

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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))

movement in the axial direction with respect to the support-base-side member (61); a working fluid accommodated in a pressure chamber (66) formed between the support-base-side member (61) and the bearing-housing-side member (62), in a storage chamber (71) formed in either the support-base-side member or the bearing-housing-side member, and in an orifice (72) establishing communication between the pressure chamber (66) and the storage chamber (71); a disc spring (80) disposed inside the pressure chamber (66) in a state compressed between the opposing axial end surfaces of the support-base-side member (61) and the bearing-housing-side member (62); and a hollow member (90) accommodated in the storage chamber (71). Consequently, the support rigidity in the axial direction can be continuously and stably maintained, even if the axial length of a screw shaft or a rotary shaft changes owing to the effect of heat.

(57) 要約: ねじ軸 (21) の軸方向両端部を回転自在に支持する支持機構 (30) は、移動側軸受ハウジング (51) 及び一对のアンギュラ玉軸受 (33B) を有する軸受ユニット (41) と、支持台 (43) と、軸受ユニット (41) と支持台 (43) との間に配設されたハウジング位置調整機構 (44) と、を備える。ハウジング位置調整機構 (44) は、支持台 (43) 側に設けられた支持台側部材 (61) と、軸受ハウジング (51) 側に設けられ、支持台側部材 (61) に対して軸方向に相対移動可能な軸受ハウジング側部材 (62) と、支持台側部材 (61) と軸受ハウジング側部材 (62) との間に形成される圧力室 (66)、前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材のいずれか一方に形成される貯留室 (71)、及び、圧力室 (66) と貯留室 (71) とを連通するオリフィス (72) 内に收容される作動流体と、圧力室 (66) 内で、支持台側部材 (61) と軸受ハウジング側部材 (62) との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される皿ばね (80) と、貯留室 (71) 内に收容される中空部材 (90) と、を備える。これにより、熱の影響によりねじ軸や回転軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができる。

明 細 書

発明の名称：

回転支持装置、及び軸支持装置の支持機構位置調整機構

技術分野

[0001] 本発明は、ボールねじ送り装置や主軸装置のような回転軸を支持する回転支持装置、及び、軸を支持する軸支持装置の支持機構位置調整機構に関する。

背景技術

[0002] ボールねじ送り装置では、ねじ軸の送り精度を維持するために高い軸方向剛性が要求されている。従来、ボールねじ装置のねじ軸に剛性を付与する方法としては、複数のアンギュラ軸受を組み合わせることで予圧をかけ、これをねじ軸の一端部もしくは両端部に配置して、

ねじ軸を軸方向に固定支持する方法が一般的である。これに加えて、ねじ軸の熱膨張が考慮される場合には、ねじ軸に予め軸方向への張力を付与して所定量伸長させておく方法が取られる。特許文献1には、間座の軸方向寸法の調整により、送りねじ（ねじ軸）に予め張力をかけておき、さらに、温度上昇により送りねじが予張力分を越えて伸びた場合に、

皿ばねや流体の圧力により軸受を軸方向に移動させて張力を送りねじに付与するプリテンション機構を備えることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国実用新案登録第2573982号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、送りねじに付与する予張力やプリテンションなどと呼ばれる荷重が過大であると、軸受に大きな負荷が掛かり、軸受が損傷する虞がある。このため、通常は、軸受に軸方向に過大な荷重が掛からない範囲において、

特許文献 1 に記載のプリテンション機構に見られるような、皿ばねや外部供給される流体などが配置される。しかしながら、皿ばねを用いたものは、軸が伸びるにしたがって荷重が弱くなるため、温度上昇で 3～4 度分の伸びに対応できるにすぎない。マシニングセンタなどでは、ボールねじの温度上昇が 4 度を超えることも多く、その場合には皿ばねによる十分な荷重が作用しない状態となってしまう、軸方向の支持剛性が低下する問題がある。

また、外部から流体を供給して油圧により荷重をかける方式では、油圧ポンプをはじめとする外部装置が必要となるほか、ボールねじ送り装置が大型化するとともに、コストの上昇と付加的なエネルギー消費を招くという問題がある。

さらに、このような課題は、ボールねじ送り装置だけでなく、主軸装置など、回転軸の軸方向両端部を一对の支持機構によって回転自在に支持する回転支持装置においても同様に存在する。

[0005] 本発明は、前述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、熱の影響により回転軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持可能な回転支持装置、及び軸支持装置の支持機構位置調整機構を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の上記目的は、下記の構成により達成される。

[1] 回転軸と、前記回転軸の軸方向両端部をそれぞれ回転自在に支持する一对の支持機構と、を備える回転支持装置であって、

前記一对の支持機構の一方は、

軸受ハウジングと、前記軸受ハウジングに対して前記回転軸を回転自在に支持するとともに、軸方向荷重を支承可能な軸受と、を備える軸受ユニットと、

前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される支持台と、

前記軸受ユニットと前記支持台との間に配設されたハウジング位置調整機構と、

を備え、

前記ハウジング位置調整機構は、

前記支持台側に設けられ、前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される支持台側部材と、

前記軸受ハウジング側に設けられ、前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される、前記支持台側部材に対して軸方向に相対移動可能な軸受ハウジング側部材と、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との間に形成される圧力室、前記支持台側部材又は前記軸受ハウジング側部材に形成される貯留室、及び、前記圧力室と前記貯留室とを連通するオリフィス内に收容される作動流体と、

前記圧力室内で、前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、

前記貯留室内に收容される中空部材と、
を備える、回転支持装置。

[2] 軸と、前記軸を支持するため、前記軸の軸方向両端部に設けられた一对の支持機構と、を備える軸支持装置における、前記一对の支持機構の一方に設けられた軸支持装置の支持機構位置調整機構であって、

前記一对の支持機構の一方は、前記軸が貫通、又は前記軸回りに配置される支持体を有し、

前記軸側と前記支持体側の一方に設けられ、前記軸が貫通可能、又は前記軸回りに配置可能な第1の部材と、

前記軸側と前記支持体側の他方に設けられ、前記軸が貫通可能、又は前記軸回りに配置可能で、前記第1の部材に対して軸方向に相対移動可能な第2の部材と、

前記第1の部材と前記第2の部材との間に形成される圧力室、前記第1の部材又は前記第2の部材に形成される貯留室、及び前記圧力室と前記貯留室とを連通するオリフィス内に收容される作動流体と、

前記圧力室内で、前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、

前記貯留室内に収容される中空部材と、
を備える、軸支持装置の支持機構位置調整機構。

発明の効果

[0007] 本発明の回転支持装置によれば、熱の影響により回転軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができ、且つ、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

[0008] また、本発明の軸支持装置の支持機構位置調整機構によれば、熱の影響により軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができ、且つ、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第 1 実施形態に係るボールねじ送り装置を適用した工作機械のテーブル送り系の断面図である。

[図2]図 1 に示すハウジング位置調整機構を備える支持機構の拡大断面図である。

[図3]図 2 の A 矢視図である。

[図4]皿ばねの変形例を示す断面図である。

[図5] (a) ～ (c) は、圧力室内に配置された中空部材の第 1 ～第 3 変形例を示す断面図である。

[図6] (a) 及び (b) は、中空部材の第 4 及び第 5 変形例を示す断面図である。

[図7]中空部材の第 6 変形例を示す断面図である。

[図8] (a) ～ (c) は、第 1 実施形態の第 7 ～第 9 変形例に係る中空部材の断面図である。

[図9] (a) ～ (c) は、第 1 実施形態の第 10 ～第 12 変形例に係る中空部材の断面図である。

[図10] (a) 及び (b) は、第1実施形態の第13～第14変形例に係る中空部材の断面図である。

[図11] (a) ～ (c) は、第1実施形態の第15～第17変形例に係る中空部材の断面図である。

[図12] 本発明の第2実施形態に係るボールねじ送り装置の図2に対応する図である。

[図13] 図12のX111部拡大図である。

[図14] (a) ～ (c) は、第2実施形態の変形例に係るボールねじ送り装置のシール溝に耐摩耗性部材が適用された例を示す要部拡大断面図である。

[図15] 本発明の第3実施形態に係るボールねじ送り装置の図2に対応する図である。

[図16] 本発明の第4実施形態に係るボールねじ送り装置の図2に対応する図である。

[図17] 本発明の第2変形例に係る、軸受ユニットの一对のアンギュラ玉軸受を背面組合せとした、図2に対応する図である。

[図18] 本発明の第3変形例に係る、軸受ユニットの一对のアンギュラ玉軸受を並列組合せとした、図2に対応する図である。

[図19] (a) は、ハウジング位置調整機構が、複数の圧力室によって構成される第1例を示す概略側面図であり、(b) は、ハウジング位置調整機構が、複数の圧力室によって構成される第2例を示す概略側面図である。

[図20] (a) は、ハウジング位置調整機構が、複数の圧力室によって構成される第3例を示す概略側面図であり、(b) は、ハウジング位置調整機構が、複数の圧力室によって構成される第4例を示す概略側面図である。

[図21] ハウジング位置調整機構が、複数の圧力室によって構成される第5例を示す概略側面図である。

[図22] 図20(a)のXX11ーXX11線に沿った断面図である。

[図23] 本発明の第5実施形態に係る、ボールねじ送り装置の図2に対応する図である。

[図24]本発明の第5実施形態の第1変形例に係る、ボールねじ送り装置の図2に対応する図である。

[図25]第5実施形態の第2変形例に係る、ボールねじ送り装置の図2に対応する図である。

[図26]図25のXXV部拡大図である。

[図27]第5実施形態の第3変形例に係る、ボールねじ送り装置の図2に対応する図である。

[図28]第5実施形態の第4変形例に係る、ボールねじ送り装置の図2に対応する図である。

[図29](a)は、作動流体を圧力室に充填するため、軸受ハウジング側部材に形成される給油路が設けられた位相における、図2に対応する拡大断面図であり、(b)は、(a)の止め栓ボルトの変形例を示す断面図である。

[図30](a)は、図29(a)の止め栓ボルトの代わりに使用される止め栓プラグの断面図であり、(b)は、(a)の止め栓プラグと円盤状部材を併合した例を示す断面図であり、(c)は、(b)の円盤状部材の変形例を示す断面図であり、(d)は、(b)の円盤状部材の他の変形例を示す断面図である。

[図31]本発明の変形例に係るボールねじ送り装置を適用した工作機械のテーブル送り系の断面図である。

[図32]支持台が軸受ユニットに対して、軸方向端部側に配設されるハウジング位置調整機構の第1例を示す断面図である。

[図33]支持台が軸受ユニットに対して、軸方向端部側に配設されるハウジング位置調整機構の第2例を示す断面図である。

[図34]支持台が軸受ユニットに対して、軸方向端部側に配設されるハウジング位置調整機構の第3例を示す断面図である。

[図35]支持台が軸受ユニットに対して、軸方向端部側に配設されるハウジング位置調整機構の第4例を示す断面図である。

[図36]本発明に係る回転支持装置を示す断面図である。

[図37]本発明に係る他の回転支持装置を示す断面図である。

[図38]本発明に係る支持機構位置調整機構が適用される軸支持装置を示す断面図である。

[図39]図38のXXXI X部拡大図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明に係る回転支持装置や軸支持装置の一例であるボールねじ送り装置の各実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

[0011] (第1実施形態)

図1は、第1実施形態のボールねじ送り装置を適用した工作機械のテーブル送り系を示している。なお、図1～図3に関して、ボールねじ送り装置20のねじ軸21の軸方向(図1の左右方向)をX方向とし、基台1の載置面1aと平行で、ねじ軸21の軸方向と直交する方向(図1の紙面垂直方向)をY方向とし、基台1の載置面1aに対して垂直方向(図1の上下方向)をZ方向とする。また、図2及び図2に対応する各図において、点線は、ボルト締結箇所を表している。

[0012] テーブル送り系10は、ボールねじ送り装置20のナット23に固定された移動テーブル11を備え、ボールねじ送り装置20のねじ軸21を駆動モータ12で駆動することで、該移動テーブル11がX方向に移動自在となるように構成されている。移動テーブル11には、ボールねじ送り装置20に対してY方向両側に、一対のリニアガイド13(図1は、一方のみ図示)が設けられている。各リニアガイド13は、基台1上にレール載置台14を介してねじ軸21と平行に配設されたガイドレール15と、移動テーブル11の下面に固定され、ガイドレール15に跨設される2つのスライダ16と、を備える。そして、駆動モータ12でねじ軸21を回転させることで、移動テーブル11が一対のリニアガイド13で案内されて、ナット23と共に往復直線移動する。

[0013] ボールねじ送り装置20は、外周面に螺旋状のねじ溝21bが形成されたねじ軸21と、ねじ軸21の周囲に配置され、内周面に螺旋状のねじ溝(図

示せず)が形成され、移動テーブル11の下面に固定されたナットハウジング22に嵌合するナット23と、ナット23のねじ溝とねじ軸21のねじ溝21bとの間に転動自在に配設された複数のボール(図示せず)と、を備える。

[0014] ねじ軸21は、軸方向中央に形成され、ねじ溝21bが形成される大径部24と、該大径部24の軸方向両端部に形成された小径部25と、を備える。小径部25の先端側の外周面には、雄ねじ25aが形成されており、また、ねじ軸21の一方側(図中右側)の先端には、小径軸部27が設けられている。小径軸部27には、カップリング28を介して駆動モータ12の回転軸12aが連結されている。

[0015] また、ねじ軸21は、駆動モータ12が連結された側となるねじ軸21の一方側が第1の支持機構30により回転自在に支持され、ねじ軸21の他方側(図中左側)が第2の支持機構40により回転自在に支持されている。

[0016] 第1の支持機構30は、基台1に固定された固定側軸受ハウジング31と、固定側軸受ハウジング31に対してねじ軸21を回転自在に支持する、正面組合せで配置された一对のアンギュラ玉軸受33, 33と、を備える。一对のアンギュラ玉軸受33, 33は、固定側軸受ハウジング31に内嵌する外輪34と、ねじ軸21の小径部25に外嵌する内輪35と、外輪34及び内輪35間に接触角を持って転動自在に配設された複数の玉36と、をそれぞれ備える。

[0017] 一对のアンギュラ玉軸受33, 33は、軸方向内側のアンギュラ玉軸受33の外輪34を固定側軸受ハウジング31の内向きフランジ31aに当接させて、軸方向外側のアンギュラ玉軸受33の外輪34を固定側軸受ハウジング31に締結される外輪押さえ37で固定されている。また、軸方向内側のアンギュラ玉軸受33の内輪35をねじ軸21の大径部24と小径部25間の段部21aに当接させ、軸方向外側のアンギュラ玉軸受33の内輪35を雄ねじ25aに螺合する締結ナット38aで締め付けている。

したがって、第1の支持機構30は、ねじ軸21の軸方向位置が固定され

た状態で、ねじ軸 2 1 を支持している。

[0018] 図 2 及び図 3 も参照して、第 2 の支持機構 4 0 は、ねじ軸 2 1 の他方側端部に配置される軸受ユニット 4 1 と、軸受ユニット 4 1 より軸方向中央側で基台 1 に固定された支持台 4 3 と、軸受ユニット 4 1 と支持台 4 3 との間に配設されるハウジング位置調整機構 6 0 と、を備える。支持台 4 3 には、ねじ軸 2 1 が貫通する貫通孔 4 3 a が設けられている。

[0019] 軸受ユニット 4 1 は、移動側軸受ハウジング 5 1 と、移動側軸受ハウジング 5 1 に対してねじ軸 2 1 を回転自在に支持する、一对のアンギュラ玉軸受 5 3、5 3 と、を備える。

一对のアンギュラ玉軸受 5 3、5 3 は、移動側軸受ハウジング 5 1 に内嵌する外輪 5 4 と、ねじ軸 2 1 の小径部 2 5 に外嵌する内輪 5 5 と、外輪 5 4 及び内輪 5 5 間に接触角を持って転動自在に配設された複数の玉 5 6 と、を備える。

[0020] 一对のアンギュラ玉軸受 5 3、5 3 では、軸方向内側のアンギュラ玉軸受 5 3 の外輪 5 4 を移動側軸受ハウジング 5 1 の内向きフランジ 5 1 a に当接させて、軸方向外側のアンギュラ玉軸受 5 3 の外輪 5 4 を移動側軸受ハウジング 5 1 に締結固定された外輪押さえ 4 7 で締め付けて、各外輪 5 4、5 4 は、移動側軸受ハウジング 5 1 に対して軸方向に位置決めされる。また、軸方向外側に配置されたアンギュラ玉軸受 5 3 の内輪 5 5 が間座 4 8 を介して雄ねじ 2 5 a に螺合する締結ナット 3 8 b で締め付けられている。

即ち、一对のアンギュラ玉軸受 5 3、5 3、移動側軸受ハウジング 5 1、及び外輪押さえ 4 7 は、正面組合せで配置される一对のアンギュラ玉軸受 5 3、5 3 に所定の予圧を付与した状態で、軸受ユニット 4 1 としてユニット化することができ、この軸受ユニット 4 1 をねじ軸 2 1 に対して、及びハウジング位置調整機構 6 0 に対してそれぞれ容易に取り付けることができる。本構成において移動側軸受ハウジング 5 1 は、必要に応じて軸受ハウジング側部材 6 2 と一体化させることも可能である。

[0021] ハウジング位置調整機構 6 0 は、支持台 4 3 側に設けられ、ねじ軸 2 1 が

貫通する支持台側部材 6 1 と、移動側軸受ハウジング 5 1 側に設けられ、支持台側部材 6 1 に対して軸方向に相対移動可能な軸受ハウジング側部材 6 2 と、を備える。支持台側部材 6 1 と軸受ハウジング側部材 6 2 とは、互いに軸方向で対向している。

[0022] 支持台側部材 6 1 は、支持台 4 3 側に突設された円環状部 6 1 a が支持台 4 3 の貫通孔 4 3 a に嵌合して、複数のボルト（図示せず）で支持台 4 3 に固定されている。軸受ハウジング側部材 6 2 は、移動側軸受ハウジング 5 1 側に突設された円環状部 6 2 a が、内向きフランジ 5 1 a に嵌合して、複数のボルト 6 3（図 3 参照）で移動側軸受ハウジング 5 1 に固定されている。

[0023] また、軸受ハウジング側部材 6 2 の支持台側部材 6 1 側の側面には、支持台側部材 6 1 側（軸方向一方側）に開口する有底の環状凹部 6 4 が設けられている。一方、支持台側部材 6 1 の軸受ハウジング側部材 6 2 側の側面には、軸受ハウジング側部材 6 2 側（軸方向他方側）に向けて環状凹部 6 4 内に突出する環状凸部 6 5 が設けられている。環状凹部 6 4 と環状凸部 6 5 とは、軸方向に摺動可能に嵌合し、環状凹部 6 4 の底面、内向き面 6 4 a 及び外向き面 6 4 b と環状凸部 6 5 の先端面との間には、環状の圧力室 6 6 が形成される。

[0024] また、環状凸部 6 5 内には、環状の貯留室 7 1 が形成されるとともに、貯留室 7 1 と圧力室 6 6 とを連通するように、円周方向の少なくとも 1 箇所（図 2 では、2 箇所）に軸方向に沿ったオリフィス 7 2 が形成される。

[0025] 貯留室 7 1 は、後述するリング 6 7 が配置される溝部よりも環状凸部 6 5 の先端面側で、環状凸部 6 5 の外向き面 6 5 a に開口して、円盤溝形状に形成されている。

[0026] そして、圧力室 6 6、貯留室 7 1、オリフィス 7 2 には、作動流体、例えば、作動油 7 0 が圧縮された状態で収容され、作動油 7 0 は、環状凸部 6 5 の外向き面 6 5 a と環状凹部 6 4 の内向き面 6 4 a との間の隙間 g を含めて、圧力室 6 6、貯留室 7 1、オリフィス 7 2 内を流通する。

[0027] また、圧力室 6 6 には、弾性部材である、複数の皿ばね 8 0 が、支持台側

部材 6 1 と軸受ハウジング側部材 6 2 との対向する軸方向端面間、即ち、環状凹部 6 4 の底面と環状凸部 6 5 の先端面との間に圧縮された状態で配置される。したがって、圧力室 6 6 は、複数の皿ばね 8 0 以外の空間が、作動油 7 0 によって充填される。

さらに、貯留室 7 1 には、密封構造を前提として構成された中空部材 9 0 が配置され、

貯留室 7 1 は、中空部材 9 0 以外の空間が、作動油 7 0 によって充填される。

[0028] 作動油 7 0 は、外力作用時に弾性効果を有し、工業的に剛性が確認されている作動流体であり、圧縮時において剛性を付与されている。

[0029] 具体的には、気体混入などによって作動油の体積弾性係数が影響されることが知られており（非特許文献参照（弟子丸順一、田中裕久著「作動油の体積弾性係数の測定」 油圧と空気圧 1988年 第19巻 第7号 p. 580-583）、本実施形態では、4度より高い温度上昇があっても、ねじ軸 2 1 の軸伸びに応じて圧力室 6 6 が軸方向に広がった際、軸受ハウジング側部材 6 2 に作用する圧力によってねじ軸に所望の軸方向剛性が与えられるように、作動油や気体の種類が適宜選択される。

[0030] なお、作動流体としては、油に限定されるものでなく、圧縮時に弾性効果を有し剛性を発揮できるものであれば、水など、任意の液体であってもよく、また、気体であってもよい。

さらに、作動流体によってねじ軸 2 1 に付与する軸方向荷重の大きさは、締結ナット 3 8 b の締め付け量による設定の他、ボールねじ送り装置 2 0 の運転時にアンギュラ玉軸受 5 3、5 3 やねじ軸 2 1 の温度上昇に伴って引き起こされる、作動流体の温度上昇による体積膨張も考慮して設定されてもよい。加えて、作動流体によってねじ軸 2 1 に付与する軸方向荷重の大きさは、ボールねじ送り装置 2 0 の運転時にボールねじ送り装置周囲の環境変化に起因する、作動流体の温度上昇による体積膨張も考慮して設定されてもよい。

[0031] 複数の皿ばね 80 は、直列ばねの機能を発揮する場合には、図 2 に示すように、隣り合う皿ばね 80 の凸側の面同士、かつ凹側の面同士が対向するように、軸方向に重ねて配置される。また、複数の皿ばね 80 が、並列ばねの機能を発揮する場合には、図示しないが、軸方向に対して皿ばね 80 が同じ向きで重なり合うように配置される。

[0032] 中空部材 90 は、環状凹部 64 の外向き面 64 b より大きな内径、且つ、環状凹部 64 の内向き面 64 a より小さな外径の断面楕円形状を有して環状に形成された浮き輪状の構造体であり、弾性変形可能なゴム、樹脂、金属等、又はこれらの組合せで構成される。また、中空部材 90 の内部には、外力作用時に弾性効果を有し、工業的に剛性が確認されている任意の液体または気体が内包される。

ただし、中空部材 90 は、組み立て性の観点から、周方向に複数に分割される構造とすることが好ましい。

[0033] さらに、環状凸部 65 の外向き面 65 a と環状凹部 64 の内向き面 64 a との間、及び環状凸部 65 の内向き面 65 b と環状凹部 64 の外向き面 64 b との間には、リング 67 が装着されている。具体的には、リング 67 は、環状凸部 65 の外向き面 65 a 及び内向き面 65 b に形成された環状のシール溝 68 に配置され、対向する環状凹部 64 の内向き面 64 a 及び外向き面 64 b と摺接して、環状凸部 65 の外向き面 65 a と環状凹部 64 の内向き面 64 a との間の径方向隙間、及び環状凸部 65 の内向き面 65 b と環状凹部 64 の外向き面 64 b との間の径方向隙間を封止する。なお、シール溝 68 は、環状凹部 64 の内向き面 64 a 及び外向き面 64 b に形成されてもよい。また、リング 67 およびシール溝 68 は、各対向面間にそれぞれ 1 つずつ配置されているが、複数配置されてもよい。これにより、リング 67 は、圧力室 66 及び貯留室 71 に充填された作動油 70 の漏れを防止する。リング 67 には、摩耗を防止する観点から、耐摩耗性などを有する表面処理がなされてもよい。

[0034] また、支持台側部材 61 と軸受ハウジング側部材 62 との間には、互いの

相対回転を防止する回り止め機構 75 が設けられている。具体的には、例えば、軸受ハウジング側部材 62 には、位置決めピン 76 の先端部が環状凹部 64 の内向き面 64 a から突出するように径方向に貫通する貫通孔 77 が円周方向の少なくとも一箇所に形成される。そして、位置決めピン 76 の先端部が、支持台側部材 61 の環状凸部 65 の外向き面 65 a に軸方向に沿って形成された長孔 78 に、軸受ハウジング側部材 62 が軸方向に移動できるように挿入されている。なお、位置決めピン 76 は、同様の回り止め機能を有する回転方向の位置決めキー（図示せず）などが軸受ハウジング側部材 62 を軸方向に移動できるように長孔 78 に挿入されることで代替されてもよい。

[0035] このようなハウジング位置調整機構 60 は、圧力室 66 に作動油 70 及び複数の皿ばね 80 を、貯留室 71 に作動油 70 及び中空部材 90 をそれぞれ収容した後、締結ナット 38 b を締め付けることで、一对のアンギュラ玉軸受 53, 53 及び移動側軸受ハウジング 51 を介して軸受ハウジング側部材 62 を支持台側部材 61 側に押し込む。これにより、作動油 70 が圧縮されてねじ軸方向への圧力が作動油 70 に付与されると共に、複数の皿ばね 80 が圧縮されてねじ軸方向への圧力が複数の皿ばね 80 に付与され、さらに、中空部材 90 が圧縮されてねじ軸方向への圧力が中空部材 90 にも付与される。

[0036] 一方、支持台側部材 61 が支持台 43 を介して基台 1 に固定されているので、軸受ハウジング側部材 62 及び移動側軸受ハウジング 51 は、圧縮状態で圧力室 66 に収容された作動油 70 と複数の皿ばね 80、及び圧縮状態で貯留室 71 に収容された作動油 70 と中空部材 90 の圧力により図中左方向に押圧される。これにより、ねじ軸 21 に予め図 1、2 中左方へ張力をかけた状態がもたらされる。

[0037] また、圧力室 66 内に収容された作動油 70 及び複数の皿ばね 80 の圧力と、貯留室 71 内に収容された作動油 70 及び中空部材 90 の圧力とは、それぞれ締結ナット 38 b の締め付け量で任意の大きさに制御することができ

る。即ち、締結ナット38bにより、ねじ軸21に付与する軸方向荷重の大きさは、任意の大きさに設定することができる。

[0038] さらに、作動油70によってねじ軸21に付与する軸方向荷重の大きさは、上述したように、締結ナット38bの締め付け量による設定の他、ボールねじ送り装置20の運転時における、作動油70の温度上昇による体積膨張も考慮して設定することができる。

[0039] 次に、本実施形態のボールねじ送り装置20の作用について説明する。

ボールねじ送り装置20では、ねじ軸21を駆動モータ12で回転駆動し、ナット23に固定された移動テーブル11を往復直線運動させると、この運動に伴って駆動モータ12、アンギュラ玉軸受33、53、ナット23などが発熱し、ボールねじ送り装置20の温度が次第に上昇して、ねじ軸21が熱膨張により軸方向に伸びる。

[0040] ねじ軸21が軸方向に熱膨張して伸長すると、図1に示す本実施形態のボールねじ送り装置20では、ねじ軸21の右端部がアンギュラ玉軸受33、33を介して固定側軸受ハウジング31に固定されているので、左方向に伸びることになる。ねじ軸21が熱の影響により軸方向（左方向）に伸びると、軸受ユニット41及び軸受ハウジング側部材62は、圧力室66に收容されている作動油70及び複数の皿ばね80の圧力と、貯留室71内に收容されている作動油70及び中空部材90の圧力との相互作用により、熱膨張によるねじ軸21の軸方向伸びに追従して、同方向に移動する。

[0041] 本実施形態では、ねじ軸21が軸方向へ伸びた際にも、作動油70、複数の皿ばね80及び中空部材90が軸受ユニット41及び軸受ハウジング側部材62を左方へ押し続けるように設計される。作動油70、圧力室66及び貯留室71は、設計の自由度が大きく、圧力室内に充填された作動油70の物性、圧力室及び貯留室の大きさや形状を適宜選択することにより、複数の皿ばね80や中空部材90の圧力に加えて、作動油70の圧力を発揮させることで、より大きな軸の伸びに対応して十分かつ適切な荷重を与えることができる。したがって、ボールねじ送り装置20の温度が4度よりも高く上昇

するような場合においても、一对のアンギュラ玉軸受 5 3, 5 3 を軸方向に移動させて、軸方向の支持剛性を維持することができ、ボールねじ送り装置 2 0 の軸方向の剛性が安定化する。

[0042] 特に、作動油 7 0 は、圧力室 6 6 及び貯留室 7 1 をオリフィスを介して流通できるので、複数の皿ばね 8 0、中空部材 9 0、及び作動油 7 0 が軸受ユニット 4 1 及び軸受ハウジング側部材 6 2 を押圧する荷重を分担させて、4 度よりも高い温度上昇となった場合であってもねじ軸 2 1 の軸方向伸び分に対応して変化できるように設計することができる。これにより、ねじ軸 2 1 が軸方向に伸びている間、一对のアンギュラ玉軸受 3 3, 3 3 を固定支持部とする状態を維持しつつ、ボールねじ送り装置 2 0 の軸方向の剛性が安定化する。

[0043] このような本実施形態の場合、一对のアンギュラ玉軸受 3 3, 3 3 及び 5 3, 5 3 に過大な荷重が作用することがないので、潤滑不良による過度の摩耗や焼き付きなどを生じる虞はなく、一对のアンギュラ玉軸受 3 3, 3 3 及び 5 3, 5 3 の寿命が長くなる。

即ち、本実施形態では、特許文献 1 に記載のボールねじにおいて、間座によって与えていた大きさの予張力をねじ軸 2 1 に付与する必要がなくなるので、一对のアンギュラ玉軸受 3 3, 3 3 及び 5 3, 5 3 にも過大な荷重が作用することがなくなる。

[0044] さらに、本実施形態のボールねじ送り装置 2 0 においては、圧力室 6 6 や貯留室 7 1 に作動油 7 0 を供給するためのアキュムレータやポンプなどの外部装置が必ずしも設置される必要はなく、ハウジング位置調整機構 6 0 を簡素化できる。この結果、外部から供給されるエネルギーを消費することなく、圧力室 6 6 及び貯留室 7 1 の圧力をできるかぎり変化を少なくしつつ維持し続けることができる。

[0045] また、本実施形態の O リング 6 7 は、減衰機構としても作用する。即ち、移動テーブル 1 1 上に載置された加工物を加工する際に、移動テーブル 1 1 に発生する振動によって、剛性が比較的低いねじ軸 2 1 も振動しようとする

。このねじ軸 2 1 の振動は、一对のアンギュラ玉軸受 3 3, 3 3 及び移動側軸受ハウジング 5 1 を介して軸受ハウジング側部材 6 2 にも伝播するが、軸受ハウジング側部材 6 2 と支持台側部材 6 1 との間の O リング 6 7 により軸受ハウジング側部材 6 2 の振動が減衰される。したがって、ねじ軸 2 1 の振動も減衰させることができ、移動テーブル 1 1 上に載置された加工物の加工面品位の乱れを抑制することができる。

この際、軸受ハウジング側部材 6 2 と支持台側部材 6 1 との間に配置される O リング 6 7 は、ねじ軸 2 1 の軸方向における振動が減衰させるだけでなく、ねじ軸 2 1 の径方向における振動も減衰させることができる。

[0046] また、ハウジング位置調整機構 6 0 の作動油 7 0 は、圧力室 6 6、貯留室 7 1、オリフィス 7 2 だけでなく、環状凸部 6 5 の外向き面 6 5 a と環状凹部 6 4 の内向き面 6 4 a との間、及び環状凸部 6 5 の内向き面 6 5 b と環状凹部 6 4 の外向き面 6 4 b との間で、且つ、O リング 6 7 よりも圧力室 6 6 側の各隙間に貯留されている。このため、作動油 7 0 が圧縮されることで、作動油 7 0 には軸方向に圧力が作用するだけでなく、径方向にも圧力が作用する。これにより、軸受ハウジング側部材 6 2 が、支持台側部材 6 1 に対して十分かつ適切な径方向荷重を持って支持される。

