧シリンダ 41 に供給される流体圧を検出する。流体圧制御部 47 は、流体圧検出部 45 に検出された流体圧に基づいて流体圧シリンダ 41 の作動を制御する。

[0162] [構成 6] ピストン軸力情報検出部 53 が検出するピストン軸力情報は、流体圧検出部 45 が検出した流体圧を含む。

[0163] 上記 [構成 6] では、ピストン軸力情報は、流体圧シリンダ 41 の作動を制御するための流体圧検出部 45 が検出した作動油の流体圧を含む。よって、ピストン軸力情報検出部 53 と、流体圧検出部 45 と、を兼用することができる。よって、流体圧シリンダ 41 の作動を制御するための流体圧検出部 45 とは別に、ピストン軸力情報を取得するためのセンサ（例えば歪みゲージ 53a など）を設ける必要がない。したがって、加圧装置 1 を簡易な構成とすることができる。

[0164] また、流体圧検出部 45 とは別のピストン軸力情報検出部 53（例えば歪みゲージ 53a）が設けられる場合は、流体圧検出部 45 およびピストン軸力情報検出部 53 のそれぞれのメンテナンスが必要になる。具体的には例え

ば、歪みゲージ 5 3 a は経年劣化があるので、歪みゲージ 5 3 a のメンテナンスが必要となる。一方、ピストン軸力情報検出部 5 3 と、流体圧検出部 4 5 と、が兼用される場合は、メンテナンスの作業の手間や時間を削減することができる。

[0165] <その他の変形例>

上記実施形態および変形例は、さらに様々に変形されてもよい。例えば、上記実施形態などの構成要素の数を変更されてもよく、構成要素の一部が設けられなくてもよい。例えば、構成要素どうしの固定や連結などは、直接的でも間接的でもよい。例えば、図 2 に示す各構成要素の接続は変更されてもよい。図 1 に示す各構成要素の配置は、変更されてもよい。例えば、構成要素の包含関係は様々に変更されてもよい。例えば、ある上位の構成要素に含まれる下位の構成要素として説明したものが、この上位の構成要素に含まれなくてもよく、他の構成要素に含まれてもよい。例えば、互いに異なる複数の部材や部分として説明したものが、一つの部材や部分とされてもよい。例えば、一つの部材や部分として説明したものが、互いに異なる複数の部材や部分に分けて設けられてもよい。例えば、各種パラメータ（具体的には例えばピストン本体 2 1 の往復動作の振幅や周期など）は、コントローラ 6 0 に予め設定されてもよく、作業者の手動操作により直接的に設定されてもよい。各種パラメータは、センサ（例えばピストン軸力情報検出部 5 3 など）に検出された情報に基づいてコントローラ 6 0 に算出されてもよい。例えば、各種パラメータは、変えられなくてもよく、手動操作により変えられてもよく、何らかの条件に応じてコントローラ 6 0 が自動的に変えてもよい。例えば、各構成要素は、各特徴（作用機能、配置、形状、作動など）の一部のみを有してもよい。

[0166] 本発明の第 1 の局面に係る加圧装置は、圧力容器と、前記圧力容器に対して差込方向および引出方向に移動可能に、前記圧力容器の内部に嵌め込まれたピストン本体と、前記ピストン本体に設けられ、前記ピストン本体と前記圧力容器との隙間を密封するピストンシールと、前記圧力容器に対する前記

ピストン本体の移動方向における軸力であって前記ピストン本体にかかる軸力に関するピストン軸力情報を検出するピストン軸力情報検出部と、前記圧力容器に対して前記ピストン本体を移動させる駆動装置と、前記圧力容器に対して前記ピストン本体が移動するときの、前記ピストンシールと前記圧力容器との摩擦力に関する摩擦情報を記憶する摩擦情報記憶部と、前記ピストン軸力情報検出部によって検出された前記ピストン軸力情報、および、前記摩擦情報記憶部に記憶された前記摩擦情報に基づいて、前記駆動装置を制御する駆動制御部と、を備える。前記駆動制御部は、前記圧力容器の内部の圧力を一定に保持するように制御する保持行程において、前記圧力容器に対して前記ピストン本体が往復動作するように前記駆動装置を制御する。

[0167] 上記の第1の局面に係る加圧装置において、前記摩擦情報記憶部は、前記圧力容器に対して前記ピストン本体が差込方向に移動するときの前記摩擦情報、および、前記圧力容器に対して前記ピストン本体が引出方向に移動するときの前記摩擦情報を記憶し、前記駆動制御部は、前記圧力容器に対する前記ピストン本体の移動の向きに対応する前記摩擦情報を選択し、選択した前記摩擦情報に基づいて前記駆動装置を制御するものでもよい。

