

(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
2023年10月26日(26.10.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/204016 A1

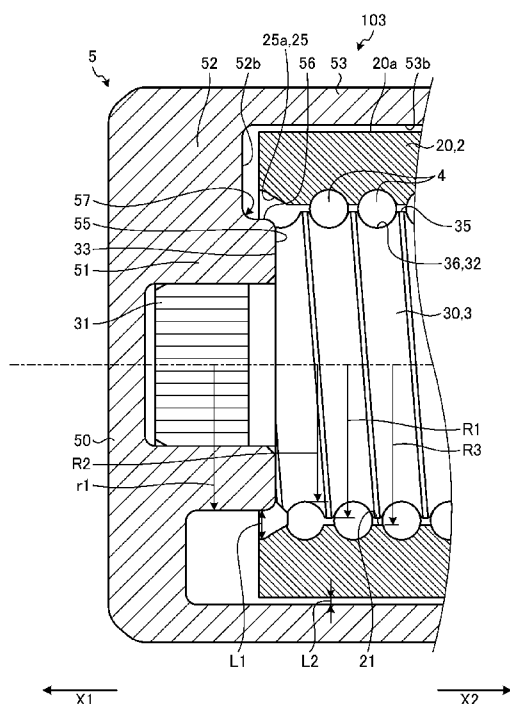
- (51) 国際特許分類:
F16H 25/22 (2006.01) *F16H 25/24* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/013952
- (22) 国際出願日: 2023年4月4日(04.04.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-071135 2022年4月22日(22.04.2022) JP
- (71) 出願人: 日本精工株式会社 (NSK Ltd.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎1丁目6番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 坂井 幹史(SAKAI, Motoshi); 〒2518501 神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE);

〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, 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,

(54) Title: LINEAR ACTUATOR

(54) 発明の名称: 直動アクチュエータ



(57) Abstract: A linear actuator according to the present disclosure comprises: a ball screw device; a piston; and a rotation stopper. A screw shaft has a screw shaft body, a male spline part, and a level difference surface. A nut has a first end surface, a first opening, and a first stopper. The piston has a piston body, a cylindrical part that protrudes in a second direction from the center of the opposite surface and fits to the male spline part, and a second stopper that protrudes in the second direction from the opposite surface. The first and second stoppers abut against each other when the screw shaft is at an initial position, and constitute the rotation stopper. The level difference surface is disposed further in the second direction relative to the first opening and is positioned inside the nut when the screw shaft is at the initial position. The cylindrical part protrudes further in the second direction relative to the second stopper, and abuts against the level difference surface. The outer circumferential surface of the cylindrical part is larger in diameter than a groove bottom of an outer circumferential orbital plane.

WO 2023/204016 A1

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：

－ 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本開示の直動アクチュエータは、ボールねじ装置とピストンと回転ストッパを有し、ねじ軸は、ねじ軸本体と雄スプライン部と段差面を有し、ナットは、第1端面と第1開口部と第1ストッパを有し、ピストンは、ピストン本体と、反対面の中央部から第2方向に突出し、雄スプライン部と嵌合する筒状の筒部と、反対面から第2方向に突出する第2ストッパと、を有し、第1ストッパと第2ストッパとは、ねじ軸が初期位置にある場合に互いに当接し、回転ストッパを成しており、段差面は、ねじ軸が初期位置にある場合、第1開口部よりも第2方向に配置されてナットの内側に位置し、筒部は、第2ストッパよりも第2方向に突出し、かつ段差面に当接し、筒部の外周面は、外周軌道面の溝底よりも大径となっている。

明 細 書

発明の名称：直動アクチュエータ

技術分野

[0001] 本開示は、直動アクチュエータに関する。

背景技術

[0002] 直動アクチュエータは、回転運動を直線運動に変換するボールねじ装置を備える。また、直動アクチュエータにおいて、回転運動をナットに伝達し、ねじ軸を軸方向に移動させる、という形式でボールねじ装置が使用されることがある。このようにねじ軸が軸方向に移動する場合、ねじ軸の端部には、例えばピストンなど、軸方向に移動させる対象物に取り付けられる。また、直動アクチュエータは、ねじ軸を初期位置に配置するため、回転ストッパを備える。

[0003] 下記特許文献1の回転ストッパは、ナットの端面に設けられた第1ストッパと、ねじ軸の端部に連結された第2ストッパと、を備える。第2ストッパは、ねじ軸の端部に嵌合する筒状の筒部と、筒部の外周面から径方向外側に突出する突起と、を有する。第1ストッパは、ナットとともに回転する。この回転する第1ストッパの軌跡上に第2ストッパが進入すると、第1ストッパと第2ストッパとが接触する。この結果、ナットの回転が停止し、ねじ軸が初期位置に配置される。また、下記特許文献1において、第2ストッパの突起の基部には、軸方向に膨出した膨出部が設けられている。なお、下記特許文献1の膨出部はR形状となっている。つまり、第2ストッパの突起の基部は、筒部に近づくにつれて軸方向の厚みが大きくなっている。これにより、第2ストッパの突起は、剛性が高められ、第1ストッパとの接触により大きな荷重が入力しても破損しない。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2021-42801号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 特許文献1の直動アクチュエータにおいて、ナットの開口部の縁部と第2ストッパの筒部との間に、膨出部が介在している。つまり、開口部の縁部と筒部との間の隙間量が大きい。このため、ナットの内側にあるグリースがナットの外側に流出し易い。
- [0006] また、ナットの開口部の縁部の内周側にグリースが溜まっていることがある。よって、ねじ軸を移動させて、ナットからねじ軸が突出する突出量を小さくする場合、開口部の縁部からナットの内側に多くのグリースを戻したい、という要望がある。
- [0007] 本開示は、上記の課題に鑑みてなされたものであって、ナット内にあるグリースの流出を抑制し、かつ、ねじ軸の後退時、多くのグリースを開口部の縁部からナットの内側に戻すことができる直動アクチュエータを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] 上記の目的を達成するため、本開示の一態様に係る直動アクチュエータは、ナット、ねじ軸、及び複数のボールを有するボールねじ装置と、前記ねじ軸の一端部に取り付けられたピストンと、前記一端部が指す第1方向への前記ねじ軸の初期位置を設定する回転ストッパと、を有している。前記ねじ軸は、外周軌道面が設けられたねじ軸本体と、前記ねじ軸本体の前記第1方向の端部から前記第1方向に突出し、前記ねじ軸本体よりも小径な雄スプライン部と、前記ねじ軸本体と前記雄スプライン部との境界に設けられ、前記第1方向を向く段差面と、を有している。前記ナットは、前記第1方向を向く環状の第1端面と、前記第1端面の内周に位置し、前記ねじ軸が挿入される第1開口部と、前記第1端面から前記第1方向に突出する第1ストッパと、を有している。前記ピストンは、前記第1方向を向く押圧面、及び前記第1方向と反対の第2方向を向く反対面を有するピストン本体と、前記反対面の中央部から前記第2方向に突出し、前記雄スプライン部と嵌合する筒状の筒

部と、前記反対面から前記第2方向に突出し、かつ前記筒部の外周面と連続する第2ストッパと、を有している。前記第1ストッパと前記第2ストッパとは、前記ねじ軸が初期位置にある場合に互いに当接し、前記回転ストッパを成している。前記段差面は、前記ねじ軸が初期位置にある場合、前記第1開口部よりも前記第2方向に配置されて前記ナットの内側に位置している。前記筒部は、前記第2ストッパよりも前記第2方向に突出し、かつ前記段差面に当接している。前記筒部の外周面は、前記外周軌道面の溝底よりも大径となっている。

[0009] 本開示の第2ストッパは、ピストン本体及び筒部に連続し剛性が高い。つまり、従来技術のように第2ストッパの基部に対し、膨出部を設ける必要がない。よって、本開示によれば、ナットの第1開口部の縁部と筒部の間に膨出部が介在しないため、ナットの第1開口部の縁部と筒部との隙間量が小さくできる。この結果、ナットの内側のグリースは、ナットの外側に流出し難くなる。また、本開示によれば、ねじ軸が初期位置にある場合、段差面は第1開口部よりも第2方向に配置される。つまり、段差面に当接する筒部は、ねじ軸の後退時、第1開口部を通過してナットの内部に進入する。よって、第1開口部の縁部の内周側に溜まるグリースは、筒部に付着し、ナットの内側に戻る。また、上記したように、第1開口部の縁部と筒部との隙間量は小さくなっているため、多くのグリースが筒部に付着し、ナットの内側に戻る。また、本開示によれば、筒部が段差面に当接し、筒部の内周側にグリースが移動し難い。つまり、雄スプライン部と筒部との間にグリースが入り込み摩擦係数が小さくなる、ということが回避される。よって、ピストンはねじ軸から抜け難い。

[0010] 上記の直動アクチュエータの好ましい態様として、前記筒部の外周面は、前記ねじ軸本体のねじ山の外径よりも大径となっている。

[0011] 前記構成によれば、第1開口部の縁部と筒部との隙間量が小さくなる。よって、グリースがナットの外側に流出し難くなるとともに、筒部に付着してナットの内側に戻るグリースも多くなる。

