

(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
2020年8月27日(27.08.2020)



(10) 国際公開番号

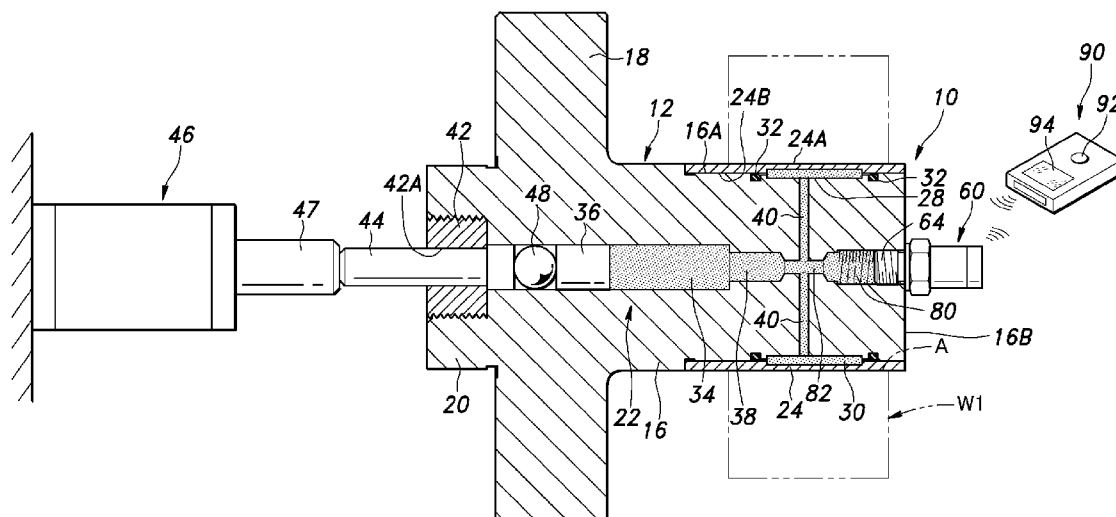
WO 2020/171172 A1

- (51) 国際特許分類:
B23B 31/00 (2006.01) *B23Q 3/14* (2006.01)
B23B 31/40 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/006823
- (22) 国際出願日: 2020年2月20日(20.02.2020)
- (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 2019-029630 2019年2月21日(21.02.2019) JP
- (71) 出願人: 黒田精工株式会社 (KURODA PRECISION INDUSTRIES LTD.) [JP/JP];
- 〒2128560 神奈川県川崎市幸区堀川町580番地16 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 佐藤 正樹 (SATO Masaki); 〒2128560 神奈川県川崎市幸区堀川町580番地16 黒田精工株式会社内 Kanagawa (JP). 山田 厚 (YAMADA Atsushi); 〒2128560 神奈川県川崎市幸区堀川町580番地16 黒田精工株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 大島特許事務所 (OSHIMA & PARTNERS); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町2-20 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,

(54) Title: HYDRAULIC CLAMP DEVICE, WORKPIECE GRIPPING START POINT DETECTION METHOD OF HYDRAULIC CLAMP DEVICE, WORKPIECE GRIPPING START POINT DETECTION DEVICE, AND WORKPIECE GRIPPING METHOD

(54) 発明の名称: 液圧式クランプ装置、液圧式クランプ装置におけるワーク把持開始点検出方法、ワーク把持開始点検出装置及びワーク把持方法

[図1]



(57) Abstract: [Problem] To provide a hydraulic clamp device that can find a workpiece gripping start point on workpieces each having variations in dimensions within a tolerance. [Solution] This hydraulic clamp device, in a portion where a main body 12 that is a first member and the cylindrical body 24 that is a second member overlap each other, clamps a clamped member W1 by means of an elastic deformation of a cylindrical body 24 caused by the pressure of a working fluid sealed

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, JO, JP, 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,
 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

inside a working fluid chamber 30, the working fluid chamber 30 being defined by a recessed section 28 provided in at least one of an outer circumferential surface 16A that is a first circumferential surface and an inner circumferential surface 24B that is a second circumferential surface. The hydraulic clamp device is provided with a computing device that calculates a workpiece gripping start point where the clamping of the clamped member W1 by the cylindrical body 24 starts.

(57) 要約 : 【課題】 公差内で寸法がばらつく各ワークに対してワーク把持開始点を見つけることが可能な液圧式クランプ装置を提供する。 【解決手段】 液圧式クランプ装置は、第1の部材である本体12及び第2の部材である円筒状体24が互いに重なり合う部分において、第1の周面である外周面16A及び第2の周面である内周面24Bの少なくとも一方に設けられた凹部28により作動液体室30が画定され、作動液体室30に封入された作動液体の圧力によって円筒状体24が弾性変形することにより、被クランプ部材W1をクランプする。液圧式クランプ装置は、円筒状体24により被クランプ部材W1のクランプを開始するワーク把持開始点を算出する演算装置を備える。

明 細 書

発明の名称：

液圧式クランプ装置、液圧式クランプ装置におけるワーク把持開始点検出
方法、ワーク把持開始点検出装置及びワーク把持方法

技術分野

[0001] 本発明は、機械加工分野、測定分野において使用される被クランプ部材を
作動液体に圧力を加えてクランプ（以下、把持ともいう。）する液圧式クラ
ンプ装置に関する。

背景技術

[0002] 液圧式クランプ装置としては、作動液体室を画定する薄肉筒状部を含む本
体と、この本体に設けられ、前記作動液体室に封入された作動液体を加圧す
る加圧部とを有し、前記薄肉筒状部が前記作動液体室に封入された作動液体
に圧力を加えることによって径方向に弾性変形することにより被クランプ部
材（以下、ワークともいう。）をクランプするものが知られている（例えば
、特許文献1～3参照）。

[0003] 液圧式クランプ装置の膨張（又は収縮）動作方法は、手動と自動（動力）
とに大別される。手動による動作方法では、液圧式クランプ装置の作動ねじ
を回転させることで、作動液体に圧力を加えて薄肉筒状部を膨張（又は収縮）
させる。動力による動作方法では、液圧式クランプ装置のピストンロッド
を動力シリンダ等によって押すことで、作動液体に圧力を加えて薄肉筒状部
を膨張（又は収縮）させる。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：実公昭58-21605号公報
特許文献2：実開平6-36709号公報
特許文献3：特開2007-50478号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 従来の液圧式クランプ装置がクランプするワークは、公差を規定され、その公差の範囲に製造されることが一般的であり、そのため規定された公差の範囲でクランプ部の実際寸法はばらつく。
- [0006] このように公差内で寸法がばらつくワークに対して従来では、液圧式クランプ装置の薄肉筒状部の膨張（又は収縮）部とワークとが接触するワーク把持開始点（ゼロ点）を検知する方法がなく、クランプ時、すなわち液圧式クランプ装置の薄肉筒状部が膨張（又は収縮）しワークと接触してから、更に作動液体に圧力を加えた場合に発生する把持力を制御することができなかった。その結果、公差の上限値のワークでは、把持力は低く、公差の下限値のワークでは、把持力は高くなる。
- [0007] ここで、把持力について説明する。液圧式クランプ装置は、作動液体室に封入された作動液体に圧力を加えることによって薄肉円筒部（膨張部）が径方向に弾性変形する。
- [0008] ワークは、液圧式クランプ装置の膨張部と隙間を有して嵌め合わせるため、液圧式クランプ装置の膨張部の膨張を進めると、被クランプ部材の内径（又は外径）に接触することになる。接触して尚作動液体に圧力を加えると、薄肉円筒部は接触したワークの肉厚が加味され弾性変形を起こしにくくなる。作動液体に圧力を加える方法として、ピストン等により作動液体室に封入した作動液体を押し込む方法があり、同じ押し込み量のときに、薄肉円筒部だけを膨張させる圧力と、薄肉円筒部にワークの肉厚が加わり一体となった状態を膨張させる圧力とで違いが生じ、その圧力値の差がワークを把持する把持力となる。
- [0009] すなわち、液圧式クランプ装置を用いてワークをクランプする場合に、作動液体に圧力を加えるため、ピストン等を作動する（押し込む）。この時の作動量を一定の量（＝押し込みストローク）とした場合に、公差内の上限値のワークは把持力が小さく（＝変形が小さく）、公差内の下限値のワークは把持力が大きくなる（変形が大きくなる）。したがって、ワークを高精度に

加工、測定する場合には、このような変形の影響が問題となってくる。

前記説明の形態は、液圧式クランプ装置が膨張してワークをクランプする場合であり、液圧式クランプ装置が収縮してワークをクランプする場合は、ワークの公差と把持力との関係は反対になるものの、その特性は同じである。以降は、液圧式クランプ装置を膨張させてワークを把持する場合の動作を説明する。

[0010] 本発明が解決しようとする課題は、寸法がばらつく各被クランプ部材に対してワーク把持開始点を見つけることが可能な液圧式クランプ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] (1) かかる課題を達成するために、本発明の一つの実施形態による液圧式クランプ装置は、外周面又は内周面をなす第1の周面を備えた第1の部材と、前記第1の周面に重なり合う内周面又は外周面をなす第2の周面を備えた第2の部材とを有し、前記第1の部材及び前記第2の部材が互いに重なり合う部分において、前記第1の周面及び前記第2の周面の少なくとも一方に設けられた凹部により作動液体室が画定され、前記作動液体室に封入された作動液体の圧力によって前記第2の部材が弾性変形することにより、被クランプ部材をクランプする液圧式クランプ装置であって、前記作動液体室に封入された前記作動液体の圧力を測定する圧力測定装置と、前記第1の部材に形成されて前記作動液体室に連通するピストン室と、前記ピストン室に設けられたピストンを駆動するピストンロッドを備えた駆動装置と、前記第2の部材により前記被クランプ部材のクランプを開始するワーク把持開始点を算出する演算装置とを備え、前記演算装置は、前記圧力測定装置によって測定された前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークの測定データに基づいて前記ワーク把持開始点を算出する。

[0012] この構成によれば、圧力測定装置にて測定された作動液体の圧力とピストンロッドのストロークの測定データとに基づいて第2の部材により被クランプ部材のクランプを開始するワーク把持開始点を算出する演算装置を備える

ことにより、公差内で寸法がばらつく各被クランプ部材に対してワーク把持開始点を見つけることが可能になる。演算装置は、圧力測定手段にて測定された作動液体の圧力と、ピストンロッドのストロークの測定データとに基づいて把持開始点を算出することができる。

[0013] (2) 上記液圧式クランプ装置は、好ましくは、前記演算装置は、前記作動液体の圧力と、前記ピストンロッドのストロークとの関係を示す測定データに基づいて、前記第2の部材が弾性変形を開始してから前記被クランプ部材の公差下限までの第1の区間の2点と、前記第2の部材が前記被クランプ部材の公差上限と同じになる点から最も弾性変形するまでの第2の区間の2点でそれぞれ直線データを作成し、これらの2直線の交点を前記ワーク把持開始点とする。

[0014] この構成によれば、第2の部材が弾性変形を開始してから被クランプ部材の公差下限までの第1の区間の2点と、第2の部材が被クランプ部材の公差上限と同じになる点から最も弾性変形するまで第2の区間の2点でそれぞれ直線データを作成し、これらの2直線の交点を前記ワーク把持開始点とすることで、ワーク把持開始点を的確に算出することができる。

[0015] (3) 上記液圧式クランプ装置は、好ましくは、前記演算装置は、前記作動液体の圧力と、前記ピストンロッドのストロークとの関係を示す測定データを、前記第2の部材が弾性変形を開始してから前記被クランプ部材の公差下限までの第1の区間、前記第2の部材が前記被クランプ部材の公差上限と同じになる点から最も弾性変形するまでの第2の区間のそれぞれの区間で直線回帰法によりそれぞれの直線データを算出し、これらの2直線の交点を前記ワーク把持開始点とする。

[0016] この構成によれば、作動液体の圧力と、ピストンロッドのストロークとの関係を示す測定データを、第2の部材が弾性変形を開始してから被クランプ部材の公差下限までの第1の区間、第2の部材が被クランプ部材の公差上限と同じになる点から最も弾性変形するまでの第2の区間のそれぞれの区間で直線回帰法によりそれぞれの直線データを算出し、これらの2直線の交点を

ワーク把持開始点とすることで、ワーク把持開始点を的確に算出することができる。

[0017] (4) 上記液圧式クランプ装置は、好ましくは、前記演算装置は、前記第2の部材が弾性変形を開始してから、前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す測定データの前記作動液体室内の圧力増加率が変化した点を前記ワーク把持開始点とする。

[0018] この構成によれば、第2の部材が弾性変形を開始してから、作動液体の圧力とピストンロッドのストロークとが相関関係を示す測定データの作動液体室内の圧力増加率が変化した点をワーク把持開始点とするため、ワーク把持開始点を的確に算出することができる。

[0019] (5) 上記液圧式クランプ装置は、好ましくは、前記演算装置は、前記第2の部材が弾性変形を開始してから、前記被クランプ部材の公差下限までの区間における前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す測定データの第1の傾きに対し、前記第2の部材の弾性変形が最大になるまで前記ピストンロッドをストロークさせたときに1次関数による相関関係を示す測定データの第2の傾きが、前記第1の傾き以上に変化した点を前記ワーク把持開始点とする。

[0020] この構成によれば、第2の部材が弾性変形を開始してから、被クランプ部材の公差下限までの区間における作動液体の圧力とピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す測定データの第1の傾きに対し、第2の部材の弾性変形が最大になるまでピストンロッドをストロークさせたときに1次関数による相関関係を示す測定データの第2の傾きが、前記第1の傾き以上に変化した点を前記ワーク把持開始点とするため、ワーク把持開始点を的確に算出することができる。

[0021] (6) 上記液圧式クランプ装置は、好ましくは、前記演算装置は、前記被クランプ部材が取り付けられていない状態で、前記第2の部材が弾性変形を開始してから最も弾性変形するまでの区間において前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す第1の測

定データと、前記被クランプ部材が取り付けられた状態で、前記第2の部材が前記被クランプ部材の公差上限と同じになる点から最も弾性変形するまでの区間において前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す第2の測定データとから各々直線データを算出し、これら2直線の交点を前記ワーク把持開始点とする。

[0022] この構成によれば、被クランプ部材が取り付けられていない状態で、第2の部材が弾性変形を開始してから最も弾性変形するまでの区間において作動液体の圧力とピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す第1の測定データと、被クランプ部材が取り付けられた状態で、第2の部材が被クランプ部材の公差上限と同じになる点から最も弾性変形するまでの区間において作動液体の圧力とピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す第2の測定データとから各々直線データを算出し、これら2直線の交点を前記ワーク把持開始点とするため、ワーク把持開始点を的確に算出することができる。

[0023] (7) 上記液圧式クランプ装置は、好ましくは、前記演算装置は、前記被クランプ部材が取り付けられていない状態で、前記第2の部材が弾性変形を開始してから最も弾性変形するまでの区間において前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す第1の測定データの傾きに対して、前記被クランプ部材が取り付けられた状態で、前記ピストンロッドを最大ストロークまでストロークさせたときの前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す第2の測定データの傾きが前記第1の測定データの傾き以上に変化した点を前記ワーク把持開始点とする。