[0168] 上記の第1または第2の局面に係る加圧装置において、前記摩擦情報記憶部は、前記圧力容器に対する前記ピストン本体の複数パターンの移動速さそれぞれの前記摩擦情報を記憶し、前記駆動制御部は、前記圧力容器に対する前記ピストン本体の移動速さに対応する前記摩擦情報を選択し、選択した前記摩擦情報に基づいて前記駆動装置を制御するものでもよい。

[0169] 上記の第1～第3のいずれか1つの局面に係る加圧装置において、前記圧力容器に対する前記ピストン本体の位置情報を検出するピストン位置情報検出部を更に備えるものでもよい。

[0170] 上記の第1～第4のいずれか1つの局面に係る加圧装置において、前記ピストン軸力情報検出部は、前記ピストン本体に取り付けられ、前記ピストン本体の歪みを検出する歪みゲージを更に備えるものでもよい。

[0171] 上記の第1～第5のいずれか1つの局面に係る加圧装置において、前記駆

動装置は、流体圧により前記ピストン本体を移動させる流体圧シリンダと、前記流体圧シリンダに供給される流体圧を検出する流体圧検出部と、前記流体圧検出部に検出された流体圧に基づいて前記流体圧シリンダの作動を制御する流体圧制御部と、を有し、前記ピストン軸力情報検出部が検出する前記ピストン軸力情報は、前記流体圧検出部が検出した流体圧を含むものでもよい。

[0172] 上記の第1～第6のいずれか1つの局面に係る加圧装置において、前記駆動制御部は、前記保持行程において、前記圧力容器に対する前記ピストン本体の前記往復動作における往復距離が漸減するように前記駆動装置を制御するものでもよい。

[0173] 上記の第1～第7のいずれか1つの局面に係る加圧装置において、前記圧力容器から取り外し可能なように設けられ、前記圧力容器の内部の圧力を検出する圧力検出部材を更に備え、前記摩擦情報は、前記圧力容器に対して前記ピストン本体が移動するときの、前記ピストン軸力情報検出部に検出される前記ピストン軸力情報と、前記圧力検出部材に検出される前記圧力容器の内部の圧力と、に基づいて取得されるものでもよい。

[0174] 上記の第8の局面に係る加圧装置において、前記圧力検出部材は、前記圧力容器の内部から取出可能に前記圧力容器の内部に配置され、前記摩擦情報は、前記圧力検出部材が前記圧力容器の内部に配置された状態で取得されるものでもよい。

請求の範囲

[請求項1]

圧力容器と、

前記圧力容器に対して差込方向および引出方向に移動可能に、前記圧力容器の内部に嵌め込まれたピストン本体と、

前記ピストン本体に設けられ、前記ピストン本体と前記圧力容器との隙間を密封するピストンシールと、

前記圧力容器に対する前記ピストン本体の移動方向における軸力であって前記ピストン本体にかかる軸力に関するピストン軸力情報を検出するピストン軸力情報検出部と、

前記圧力容器に対して前記ピストン本体を移動させる駆動装置と、

前記圧力容器に対して前記ピストン本体が移動するときの、前記ピストンシールと前記圧力容器との摩擦力に関する摩擦情報を記憶する摩擦情報記憶部と、

前記ピストン軸力情報検出部によって検出された前記ピストン軸力情報、および、前記摩擦情報記憶部に記憶された前記摩擦情報に基づいて、前記駆動装置を制御する駆動制御部と、を備え、

前記駆動制御部は、前記圧力容器の内部の圧力を一定に保持するように制御する保持行程において、前記圧力容器に対して前記ピストン本体が往復動作するように前記駆動装置を制御する、加圧装置。

[請求項2]

請求項1に記載の加圧装置であって、

前記摩擦情報記憶部は、前記圧力容器に対して前記ピストン本体が差込方向に移動するときの前記摩擦情報、および、前記圧力容器に対して前記ピストン本体が引出方向に移動するときの前記摩擦情報を記憶し、

前記駆動制御部は、前記圧力容器に対する前記ピストン本体の移動の向きに対応する前記摩擦情報を選択し、選択した前記摩擦情報に基づいて前記駆動装置を制御する、加圧装置。

[請求項3]

請求項1または2に記載の加圧装置であって、

前記摩擦情報記憶部は、前記圧力容器に対する前記ピストン本体の複数パターンの移動速さそれぞれの前記摩擦情報を記憶し、

前記駆動制御部は、前記圧力容器に対する前記ピストン本体の移動速さに対応する前記摩擦情報を選択し、選択した前記摩擦情報に基づいて前記駆動装置を制御する、加圧装置。

[請求項4] 請求項 1 または 2 に記載の加圧装置であって、
前記圧力容器に対する前記ピストン本体の位置情報を検出するピストン位置情報検出部を更に備える、加圧装置。