この結果、ハウジング位置調整機構 6 0 は、一对のアンギュラ玉軸受 5 3, 5 3 及び軸受ハウジング 5 1 を介して、ねじ軸 2 1 に径方向の支持剛性を与えることができ、さらに、ねじ軸 2 1 に対する調心機能も有することができる。

[0047] また、上述したねじ軸 2 1 の軸伸びが発生した際に、皿ばね 8 0 や中空部材 9 0 が圧縮状態から復元する際の弾性変形によって振動が発生した場合であっても、O リング 6 7 がこの振動が減衰させることができる。

[0048] さらに、皿ばね 8 0 や中空部材 9 0 が圧縮状態から復元する際に、作動油 7 0 がオリフィス 7 2、及び、環状凸部 6 5 の外向き面 6 5 a と環状凹部 6 4 の内向き面 6 4 a との間の隙間 g を通過することで、該振動が減衰させることができる。したがって、上述した O リング 6 7 と同様に、移動テーブル

11上に載置された加工物を加工する際に、ねじ軸21に伝達される振動を減衰させ、加工物の加工面品位の乱れをさらに改善することができる。

[0049] また、圧力室66内の作動油70は、皿ばね80同士、または、皿ばね80と圧力室66の内面との接触部に生じる微小隙間を通過することによってオリフィス効果を発揮することにより、上述したねじ軸21の振動や複数の皿ばね80の振動を減衰することができる。

[0050] したがって、本実施形態のボールねじ送り装置20では、圧力室66内に作動油70と複数の皿ばね80を收容し、貯留室71内に作動油70と中空部材90を收容し、圧力室66と貯留室71とをオリフィス72で流通することで、熱の影響によりねじ軸21の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができ、且つ、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

[0051] なお、円盤状の皿ばね80には、図4に示すように、円錐状の板部分に軸方向に貫通する貫通孔80aが複数形成されてもよく、また、図示しない複数のスリットが形成されてもよい。これにより、皿ばね80がオリフィスとしても機能し、作動油70が複数の貫通孔80aやスリット内を流通することで、さらに減衰効果を発揮させることができる。

[0052] また、上記実施形態では、中空部材90は、断面楕円形状を有しているが、これに限らず、図5(a)に示すような、断面矩形形状であってもよいし、図5(b)に示すような、断面三角形状であってもよい。また、上記実施形態では、中空部材90は、環状に形成されているが、これに限らず、図5(c)に示すような、一つ以上の球体状、半円弧状（図示せず）などで形成されてもよい。

[0053] また、図6(a)及び図6(b)は、本実施形態の変形例に係る、環状に形成される中空部材90の断面図である。これら変形例のように、中空部材90は、その内周面から突出する少なくとも1つのリブ90aを有する構成としてもよい。リブ90aの形状は、中空部材90の全周に亘って環状に形成されてもよいし、中空部材90の円周方向に部分的に形成されてもよい。

また、リブ90aは、リング状の断面の円周方向の一部に形成されればよい。

[0054] 中空部材90がこのようなリブ90aを有することで、貯留室71内に発生する圧力により中空部材90が圧縮変形した場合に、リブ90aと、該リブ90aに対向する内周面とが当接することで、中空部材90が塑性変形に至るなど、過度に変形するのを防止することができる。これにより、中空部材90に内包される液体や気体が貯留室71内に漏れ出ることも防止することができる。

なお、リブ90aは、中空部材が環状以外の形状にも適用することができ、例えば、上述した、球体状、半円弧状の中空部材の内部に形成されてもよい。

[0055] さらに、図7に示す変形例のように、中空部材90には、表面全体を覆う（モールドする）少なくとも一層の外層100が設けられても良い。これにより、中空部材90の剛性を変化させることができ、また、作動油70などの作動流体から中空部材90の表面を保護することができる。

なお、外層100は、中空部材と同一の材料で構成されてもよいが、他の材料で構成されてもよい。

[0056] また、上記実施形態では、中空部材90は、継ぎ目なく一体的に成形されており、局所的な応力集中が発生し難く、且つ、容易に製造することができる。ただし、中空部材90は、一体成形に限らず、例えば、2つ以上の部材の縁部を介して、これら2つ以上の部材を一体化することで構成される、中空断面を持った結合体としてもよい。或いは、中空部材90は、部材を湾曲させ、部材の縁部を結合することで中空断面を構成するようにしてもよい。

[0057] 具体的に、図8～図10に示すリング状の部材を前提とした変形例では、中空部材90は、2つ以上のリング状部材101、102の両周縁部に形成されたリブ101a、102aを介して、これらリング状部材101、102を結合して一体化することで構成される、中空断面を持った結合体としてゐる。リング状部材101、102を結合する方法としては、接着、溶融接

合、機械的なロック機構による接続などから適切な方法が選択されればよい。

[0058] 例えば、図8（a）～（c）に示すように、中空部材90は、半径方向に2分割された外径側リング状部材101と内径側リング状部材102とで構成し、リング状部材101、102の円弧状部分101b、102bとで中空断面を形成する。また、図8（a）及び（b）では、リブ101a、102aは、いずれか一方をいずれか他方よりも長くして、接着や溶融接合によって互いに結合されており、特に、図8（b）に示すように、長いリブ102aの先端を屈曲させて、リブ102aが短いリブ101aの側面を覆うようにしてもよい。さらに、図8（c）に示すように、長いリブ102aの先端が短いリブ101aの先端を覆うように、連続または不連続なコの字状の締結構造で内部を密閉するように結合してもよい。

[0059] 或いは、図9（a）～（c）に示すように、中空部材90は、軸方向に2分割された左側リング状部材101と右側リング状部材102とで構成し、リング状部材101、102の円弧状部分101b、102bとで中空断面を形成する。また、図9（a）及び（b）においても、リブ101a、102aは、いずれか一方をいずれか他方よりも長くして、接着や溶融接合によって互いに結合されており、特に、図9（b）に示すように、長いリブ102aの先端を屈曲させて、リブ102aが短いリブ101aの側面を覆うようにしてもよい。さらに、図9（c）に示すように、長いリブ102aの先端が短いリブ101aの先端を覆うように、連続または不連続なコの字状の締結構造で内部を密閉するように結合してもよい。

[0060] また、図10（a）及び（b）に示すように、中空部材90は、2分割されたリング状部材101、102のリブ101a、102aの対向面の少なくとも一方（図10（a）では、リブ101a、図10（b）では、リブ101a、102a）に、縁部近傍のシール溝101a1、102a1を形成し、Oリング103のようなシール部材を配置して、内部の密封性能を向上してもよい。

[0061] さらに、図 11 (a) ~ (c) に示すリング状の部材を前提とした変形例では、中空部材 90 は、断面帯状のリング状部材 104 を全周に亘って中空断面をなすように湾曲させ、リング状部材 104 の周縁部に形成されたリブ 104 a, 104 b 同士を結合して構成している。この場合も、リング状部材 104 を結合する方法としては、接着、溶融接合、機械的なロック機構による接続などから適切な方法が選択されればよい。

[0062] 即ち、図 11 (a) 及び (b) では、リブ 104 a, 104 b は、いずれか一方をいずれか他方よりも長くして、接着や溶融接合によって互いに結合されており、特に、図 11 (b) に示すように、長いリブ 104 b の先端を屈曲させて、リブ 104 b が短いリブ 104 a の側面を覆うようにしてもよい。さらに、図 11 (c) に示すように、長いリブ 104 b の先端が短いリブ 104 a の先端を覆うように、連続または不連続なコの字状の締結構造で内部を密閉するように結合してもよい。

[0063] このように、図 8 ~ 図 11 に示す構成とすることで、一体成形以外の方法でも、変形可能な中空部材 90 を容易に製造することができる。

なお、リング状部材 101, 102, 104 の周縁部は、図 8 ~ 図 11 に示すような、

リブ 101 a, 102 a, 104 a, 104 b を有しない構成であってもよい。即ち、リング状部材 101, 102 の円弧状部分 101 b, 102 b の周縁部を適切な結合方法によって結合して中空部材 90 を構成してもよく、或いは、リング状部材 104 の湾曲された部分の周縁部を適切な結合方法によって結合して中空部材 90 を構成してもよい。

また、図 8 ~ 図 11 に示す構成は、リング状部材を前提とするものに限らず、図 4 (c) に示すような、球体状や、半円弧状のものを構成するための平面状部材や湾曲部材にも適用することができる。

[0064] また、上記実施形態では、貯留室 71 は、環状凸部 65 の外向き面 65 a に開口するように外径側に形成されているが、環状凸部 65 の内向き面 65 b に開口するように内径側に形成されてもよい。

さらに、オリフィス 7 2 の断面形状や長さは、減衰機能を作用させるものであれば任意に形成されればよい。

[0065] また、図示しないが、支持台側部材 6 1 は支持台 4 3 と一体に構成されてもよく、軸受ハウジング側部材 6 2 も移動側軸受ハウジング 5 1 と一体に構成されてもよい。

[0066] (第 2 実施形態)

次に、図 1 2 及び図 1 3 を参照して本発明の第 2 実施形態に係るボールねじ送り装置について説明する。なお、本実施形態では、第 2 の支持機構 4 0 のハウジング位置調整機構 6 0 の構成において、第 1 実施形態のものと異なる。

[0067] 第 2 実施形態のハウジング位置調整機構 6 0 では、環状凸部 6 5 の外向き面 6 5 a 及び内向き面 6 5 b に形成されたシール溝 6 8 は、圧力室 6 6 側から離れるにつれて溝深さが浅くなるテーパ面 6 9 a と、テーパ面 6 9 a の軸方向両端縁から径方向に沿って延在する円輪状の軸方向両側面 6 9 b, 6 9 c と、によって構成される。

[0068] また、軸方向両側面 6 9 b, 6 9 c 間の軸方向距離は、シール溝 6 8 に弾性変形されて装着された状態の O リング 6 7 の軸方向幅よりも広い。これにより、溝深さが深い軸方向側面 6 9 b とテーパ面 6 9 a との境界付近まで、圧力室 6 6 から隙間 g を通過した作動油 7 0 が回り込む。

[0069] したがって、圧力室 6 6 内の作動油 7 0 の圧力が高まることで、O リング 6 7 が作動油 7 0 によって大気圧側に押されるにつれ、O リング 6 7 はシール溝 6 8 のテーパ面 6 9 a と、対向する環状凹部 6 4 の内向き面 6 4 a や外向き面 6 4 b との間のくさび構造によってシール性をより向上させる。この結果、支持台側部材 6 1 と軸受ハウジング側部材 6 2 との相対移動が発生した場合でも、作動油 7 0 の大気圧側への漏れを防止して、ボールねじ送り装置 2 0 の軸方向剛性を継続的に維持することができる。

[0070] なお、本実施形態の変形例として、図 1 4 (a) ~ (c) に示すように、O リング 6 7 と、環状凹部 6 4 の内向き面 6 4 a 及び環状凸部 6 5 の外向き

面 6 5 a（本実施形態では、外向き面 6 5 a に形成されたシール溝 6 8 のテーパ面 6 9 a）の少なくとも一方との間には、耐摩耗性部材 5 9 が介在されてもよい。

[0071] 具体的には、図 1 4（a）に示すように、耐摩耗性部材 5 9 は、リング 6 7 の外周面と環状凹部 6 4 の内向き面 6 4 a との間、及びリング 6 7 の内周面と環状凸部 6 5 の外向き面 6 5 a に形成されたシール溝 6 8 のテーパ面 6 9 a との間に位置するように、断面コの字状の環状部材として形成されてもよい。

[0072] また、図 1 4（b）に示すように、耐摩耗性部材 5 9 は、リング 6 7 の内周面と環状凸部 6 5 の外向き面 6 5 a に形成されたシール溝 6 8 のテーパ面 6 9 a との間に位置するように、断面直線状の環状部材として形成されてもよい。さらに、図 1 4（c）に示すように、耐摩耗性部材 5 9 は、リング 6 7 の外周面と環状凹部 6 4 の内向き面 6 4 a との間に位置するように、断面直線状の環状部材として形成されてもよい。

[0073] 耐摩耗性部材 5 9 としては、例えば、フッ素系樹脂などの樹脂材料や、適切な表面処理を施した金属材料などが用いられる。

[0074] 図 1 4（a）～（c）のいずれの形態においても、耐摩耗性部材 5 9 を用いることで、リング 6 7 に加わる応力集中を分散させ、リング 6 7 や、リング 6 7 との接触面の摩耗などの損傷を抑制することができる。

[0075] なお、耐摩耗性部材 5 9 は、図 1 3 に示す、リング 6 7 と、環状凹部 6 4 の外向き面 6 4 b 及び環状凸部 6 5 の内向き面 6 5 b（図 1 3 では、内向き面 6 5 b に形成されたシール溝 6 8 のテーパ面 6 9 a）の少なくとも一方との間にも介在されてもよい。

[0076] また、図 1 4（a）～（c）では、耐摩耗性部材 5 9 は、テーパ面 6 9 a を有するシール溝 6 8 において、リング 6 7 と該リング 6 7 の対向面との間に介在させている。その一方で、耐摩耗性部材 5 9 は、図 2 に示すような、溝深さが均一なシール溝 6 8 において、リング 6 7 と該リング 6 7 の対向面との間に介在させることでも、上記効果を奏する。

その他の構成及び作用については、第１実施形態のものと同様である。

[0077] （第３実施形態）

次に、図１５を参照して本発明の第３実施形態に係るボールねじ送り装置について説明する。なお、本実施形態では、第２の支持機構４０のハウジング位置調整機構６０の構成において、第１実施形態のものと異なる。

[0078] 第３実施形態のハウジング位置調整機構６０では、支持台側部材６１の外周面と軸受ハウジング側部材６２の外周面には、電熱線やラバーヒーターなどの、作動媒体体積変更部としての発熱体１８０，１８１が環状に、または離散的に配置されている。

[0079] これにより、発熱体１８０，１８１からの熱が支持台側部材６１及び軸受ハウジング側部材６２から圧力室６６内の中空部材９０及び作動油７０に伝達され、中空部材９０及び作動油７０を加熱することで、中空部材９０及び作動油７０の体積を膨張させることができる。その結果、ねじ軸２１が軸方向に伸長した場合でも、中空部材９０及び作動油７０の体積膨張により圧力室６６内に荷重が励起されることから、軸方向の支持剛性を維持することができる。

[0080] なお、本実施形態では、支持台側部材６１の外周面と軸受ハウジング側部材６２の外周面には、作動媒体体積変更部として、発熱体１８０，１８１が取り付けられているが、代わりに、冷却ジャケットや冷却素子などの冷却媒体１８２，１８３を取り付けてもよい。

[0081] 冷却媒体１８２，１８３を用いることで、中空部材９０及び作動油７０の体積膨張により圧力室６６内に励起される荷重が過大となる場合であっても、中空部材９０及び作動油７０を冷却して、中空部材９０及び作動油７０の体積を収縮することができる。これにより、ボールねじ送り装置２０の軸方向の支持剛性が過度に大きくなることを防ぎ、軸方向の支持剛性を継続的に安定した状態に保つことができる。

[0082] また、本実施形態では、中空部材９０や作動油７０の温度は、ボールねじ送り装置２０の構成部品、設置環境、稼働サイクルなどの影響を受けるため

、発熱体 180、181 や冷却媒体 182、183 を用いて、構成部品や中空部材 90、作動油 70 などの温度に対するフィードバックループを組むことで、中空部材 90 や作動油 70 を目標温度に制御してもよい。さらに、本実施形態では、作動油 70 の体積変化や圧力室 66 内の圧力の状態、支持台側部材 61 と軸受ハウジング側部材 62 との間における軸方向の相対変位などを考慮することで、発熱体 180、181 や冷却媒体 182、183 の動作をフィードバック制御してもよい。

[0083] また、本実施形態では、作動媒体体積変更部が支持台側部材 61 と軸受ハウジング側部材 62 の両方に取り付けられているが、支持台側部材 61 と軸受ハウジング側部材 62 のいずれか一方に取り付けられてもよい。

[0084] さらに、本実施形態では、作動媒体体積変更部は、支持台側部材 61 の外周面と軸受ハウジング側部材 62 の外周面に設けられているが、圧力室 66 内の中空部材 90 及び作動油 70 の体積を膨張又は収縮できる箇所であれば、軸方向側面、内周面、内部など任意の位置に取り付けることができる。

加えて、支持台側部材 61 と軸受ハウジング側部材 62 のいずれか一方に発熱体を取り付け、いずれか他方に冷却媒体を取り付けるようにしてもよい。また、発熱体と冷却媒体とは、支持台側部材 61 と軸受ハウジング側部材 62 とのいずれにおいても、併存するように配置されてもよい。

その他の構成及び作用については、第 1 実施形態のものと同様である。

[0085] (第 4 実施形態)

次に、図 16 を参照して本発明の第 6 実施形態に係るボールねじ送り装置について説明する。なお、本実施形態では、第 2 の支持機構 40 がさらに他のハウジング位置調整機構 160 を有する点において、第 1 実施形態のものと異なる。

[0086] 即ち、第 4 実施形態の第 2 の支持機構 40 では、軸受ユニット 41 と支持台 43 との間で、ハウジング位置調整機構 60 と隣接して配設される他のハウジング位置調整機構 160 をさらに備える。

他のハウジング位置調整機構 160 は、支持台 43 側に設けられ、ねじ軸

21が貫通する他の支持台側部材161と、軸受ハウジング51側に設けられ、ねじ軸21が貫通し、他の支持台側部材161に対して軸方向に相対移動可能な他の軸受ハウジング側部材162と、他の支持台側部材161と他の軸受ハウジング側部材162との間に形成される他の圧力室166、他の支持台側部材161と他の軸受ハウジング側部材162のいずれか一方に形成される他の貯留室171、及び、他の圧力室166と他の貯留室171とを連通するオリフィス172内に收容される他の作動流体170と、他の圧力室166内で、他の支持台側部材161と他の軸受ハウジング側部材162との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材80と、他の貯留室171内に收容される中空部材90と、を有する。つまり、第2の支持機構40は、軸方向に直列に配置されたタンデム構成の2つのハウジング位置調整機構60、160を有する。

[0087] 図16に示すように、他のハウジング位置調整機構160も、他の軸受ハウジング側部材162が環状凹部164を有し、他の支持台側部材161が環状凹部164内を軸方向に摺動可能に嵌合する環状凸部165を有する。また、複数の皿ばね80と他の作動流体170とは、環状凹部164と環状凸部165との間に形成される他の圧力室166内に配置される。他の作動流体170は、作動油70として例示されたものが適用される。

[0088] また、本実施形態では、他の支持台側部材161は、支持台43側に突設された円環状部161aが支持台43の貫通孔43aに嵌合して、複数のボルト（図示せず）で支持台43に固定されている。さらに、ハウジング位置調整機構60の支持台側部材61と他のハウジング位置調整機構160の他の軸受ハウジング側部材162とが、単一部材により、又は、両者を接続することにより、一体に構成されている。

[0089] このように、2つのハウジング位置調整機構60、160が軸方向に直列に配置されることで、ねじ軸の伸長がより一層大きい場合でも、ボールねじ送り装置20の軸方向剛性の維持が安定的に可能となるほか、軸方向の調芯性や同軸性も高めることができる。

[0090] なお、他のハウジング位置調整機構 160 は、図 16 に示すような、ハウジング位置調整機構 60 と同じ構成に限定されず、他の支持台側部材 161 と他の軸受ハウジング側部材 162 との間に形成される圧力室 166 に圧縮された状態で收容される圧力発生手段を有するものであれば他の構成であってもよい。例えば、圧力発生手段としては、ばねなどの弾性部材の代わりに中空部材 90 が他の圧力室 166 に配置されてもよい。

また、第 2 の支持機構 40 は、2 つのハウジング位置調整機構 60、160 を有するものの他、3 つ以上のハウジング位置調整機構を有するものであってもよく、複数のハウジング位置調整機構が軸方向に直列に配置される構成であればよい。

その他の構成及び作用については、第 1 実施形態のものと同様である。

[0091] なお、第 1 ～第 4 実施形態では、第 2 の支持機構の軸受ユニットに適用される一对のアンギュラ玉軸受は、正面組合せで配置されているが、組合せ配列はこれに限らない。即ち、一对のアンギュラ玉軸受 53、53 は、図 17 に示すような背面組合せや、図 18 に示すような並列組合せ等、各種支持形態で配置されてもよい。なお、図 17 に示すように、一对のアンギュラ玉軸受 53、53 が背面組合せで配置される場合、ねじ軸 21 の大径部 24 と小径部 25 との間の段差と、軸方向内側のアンギュラ玉軸受 53 の内輪 55 との間に内輪間座 49 が配置されることもある。

また、第 1 の支持機構の一对のアンギュラ玉軸受 33、33 も、正面組合せで配置されているが、背面組合せや並列組合せ等、各種支持形態で配置されてもよい。

さらに図示しないが、アンギュラ玉軸受 33、53 は、必ずしも 2 つのアンギュラ玉軸受で構成されるものでなく、3 つ以上のアンギュラ玉軸受で構成されることも可能である。

[0092] さらに、上記実施形態では、他のハウジング位置調整機構 160 は、ハウジング位置調整機構 60 と軸方向に隣接して配設されているが、これに限らず、ハウジング位置調整機構 60 と径方向に隣接して並列的に配設される構

成であってもよい。

これにより、ボールねじ送り装置 20 の軸方向寸法を抑えながら、単独のハウジング位置調整機構を配置したときよりも大きな軸方向荷重を発生させた状態で、ボールねじ送り装置 20 の軸方向剛性の維持がより一層しやすくなる。

[0093] また、上記実施形態では、環状凹部が軸受ハウジング側部材に設けられ、環状凸部が支持台側部材に設けられているが、本発明はこれに限らず、環状凹部が支持台側部材に設けられ、環状凸部が軸受ハウジング側部材に設けられてもよい。

[0094] さらに、上記実施形態では、圧力室 66 及び貯留室 71 は、環状凹部 64 及び環状凸部 65 によって環状に形成されているが、周方向に複数の凹部と凸部を形成して、複数の圧力室及び複数の貯留室を形成してもよい。この場合、複数の圧力室に作動油及び弾性部材が、貯留室に作動油及び中空部材がそれぞれ配置され、また、凹部の内周面と凸部の外周面との間に O リングを配置して、作動油の漏れ及び減衰機能を有する構成としてもよい。

この場合、貯留室と圧力室とを連通するオリフィスも、各凸部に設けられる。

[0095] 例えば、図 19 (a) に示すように、周方向に 4 箇所の圧力室 66 及び貯留室 71 が、ねじ軸 21 周りに配置されていてもよく、図 19 (b) に示すように、径方向に隣接して並列される 2 つの圧力室 66 及び貯留室 71 が、周方向に 4 箇所、即ち、合計で 8 個の圧力室 66 及び貯留室 71 がねじ軸 21 周りに配置されてもよい。或いは、図 20 (a) に示すように、周方向に 2 箇所の圧力室 66 及び貯留室 71、即ち、ねじ軸 21 に対して幅方向 (Y 方向) 両側の圧力室 66 及び貯留室 71 が、ねじ軸 21 周りに配置されていてもよく、図 20 (b) に示すように、径方向 (本例では、幅方向) に隣接して並列される 3 つの圧力室 66 及び貯留室 71 が、周方向に 2 箇所、即ち、合計で 6 個の圧力室 66 及び貯留室 71 がねじ軸 21 周りに配置されてもよい。この場合、支持台側部材 61 や軸受ハウジング側部材 62 の高さ寸法

を抑制することができる。

[0096] さらに、図 2 1 に示すように、周方向に 2 箇所の圧力室 6 6 及び貯留室 7 1、即ち、ねじ軸 2 1 に対して上下方向両側の圧力室 6 6 及び貯留室 7 1 が、ねじ軸 2 1 周りに配置されていてもよい。この場合、支持台側部材 6 1 や軸受ハウジング側部材 6 2 の幅寸法を抑制することができる。

[0097] ここで、図 2 2 は、図 2 0 (a) の X X I I - X X I I 線に沿った概略断面図である。この場合、2 箇所の圧力室 6 6 及び貯留室 7 1 は、凹部 6 4 x と凸部 6 5 x とでそれぞれ構成される。

なお、図中、凸部 6 5 x は、支持台側部材 6 1 の基部と一体に構成されているが、基部と別体に構成されて結合されてもよい。

[0098] なお、複数の圧力室 6 6 及び複数の貯留室 7 1 は、軸受ユニット 4 1 及び軸受ハウジング側部材 6 2 が、熱膨張によるねじ軸 2 1 の軸方向伸びに追従して、同方向に安定して移動できる構成であれば、任意に配置することができ、具体的には、ねじ軸 2 1 に直交する平面上において点对称又は線対称に配置されることが好ましい。また、複数の圧力室 6 6 及び複数の貯留室 7 1 は、軸方向にオフセットした配置であってもよい。

[0099] さらに、隣接する圧力室 6 6 又は貯留室 7 1 は、圧力均一化などを目的として必要に応じて連通路を介して連通していてもよく、内部の作動流体が隣接する圧力室 6 6 及び貯留室 7 1 内を流通してもよい。

例えば、図 2 0 (b) 及び図 2 1 では、隣接する圧力室 6 6 は、連通路 6 x を介して連通している。

[0100] また、支持台側部材 6 1 や軸受ハウジング側部材 6 2 は、単一部材で構成されるものに限らず、圧力室 6 6 及び貯留室 7 1 のレイアウトに応じて、ねじ軸 2 1 回りに配置されるようにして分割して構成されてもよい。さらに、単一部材である支持台側部材 6 1 や軸受ハウジング側部材 6 2 も、ねじ軸 2 1 回りに配置されるようにして、周方向の一部が開口や分割して構成されてもよい。

例えば、図 2 0 (b) では、2 つの支持台側部材 6 1 や軸受ハウジング側

部材 6 2 が、ねじ軸 2 1 に対して幅方向に分割して構成されている。

[0101] 加えて、上述した他のハウジング位置調整機構 1 6 0 と同様に、複数の圧力室 6 6 及び貯留室 7 1 内の圧力発生手段は、全て同じ構成、即ち、圧力室 6 6 に作動流体及び弾性部材が配置され、貯留室 7 1 に作動流体及び中空部材が配置される構成に限定されず、いずれかの圧力室 6 6 内の圧力発生手段は、ばねなどの弾性部材を用いるなど他の構成であってもよい。したがって、複数の凸部 6 5 x の少なくとも一つに、貯留室 7 1 及びオリフィス 7 2 が形成されればよく、貯留室 7 1 及びオリフィス 7 2 を有しない凸部 6 5 x を設けてもよい。

[0102] また、圧力室 6 6 及び貯留室 7 1 を構成する凹部や凸部は、断面円形に限定されず、矩形など任意の形状とすることができる。さらに、複数の圧力室 6 6 及び貯留室 7 1 は、断面寸法も軸方向寸法もそれぞれ任意に構成することができる。

[0103] (第 5 実施形態)

上述した実施形態及び変形例のハウジング位置調整機構 6 0 では、ねじ軸 2 1 が軸方向へ伸びた際に、圧力室 6 6 の容積が大きくなり、圧力室 6 6 内で圧縮された状態の作動油 7 0 及び皿ばね 8 0、貯留室 7 1 内で圧縮された状態の作動油 7 0 及び中空部材 9 0 が、圧力を徐々に下げながら、軸受ユニット 4 1 及び軸受ハウジング側部材 6 2 を左方へ押圧する。これにより、一对のアンギュラ玉軸受 5 3、5 3 が軸方向に移動されて、ねじ軸 2 1 の軸方向の支持剛性を維持している。

[0104] しかしながら、第 5 実施形態では、図 2 3 に示すようなハウジング位置調整機構 6 0 を用いて、ねじ軸 2 1 の軸方向の支持剛性を維持している。具体的に、ねじ軸 2 1 が軸方向に伸びた際に、ねじ軸 2 1 と共に移動する一对のアンギュラ玉軸受 5 3、5 3 を介して軸受ユニット 4 1 及び軸受ハウジング側部材 6 2 は左方へ移動し、圧力室 6 6 の容積が小さくなる。一方、作動油 7 0、皿ばね 8 0 及び中空部材 9 0 による圧力が徐々に上がると、軸受ユニット 4 1 及び軸受ハウジング側部材 6 2 は右方へ押圧される。したがって、

ねじ軸 2 1 の軸方向の伸びを許容するように圧力室 6 6 の容積及び皿ばね 8 0 及び中空部材 9 0 の圧力を調整することで、ねじ軸 2 1 の軸方向の支持剛性を維持することができる。

[0105] この場合、支持台側部材 6 1 は、支持台 4 3 に取り付けられる環状基部 6 1 b の小径部分から軸受ハウジング 5 1 側に延在する小径円筒部 6 1 c と、小径円筒部 6 1 c の先端部から外径側に向かう外向きフランジ部 6 1 d と、を有する。軸受ハウジング側部材 6 2 は、移動側軸受ハウジング 5 1 に取り付けられる環状基部 6 2 b の大径部分から支持台 4 3 側に延在する大径円筒部 6 2 c と、大径円筒部 6 2 c の先端部から内径側に向かう内向きフランジ部 6 2 d と、を有する。

[0106] 支持台側部材 6 1 の外向きフランジ部 6 1 d は、軸受ハウジング側部材 6 2 の環状基部 6 2 b と内向きフランジ部 6 2 d との間で軸方向に相対移動可能で、その外周面は、大径円筒部 6 2 c の内周面とＯリング 6 7 を介して摺接している。また、軸受ハウジング側部材 6 2 の内向きフランジ部 6 2 d は、支持台側部材 6 1 の環状基部 6 1 b と外向きフランジ部 6 1 d との間で軸方向に相対移動可能で、その内周面は、小径円筒部 6 1 c の外周面とＯリング 6 7 を介して摺接している。したがって、圧力室 6 6 は、支持台側部材 6 1 の小径円筒部 6 1 c 及び外向きフランジ部 6 1 d と、軸受ハウジング側部材 6 2 の大径円筒部 6 2 c 及び内向きフランジ部 6 2 d とで仕切られた環状空間によって形成され、この圧力室 6 6 には、作動油 7 0 及び皿ばね 8 0 が、わずかに圧縮された状態で充填されている。

[0107] さらに、外向きフランジ部 6 1 d には、大径円筒部 6 2 c の内周面に開口する貯留室 7 1 と、圧力室 6 6 及び貯留室 7 1 を連通するオリフィス 7 2 が形成されている。貯留室 7 1 には、中空部材 9 0 が配置されている。

[0108] この場合も、ねじ軸 2 1 が熱膨張により軸方向に伸びた際に、一對のアンギュラ玉軸受 5 3、5 3、軸受ハウジング 5 1、及び軸受ハウジング側部材 6 2 は、圧力室 6 6 内の作動油 7 0 及び皿ばね 8 0、及び貯留室 7 1 内の作動油 7 0 及び中空部材 9 0 を圧縮しながら、これらの圧力の相互作用により

、図中左方へ移動することで、ねじ軸 2 1 の軸方向の支持剛性を維持することができる。

[0109] 特に、作動油 7 0 は、圧力室 6 6 及び貯留室 7 1 をオリフィスを介して流通できるので、複数の皿ばね 8 0、中空部材 9 0、及び作動油 7 0 が軸受ユニット 4 1 及び軸受ハウジング側部材 6 2 を押圧する荷重を分担させて、4 度よりも高い温度上昇となった場合であってもねじ軸 2 1 の軸方向伸び分に対応して変化できるように設計することができる。これにより、ねじ軸 2 1 が軸方向に伸びている間、一对のアンギュラ玉軸受 3 3、3 3 を固定支持部とする状態を維持しつつ、ボールねじ送り装置 2 0 の軸方向の剛性が安定化する。

[0110] また、Ｏリング 6 7 が内向きフランジ部 6 2 d の内周面と小径円筒部 6 1 c の外周面との間、及び外向きフランジ部 6 1 d の外周面と大径円筒部 6 2 c の内周面との間に装着されることで、圧力室 6 6 及び貯留室 7 1 に充填された作動油 7 0 の漏れを防止することができ、また、減衰機構としても作用して、ねじ軸 2 1 に生じる振動を減衰させることができる。

[0111] 加えて、圧力室 6 6 及び貯留室 7 1 内の作動油 7 0 がオリフィス 7 2、及び、大径円筒部 6 2 c の内周面と外向きフランジ部 6 1 d の外周面との間の隙間を通過することで、ねじ軸 2 1 の振動を減衰させることができる。