[0024] この構成によれば、被クランプ部材が取り付けられていない状態で、第2の部材が弾性変形を開始してから最も弾性変形するまでの区間において作動液体の圧力とピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す第1の測定データの傾きに対して、被クランプ部材が取り付けられた状態で、ピストンロッドを最大ストロークまでストロークさせたときの作動液体

の圧力とピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す第2の測定データの傾きが前記第1の測定データの傾き以上に変化した点を前記ワーク把持開始点とするため、ワーク把持開始点を的確に算出することができる。

[0025] (8) 上記液圧式クランプ装置は、好ましくは、前記ワーク把持開始点を基準として前記第2の部材を弾性変形させ、前記被クランプ部材に対して所定の把持力が得られるように前記作動液体の圧力を制御する把持力制御装置を更に備える。

[0026] この構成によれば、ワーク把持開始点を基準として第2の部材を弾性変形させ、被クランプ部材に対して所定の把持力が得られるように作動液体の圧力を制御する把持力制御装置を更に備えるので、被クランプ部材に対する把持力を所定の値に設定することが可能になる。その結果、公差内で寸法がばらつく各被クランプ部材に対して同量の把持力でクランプすることが可能になる。

[0027] (9) 上記液圧式クランプ装置は、好ましくは、外周面又は内周面をなす第1の周面を備えた第1の部材と、前記第1の周面に重なり合う内周面又は外周面をなす第2の周面を備えた第2の部材とを有し、前記第1の部材及び前記第2の部材が互いに重なり合う部分において、前記第1の周面及び前記第2の周面の少なくとも一方に設けられた凹部により作動液体室が画定され、前記作動液体室に封入された作動液体の圧力によって前記第2の部材が弾性変形することにより、被クランプ部材をクランプする液圧式クランプ装置であって、前記第2の部材により前記被クランプ部材のクランプを開始するワーク把持開始点を算出する演算装置と、前記ワーク把持開始点を基準にして前記第2の部材を弾性変形させ、前記被クランプ部材に対して所定の把持力が得られるように前記作動液体の圧力を制御する把持力制御装置とを備える。

[0028] この構成によれば、ワーク把持開始点を基準として第2の部材を弾性変形させ、被クランプ部材に対して所定の把持力が得られるように作動液体の圧

力を制御する把持力制御装置を更に備えるので、被クランプ部材に対する把持力を所定の値に設定することが可能になる。その結果、公差内で寸法がばらつく各被クランプ部材に対して同量の把持力でクランプすることが可能になる。

[0029] (10) 本発明の一つの実施形態による液圧式クランプ装置におけるワーク把持開始点検出方法は、内部に作動液体室が設けられたクランプ部材と、前記作動液体室に充填された作動液体を加圧するピストンを備え、前記クランプ部材は、内面側に前記作動液体室を画定し、且つ外面側にクランプ面を画定する壁体を有し、前記ピストンの移動による前記作動液体の加圧により前記壁体が弾性変形し、前記クランプ面を被クランプ部材に対して押し付けることにより、前記被クランプ部材をクランプする液圧式クランプ装置において、前記クランプ面が前記被クランプ部材に対して当接を開始した時点であるワーク把持開始点を検出する方法であって、前記ピストンの移動位置に対する前記作動液体の圧力変化に基づいて前記ワーク把持開始点を検出する。

[0030] この方法によれば、ワーク把持開始点を正確に検出することができる。

[0031] (11) 前記液圧式クランプ装置に前記被クランプ部材を取り付けた状態で、前記ピストンの移動位置に対する前記作動液体の圧力上昇率が変化する時点をワーク把持開始点とする。

[0032] この方法によれば、ワーク把持開始点を的確に検出することができる。

[0033] (12) 上記ワーク把持開始点検出方法は、好ましくは、前記クランプ面が前記被クランプ部材に対して当接しないと推定される前記ピストンの移動区間の前記ピストンの移動位置と前記作動液体の圧力との関係を示す方程式と、前記クランプ面が前記被クランプ部材に対して当接すると推定される前記ピストンの移動区間の前記ピストンの移動位置と前記作動液体の圧力との関係を示す方程式とによる連立方程式の解を、前記ワーク把持開始点とする。

[0034] この方法によれば、ワーク把持開始点を的確に検出することができる。

- [0035] (13) 上記ワーク把持開始点検出方法は、好ましくは、前記液圧式クランプ装置に前記被クランプ部材を取り付けない状態での前記ピストンの移動位置に対する前記作動液体の圧力変化と、前記液圧式クランプ装置に前記被クランプ部材を取り付けた状態での前記ピストンの移動位置に対する前記作動液体の圧力変化とから前記ワーク把持開始点を検出する。
- [0036] この方法によれば、ワーク把持開始点を的確に検出することができる。
- [0037] (14) 上記ワーク把持開始点検出方法は、好ましくは、前記作動液体の圧力を圧力センサによって検出する。
- [0038] この方法によれば、ワーク把持開始点の検出に必要な作動液体の圧力が的確に検出される。
- [0039] 上記ワーク把持開始点検出方法は、好ましくは、前記作動液体の圧力を前記ピストンに作用する荷重を検出するロードセルによる計測値から検出する。
- [0040] この方法によれば、ワーク把持開始点の検出に必要な作動液体の圧力が外部から検出される。
- [0041] (16) 液圧式クランプ装置におけるワーク把持開始点検出装置は、内部に作動液体室が設けられたクランプ部材と、前記作動液体室に充填された作動液体を加圧するピストンとを備え、前記クランプ部材は、内面側で前記作動液体室を画定し、且つ外面側でクランプ面を画定する壁体を有し、前記ピストンの移動による前記作動液体の加圧により前記壁体が弾性変形し、前記クランプ面を被クランプ部材に対して押し付けることにより、前記被クランプ部材をクランプする液圧式クランプ装置において、前記クランプ面が前記被クランプ部材に対して当接を開始した時点であるワーク把持開始点を検出する装置であって、前記ピストンの移動位置に対する前記作動液体の圧力変化に基づいて前記ワーク把持開始点を検出する。
- [0042] この構成によれば、ワーク把持開始点を正確に検出することができる。
- [0043] (17) 本発明の一つの実施形態によるワーク把持方法は上記の液圧式クランプ装置におけるワーク把持開始点検出方法によって検出された前記ワーク

把持開始点の前記ピストンの移動位置或いは前記作動液体の圧力を基準にして前記被クランプ部材の把持力を設定する。

[0044] この方法によれば、被クランプ部材に寸法のばらつきがあっても、被クランプ部材を所要の把持力をもって把持することができる。

[0045] (18) 上記液圧式クランプ装置によるワーク把持方法は、好ましくは、前記液圧式クランプ装置は、外部からの押圧により移動する第1ピストン及び前記クランプ部材に設けられた作動ねじ部材の螺進によって移動する第2ピストンを有し、前記第1ピストンの移動によって前記ワーク把持開始点を検出し、前記ワーク把持開始点を検出した前記作動液体の圧力を基準にして前記第2ピストンの移動によって前記被クランプ部材の把持力を設定する。

[0046] この方法によれば、外段取りより、被クランプ部材を所要の把持力をもって把持することができる。

発明の効果

[0047] 本発明による液圧式クランプ装置によれば、寸法がばらつく各被クランプ部材に対してワーク把持開始点を見つけることができる。

図面の簡単な説明

[0048] [図1]本発明に係る液圧式クランプ装置の実施形態1を示す縦断面図

[図2]同実施形態1に係る液圧式クランプ装置の要部を示す縦断面図

[図3]同実施形態1に係る液圧式クランプ装置の制御回路を示すブロック図

[図4]図3の制御部の動作を示すフローチャート

[図5]同実施形態1に係る液圧式クランプ装置においてピストンロッドのストローク（位置）と液圧（圧力）との関係を示すグラフ

[図6]同実施形態1において測定データに基づいてワーク把持開始点を算出する一例を示すグラフ

[図7]同実施形態1において測定データに基づいてワーク把持開始点を算出する他の例を示すフローチャート

[図8]本発明の実施形態2に係る液圧式クランプ装置の制御回路を示すブロック図

[図9]本発明の実施形態3に係る液圧式クランプ装置の縦断面図

[図10]本発明によるワーク把持開始点検出方法及びワーク把持方法の実施に用いられる外段取り装置の正面図

[図11]実施形態3に係る液圧式クランプ装置の工作機械に対する取付状態を示側面図

[図12]本発明の実施形態4に係る液圧式クランプ装置の縦断面図

[図13]本発明の実施形態5に係る液圧式クランプ装置の縦断面図

発明を実施するための形態

[0049] 以下、本発明の実施形態について説明する。

[0050] [実施形態1]

本発明の実施形態1を、図1～図5を参照して説明する。

[0051] 図1に示すように、液圧式クランプ部10は、マンドレルタイプのものであり、本体（第1の部材）12を有する。本体12は、第1軸状部16とフランジ部18と第2軸状部20とを軸線方向に順に同一軸線上に有する丸棒による棒状部（マンドレル）22を含む。第1軸状部16及び第2軸状部20は同一外径を有する。フランジ部18は、第1軸状部16及び第2軸状部20よりも大きい外径を有し、第1軸状部16及び第2軸状部20に対し径方向外方に拡張して形成されている。

[0052] 第1軸状部16の外周には薄肉構造の壁体をなす円筒状体（第2の部材）24が嵌装されている。この円筒状体24は、内面側で後述の作動液体室30を画定し、外面側でクランプ面を画定する円筒状の壁体であり、円筒形状の被クランプ部材W1をクランプする外周面（クランプ面）24A及び第1軸状部16の外周面（第1の周面）16Aに重なり合う内周面（第2の周面）24Bを備える。

[0053] 第1軸状部16の外周面16Aには周溝状の凹部28が形成されている。第1軸状部16と円筒状体24との間には、凹部28によって第1軸状部16の外周面16Aの全周に亘って延在する横断面（中心軸線に直交する断面）形状が円環状の作動液体室30が画定されている。

- [0054] かくして、円筒状体 24 は、内面側に作動液体室 30 を画定し、外面側にクランプ面（外周面 24 A）を画定する。
- [0055] 第 1 軸状部 16 の外周面 16 A には作動液体室 30 を軸線方向に挟んだ両側に作動液体室 30 の液密性を確保するための O リング 32 が装着されている。尚、円筒状体 24 は第 1 軸状部 16 にろう付け等によって液密に接合されていてもよい。この場合には O リング 32 は不要になる。
- [0056] 棒状部 22 は中心軸線上を第 1 軸状部 16 に亘って軸線方向に延在するピストン室 34 を有する。ピストン室 34 内にはピストン 36 が軸線方向に移動可能に嵌合している。ピストン室 34 の一方の端部は第 1 軸状部 16 に形成された軸線方向の通路 38 及び径方向の複数の通路 40 を通して作動液体室 30 に連通している。
- [0057] ピストン 36 によって区切られたピストン室 34 の通路 38 側の室空間、通路 38、40 及び作動液体室 30 は一つの密閉空間をなしており、この密閉空間には作動液体である作動油が充填封入されている。
- [0058] 本体 12 の第 2 軸状部 20 にはブッシュ 42 がねじ止めされている。ブッシュ 42 には中心部の軸線方向に貫通する貫通孔 42 A が形成されている。この貫通孔 42 A にはプッシュロッド 44 が軸線方向に移動可能に係合している。プッシュロッド 44 の軸線方向の移動は、鋼球 48 を介してピストン 36 に伝達される。
- [0059] 液圧式クランプ部 10 にはプッシュロッド 44 と同一軸線上に駆動装置の一例である動力シリンダ部 46 が設置されている。動力シリンダ部 46 は、ピストン 36 を駆動するためのピストンロッド 47 を含む駆動装置であり、動力シリンダ部 46 への制御信号によってピストンロッド 47 のストロークを制御する。上記制御信号によりピストンロッド 47 が図 1 で見て右方向に移動すると、プッシュロッド 44、鋼球 48、ピストン 36 が同方向に移動し、作動液体室 30 の作動油を加圧する。これにより、作動液体室 30 の圧力はピストンロッド 47 のストロークに応じて定量的に加圧制御される。
- [0060] 動力シリンダ部 46 は、一般的には油圧シリンダ、空圧シリンダ、油圧式

サーボシリンダ、モータとボールねじを用いた電動シリンダ等が使用される。

- [0061] 本実施形態では、動力シリンダ部46を使用することによって作動液体室30の作動油の加圧を機械化及び自動化することができる。
- [0062] このようにしてピストンロッド47の加圧構造が構成され、プッシュロッド44の移動によってピストン36がピストン室34を通路38側（図1で見て右側）に移動する。これにより、作動液体室30の作動油が加圧され、この加圧によって円筒状体24が径方向に弾性変形することにより径方向外方に拡張変形する。
- [0063] その結果、円筒状体24の外周面24Aにおいて円筒状体24の拡張変形のもとに、外周面24Aが、被クランプ部材（ワーク）W1の中心孔Aの内周面に当接し、当該内周面に押し付けられることにより、被クランプ部材W1をクランプすることが行われる。より詳細には、被クランプ部材W1は、円筒状体24の外周に嵌合した中心孔Aを有していて、円筒状体24の拡張変形によって中心孔Aの内周面に円筒状体24の外周面24Aが密着することにより、液圧式クランプ部10に把持（クランプ）される。
- [0064] このように、本実施形態1の液圧式クランプ部10は、円筒形状の被クランプ部材W1をクランプする力を制御してクランプする。
- [0065] 第1軸状部16の端面16Bには圧力センサ装置（圧力測定装置）60が取り付けられている。この圧力センサ装置60は、図2に示すようにフランジ部62と、このフランジ部62から一方の側に延出した雄ねじ部64と、フランジ部62のもう一方の側に順に形成された六角部66及びハウジング68と、このハウジング68の遊端（先端）に装着されたキャップ部70とを有する。
- [0066] ハウジング68には不図示の圧力測定素子及び回路基板を含む液圧測定部（圧力測定装置）72がオイル69によって封止された状態で設けられている。雄ねじ部64、フランジ部62及び六角部66には、雄ねじ部64の先端に開口にして測定対象の圧力を液圧測定部72に導く圧力導入通路74が