[請求項5] 請求項 1 または 2 に記載の加圧装置であって、
前記ピストン軸力情報検出部は、前記ピストン本体に取り付けられ、前記ピストン本体の歪みを検出する歪みゲージを更に備える、加圧装置。

[請求項6] 請求項 1 または 2 に記載の加圧装置であって、
前記駆動装置は、
流体圧により前記ピストン本体を移動させる流体圧シリンダと、
前記流体圧シリンダに供給される流体圧を検出する流体圧検出部と、
前記流体圧検出部に検出された流体圧に基づいて前記流体圧シリンダの作動を制御する流体圧制御部と、
を有し、
前記ピストン軸力情報検出部が検出する前記ピストン軸力情報は、前記流体圧検出部が検出した流体圧を含む、加圧装置。

[請求項7] 請求項 1 または 2 に記載の加圧装置であって、
前記駆動制御部は、前記保持行程において、前記圧力容器に対する前記ピストン本体の前記往復動作における往復距離が漸減するように前記駆動装置を制御する、加圧装置。

[請求項8] 請求項 1 または 2 に記載の加圧装置であって、
前記圧力容器から取り外し可能なように設けられ、前記圧力容器の

内部の圧力を検出する圧力検出部材を更に備え、

前記摩擦情報は、前記圧力容器に対して前記ピストン本体が移動するときの、前記ピストン軸力情報検出部に検出される前記ピストン軸力情報と、前記圧力検出部材に検出される前記圧力容器の内部の圧力と、に基づいて取得される、加圧装置。

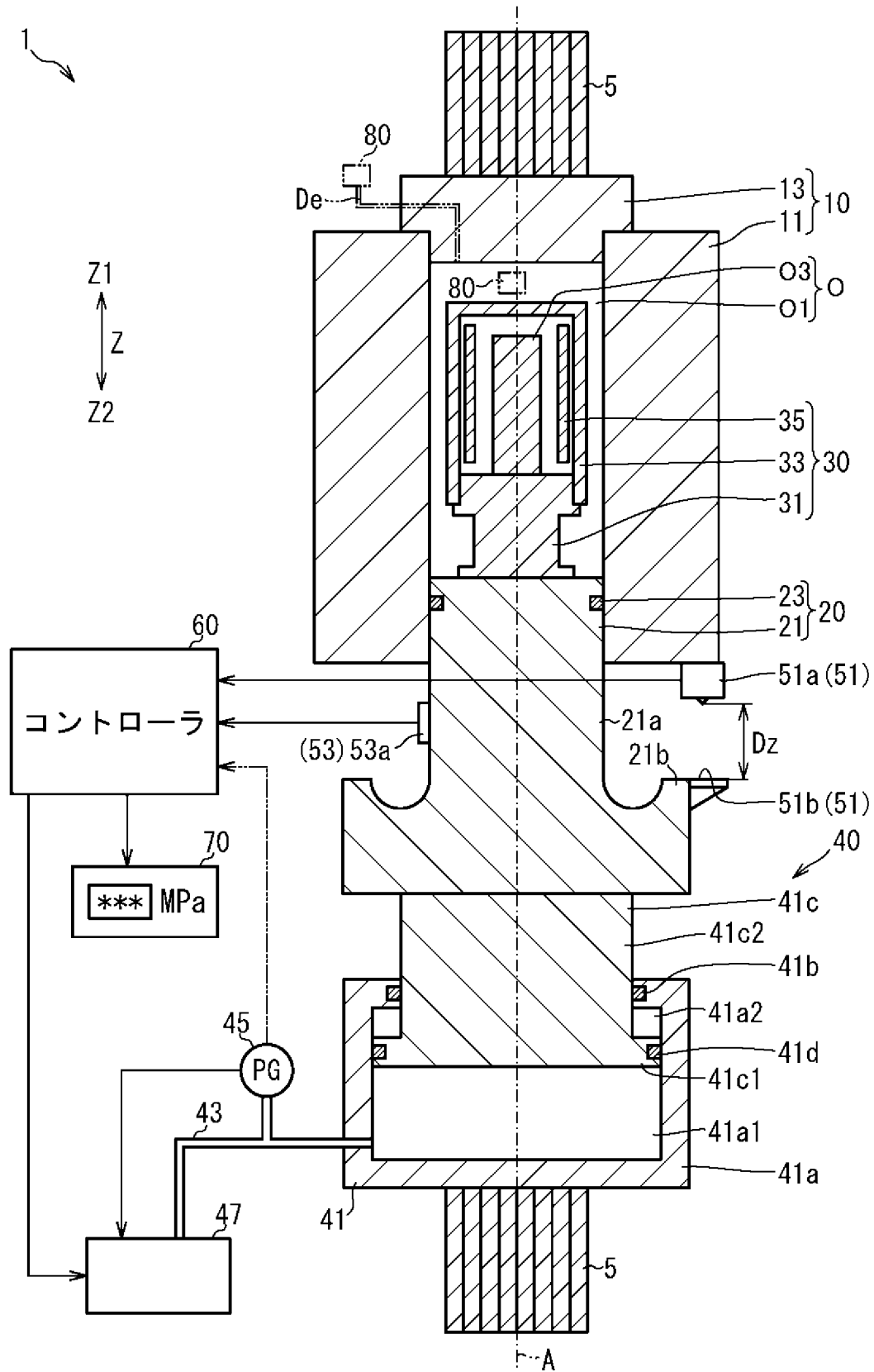
[請求項9]