[0112] さらに、内向きフランジ部 6 2 d の内周面と小径円筒部 6 1 c の外周面との間、及び外向きフランジ部 6 1 d の外周面と大径円筒部 6 2 c の内周面との間の各隙間には、圧縮された状態の作動油 7 0 が貯留されている。したがって、各隙間に作用する作動油 7 0 の径方向への圧力によって、軸受ハウジング側部材 6 2 と支持台側部材 6 1 との間での径方向の支持剛性及び調心性を高めることができる。その結果、ハウジング位置調整機構 6 0 は、ねじ軸 2 1 に径方向の支持剛性を与えることができ、さらに、ねじ軸 2 1 に対する調心機能も有することができる。

[0113] なお、支持台側部材 6 1 及び軸受ハウジング側部材 6 2 は、それぞれ単一部材によって構成されてもよいが、図 2 3 に示すように、組み立て性を考慮

して、それぞれ二部材 9 1, 9 2、9 3、9 4 で O リング 6 7 を挟んだ状態で構成することもできる。

また、O リング 6 7 およびシール溝 6 8 は、各対向面間にそれぞれ 1 つずつ配置されているが、複数配置されてもよい。

[0114] また、図 2 3 に代えて、支持台側部材 6 1 が、大径円筒部及び内向きフランジ部を有し、軸受ハウジング側部材 6 2 が、小径円筒部及び外向きフランジ部を有して、圧力室を構成するようにしてもよい。

さらに、貯留室及びオリフィスは、内向きフランジ部 6 2 d 内に形成されてもよく、貯留室は、小径円筒部 6 1 c の外周面に開口するようにしてもよい。

[0115] また、このようなハウジング位置調整機構 6 0 においても、一对のアンギュラ玉軸受 5 3, 5 3 は、図 2 3 に示す正面組合せで配置されてもよいし、図 2 4 に示す背面組合せで配置されてもよいし、並列組合せ等、各種支持形態で配置されてもよい。加えて図示はしないが、一对のアンギュラ玉軸受は必ずしも 2 つのアンギュラ玉軸受で構成されるものではなく、3 つ以上の玉軸受で構成されることも可能である。

[0116] さらに、第 5 実施形態のハウジング位置調整機構 6 0 は、図 2 5 及び図 2 6 に示すように、第 2 実施形態と同様、内向きフランジ部 6 2 d の内周面及び外向きフランジ部 6 1 d の外周面に形成されたシール溝 6 8 は、圧力室側から離れるにつれて溝深さが浅くなるテーパ面 6 9 a と、テーパ面 6 9 a の軸方向両端縁から径方向に沿って延在する円輪状の軸方向両側面 6 9 b, 6 9 c と、によって構成されてもよい。

[0117] したがって、圧力室 6 6 内の作動油 7 0 の圧力が高まることで、O リング 6 7 が大気圧側に押されるにつれ、O リング 6 7 はシール溝 6 8 のテーパ面 6 9 a と、対向する小径円筒部 6 1 c の外周面や大径円筒部 6 2 c の内周面との間のくさび構造によってシール性をより向上させる。この結果、支持台側部材 6 1 と軸受ハウジング側部材 6 2 との相対移動が発生した場合でも、作動油 7 0 の大気圧側への漏れを防止して、ボールねじ送り装置 2 0 の軸方

向剛性を継続的に維持することができる。

- [0118] なお、本変形例においては、図 26 に示すように、支持台側部材 61 を構成する二部材 91, 92 の対向面のいずれかに形成されるシール溝 68、及び軸受ハウジング側部材 62 を構成する二部材 93, 94 の対向面のいずれかに形成されるシール溝 68 も、圧力室側から離れるにつれて溝深さが浅くなるテーパ面 69a を有してもよい。
- [0119] また、本変形例の場合も、リング 67 と、内向きフランジ部 62d の内周面及び小径円筒部 61c の外周面の少なくとも一方との間、及び、リング 67 と、外向きフランジ部 61d の外周面及び大径円筒部 62c の内周面の少なくとも一方との間には、耐摩耗性部材が介在されてもよい。
- [0120] この場合も、耐摩耗性部材 59 は、図 26 に示すような、テーパ面 69a を有するシール溝 68 において、リング 67 と該リング 67 の対向面との間に介在させてもよいし又は、図 23 に示すような、溝深さが均一なシール溝 68 において、リング 67 と該リング 67 の対向面との間に介在させてもよい。
- [0121] さらに、第 5 実施形態のハウジング位置調整機構 60 は、図 27 に示すように、第 3 実施形態と同様、支持台側部材 61 と軸受ハウジング側部材 62 に、発熱体 180, 181 や冷却媒体 182, 183 などの作動媒体体積変更部を設けるようにしてもよい。
- [0122] これにより、第 3 実施形態で説明したように、使用されるボールねじ送り装置 20 の状態に応じて、発熱体 180, 181 によって圧力室 66 内の中空部材 90 及び作動油 70 の体積を膨張させたり、冷却媒体 182, 183 によって、圧力室 66 内の中空部材 90 及び作動油 70 の体積を収縮させたりして、軸方向の支持剛性を継続的に安定した状態に保つことができる。
- [0123] また、第 5 実施形態のハウジング位置調整機構 60 では、図 28 に示すように、第 4 実施形態と同様、第 2 の支持機構 40 が、軸受ユニット 41 と支持台 43 との間に、ハウジング位置調整機構 60 と他のハウジング位置調整機構 160 とを軸方向に直列に配置したタンデム構成としてもよい。

[0124] この場合も、他のハウジング位置調整機構 160 の他の支持台側部材 161 は、環状基部 161 b と小径円筒部 161 c と外向きフランジ部 161 d と、を有し、他の軸受ハウジング側部材 162 は、環状基部 162 b と大径円筒部 162 c と内向きフランジ部 162 d と、を有する。また、他のハウジング位置調整機構 160 の他の支持台側部材 161 と他の軸受ハウジング側部材 162 とは、それぞれ二部材 191, 192, 193, 194 から構成されている。また、ハウジング位置調整機構 60 の支持台側部材 61 と他のハウジング位置調整機構 160 の他の軸受ハウジング側部材 162 とが、互いに接続されて、一体に構成されている。

[0125] また、第 4 実施形態と同様、第 2 の支持機構 40 は、複数のハウジング位置調整機構が軸方向に直列に配置される構成でもよく、或いは、径方向に並列に配置される構成でもよい。

[0126] 尚、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではなく、適宜、変形、改良、等が可能である。また、本明細書中に記載の各実施形態及び各変形例は、実施可能な範囲において組み合わせて適用可能である。

例えば、上記した圧力室又は貯留室には、必要に応じて補助アキュムレータや作動油を供給する外置きポンプを接続することもできる。さらに、圧力室や貯留室の作動油の圧力や一對のアンギュラ軸受 53, 53 に付与される荷重をモニタリングすることで、ボールねじ送り装置の状態を診断したり補正するようにしてもよい。

また、上記実施形態では、弾性部材として、皿ばねが適用されているが、これに限らず、コイルばねであってもよい。

[0127] また、第 1 ～第 4 実施形態では、環状凸部 65 の外向き面 65 a と環状凹部 64 の内向き面 64 a との間、及び環状凸部 65 の内向き面 65 b と環状凹部 64 の外向き面 64 b との間に、Ｏリング 67 が装着されているが、これに限らず、圧力室 66 内から作動油 70 が漏れることを防止するためのシール部材が配置されればよい。

同様に、第 5 実施形態においても、外向きフランジ部 61 d の外周面と大

径円筒部 6 2 c の内周面との間、及び内向きフランジ部 6 2 d の内周面と小径円筒部 6 1 c の外周面との間には、Ｏリング 6 7 が装着されているが、これに限らず、圧力室 6 6 内から作動油 7 0 が漏れることを防止するためのシール部材が配置されればよい。

さらに、シール部材は、圧力室 6 6 内から作動油 7 0 が漏れることを防止するだけでなく、Ｏリング 6 7 と同様に、ねじ軸 2 1 の振動を減衰させるものがより好ましい。

[0128] また、いずれの実施形態においても、作動油 7 0 は、圧力室 6 6 に充填されたうえで、外部から密封される必要がある。この際、例えば、図 2 に示すハウジング位置調整機構 6 0 では、図 2 9 (a) に示すように、軸受ハウジング側部材 6 2 に、作動油 7 0 を圧力室 6 6 に充填するための給油路 1 0 9 が環状凹部 6 4 の内向き面 6 4 a と軸受ハウジング側部材 6 2 の外周面との間を径方向に貫通して形成されてもよい。

[0129] そして、軸受ハウジング側部材 6 2 の外周面には、給油路 1 0 9 内に形成された雌ねじ部 1 0 9 a に螺合して、給油路 1 0 9 を塞ぐ止め栓ボルト 1 1 0 が取り付けられてもよい。また、止め栓ボルト 1 1 0 の雄ねじの部分には、図示しないシールテープが巻回されたり、リーク防止剤が塗布や充填されるなどにより、雄ねじと雌ねじ部 1 0 9 a との間のすき間を埋めることで、圧縮状態で充填された作動油 7 0 の漏れをより確実に防止することができる。

[0130] また、軸受ハウジング側部材 6 2 の外周面に対向する止め栓ボルト 1 1 0 の頭部の対向面には、環状のシール溝 1 1 0 a が形成されてもよい。これにより、シール溝 1 1 0 a には、Ｏリング 1 1 1 が取り付けられて、止め栓ボルト 1 1 0 のシール性を向上させることができる。

なお、図 2 9 (b) に示すように、止め栓ボルト 1 1 0 のシール溝 1 1 0 a の底面は、

さらにシール性を向上するように、テーパ状に形成されてもよい。

[0131] また、給油路 1 0 9 を塞ぐ部材としては、止め栓ボルト 1 1 0 の代わりに

止め栓プラグであってもよく、例えば、図30(a)に示すような、テーパ状の止め栓プラグ112によって、給油路109が塞がれてもよい。この場合、止め栓プラグ112は、給油路109の外径側に形成された雌ねじ部109aに螺合して、給油路109に固定される。また、図30(b)に示すように、給油路109は、外径側でテーパ状の雌ねじ部109aを有し、雌ねじ部を有しないストレート部分109bが、段付き孔109cを介して雌ねじ部109aと連続する。この際、止め栓プラグ112は、段付き孔109cに円盤状部材113を收容した状態で、雌ねじ部109aに締結されてもよい。この場合、止め栓プラグ112は、円盤状部材113を変形させながら、雌ねじ部109aに締結されるので、円盤状部材113と段付き孔109cの接触面との間で密封性が確保される。

また、止め栓プラグ112の雄ねじの部分にも、図示しないシールテープが巻回されたり、リーク防止剤が塗布や充填されるなどにより、雄ねじと雌ねじ部109aとの間のすき間を埋めることで、良好なシール性が与えられるようにしてもよい。

[0132] なお、図30(c)に示すように、円盤状部材113は、段付き孔109cとの接触面を構成する弾性変形部材114と一体化してもよい。或いは、図30(d)に示すように、円盤状部材113は、段付き孔109cとの接触面に環状のシール溝113aを形成し、Oリング115を配置してもよい。

[0133] また、圧力室66と連通する給油路109は、径方向に貫通して形成される構成に限らず、圧力室66を構成するいずれかの部材を軸方向に貫通して形成されてもよい。

[0134] さらに、支持台は、ハウジング位置調整機構の支持台側部材を直接又は間接的に支持する構成であればよく、上記実施形態のように、回転軸が貫通する構成に限らず、回転軸回りに配置される構成でもよく、任意の形状に設計することができる。

[0135] (他のボールねじ送り装置への適用)

また、図１のボールねじ送り装置２０では、駆動モータ１２は第１の支持機構３０により支持されるねじ軸２１の一方側（図１中右側）で連結されているが、本発明はこれに限らない。即ち、図３１のボールねじ送り装置２０のように、駆動モータ１２が、第２の支持機構４０により支持されるねじ軸２１の他方側（図３１中左側）で連結されてもよい。

この場合、駆動モータ１２は、基台１に固定され、ねじ軸２１が貫通する他の支持台８５によって支持される。また、ねじ軸２１が熱膨張によって軸方向に伸びた際に、小径軸部２７が軸方向に移動できるように、小径軸部２７の先端は、駆動モータ１２の回転軸１２ａから離れてカップリング２８内に配置されている。

[0136] 従って、本発明は、例えば、工作機械（マシニングセンター、旋盤、研削機等）、測定機械（３次元測定器）、半導体製造装置（露光装置、検査プローブ等のテーブル）、検査装置等のように、高精度な加工、測定を行う装置の位置決め用途や半導体製造等に使用されるボールねじ送り装置として自由度高く用いることができる。

[0137] また、上記実施形態では、支持台４３は、軸受ユニット４１に対して軸方向中央側に配設されているが、本発明は、これに限らず、軸受ユニット４１より軸方向端部側に配設されてもよい。即ち、支持台４３は、ハウジング位置調整機構６０の構成や作用に応じて、軸受ユニット４１に対して軸方向中央側に配設されてもよく、軸方向端部側に配設されてもよい。

[0138] 例えば、図３２及び図３３に示す形態では、支持台４３は、軸受ユニット４１より軸方向端部側に設けられる。この場合、支持台側部材６１は支持台４３に直接又は間接的に取り付けられればよく、軸受ハウジング側部材６２は、軸受ハウジング５１に直接又は間接的に取り付けられればよい。また、内輪５５と締結ナット３８ｂとの間に配置される間座４８ａが、支持台４３の貫通孔４３ａ、支持台側部材６１及び軸受ハウジング側部材６２の内部を通過する。

[0139] また、図 3 4 及び 3 1 に示す形態では、支持台 4 3 は、軸受ユニット 4 1 より軸方向端部側に配設される一方、貫通孔 4 3 a を有する本体部分から軸方向に延びて、ハウジング位置調整機構 6 0 の周囲を囲う外筒部 4 3 b によって、軸受ユニット 4 1 に対して軸方向中央側に配設される支持台側部材 6 1 と固定されている。この場合も、支持台側部材 6 1 は支持台 4 3 に直接又は間接的に取り付けられればよく、軸受ハウジング側部材 6 2 は、軸受ハウジング 5 1 に直接又は間接的に取り付けられればよい。また、内輪 5 5 と締結ナット 3 8 b との間に配置される間座 4 8 a は、支持台 4 3 の貫通孔 4 3 a 内を通過する。

[0140] (ボールねじ送り装置以外への適用)

また、上述した実施形態では、ボールねじ送り装置について説明しているが、本発明は、ボールねじ送り装置以外にも、回転軸の軸方向両端部を一对の支持機構によって回転自在に支持する回転支持装置において適用可能である。即ち、熱の影響により回転軸の軸方向長さが変化するような場合、上記実施形態のようなハウジング位置調整機構を用いて、回転軸の軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持するように構成することができる。

また、上記実施形態のハウジング位置調整機構を用いることで、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

[0141] 例えば、図 3 6 に示すように、回転支持装置 1 2 0 は、回転軸 1 2 1 と、回転軸 1 2 1 の軸方向両端部をそれぞれ回転自在に支持する一对の支持機構 3 0、4 0 と、を備える。

支持機構 3 0 は、基台 1 に固定された軸受ハウジング 3 1 と、軸受ハウジング 3 1 に対して回転軸 1 2 1 を回転自在に支持する軸受 3 3、3 3、即ち、正面組合せで配置された一对のアンギュラ玉軸受 3 3、3 3 と、を備える。

[0142] また、支持機構 4 0 は、軸受ハウジング 5 1 と、軸受ハウジング 5 1 に対して回転軸 1 2 1 を回転自在に支持するとともに、軸方向荷重を支承可能な軸受 5 3、5 3、即ち、正面組合せで配置された一对のアンギュラ玉軸受 5

3, 53と、を備える軸受ユニット41と、軸受ユニット41より軸方向中央側に配設され、回転軸121が貫通する支持台43と、軸受ユニット41と支持台43との間に配設されたハウジング位置調整機構60と、を備える。

[0143] そして、ハウジング位置調整機構60は、支持台43側に設けられ、回転軸121が貫通する支持台側部材61と、軸受ハウジング51側に設けられ、回転軸121が貫通し、支持台側部材61に対して軸方向に相対移動可能な軸受ハウジング側部材62と、支持台側部材61と軸受ハウジング側部材62との間に形成される圧力室66、支持台側部材61と軸受ハウジング側部材62のいずれか一方に形成される貯留室71、及び、圧力室66と貯留室71とを連通するオリフィス72内に充填される作動油（作動流体）70と、圧力室66内で、支持台側部材61と軸受ハウジング側部材62との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される皿ばね（弾性部材）80と、貯留室71内に收容される中空部材90と、を備える。

なお、図36中、上記実施形態と同一符号を付したものについては、実質的に同一であるとして、説明を省略又は簡略化する。その他、ボールねじ送り装置20において説明した各種構造は、回転支持装置についても適用可能であり、同様の効果を奏する。

[0144] また、上記回転支持装置120の支持機構30, 40の各軸受33, 53は、上記実施形態のようなアングュラ玉軸受であってもよいが、これに限らず、軸方向荷重を支承可能なころ軸受や滑り軸受であってもよい。このような軸方向荷重を支承可能な軸受を用いることで、特に、支持機構40において、上記実施形態のような締結ナット38bの締め付けによって軸受を介して作動油70や弾性部材80を圧縮することができる。

[0145] また、図36では、ハウジング位置調整機構60を有する第2の支持機構40が、回転軸121の端部を支持する構成としているが、図37に示すように、ハウジング位置調整機構60を有する第2の支持機構40は、駆動モータ12を支持する他の支持台85寄りの位置で、回転軸121を支持する

構成としてもよい。

[0146] 例えば、図 3 7 に示すような回転支持装置 1 2 0 が、工作機械において工具を回転させる主軸装置に適用される場合、支持機構 3 0 が支持する回転軸 1 2 1 の端部に工具を取り付けることで、回転軸 1 2 1 の軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持しつつ、工具の軸方向の位置決めが確実に行われ、高精度な加工が実現できる。

[0147] なお、図 3 6 及び図 3 7 に示される回転支持装置 1 2 0 において、駆動モータ 1 2 は必ずしも回転軸 1 2 1 と同軸配置される必要はなく、例えば、プーリや歯車列などを介して駆動モータの動力が回転軸 1 2 1 に伝達されてもよい。

[0148] 加えて、駆動モータ 1 2 は、必ずしも回転軸 1 2 1 と同軸に配置される別体のものに限定されず、例えば、回転軸 1 2 1 にビルトインモータが直接構成されてもよい。

また、回転支持装置 1 2 0 としては、支持体として、第 1 の支持機構 3 0 の軸受ハウジング 3 1 と第 2 の支持機構 4 0 の支持台 4 3 とが一体化されたハウジングケースとしてもよい。

[0149] なお、ボールねじ送り装置以外の回転支持装置においても、図 3 2 ～図 3 5 に示したように、支持台は、軸受ユニットに対して軸方向端部側に配設されてもよい。

[0150] また、上記実施形態では、ハウジング位置調整機構は、回転軸を支持する軸受の軸受ハウジングの軸方向位置を調整する機構として説明しているが、本発明はこれに限定されず、軸支持装置の支持機構位置調整機構として適用できる。即ち、軸は回転軸に限定されず、また、支持機構は軸受を有する構成にも限定されず、軸支持装置は、軸と、軸を支持するため、軸の軸方向両端部に設けられた一对の支持機構と、を備え、一对の支持機構の一方は、軸が貫通、又は軸回りに配置される支持体（例えば、上記実施形態における支持台 4 3）を有する構成であればよい。

[0151] したがって、軸支持装置の支持機構位置調整機構として、軸側と支持体側

の一方に設けられ、軸が貫通、又は軸回りに配置可能な第１の部材（例えば、上記実施形態における支持台側部材６１）と、軸側と支持体側の他方に設けられ、軸が貫通、又は軸回りに配置可能で、第１の部材に対して軸方向に相対移動可能な第２の部材（例えば、上記実施形態における軸受ハウジング側部材６２）と、第１の部材と第２の部材との間に形成される圧力室、第１の部材と第２の部材のいずれか一方に形成される貯留室、及び圧力室と貯留室とを連通するオリフィス内に充填される作動流体と、圧力室内で、第１の部材と第２の部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、貯留室内に收容される中空部材と、を備える構成であればよい。

このような軸支持装置の支持機構位置調整機構は、ボールねじ送り装置２０において説明したハウジング位置調整機構の構造を適用可能であり、同様の効果を奏する。

[0152] 例えば、図４２及び図４３は、軸を支持する一对の支持機構の一方に支持機構位置調整機構が設けられた軸支持装置としての剛節構造物２００を示している。剛節構造物２００は、基台１に対して鉛直に起立して固定された、互いに平行な２つの鋼製の支持体２３１、２４３を備える。支持体２３１、２４３には、同芯の貫通孔２３１ａ、２４３ａが形成され、梁部材を構成する軸２２１が、挿通される。なお、支持体２３１、２４３は、支柱や梁、支持板などであればよく、軸を支持可能な任意の材質・形状の部材で構成されればよい。

[0153] なお、この例では、軸２２１は、軸方向一端側のフランジ部２２６を、支持体２３１の貫通孔２３１ａの小径段部２３１ｂに当接させ、貫通孔２３１ａの大径段部２３１ｃに押さえ蓋２３２を取り付ける他方の支持機構によって、軸２２１の一端部が支持体２３１に位置決め固定される。

[0154] また、軸２２１の軸方向他端部は、支持体２４３の貫通孔２４３ａを挿通して、支持体２３１と反対側に突出し、一方の支持機構を構成する、軸案内部材２５０、ハウジング２５１、及び支持機構位置調整機構２６０を介して

支持体 2 4 3 に支持されている。

軸 2 2 1 の中央部の断面形状は、任意であり、角形鋼管や H 形鋼などで構成されてもよい。

[0155] 軸案内部材 2 5 0 は、軸 2 2 1 を取り囲むように構成された部材であり、軸 2 2 1 の小径部 2 2 5 を案内し、その外径側両端部がハウジング 2 5 1 とハウジング 2 5 1 に固定された押さえ部材 2 4 7 で挟持されて一体化されている。

[0156] また、ハウジング 2 5 1 は、上記実施形態と同様に、支持機構位置調整機構 2 6 0 を介して支持体 2 4 3 に取り付けられている。即ち、上記実施形態の支持台側部材 6 1 に相当する第 1 の部材 2 6 1 は、支持体 2 4 3 の貫通孔 2 4 3 a に嵌合して支持体 2 4 3 に固定されており、上記実施形態の軸受ハウジング側部材 6 2 に相当する第 2 の部材 2 6 2 は、ハウジング 2 5 1 の内向きフランジ 2 5 1 a に嵌合してハウジング 2 5 1 に固定されている。

[0157] このため、軸案内部材 2 5 0 が、間座 4 8 を介して雄ねじ 2 2 5 a に螺合する締結ナット 3 8 b で締め付けられると、軸案内部材 2 5 0 には反力が作用して、軸方向荷重を受ける。したがって、支持体 2 3 1, 2 4 3 と軸 2 2 1 との間に所定の剛性が与えられる。

[0158] また、このような剛節構造物 2 0 0 において、軸 2 2 1 に軸方向の伸びが発生したとしても、支持機構位置調整機構 2 6 0 が作用して、軸 2 2 1 の軸方向伸びに追従して、軸案内部材 2 5 0 及びハウジング 2 5 1 を同方向に移動させる。したがって、軸 2 2 1 に作用する軸力を維持することができ、剛節構造物 2 0 0 の剛性を保つことができる。

[0159] なお、この例では、ハウジング 2 5 1 と支持機構位置調整機構 2 6 0 の第 2 の部材 2 6 2 とが一体で構成され、一体化された部材に軸案内部材 2 5 0 が配置されてもよい。また、ハウジング 2 5 1 を設けずに、軸案内部材 2 5 0 が直接、支持機構位置調整機構 2 6 0 の第 2 の部材 2 6 2 に固定されてもよい。

また、軸支持装置は、本事例のような剛節構造物に限らず、軸側と支持体

側の支持機構がピン接合であるようなブレース構造であってもよい。この場合、軸 2 2 1 は、ブレース構造の構成に応じて、傾斜して配置されていてもよい。

さらに、剛体構造物のような軸支持装置においては、両方の支持機構が、支持機構位置調整機構を有する構成であってもよい。

[0160] 以上の通り、本明細書には次の事項が開示されている。

(A 1) 外周面に螺旋状のねじ溝が形成されたねじ軸と、内周面に螺旋状のねじ溝が形成されたナットと、前記ねじ軸のねじ溝と前記ナットのねじ溝との間に転動自在に配設された複数のボールと、前記ねじ軸の軸方向両端部をそれぞれ回転自在に支持する一对の支持機構と、を備えるボールねじ送り装置であって、

前記一对の支持機構の一方は、

軸受ハウジングと、前記軸受ハウジングに内嵌する外輪、前記ねじ軸の軸方向端部に外嵌する内輪、及び前記外輪と前記内輪との間に転動自在に配置される玉をそれぞれ備えるアングュラ玉軸受と、を備える軸受ユニットと、

前記軸受ユニットより軸方向中央側に配設され、前記ねじ軸が貫通する支持台と、

前記軸受ユニットと前記支持台との間に配設されたハウジング位置調整機構と、

を備え、

前記ハウジング位置調整機構は、

前記支持台側に設けられ、前記ねじ軸が貫通する支持台側部材と、

前記軸受ハウジング側に設けられ、前記ねじ軸が貫通し、前記支持台側部材に対して軸方向に相対移動可能な軸受ハウジング側部材と、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との間に形成される圧力室、前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材のいずれか一方に形成される貯留室、及び、前記圧力室と前記貯留室とを連通するオリフィス内に収容される作動流体と、

前記圧力室内で、前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、

前記貯留室内に收容される中空部材と、
を備える、ボールねじ送り装置。

この構成によれば、熱の影響によりねじ軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができ、且つ、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

[0161] (A 2) 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との一方は、軸方向一方側に開口する環状凹部を有し、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との他方は、軸方向他方側に向けて突出して、前記環状凹部内を軸方向に摺動可能に嵌合する環状凸部を有し、

前記圧力室は、前記環状凹部と前記環状凸部との間に形成され、

前記貯留室は、前記環状凸部の外向き面または内向き面に開口するように前記環状凸部内に形成され、

前記オリフィスは、前記環状凸部内に形成される、

(A 1) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、圧力室が環状凹部と環状凸部との間に形成されるので、ハウジング位置調整機構をねじ軸の周囲にコンパクトに構成できる。また、作動流体がオリフィス、及び、環状凸部の外向き面と環状凹部の内向き面との間の隙間を通過することで、該振動を減衰させることができる。

[0162] (A 3) 前記環状凹部の内向き面と前記環状凸部の外向き面との間、及び前記環状凹部の外向き面と前記環状凸部の内向き面との間に少なくとも1つのシール部材がそれぞれ装着される、(A 2) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、シール部材によって、圧力室及び貯留室に充填された作動流体の漏れを防止することができ、ハウジング位置調整機構の機能を長

期間に亘って維持できる。

- [0163] (A 4) 前記環状凹部の内向き面と前記環状凸部の外向き面との間、及び前記環状凹部の外向き面と前記環状凸部の内向き面との間の各隙間には、前記作動流体が貯留されている、(A 2) 又は (A 3) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、ハウジング位置調整機構は、ねじ軸に径方向の支持剛性を与えることができ、さらに、ねじ軸に対する調心機能も有することができる。

- [0164] (A 5) 前記シール部材は、Ｏリングであり、

前記環状凹部の内向き面または前記環状凸部の外向き面、及び前記環状凹部の外向き面または前記環状凸部の内向き面には、前記Ｏリングが配置されるシール溝がそれぞれ形成され、

前記シール溝は、前記圧力室側から離れるにつれて溝深さが浅くなるテーパ面を有する、(A 3) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、シール部材をＯリングとすることで、Ｏリングは減衰機構としても作用して、ねじ軸に生じる振動を減衰させることができる。また、支持台側部材と軸受ハウジング側部材との相対移動が発生した場合でも、作動油の大気圧側への漏れを防止して、ボールねじ送り装置の軸方向剛性を継続的に維持することができる。

- [0165] (A 6) 前記シール部材は、Ｏリングであり、

前記Ｏリングと、前記環状凹部の内向き面及び前記環状凸部の外向き面の少なくとも一方との間、及び、前記Ｏリングと、前記環状凹部の外向き面及び前記環状凸部の内向き面の少なくとも一方との間には、耐摩耗性部材が介在される、(A 3) 又は (A 5) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、シール部材をＯリングとすることで、Ｏリングは減衰機構としても作用して、ねじ軸に生じる振動を減衰させることができる。また、Ｏリングに加わる応力集中を分散させ、Ｏリングや、Ｏリングとの接触面の摩耗などの損傷を抑制することができる。

[0166] (A 7) 前記弾性部材は、円錐状の板部分に軸方向に貫通する複数の貫通孔又は複数のスリットを有する皿ばねである、(A 1) ~ (A 4) のいずれかに記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、作動流体が複数の貫通孔又は複数のスリット内を流通することで、

減衰効果を発揮させることができる。

[0167] (A 8) 前記中空部材は、その内周面から突出する少なくとも1つのリブを有する、(A 1) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、中空部材が圧縮変形した際に、中空部材が過度に変形するのを防止することができる。

[0168] (A 9) 前記貯留室内には、複数の前記中空部材が配置される、(A 1) に記載のボールねじ送り装置。

複数の中空部材によって発生する合計圧力によって、熱の影響によりねじ軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができる。

[0169] (A 10) 前記中空部材の表面は、外層によって覆われている、(A 1) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、中空部材の剛性を変化させることができ、また、液体から中空部材を保護することができる。

[0170] (A 11) 前記中空部材は、一体成形される継ぎ目のない中空断面を持った構造体である、(A 1) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、局所的な応力集中が発生し難く、且つ、変形可能な中空部材を容易に製造することができる。

[0171] (A 12) 前記中空部材は、2つ以上の部材の縁部を介して、前記2つ以上の部材を一体化することで構成される、中空断面を持った結合体である、(A 1) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、変形可能な中空部材を容易に製造することができる。

[0172] (A 13) 前記中空部材は、部材を湾曲させ、前記部材の縁部を結合する

ことで中空断面を構成する、（A 1）に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、変形可能な中空部材を容易に製造することができる。

[0173] （A 1 4） 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との一方は、軸方向一方側に伸びる小径円筒部と、該小径円筒部の先端部から外径側に向かう外向きフランジ部と、を有し、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との他方は、軸方向他方側に向けて伸び、前記外向きフランジ部の外周面が摺接する内周面を有する大径円筒部と、該大径円筒部の先端部から内径側に向かい、前記小径円筒部の外周面と摺接する内周面を有する内向きフランジ部と、を有し、

前記圧力室は、前記小径円筒部、前記外向きフランジ部、前記大径円筒部、及び前記内向きフランジ部によって仕切られた環状空間に形成され、

前記貯留室は、前記大径円筒部の内周面または前記小径円筒部の外周面に開口するように前記外向きフランジ部又は前記内向きフランジ部内に形成され、

前記オリフィスは、前記貯留室が形成された前記外向きフランジ部又は前記内向きフランジ部内に形成される内に形成される、

（A 1）に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、熱の影響によりねじ軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができる。また、作動流体がオリフィス、及び、大径円筒部の内周面と外向きフランジ部の外周面、又は小径円筒部の外周面と内向きフランジ部の内周面との間の隙間を通過することで、該振動を減衰させることができる。

[0174] （A 1 5） 前記内向きフランジ部の内周面と前記小径円筒部の外周面との間、及び前記外向きフランジ部の外周面と前記大径円筒部の内周面との間には、少なくとも1つのシール部材がそれぞれ装着される、（A 1 4）に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、シール部材によって、圧力室及び貯留室に収容された作動流体の漏れを防止することができ、ハウジング位置調整機構の機能を長

期間に亘って維持できる。

- [0175] (A 1 6) 前記内向きフランジ部の内周面と前記小径円筒部の外周面との間、及び前記外向きフランジ部の外周面と前記大径円筒部の内周面との間の各隙間には、前記作動流体が貯留されている、(A 1 4) 又は (A 1 5) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、ハウジング位置調整機構は、ねじ軸に径方向の支持剛性を与えることができ、さらに、ねじ軸に対する調心機能も有することができる。

- [0176] (A 1 7) 前記シール部材は、Ｏリングであり、

前記内向きフランジ部の内周面または前記小径円筒部の外周面、及び前記外向きフランジ部の外周面または前記大径円筒部の内周面には、前記Ｏリングが配置されるシール溝がそれぞれ形成され、