形成されている。

- [0067] 液圧測定部 7 2 がオイル 6 9 によって封止されていることにより、液圧測定部 7 2 の絶縁信頼性が高くなると共に、外部環境の影響を受け難くなり、液圧測定部 7 2 により安定した圧力測定が可能になる。
- [0068] キャップ部 7 0 には、液圧測定部 7 2 によって測定された圧力を示す信号を外部に、本実施形態では液圧式クランプ部 1 0 の近傍に配置される無線式リーダ 9 0 (図 1 参照) に出力する無線通信部 7 6 と、圧力センサ装置 6 0 のための電力を無線によって外部から、本実施形態では前述の無線式リーダ 9 0 から受信する受電部 7 8 とを有する。受電部 7 8 は、内蔵アンテナ (不図示) を用いて無線式リーダ 9 0 から公知の電磁誘導あるいは電界及び磁界が変化する電波によって外部から非接触方式で給電されるものであり、液圧測定部 7 2 及び無線通信部 7 6 に電力の供給を行う。
- [0069] 第 1 軸状部 1 6 には、端面 1 6 B に開口した径方向の有底のねじ孔 8 0 が形成されている。圧力センサ装置 6 0 は、雄ねじ部 6 4 がねじ孔 8 0 にねじ係合することにより、第 1 軸状部 1 6 の端面 1 6 B に固定される。
- [0070] 図 2 に示すように、フランジ部 6 2 の雄ねじ部 6 4 側には円環状の凹溝 6 5 が形成されている。この凹溝 6 5 には円環状のゴムパッキン 6 7 が装着されている。このゴムパッキン 6 7 は、雄ねじ部 6 4 がねじ孔 8 0 にねじ係合することにより、弾性変形して第 1 軸状部 1 6 の端面 1 6 B に押し付けられ、第 1 軸状部 1 6 と圧力センサ装置 6 0 との間の液密シールを行う。
- [0071] 第 1 軸状部 1 6 には、図 1 に示すように、ねじ孔 8 0 の軸線方向に連通する通路 8 2 が形成されている。この通路 8 2 は第 1 軸状部 1 6 に形成された軸線方向の通路 3 8 及び径方向の複数の通路 4 0 に連通している。
- [0072] ねじ孔 8 0、通路 8 2、4 0 及び 3 8 には、前述の密閉空間の膨張部として密閉空間と同様の作動油が封入されており、これらねじ孔 8 0、通路 8 2、4 0 及び 3 8 は、作動液体室 3 0 の圧力を液圧測定部 7 2 に導く。これにより、作動液体室 3 0 の作動油の圧力 (液圧) と同じ圧力が液圧測定部 7 2 に作用し、液圧測定部 7 2 は作動液体室 3 0 の液圧を測定する。

[0073] この作動液体室30の液圧を測定するには、ハンディタイプの無線式リーダ90が液圧式クランプ部10の圧力センサ装置60に近付けられ、無線式リーダ90の測定ボタン92が押されることにより開始される。測定ボタン92が押されると、圧力センサ装置60の受電部78は無線式リーダ90から非接触方式で給電され、受電部78から液圧測定部72及び無線通信部76に電力の供給が行われる。これにより、液圧測定部72及び無線通信部76がアクティブ状態になって液圧測定部72が作動液体室30の液圧を測定し、無線通信部76が液圧測定部72によって測定された液圧の示す信号（電波）を外部に出力する。この無線通信部76が出力する電波を無線式リーダ90が受信することにより、無線式リーダ90の表示部94に作動液体室30の液圧が表示される。

[0074] これにより、圧力センサ装置60において電池交換を行ったり、圧力センサ装置60にリード線の接続を行ったりする作業を必要とすることがなく、作動液体室30の液圧の測定が作業性よく行われるようになる。

[0075] 尚、本実施形態は無線式リーダ90を用いた例について説明したが、有線式圧力センサを用いて測定した内部圧力を外部へ発信しても液圧の測定値に変わりはない。

[0076] 次に、本実施形態の制御回路について説明する。

[0077] 図3は、実施形態1に係る液圧式クランプ装置の制御回路を示すブロック図である。図4は、図3の制御部の動作を示すフローチャートである。図5は、実施形態1に係る液圧式クランプ装置においてピストン36を押すピストンロッド47のストローク（位置）と作動液体室30の液圧（圧力）との関係を示すグラフである。

[0078] ここで、液圧式クランプ部10の動作特性について説明する。

すなわち、液圧式クランプ装置の動作特性として、以下の（1）、（2）、（3）が分かっている。

（1）作動液体を加圧するためのピストンロッド47の移動量（＝ピストンロッド47のストローク）と作動液体の圧力とは概ね1次関数による相関

関係にある。

(2) 作動液体の圧力と液圧式クランプ部10の円筒状体24の膨張量とは概ね1次関数による相関関係にある。

(3) 前記相関関係により液圧式クランプ部10の円筒状体24の径とピストンロッド47のストロークとの関係を求めることができる。したがって、対象となる被クランプ部材W1の被把持部の公差の上限、下限の径と同径になるピストンロッド47のストローク、または液圧は、液圧式クランプ部10の固有値として把握することが可能である。この固有値は、液圧式クランプ部10の円筒状体24の径を実測しても、液圧式クランプ部10の設計値から計算で求めてもどちらでも可能である。

[0079] 図3に示すように、液圧式クランプ装置の制御回路は、制御部50を有している。この制御部50は、液圧式クランプ部10における圧力センサ装置60の液圧測定部72から圧力測定データを入力するとともに、動力シリンダ部46からピストンロッド47のストロークの測定データを入力する。

[0080] 制御部50は、マイクロコンピュータ等を含むものであり、演算部（演算装置）52と、把持力制御装置としての把持力制御部54とを有する。

[0081] 演算部52は、円筒状体24により被クランプ部材W1のクランプを開始するワーク把持開始点を算出する。ここで云うワーク把持開始点は、ワーククランプのゼロ点に相当し、円筒状体24の外周面24Aが被クランプ部材W1の内周面に接触を開始する時点、つまり円筒状体24が被クランプ部材W1に対して当接を開始する時点におけるピストンロッド47のストローク及び作動液体室30内の圧力（液圧）によって特定される。

[0082] これにより、演算部52は、ワーク把持開始点として、円筒状体24の外周面24Aが被クランプ部材W1の内周面に接触を開始する時点におけるピストンロッド47のストローク及び作動液体室30内の圧力（液圧）を、これらの測定値から特定する。つまり、演算部52は、ピストンロッド47のストロークの測定データ及び液圧測定部72で測定した作動液体室30内の圧力の測定データに基づいてワーク把持開始点（以下、ゼロ点ともいう）を

算出する。

- [0083] 液圧式クランプ部10のプッシュロッド44を取付機械側の動力シリンダ部46のピストンロッド47で押す動力タイプである。ピストンロッド47が押されることにより、液圧式クランプ部10の作動液体室30の作動油に圧力がかかり、円筒状体24が拡張変形する。この作動液体室30に通路40、82、ねじ孔80を通して圧力センサ装置60が接続されており、作動液体室30の内部の圧力変化を圧力センサ装置60の液圧測定部72で測定している。
- [0084] ピストンロッド47のストロークとピストン36の移動位置とは等価である。この実施形態では、ピストン36の移動位置として、外部から計測が容易なピストンロッド47のストロークを検出する。
- [0085] 動力シリンダ部46のピストンロッド47のストロークは、ピストンロッド47に測長器や変位計等の移動量測定装置を取り付け、この移動量測定装置によりピストンロッド47の移動量を測定することにより検出する。また、動力シリンダ部46に電動シリンダを用いた場合には、ピストンロッド47のストロークは、モータの回転角度とボールねじのリードから移動量を算出することによって検出することができる。
- [0086] 把持力制御部54は、演算部52によって検出されたワーク把持開始点の作動液体室30内の圧力を基準（ゼロ点）として、作動液体室30内の圧力が予め規定されている圧力となるように、つまり、予め規定されている把持力が得られるように、ピストンロッド47のストロークを制御する。この把持力は、ワーク把持開始点から更に作動液体室30内の圧力を上昇させた場合の液圧に置き換えることができる。
- [0087] 具体的には、液圧式クランプ部10の作動液体室30に封入されている作動油を加圧すると、円筒状体24が拡張変形する。上述したように、作動液体室30内の圧力（内圧）と拡張変形量及び加圧のためのシリンダストロークと拡張変形量とは概ね1次関数による相関関係にあることから、被クランプ部材W1を把持した場合、把持力はワーク把持開始点からの拡張変形量に

相当する液圧で把握することができる。尚、ワーク把持開始点を得るための具体的な算出方法については、後述する。

[0088] 次に、制御部50の動作を図4及び図5に基づいて説明する。

[0089] 先ず、液圧式クランプ部10に被クランプ部材W1を装着する（ステップS11）。具体的には、円筒状体24の外周面24Aに被クランプ部材W1を装着する。

[0090] 次いで、液圧式クランプ部10の膨張（拡張変形）を開始する（ステップS12）。具体的には、円筒状体24の膨張を開始する。このステップS12の処理では、制御部50がピストンロッド47のストロークの測定データ（測定値）及び液圧測定部72で測定した作動液体室30内の圧力の測定データ（測定値）を時系列に監視する。

[0091] そして、円筒状体24を膨張させる（ステップS13）。

[0092] 更に、制御部50の演算部52は、ピストンロッド47のストロークの測定データと、液圧測定部72で測定した作動液体室30内の圧力の測定データとからワーク把持開始点（ゼロ点）を算出する（ステップS14）。

[0093] 次に、制御部50は、ステップS14で算出されたワーク把持開始点に基づいて所定の圧力となるようにフィードバック制御する（ステップS15）。具体的には、制御部50の把持力制御部54は、上記ワーク把持開始点を基準として図5に示すピストンロッド47のストロークの測定データと作動液体室30内の圧力の測定データから作動液体室30内の圧力が所定の圧力となるように動力シリンダ部46に制御信号を出力する。動力シリンダ部46は、その制御信号を入力し、作動液体室30内の圧力が所定の圧力となるようにピストンロッド47のストロークの値を設定される。

[0094] これにより、液圧式クランプ部10は、そのストロークの値に基づいて円筒状体24を弾性変形（拡張変形）させ、被クランプ部材W1に対して所定の圧力（把持力）となるように制御される。

[0095] ここで、被クランプ部材W1に対して所定の圧力（把持力）となるように制御することについて説明する。また、所定の把持力とは、本制御を実施す

るにあたり、予め設定される任意の値である。

[0096] 複数の被クランプ部材W1は、それぞれ公差内においてばらつきがあるため、円筒状体24が弾性変形（拡張変形）した場合、円筒状体24の外周面24Aが被クランプ部材W1の中心孔Aの内周面に、接触するまでの拡張変形量がばらつくことになる。接触した時点でのピストンロッド47のストローク及び作動液体室30内の圧力、つまりワーク把持開始点が分からない状態では、複数の被クランプ部材W1の中心孔Aの内径より確実に大きくなるよう円筒状体24の拡張を決めてクランプするため、複数の被クランプ部材W1をクランプした場合、把持力にばらつきが生じる。

[0097] そこで、本実施形態では、円筒状体24の外周面24Aが被クランプ部材W1の中心孔Aの内周面に接触して把持するワーク把持開始点からの測定データが得られている。したがって、この測定データに基づいて、例えば、ワーク把持開始点からストロークをどの程度にすると、如何なる圧力で把持することが分かる。よって、各被クランプ部材W1に対して所定の圧力（把持力）となるように制御することが可能になる。

[0098] 更に、加工完了後は、動力シリンダ部46を元の位置である原点に復帰させ（ステップS16）、制御部50の一連の処理を終了する。

[0099] 次に、ステップS14のワーク把持開始点の算出処理について、具体的な6つの方法を説明する。

[0100] （第1のワーク把持開始点算出方法）

図6は、同実施形態1において測定データに基づいてワーク把持開始点を算出する一例を示すグラフである。

[0101] 本実施形態によって得られたピストンロッド47のストロークの測定データと、液圧測定部72で測定した作動液体室30内の圧力の測定データに基づいて、演算部52は、図6に示すように液圧式クランプ部10の円筒状体24が膨張（弾性変形）を開始してから被クランプ部材W1の公差下限の値に膨張するまでの区間a（第1の区間）の2点（図6に○印で示す点）と、被クランプ部材W1の公差上限の値に膨張したところから液圧式クランプ部

10の円筒状体24が最大膨張（最も弾性変形）するまでの区間b（第2の区間）の2点（図6に△印で示す点）とによりそれぞれ直線データを作成する。これらの2直線の交点をワーク把持開始点（ゼロ点）とする。

[0102] ワーク把持開始点の検出後は、ワーク把持開始点に対して作動液体室30内の圧力が所定の圧力となるようにフィードバック制御を行う。このときの制御対象は、上記ストローク、又は圧力のいずれかを基準にしてもよい。この制御対象の基準については、以下のワーク把持開始点算出方法についても同様である。

[0103] （第2のワーク把持開始点算出方法）

本実施形態によって得られたピストンロッド47のストロークの測定データと、液圧測定部72で測定した作動液体室30内の圧力の測定データに基づいて、演算部52は、区間a、区間bの測定データをそれぞれ直線回帰法により2直線データに変換する。これらの2直線の交点をワーク把持開始点とする。

[0104] ワーク把持開始点の検出後は、上記と同様にワーク把持開始点に対して所定の圧力となるようにフィードバック制御を行う。

[0105] （第3のワーク把持開始点算出方法）

液圧式クランプ部10が被クランプ部材W1に接触する前の作動液体の圧力とピストンロッド47のストロークとが相関関係を示す測定データから、その液圧式クランプ部10の傾きが得られる。この傾きは、作動液体の圧力とピストンロッド47のストロークとの1次関数式の比例定数により決まり、ピストンロッド47のストローク量に対する作動液体室30内の圧力増加の比率（圧力増加率）に相当する。

[0106] 液圧式クランプ部10が被クランプ部材W1に接触し、更に液圧式クランプ部10を膨張させるためにピストンロッド47をストロークさせると、作動液体室30内の圧力増加率は、被クランプ部材W1に接触するまでの圧力増加率より上昇する。この圧力増加率が変化する変化点をワーク把持開始点とする。

[0107] ワーク把持開始点の検出後は、上記と同様にワーク把持開始点に対して所定の圧力となるようにフィードバック制御を行う。

[0108] 尚、第3のワーク把持開始点算出方法では、圧力増加率が変化する変化点を境界として、第1のワーク把持開始点算出方法、第2のワーク把持開始点算出方法による把持点の検出も可能である。

[0109] (第4のワーク把持開始点算出方法)

前記区間 a における作動液体の圧力とピストンロッド 47 のストロークとが相関関係を示す測定データから、その液圧式クランプ部 10 のその時点での固有の傾き（液圧式クランプ部 10 毎の個体の傾き）が得られる。この固有の傾きは、ピストンロッド 47 のストロークの一定量に対する作動液体室 30 内の圧力増加量により決まる（以下、固有の傾きという。）。

[0110] 液圧式クランプ部 10 が被クランプ部材 W1 に接触し、更に液圧式クランプ部 10 を膨張させるためピストンロッド 47 をストロークさせると、作動液体室 30 内の圧力増加量は、被クランプ部材 W1 に接触するまでの増加量より上昇する。この圧力増加量が増変する変化点をワーク把持開始点とする。

[0111] すなわち、本算出方法は、液圧式クランプ部 10 の円筒状体 24 の弾性変形が最大になるまでピストンロッド 47 をストロークさせたときに、相関関係を示す測定データの傾きが、固有の傾き以上に変化した点をワーク把持開始点とする。上記と同様にワーク把持開始点に対して所定の圧力となるようにフィードバック制御を行う。

[0112] (第5のワーク把持開始点算出方法)

図 7 は、実施形態 1 において測定データに基づいてワーク把持開始点を算出する他の例を示すフローチャートである。第5のワーク把持開始点算出方法は、被クランプ部材 W1 を液圧式クランプ部 10 に装着しない状態で作動液体の圧力とピストンロッド 47 のストロークとの相関関係を示す測定データを用いている。以下、具体的に説明する。