請求項8に記載の加圧装置であって、

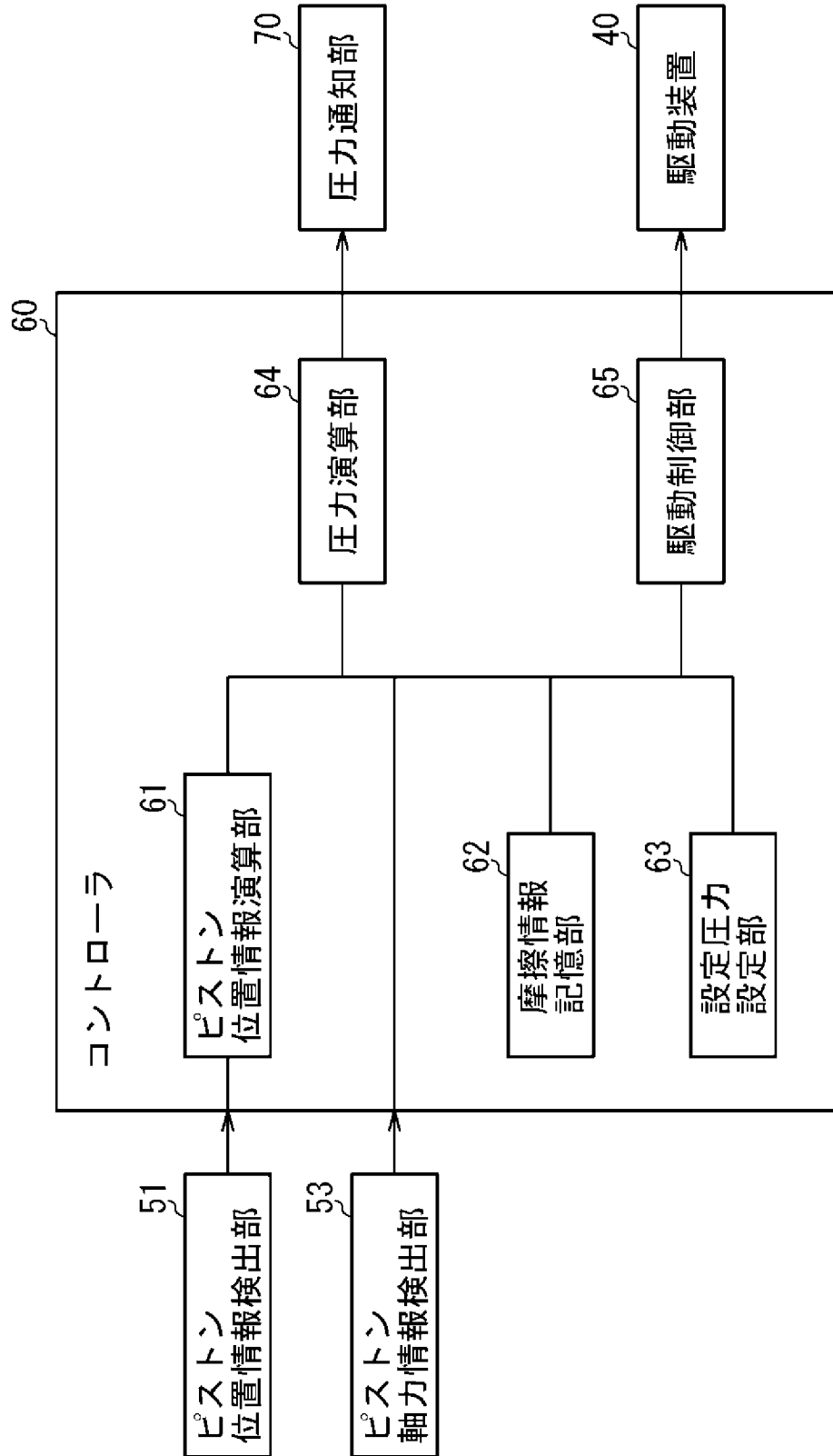
前記圧力検出部材は、前記圧力容器の内部から取出可能に前記圧力容器の内部に配置され、