前記シール溝は、前記圧力室側から離れるにつれて溝深さが浅くなるテーパ面を有する、(A 1 5) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、シール部材をＯリングとすることで、Ｏリングは減衰機構としても作用して、ねじ軸に生じる振動を減衰させることができる。また、支持台側部材と軸受ハウジング側部材との相対移動が発生した場合でも、作動油の大気圧側への漏れを防止して、ボールねじ送り装置の軸方向剛性を継続的に維持することができる。

- [0177] (A 1 8) 前記シール部材は、Ｏリングであり、

前記Ｏリングと、前記内向きフランジ部の内周面及び前記小径円筒部の外周面の少なくとも一方との間、及び、前記Ｏリングと、前記外向きフランジ部の外周面及び前記大径円筒部の内周面の少なくとも一方の間には、耐摩耗性部材が介在される、(A 1 5) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、シール部材をＯリングとすることで、Ｏリングは減衰機構としても作用して、ねじ軸に生じる振動を減衰させることができる。また、Ｏリングに加わる応力集中を分散させ、Ｏリングや、Ｏリングとの接触面の摩耗などの損傷を抑制することができる。

[0178] (A 1 9) 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材の少なくとも一方には、前記中空部材及び前記作動流体を加熱又は冷却することで、前記中空部材及び前記作動流体の体積を変更させる作動媒体体積変更部が取り付けられる、(A 1) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、中空部材及び作動流体を加熱又は冷却して、中空部材及び作動流体の体積を膨張又は収縮して、軸方向の支持剛性を継続的に安定した状態に保つことができる。

[0179] (A 2 0) 前記一对の支持機構の一方は、

前記軸受ユニットと前記支持台との間で、前記ハウジング位置調整機構と隣接して直列または並列に配置される他のハウジング位置調整機構をさらに備え、

前記他のハウジング位置調整機構は、

前記支持台側に設けられ、前記ねじ軸が貫通する他の支持台側部材と、

前記軸受ハウジング側に設けられ、前記ねじ軸が貫通し、前記他の支持台側部材に対して軸方向に相対移動可能な他の軸受ハウジング側部材と、

前記他の支持台側部材と前記他の軸受ハウジング側部材との間に形成される圧力室に圧縮された状態で収容される圧力発生手段と、を備える、(A 1) に記載のボールねじ送り装置。

この構成によれば、直列配置の場合には、ねじ軸の伸長がより一層大きい場合でもボールねじ送り装置の軸方向剛性の維持が可能となるほか、ねじ軸の調芯性や同軸性を高めることができる。また、並列配置の場合には、単独のハウジング位置調整機構を配置したときよりも大きな軸方向荷重を発生させ、軸方向剛性を維持できる。

[0180] (A 2 1) 外周面に螺旋状のねじ溝が形成されたねじ軸と、内周面に螺旋状のねじ溝が形成されたナットと、前記ねじ軸のねじ溝と前記ナットのねじ溝との間に転動自在に配設された複数のボールと、前記ねじ軸の軸方向両端部をそれぞれ回転自在に支持する一对の支持機構と、を備えるボールねじ送り装置であって、

前記一对の支持機構の一方は、

軸受ハウジングと、前記軸受ハウジングに内嵌する外輪、前記ねじ軸の軸方向端部に外嵌する内輪、及び前記外輪と前記内輪との間に転動自在に配置される玉をそれぞれ備えるアンギュラ玉軸受と、を備える軸受ユニットと、

前記ねじ軸が貫通する支持台と、

前記軸受ユニットと前記支持台とに取り付けられたハウジング位置調整機構と、

を備え、

前記ハウジング位置調整機構は、

前記支持台に取り付けられ、前記ねじ軸が貫通する支持台側部材と、

前記軸受ハウジングに取り付けられ、前記ねじ軸が貫通し、前記支持台側部材に対して軸方向に相対移動可能な軸受ハウジング側部材と、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との間に形成される圧力室、前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材のいずれか一方に形成される貯留室、及び、前記圧力室と前記貯留室とを連通するオリフィス内に収容される作動流体と、

前記圧力室内で、前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、

前記貯留室内に収容される中空部材と、

を備える、ボールねじ送り装置。

この構成によれば、熱の影響によりねじ軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができ、且つ、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

[0181] (A 2 2) 回転軸と、前記回転軸の軸方向両端部をそれぞれ回転自在に支持する一对の支持機構と、を備える回転支持装置であって、

前記一对の支持機構の一方は、

軸受ハウジングと、前記軸受ハウジングに対して前記回転軸を回転自在に支持するとともに、軸方向荷重を支承可能な軸受と、を備える軸受ユニット

と、

前記軸受ユニットより軸方向中央側に配設され、前記回転軸が貫通する支持台と、

前記軸受ユニットと前記支持台との間に配設されたハウジング位置調整機構と、

を備え、

前記ハウジング位置調整機構は、

前記支持台側に設けられ、前記回転軸が貫通する支持台側部材と、

前記軸受ハウジング側に設けられ、前記回転軸が貫通し、前記支持台側部材に対して軸方向に相対移動可能な軸受ハウジング側部材と、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との間に形成される圧力室、前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材のいずれか一方に形成される貯留室、及び、前記圧力室と前記貯留室とを連通するオリフィス内に収容される作動流体と、

前記圧力室内で、前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、

前記貯留室内に収容される中空部材と、

を備える、回転支持装置。

この構成によれば、熱の影響により回転軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができ、且つ、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

[0182] (A 2 3) 回転軸と、前記回転軸の軸方向両端部をそれぞれ回転自在に支持する一对の支持機構と、を備える回転支持装置であって、

前記一对の支持機構の一方は、

軸受ハウジングと、前記軸受ハウジングに対して前記回転軸を回転自在に支持するとともに、軸方向荷重を支承可能な軸受と、を備える軸受ユニットと、

前記回転軸が貫通する支持台と、

前記軸受ユニットと前記支持台とに取り付けられたハウジング位置調整機構と、

を備え、

前記ハウジング位置調整機構は、

前記支持台に取り付けられ、前記回転軸が貫通する支持台側部材と、

前記軸受ハウジングに取り付けられ、前記回転軸が貫通し、前記支持台側部材に対して軸方向に相対移動可能な軸受ハウジング側部材と、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との間に形成される圧力室、前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材のいずれか一方に形成される貯留室、及び、前記圧力室と前記貯留室とを連通するオリフィス内に収容される作動流体と、

前記圧力室内で、前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、

前記貯留室内に収容される中空部材と、

を備える、回転支持装置。

この構成によれば、熱の影響により回転軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができ、且つ、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

[0183] (A 2 4) 軸と、前記軸を基台に対して支持するため、前記軸の軸方向両端部に設けられた一对の支持機構と、を備える軸支持装置における、前記一对の支持機構の一方に設けられた軸支持装置の支持機構位置調整機構であって、

前記支持機構側と前記基台側の一方に設けられ、前記軸が貫通可能な第 1 の部材と、

前記支持機構側と前記基台側の他方に設けられ、前記軸が貫通可能で、前記第 1 の部材に対して軸方向に相対移動可能な第 2 の部材と、

前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との間に形成される圧力室、前記第 1 の部材と前記第 2 の部材のいずれか一方に形成される貯留室、及び前記圧力室

と前記貯留室とを連通するオリフィス内に收容される作動流体と、

前記圧力室内で、前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、

前記貯留室内に收容される中空部材と、
を備える、軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、熱の影響により軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができ、且つ、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

[0184] (A 2 5) 軸と、前記軸を基台に対して支持するため、前記軸の軸方向両端部に設けられた一对の支持機構と、を備える軸支持装置における、前記一对の支持機構の一方に設けられた軸支持装置の支持機構位置調整機構であって、

前記支持機構と前記基台の一方に取り付けられ、前記軸が貫通可能な第 1 の部材と、

前記支持機構と前記基台の他方に取り付けられ、前記軸が貫通可能で、前記第 1 の部材に対して軸方向に相対移動可能な第 2 の部材と、

前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との間に形成される圧力室、前記第 1 の部材と前記第 2 の部材のいずれか一方に形成される貯留室、及び前記圧力室と前記貯留室とを連通するオリフィス内に收容される作動流体と、

前記圧力室内で、前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、

前記貯留室内に收容される中空部材と、
を備える、軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、熱の影響により軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができ、且つ、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

[0185] (A 2 6) 回転軸と、前記回転軸の軸方向両端部をそれぞれ回転自在に支持する一对の支持機構と、を備える回転支持装置であって、

前記一对の支持機構の一方は、

軸受ハウジングと、前記軸受ハウジングに対して前記回転軸を回転自在に支持するとともに、軸方向荷重を支承可能な軸受と、を備える軸受ユニットと、

前記回転軸が貫通する支持台と、

前記軸受ユニットと前記支持台との間に配設されたハウジング位置調整機構と、

を備え、

前記ハウジング位置調整機構は、

前記支持台側に設けられ、前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される支持台側部材と、

前記軸受ハウジング側に設けられ、前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される、前記支持台側部材に対して軸方向に相対移動可能な軸受ハウジング側部材と、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との間に形成される圧力室、前記支持台側部材又は前記軸受ハウジング側部材に形成される貯留室、及び、前記圧力室と前記貯留室とを連通するオリフィス内に收容される作動流体と、

前記圧力室内で、前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、

前記貯留室内に收容される中空部材と、

を備える、回転支持装置。

この構成によれば、熱の影響により回転軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができ、且つ、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

[0186] (A 2 7) 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との一方は、軸方向一方側に開口する複数の凹部を有し、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との他方は、軸方向他方側

に向けて突出して、前記複数の凹部内を軸方向に摺動可能にそれぞれ嵌合する複数の凸部を有し、

複数の前記圧力室は、前記複数の凹部と前記複数の凸部との間にそれぞれ形成され、

前記複数の凸部の少なくとも一つには、前記貯留室が前記オリフィスを介して前記圧力室に連通するように、前記貯留室及び前記オリフィスが形成される、

(A 2 6) に記載の回転支持装置。

この構成によれば、複数の圧力室によってハウジング位置調整機構のレイアウトを自在に構成することができる。

[0187] (A 2 8) 前記複数の圧力室は、前記回転軸に対して幅方向両側に配置されている、(A 2 7) に記載の回転支持装置。

この構成によれば、ハウジング位置調整機構の高さ寸法を抑制することができる。

[0188] (A 2 9) 前記複数の凸部には、前記貯留室及び前記オリフィスがそれぞれ形成され、

前記弾性部材は、前記複数の圧力室内に圧縮された状態でそれぞれ配置され、

前記中空部材は、複数の前記貯留室内にそれぞれ収容される、(A 2 7) に記載の回転支持装置。

この構成によれば、複数の圧力室及び複数の貯留室を共通に構成することができる。

[0189] (A 3 0) 前記回転支持装置は、

前記回転軸を、外周面に螺旋状のねじ溝が形成されたねじ軸とし、且つ、内周面に螺旋状のねじ溝が形成されたナットと、前記ねじ軸のねじ溝と前記ナットのねじ溝との間に転動自在に配設された複数のボールと、をさらに備える、

ボールねじ送り装置である、(A 2 6) に記載の回転支持装置。

この構成によれば、熱の影響により回転軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができるボールねじ送り装置を構成できる。

[0190] (A 3 1) 軸と、前記軸を基台に対して支持するため、前記軸の軸方向両端部に設けられた一对の支持機構と、を備える軸支持装置における、前記一对の支持機構の一方に設けられた軸支持装置の支持機構位置調整機構であって、

前記支持機構側と前記基台側の一方に設けられ、前記軸が貫通可能、又は前記軸回りに配置可能な第 1 の部材と、

前記支持機構側と前記基台側の他方に設けられ、前記軸が貫通可能、又は前記軸回りに配置可能で、前記第 1 の部材に対して軸方向に相対移動可能な第 2 の部材と、

前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との間に形成される圧力室、前記第 1 の部材又は前記第 2 の部材に形成される貯留室、及び前記圧力室と前記貯留室とを連通するオリフィス内に收容される作動流体と、

前記圧力室内で、前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、

前記貯留室内に收容される中空部材と、
を備える、軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、熱の影響により軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができ、且つ、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

[0191] (B 1) 回転軸と、前記回転軸の軸方向両端部をそれぞれ回転自在に支持する一对の支持機構と、を備える回転支持装置であって、

前記一对の支持機構の一方は、

軸受ハウジングと、前記軸受ハウジングに対して前記回転軸を回転自在に支持するとともに、軸方向荷重を支承可能な軸受と、を備える軸受ユニットと、

前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される支持台と、
前記軸受ユニットと前記支持台との間に配設されたハウジング位置調整機構と、
を備え、
前記ハウジング位置調整機構は、
前記支持台側に設けられ、前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される支持台側部材と、
前記軸受ハウジング側に設けられ、前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される、前記支持台側部材に対して軸方向に相対移動可能な軸受ハウジング側部材と、
前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との間に形成される圧力室、前記支持台側部材又は前記軸受ハウジング側部材に形成される貯留室、及び、前記圧力室と前記貯留室とを連通するオリフィス内に收容される作動流体と、
前記圧力室内で、前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、
前記貯留室内に收容される中空部材と、
を備える、回転支持装置。

この構成によれば、熱の影響により回転軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができ、且つ、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

[0192] (B2) 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との一方は、軸方向一方側に開口する環状凹部を有し、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との他方は、軸方向他方側に向けて突出して、前記環状凹部内を軸方向に摺動可能に嵌合する環状凸部を有し、

前記圧力室は、前記環状凹部と前記環状凸部との間に形成され、

前記貯留室は、前記環状凸部の外向き面または内向き面に開口するように

前記環状凸部内に形成され、

前記オリフィスは、前記環状凸部内に形成される、

(B 1) に記載の回転支持装置。

この構成によれば、圧力室が環状凹部と環状凸部との間に形成されるので、ハウジング位置調整機構を回転軸の周囲にコンパクトに構成できる。また、作動流体がオリフィス、及び、環状凸部の外向き面と環状凹部の内向き面との間の隙間を通過することで、該振動を減衰させることができる。

[0193] (B 3) 前記環状凹部の内向き面と前記環状凸部の外向き面との間、及び前記環状凹部の外向き面と前記環状凸部の内向き面との間に少なくとも1つのシール部材がそれぞれ装着される、(B 2) に記載の回転支持装置。

この構成によれば、シール部材によって、圧力室及び貯留室に充填された作動流体の漏れを防止することができ、ハウジング位置調整機構の機能を長期間に亘って維持できる。

[0194] (B 4) 前記環状凹部の内向き面と前記環状凸部の外向き面との間、及び前記環状凹部の外向き面と前記環状凸部の内向き面との間の各隙間には、前記作動流体が貯留されている、(B 2) 又は (B 3) に記載の回転支持装置。

この構成によれば、ハウジング位置調整機構は、回転軸に径方向の支持剛性を与えることができ、さらに、回転軸に対する調心機能も有することができる。

[0195] (B 5) 前記シール部材は、Oリングであり、

前記環状凹部の内向き面または前記環状凸部の外向き面、及び前記環状凹部の外向き面または前記環状凸部の内向き面には、前記Oリングが配置されるシール溝がそれぞれ形成され、

前記シール溝は、前記圧力室側から離れるにつれて溝深さが浅くなるテーパ面を有する、(B 3) に記載の回転支持装置。

この構成によれば、シール部材をOリングとすることで、Oリングは減衰機構としても作用して、回転軸に生じる振動を減衰させることができる。ま

た、支持台側部材と軸受ハウジング側部材との相対移動が発生した場合でも、作動油の大気圧側への漏れを防止して、回転支持装置の軸方向剛性を継続的に維持することができる。

[0196] (B 6) 前記シール部材は、Ｏリングであり、

前記Ｏリングと、前記環状凹部の内向き面及び前記環状凸部の外向き面の少なくとも一方との間、及び、前記Ｏリングと、前記環状凹部の外向き面及び前記環状凸部の内向き面の少なくとも一方の間には、耐摩耗性部材が介在される、(B 3)又は(B 5)に記載の回転支持装置。

この構成によれば、シール部材をＯリングとすることで、Ｏリングは減衰機構としても作用して、回転軸に生じる振動を減衰させることができる。また、Ｏリングに加わる応力集中を分散させ、Ｏリングや、Ｏリングとの接触面の摩耗などの損傷を抑制することができる。

[0197] (B 7) 前記弾性部材は、円錐状の板部分に軸方向に貫通する複数の貫通孔又は複数のスリットを有する皿ばねである、(B 1)～(B 4)のいずれかに記載の回転支持装置。

この構成によれば、作動流体が複数の貫通孔又は複数のスリット内を流通することで、減衰効果を発揮させることができる。

[0198] (B 8) 前記中空部材は、その内周面から突出する少なくとも１つのリブを有する、(B 1)に記載の回転支持装置。

この構成によれば、中空部材が圧縮変形した際に、中空部材が過度に変形するのを防止することができる。

[0199] (B 9) 前記貯留室内には、複数の前記中空部材が配置される、(B 1)に記載の回転支持装置。

この構成によれば、複数の中空部材によって発生する合計圧力によって、熱の影響により回転軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができる。

[0200] (B 10) 前記中空部材の表面は、外層によって覆われている、(B 1)に記載の回転支持装置。

この構成によれば、中空部材の剛性を変化させることができ、また、液体から中空部材を保護することができる。

[0201] (B 1 1) 前記中空部材は、一体成形される継ぎ目のない中空断面を持った構造体である、(B 1) に記載の回転支持装置。

この構成によれば、局所的な応力集中が発生し難く、且つ、変形可能な中空部材を容易に製造することができる。

[0202] (B 1 2) 前記中空部材は、2つ以上の部材の縁部を介して、前記2つ以上の部材を一体化することで構成される、中空断面を持った結合体である、(B 1) に記載の回転支持装置。

この構成によれば、変形可能な中空部材を容易に製造することができる。

[0203] (B 1 3) 前記中空部材は、部材を湾曲させ、前記部材の縁部を結合することで中空断面を構成する、(B 1) に記載の回転支持装置。

この構成によれば、変形可能な中空部材を容易に製造することができる。

[0204] (B 1 4) 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との一方は、軸方向一方側に伸びる小径円筒部と、該小径円筒部の先端部から外径側に向かう外向きフランジ部と、を有し、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との他方は、軸方向他方側に向けて伸び、前記外向きフランジ部の外周面が摺接する内周面を有する大径円筒部と、該大径円筒部の先端部から内径側に向かい、前記小径円筒部の外周面と摺接する内周面を有する内向きフランジ部と、を有し、

前記圧力室は、前記小径円筒部、前記外向きフランジ部、前記大径円筒部、及び前記内向きフランジ部によって仕切られた環状空間に形成され、

前記貯留室は、前記大径円筒部の内周面または前記小径円筒部の外周面に開口するように前記外向きフランジ部又は前記内向きフランジ部内に形成され、

前記オリフィスは、前記貯留室が形成された前記外向きフランジ部又は前記内向きフランジ部内に形成される内に形成される、

(B 1) に記載の回転支持装置。

この構成によれば、熱の影響により回転軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができる。また、作動流体がオリフィス、及び、大径円筒部の内周面と外向きフランジ部の外周面、又は小径円筒部の外周面と内向きフランジ部の内周面との間の隙間を通過することで、該振動を減衰させることができる。

[0205] (B 1 5) 前記内向きフランジ部の内周面と前記小径円筒部の外周面との間、及び前記外向きフランジ部の外周面と前記大径円筒部の内周面との間には、少なくとも1つのシール部材がそれぞれ装着される、(B 1 4)に記載の回転支持装置。

この構成によれば、シール部材によって、圧力室及び貯留室に収容された作動流体の漏れを防止することができ、ハウジング位置調整機構の機能を長期間に亘って維持できる。

[0206] (B 1 6) 前記内向きフランジ部の内周面と前記小径円筒部の外周面との間、及び前記外向きフランジ部の外周面と前記大径円筒部の内周面との間の各隙間には、前記作動流体が貯留されている、(B 1 4)又は(B 1 5)に記載の回転支持装置。

この構成によれば、ハウジング位置調整機構は、回転軸に径方向の支持剛性を与えることができ、さらに、回転軸に対する調心機能も有することができる。

[0207] (B 1 7) 前記シール部材は、Oリングであり、

前記内向きフランジ部の内周面または前記小径円筒部の外周面、及び前記外向きフランジ部の外周面または前記大径円筒部の内周面には、前記Oリングが配置されるシール溝がそれぞれ形成され、

前記シール溝は、前記圧力室側から離れるにつれて溝深さが浅くなるテーパ面を有する、(B 1 5)に記載の回転支持装置。

この構成によれば、シール部材をOリングとすることで、Oリングは減衰機構としても作用して、回転軸に生じる振動を減衰させることができる。また、支持台側部材と軸受ハウジング側部材との相対移動が発生した場合でも

、作動油の大気圧側への漏れを防止して、回転支持装置の軸方向剛性を継続的に維持することができる。

[0208] (B 1 8) 前記シール部材は、Ｏリングであり、

前記Ｏリングと、前記内向きフランジ部の内周面及び前記小径円筒部の外周面の少なくとも一方との間、及び、前記Ｏリングと、前記外向きフランジ部の外周面及び前記大径円筒部の内周面の少なくとも一方の間には、耐摩耗性部材が介在される、(B 1 5)に記載の回転支持装置。

この構成によれば、シール部材をＯリングとすることで、Ｏリングは減衰機構としても作用して、回転軸に生じる振動を減衰させることができる。また、Ｏリングに加わる応力集中を分散させ、Ｏリングや、Ｏリングとの接触面の摩耗などの損傷を抑制することができる。

[0209] (B 1 9) 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材の少なくとも一方には、前記中空部材及び前記作動流体を加熱又は冷却することで、前記中空部材及び前記作動流体の体積を変更させる作動媒体体積変更部が取り付けられる、(B 1)に記載の回転支持装置。

この構成によれば、中空部材及び作動流体を加熱又は冷却して、中空部材及び作動流体の体積を膨張又は収縮して、軸方向の支持剛性を継続的に安定した状態に保つことができる。

[0210] (B 2 0) 前記一对の支持機構の一方は、

前記軸受ユニットと前記支持台との間で、前記ハウジング位置調整機構と隣接して直列または並列に配置される他のハウジング位置調整機構をさらに備え、

前記他のハウジング位置調整機構は、

前記支持台側に設けられ、前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される他の支持台側部材と、

前記軸受ハウジング側に設けられ、前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置され、前記他の支持台側部材に対して軸方向に相対移動可能な他の軸受ハウジング側部材と、

前記他の支持台側部材と前記他の軸受ハウジング側部材との間に形成される圧力室に圧縮された状態で収容される圧力発生手段と、
を備える、（Ｂ１）に記載の回転支持装置。

この構成によれば、直列配置の場合には、回転軸の伸長がより一層大きい場合でも回転支持装置の軸方向剛性の維持が可能となるほか、回転軸の調芯性や同軸性を高めることができる。また、並列配置の場合には、単独のハウジング位置調整機構を配置したときよりも大きな軸方向荷重を発生させ、軸方向剛性を維持できる。

[0211] （Ｂ２１） 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との一方は、軸方向一方側に開口する複数の凹部を有し、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との他方は、軸方向他方側に向けて突出して、前記複数の凹部内を軸方向に摺動可能にそれぞれ嵌合する複数の凸部を有し、

複数の前記圧力室は、前記複数の凹部と前記複数の凸部との間にそれぞれ形成され、

前記複数の凸部の少なくとも一つには、前記貯留室が前記オリフィスを介して前記圧力室に連通するように、前記貯留室及び前記オリフィスが形成される、

（Ｂ１）に記載の回転支持装置。

この構成によれば、複数の圧力室によってハウジング位置調整機構のレイアウトを自在に構成することができる。

[0212] （Ｂ２２） 前記複数の圧力室は、前記回転軸に対して幅方向両側に配置されている、（Ｂ２１）に記載の回転支持装置。

この構成によれば、ハウジング位置調整機構の高さ寸法を抑制することができる。

[0213] （Ｂ２３） 前記複数の凸部には、前記貯留室及び前記オリフィスがそれぞれ形成され、

前記弾性部材は、前記複数の圧力室内に圧縮された状態でそれぞれ配置さ

れ、

前記中空部材は、複数の前記貯留室内にそれぞれ収容される、（Ｂ２１）に記載の回転支持装置。

この構成によれば、複数の圧力室及び複数の貯留室を共通に構成することができる。

[0214] （Ｂ２４） 前記軸受ユニットの前記軸受は、前記軸受ハウジングに内嵌する外輪、前記回転軸の軸方向端部に外嵌する内輪、及び前記外輪と前記内輪との間に回転自在に配置される玉をそれぞれ備える一对のアンギュラ玉軸受を含む、（Ｂ１）～（Ｂ２３）のいずれかに記載の回転支持装置。

この構成によれば、軸受ユニットが一对のアンギュラ玉軸受を有する場合において、熱の影響により回転軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができる。

[0215] （Ｂ２５） 前記回転支持装置は、

前記回転軸を、外周面に螺旋状のねじ溝が形成されたねじ軸とし、且つ、内周面に螺旋状のねじ溝が形成されたナットと、前記ねじ軸のねじ溝と前記ナットのねじ溝との間に回転自在に配設された複数のボールと、をさらに備える、

ボールねじ送り装置である、（Ｂ１）～（Ｂ２４）のいずれかに記載の回転支持装置。

この構成によれば、熱の影響により回転軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができるボールねじ送り装置を構成できる。

[0216] （Ｂ２６） 軸と、前記軸を支持するため、前記軸の軸方向両端部に設けられた一对の支持機構と、を備える軸支持装置における、前記一对の支持機構の一方に設けられた軸支持装置の支持機構位置調整機構であって、

前記一对の支持機構の一方は、前記軸が貫通、又は前記軸回りに配置される支持体を有し、

前記軸側と前記支持体側の一方に設けられ、前記軸が貫通可能、又は前記

軸回りに配置可能な第 1 の部材と、

前記軸側と前記支持体側の他方に設けられ、前記軸が貫通可能、又は前記軸回りに配置可能で、前記第 1 の部材に対して軸方向に相対移動可能な第 2 の部材と、

前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との間に形成される圧力室、前記第 1 の部材又は前記第 2 の部材に形成される貯留室、及び前記圧力室と前記貯留室とを連通するオリフィス内に收容される作動流体と、

前記圧力室内で、前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、

前記貯留室内に收容される中空部材と、
を備える、軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、熱の影響により軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができ、且つ、軸方向及び径方向における振動を減衰することができる。

[0217] (B 2 7) 前記軸は回転軸であり、

前記一对の支持機構の一方は、軸受ハウジングと、前記軸受ハウジングに対して前記回転軸を回転自在に支持するとともに、軸方向荷重を支承可能な軸受と、を備える軸受ユニットをさらに備え、

前記支持機構位置調整機構は、前記軸受ユニットと前記支持体との間に配設されたハウジング位置調整機構であり、

前記第 1 の部材は、前記支持体側に設けられ、前記回転軸が貫通可能、又は前記回転軸回りに配置可能な支持体側部材であり、

前記第 2 の部材は、前記軸受ハウジング側に設けられ、前記回転軸が貫通可能、又は前記回転軸回りに配置可能で、前記支持体側部材に対して軸方向に相対移動可能で、前記支持体側部材との間に前記收容空間を形成する軸受ハウジング側部材である、(B 2 6)に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、熱の影響により軸の軸方向長さが変化しても、軸方向

の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができる。

[0218] (B 2 8) 前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との一方は、軸方向一方側に開口する環状凹部を有し、

前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との他方は、軸方向他方側に向けて突出して、前記環状凹部内を軸方向に摺動可能に嵌合する環状凸部を有し、

前記圧力室は、前記環状凹部と前記環状凸部との間に形成され、

前記貯留室は、前記環状凸部の外向き面または内向き面に開口するように前記環状凸部内に形成され、

前記オリフィスは、前記環状凸部内に形成される、

(B 2 6) 又は (B 2 7) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、圧力室が環状凹部と環状凸部との間に形成されるので、支持機構位置調整機構を軸の周囲にコンパクトに構成できる。また、作動流体がオリフィス、及び、環状凸部の外向き面と環状凹部の内向き面との間の隙間を通過することで、該振動を減衰させることができる。

[0219] (B 2 9) 前記環状凹部の内向き面と前記環状凸部の外向き面との間、及び前記環状凹部の外向き面と前記環状凸部の内向き面との間に少なくとも 1 つのシール部材がそれぞれ装着される、(B 2 6) 又は (B 2 7) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、シール部材によって、圧力室及び貯留室に充填された作動流体の漏れを防止することができ、支持機構位置調整機構の機能を長期間に亘って維持できる。

[0220] (B 3 0) 前記環状凹部の内向き面と前記環状凸部の外向き面との間、及び前記環状凹部の外向き面と前記環状凸部の内向き面との間の各隙間には、前記作動流体が貯留されている、(B 2 8) 又は (B 2 9) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、支持機構位置調整機構は、軸に径方向の支持剛性を与えることができ、さらに、軸に対する調心機能も有することができる。

[0221] (B 3 1) 前記シール部材は、Ｏリングであり、

前記環状凹部の内向き面または前記環状凸部の外向き面、及び前記環状凹部の外向き面または前記環状凸部の内向き面には、前記リングが配置されるシール溝がそれぞれ形成され、

前記シール溝は、前記圧力室側から離れるにつれて溝深さが浅くなるテーパ面を有する、（Ｂ２９）に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、シール部材をリングとすることで、リングは減衰機構としても作用して、軸に生じる振動を減衰させることができる。また、第１の部材と第２の部材との相対移動が発生した場合でも、作動油の大気圧側への漏れを防止して、軸支持装置の軸方向剛性を継続的に維持することができる。

[0222] （Ｂ３２） 前記シール部材は、リングであり、

前記リングと、前記環状凹部の内向き面及び前記環状凸部の外向き面の少なくとも一方との間、及び、前記リングと、前記環状凹部の外向き面及び前記環状凸部の内向き面の少なくとも一方の間には、耐摩耗性部材が介在される、（Ｂ２９）又は（Ｂ３１）に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、シール部材をリングとすることで、リングは減衰機構としても作用して、軸に生じる振動を減衰させることができる。また、リングに加わる応力集中を分散させ、リングや、リングとの接触面の摩耗などの損傷を抑制することができる。

[0223] （Ｂ３３） 前記弾性部材は、円錐状の板部分に軸方向に貫通する複数の貫通孔又は複数のスリットを有する皿ばねである、（Ｂ２６）～（Ｂ３０）のいずれかに記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、作動流体が複数の貫通孔又は複数のスリット内を流通することで、減衰効果を発揮させることができる。

[0224] （Ｂ３４） 前記中空部材は、その内周面から突出する少なくとも１つのリブを有する、（Ｂ２６）又は（Ｂ２７）に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、中空部材が圧縮変形した際に、中空部材が過度に変形するのを防止することができる。

[0225] (B 3 5) 前記貯留室内には、複数の前記中空部材が配置される、(B 2 6) 又は (B 2 7) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、複数の中空部材によって発生する合計圧力によって、熱の影響により軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができる。

[0226] (B 3 6) 前記中空部材の表面は、外層によって覆われている、(B 2 6) 又は (B 2 7) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、中空部材の剛性を変化させることができ、また、液体から中空部材を保護することができる。

[0227] (B 3 7) 前記中空部材は、一体成形される継ぎ目のない中空断面を持った構造体である、(B 2 6) 又は (B 2 7) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、局所的な応力集中が発生し難く、且つ、変形可能な中空部材を容易に製造することができる。

[0228] (B 3 8) 前記中空部材は、2つ以上の部材の縁部を介して、前記2つ以上の部材を一体化することで構成される、中空断面を持った結合体である、(B 2 6) 又は (B 2 7) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、変形可能な中空部材を容易に製造することができる。

[0229] (B 3 9) 前記中空部材は、部材を湾曲させ、前記部材の縁部を結合することで中空断面を構成する、(B 2 6) 又は (B 2 7) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、変形可能な中空部材を容易に製造することができる。

[0230] (B 4 0) 前記第1の部材と前記第2の部材との一方は、軸方向一方側に伸びる小径円筒部と、該小径円筒部の先端部から外径側に向かう外向きフランジ部と、を有し、