- [0012] 上記の直動アクチュエータの好ましい態様として、前記筒部の外周面は、前記ねじ軸本体のねじ山の外径よりも小径となっている。
- [0013] 前記構成によれば、筒部がナットの内周面に接触することが防止され、ナットの円滑な回転が確保される。
- [0014] 上記の直動アクチュエータの好ましい態様として、前記ボールねじ装置、前記ピストン、及び前記回転ストッパを収容するハウジングを有している。前記ピストンは、前記反対面から前記第2方向に突出し、かつ前記ナットの外周側を囲む筒状の外筒を有している。前記外筒の外周面は、前記ハウジングに対する摺動自在に支持される摺動面を成している。
- [0015] 前記構成によれば、ピストンは、軸方向に対して直交する方向に変位し難い。よって、ピストンの軸方向への移動が円滑となる。
- [0016] 上記の直動アクチュエータの好ましい態様として、前記外筒の内周面と前記ナットの外周面との隙間量は、前記筒部と前記第1開口部との隙間量よりも小さい。
- [0017] 前記構成によれば、グリースは、外筒の内周面と前記ナットの外周面を通過し難い。よって、グリースがピストンの外部に流出し難くなる。
- [0018] 上記の直動アクチュエータの好ましい態様として、前記外筒の内周面は、前記第2ストッパと連続している。
- [0019] 前記構成によれば、第2ストッパの剛性が向上する。
- [0020] 上記の直動アクチュエータの好ましい態様として、前記第1開口部の縁部は、前記第1方向に向かうにつれて拡径するテーパ状を成している。前記筒部の外周面には、前記第1開口部の縁部と対向し、前記第1方向に向かうにつれて拡径するテーパ状の斜面が設けられている。
- [0021] 筒部の外周面には、第1開口部の縁部に対応する斜面が設けられている。よって、斜面を有していない場合よりも、第1開口部の縁部と筒部の外周面との間の隙間量が小さい。このため、ナットの外部にグリースが流動し難い。

発明の効果

[0022] 本開示の直動アクチュエータによれば、ナット内のグリースの流出が抑制される。また、ねじ軸の後退時、ナットの開口部の縁部からナットの内側に多くのグリースが戻る。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図1は、実施形態のブレーキブスタの断面図である。

[図2]図2は、図1のⅠ-Ⅰ線の矢視断面図である。

[図3]図3は、実施形態1のピストンを第2方向から見た斜視図である。

[図4]図4は、図1の筒部とその近傍を拡大した拡大図である。

[図5]図5は、ねじ軸が初期位置から第1方向に移動した状態を示す図である。

[図6]図6は、変形例1に係る直動アクチュエータであって筒部とその近傍を拡大した拡大図である。

[図7]図7は、変形例2に係る直動アクチュエータであって筒部とその近傍を拡大した拡大図である。

[図8]図8は、変形例3に係る直動アクチュエータであって筒部とその近傍を拡大した拡大図である。

[図9]図9は、変形例4に係る直動アクチュエータであって筒部とその近傍を拡大した拡大図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本開示につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、下記に示す本開示を実施するための形態（以下、実施形態という）により本開示が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、下記実施形態で開示した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。

[0025] （実施形態1）

図1は、実施形態のブレーキブスタの断面図である。図2は、図1のⅠ-Ⅰ線の矢視断面図である。図3は、実施形態1のピストンを第2方向

から見た斜視図である。なお、図3では、外筒53の内部を見え易くするため、外筒53の軸方向の中央部から第2方向X2の部位を切り取った状態のピストン5を図示している。図4は、図1の筒部とその近傍を拡大した拡大図である。図5は、ねじ軸が初期位置から第1方向に移動した状態を示す図である。

[0026] 実施形態1では、本開示の直動アクチュエータをブレーキブースタに適用した例を挙げて説明する。ただし、本開示の直動アクチュエータは、ブレーキブースタに限定されず、他の装置に適用してもよい。

[0027] 図1に示すように、ブレーキブースタ100は、車両に搭載され、ブレーキペダルの踏み込み量に対応した液圧を生成する装置である。ブレーキブースタ100は、直動アクチュエータ103と、回転運動を生成するモータ（不図示）と、モータの回転運動を直動アクチュエータ103に伝達する伝達装置（不図示）と、ハウジング120と、を備えている。

[0028] 直動アクチュエータ103は、回転運動を直線運動に変換するボールねじ装置1と、ピストン5と、ねじ軸3を初期位置に配置する回転ストッパ6と、を備えている。ボールねじ装置1は、ナット2と、ねじ軸3と、ボール4と、を備えている。以下、ねじ軸3の軸心O1と平行な方向を軸方向と称する。また、軸方向のうち、ねじ軸3から見てピストン5が配置される方を第1方向X1と称し、第1方向X1と反対方向を第2方向X2と称する。

[0029] 伝達装置は、モータの回転運動をナット2に伝達する装置であり、例えば、プーリ構造、遊星歯車機構、減速装置などが挙げられる。ただし、本開示において伝達装置の種類について特に限定されない。

[0030] ナット2は、軸心O1を中心とする円筒状の部品である。ナット2は、ナット2の第2方向X2の端寄りに位置する連結部10と、連結部10から第1方向X1に延びるナット本体20と、を有している。

[0031] 連結部10は、軸受装置に支持されている。詳細には、軸受装置の外輪8は、ハウジング120に嵌合している。連結部10の外周面に、内輪13が嵌合している。外輪8の内周溝面8aと内輪13の外周溝面13aは、互い

に対向し、間にボール9が配置されている。これにより、連結部10（ナット2）は、回転自在にハウジング120に支持されている。また、連結部10の第2方向X2には、図示しない伝達装置が配置されている。そして、連結部10は、伝達装置から回転運動が伝達される。

[0032] ナット本体20の内周面21には、内周軌道面22が設けられている。また、本実施形態では、内周軌道面22は、ナット2の軸方向の中央部から第1方向X1の端部まで設けられている。また、ナット本体20の内周面21には、1リードを移動したボールを1リード分戻すS溝23が複数設けられている（図1では1つのみ図示）。

[0033] なお、本実施形態では、S溝23によりボールを循環しているが、本開示はS溝23に限定されない。例えば、コマによりボール4を循環させてもよい。または、ナット2に軸方向の戻り穴を設け、エンドデフレクタ又はミドルデフレクタによりボールを循環させてもよく、循環方法について特に限定はない。

[0034] 図2に示すように、ナット本体20の第1方向X1の端部には、第1方向X1を向く環状の第1端面24と、第1端面24の内周に位置し、ねじ軸3が挿入する第1開口部25と、が設けられている。また、第1端面24には、第1方向X1に突出する第1ストッパ26が設けられている。以下、回転方向に関し、第1方向X1から視て時計回り（右回り）を第1回転方向A1と称する。第1回転方向A1と反対方向を第2回転方向A2と称する。第1ストッパ26は、第2回転方向A2を向く第1接触面26aを有している。

[0035] 図1に示すように、ねじ軸3は、ねじ軸本体30と、ねじ軸本体30から第1方向X1に延出する雄スプライン部31と、を有している。ねじ軸本体30は、外周面に外周軌道面32が設けられている。外周軌道面32と内周軌道面22との間には、複数のボール4が配置されている。そして、ナット2が第1回転方向A1（図2参照）に回転すると、ねじ軸3が第1方向X1に移動する。また、ナット2が第2回転方向A2（図2参照）に回転すると、ねじ軸3が第2方向X2に移動する。なお、ねじ軸3による第2方向X2

への移動が後退に相当する。

- [0036] 雄スプライン部31の外周面には、軸方向に延在する複数の軸スプラインが設けられている。雄スプライン部31の外径は、ねじ軸本体30の外径より小さい。よって、ねじ軸本体30と雄スプライン部31との境界には、第1方向X1を向く段差面33が設けられている。
- [0037] ピストン5は、ハウジング120に設けられたシリンダ101の内部に配置されている。なお、シリンダ101の内部には、図示しないブレーキフルードが入っている。シリンダ101には、図示しない貫通孔が設けられている。ブレーキフルードの液圧は、図示しない貫通孔を介してブレーキブースタ100の外部の装置に伝達される。
- [0038] ピストン5は、ピストン本体50と、筒部51と、第2ストッパ52と、外筒53とを有している。ピストン本体50は、軸心O1を中心に円柱状（円盤状）を成している。ピストン本体50の第1方向X1を向く端面は、シリンダ101内のブレーキフルードを押圧する押圧面50aとなっている。また、ピストン本体50の第2方向X2を向く端面は、反対面50bとなっている。
- [0039] 図3に示すように、筒部51は、反対面50bの中央部から第2方向X2に突出している。筒部51は、円筒状を成している。筒部51の内周面には、特に図示しないが、軸方向に延在する複数の穴スプラインが設けられている。筒部51の内周側には、ねじ軸3の雄スプライン部31が圧入され、筒部51と雄スプライン部31がスプライン嵌合している。これにより、筒部51は雄スプライン部31から抜け難い。また、ピストン5は、ねじ軸3に対し、相対回転不能に連結している。
- [0040] 第2ストッパ52は、反対面50bから第2方向X2に突出している。また、第2ストッパ52は、筒部51の外周側に配置されている。図2に示すように、第2ストッパ52は、ナット2の第1端面24と軸方向に対向している。第2ストッパ52は、第1回転方向A1を向く第2接触面52aを有している。

