(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
2018年5月17日(17.05.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/088540 A1

(51) 国際特許分類:
F16H 25/24 (2006.01) *F16C 33/64* (2006.01)
F16C 19/16 (2006.01) *F16C 43/06* (2006.01)
F16C 19/18 (2006.01) *F16H 25/22* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/040647

(22) 国際出願日: 2017年11月10日(10.11.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

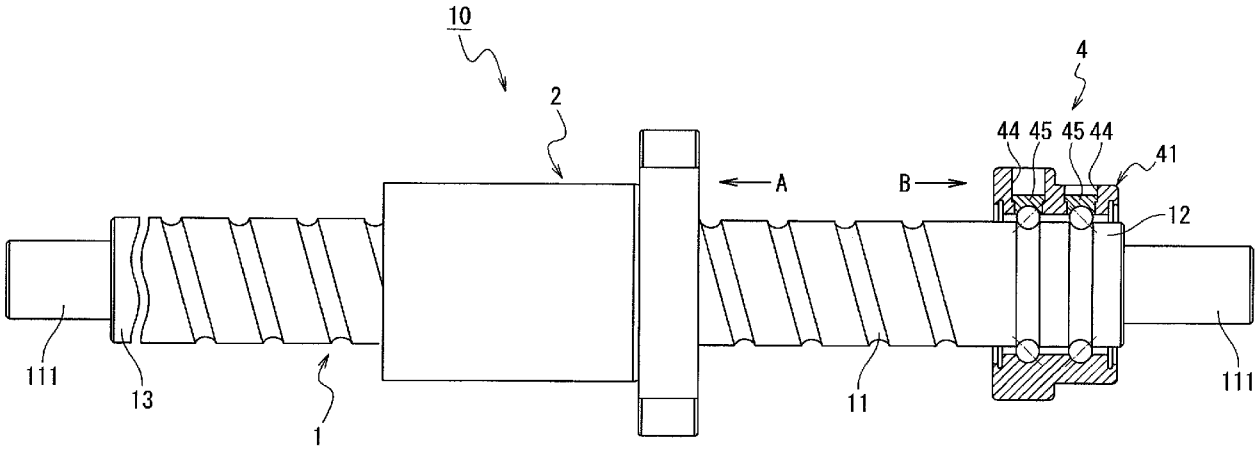
(30) 優先権データ:
特願 2016-220442 2016年11月11日(11.11.2016) JP
特願 2017-202935 2017年10月19日(19.10.2017) JP
特願 2017-202936 2017年10月19日(19.10.2017) JP

(71) 出願人: 日本精工株式会社(NSK LTD.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎一丁目6番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 梶原 陽介(KAJIHARA Yosuke); 〒2520811 神奈川県藤沢市桐原町12番地 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 山本 和史(YAMAMOTO Kazuhito); 〒2520811 神奈川県藤沢市桐原町12番地 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 信朝 雅弘(NOBUTOMO Masahiro); 〒2520811 神奈川県藤沢市桐原町12番地 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 永井 豊(NAGAI Yutaka); 〒2520811 神奈川県藤沢市桐原町12番地 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 渡会 裕介(WATARAI Yusuke); 〒2520811 神奈川県藤沢市桐原町1

(54) **Title:** BALL SCREW DEVICE

(54) 発明の名称: ボールねじ装置



(57) **Abstract:** A ball screw device (10) having: a threaded shaft (1); a nut (2); multiple first balls arranged so as to be able to rotate freely inside a helical raceway formed by a thread groove (11) in the threaded shaft and a thread groove in the nut; an inner ring raceway groove formed in the outer circumferential surface of one axial end (12) of the threaded shaft; an outer ring (41) having an outer ring raceway groove opposing the inner ring raceway groove; and multiple second balls arranged so as to be able to rotate freely between the inner ring raceway groove and the outer ring raceway groove. Rotation of the threaded shaft is converted to linear motion of the nut by means of the first balls rolling inside the helical raceway in a loaded state. The outer ring has rolling body insertion holes (44) running from the outer circumferential

WO 2018/088540 A1

[続葉有]

２番地 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 森山 正仁(**MORIYAMA Masahito**); 〒2520811 神奈川県藤沢市桐原町１２番地 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 勝野 美昭(**KATSUNO Yoshiaki**); 〒2518501 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目５番５０号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人：鈴木 壯兵衛，外(**SUZUKI Sohbe** et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目３番１号 城山トラストタワー３２階 特許業務法人日栄国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

surface to the outer ring raceway groove, and covers (45) covering the rolling body insertion holes, and the inner surface of the covers is formed in a concave shape that forms a portion of the outer ring raceway groove.