前記摩擦情報は、前記圧力検出部材が前記圧力容器の内部に配置された状態で取得される、加圧装置。

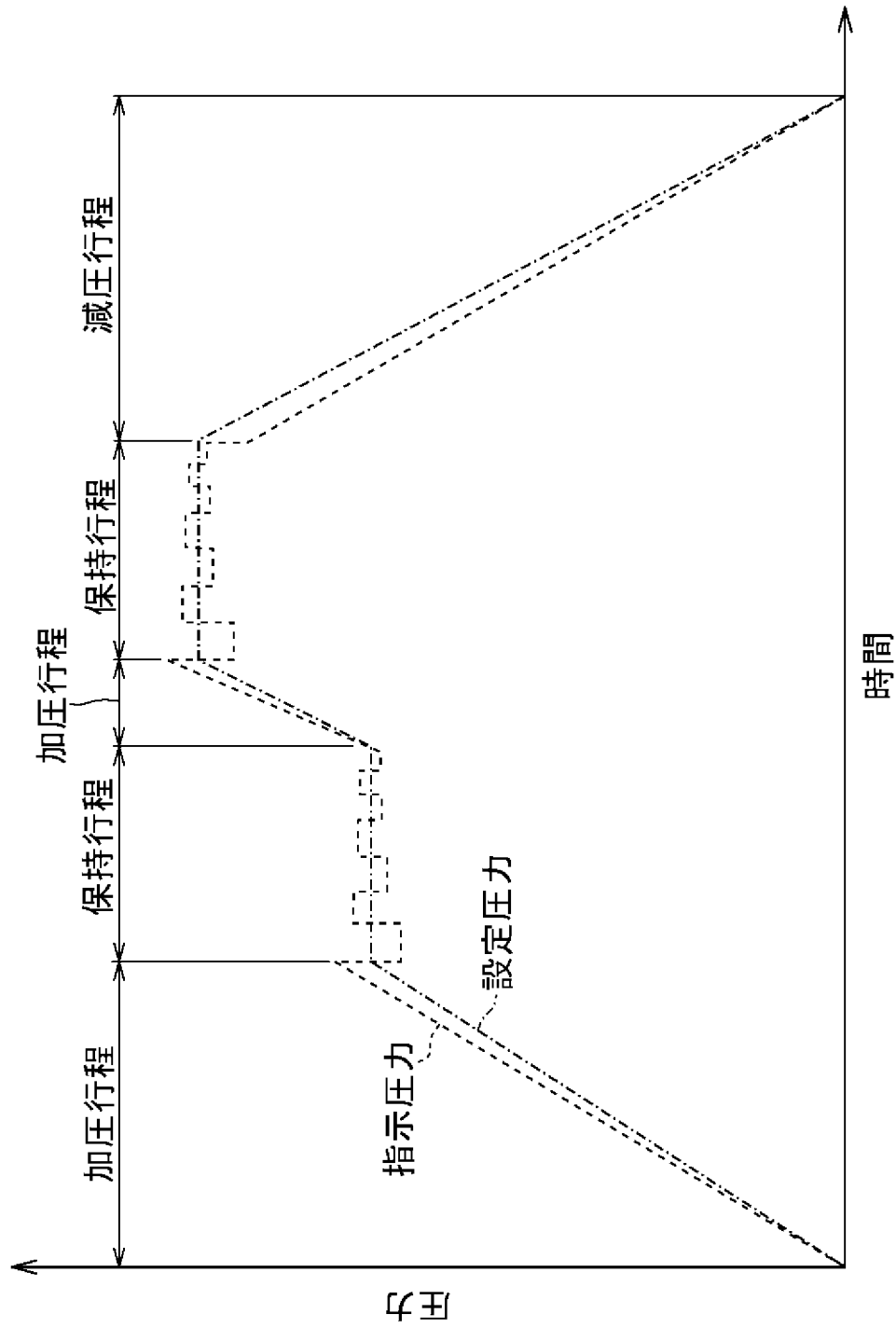
[図1]