[0041] ねじ軸3が初期位置にある場合、第1ストッパ26と第2ストッパ52は、互いに周方向に隣り合っている。そして、第1接触面26aと第2接触面52aとが当接した状態となっている。そのほか、第2ストッパ52の径方向の内端は、筒部51の外周面51aに連続している。よって、第2ストッパ52の剛性が向上している。また、第2ストッパ52の径方向の外端は、外筒53の内周面に連続している。このため、第2ストッパ52の剛性がさらに向上している。

[0042] 図3に示すように、外筒53は、反対面50bから第2方向X2に突出する円筒体である。外筒53の内径は、ナット本体20の外径よりも大きい。図1に示すように、外筒53は、ナット本体20の外周側を囲んでいる。一方で、外筒53の外周面53aは、シリンダ101の円筒状の内周面121に対向している。外筒53の外周面53aとシリンダ101の内周面121との間は、微小な隙間が設けられている。よって、外筒53の外周面53aは、シリンダ101の内周面121に対し、軸方向に摺動自在に支持されている。そのほか、外筒53の外周面53aには、図示しない回り止めが引っ掛かっている。このため、ピストン5及びねじ軸3は、回転不能かつ軸方向に移動可能にハウジング120に支持されている。

[0043] 次に、直動アクチュエータ103の動作について説明する。ナット2が第1回転方向A1に回転し、ねじ軸3が第1方向X1に移動すると、シリンダ101内のブレーキフルード（不図示）の液圧が高まる。そして、ブレーキフルードの液圧が貫通孔（不図示）を通じて外部の装置に伝達される。

[0044] また、ピストン5が第1方向X1に移動した状態で、ナット2が第2回転方向A2に回転すると、ねじ軸3及びピストン5が第2方向X2に移動する。また、ねじ軸3が初期位置に復帰した時点で、第1ストッパ26と第2ストッパ52とが接触する。これにより、第1ストッパ26及びナット2は、第2回転方向A2への回転が規制される。これに伴い、ねじ軸3も第2方向X2への移動が規制される。つまり、ねじ軸3は初期位置に位置決めされる。以上から、直動アクチュエータ103が次回作動する場合、ねじ軸3が初

期位置に戻った状態から作動する。以上から、第1ストップ26と第2ストップ52とは、回転ストップ6を成している。つまり、回転ストップ6は、第1ストップ26と第2ストップ52を有している。

[0045] 次に、筒部51とその近傍の構成の詳細を説明する。図4に示すように、筒部51は、第2方向X2を向く端面55と、外周面56と、を有している。筒部51は、第2ストップ52よりも第2方向X2に突出している。言い換えると、第2ストップ52の端面55は、第2ストップ52の第2方向X2の端面52bよりも第2方向X2に配置されている。

[0046] 筒部51の端面55は、ねじ軸3の段差面33と当接している。これにより、ナット2の内部にあるグリース200が端面55と段差面33との間を通過し、筒部51の内周側に移動する、ということが防止される。なお、本実施形態において、グリース200を使用しているが、本開示はグリース200に限定されず、潤滑油であってもよい。

[0047] また、ねじ軸3の段差面33は、ねじ軸3の初期位置に配置されている場合、第1開口部25よりも第2方向X2に位置し、ナット2の内側に配置されている。よって、端面55及び筒部51の第2方向X2の端部も、ナット2の内側に配置されている。筒部51の外周面56の径方向外側には、第1開口部25の縁部25aが配置されている。縁部25aは、第1方向X1に向かうにつれて拡径するテーパ面となっている。以下、筒部51の外周面56と第1開口部25の縁部25aとの間の隙間の大きさを隙間量L1と称する。

[0048] 第2ストップ52の端面52bと筒部51の外周面56とから成る隅部57は、直角となっている。なお、従来技術では、第2ストップ52の剛性を向上させるため、隅部57から第2方向X2に膨出する膨出部が設けられている。そして、隅部57から膨出する膨出部と第1開口部25の縁部25aとの接触を回避するため、縁部25aから筒部51の外周面56が離隔している。一方で、本実施形態では、隅部57に膨出部が設けられていないため、筒部51の外周面56と縁部25aとの距離が小さい（隙間量L1が小さ

い)。つまり、ナット2の内側から外側にグリース200（図5参照）が流出し難くなっている。

[0049] また、本実施形態において、ねじ軸3の外周面（ねじ山35）の外径が R_1 である。外周軌道面32の溝底36の外径が R_2 である。なお、外周軌道面32の溝底36とは、ねじ山35からの距離が最も深い箇所、つまり、外周軌道面32のうち最も軸心O1からの径が小さい箇所である。ナット本体20の内径（内周面21の径）は、 R_3 である。

[0050] 外周面56の径 r_1 は、ナット本体20との接触を回避するため、ナット本体20の内径 R_3 よりも小さい（ $r_1 < R_3$ ）。また、外周面56の径 r_1 は、ねじ山35の外径 R_1 よりも小さい（ $r_1 < R_1$ ）。よって、外周面56は、ナット本体20と接触し難い。さらに、外周面56の径 r_1 は、外周軌道面32の溝底36の外径 R_2 よりも大きい（ $R_2 < r_1$ ）。

[0051] そのほか、図4に示すように、ナット本体20の外周面20aと、外筒53の内周面53bと、の間隙間量 L_2 は、隙間量 L_1 よりも小さい。このため、グリース200（図5参照）は、ナット本体20と外筒53との間を通過し、ピストン5の外部に流出し難い。

[0052] つぎに、ねじ軸3の後退時について説明する。図5に示すように、直動アクチュエータ103では、ナット2のうち第1開口部25の縁部25aの内周側にグリース200が溜まることがある。また、ねじ軸3が初期位置よりも第1方向X1に配置されている場合、筒部51は第1開口部25よりも第1方向X1に配置されている。このような場合、ねじ軸3が後退して初期位置に戻る場合、筒部51は、第1開口部25を通過してナット2の内部に移動する。よって、第1開口部25の縁部25aの内周側に溜まるグリース200は、筒部51の端面55や外周面56に付着し、第2方向X2に移動する。つまり、グリース200がナット2内に戻る。また、本実施形態の隙間量 L_1 が小さいため、多くのグリース200が筒部51に付着する。つまり、多くのグリース200がナット2内に戻る。

[0053] また、図5に示すように、ねじ軸3が第1方向X1に移動している場合、

反対面50bと第1端面24との間の空間Sが拡張している。そして、ねじ軸3が第2方向X2へ移動すると、空間Sが狭くなり、空間Sの気圧が上昇する。このため、空間Sから気体が逃げようとする。ここで、ナット本体20と外筒53との間の隙間量L2（図4参照）は小さい。このため、空間Sの気体は、ナット2の内側に流れるように移動する（図5の矢印B参照）。これにより、第1開口部25からナット2の内側に戻るグリース200が多くなる。

[0054] 以上、実施形態1の直動アクチュエータ103は、ナット2、ねじ軸3、及び複数のボール4を有するボールねじ装置1と、ねじ軸3の一端部に取り付けられたピストン5と、一端部が指す第1方向X1へのねじ軸3の初期位置を設定する回転ストッパ6と、を有している。ねじ軸3は、外周軌道面32が設けられたねじ軸本体30と、ねじ軸本体30の第1方向X1の端部から第1方向X1に突出し、ねじ軸本体30よりも小径な雄スプライン部31と、ねじ軸本体30と雄スプライン部31との境界に設けられ、第1方向X1を向く段差面33と、を有している。ナット2は、第1方向X1を向く環状の第1端面24と、第1端面24の内周に位置し、ねじ軸3が挿入される第1開口部25と、第1端面24から第1方向X1に突出する第1ストッパ26と、を有している。ピストン5は、第1方向X1を向く押圧面50a、及び第1方向X1と反対の第2方向X2を向く反対面50bを有するピストン本体50と、反対面50bの中央部から第2方向X2に突出し、雄スプライン部31と嵌合する筒状の筒部51と、反対面50bから第2方向X2に突出し、かつ筒部51の外周面56と連続する第2ストッパ52と、を有している。第1ストッパ26と第2ストッパ52とは、ねじ軸3が初期位置にある場合に互いに当接し、回転ストッパ6を成している。段差面33は、ねじ軸3が初期位置にある場合、第1開口部25よりも第2方向X2に配置されてナット2の内側に位置している。筒部51は、第2ストッパ52よりも第2方向X2に突出し、かつ段差面33に当接している。筒部51の外周面56は、外周軌道面の溝底よりも大径となっている。