前記第1の部材と前記第2の部材との他方は、軸方向他方側に向けて伸び

、前記外向きフランジ部の外周面が摺接する内周面を有する大径円筒部と、該大径円筒部の先端部から内径側に向かい、前記小径円筒部の外周面と摺接する内周面を有する内向きフランジ部と、を有し、

前記圧力室は、前記小径円筒部、前記外向きフランジ部、前記大径円筒部、及び前記内向きフランジ部によって仕切られた環状空間に形成され、

前記貯留室は、前記大径円筒部の内周面または前記小径円筒部の外周面に開口するように前記外向きフランジ部又は前記内向きフランジ部内に形成され、

前記オリフィスは、前記貯留室が形成された前記外向きフランジ部又は前記内向きフランジ部内に形成される内に形成される、

(B 2 6) 又は (B 2 7) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、熱の影響により軸の軸方向長さが変化しても、軸方向の支持剛性を継続的かつ安定的に維持することができる。また、作動流体がオリフィス、及び、大径円筒部の内周面と外向きフランジ部の外周面、又は小径円筒部の外周面と内向きフランジ部の内周面との間の隙間を通過することで、該振動を減衰させることができる。

[0231] (B 4 1) 前記内向きフランジ部の内周面と前記小径円筒部の外周面との間、及び前記外向きフランジ部の外周面と前記大径円筒部の内周面との間には、少なくとも1つのシール部材がそれぞれ装着される、(B 4 0) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、シール部材によって、圧力室及び貯留室に収容された作動流体の漏れを防止することができ、支持機構位置調整機構の機能を長期間に亘って維持できる。

[0232] (B 4 2) 前記内向きフランジ部の内周面と前記小径円筒部の外周面との間、及び前記外向きフランジ部の外周面と前記大径円筒部の内周面との間の各隙間には、前記作動流体が貯留されている、(B 4 0) 又は (B 4 1) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、支持機構位置調整機構は、軸に径方向の支持剛性を与

えることができ、さらに、軸に対する調心機能も有することができる。

[0233] (B 4 3) 前記シール部材は、Ｏリングであり、

前記内向きフランジ部の内周面または前記小径円筒部の外周面、及び前記外向きフランジ部の外周面または前記大径円筒部の内周面には、前記Ｏリングが配置されるシール溝がそれぞれ形成され、

前記シール溝は、前記圧力室側から離れるにつれて溝深さが浅くなるテーパ面を有する、(B 4 1) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、シール部材をＯリングとすることで、Ｏリングは減衰機構としても作用して、軸に生じる振動を減衰させることができる。また、第１の部材と第２の部材との相対移動が発生した場合でも、作動油の大気圧側への漏れを防止して、軸支持装置の軸方向剛性を継続的に維持することができる。

[0234] (B 4 4) 前記シール部材は、Ｏリングであり、

前記Ｏリングと、前記内向きフランジ部の内周面及び前記小径円筒部の外周面の少なくとも一方との間、及び、前記Ｏリングと、前記外向きフランジ部の外周面及び前記大径円筒部の内周面の少なくとも一方の間には、耐摩耗性部材が介在される、(B 4 1) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、シール部材をＯリングとすることで、Ｏリングは減衰機構としても作用して、軸に生じる振動を減衰させることができる。また、Ｏリングに加わる応力集中を分散させ、Ｏリングや、Ｏリングとの接触面の摩耗などの損傷を抑制することができる。

[0235] (B 4 5) 前記第１の部材と前記第２の部材の少なくとも一方には、前記中空部材及び前記作動流体を加熱又は冷却することで、前記中空部材及び前記作動流体の体積を変更させる作動媒体体積変更部が取り付けられる、(B 2 6) 又は (B 2 7) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、中空部材及び作動流体を加熱又は冷却して、中空部材及び作動流体の体積を膨張又は収縮して、軸方向の支持剛性を継続的に安定

した状態に保つことができる。

[0236] (B 4 6) 前記一对の支持機構の一方は、

前記軸受ユニットと前記支持台との間で、前記支持機構位置調整機構と隣接して直列または並列に配置される他の支持機構位置調整機構をさらに備え、

前記他の支持機構位置調整機構は、

前記支持台側に設けられ、前記軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される他の第 1 の部材と、

前記軸受ハウジング側に設けられ、前記軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置され、前記他の第 1 の部材に対して軸方向に相対移動可能な他の第 2 の部材と、

前記他の第 1 の部材と前記他の第 2 の部材との間に形成される圧力室に圧縮された状態で収容される圧力発生手段と、

を備える、(B 2 6) 又は (B 2 7) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、直列配置の場合には、軸の伸長がより一層大きい場合でも軸支持装置の軸方向剛性の維持が可能となるほか、軸の調芯性や同軸性を高めることができる。また、並列配置の場合には、単独の支持機構位置調整機構を配置したときよりも大きな軸方向荷重を発生させ、軸方向剛性を維持できる。

[0237] (B 4 7) 前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との一方は、軸方向一方側に開口する複数の凹部を有し、

前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との他方は、軸方向他方側に向けて突出して、前記複数の凹部内を軸方向に摺動可能にそれぞれ嵌合する複数の凸部を有し、

複数の前記圧力室は、前記複数の凹部と前記複数の凸部との間にそれぞれ形成され、

前記複数の凸部の少なくとも一つには、前記貯留室が前記オリフィスを介

して前記圧力室に連通するように、前記貯留室及び前記オリフィスが形成される、

(B 2 6) 又は (B 2 7) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、複数の圧力室によって支持機構位置調整機構のレイアウトを自在に構成することができる。

[0238] (B 4 8) 前記複数の圧力室は、前記軸に対して幅方向両側に配置されている、(B 4 7) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、支持機構位置調整機構の高さ寸法を抑制することができる。

[0239] (B 4 9) 前記複数の凸部には、前記貯留室及び前記オリフィスがそれぞれ形成され、

前記弾性部材は、前記複数の圧力室内に圧縮された状態でそれぞれ配置され、

前記中空部材は、複数の前記貯留室内にそれぞれ収容される、(B 4 7) に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

この構成によれば、複数の圧力室及び複数の貯留室を共通に構成することができる。

[0240] なお、本出願は、2022年10月28日出願の日本特許出願（特願2022-173763）、2023年07月21日出願の日本特許出願（特願2023-118997）、2023年08月22日出願の日本特許出願（特願2023-134637）に基づくものであり、その内容は本出願の中に参照として援用される。

符号の説明

[0241] 20 ボールねじ送り装置（軸支持装置、回転支持装置）
21 ねじ軸（軸、回転軸）
23 ナット
30 第1の支持機構（支持機構）
31 固定側軸受ハウジング

- 3 3, 5 3 アンギュラ玉軸受（軸受）
- 3 4, 5 4 外輪
- 3 5, 5 5 内輪
- 3 6, 5 6 玉
- 3 8 a, 3 8 b 締結ナット
- 4 0 第２の支持機構（支持機構）
- 4 1 軸受ユニット
- 4 3 支持台（支持体）
- 5 1 移動側軸受ハウジング（軸受ハウジング）
- 5 1 a 内向きフランジ
- 5 9 耐摩耗性部材
- 6 0 ハウジング位置調整機構（支持機構位置調整機構）
- 6 1 支持台側部材（第１の部材）
- 6 2 軸受ハウジング側部材（第２の部材）
- 6 4 環状凹部
- 6 5 環状凸部
- 6 6 圧力室
- 6 7 オリング（シール部材）
- 6 8 シール溝
- 6 9 a テーパー面
- 7 0 作動油（作動流体）
- 7 1 貯留室
- 7 2 オリフィス
- 8 0 皿ばね（弾性部材）
- 9 0 中空部材
- 1 2 0 回転支持装置
- 1 2 1 回転軸
- 1 6 0 他のハウジング位置調整機構（他の支持機構位置調整機構）

- 1 6 1 他の支持台側部材（他の支持体側部材）
- 1 6 2 他の軸受ハウジング側部材
- 1 7 0 他の作動流体
- 1 8 0, 1 8 1 発熱体（作動媒体体積変更部）
- 1 8 2, 1 8 3 冷却媒体（作動媒体体積変更部）

請求の範囲

- [請求項1] 回転軸と、前記回転軸の軸方向両端部をそれぞれ回転自在に支持する一対の支持機構と、を備える回転支持装置であって、
- 前記一対の支持機構の一方は、
- 軸受ハウジングと、前記軸受ハウジングに対して前記回転軸を回転自在に支持するとともに、軸方向荷重を支承可能な軸受と、を備える軸受ユニットと、
- 前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される支持台と、
- 前記軸受ユニットと前記支持台との間に配設されたハウジング位置調整機構と、
- を備え、
- 前記ハウジング位置調整機構は、
- 前記支持台側に設けられ、前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される支持台側部材と、
- 前記軸受ハウジング側に設けられ、前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される、前記支持台側部材に対して軸方向に相対移動可能な軸受ハウジング側部材と、
- 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との間に形成される圧力室、前記支持台側部材又は前記軸受ハウジング側部材に形成される貯留室、及び、前記圧力室と前記貯留室とを連通するオリフィス内に収容される作動流体と、
- 前記圧力室内で、前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、
- 前記貯留室内に収容される中空部材と、
- を備える、回転支持装置。
- [請求項2] 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との一方は、軸方向一方側に開口する環状凹部を有し、
- 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との他方は、軸方向

他方側に向けて突出して、前記環状凹部内を軸方向に摺動可能に嵌合する環状凸部を有し、

前記圧力室は、前記環状凹部と前記環状凸部との間に形成され、

前記貯留室は、前記環状凸部の外向き面または内向き面に開口するように前記環状凸部内に形成され、

前記オリフィスは、前記環状凸部内に形成される、

請求項 1 に記載の回転支持装置。

[請求項3] 前記環状凹部の内向き面と前記環状凸部の外向き面との間、及び前記環状凹部の外向き面と前記環状凸部の内向き面との間に少なくとも 1 つのシール部材がそれぞれ装着される、

請求項 2 に記載の回転支持装置。

[請求項4] 前記環状凹部の内向き面と前記環状凸部の外向き面との間、及び前記環状凹部の外向き面と前記環状凸部の内向き面との間の各隙間には、前記作動流体が貯留されている、請求項 2 又は 3 に記載の回転支持装置。

[請求項5] 前記シール部材は、Oリングであり、
前記環状凹部の内向き面または前記環状凸部の外向き面、及び前記環状凹部の外向き面または前記環状凸部の内向き面には、前記Oリングが配置されるシール溝がそれぞれ形成され、

前記シール溝は、前記圧力室側から離れるにつれて溝深さが浅くなるテーパ面を有する、請求項 3 に記載の回転支持装置。

[請求項6] 前記シール部材は、Oリングであり、
前記Oリングと、前記環状凹部の内向き面及び前記環状凸部の外向き面の少なくとも一方との間、及び、前記Oリングと、前記環状凹部の外向き面及び前記環状凸部の内向き面の少なくとも一方の間には、耐摩耗性部材が介在される、請求項 3 に記載の回転支持装置。

[請求項7] 前記弾性部材は、円錐状の板部分に軸方向に貫通する複数の貫通孔又は複数のスリットを有する皿ばねである、請求項 1 に記載の回転支

持装置。

[請求項8] 前記中空部材は、その内周面から突出する少なくとも1つのリブを有する、請求項1に記載の回転支持装置。

[請求項9] 前記貯留室内には、複数の前記中空部材が配置される、請求項1に記載の回転支持装置。

[請求項10] 前記中空部材の表面は、外層によって覆われている、請求項1に記載の回転支持装置。

[請求項11] 前記中空部材は、一体成形される継ぎ目のない中空断面を持った構造体である、請求項1に記載の回転支持装置。

[請求項12] 前記中空部材は、2つ以上の部材の縁部を介して、前記2つ以上の部材を一体化することで構成される、中空断面を持った結合体である、請求項1に記載の回転支持装置。

[請求項13] 前記中空部材は、部材を湾曲させ、前記部材の縁部を結合することで中空断面を構成する、請求項1に記載の回転支持装置。

[請求項14] 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との一方は、軸方向一方側に伸びる小径円筒部と、該小径円筒部の先端部から外径側に向かう外向きフランジ部と、を有し、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との他方は、軸方向他方側に向けて伸び、前記外向きフランジ部の外周面が摺接する内周面を有する大径円筒部と、該大径円筒部の先端部から内径側に向かい、前記小径円筒部の外周面と摺接する内周面を有する内向きフランジ部と、を有し、

前記圧力室は、前記小径円筒部、前記外向きフランジ部、前記大径円筒部、及び前記内向きフランジ部によって仕切られた環状空間に形成され、

前記貯留室は、前記大径円筒部の内周面または前記小径円筒部の外周面に開口するように前記外向きフランジ部又は前記内向きフランジ部内に形成され、

前記オリフィスは、前記貯留室が形成された前記外向きフランジ部又は前記内向きフランジ部内に形成される内に形成される、請求項 1 に記載の回転支持装置。

[請求項15] 前記内向きフランジ部の内周面と前記小径円筒部の外周面との間、及び前記外向きフランジ部の外周面と前記大径円筒部の内周面との間には、少なくとも 1 つのシール部材がそれぞれ装着される、請求項 1 4 に記載の回転支持装置。

[請求項16] 前記内向きフランジ部の内周面と前記小径円筒部の外周面との間、及び前記外向きフランジ部の外周面と前記大径円筒部の内周面との間の各隙間には、前記作動流体が貯留されている、請求項 1 4 又は 1 5 に記載の回転支持装置。

[請求項17] 前記シール部材は、Ｏリングであり、
前記内向きフランジ部の内周面または前記小径円筒部の外周面、及び前記外向きフランジ部の外周面または前記大径円筒部の内周面には、前記Ｏリングが配置されるシール溝がそれぞれ形成され、
前記シール溝は、前記圧力室側から離れるにつれて溝深さが浅くなるテーパ面を有する、請求項 1 5 に記載の回転支持装置。

[請求項18] 前記シール部材は、Ｏリングであり、
前記Ｏリングと、前記内向きフランジ部の内周面及び前記小径円筒部の外周面の少なくとも一方との間、及び、前記Ｏリングと、前記外向きフランジ部の外周面及び前記大径円筒部の内周面の少なくとも一方との間には、耐摩耗性部材が介在される、請求項 1 5 に記載の回転支持装置。

[請求項19] 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材の少なくとも一方には、前記中空部材及び前記作動流体を加熱又は冷却することで、前記中空部材及び前記作動流体の体積を変更させる作動媒体体積変更部が取り付けられる、請求項 1 に記載の回転支持装置。

[請求項20] 前記一对の支持機構の一方は、

前記軸受ユニットと前記支持台との間で、前記ハウジング位置調整機構と隣接して直列または並列に配置される他のハウジング位置調整機構をさらに備え、

前記他のハウジング位置調整機構は、

前記支持台側に設けられ、前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置される他の支持台側部材と、

前記軸受ハウジング側に設けられ、前記回転軸が貫通、又は前記回転軸回りに配置され、前記他の支持台側部材に対して軸方向に相対移動可能な他の軸受ハウジング側部材と、

前記他の支持台側部材と前記他の軸受ハウジング側部材との間に形成される圧力室に圧縮された状態で収容される圧力発生手段と、を備える、請求項 1 に記載の回転支持装置。

[請求項21] 前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との一方は、軸方向一方側に開口する複数の凹部を有し、

前記支持台側部材と前記軸受ハウジング側部材との他方は、軸方向他方側に向けて突出して、前記複数の凹部内を軸方向に摺動可能にそれぞれ嵌合する複数の凸部を有し、

複数の前記圧力室は、前記複数の凹部と前記複数の凸部との間にそれぞれ形成され、

前記複数の凸部の少なくとも一つには、前記貯留室が前記オリフィスを介して前記圧力室に連通するように、前記貯留室及び前記オリフィスが形成される、

請求項 1 に記載の回転支持装置。

[請求項22] 前記複数の圧力室は、前記回転軸に対して幅方向両側に配置されている、請求項 2 1 に記載の回転支持装置。

[請求項23] 前記複数の凸部には、前記貯留室及び前記オリフィスがそれぞれ形成され、

前記弾性部材は、前記複数の圧力室内に圧縮された状態でそれぞれ

配置され、

前記中空部材は、複数の前記貯留室内にそれぞれ収容される、請求項 21 に記載の回転支持装置。

[請求項24] 前記軸受ユニットの前記軸受は、前記軸受ハウジングに内嵌する外輪、前記回転軸の軸方向端部に外嵌する内輪、及び前記外輪と前記内輪との間に転動自在に配置される玉をそれぞれ備える一对のアンギュラ玉軸受を含む、請求項 1 に記載の回転支持装置。

[請求項25] 前記回転支持装置は、
前記回転軸を、外周面に螺旋状のねじ溝が形成されたねじ軸とし、
且つ、内周面に螺旋状のねじ溝が形成されたナットと、前記ねじ軸のねじ溝と前記ナットのねじ溝との間に転動自在に配設された複数のボールと、をさらに備える、
ボールねじ送り装置である、請求項 1 に記載の回転支持装置。

[請求項26] 軸と、前記軸を支持するため、前記軸の軸方向両端部に設けられた一对の支持機構と、を備える軸支持装置における、前記一对の支持機構の一方に設けられた軸支持装置の支持機構位置調整機構であって、
前記一对の支持機構の一方は、前記軸が貫通、又は前記軸回りに配置される支持体を有し、

前記軸側と前記支持体側の一方に設けられ、前記軸が貫通可能、又は前記軸回りに配置可能な第 1 の部材と、

前記軸側と前記支持体側の他方に設けられ、前記軸が貫通可能、又は前記軸回りに配置可能で、前記第 1 の部材に対して軸方向に相対移動可能な第 2 の部材と、

前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との間に形成される圧力室、前記第 1 の部材又は前記第 2 の部材に形成される貯留室、及び前記圧力室と前記貯留室とを連通するオリフィス内に収容される作動流体と、

前記圧力室内で、前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との対向する軸方向端面間に圧縮された状態で配置される弾性部材と、

前記貯留室内に収容される中空部材と、
を備える、軸支持装置の支持機構位置調整機構。

[請求項27]

前記軸は回転軸であり、

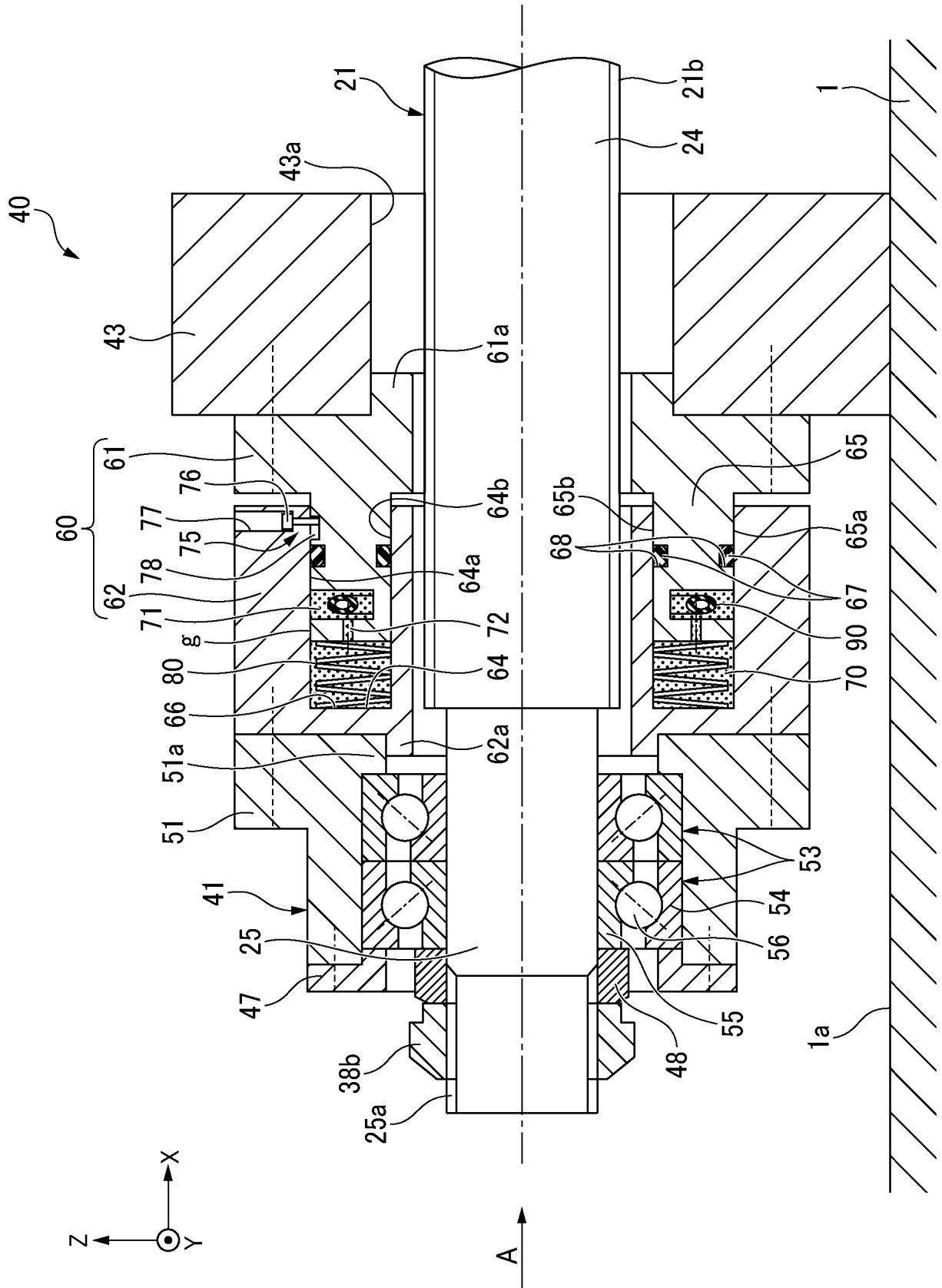
前記一对の支持機構の一方は、軸受ハウジングと、前記軸受ハウジングに対して前記回転軸を回転自在に支持するとともに、軸方向荷重を支承可能な軸受と、を備える軸受ユニットをさらに備え、

前記支持機構位置調整機構は、前記軸受ユニットと前記支持体との間に配設されたハウジング位置調整機構であり、

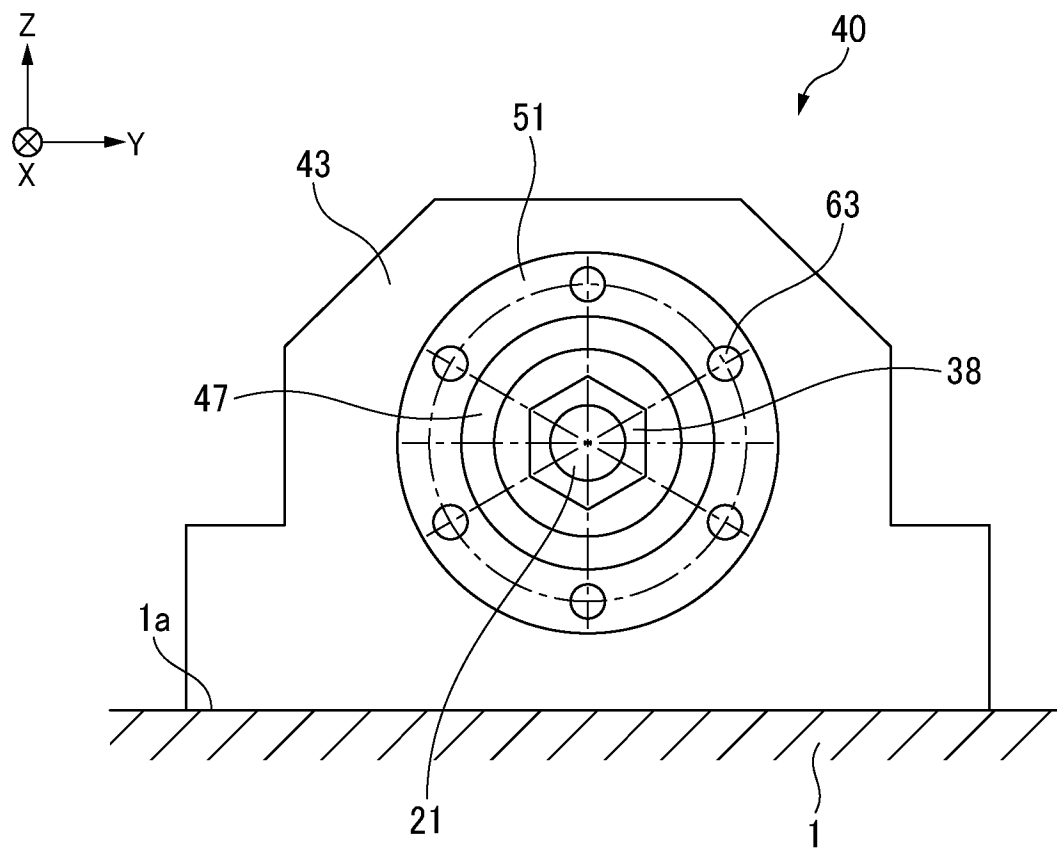
前記第1の部材は、前記支持体側に設けられ、前記回転軸が貫通可能、又は前記回転軸回りに配置可能な支持体側部材であり、

前記第2の部材は、前記軸受ハウジング側に設けられ、前記回転軸が貫通可能、又は前記回転軸回りに配置可能で、前記支持体側部材に対して軸方向に相対移動可能で、前記支持体側部材との間に前記収容空間を形成する軸受ハウジング側部材である、請求項26に記載の軸支持装置の支持機構位置調整機構。

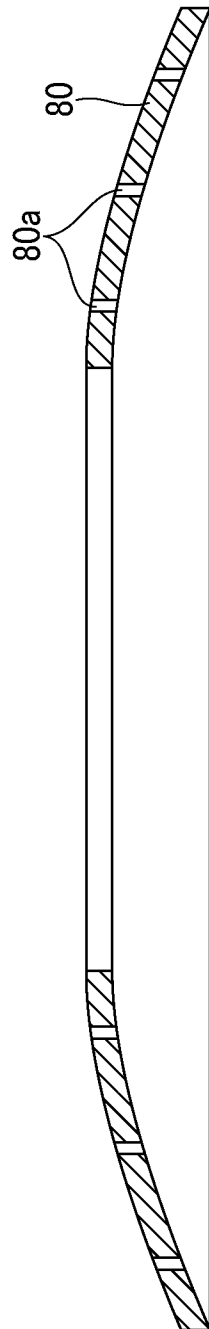
[図2]



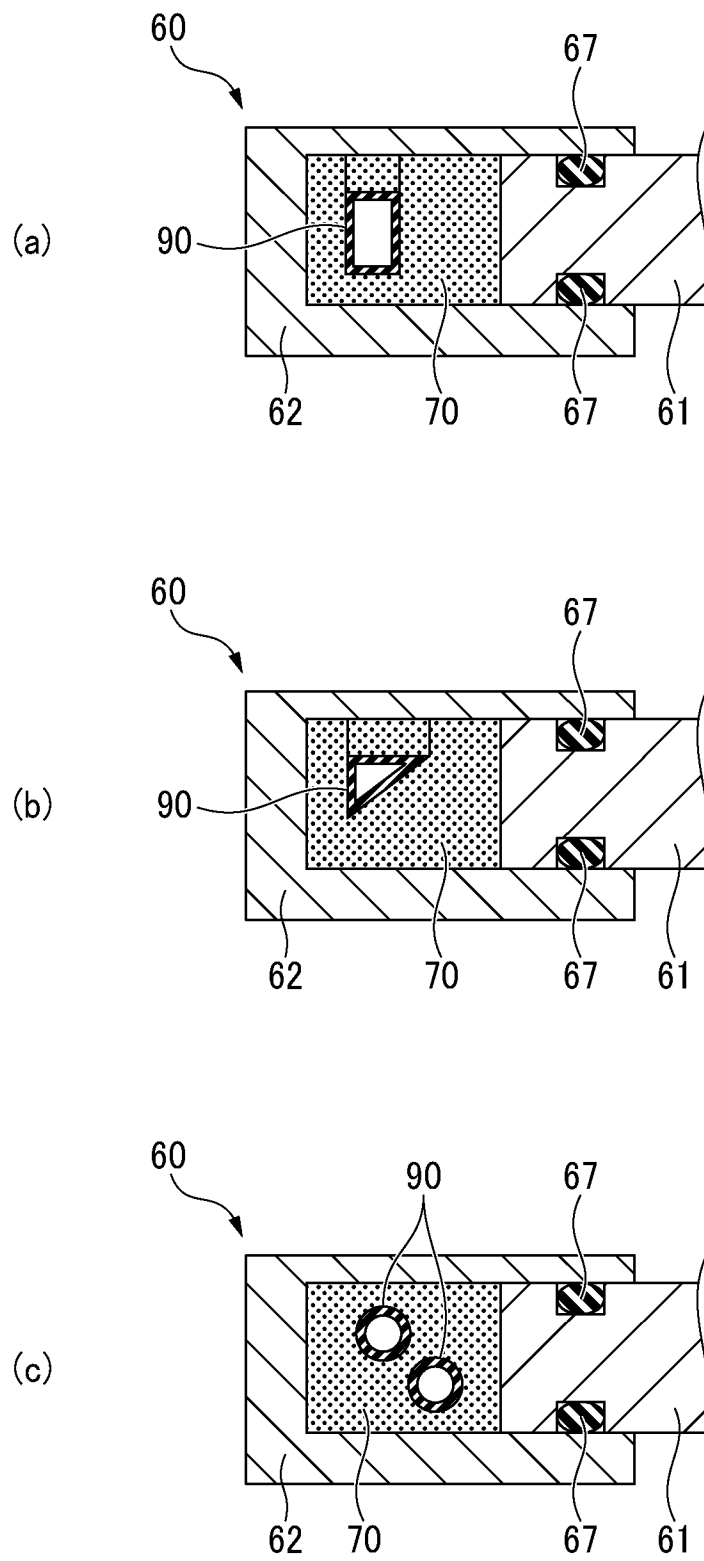
[図3]



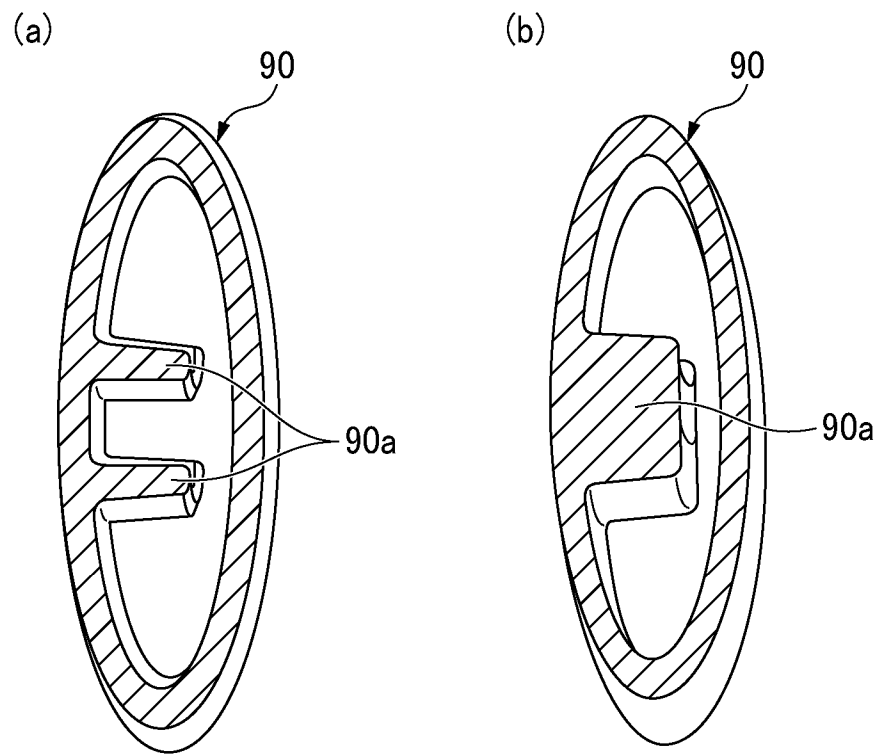
[図4]