[0113] 図 7 に示すように、液圧式クランプ部 10 に被クランプ部材 W1 を装着し

ない状態（液圧式クランプ装置に取り付けない状態）とする（ステップS 1）。具体的には、円筒状体24の外周面24Aに被クランプ部材W1を装着しない。

[0114] 次いで、液圧式クランプ部10の膨張（拡張変形）を開始する（ステップS 2）。このステップS 2の処理では、制御部50がピストンロッド47のストロークの測定データと、液圧測定部72で測定した作動液体室30内の圧力の測定データとを監視する。そして、液圧式クランプ部10のピストンロッド47の最大ストロークに到達するまでストロークさせる（ステップS 3）。

[0115] 本実施形態では、このときのストロークの測定データと作動液体室30内の圧力とが相関関係を示す測定データ（第1の測定データ）から、この液圧式クランプ部10の固有の傾きを検出することができる。

[0116] 次に、液圧式クランプ部10に被クランプ部材W1を装着して、液圧式クランプ部10の膨張（拡張変形）を開始する（ステップS 11, S 12）。このステップS 12の処理では、制御部50がピストンロッド47のストロークの測定データと、液圧測定部72で測定した作動液体室30内の圧力の測定データとを監視する。そして、液圧式クランプ部10の最大ストロークまでピストンロッド47をストロークさせる（ステップS 13）。

[0117] ステップS 11～S 13では、前記装着状態で液圧式クランプ部10の膨張を進めると、円筒状体24が被クランプ部材W1に接触する。更に、ピストンロッド47をストロークさせ、作動液体の圧力を高めることにより、液圧式クランプ部10の円筒状体24が被クランプ部材W1に接触した後の作動液体室30内の圧力とピストンロッド47のストロークとの相関関係を示す測定データ（第2の測定データ）が得られる。したがって、この測定データから、被クランプ部材W1をクランプしてからの傾きを検出することができる。この時のワーク把持開始点算出方法は、第1、第2のワーク把持開始点算出方法と同様に、これらの傾きの2直線の交点をワーク把持開始点とする。

- [0118] ワーク把持開始点の検出後は、上記と同様にワーク把持開始点に対して所定の圧力となるようにフィードバック制御を行う。その他の処理は、図4に示すフローチャートと同様であるので、その説明を省略する。
- [0119] 尚、第5のワーク把持開始点算出方法では、被クランプ部材W1に対して装着しない状態のストロークの第1の測定データと作動液体室30内の圧力との関係を示す測定データを得た後に、セット状態での測定データを連続して得るようにしたが、これに限らず非セット状態の測定データは、予め得るようにしてもよい。
- [0120] (第6のワーク把持開始点算出方法)
このワーク把持開始点算出方法では、被クランプ部材W1をクランプしない状態で液圧式クランプ部10の円筒状体24を膨張させる。この動作でこの液圧式クランプ部10の固有の傾きを検出することができる。
- [0121] 次に、被クランプ部材W1を装着してクランプすることで、被クランプ部材W1をクランプしてからの傾きを検出することができる。
- [0122] 被クランプ部材W1を装着しない状態で得られた傾きに対して、被クランプ部材W1をクランプした傾きがそれ以上に変化したポイントをワーク把持開始点とする。すなわち、被クランプ部材W1を取り付けない状態で得られた第1の測定データの傾きに対し、被クランプ部材W1を取り付けた状態でピストンロッド47を最大ストロークまでストロークさせたときの作動液体の圧力とピストンロッド47のストロークとの関係において、第1の測定データの傾き以上に変化した点をワーク把持開始点としている。このワーク把持開始点の検出後は、上記と同様にワーク把持開始点に対して所定の圧力となるようにフィードバック制御を行う。尚、このワーク把持開始点算出方法では、図7に示すステップS13の膨張工程が不要になる。
- [0123] ところで、前記第4、第6のワーク把持開始点算出方法では、液圧式クランプ部10を徐々に膨張させて規定の圧力以上に変化があったポイントをワーク把持開始点とするため、被クランプ部材W1に不必要な力がかかることはない。

[0124] 第5及び第6のワーク把持開始点算出方法では、被クランプ部材W1をクランプしていない非セット状態での動作と、被クランプ部材W1をクランプしたセット状態での動作の2つの動作（モーション）が必要になる。この動作で得られる液圧式クランプ部10の固有の傾きは、第1及び第2のワーク把持開始点算出方法と比較して測定データ数が多いため、データの信頼性が高くなるという効果がある。

[0125] このように本実施形態によれば、円筒状体24により被クランプ部材W1のクランプを開始するワーク把持開始点を算出する演算部52を備えることにより、公差内で寸法がばらつく各被クランプ部材W1に対してワーク把持開始点を見つけることが可能になる。

[0126] また、本実施形態によれば、演算部52は、液圧測定部72にて測定された作動液体の圧力と、ピストンロッド47のストロークの測定データに基づいてワーク把持開始点を算出することにより、ワーク把持開始点を算出することができる。

[0127] 更に、本実施形態によれば、把持力制御部54は、ワーク把持開始点を基準として円筒状体24の弾性変形量（膨張量）を、被クランプ部材W1に対して所定の把持力となるように制御するので、被クランプ部材W1に寸法のばらつきがあっても、被クランプ部材W1に対する把持力を所定の値に設定することが可能になる。

[0128] [実施形態2]

図8は、本発明の実施形態2に係る液圧式クランプ装置の制御回路を示すブロック図である。尚、前記実施形態1と同一の部分には、同一の符号を付して異なる構成および作用について説明する。

[0129] 図8に示すように、本実施形態では、前記実施形態1の圧力センサ装置60に代えて、動力シリンダ部46の先端に圧力測定装置としてのロードセル85が取り付けられている。

[0130] 本実施形態では、動力シリンダ部46のストローク、ロードセル85の圧力を演算することにより、前記実施形態1と同様にワーク把持開始点（ゼロ

点)を得るようにしている。

[0131] このように本実施形態によれば、圧力測定装置としてロードセル85を用いたことにより、前記実施形態1のような液圧測定部72に比べて構造を簡素化することができる。

[0132] 尚、本実施形態では、ロードセル85を動力シリンダ部46の先端に取り付けるようにしたが、これに限らずピストンロッド47や液圧式クランプ部10内に組み込むようにしてもよい。その他の構成及び作用は、前記実施形態1と同様であるのでその説明を省略する。

[0133] [実施形態3]

次に、実施形態3の液圧式クランプ装置100を、図9を参照して説明する。尚、実施形態3において、実施形態1と実質的に同じ部分は、その説明を省略する。

[0134] 液圧式クランプ装置100は、マンドレルタイプのものであり、略丸棒状の本体(第1の部材)102及び薄肉構造の壁体をなす円筒状体(第2の部材)104を含むクランプ部材106を有する。

[0135] 本体102は、第1軸状部108とフランジ部110と第2軸状部112とを軸線方向に順に同一軸線上に有する。フランジ部110は、第1軸状部108及び第2軸状部112よりも大きい外径を有し、第1軸状部108及び第2軸状部112に対し径方向外方に拡張して形成されている。第1軸状部108の外周には周溝状の凹部114が形成されている。

[0136] 円筒状体104は、第1軸状部108の外周に嵌装され、凹部114に対応する内周面104A(内面側)によって円環状横断面形状の作動液体室116を画定している。第1軸状部108の外周面108Aの、作動液体室116を挟んだ軸線方向の両側には、作動液体室116の液密性を確保するためのリング118が装着されている。円筒状体104は、外周面(外面側)104Bによって円筒部を含む被クランプ部材(ワーク)W2(図11参照)をクランプするクランプ面を画定している。

[0137] 第1軸状部108の外周(外周面108A)には外側筒体120の円筒部

120Aが嵌合している。外側筒体120は、円筒部120Aの一方の軸端側に形成されたフランジ部120Bを含み、フランジ部120Bをボルト122によってフランジ部110に固定されている。円筒部120Aは円筒状体104の外周に重なり合う薄肉部を含む。外側筒体120は、円筒部120Aの先端に被クランプ部材W2を突き当てられることにより、被クランプ部材W2の軸線方向の位置決めを行う。

[0138] 本体102の第2軸状部112には中心軸線上を軸線方向に延在する第1ピストン室130が形成されている。本体102のフランジ部110には径方向に延在する第2ピストン室132が形成されている。第1ピストン室130と第2ピストン室132とは本体102内において互いに連通している。第1ピストン室130には第1ピストン134が第1ピストン室130の延在方向に移動可能に設けられている。第2ピストン室132には第2ピストン136が第2ピストン室132の延在方向に移動可能に設けられている。

[0139] 第1ピストン室130の一方の側（図9で見て右側）の端部は本体102に形成された軸線方向の通路138及び径方向の複数の通路140を通して作動液体室116に連通している。

[0140] 第1ピストン134によって区切られた第1ピストン室130の通路138側、第2ピストン136によって区切られた第2ピストン室132の第1ピストン室130側、通路138、140及び作動液体室116は、一つの密閉空間をなしており、この密閉空間には作動液体である作動油が充填、封入されている。

[0141] 第1ピストン134の他方の側（図9で見て左側）である本体102の第2軸状部112にはブッシュ142がねじ止めされている。ブッシュ142には中心部を軸線方向に貫通する貫通孔142Aが形成されている。貫通孔142Aには第1ピストン134と同軸上にブッシュロッド144が軸線方向に移動可能に係合している。ブッシュロッド144は、第1ピストン134側への移動（図9で見て右方への移動）により、鋼球146を介して第1

ピストン134を前進させる。第1ピストン134の前進により、作動液体室116の作動液体が第1ピストン134の前進量に応じて定量的に加圧される。第1ピストン134はプッシュロッド144による外部からの押圧により前進移動する。

[0142] 尚、プッシュロッド144は、鋼球146側の端部に拡径部144Aを有していることにより、図9で見て左方への移動を制限され、抜け止めされている。

[0143] フランジ部110にはフランジ部110の外周面に開口した外端及び第2ピストン室132の第1ピストン室130とは反対側に連通する内端を有するねじ孔148が形成されている。ねじ孔148には作動ねじ部材150がねじ係合している。作動ねじ部材150は、螺進（図9で見て上方への移動）により、鋼球152を介して第2ピストン136を前進させる。第2ピストン136の前進により、作動液体室116の作動液体が第2ピストン136の前進量に応じて定量的に加圧される。

[0144] 液圧式クランプ装置100は、第1ピストン134或いは第2ピストン136によって作動液体室116の作動液体が加圧されることにより、円筒状体104が弾性変形によって拡径し、円筒状体104の外周面104Bを、円筒状体104の外周にセットされている被クランプ部材W2の円筒部の内周面に対して押し付けることにより、被クランプ部材W2をクランプ（把持）する。

[0145] フランジ部110には圧力センサ装置（圧力測定装置）160が取り付けられている。圧力センサ装置160は、前述の圧力センサ装置60と同等のものであり、作動液体を充填された圧力伝播通路154から作動液体室116の作動液体の圧力（液圧）を及ぼされ、当該液圧を測定する。

[0146] 次に、液圧式クランプ装置100を用いた被クランプ部材W2の把持におけるワーク把持開始点検出方法及びワーク把持方法の実施形態を、図10を参照して説明する。

[0147] このワーク把持開始点検出方法及びワーク把持方法を効率よく実施するた

めに、外段取り装置200が設けられている。

[0148] 外段取り装置200は、本体202と、液圧式クランプ装置100を本体202に着脱可能に固定するチャック装置204と、液圧式クランプ装置100の第1ピストン134を前進移動させるためにプッシュロッド144を押圧する液圧式や電動式のリニアアクチュエータ206と、リニアアクチュエータ206の駆動量等から第1ピストン134の移動位置（ストローク）を検出するピストン移動位置検出装置208と、リニアアクチュエータ206の駆動を制御するシーケンス制御装置210とを有する。

[0149] 外段取り装置200に付随して、本実施形態によるワーク把持開始点検出方法を実施するためのワーク把持開始点検出装置212が設けられている。ワーク把持開始点検出装置212は、マイクロコンピュータを含む電子制御式のものであり、液圧式クランプ装置100の圧力センサ装置160から作動液体室116の作動液体の圧力を示す信号（測定データ）を入力し、ピストン移動位置検出装置208から第1ピストン134の移動位置を示す信号（測定データ）を入力し、シーケンス制御装置210によるリニアアクチュエータ206の前進駆動のもとに、第1ピストン134の移動位置に対する作動液体室116の作動液体の圧力変化に基づいてワーク把持開始点を検出する。

[0150] 尚、作動液体室116の作動液体の圧力は、リニアアクチュエータ206に取り付けられたロードセル207によって第1ピストン134に作用する荷重を計測し、その計測値から検出することも可能である。

[0151] ここで云うワーク把持開始点は、円筒状体104の外周面104Bが被クランプ部材W2の内周面に対して当接を開始した時点の第1ピストン134の移動位置及び作動液体室116の作動液体の圧力により特定されるものである。

[0152] 従って、ワーク把持開始点検出装置212によるワーク把持開始点の検出は、第1ピストン134の移動位置に対する作動液体室116の作動液体の圧力変化に基づいて、円筒状体104の外周面104Bが被クランプ部材W

2の内周面に対して当接を開始した時点特定し、その時点の第1ピストン134の移動位置及び作動液体室116の作動液体の圧力を検出することである。このワーク把持開始点の検出結果はモニタ214に表示される。

[0153] ワーク把持開始点検出装置212によるワーク把持開始点の検出は、実施形態(A)～(C)の何れか、或いはそれらの組み合わせにより行われる。

[0154] (A) 液圧式クランプ装置100に被クランプ部材W2を取り付けた状態で、第1ピストン134の移動位置に対する作動液体室116の作動液体の圧力上昇率が変化する時点ワーク把持開始点とする。実施形態(A)は、前述の第3のワーク把持開始点算出方法に対応する。

[0155] (B) 液圧式クランプ装置100の外周面104Bが被クランプ部材W2の内周面に対して当接しないと推定される第1ピストン134の移動区間の第1ピストン134の移動位置と作動液体室116の作動液体の圧力との関係を示す方程式(式1)と、外周面104Bが被クランプ部材W2の内周面に対して当接すると推定される第1ピストン134の移動区間の第1ピストン134の移動位置と作動液体室116の作動液体の圧力との関係を示す方程式(式2)とによる連立方程式の解を、ワーク把持開始点とする。

[0156] 第1ピストン134の移動位置をX、と作動液体室116の作動液体の圧力をYとすると、(式1)は、 $Y = mX + A$ 、(式2)は、 $Y = nX + B$ により各々表される。但し、A、Bは各々切片である。

[0157] (式1)及び(式2)のm、nは各々比例定数で、 $m < n$ である。比例定数m、nは、区間a、bの各々の直線データによる直線の傾きに相当する。

(式1)及び(式2)による連立方程式の解は、2直線の交点である。実施形態(B)は、前述の第1、2のワーク把持開始点算出方法に対応する。

[0158] 外周面104Bが被クランプ部材W2の内周面に対して当接しない第1ピストン134の移動区間及び外周面104Bが被クランプ部材W2の内周面に対して当接する第1ピストン134の移動区間の推定は、被クランプ部材W2に公差が既知の場合には、公差を参酌して推定することができる。