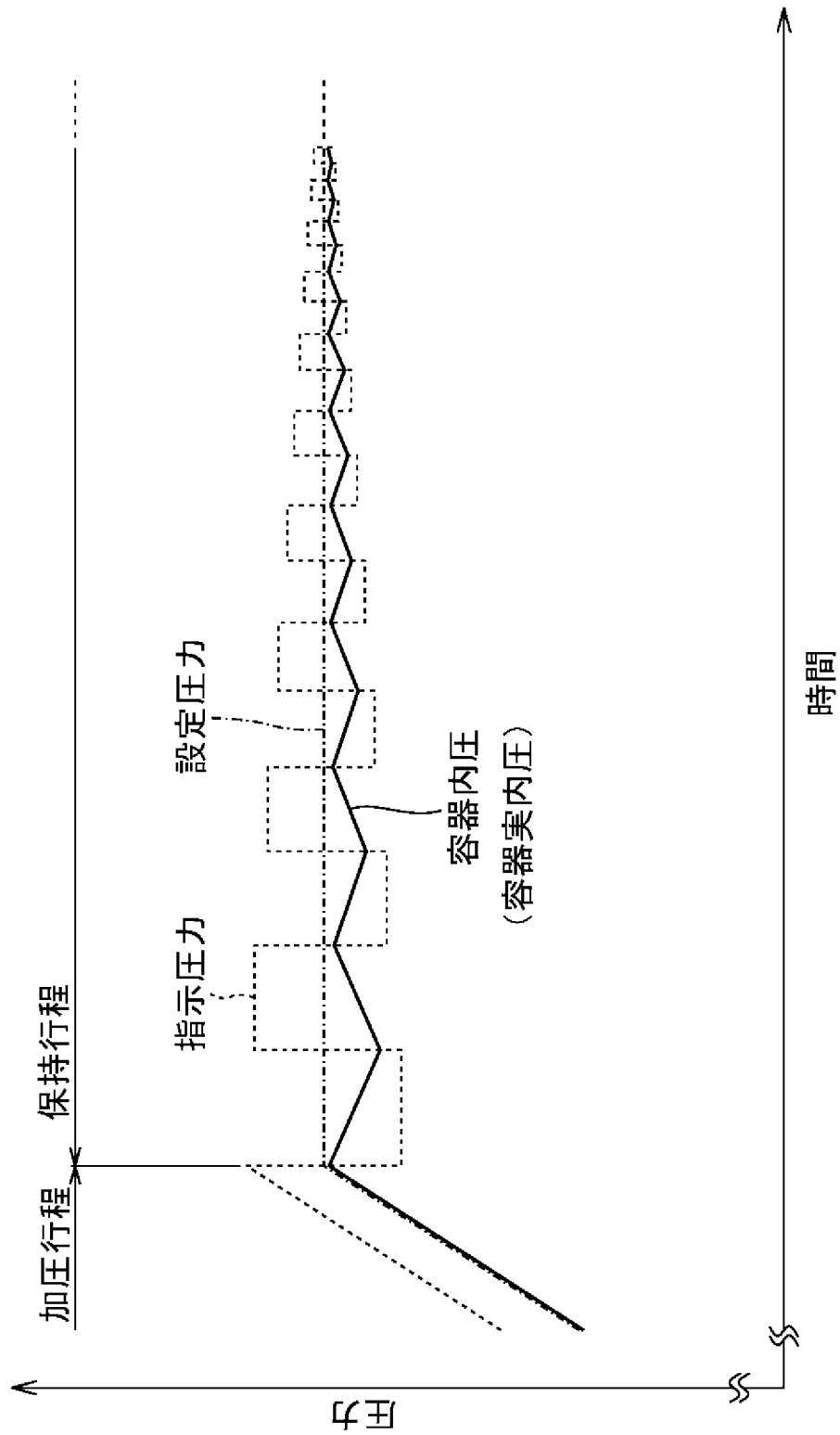
[図2]