- [0055] 実施形態1の直動アクチュエータ103によれば、隙間量L1が小さいため、ナット2の内側から外部にグリース200が流出し難い。また、ねじ軸3の後退時、第1開口部25の縁部25aに付着する多くのグリース200は、筒部51に付着してナット2の内側に戻る。また、筒部51の端面55と段差面33が当接するため、筒部51の内周側にグリース200が移動し難い。つまり、雄スプライン部31と筒部51との間にグリース200が入り込み摩擦係数が小さくなる、ということが回避される。よって、ピストン5はねじ軸3から抜け難い。
- [0056] また、実施形態1の筒部51の外周面56は、ねじ軸本体30のねじ山35の外径R1よりも小径となっている。
- [0057] 実施形態1によれば、筒部51の外周面56は、ナット2の内周面21に接触しない。この結果、ナット2の円滑な回転が確保される。
- [0058] また、実施形態1の直動アクチュエータ103は、ボールねじ装置1、ピストン5、及び回転ストッパ6を収容するハウジング120を有している。ピストン5は、反対面50bから第2方向X2に突出し、かつナット2の外周側を囲む筒状の外筒53を有している。外筒53の外周面53aは、ハウジング120に対する摺動自在に支持される摺動面を成している。
- [0059] 実施形態1によれば、ピストン5は、軸方向に対し直交する方向に変位し難い。よって、ピストン5の軸方向への移動が円滑となる。
- [0060] また、実施形態1において、外筒53の内周面53bとナット2の外周面との間の隙間量L2は、筒部51と第1開口部25との隙間量L1よりも小さい。
- [0061] 実施形態1によれば、外筒53の内周面53bとナット2の外周面を通過して外部にグリース200が流出し難くなる。
- [0062] また、実施形態1の外筒53の内周面は、第2ストッパ52と連続している。
- [0063] 実施形態1によれば、第2ストッパ52の剛性がさらに向上する。
- [0064] 以上、実施形態1について説明したが、本開示は、実施形態1に示す例に

限定されない。例えば、ピストン5は、外筒53を有していなくてもよい。また、実施形態1では伝達装置を備えているが、本開示は伝達装置を備えていなくてもよい。つまり、モータの出力軸をナット2に直接連結するようにしてもよい。そのほか、本開示は、外筒53の内周面53bとナット2の外周面との隙間量L2は、筒部51と第1開口部25との隙間量L1よりも大きくてもよく、又は等しくなってもよい。

[0065] また、実施形態1では、筒部51の外周面56の径 r_1 は、ねじ軸本体30の外周面（ねじ山35）の外径 R_1 よりも小さくなっているが、本開示はこれに限定されない。以下、筒部51の外周面56の径 r_1 を変更した変形例1と変形例2について説明する。また、隅部57が直角となっていない変形例3について説明する。

[0066] （変形例1）

図6は、変形例1に係る直動アクチュエータであって筒部とその近傍を拡大した拡大図である。図6に示すように、変形例1の直動アクチュエータ103Aは、筒部51Aの外周面56Aの径がねじ軸本体30の外周面（ねじ山35）の径と同一（図6の補助線H1を参照）となっている。変形例1の筒部51Aは、実施形態1の筒部51よりも径方向外側に突出する突出量が増えている。つまり、筒部51Aの外周面56Aと第1開口部25の縁部25aとの隙間量L1（図4参照）が小さくなっている。よって、ナット2の内側から外側にグリース200（図5参照）が流出し難い。また、ねじ軸3の後退時、筒部51Aに付着してナット2の内側に戻るグリース200の量が増える。また、筒部51Aの外周面56Aは、ねじ軸本体30の外周面（ねじ山35）よりも外側に突出していないため、筒部51Aがナット2の内周側に接触しない。よって、ナット2の円滑な回転が確保される。

[0067] （変形例2）

図7は、変形例2に係る直動アクチュエータであって筒部とその近傍を拡大した拡大図である。図7に示すように、変形例2の直動アクチュエータ103Bは、筒部51Bの外周面56Bの径がねじ軸本体30の外周面（ねじ

山35)の径よりも大きい(図7の補助線H2を参照)。言い換えると、変形例2の筒部51Bは、ねじ軸本体30の外周面(ねじ山35)よりも径方向外側に突出している。変形例2の筒部51Bによれば、変形例1よりも筒部51Bの外周面56Bと第1開口部25の縁部25aとの隙間量L1(図4参照)がさらに小さくなる。よって、変形例1よりも、ナット2の内側から外側にグリース200(図5参照)が流出し難くなる。また、ねじ軸3の後退時、筒部51Bに付着してナット2の内側に戻るグリース200の量がさらに増える。ただし、変形例2によれば、筒部51がナット2の内周面に接触する可能性がある。

[0068] (変形例3)

図8は、変形例3に係る直動アクチュエータにおいて筒部とその近傍を拡大した拡大図である。図8に示すように、変形例3の直動アクチュエータ103Cにおいて、筒部51Cの外周面56Cは、軸方向に切った断面が斜面と成っている点で、実施形態1と相違する。つまり、外周面56Cは、第1方向X1に向かうにつれて拡径するテーパ状の斜面となっている。よって、外周面56Cは、第1開口部25の縁部25aのテーパ形状に対応している。以上、変形例3の直動アクチュエータ103Cによれば、外周面56Cと縁部25aとの間の隙間量L3は、実施形態1の隙間量L1よりも小さい。よって、ナット2の内側から外側にグリース200が流出し難くなる。また、ピストン5を鍛造で製造する場合、外周面56Cが斜面と成っているため、離型し易い。

[0069] (変形例4)

図9は、変形例4に係る直動アクチュエータであって筒部とその近傍を拡大した拡大図である。図9に示すように、変形例4の直動アクチュエータ103Dは、筒部51Dの端面55が第1開口部25の縁部25aよりも第2方向X2に位置している点で、実施形態1と相違する。つまり、変形例4の筒部51Dは、実施形態1の筒部51よりも第2方向X2への突出量が大きい。このような変形例4によれば、グリース200は、筒部51Dに付着し

て第2方向×2に移動する移動距離が大きくなる。つまり、グリース200をナット2の奥の方に移動させることができる。よって、グリース200は、ナット2の第1開口部25まで移動し難くなり、ナット2の外部への流出が抑制される。以上、変形例4について説明したが、本開示における筒部の突出量は特に制限はない。

[0070] なお、本開示は、以下のような構成の組み合わせであってもよい。

(1) ナット、ねじ軸、及び複数のボールを有するボールねじ装置と、前記ねじ軸の一端部に取り付けられたピストンと、前記一端部が指す第1方向への前記ねじ軸の初期位置を設定する回転ストッパと、を有し、前記ねじ軸は、外周軌道面が設けられたねじ軸本体と、前記ねじ軸本体の前記第1方向の端部から前記第1方向に突出し、前記ねじ軸本体よりも小径な雄スプライン部と、前記ねじ軸本体と前記雄スプライン部との境界に設けられ、前記第1方向を向く段差面と、を有し、前記ナットは、前記第1方向を向く環状の第1端面と、前記第1端面の内周に位置し、前記ねじ軸が挿入される第1開口部と、前記第1端面から前記第1方向に突出する第1ストッパと、を有し、前記ピストンは、前記第1方向を向く押圧面、及び前記第1方向と反対の第2方向を向く反対面を有するピストン本体と、前記反対面の中央部から前記第2方向に突出し、前記雄スプライン部と嵌合する筒状の筒部と、前記反対面から前記第2方向に突出し、かつ前記筒部の外周面と連続する第2ストッパと、を有し、前記第1ストッパと前記第2ストッパとは、前記ねじ軸が初期位置にある場合に互いに当接し、前記回転ストッパを成し、前記段差面は、前記ねじ軸が初期位置にある場合、前記第1開口部よりも前記第2方向に配置されて前記ナットの内側に位置し、前記筒部は、前記第2ストッパよりも前記第2方向に突出し、かつ前記段差面に当接し、前記筒部の外周面は、前記外周軌道面の溝底よりも大径となっている直動アクチュエータ。

(2) 前記筒部の外周面は、前記ねじ軸本体のねじ山の外径よりも大径となっている(1)に記載の直動アクチュエータ。

(3) 前記筒部の外周面は、前記ねじ軸本体のねじ山の外径よりも小径とな

っている（１）に記載の直動アクチュエータ。

（４）前記ボールねじ装置、前記ピストン、及び前記回転ストッパを収容するハウジングを有し、前記ピストンは、前記反対面から前記第２方向に突出し、かつ前記ナットの外周側を囲む筒状の外筒を有し、前記外筒の外周面は、前記ハウジングに対する摺動自在に支持される摺動面を成している（１）から（３）のいずれか１つに記載の直動アクチュエータ。

（５）前記外筒の内周面と前記ナットの外周面との隙間量は、前記筒部と前記第１開口部との隙間量よりも小さい（４）に記載の直動アクチュエータ。

（６）前記外筒の内周面は、前記第２ストッパと連続している（４）又は（５）に記載の直動アクチュエータ。

（７）前記第１開口部の縁部は、前記第１方向に向かうにつれて拡径するテーパ状を成し、前記筒部の外周面には、前記第１開口部の縁部と対向し、前記第１方向に向かうにつれて拡径するテーパ状の斜面が設けられている（１）から（６）のいずれか１つに記載の直動アクチュエータ。