[0159] つまり、外周面104Bが被クランプ部材W2の内周面に対して当接しな

い第1ピストン134の移動区間は、初期位置から、外周面104Bの外径が被クランプ部材W2の公差の下限値に相当する外径まで膨張する位置までの区間とする。外周面104Bが被クランプ部材W2の内周面に対して当接する第1ピストン134の移動区間は、被クランプ部材W2の公差の下限値に相当する外径まで膨張する位置から外周面104Bの外径が許容最大値まで位置までの区間とする。

[0160] (C) 液圧式クランプ装置100に被クランプ部材W2を取り付けない状態での第1ピストン134の移動位置に対する作動液体室116の作動液体の圧力変化と、液圧式クランプ装置100に被クランプ部材W2を取り付けた状態での第1ピストン134の移動位置に対する作動液体室116の作動液体の圧力変化との相互相違からワーク把持開始点を検出する。

[0161] 実施形態(C)は、実施形態(B)と同様に、液圧式クランプ装置100に被クランプ部材W2を取り付けない状態での第1ピストン134の移動位置と作動液体室116の作動液体の圧力との関係を示す方程式(式1)と液圧式クランプ装置100に被クランプ部材W2を取り付けた状態での第1ピストン134の移動位置と作動液体室116の作動液体の圧力との関係を示す方程式(式2)による連立方程式の解を、ワーク把持開始点とする。

[0162] 実施形態(C)では、実施形態(B)に比して液圧式クランプ装置100に被クランプ部材W2を取り付けない状態及び取り付けた状態の各々第1ピストン134の移動位置と作動液体室116の作動液体の圧力との関係を示す区間が大きいことから、ワーク把持開始点の検出精度が実施形態(B)より向上することを期待できる。

[0163] 本実施形態によるワーク把持方法は、上述のワーク把持開始点検出作業後に、下記の要領で実施される。

[0164] ワーク把持開始点(第1ピストン134の移動位置及び作動液体室116の作動液体の圧力)をモニタ表示した状態で、リニアアクチュエータ206を後退駆動させ、第1ピストン134を初期位置に戻し、液圧式クランプ装置100に被クランプ部材W2を取り付けた状態で、ワーク把持開始点の作

動液体室 1 1 6 の作動液体の圧力が、工具 2 2 0 による作動ねじ部材 1 5 0 の螺進によって、ワーク把持開始点の作動液体室 1 1 6 の作動液体の圧力に所要のワーク把持力が得るのに必要な圧力を加算した値になるまで、モニタ表示等による監視のもとに上昇させる。

[0165] これにより、ワーク把持開始点検出及びワーク把持の外段取りは完了する。外段取りが完了した液圧式クランプ装置 1 0 0 は、被クランプ部材 W 2 を把持した状態のまま、図 1 1 に示されているように、工作機械 2 3 0 のチャック装置 2 3 2 に取り付けられる。

[0166] [実施形態 4]

次に、実施形態 4 の液圧式クランプ装置 3 0 0 を、図 1 2 を参照して説明する。尚、図 1 2 において、図 1 に対応する部分は、図 1 に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

[0167] 液圧式クランプ装置 3 0 0 は、チャックタイプのものであり、略丸棒状の円筒状の本体（第 1 の部材） 3 0 2 及び薄肉構造の壁体をなす円筒状体（第 2 の部材） 3 1 0 を含むクランプ部材 3 0 8 を有する。

[0168] 本体 3 0 2 は第 1 筒状部 3 0 4 と第 2 筒状部 3 0 6 とを軸線方向に同一軸線上に有する。第 2 筒状部 3 0 6 は、第 1 筒状部 3 0 4 より大径で、径方向に拡張されたフランジ部をなす。

[0169] 円筒状体 3 1 0 は本体 3 0 2 の内周に嵌装されている。円筒状体 3 1 0 は、丸棒形状の被クランプ部材 W 3 をクランプする内周面 3 1 0 A 及び本体 3 0 2 の内周面（第 1 の周面） 3 0 2 A に重なり合う外周面（第 2 の周面） 3 1 0 B を備えている。

[0170] 円筒状体 3 1 0 の外周面 3 1 0 B には周溝状の凹部 3 1 2 が形成されている。本体 3 0 2 と円筒状体 3 1 0 とは凹部 3 1 2 によって本体 3 0 2 の内周面 3 0 2 A の全周に亘って延在する横断面（中心軸線に直交する断面）形状が円環状の作動液体室 3 1 4 を画定している。

[0171] かくして、壁体をなす円筒状体 3 1 0 は、内面側に作動液体室 3 1 4 を画定し、外面側にクランプ面（内周面 3 1 0 A）を画定する。

- [0172] 本体302の内周面302Aには作動液体室314を軸線方向に挟んだ両側に作動液体室314の液密性を確保するためのリング316が装着されている。
- [0173] 本体302には軸線方向に延在するピストン室318が形成されている。ピストン室318にはピストン320が軸線方向に移動可能に嵌合している。ピストン室318の一方の端部は第2筒状部306に形成された径方向の通路322によって作動液体室314に連通している。
- [0174] ピストン320によって区切られたピストン室318の通路322側の空間、通路322及び作動液体室314は、一つの密閉空間をなしており、グリース等の作動油を封入されている。
- [0175] 本体302には、軸線方向に延在してピストン室318のもう一方の端部に連通し、且つ第1筒状部304の端面304Aに開口したねじ孔324が形成されている。ねじ孔324には六角孔付きの作動ねじ部材326がねじ係合している。作動ねじ部材326とピストン320との間に鋼球328が配置されている。作動ねじ部材326は、ねじ込みによってねじ孔324をピストン室318側に螺進し、当該螺進によって鋼球328を介してピストン320を前進移動される。
- [0176] このように、加圧構造が構成され、作動ねじ部材326のねじ込みによってピストン320がピストン室318を通路322側（図12で見て左側）に移動することにより、作動液体室314の作動油が加圧され、当該加圧によって円筒状体310が径方向の弾性変形により径方向内方に縮径変形する。
- [0177] これにより、円筒状体310の内周面310Aにおいて円筒状体310の縮径変形のもとに被クランプ部材W3をクランプすることが行われる。より詳細には、被クランプ部材W3は、円筒状体310の縮径変形によって外周面に円筒状体310の内周面310Aが密着することにより、液圧式クランプ装置300に固定（クランプ）される。
- [0178] 第2筒状部306には圧力センサ装置60が取り付けられている。圧力セ

ンサ装置60は、実施形態1のものと同等のものであり、本体302に形成された圧力伝播通路330から作動液体室314の作動液体の圧力（液圧）を及ぼされ、当該液圧を測定する。圧力センサ装置60によって測定された作動液体室314の液圧は、実施形態1と同様に、無線通信により、無線式リーダ90の表示部94に表示される。

[0179] このチャックタイプの液圧式クランプ装置300においても、圧力センサ装置60による作動液体室314の液圧及びピストン320の移動量の計測のもとに、前述のマンドレルタイプの液圧式クランプ部10、液圧式クランプ装置100におけるワーク把持開始点検出方法及びワーク把持方法と同様の方法によってワーク把持開始点の検出及びワーク把持を行うことができる。

[0180] [実施形態5]

次に、実施形態5の液圧式クランプ装置400を、図13を参照して説明する。尚、図13において、図1、図9及び図12に対応する部分は、図1、図9及び図12に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

[0181] 液圧式クランプ装置400は、チャックタイプのものであり、略丸棒状の円筒状の本体（第1の部材）402及び薄肉構造の壁体をなす円筒状体（第2の部材）412を含むクランプ部材420を有する。

[0182] 本体402は第1軸状部404とフランジ部406と第2軸状部408とを軸線方向に順に同一軸線上に有する。フランジ部406は、第1軸状部404及び第2軸状部408よりも大きい外径を有し、第1軸状部404及び第2軸状部408に対し径方向外方に拡張して形成されている。

[0183] 第1軸状部404の中心には第1軸状部404の図13で見て右側の端面に開口した横断面形状が円形の有底孔410が形成されている。

[0184] 円筒状体412は、有底孔410に嵌挿され、外周面に形成された周溝状の凹部414によって本体402との間に円環状横断面形状の作動液体室314を画定する。本体402と円筒状体412とは、作動液体室314の軸

線方向の両側において各々本体402及び円筒状体412の周方向に連続するろう付け（不図示）等によって互い接合されており、この接合によって作動液体室314の液密性が確保される。円筒状体412は、内周面（外面側）412Aによって被クランプ部材（ワーク）W3をクランプするクランプ面を画定している。

[0185] かくして、壁体をなす円筒状体412は、内面側に作動液体室314を画定し、外面側にクランプ面（内周面412A）を画定する。

[0186] 本体402には、実施形態3と同様に、第1ピストン室130、第1ピストン134、プッシュロッド144等を含み、外部からプッシュロッド144が押されることにより作動液体室314の液圧を上昇させる第1加圧機構と、実施形態4と同様に、ピストン室318、ピストン320、作動ねじ部材326等を含み、作動ねじ部材326の螺進により作動液体室314の液圧を上昇させる第2加圧機構とが設けられている。

[0187] フランジ部406には、実施形態1及び4と同様に、作動液体室314の作動液体の圧力（液圧）を測定する圧力センサ装置60が取り付けられている。

[0188] このチャックタイプの液圧式クランプ装置400においても、圧力センサ装置60による作動液体室314の液圧及び第1ピストン134、ピストン320の移動量の計測のもとに、前述のマンドレルタイプの液圧式クランプ部10、液圧式クランプ装置100におけるワーク把持開始点検出方法及びワーク把持方法と同様の方法によってワーク把持開始点の検出及びワーク把持を行うことができる。

[0189] 本発明の各実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これらの実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更、組み合わせを行うことができる。これらの実施形態やその変形例は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるもの

である。

[0190] 上記各実施形態では、作動液体として作動油を用いた例について説明したが、これ以外に水やゲル状物質を用いることもできる。

[0191] 更に、本発明では、テーパ状コレットを備えたものについても適用可能である。具体的には、円筒状体24に代えてテーパ状コレットを設け、このテーパ状コレット内に外周面がテーパ状に形成された円柱状の本体を設け、テーパ状コレットの外周面を被クランプ部材W1の内周面に挿入し、円柱状の本体をテーパ状コレットから引っ張るようにする。これにより、円柱状の本体のストローク（軸方向位置）が変化することで、被クランプ部材W1W2に対する圧力が変化する。

符号の説明

- [0192] 10 : 液圧式クランプ部
12 : 本体（第1の部材）
16 : 第1軸状部
16A : 外周面（第1の周面）
16B : 端面
18 : フランジ部
20 : 第2軸状部
22 : 棒状部
24 : 円筒状体（第2の部材）
24A : 外周面
24B : 内周面（第2の周面）
28 : 凹部
30 : 作動液体室
32 : Oリング
34 : ピストン室
36 : ピストン
38 : 通路

- 4 0 : 通路
- 4 2 : ブッシュ
- 4 2 A : 貫通孔
- 4 4 : プッシュロッド
- 4 6 : 動力シリンダ部 (駆動装置)
- 4 7 : ピストンロッド
- 4 8 : 鋼球
- 5 0 : 制御部
- 5 2 : 演算部 (演算装置)
- 5 4 : 把持力制御部 (把持力制御装置)
- 6 0 : 圧力センサ装置
- 6 2 : フランジ部
- 6 4 : 雄ねじ部
- 6 5 : 凹溝
- 6 6 : 六角部
- 6 7 : ゴムパッキン
- 6 8 : ハウジング
- 6 9 : オイル
- 7 0 : キャップ部
- 7 2 : 液圧測定部 (圧力測定装置)
- 7 4 : 圧力導入通路
- 7 6 : 無線通信部
- 7 8 : 受電部
- 8 0 : ねじ孔
- 8 2 : 通路
- 8 5 : ロードセル (圧力測定装置)
- 9 0 : 無線式リーダ
- 9 2 : 測定ボタン

- 94 : 表示部
- 100 : 液圧式クランプ装置
- 102 : 本体
- 104 : 円筒状体 (第2の部材)
- 104A : 内周面
- 104B : 外周面 (クランプ面)
- 106 : クランプ部材
- 108 : 第1軸状部 (第1の部材)
- 108A : 外周面
- 110 : フランジ部
- 112 : 第2軸状部
- 114 : 凹部
- 116 : 作動液体室
- 118 : Oリング
- 120 : 外側筒体
- 120A : 円筒部
- 120B : フランジ部
- 122 : ボルト
- 130 : 第1ピストン室
- 132 : 第2ピストン室
- 134 : 第1ピストン
- 136 : 第2ピストン
- 138 : 通路
- 140 : 通路
- 142 : ブッシュ
- 142A : 貫通孔
- 144 : プッシュロッド
- 144A : 拡径部

- 1 4 6 : 鋼球
- 1 4 8 : ねじ孔
- 1 5 0 : 作動ねじ部材
- 1 5 2 : 鋼球
- 1 5 4 : 圧力伝播通路
- 1 6 0 : 圧力センサ装置
- 2 0 0 : 外段取り装置
- 2 0 2 : 本体
- 2 0 4 : チャック装置
- 2 0 6 : リニアアクチュエータ
- 2 0 7 : ロードセル
- 2 0 8 : ピストン移動位置検出装置
- 2 1 0 : シーケンス制御装置
- 2 1 2 : ワーク把持開始点検出装置
- 2 1 4 : モニタ
- 2 2 0 : 工具
- 2 3 0 : 工作機械
- 2 3 2 : チャック装置
- 3 0 0 : 液圧式クランプ装置
- 3 0 2 : 本体 (第 1 の部材)
- 3 0 2 A : 内周面 (第 1 の周面)
- 3 0 4 : 第 1 筒状部
- 3 0 4 A : 端面
- 3 0 6 : 第 2 筒状部
- 3 0 8 : クランプ部材
- 3 1 0 : 円筒状体 (第 2 の部材)
- 3 1 0 A : 内周面 (クランプ面)
- 3 1 0 B : 外周面 (第 2 の周面)

- 3 1 2 : 凹部
- 3 1 4 : 作動液体室
- 3 1 6 : Oリング
- 3 1 8 : ピストン室
- 3 2 0 : ピストン
- 3 2 2 : 通路
- 3 2 4 : ねじ孔
- 3 2 6 : 作動ねじ部材
- 3 2 8 : 鋼球
- 3 3 0 : 圧力伝播通路
- 4 0 0 : 液圧式クランプ装置
- 4 0 2 : 本体 (第 1 の部材)
- 4 0 4 : 第 1 軸状部
- 4 0 6 : フランジ部
- 4 0 8 : 第 2 軸状部
- 4 1 0 : 有底孔
- 4 1 2 : 円筒状体 (第 2 の部材)
- 4 1 2 A : 内周面 (クランプ面)
- 4 1 4 : 凹部
- 4 2 0 : クランプ部材

請求の範囲

[請求項1] 外周面又は内周面をなす第1の周面を備えた第1の部材と、前記第1の周面に重なり合う内周面又は外周面をなす第2の周面を備えた第2の部材とを有し、

前記第1の部材及び前記第2の部材が互いに重なり合う部分において、前記第1の周面及び前記第2の周面の少なくとも一方に設けられた凹部により作動液体室が画定され、前記作動液体室に封入された作動液体の圧力によって前記第2の部材が弾性変形することにより、被クランプ部材をクランプする液圧式クランプ装置であって、