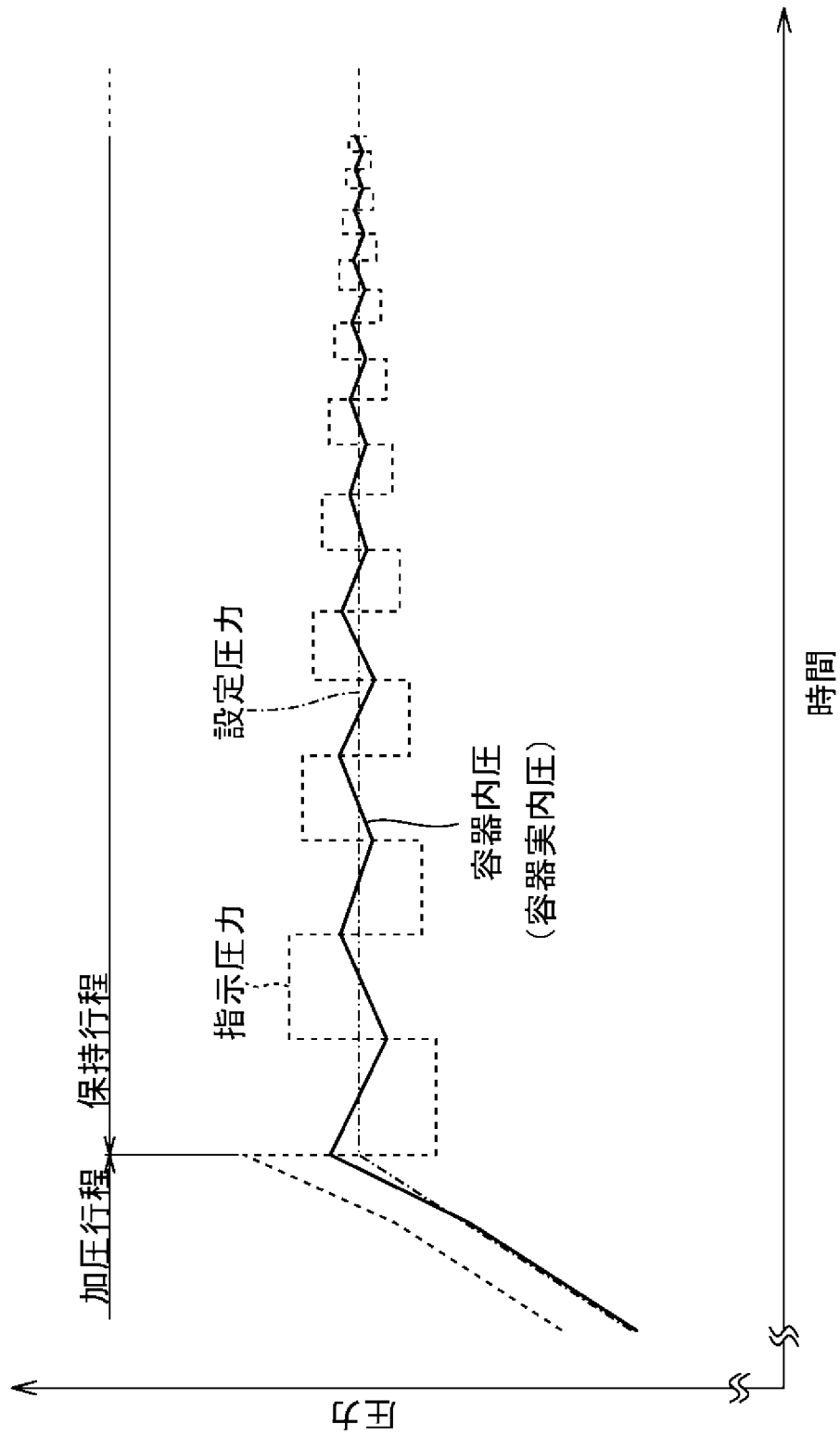
[図4]



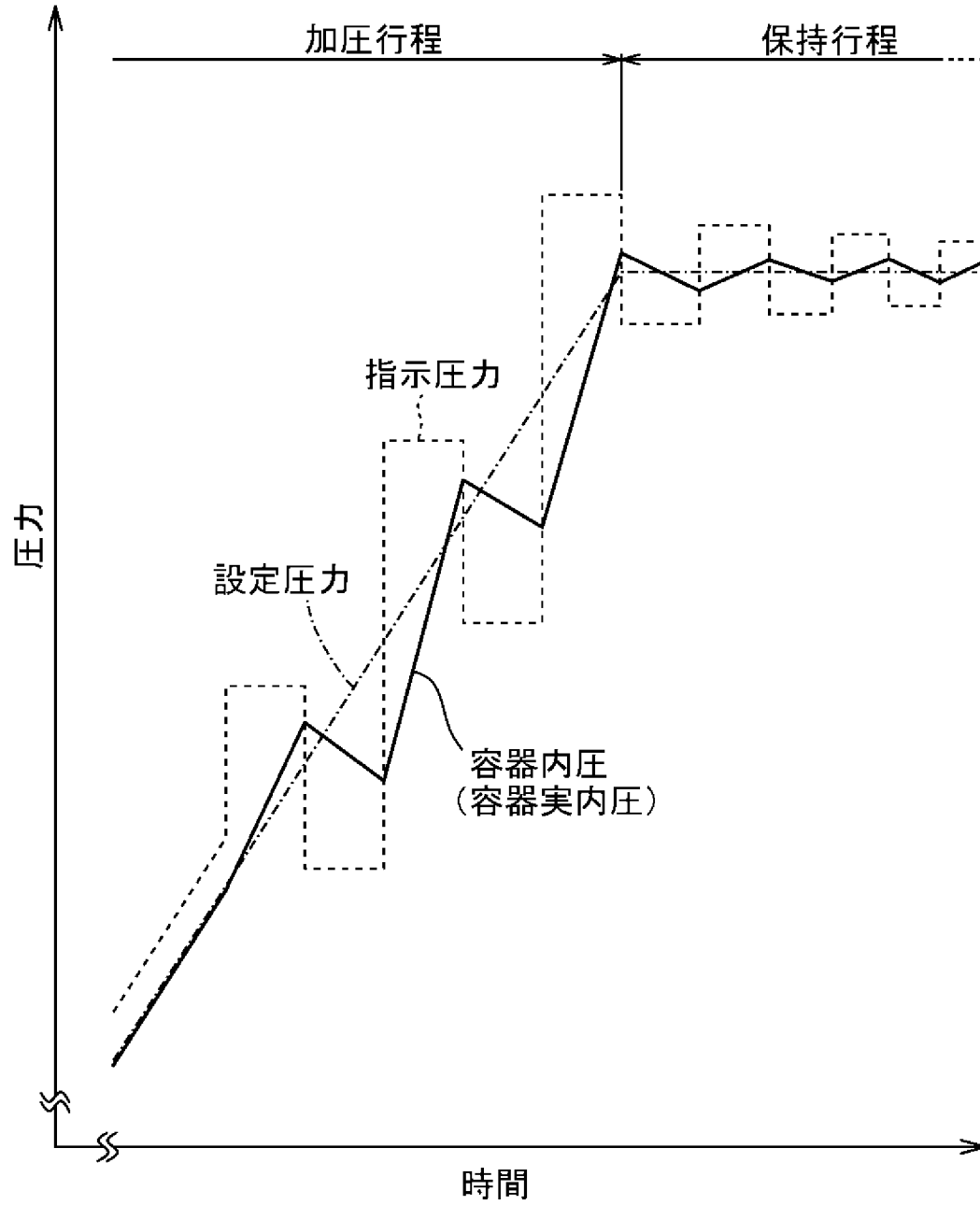
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/018210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B30B 5/02**(2006.01)i; **B30B 15/16**(2006.01)i