符号の説明

[0071]	1	ボールねじ装置
	2	ナット
	3	ねじ軸
	4	ボール
	5	ピストン
	6	回転ストッパ
	10	連結部
	20	ナット本体
	22	内周軌道面
	23	S溝
	24	第１端面
	25	第１開口部
	25a	縁部

- 26 第1ストッパ
- 26a 第1接触面
- 30 ねじ軸本体
- 31 雄スプライン部
- 32 外周軌道面
- 33 段差面
- 35 ねじ山
- 36 溝底
- 50 ピストン本体
- 50a 押圧面
- 50b 反対面
- 51、51A、51B、51C、51D 筒部
- 52 第2ストッパ
- 52a 第2接触面
- 53 外筒
- 55 端面
- 56、56A、56B、56C 外周面
- 100 ブレーキブースタ
- 103、103A、103B、103C、103D 直動アクチュエータ
- 120 ハウジング

請求の範囲

[請求項1]

ナット、ねじ軸、及び複数のボールを有するボールねじ装置と、
前記ねじ軸の一端部に取り付けられたピストンと、
前記一端部が指す第1方向への前記ねじ軸の初期位置を設定する回転ストッパと、
を有し、
前記ねじ軸は、
外周軌道面が設けられたねじ軸本体と、
前記ねじ軸本体の前記第1方向の端部から前記第1方向に突出し、
前記ねじ軸本体よりも小径な雄スプライン部と、
前記ねじ軸本体と前記雄スプライン部との境界に設けられ、前記第1方向を向く段差面と、
を有し、
前記ナットは、
前記第1方向を向く環状の第1端面と、
前記第1端面の内周に位置し、前記ねじ軸が挿入される第1開口部と、
前記第1端面から前記第1方向に突出する第1ストッパと、
を有し、
前記ピストンは、
前記第1方向を向く押圧面、及び前記第1方向と反対の第2方向を向く反対面を有するピストン本体と、
前記反対面の中央部から前記第2方向に突出し、前記雄スプライン部と嵌合する筒状の筒部と、
前記反対面から前記第2方向に突出し、かつ前記筒部の外周面と連続する第2ストッパと、
を有し、
前記第1ストッパと前記第2ストッパとは、前記ねじ軸が初期位置