前記作動液体室に封入された前記作動液体の圧力を測定する圧力測定装置と、

前記第1の部材に形成されて前記作動液体室に連通するピストン室と、

前記ピストン室に設けられたピストンを駆動するピストンロッドを備えた駆動装置と

前記第2の部材により前記被クランプ部材のクランプを開始するワーク把持開始点を算出する演算装置とを備え、

前記演算装置は、前記圧力測定装置によって測定された前記作動液体の圧力及び前記ピストンロッドのストロークの測定データに基づいて前記ワーク把持開始点を算出することを特徴とする液圧式クランプ装置。

[請求項2] 前記演算装置は、前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークとの関係を示す測定データに基づいて、前記第2の部材が弾性変形を開始してから前記被クランプ部材の公差下限までの第1の区間の2点と、前記第2の部材が前記被クランプ部材の公差上限と同じになる点から最も弾性変形するまでの第2の区間の2点とによりそれぞれ直線データを作成し、これらの2直線の交点を前記ワーク把持開始点とすることを特徴とする請求項1に記載の液圧式クランプ装置。

- [請求項3] 前記演算装置は、前記作動液体の圧力と、前記ピストンロッドのストロークとの関係を示す測定データを、前記第2の部材が弾性変形を開始してから前記被クランプ部材の公差下限までの第1の区間、前記第2の部材が前記被クランプ部材の公差上限と同じになる点から最も弾性変形するまでの第2の区間のそれぞれの区間で直線回帰法によりそれぞれの直線データを算出し、これらの2直線の交点を前記ワーク把持開始点とすることを特徴とする請求項1に記載の液圧式クランプ装置。
- [請求項4] 前記演算装置は、前記第2の部材が弾性変形を開始してから、前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す測定データの前記作動液体室内の圧力増加率が変化した点を前記ワーク把持開始点とすることを特徴とする請求項1に記載の液圧式クランプ装置。
- [請求項5] 前記演算装置は、前記第2の部材が弾性変形を開始してから、前記被クランプ部材の公差下限までの区間における前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す測定データの第1の傾きに対し、前記第2の部材の弾性変形が最大になるまで前記ピストンロッドをストロークさせたときに1次関数による相関関係を示す測定データの第2の傾きが、前記第1の傾き以上に変化した点を前記ワーク把持開始点とすることを特徴とする請求項1に記載の液圧式クランプ装置。
- [請求項6] 前記演算装置は、前記被クランプ部材が取り付けられていない状態で、前記第2の部材が弾性変形を開始してから最も弾性変形するまでの区間において前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す第1の測定データと、前記被クランプ部材が取り付けられた状態で、前記第2の部材が前記被クランプ部材の公差上限と同じになる点から最も弾性変形するまでの区間において前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークとが1

次関数による相関関係を示す第2の測定データとから各々直線データを算出し、これら2直線の交点を前記ワーク把持開始点とすることを特徴とする請求項1に記載の液圧式クランプ装置。

[請求項7] 前記演算装置は、前記被クランプ部材が取り付けられていない状態で、前記第2の部材が弾性変形を開始してから最も弾性変形するまでの区間において前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す第1の測定データの傾きに対して、前記被クランプ部材が取り付けられた状態で、前記ピストンロッドを最大ストロークまでストロークさせたときの前記作動液体の圧力と前記ピストンロッドのストロークとが1次関数による相関関係を示す第2の測定データの傾きが前記第1の測定データの傾き以上に変化した点を前記ワーク把持開始点とすることを特徴とする請求項1に記載の液圧式クランプ装置。

[請求項8] 前記ワーク把持開始点を基準として前記第2の部材を弾性変形させ、前記被クランプ部材に対して所定の把持力が得られるように前記作動液体の圧力を制御する把持力制御装置を更に備えることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか一項に記載の液圧式クランプ装置。

[請求項9] 外周面又は内周面をなす第1の周面を備えた第1の部材と、前記第1の周面に重なり合う内周面又は外周面をなす第2の周面を備えた第2の部材とを有し、

前記第1の部材及び前記第2の部材が互いに重なり合う部分において、前記第1の周面及び前記第2の周面の少なくとも一方に設けられた凹部により作動液体室が画定され、前記作動液体室に封入された作動液体の圧力によって前記第2の部材が弾性変形することにより、被クランプ部材をクランプする液圧式クランプ装置であって、

前記第2の部材により前記被クランプ部材のクランプを開始するワーク把持開始点を算出する演算装置と、

前記ワーク把持開始点を基準にして前記第2の部材を弾性変形させ

、前記被クランプ部材に対して所定の把持力が得られるように前記作動液体の圧力を制御する把持力制御装置とを備えることを特徴とする液圧式クランプ装置。

[請求項10] 内部に作動液体室が設けられたクランプ部材と、前記作動液体室に充填された作動液体を加圧するピストンとを備え、前記クランプ部材は、内面側に前記作動液体室を画定し、且つ外面側にクランプ面を画定する壁体を有し、前記ピストンの移動による前記作動液体の加圧により前記壁体が弾性変形し、前記クランプ面を被クランプ部材に対して押し付けることにより、前記被クランプ部材をクランプする液圧式クランプ装置において、前記クランプ面が前記被クランプ部材に対して当接を開始した時点であるワーク把持開始点を検出する方法であって、

前記ピストンの移動位置に対する前記作動液体の圧力変化に基づいて前記ワーク把持開始点を検出する液圧式クランプ装置におけるワーク把持開始点検出方法。

[請求項11] 前記液圧式クランプ装置に前記被クランプ部材を取り付けた状態で、前記ピストンの移動位置に対する前記作動液体の圧力上昇率が変化する時点を前記ワーク把持開始点とする請求項10に記載の液圧式クランプ装置におけるワーク把持開始点検出方法。

[請求項12] 前記クランプ面が前記被クランプ部材に対して当接しないと推定される前記ピストンの移動区間の前記ピストンの移動位置と前記作動液体の圧力との関係を示す方程式と、前記クランプ面が前記被クランプ部材に対して当接すると推定される前記ピストンの移動区間の前記ピストンの移動位置と前記作動液体の圧力との関係を示す方程式とによる連立方程式の解を、前記ワーク把持開始点とする請求項10に記載の液圧式クランプ装置におけるワーク把持開始点検出方法。

[請求項13] 前記液圧式クランプ装置に前記被クランプ部材を取り付けない状態での前記ピストンの移動位置に対する前記作動液体の圧力変化と、前

記液圧式クランプ装置に前記被クランプ部材を取り付けた状態での前記ピストンの移動位置に対する前記作動液体の圧力変化とから前記ワーク把持開始点を検出する請求項10に記載の液圧式クランプ装置におけるワーク把持開始点検出方法。

[請求項14] 前記作動液体の圧力を圧力センサによって検出する請求項10乃至13の何れか一項に記載の液圧式クランプ装置におけるワーク把持開始点検出方法。

[請求項15] 前記作動液体の圧力を前記ピストンに作用する荷重を検出するロードセルによる計測値から検出する請求項10乃至13の何れか一項に記載の液圧式クランプ装置におけるワーク把持開始点検出方法。

[請求項16] 内部に作動液体室が設けられたクランプ部材と、前記作動液体室に充填された作動液体を加圧するピストンとを備え、前記クランプ部材は、内面側で前記作動液体室を画定し、且つ外面側でクランプ面を画定する壁体を有し、前記ピストンの移動による前記作動液体の加圧により前記壁体が弾性変形し、前記クランプ面を被クランプ部材に対して押し付けることにより、前記被クランプ部材をクランプする液圧式クランプ装置において、前記クランプ面が前記被クランプ部材に対して当接を開始した時点であるワーク把持開始点を検出する装置であって、前記ピストンの移動位置に対する前記作動液体の圧力変化に基づいて前記ワーク把持開始点を検出する液圧式クランプ装置におけるワーク把持開始点検出装置。

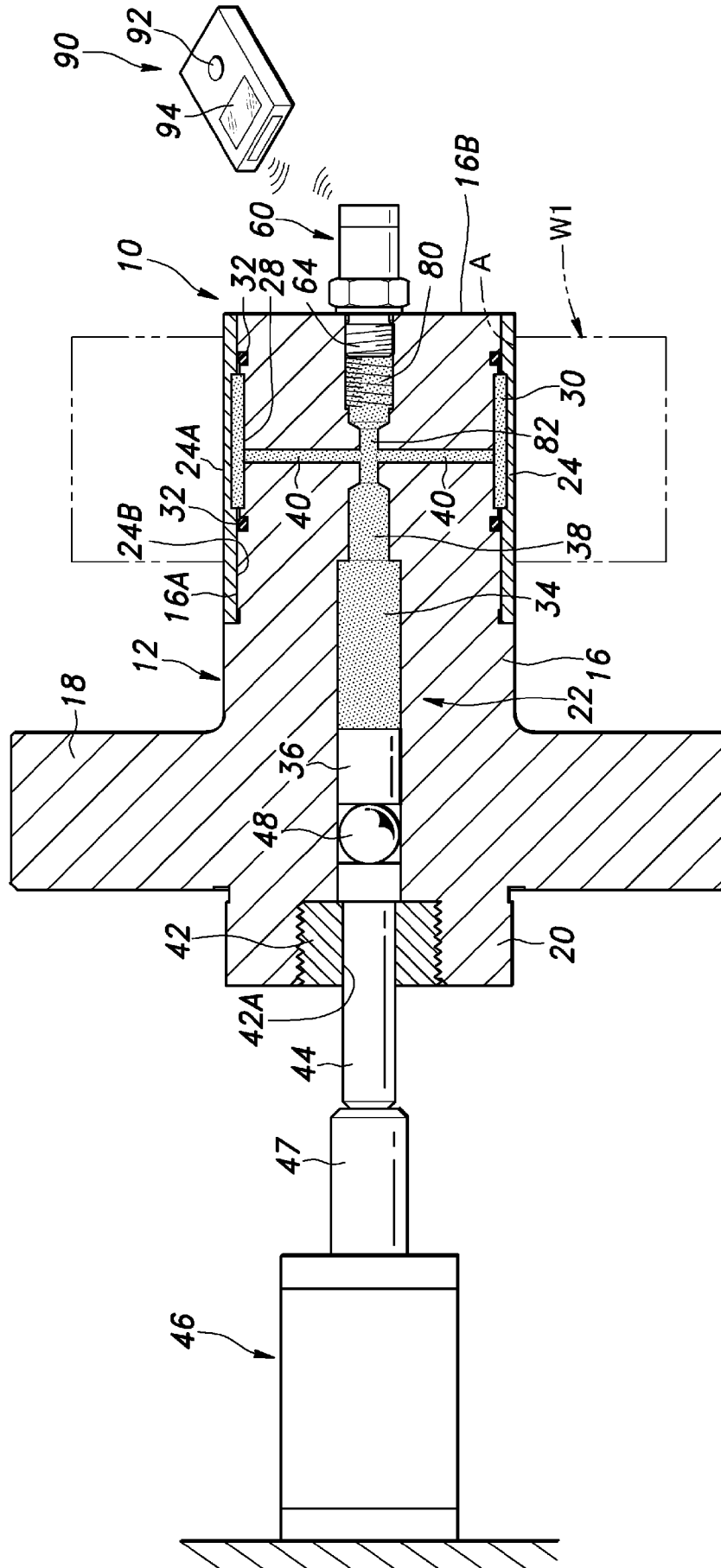
[請求項17] 請求項10乃至15の何れか一項に記載の液圧式クランプ装置におけるワーク把持開始点検出方法によって検出された前記ワーク把持開始点の前記ピストンの移動位置或いは前記作動液体の圧力を基準にして前記被クランプ部材の把持力を設定する液圧式クランプ装置によるワーク把持方法。

[請求項18] 前記液圧式クランプ装置は、外部からの押圧により移動する第1ピストン及び前記クランプ部材に設けられた作動ねじ部材の螺進によっ

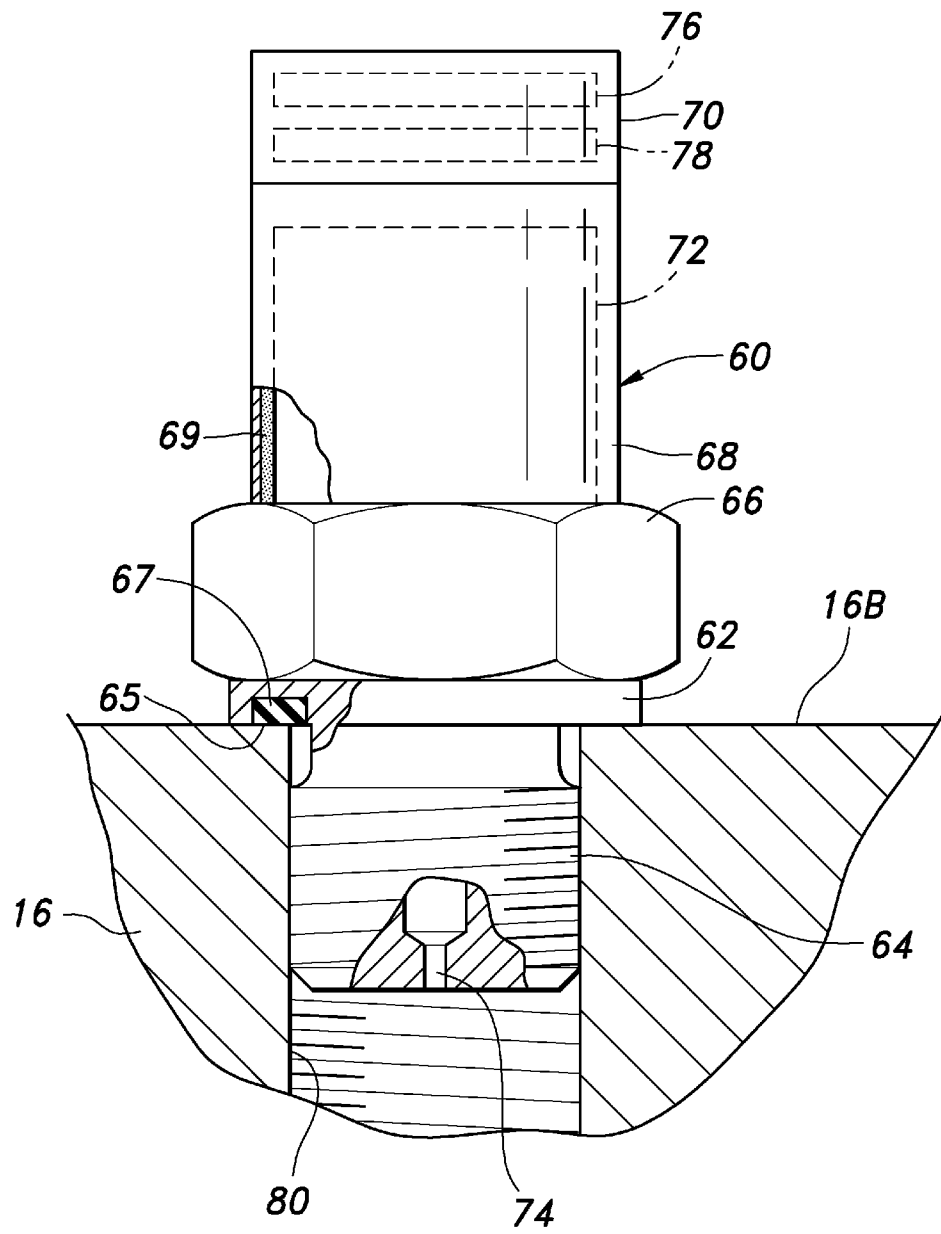
て移動する第2ピストンを有し、

前記第1ピストンの移動によって前記ワーク把持開始点を検出し、前記ワーク把持開始点を検出した前記作動液体の圧力を基準にして前記第2ピストンの移動によって前記被クランプ部材の把持力を設定する請求項17に記載の液圧式クランプ装置によるワーク把持方法。