FI: B30B5/02 A; B30B15/16 Z

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)

B30B5/02; B30B15/16;F27B17/00;B01J3/06

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
X	JP 3254256 B2 (KOBE STEEL LTD) 04 February 2002 (2002-02-04) claims 1-2, paragraphs [0009]-[0022], fig. 1-4	1-2, 4-5
A		3, 6-9
A	JP 4-203606 A (AISIN SEIKI CO LTD) 24 July 1992 (1992-07-24) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2009-106175 A (KOBE STEEL LTD) 21 May 2009 (2009-05-21) entire text, all drawings	1-9
A	JP 10-239229 A (SUMITOMO METAL IND LTD) 11 September 1998 (1998-09-11) entire text, all drawings	1-9
A	JP 5-50299 A (KOBE STEEL LTD) 02 March 1993 (1993-03-02) entire text, all drawings	1-9



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

18 July 2023

Date of mailing of the international search report

01 August 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/018210

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	3254256	B2	04 February 2002	(Family: none)	
JP	4-203606	A	24 July 1992	(Family: none)	
JP	2009-106175	A	21 May 2009	(Family: none)	
JP	10-239229	A	11 September 1998	(Family: none)	
JP	5-50299	A	02 March 1993	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B30B 5/02(2006.01)i; B30B 15/16(2006.01)i FI: B30B5/02 A; B30B15/16 Z		
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）） B30B5/02; B30B15/16; F27B17/00; B01J3/06		
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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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
X	JP 3254256 B2（株式会社神戸製鋼所）04.02.2002（2002-02-04） [請求項1] - [請求項2]，段落[0009] - [0022]，[図1] - [図4]	1-2, 4-5
A		3, 6-9
A	JP 4-203606 A（アイシン精機株式会社）24.07.1992（1992-07-24） 全文，全図	1-9
A	JP 2009-106175 A（株式会社神戸製鋼所）21.05.2009（2009-05-21） 全文，全図	1-9
A	JP 10-239229 A（住友金属工業株式会社）11.09.1998（1998-09-11） 全文，全図	1-9
A	JP 5-50299 A（株式会社神戸製鋼所）02.03.1993（1993-03-02） 全文，全図	1-9
☐ 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、一般的な技術水準を示すもの “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 “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） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “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 “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 “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 18.07.2023		国際調査報告の発送日 01.08.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 豊島 唯 3P 9432 電話番号 03-3581-1101 内線 3363

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/018210

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	3254256	B2	04.02.2002	(ファミリーなし)	
JP	4-203606	A	24.07.1992	(ファミリーなし)	
JP	2009-106175	A	21.05.2009	(ファミリーなし)	
JP	10-239229	A	11.09.1998	(ファミリーなし)	
JP	5-50299	A	02.03.1993	(ファミリーなし)	