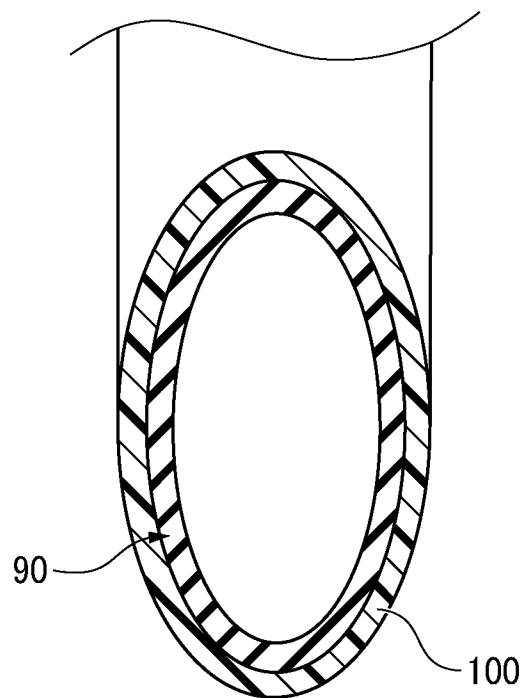
[図5]



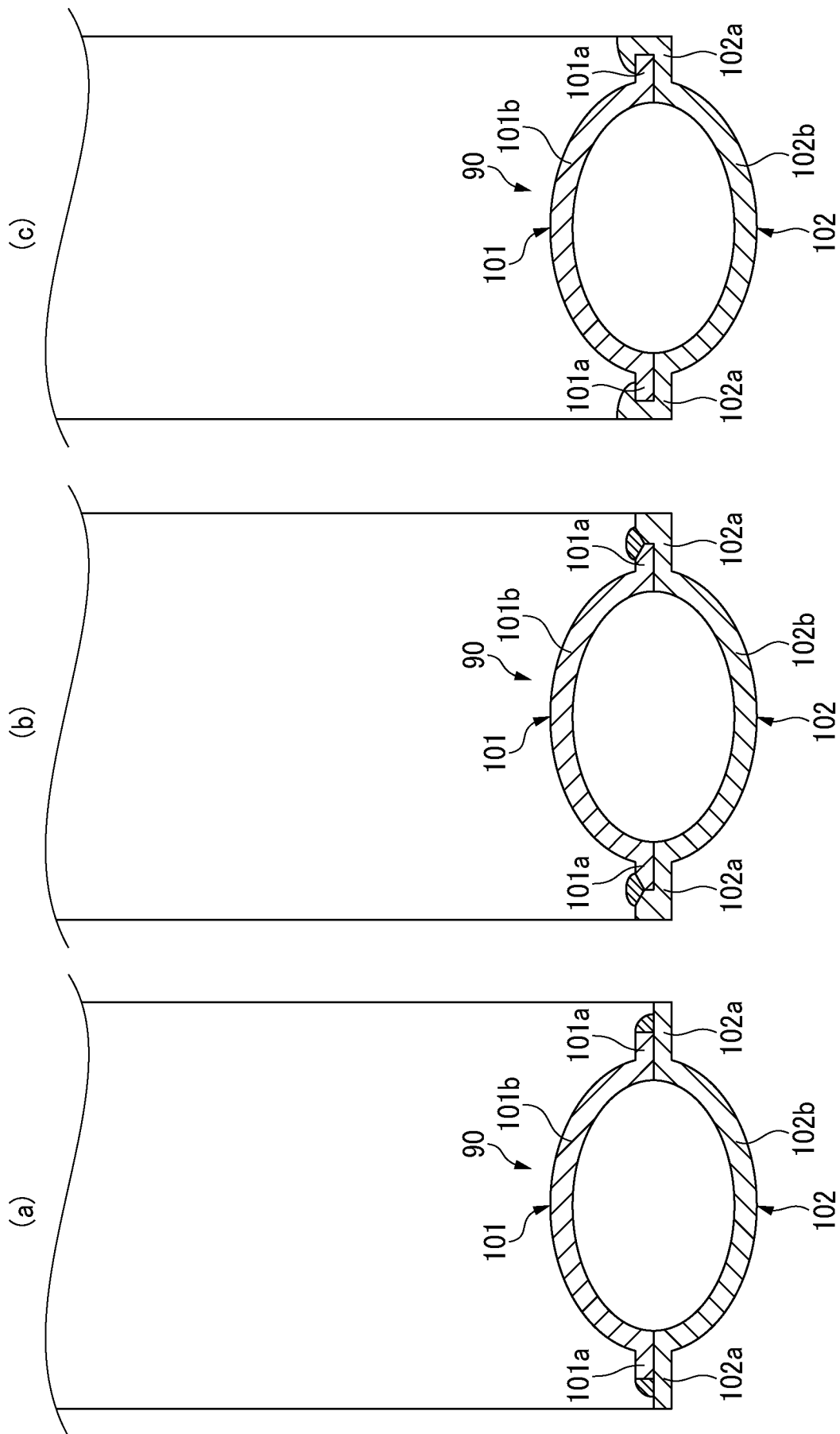
[図6]



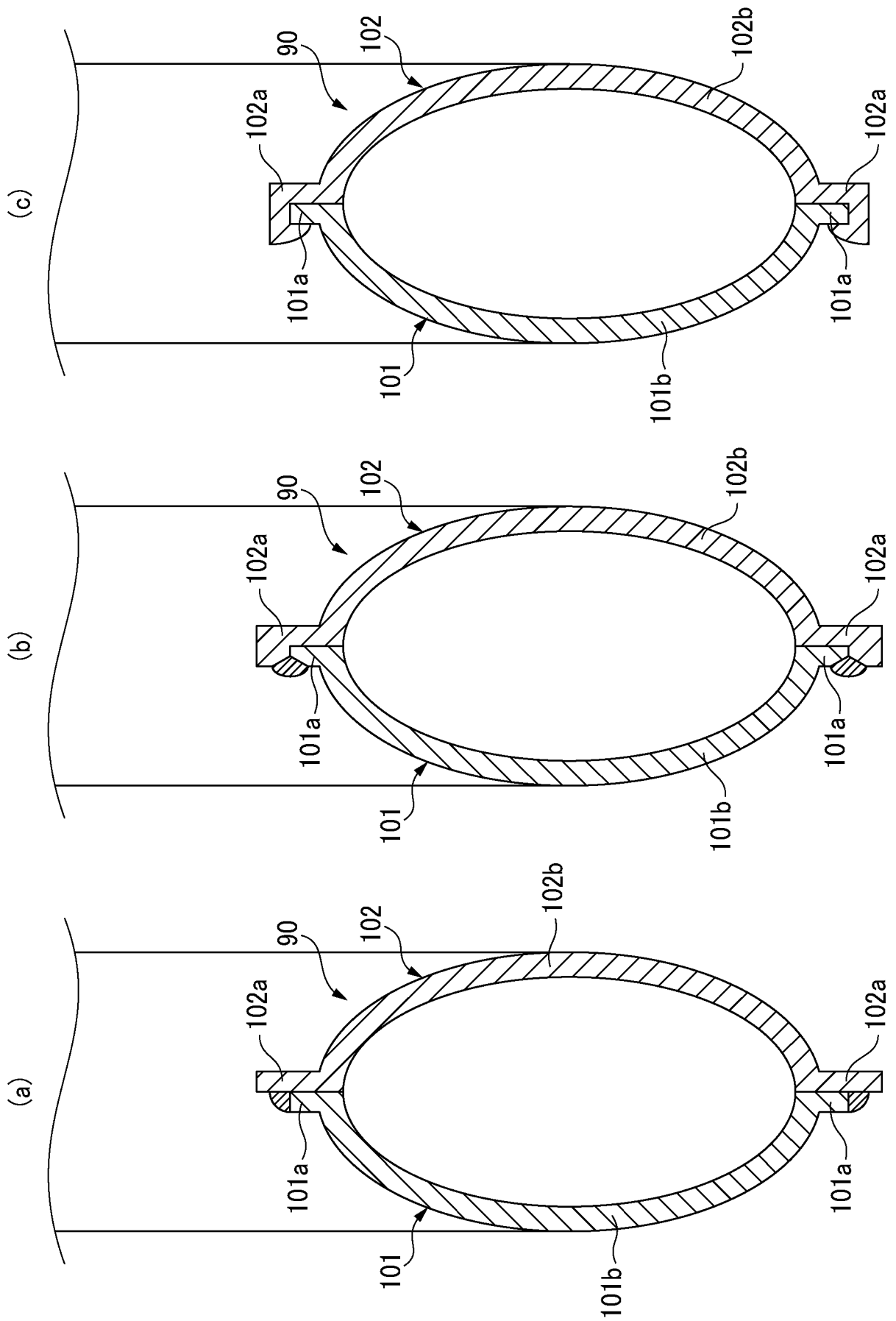
[図7]



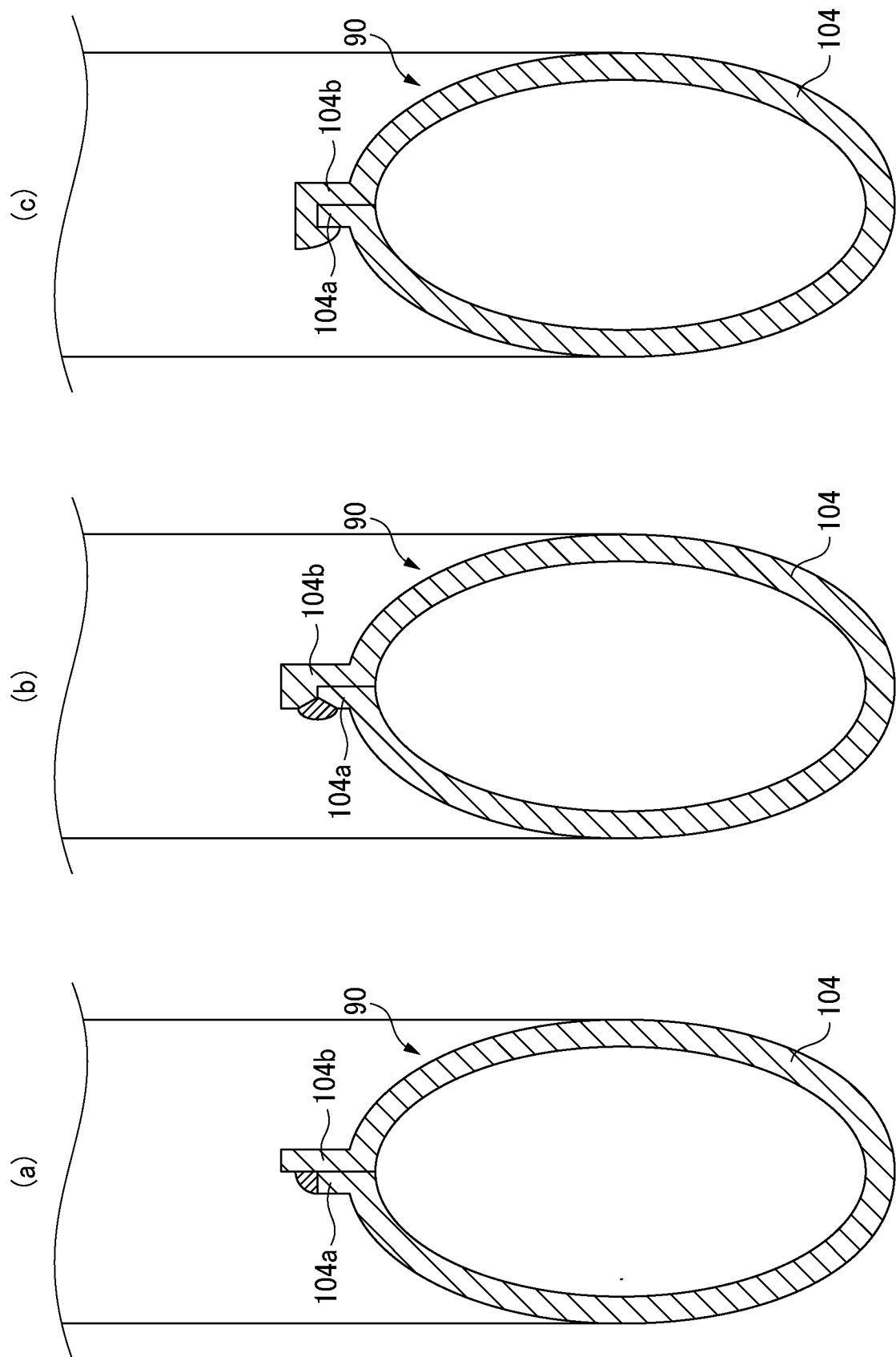
[図8]



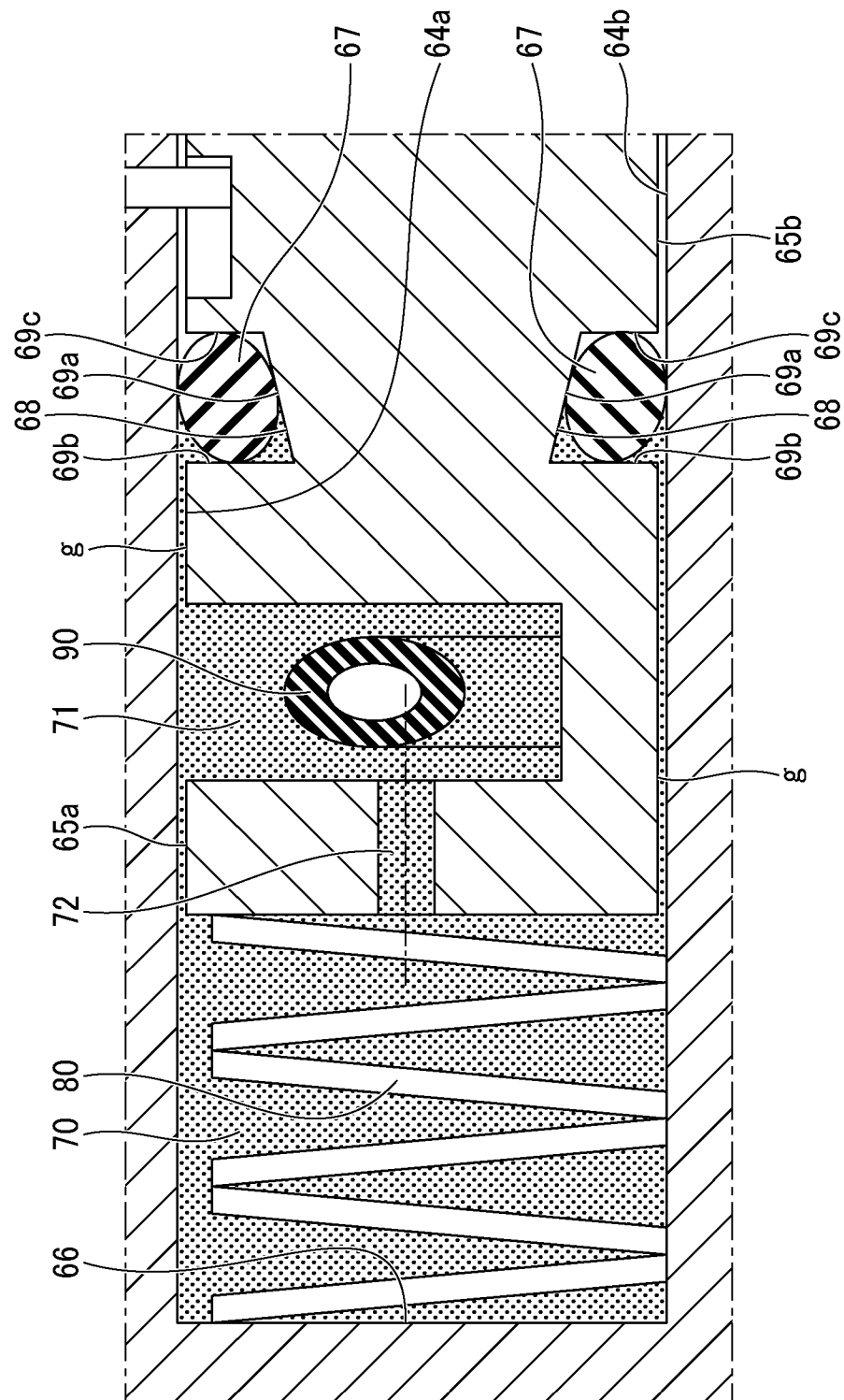
[図9]



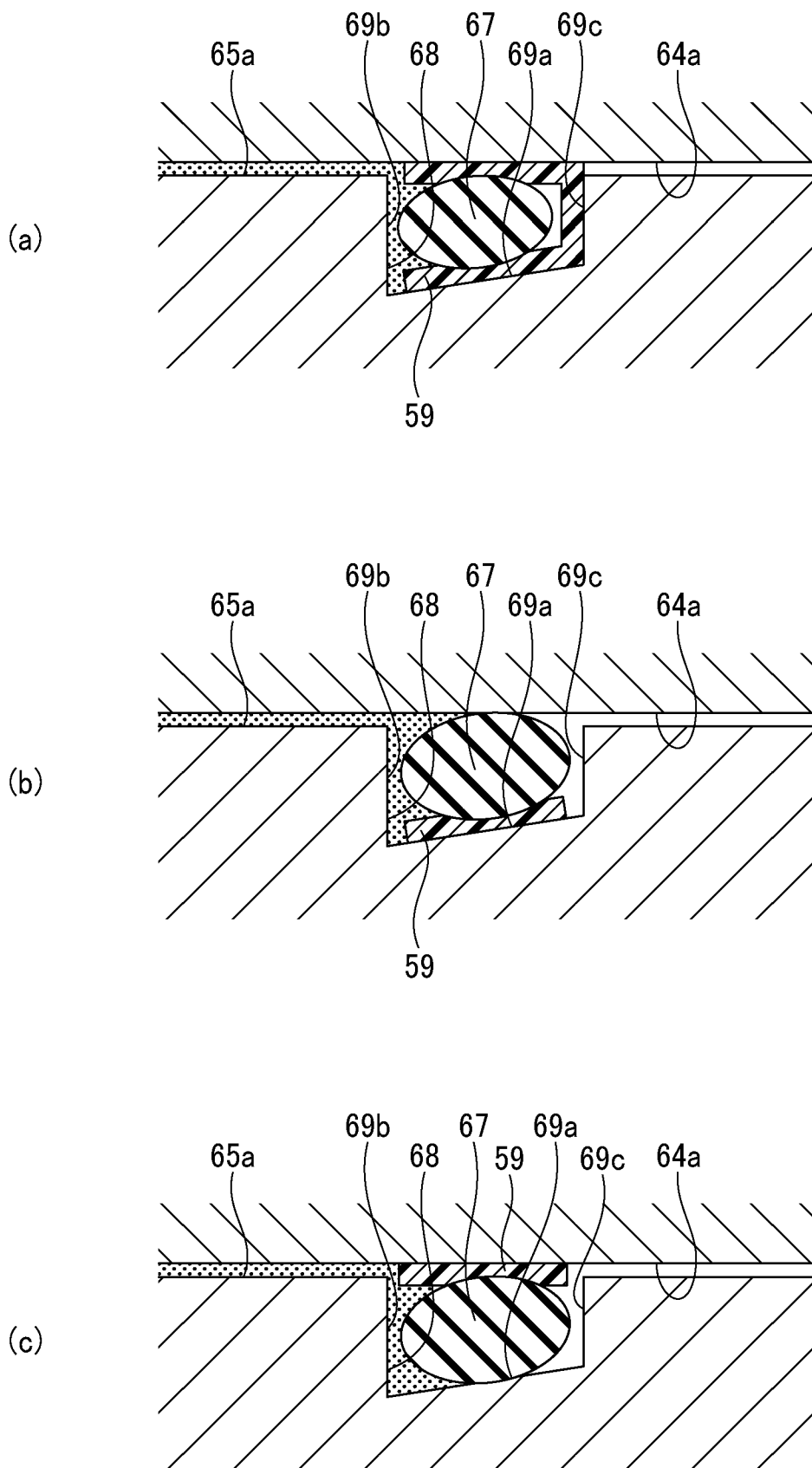
[図11]



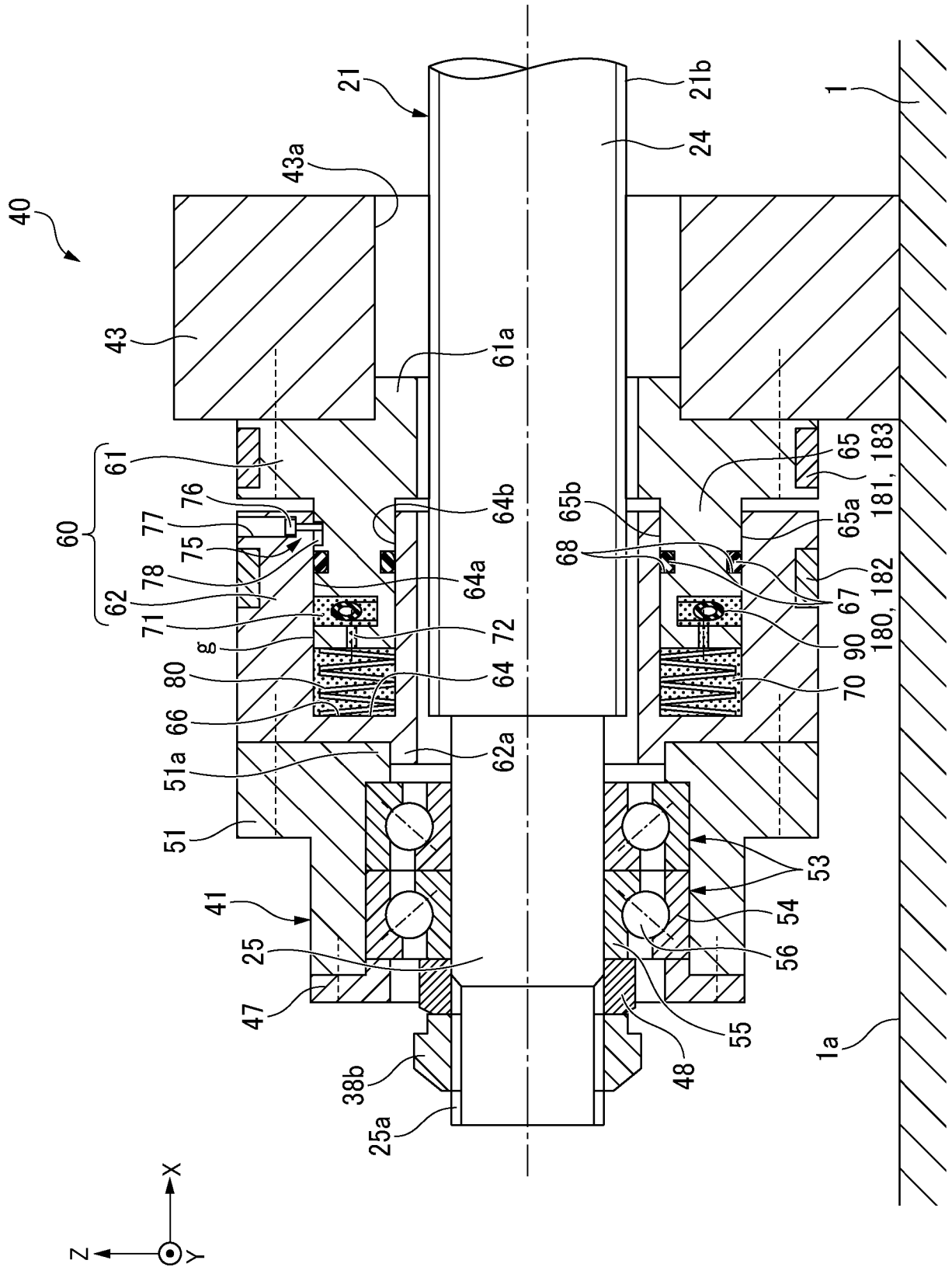
[図13]



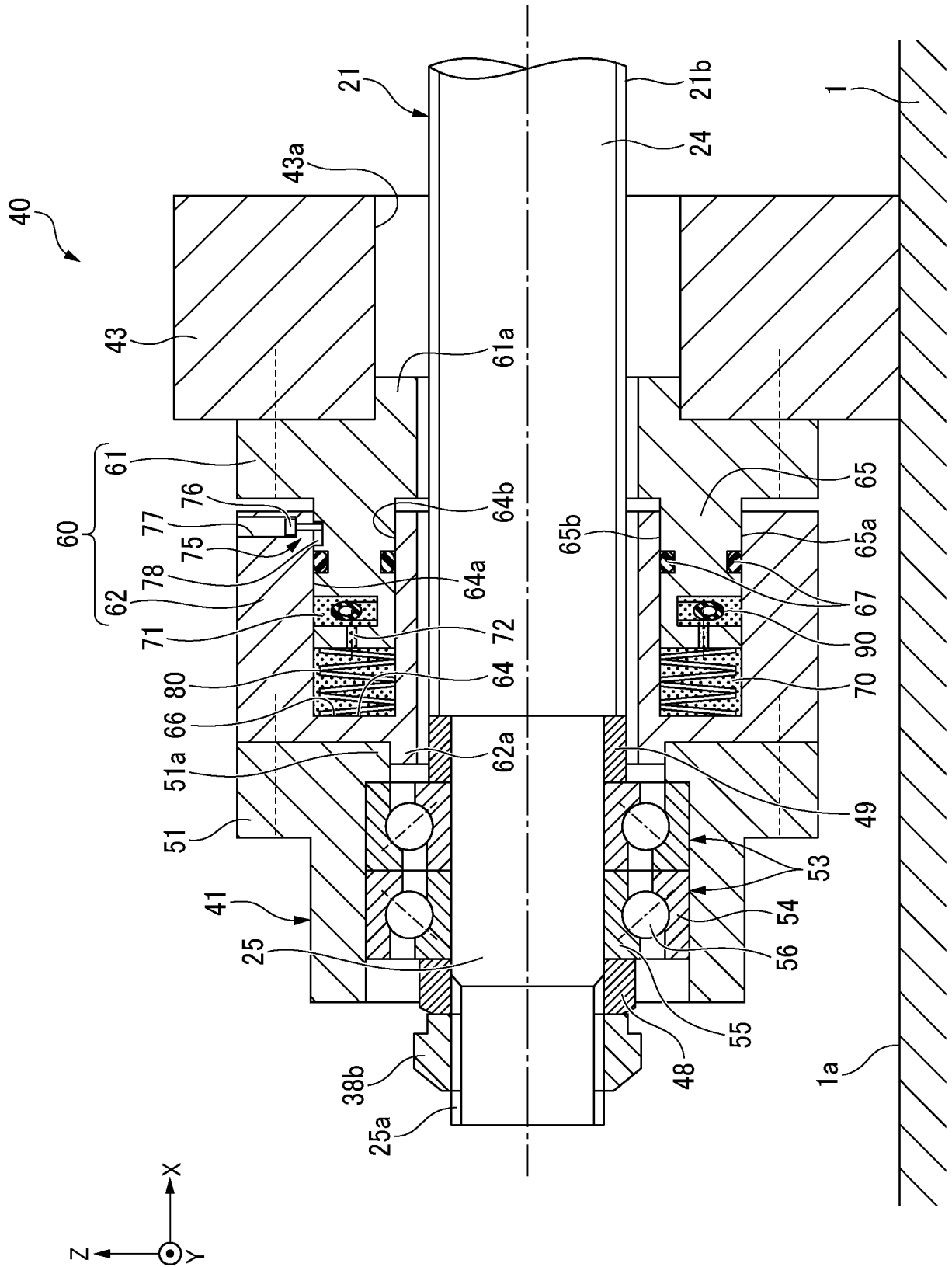
[図14]



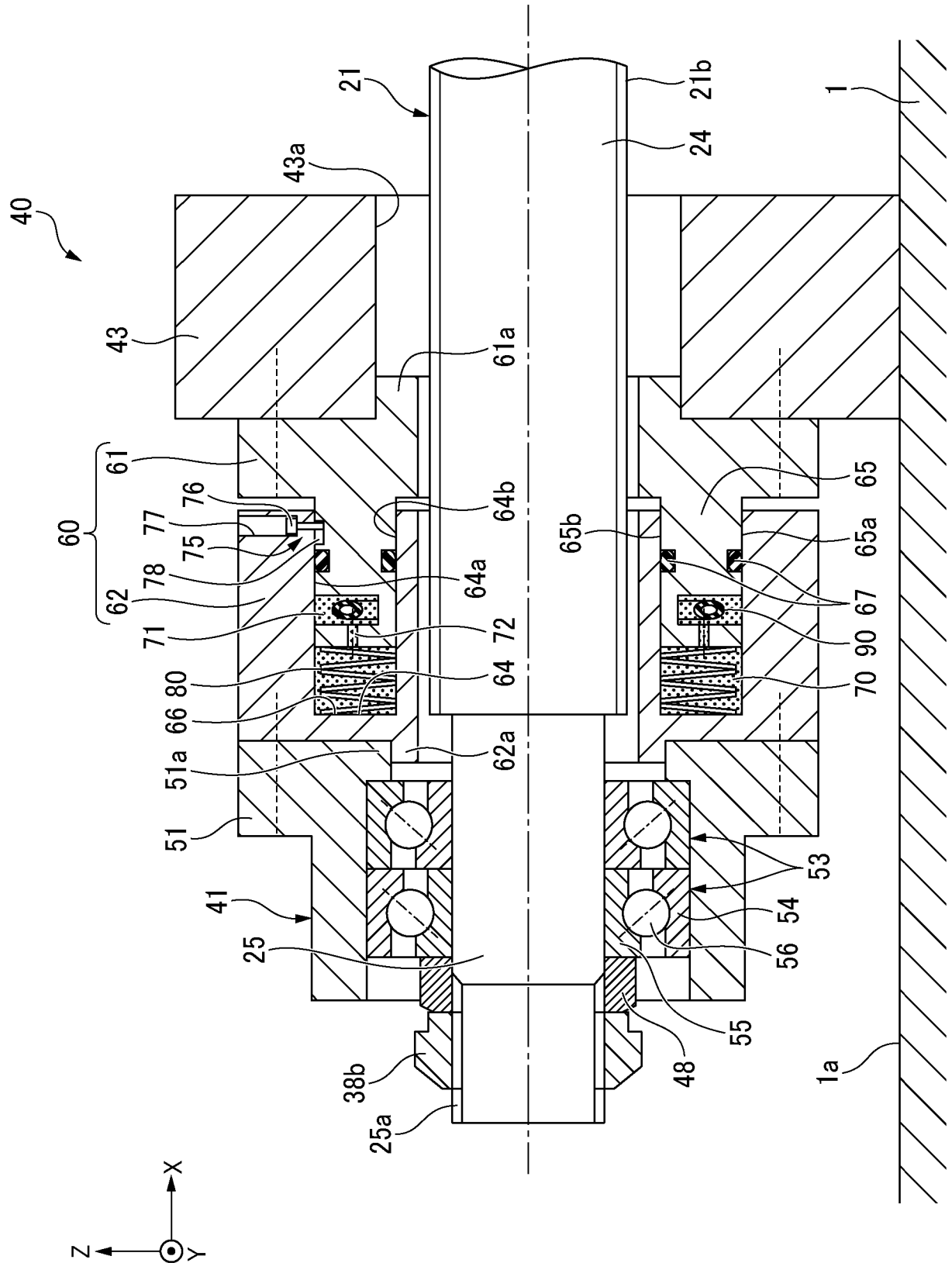
[図15]