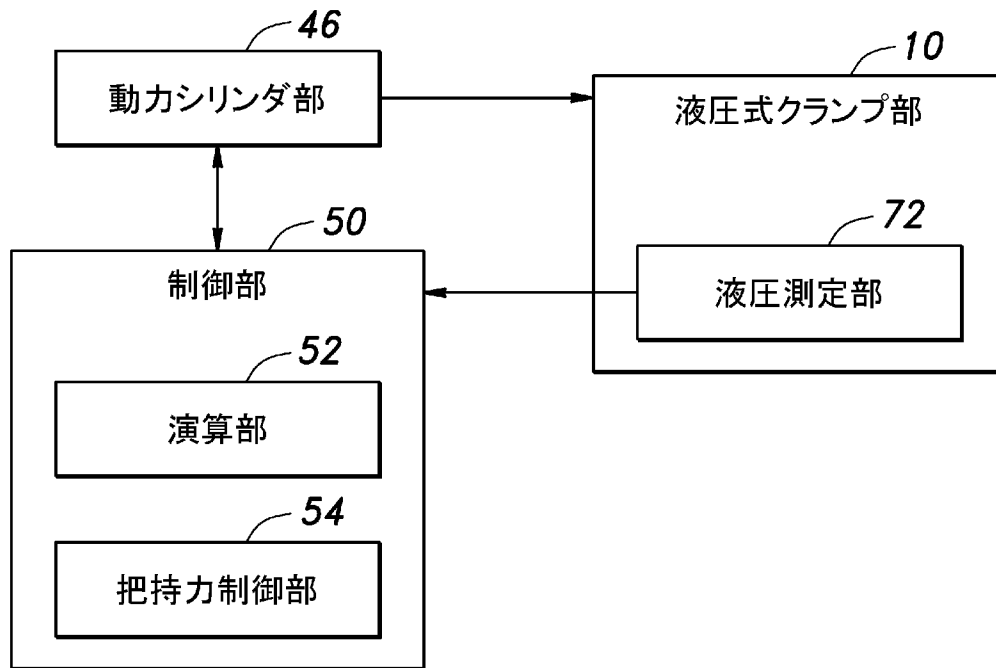
[図1]



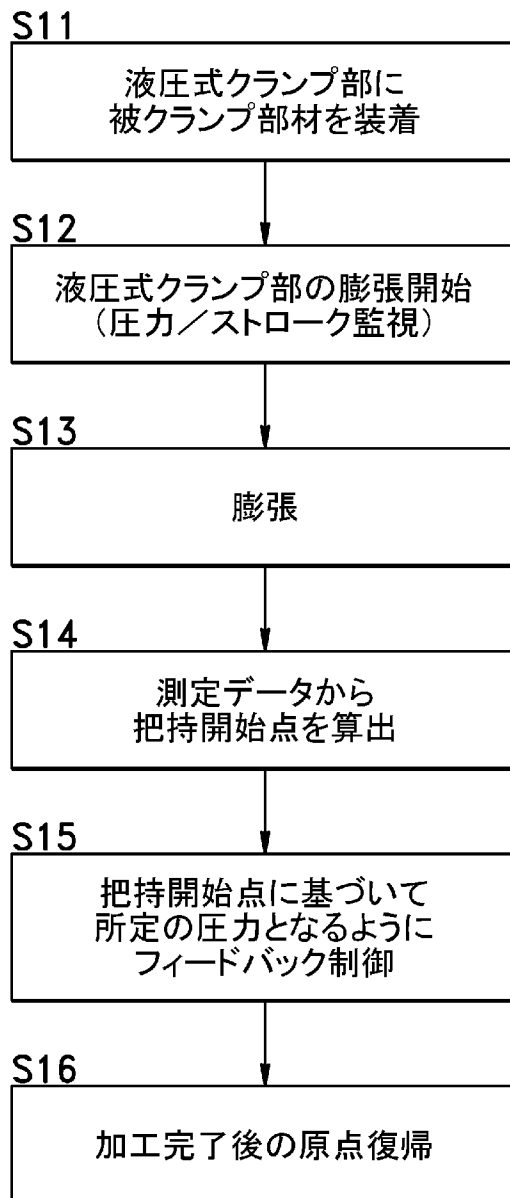
[図2]



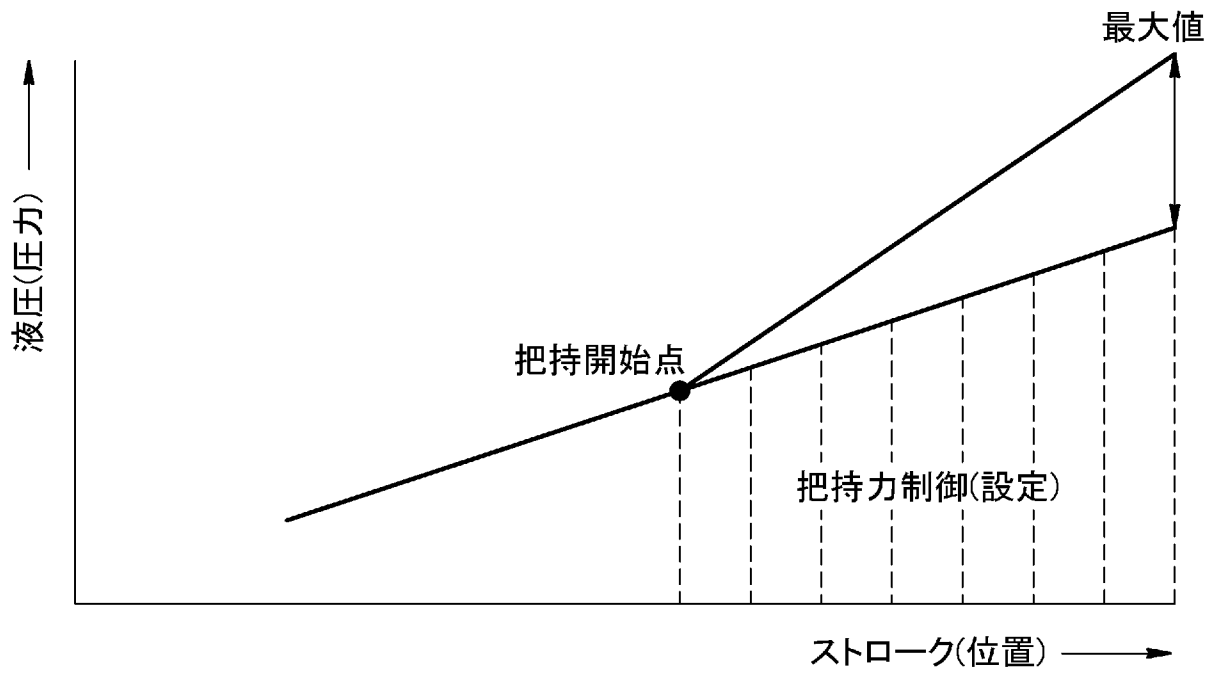
[図3]



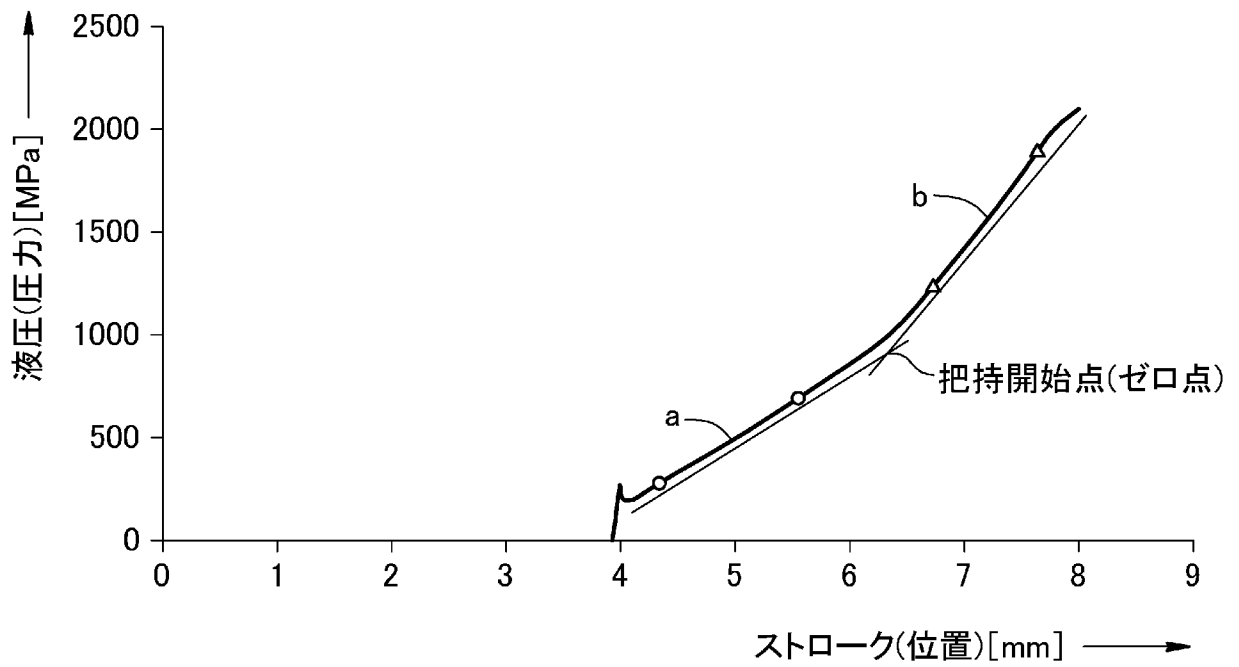
[図4]



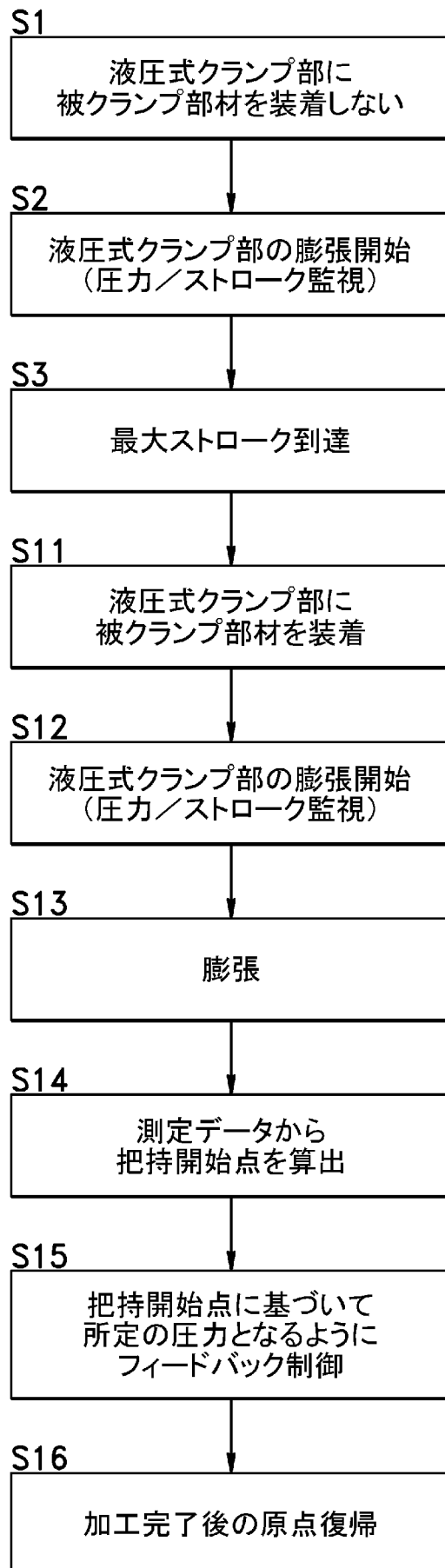
[図5]



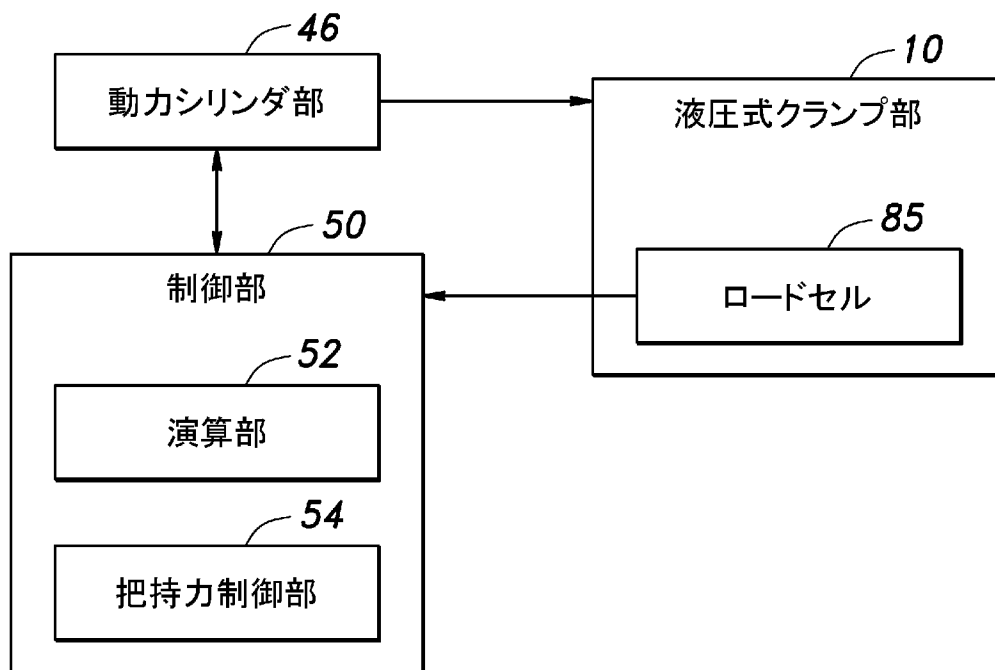
[図6]