にある場合に互いに当接し、前記回転ストッパを成し、

前記段差面は、前記ねじ軸が初期位置にある場合、前記第1開口部よりも前記第2方向に配置されて前記ナットの内側に位置し、

前記筒部は、前記第2ストッパよりも前記第2方向に突出し、かつ前記段差面に当接し、

前記筒部の外周面は、前記外周軌道面の溝底よりも大径となっている

直動アクチュエータ。

[請求項2] 前記筒部の外周面は、前記ねじ軸本体のねじ山の外径よりも大径となっている

請求項1に記載の直動アクチュエータ。

[請求項3] 前記筒部の外周面は、前記ねじ軸本体のねじ山の外径よりも小径となっている

請求項1に記載の直動アクチュエータ。

[請求項4] 前記ボールねじ装置、前記ピストン、及び前記回転ストッパを収容するハウジングを有し、

前記ピストンは、前記反対面から前記第2方向に突出し、かつ前記ナットの外周側を囲む筒状の外筒を有し、

前記外筒の外周面は、前記ハウジングに対する摺動自在に支持される摺動面を成している

請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の直動アクチュエータ。

[請求項5] 前記外筒の内周面と前記ナットの外周面との隙間量は、前記筒部と前記第1開口部との隙間量よりも小さい

請求項4に記載の直動アクチュエータ。

[請求項6] 前記外筒の内周面は、前記第2ストッパと連続している

請求項4又は請求項5に記載の直動アクチュエータ。

[請求項7] 前記第1開口部の縁部は、前記第1方向に向かうにつれて拡径する

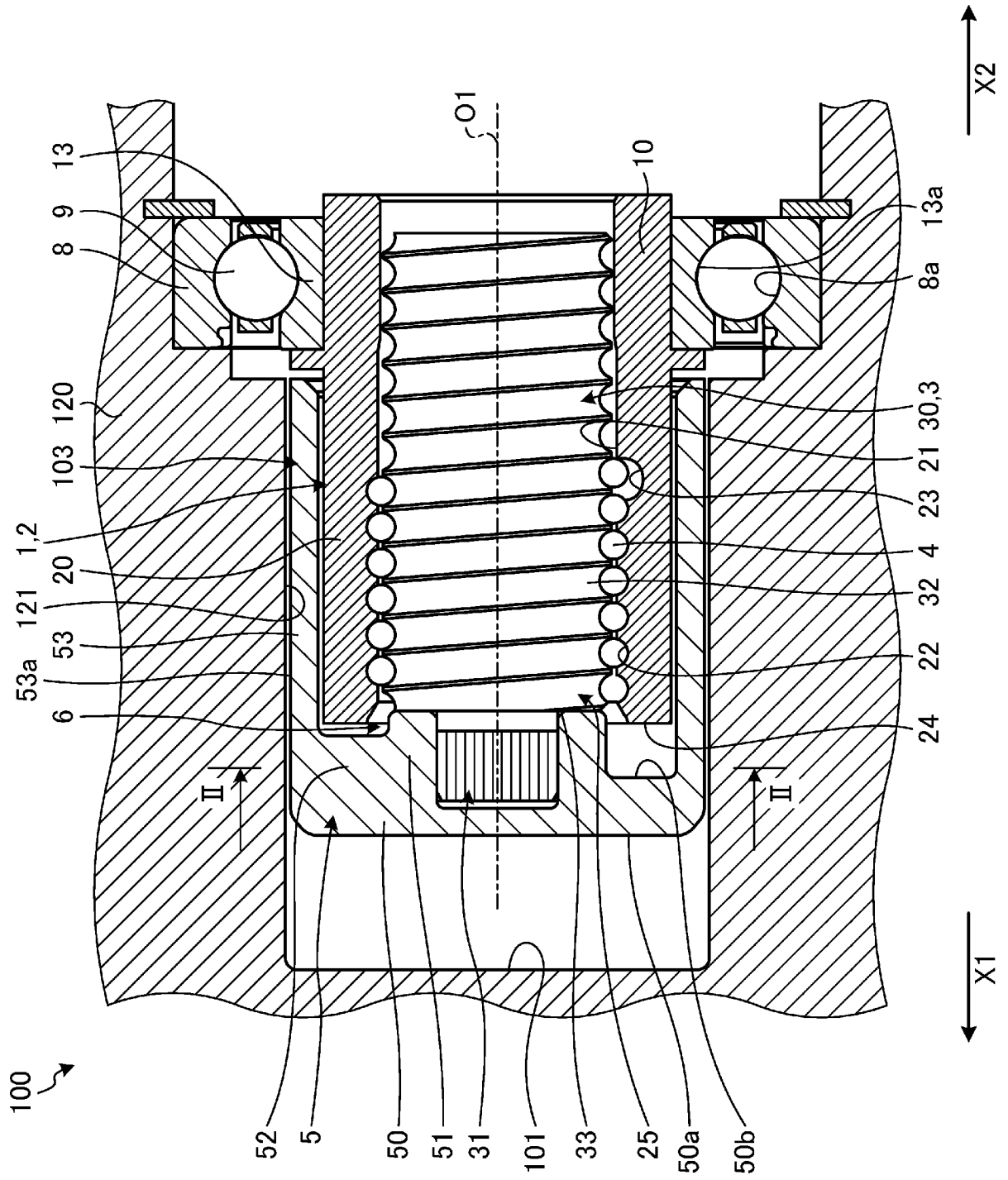
テーパ状を成し、

前記筒部の外周面には、前記第 1 開口部の縁部と対向し、前記第 1 方向に向かうにつれて拡径するテーパ状の斜面が設けられている

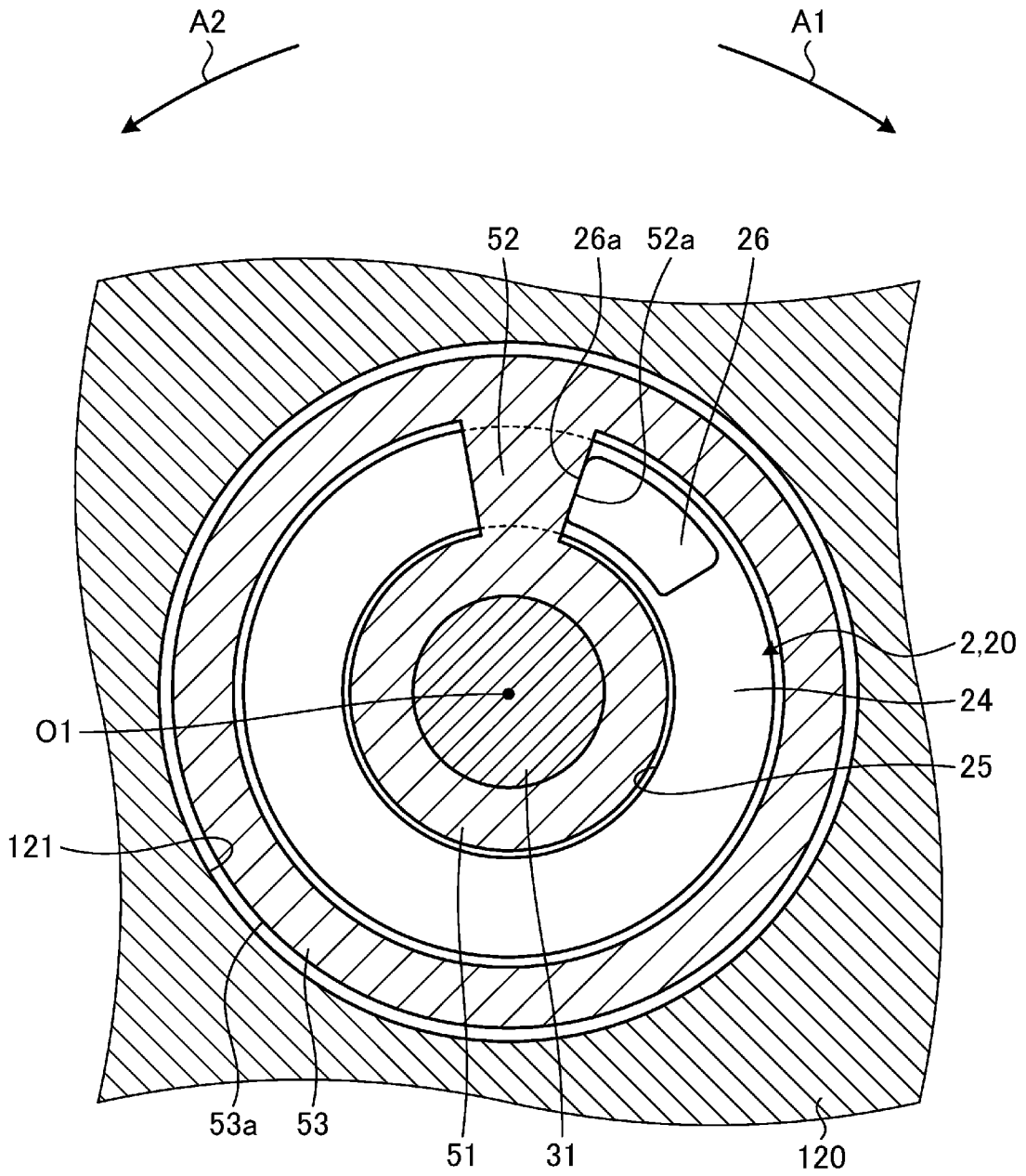
請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の直動アクチュエータ

。

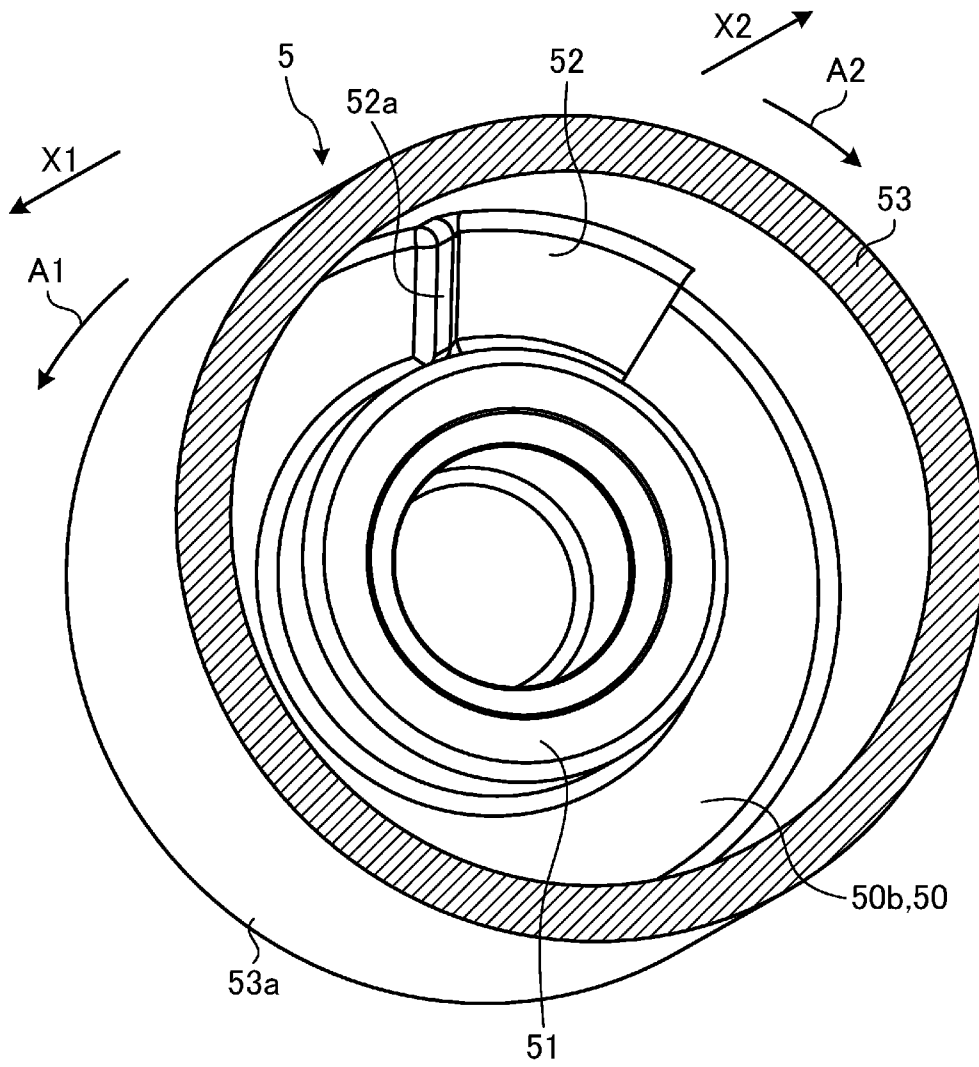
[図1]



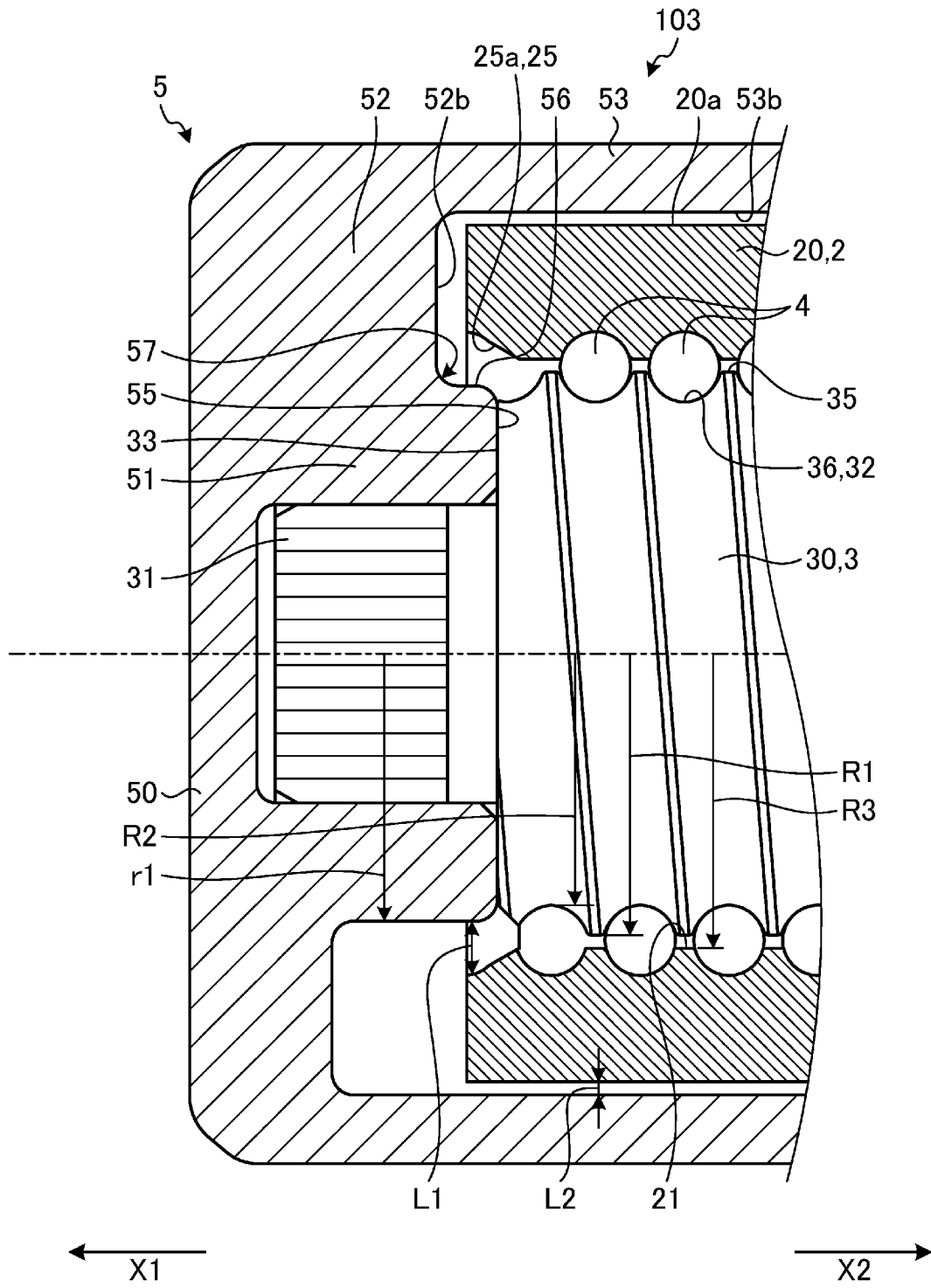
[図2]