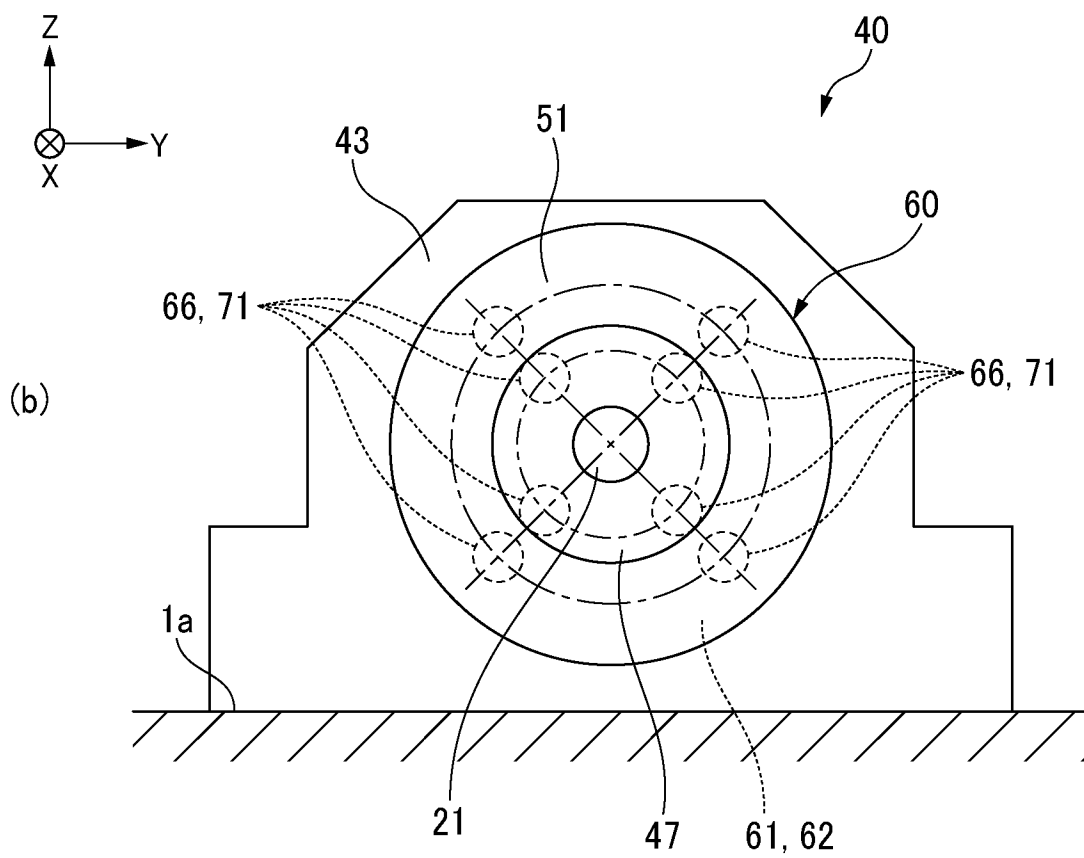
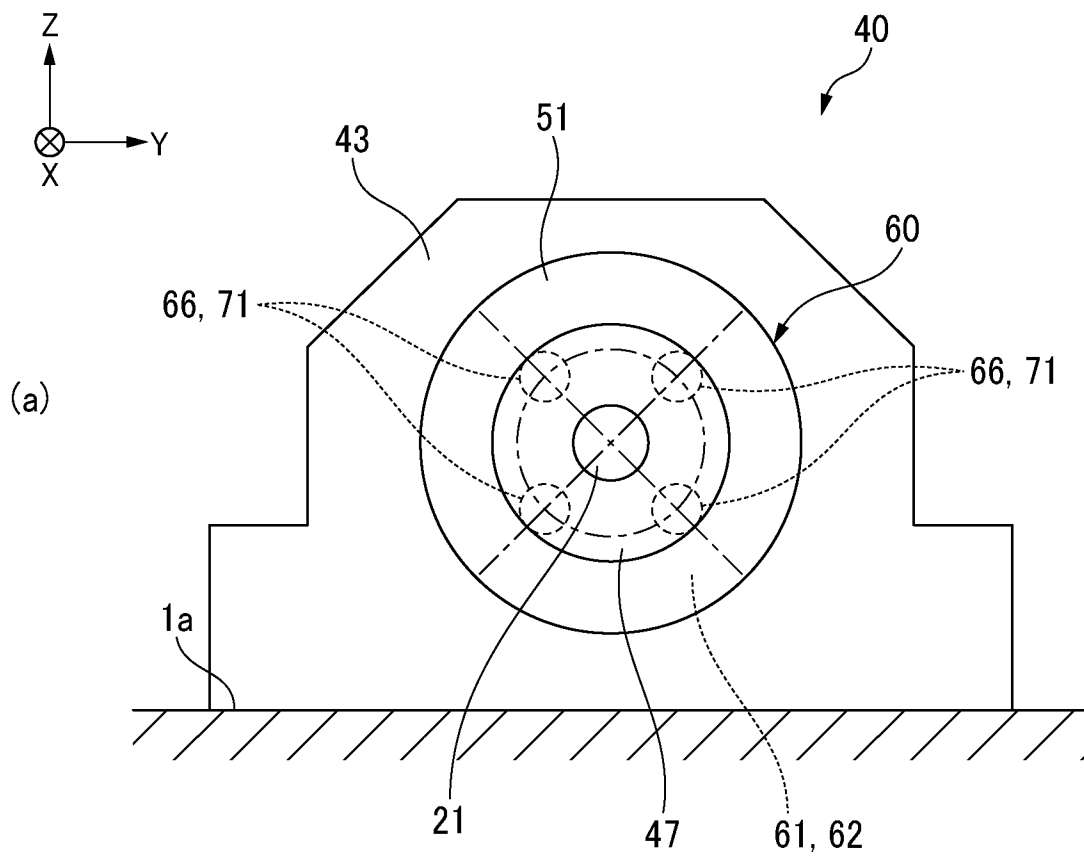
[図17]



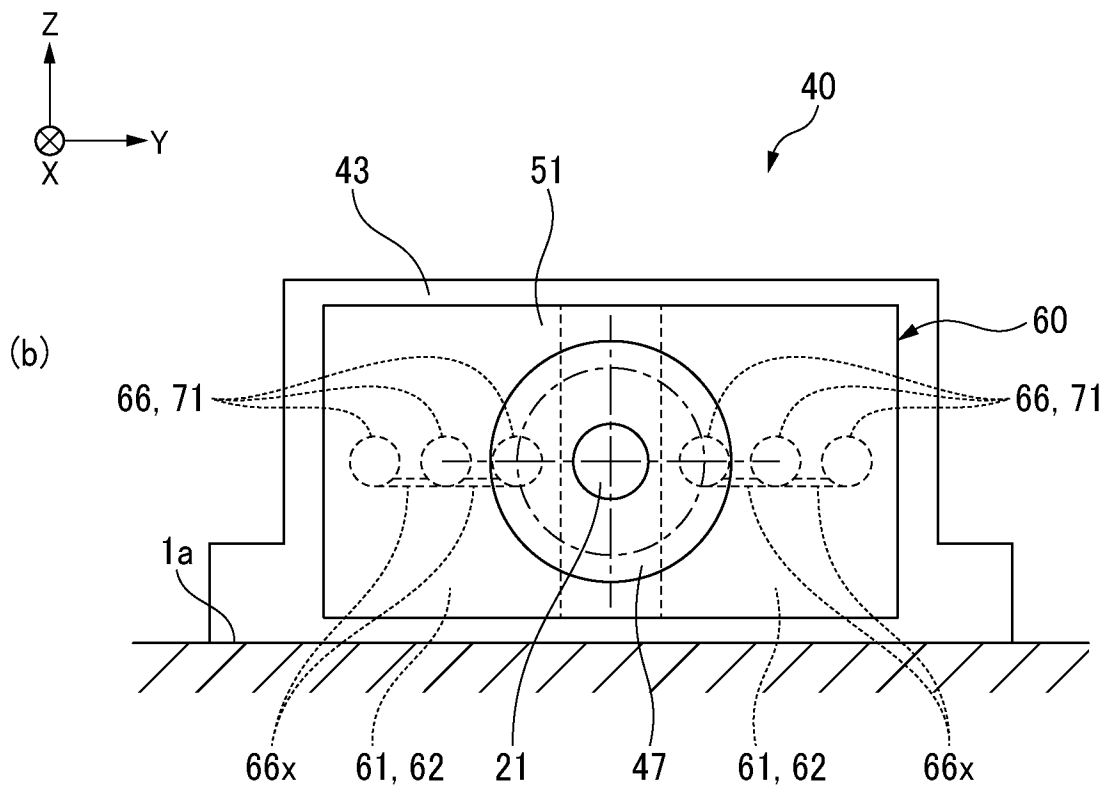
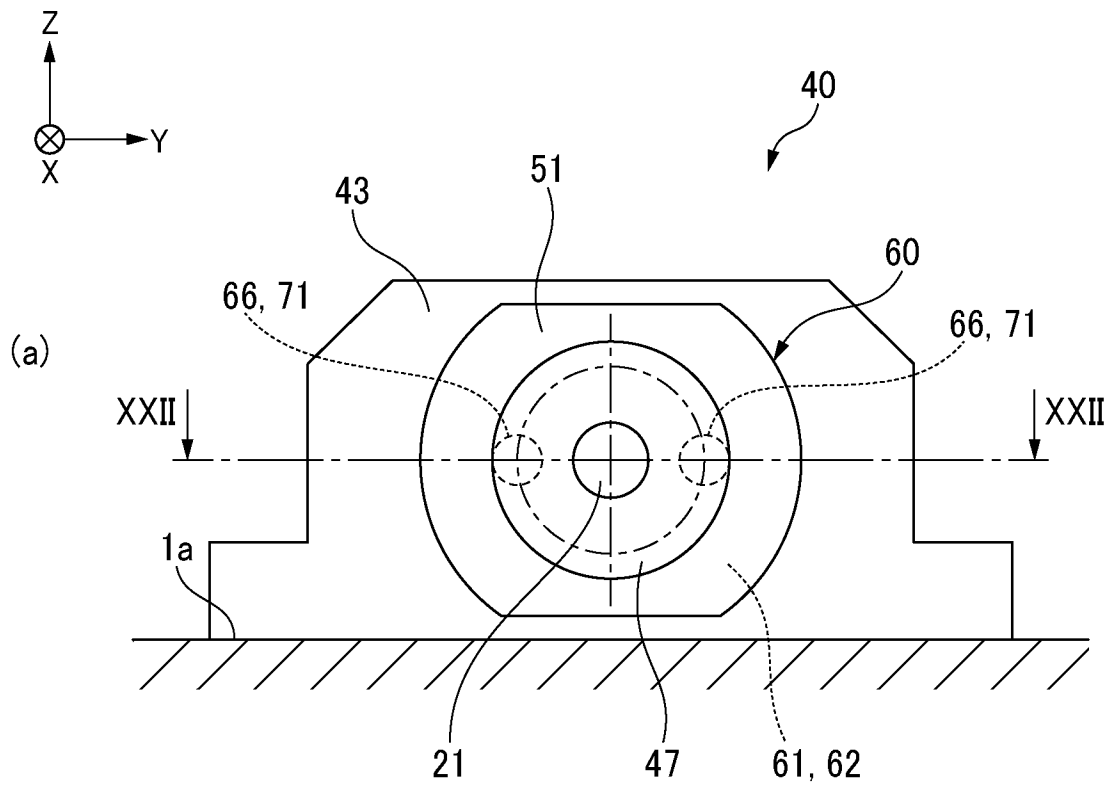
[図18]



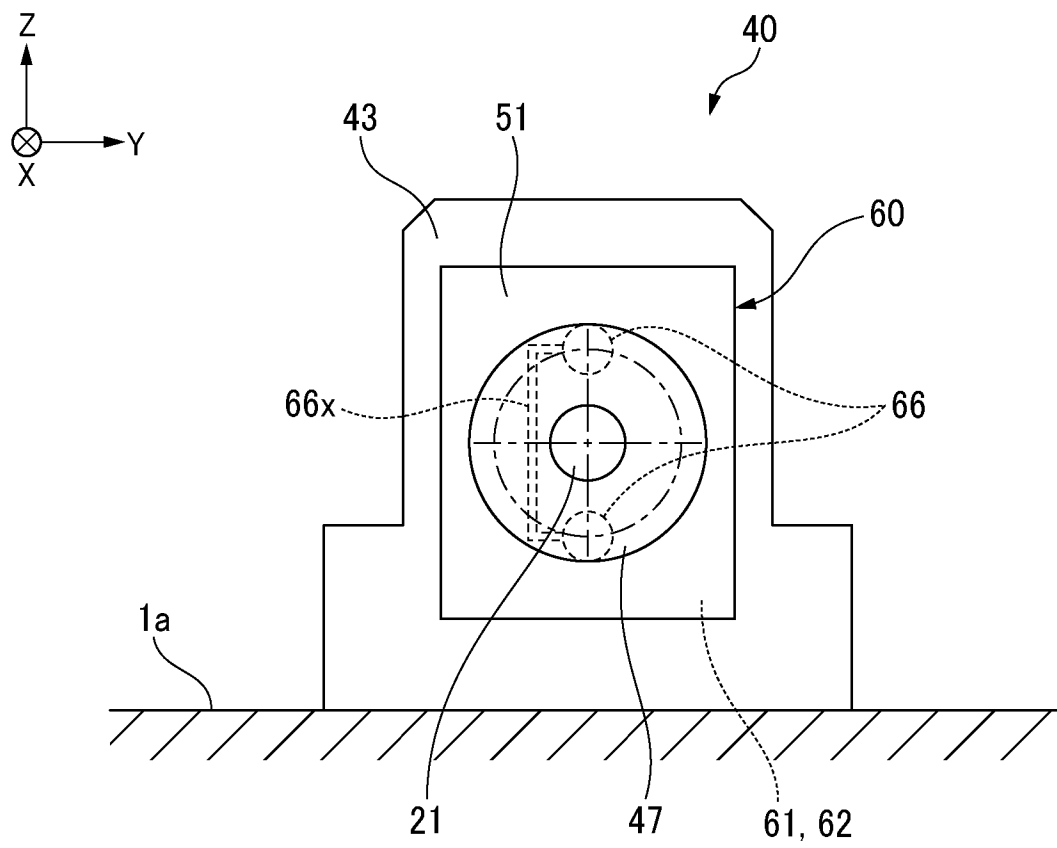
[図19]



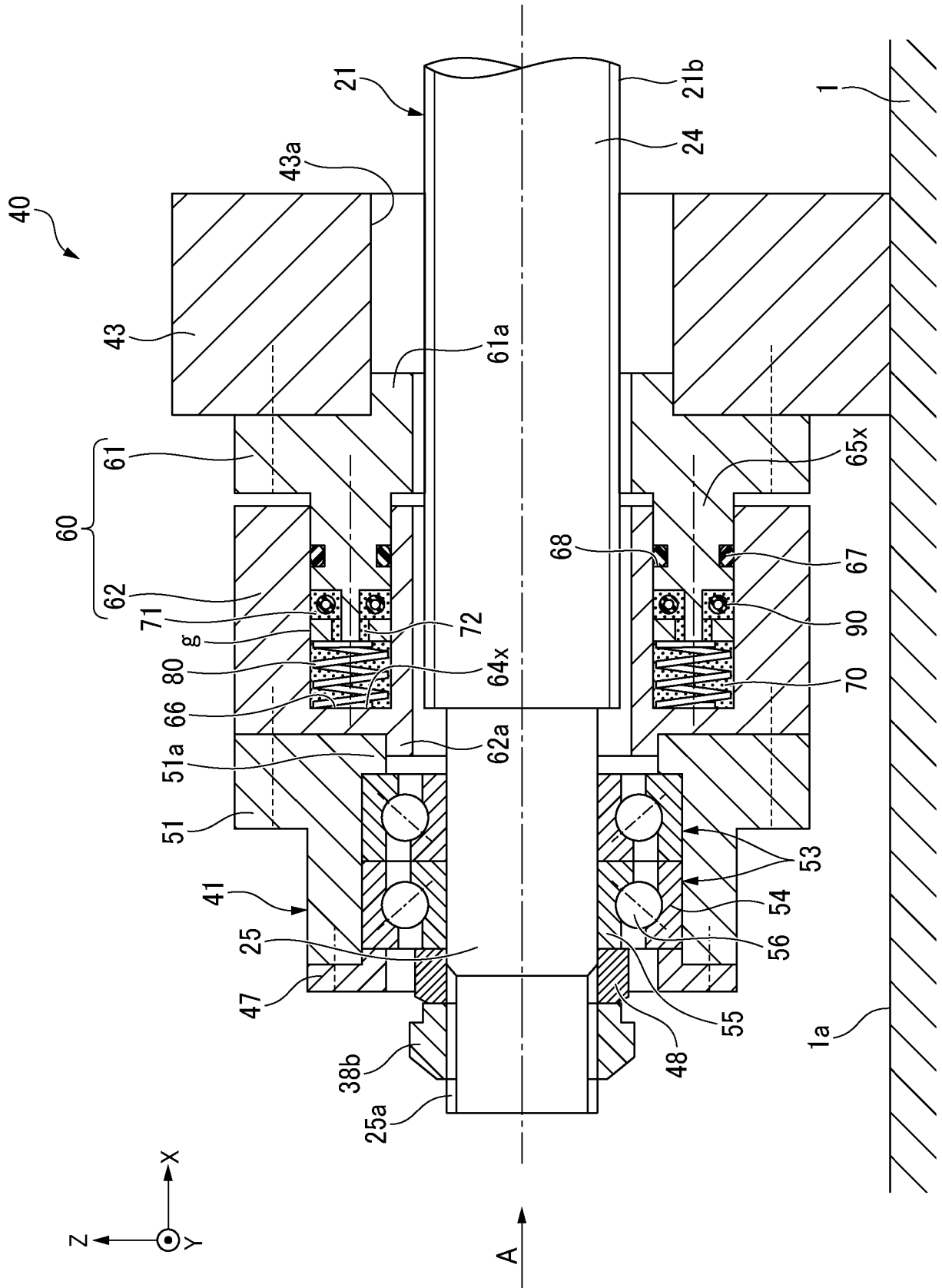
[図20]



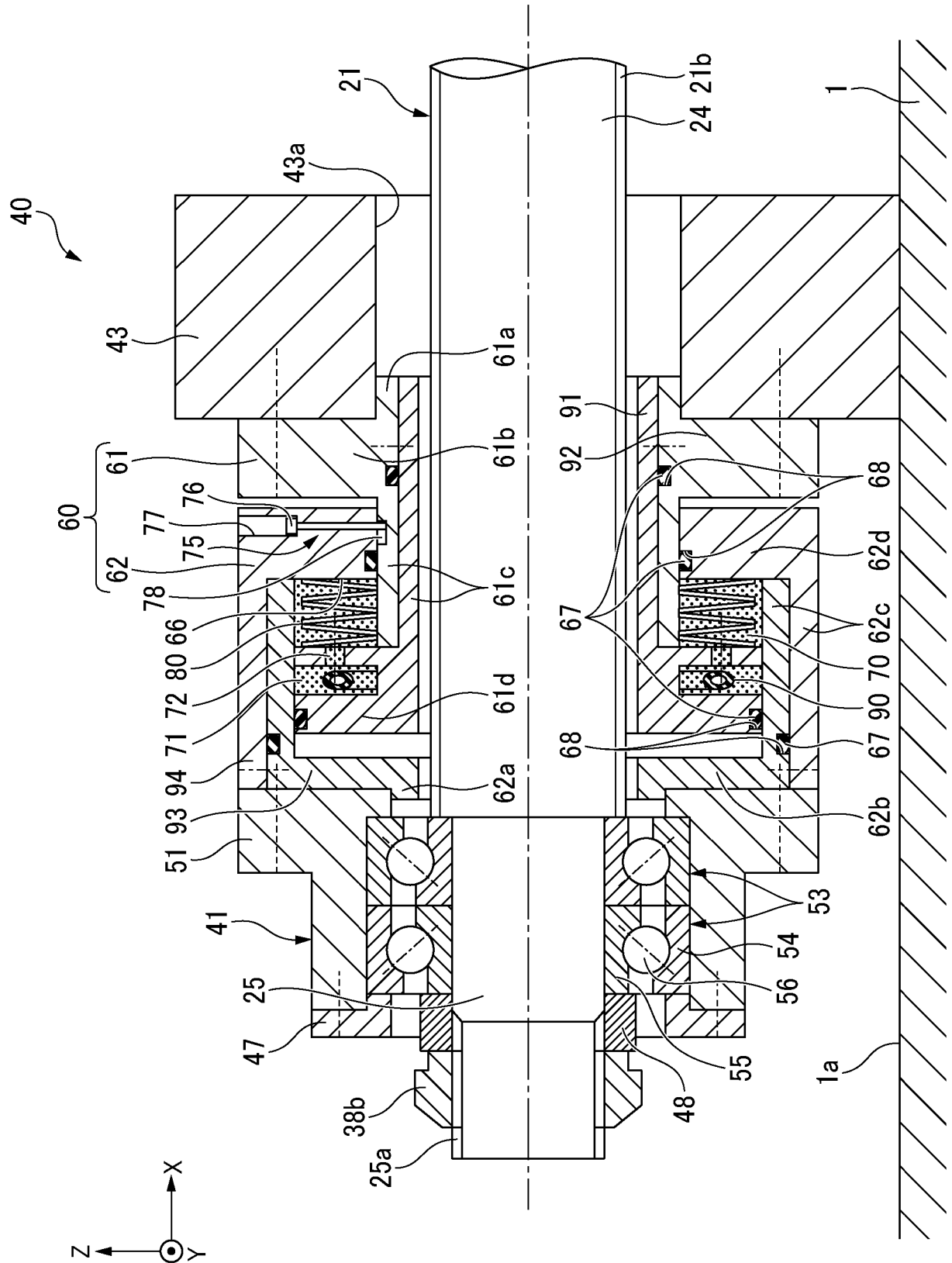
[図21]



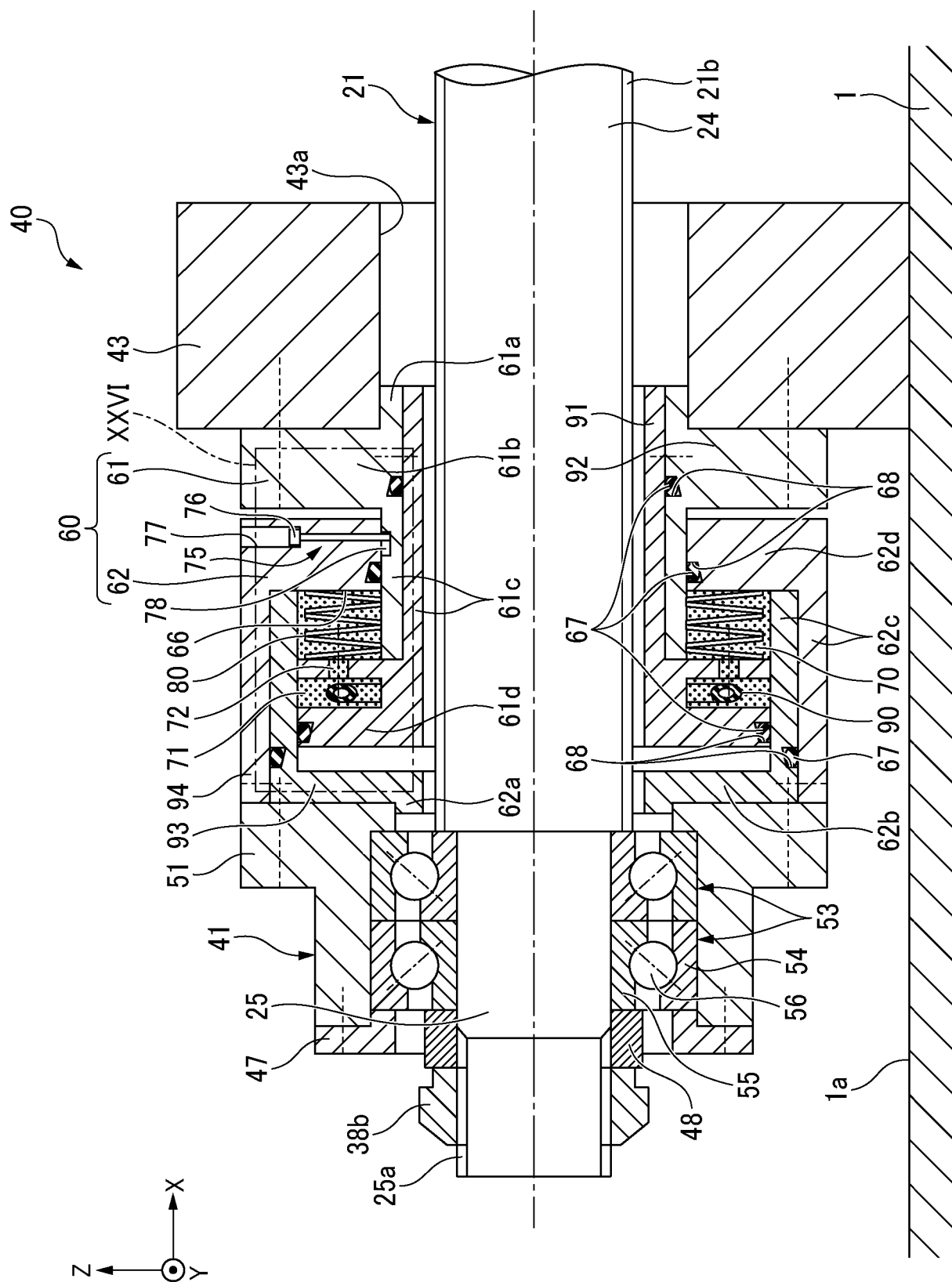
[図22]



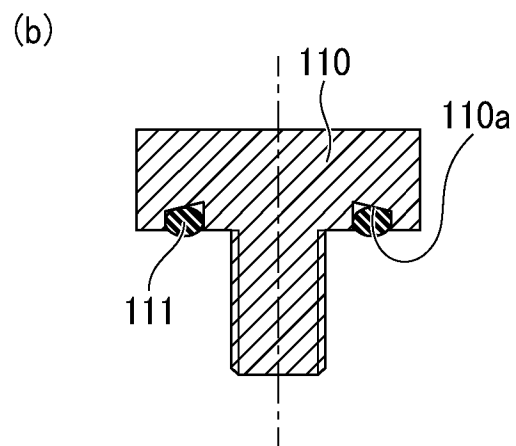
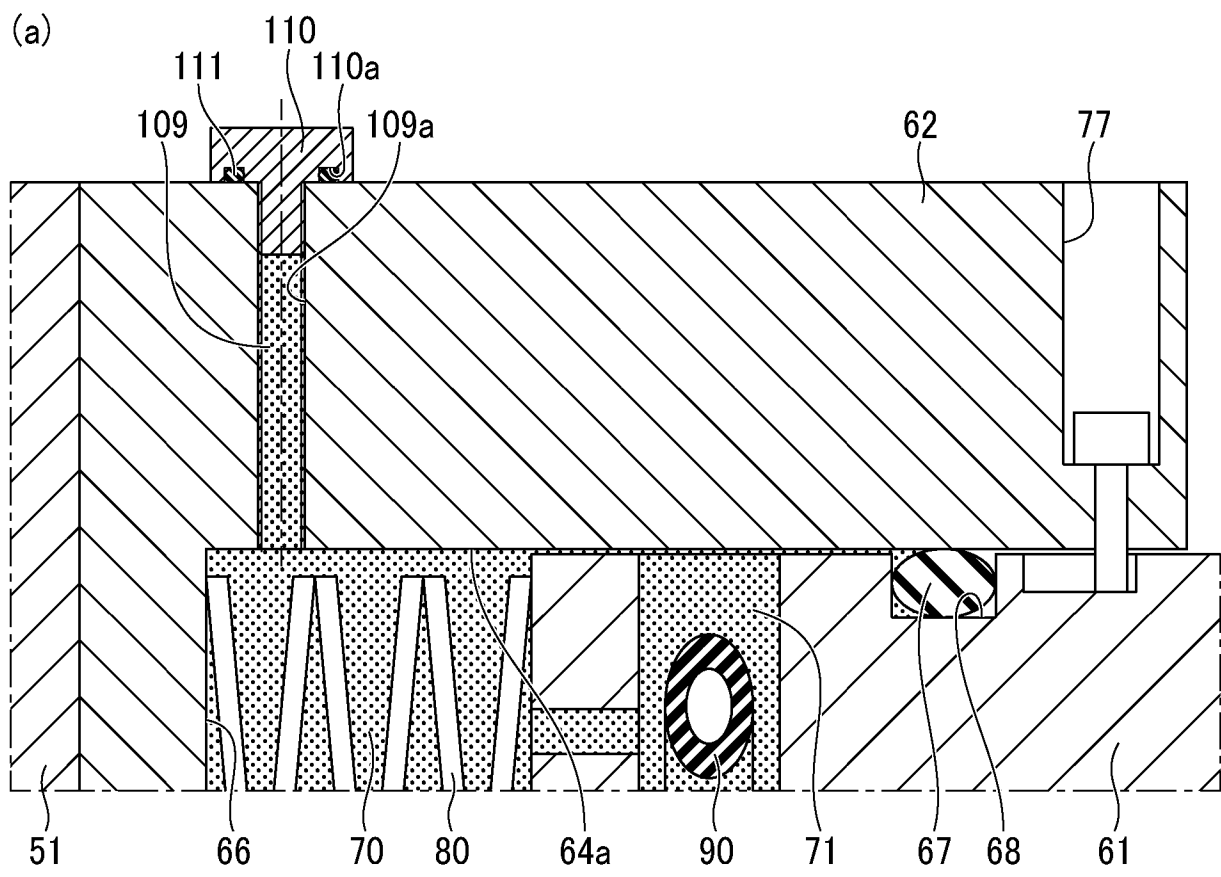
[図23]



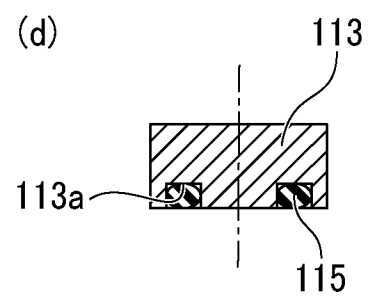
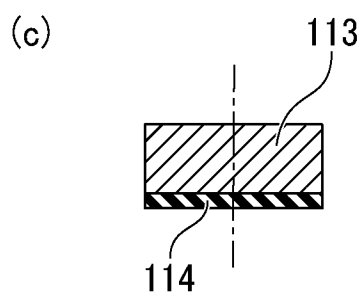
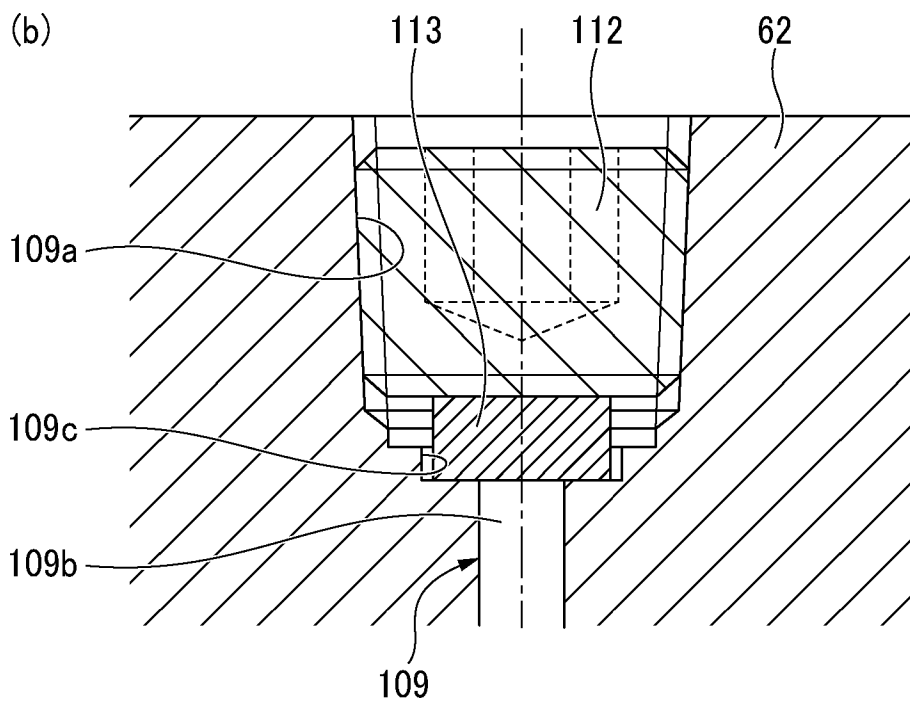
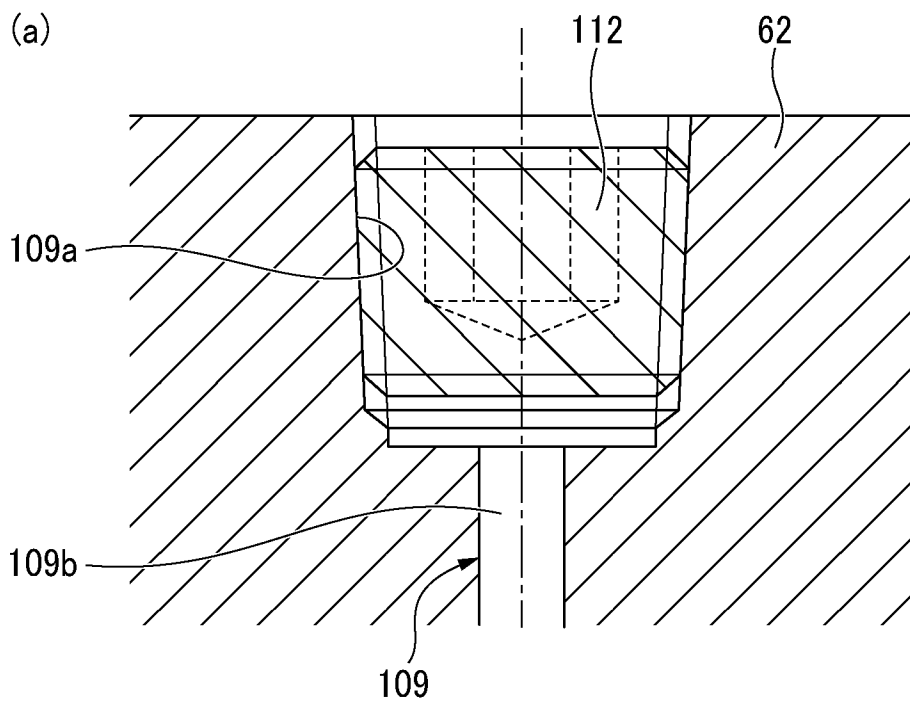
[図25]