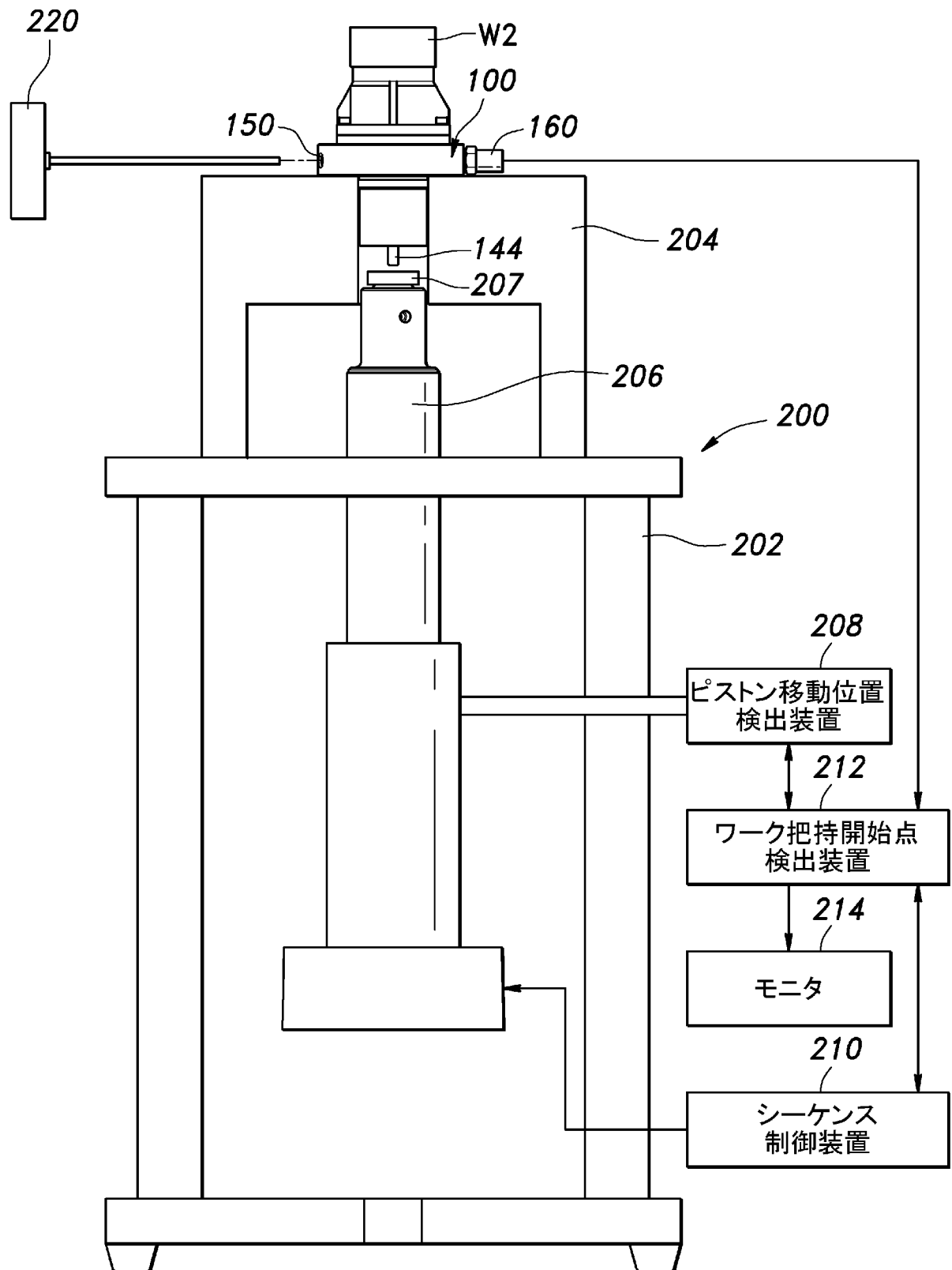
[図7]



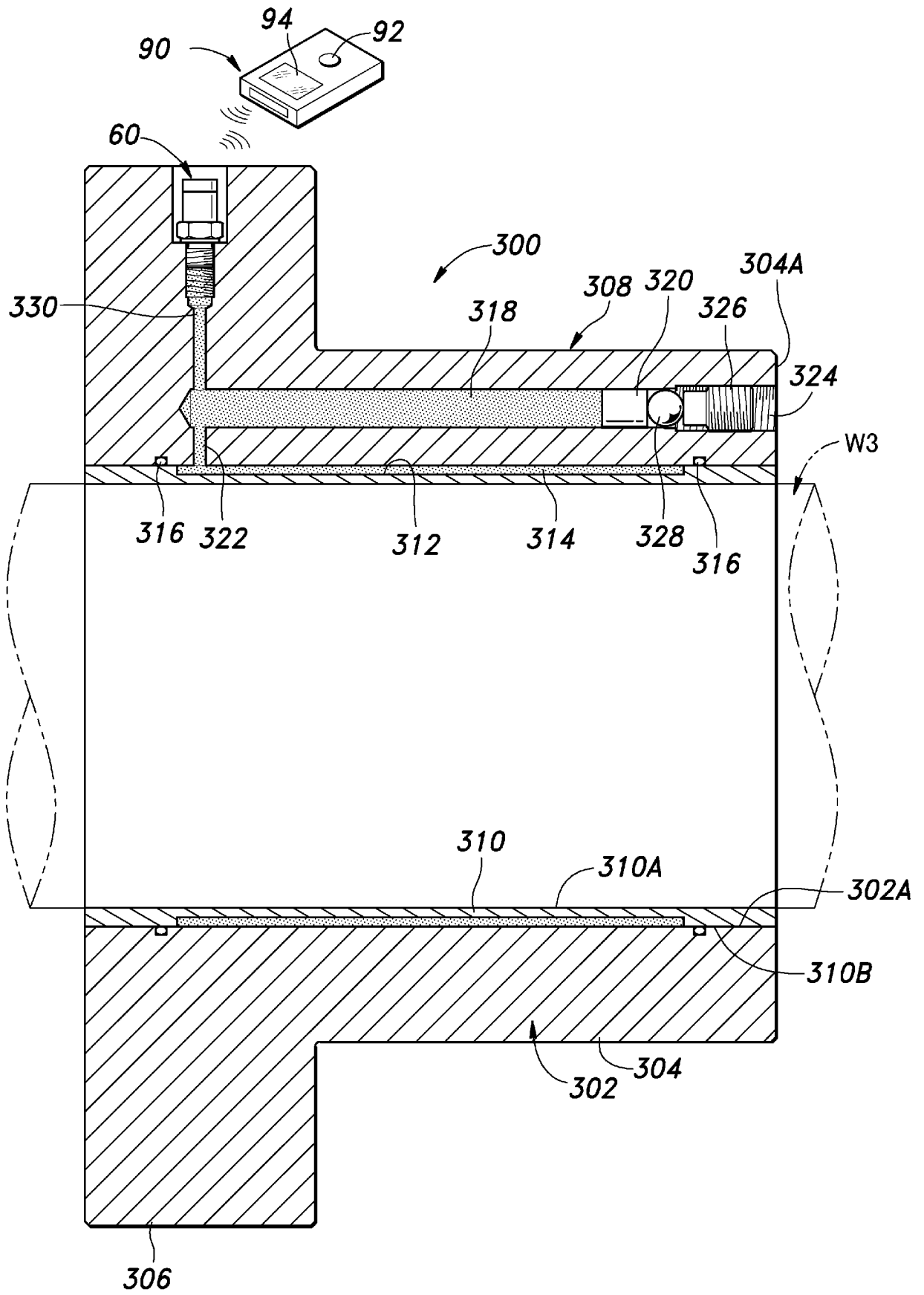
[図8]



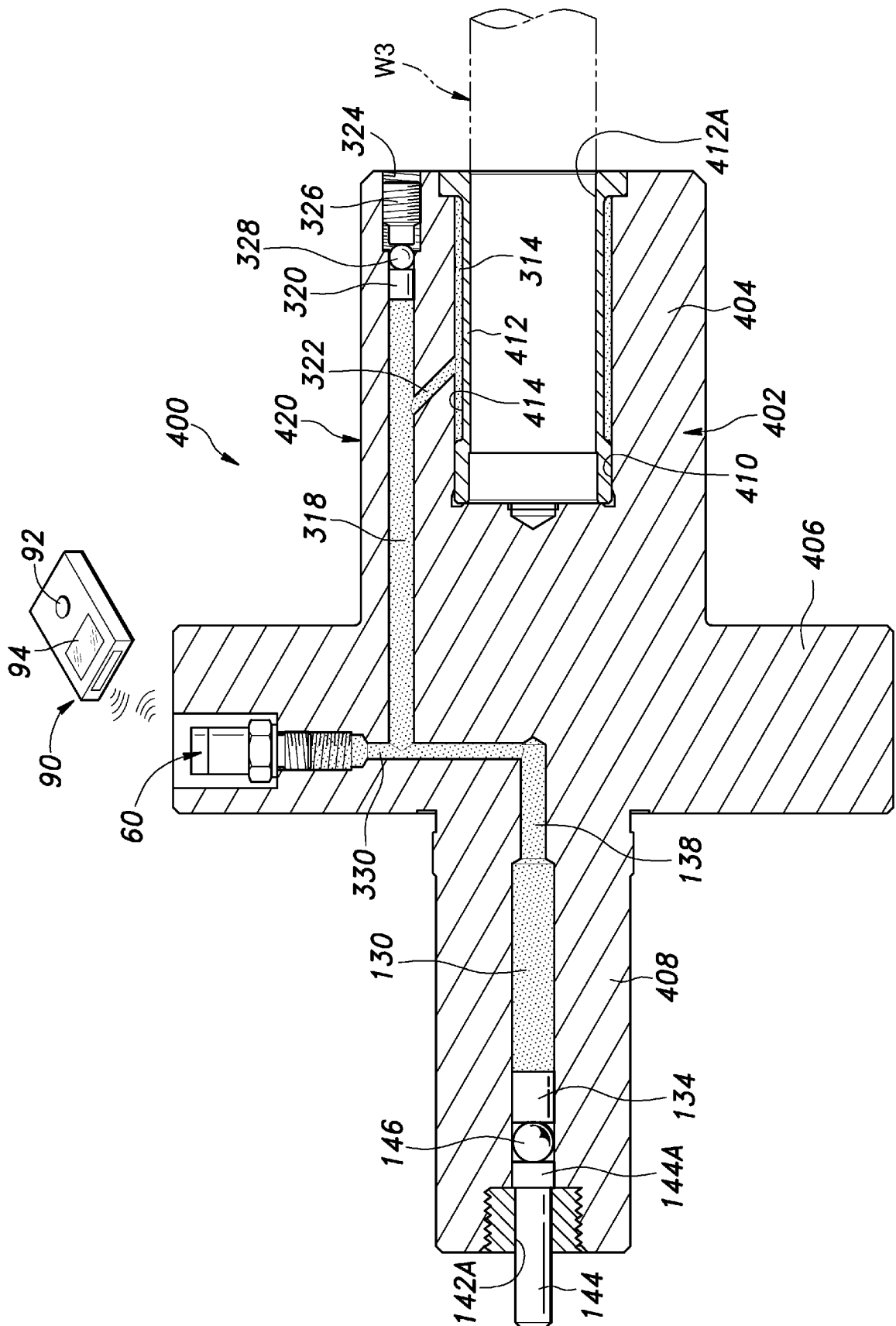
[図10]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/006823

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B23B 31/00(2006.01)i; B23B 31/40(2006.01)i; B23Q 3/14(2006.01)i FI: B23B31/40; B23Q3/14; B23B31/00 D According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																				
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23B31/00; B23B31/40; B23Q3/14</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 80%;">Published examined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1922-1996</td> </tr> <tr> <td>Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1971-2020</td> </tr> <tr> <td>Registered utility model specifications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1996-2020</td> </tr> <tr> <td>Published registered utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1994-2020</td> </tr> </table> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020	Registered utility model specifications of Japan	1996-2020	Published registered utility model applications of Japan	1994-2020										
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996																			
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020																			
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020																			
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020																			
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category*</th> <th style="width: 70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width: 20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 6340493 B1 (KURODA PRECISION INDUSTRIES LTD.) 06.06.2018 (2018-06-06)</td> <td align="center">1-18</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 2005-324277 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 24.11.2005 (2005-11-24)</td> <td align="center">1-18</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 2016-159418 A (SMC CORPORATION) 05.09.2016 (2016-09-05)</td> <td align="center">1-18</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 96066/1988 (Laid-open No. 19440/1990) (AIOI SEIKI INC.) 08.02.1990 (1990-02- 08)</td> <td align="center">1-18</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>DE 3800696 A1 (SCHUNK FRITZ GMBH) 27.07.1989 (1989- 07-27)</td> <td align="center">1-18</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	JP 6340493 B1 (KURODA PRECISION INDUSTRIES LTD.) 06.06.2018 (2018-06-06)	1-18	A	JP 2005-324277 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 24.11.2005 (2005-11-24)	1-18	A	JP 2016-159418 A (SMC CORPORATION) 05.09.2016 (2016-09-05)	1-18	A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 96066/1988 (Laid-open No. 19440/1990) (AIOI SEIKI INC.) 08.02.1990 (1990-02- 08)	1-18	A	DE 3800696 A1 (SCHUNK FRITZ GMBH) 27.07.1989 (1989- 07-27)	1-18
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
A	JP 6340493 B1 (KURODA PRECISION INDUSTRIES LTD.) 06.06.2018 (2018-06-06)	1-18																		
A	JP 2005-324277 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 24.11.2005 (2005-11-24)	1-18																		
A	JP 2016-159418 A (SMC CORPORATION) 05.09.2016 (2016-09-05)	1-18																		
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 96066/1988 (Laid-open No. 19440/1990) (AIOI SEIKI INC.) 08.02.1990 (1990-02- 08)	1-18																		
A	DE 3800696 A1 (SCHUNK FRITZ GMBH) 27.07.1989 (1989- 07-27)	1-18																		
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</p>																				
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>																
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>																			
<p>Date of the actual completion of the international search 22 April 2020 (22.04.2020)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 12 May 2020 (12.05.2020)</p>																		
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application no.
PCT/JP2020/006819

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 6340493 B1	06 Jun. 2018	WO 2019/043887 A1	
JP 2005-324277 A	24 Nov. 2005	(Family: none)	
JP 2016-159418 A	05 Sep. 2016	US 2018/0029197 A1	
		WO 2016/139962 A1	
		CN 107405740 A	
JP 2-19440 U1	08 Feb. 1990	(Family: none)	
DE 3800696 A1	27 Jul. 1989	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23B 31/00(2006.01)i; B23B 31/40(2006.01)i; B23Q 3/14(2006.01)i FI: B23B31/40; B23Q3/14; B23B31/00 D		
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）） B23B31/00; B23B31/40; B23Q3/14 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 6340493 B1（黒田精工株式会社）06.06.2018（2018-06-06）	1-18
A	JP 2005-324277 A（トヨタ自動車株式会社）24.11.2005（2005-11-24）	1-18
A	JP 2016-159418 A（SMC株式会社）05.09.2016（2016-09-05）	1-18
A	日本国実用新案登録出願63-96066号（日本国実用新案登録出願公開2-19440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（相生精機株式会社）08.02.1990（1990-02-08）	1-18
A	DE 3800696 A1（SCHUNK FRITZ GMBH）27.07.1989（1989-07-27）	1-18
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 “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 22.04.2020	国際調査報告の発送日 12.05.2020	
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） 久保田 信也 3C 3628 電話番号 03-3581-1101 内線 3324	

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/JP2020/006823

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	6340493	B1	06.06.2018	WO	2019/043887	A1	
JP	2005-324277	A	24.11.2005	(ファミリーなし)			
JP	2016-159418	A	05.09.2016	US	2018/0029197	A1	
				WO	2016/139962	A1	
				CN	107405740	A	
JP	2-19440	U1	08.02.1990	(ファミリーなし)			
DE	3800696	A1	27.07.1989	(ファミリーなし)			