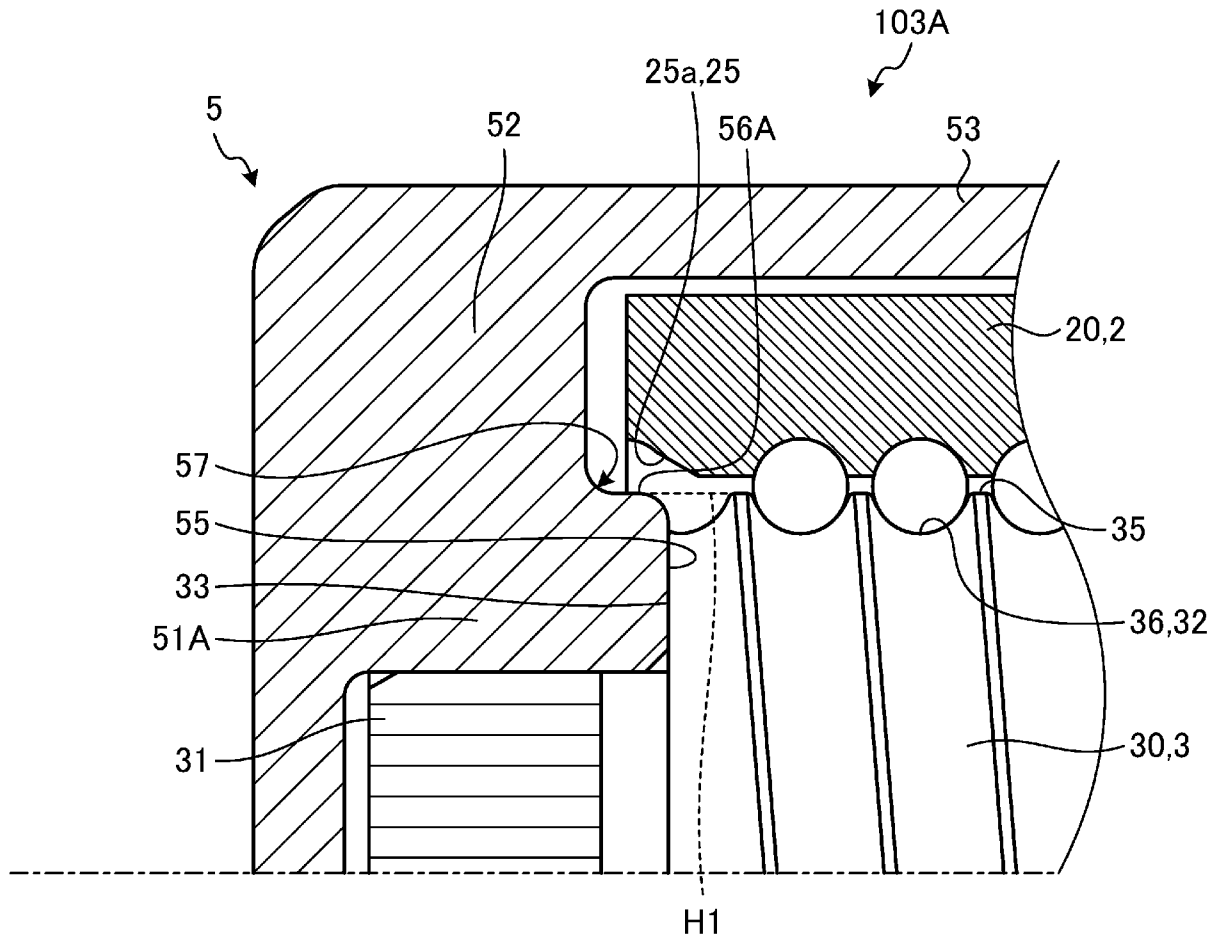
[図3]



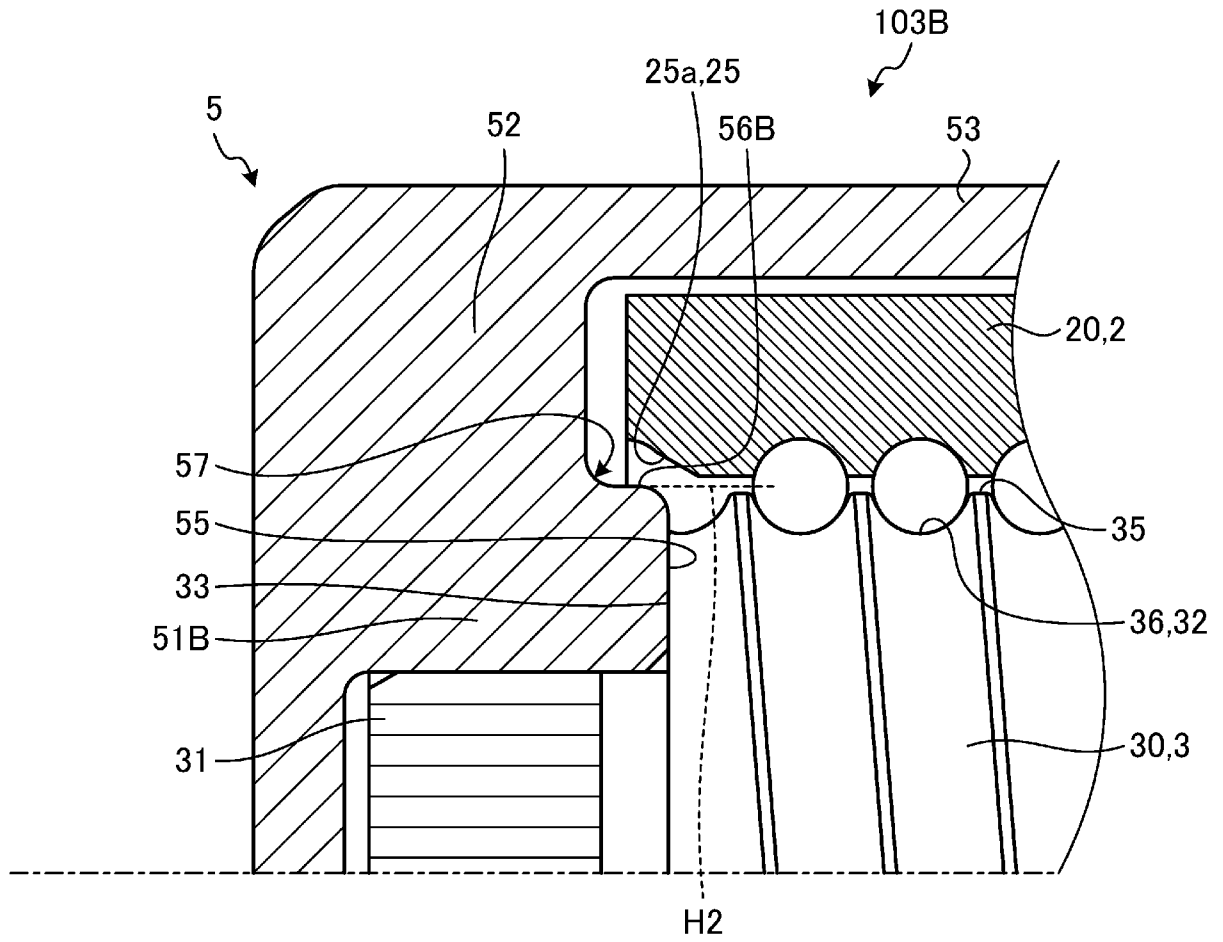
[図4]