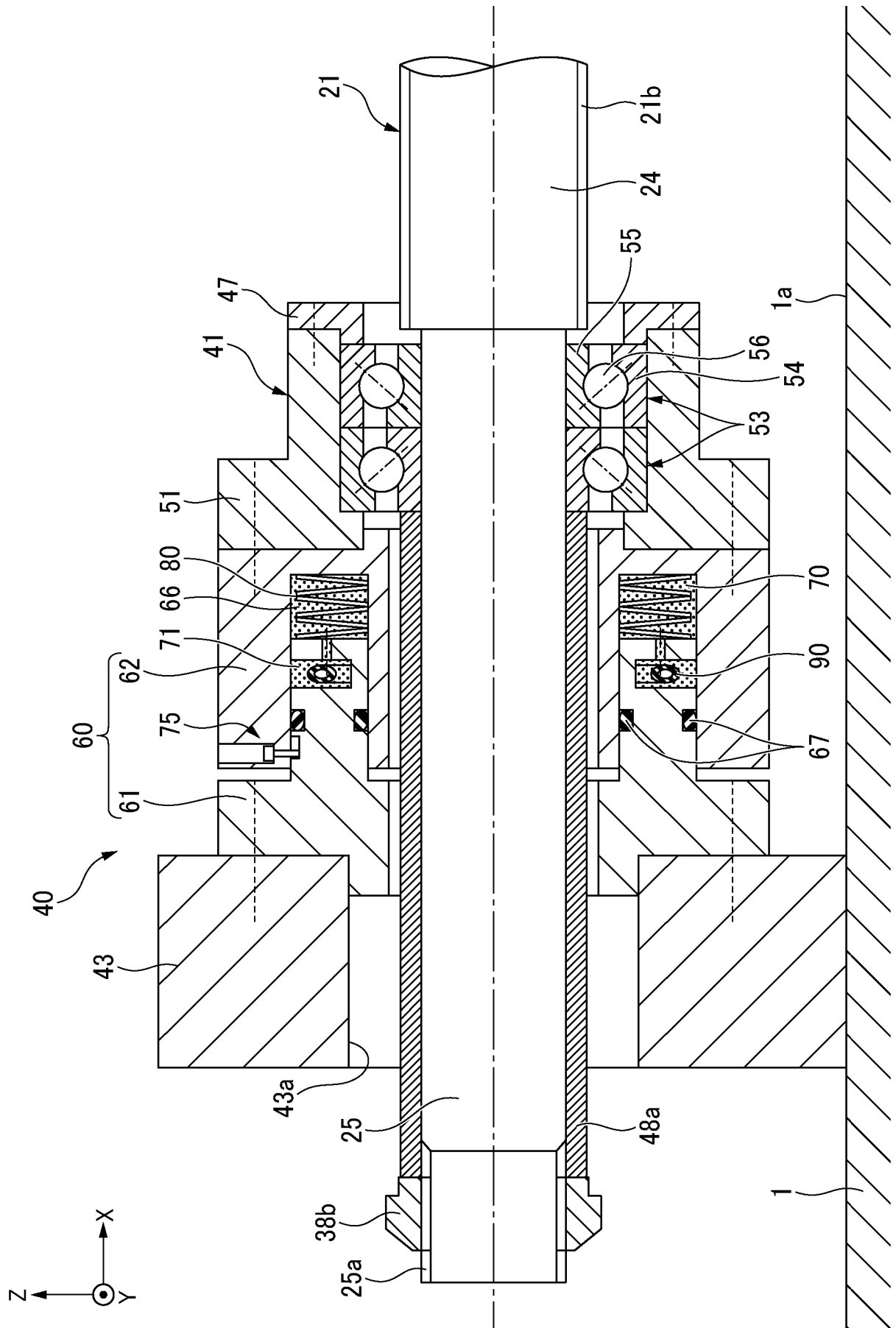
[図29]

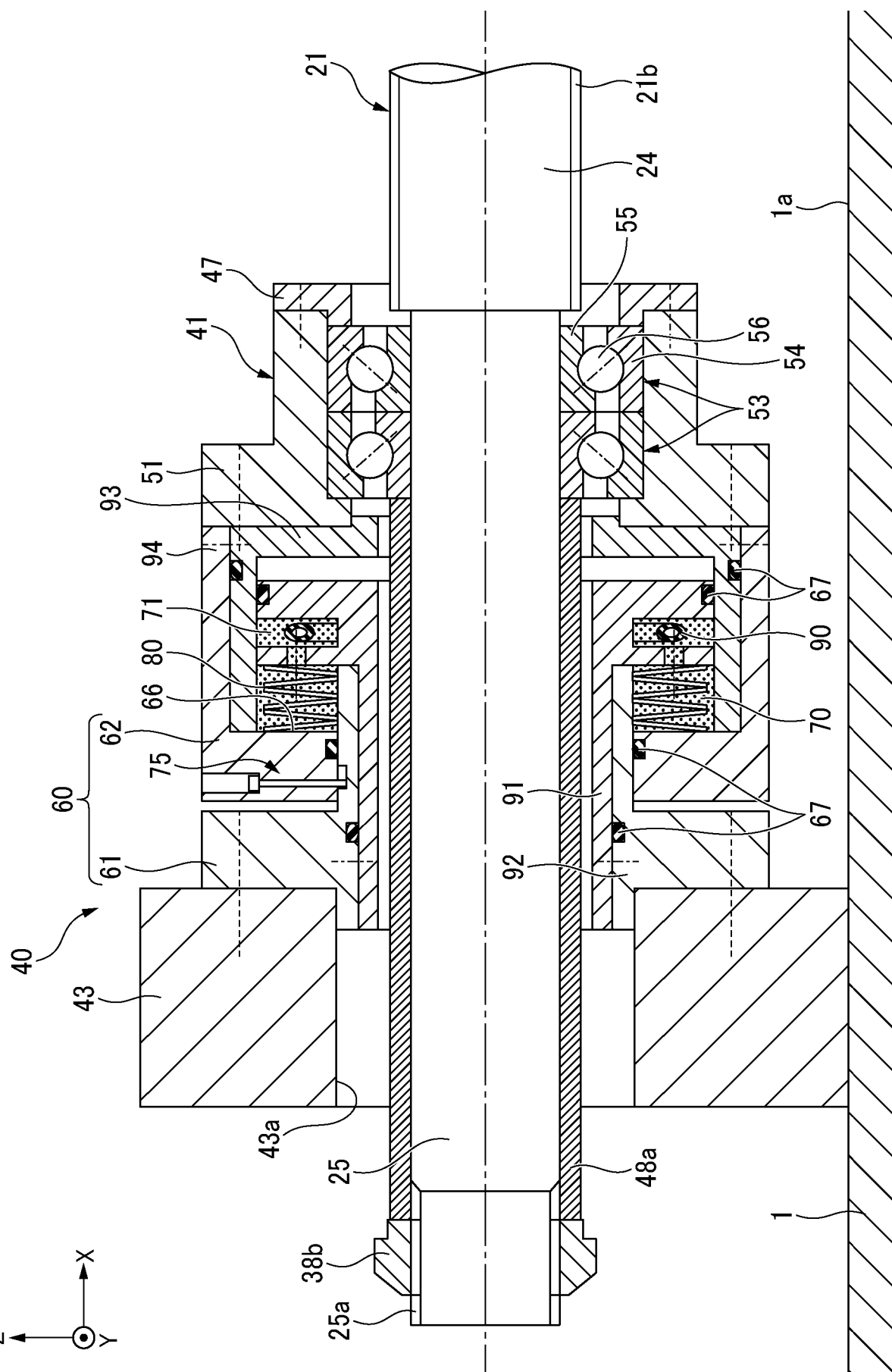


[図30]

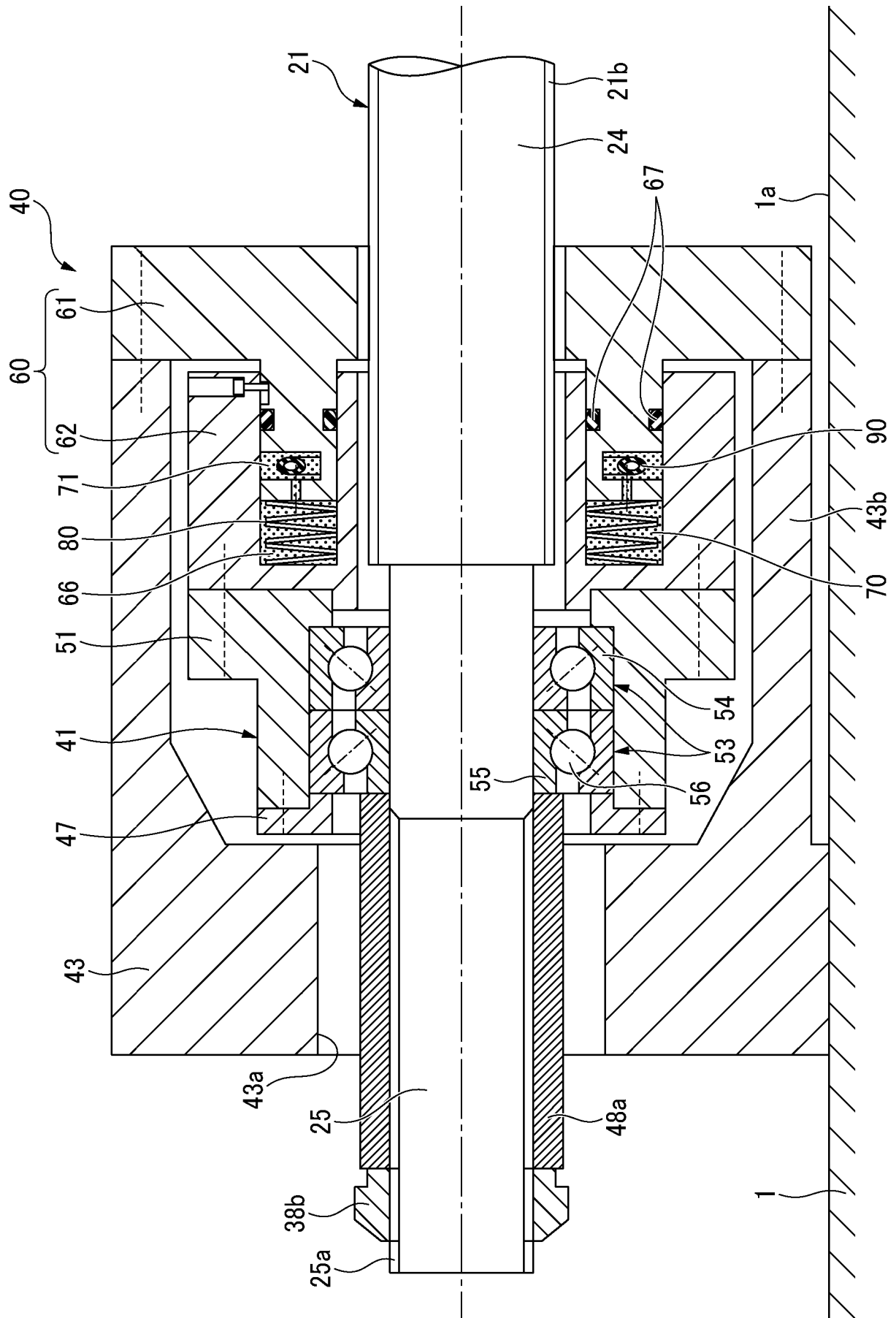


[図32]

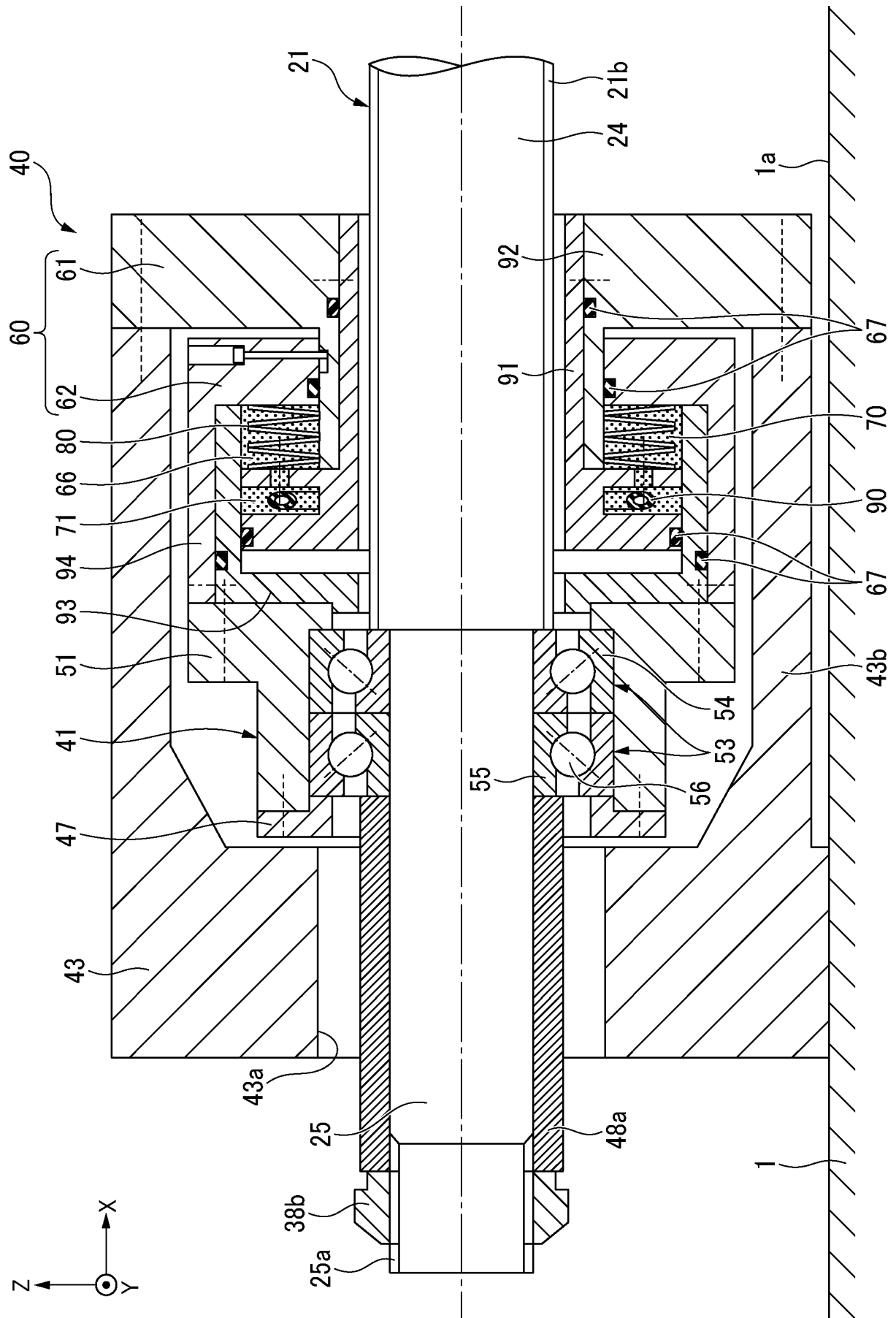




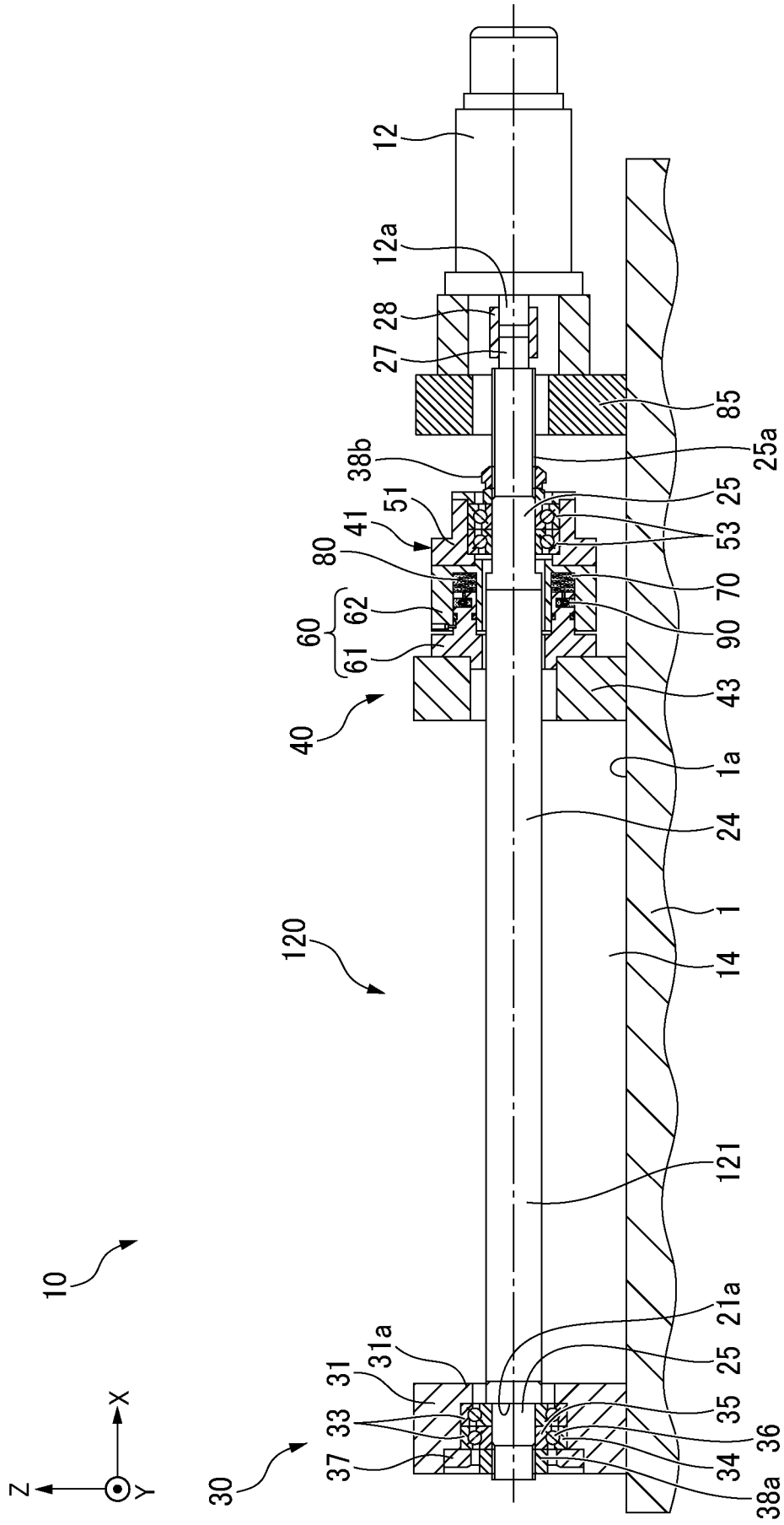
[図34]



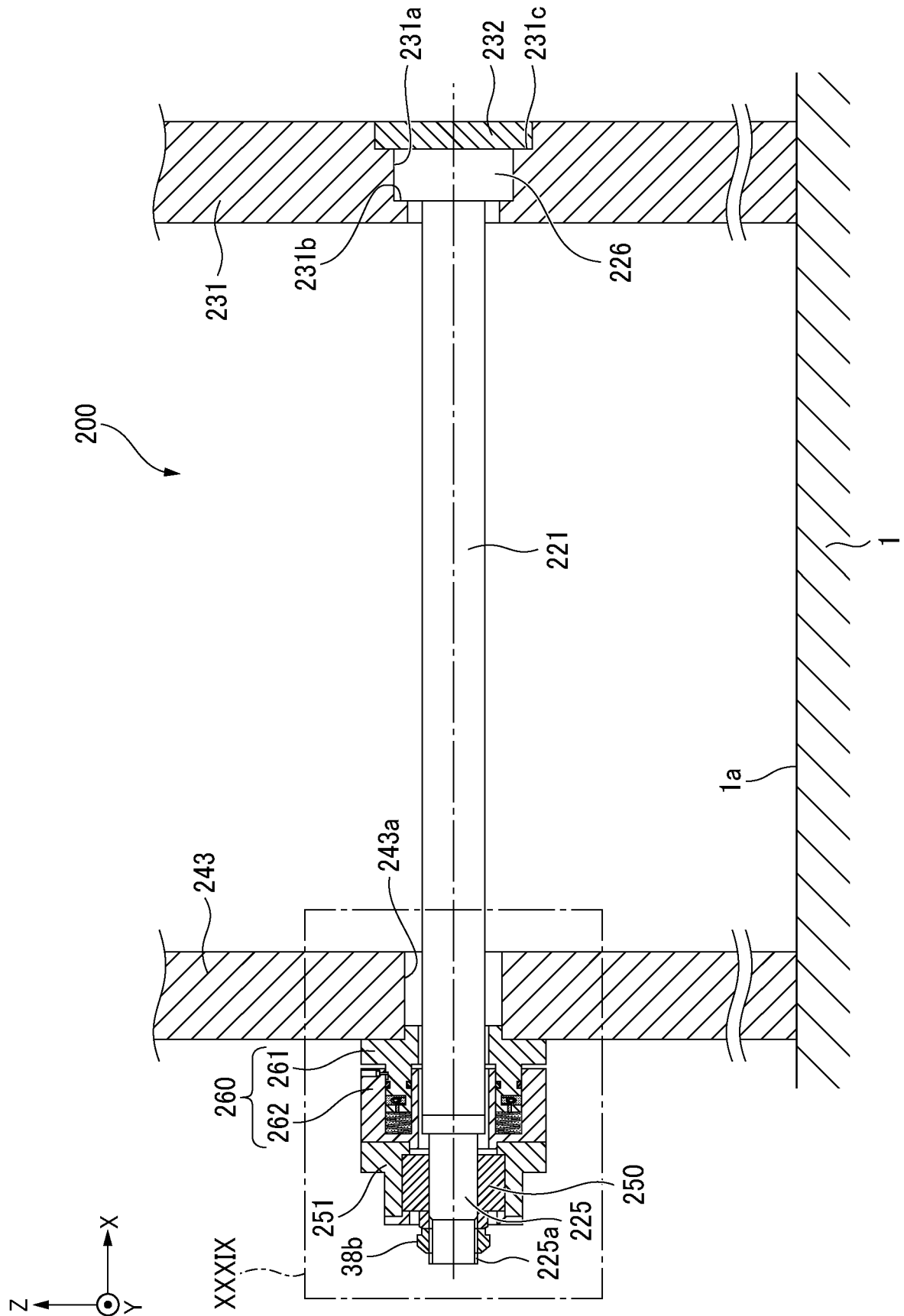
[図35]



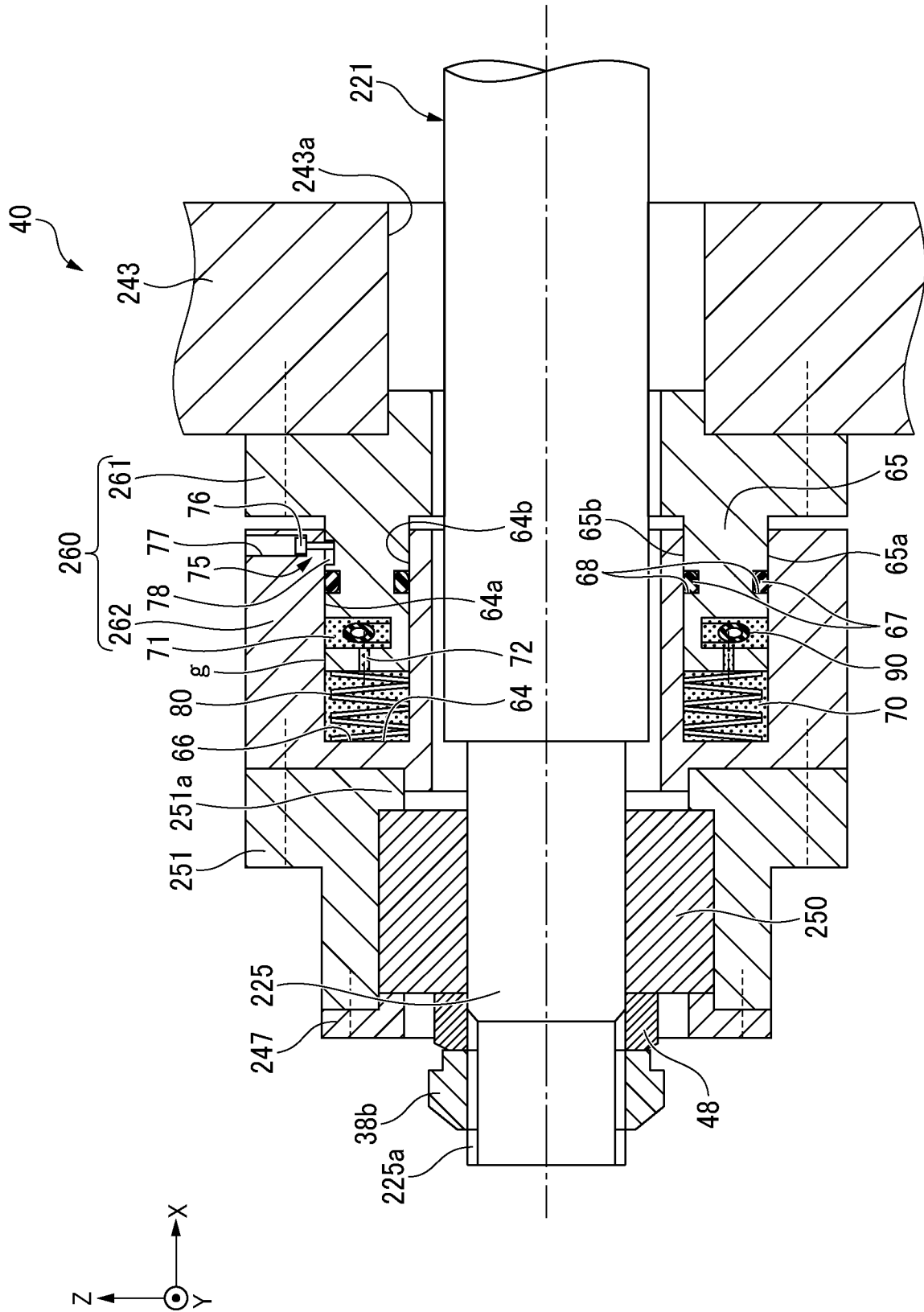
[図37]



[図38]



[図39]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/038614

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H 25/24(2006.01)i; **B23Q 1/01**(2006.01)i; **B23Q 1/58**(2006.01)i; **B23Q 5/40**(2006.01)i; **F16C 23/06**(2006.01)i; **F16C 25/08**(2006.01)i; **F16F 1/36**(2006.01)i; **F16F 9/10**(2006.01)i; **F16F 15/023**(2006.01)i; **F16F 15/08**(2006.01)i; **F16H 25/20**(2006.01)i; **F16H 25/22**(2006.01)i; **F16J 15/18**(2006.01)i

FI: F16H25/24 A; F16H25/20 F; F16H25/24 H; F16C23/06; F16J15/18 B; F16F15/023 A; F16F15/08 E; F16F9/10; B23Q1/58 Z; B23Q5/40 Z; F16C25/08 A; F16H25/20 E; F16H25/20 K; F16H25/22 Z; B23Q5/40 B; F16F1/36 Z; B23Q1/01 T; F16H25/22 K

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)

F16H25/24; B23Q1/01; B23Q1/58; B23Q5/40; F16C23/06; F16C25/08; F16F1/36; F16F9/10; F16F15/023; F16F15/08; F16H25/20; F16H25/22; F16J15/18

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.
A	JP 7-24604 A (NTN CORP) 27 January 1995 (1995-01-27) paragraphs [0002]-[0003], [0018]-[0035], fig. 1, 3	1-27
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 115041/1990 (Laid-open No. 74732/1992) (NTN CORP) 30 June 1992 (1992-06-30), specification, p. 4, line 4 to p. 9, line 17, fig. 1-3	1-27
A	JP 2001-90841 A (BOSCH BRAKING SYSTEMS CO LTD) 03 April 2001 (2001-04-03) paragraphs [0011]-[0030], fig. 1-3	1-27
A	JP 2007-139055 A (NOK CORP) 07 June 2007 (2007-06-07) paragraphs [0022]-[0049], fig. 1-2	1-27

☒ 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

19 December 2023

Date of mailing of the international search report

09 January 2024

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

International application No.

PCT/JP2023/038614

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 192023/1986 (Laid-open No. 97440/1988) (YASUDA KOGYO KK) 23 June 1988 (1988-06-23), specification, p. 5, line 14 to p. 7, line 7, fig. 1-4	1-27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/038614

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	7-24604	A	27 January 1995	(Family: none)	
JP	4-74732	U1	30 June 1992	(Family: none)	
JP	2001-90841	A	03 April 2001	(Family: none)	
JP	2007-139055	A	07 June 2007	(Family: none)	
JP	63-97440	U1	23 June 1988	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

F16H 25/24(2006.01)i; B23Q 1/01(2006.01)i; B23Q 1/58(2006.01)i; B23Q 5/40(2006.01)i;
F16C 23/06(2006.01)i; F16C 25/08(2006.01)i; F16F 1/36(2006.01)i; F16F 9/10(2006.01)i;
F16F 15/023(2006.01)i; F16F 15/08(2006.01)i; F16H 25/20(2006.01)i; F16H 25/22(2006.01)i;
F16J 15/18(2006.01)i
FI: F16H25/24 A; F16H25/20 F; F16H25/24 H; F16C23/06; F16J15/18 B; F16F15/023 A; F16F15/08 E;
F16F9/10; B23Q1/58 Z; B23Q5/40 Z; F16C25/08 A; F16H25/20 E; F16H25/20 K; F16H25/22 Z; B23Q5/40 B;
F16F1/36 Z; B23Q1/01 T; F16H25/22 K

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））

F16H25/24; B23Q1/01; B23Q1/58; B23Q5/40; F16C23/06; F16C25/08; F16F1/36; F16F9/10; F16F15/023;
F16F15/08; F16H25/20; F16H25/22; F16J15/18

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
A	JP 7-24604 A（エヌティエヌ株式会社）27.01.1995（1995-01-27） 段落[0002]-[0003], [0018]-[0035], 図1, 3	1-27
A	日本国実用新案登録出願2-115041号（日本国実用新案登録出願公開4-74732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（エヌティエヌ株式会 社）30.06.1992（1992-06-30）明細書第4頁第4行-第9頁第17行, 第1-3図	1-27
A	JP 2001-90841 A（ボッシュ プレーキ システム株式会社）03.04.2001（2001-04- 03） 段落[0011]-[0030], 図1-3	1-27
A	JP 2007-139055 A（NOK株式会社）07.06.2007（2007-06-07） 段落[0022]-[0049], 図1-2	1-27

☒ 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

19.12.2023

国際調査報告の発送日

09.01.2024

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）

鷲巢 直哉 3J 1776

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

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	日本国実用新案登録出願61-192023号(日本国実用新案登録出願公開63-97440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(安田工業株式会社) 23.06.1988 (1988-06-23) 明細書第5頁第14行-第7頁第7行, 第1-4図	1-27

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/JP2023/038614

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	7-24604	A	27.01.1995	(ファミリーなし)	
JP	4-74732	U1	30.06.1992	(ファミリーなし)	
JP	2001-90841	A	03.04.2001	(ファミリーなし)	
JP	2007-139055	A	07.06.2007	(ファミリーなし)	
JP	63-97440	U1	23.06.1988	(ファミリーなし)	