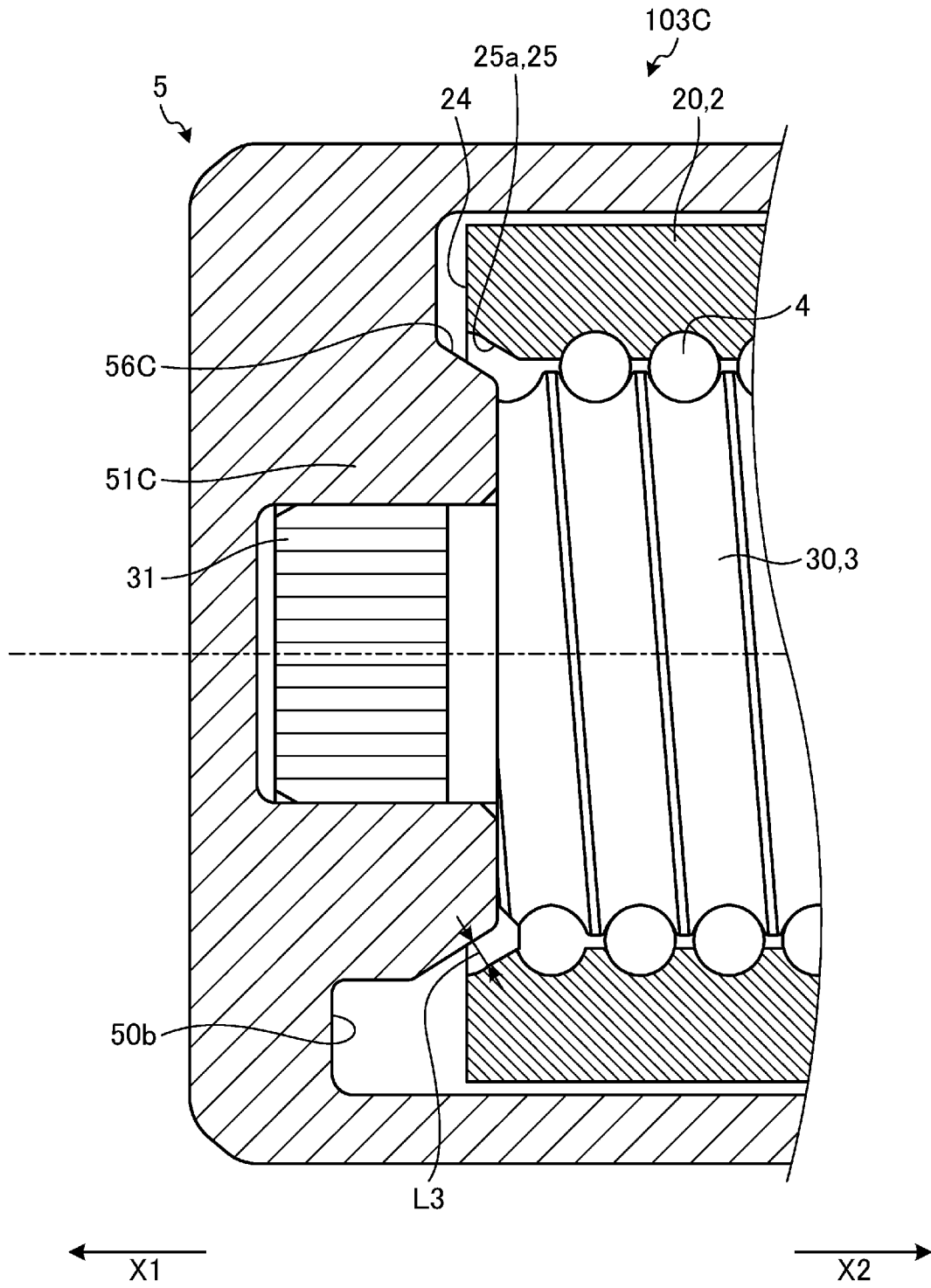
[図6]



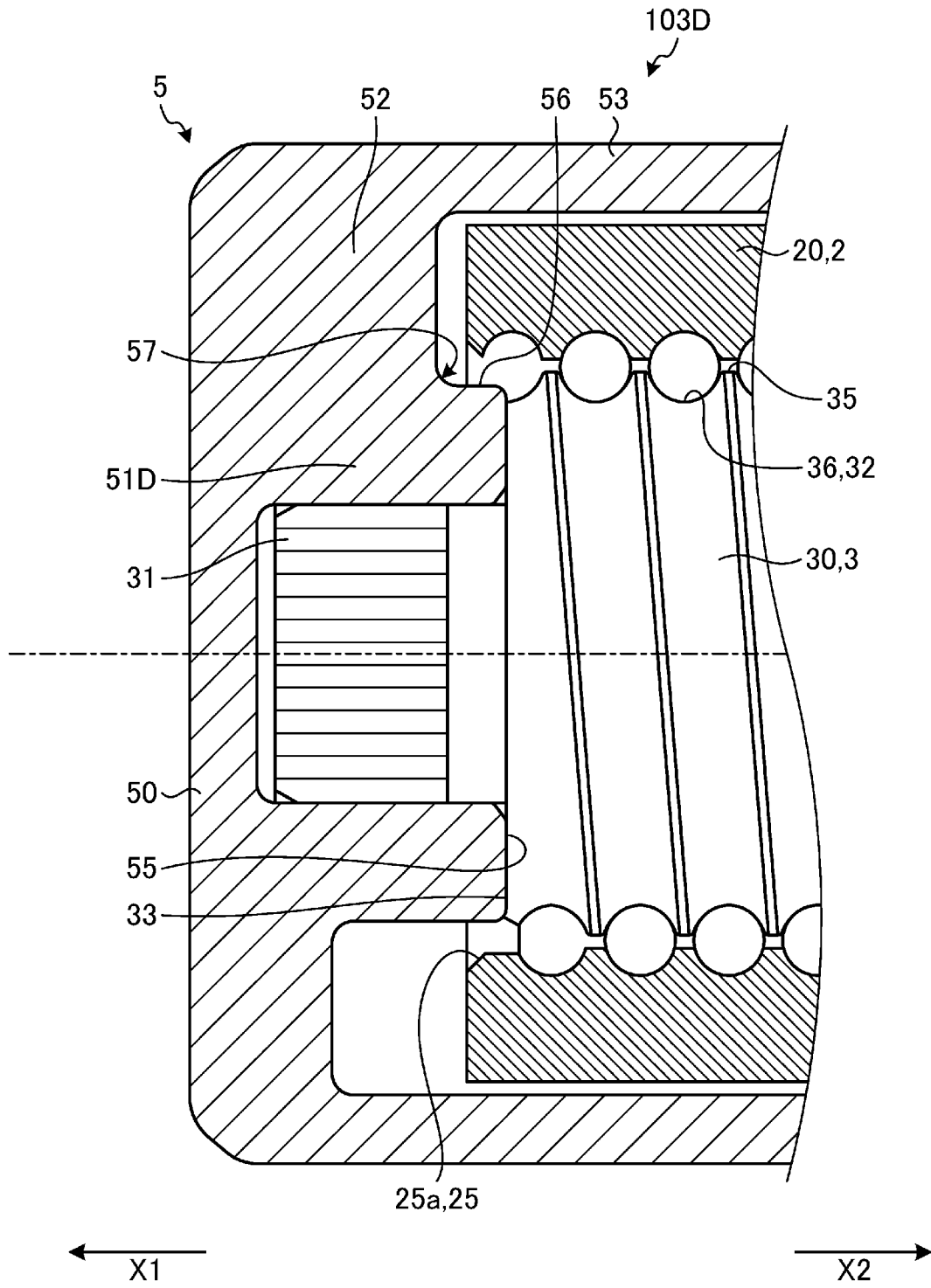
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/013952

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F16H 25/22</i> (2006.01)i; <i>F16H 25/24</i> (2006.01)i FI: F16H25/22 A; F16H25/24 B; F16H25/24 Z According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F16H25/22; F16H25/24		
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	KR 10-2021-0026057 A (HYUNDAI MOBIS CO., LTD.) 10 March 2021 (2021-03-10)	1-7
A	US 2014/0090501 A1 (SFS INTEC HOLDING AG) 03 April 2014 (2014-04-03)	1-7
A	JP 2019-56460 A (NTN CORPORATION) 11 April 2019 (2019-04-11)	1-7
P, A	WO 2022/085704 A1 (NSK LTD.) 28 April 2022 (2022-04-28)	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 12 June 2023		Date of mailing of the international search report 20 June 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/013952

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2021-0026057 A	10 March 2021	(Family: none)	
US 2014/0090501 A1	03 April 2014	WO 2012/163825 A1 CN 103547834 A	
JP 2019-56460 A	11 April 2019	WO 2019/059355 A1	
WO 2022/085704 A1	28 April 2022	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F16H 25/22(2006.01)i; F16H 25/24(2006.01)i FI: F16H25/22 A; F16H25/24 B; F16H25/24 Z		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） F16H25/22; F16H25/24 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	KR 10-2021-0026057 A (HYUNDAI MOBIS CO., LTD.) 10.03.2021 (2021-03-10)	1-7
A	US 2014/0090501 A1 (SFS INTEC HOLDING AG) 03.04.2014 (2014-04-03)	1-7
A	JP 2019-56460 A (NTN株式会社) 11.04.2019 (2019-04-11)	1-7
P, A	WO 2022/085704 A1 (日本精工株式会社) 28.04.2022 (2022-04-28)	1-7
<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	12.06.2023	国際調査報告の発送日 20.06.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 小川 克久 3J 3931 電話番号 03-3581-1101 内線 3328	

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/JP2023/013952

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
KR 10-2021-0026057 A	10.03.2021	(ファミリーなし)	
US 2014/0090501 A1	03.04.2014	WO 2012/163825 A1 CN 103547834 A	
JP 2019-56460 A	11.04.2019	WO 2019/059355 A1	
WO 2022/085704 A1	28.04.2022	(ファミリーなし)	