(57) 要約：ボールねじ装置（１０）は、ねじ軸（１）と、ナット（２）と、ねじ軸の螺旋溝（１１）とナットの螺旋溝とで構成される螺旋軌道内に転動自在に配置された複数の第一のボールと、ねじ軸の軸方向一端部（１２）の外周面に形成された内輪軌道溝と、内輪軌道溝と対向する外輪軌道溝を有する外輪（４１）と、内輪軌道溝と外輪軌道溝との間に転動自在に配置された複数個の第二のボールと、を有し、螺旋軌道内を負荷状態で転動する第一のボールを介して、ねじ軸の回転をナットの直線運動に変換する。外輪は、外周面から外輪軌道溝まで貫通する転動体挿入穴（４４）と、転動体挿入穴を塞ぐ蓋（４５）を有し、蓋の内面は外輪軌道溝の一部をなす凹状に形成されている。

明　細　書

発明の名称 ： ボールねじ装置

技術分野

[0001]　この発明は、ボールねじ装置に関する。

背景技術

[0002]　ボールねじは、ねじ軸とナットと複数のボールとを有する。ナットは、ねじ軸が挿通され、ねじ軸の螺旋溝と対向する螺旋溝を有する。ボールは、ねじ軸の螺旋溝とナットの螺旋溝とで構成される螺旋軌道内に転動自在に配置されている。ボールねじは、螺旋軌道内を負荷状態で転動するボールを介して、ねじ軸の回転をナットの直線運動に変換するか、ナットの回転をねじ軸の直線運動に変換する装置である。

工作機械などの生産設備において、ボールねじは、ねじ軸の回転をナットの直線運動に変換する装置として使用される。この場合、ねじ軸の軸方向両端を回転自在に支持するサポート軸受が必要となる。

[0003]　特許文献１には、ねじ軸の軸方向一端部の外周面に、サポート軸受とする転がり軸受の内輪軌道溝を形成することが記載されている。これにより、転がり軸受の内輪をロックナットでねじ軸に固定する必要がなくなり、ロックナットをねじ軸に螺合させるためのねじ部の形成も不要になる。そして、特許文献１の実施例１では、サポート軸受として外輪を二個有する複列アンギュラ玉軸受を採用している。

つまり、特許文献１には、ボールねじと、そのねじ軸の軸方向一端部の外周面に形成された内輪軌道溝、この内輪軌道溝と対応する外輪軌道溝を有する外輪、およびこれらの内輪軌道溝と外輪軌道溝との間に転動自在に配置された複数個のボール、で構成される転がり軸受と、を備えたボールねじ装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００７－２８５４８０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の実施例１に記載されたボールねじ装置では、ねじ軸の軸方向一端部に設けた内輪軌道溝にボールと外輪を組み付けて転がり軸受とする際に、ボールを組み込んだ状態の外輪を、ねじ軸の軸方向一端部に通す必要があるため、組立に手間がかかる。また、内輪軌道溝を変えないと転がり軸受の負荷容量を変えることができない。

この発明の課題は、ねじ軸の軸方向一端部に設けた内輪軌道溝と、外輪と、ボールとで構成される転がり軸受を備えたボールねじ装置として、組立の手間が軽減でき、内輪軌道溝を変えずに転がり軸受の負荷容量を変えることが可能なボールねじ装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、この発明の一態様のボールねじ装置は、下記の構成(1)～構成(3) を有する。

(1)ねじ軸と、上記ねじ軸が挿通され、上記ねじ軸の螺旋溝と対向する螺旋溝を有するナットと、上記ねじ軸の螺旋溝と上記ナットの螺旋溝とで構成される螺旋軌道内に転動自在に配置された複数の第一のボールと、上記ねじ軸で上記螺旋溝が形成された部分とは異なる部分の外周面に形成された内輪軌道溝と、上記内輪軌道溝と対向する外輪軌道溝を有する外輪と、上記内輪軌道溝と上記外輪軌道溝との間に転動自在に配置された複数個の第二のボールと、を有する。上記内輪軌道溝と上記外輪と上記第二のボールとで転がり軸受が構成されている。

(2)上記外輪は、外周面から上記外輪軌道溝まで貫通する転動体挿入穴（上記第二のボールの挿入穴）と、上記転動体挿入穴を塞ぐ蓋を有し、上記蓋の内面は上記外輪軌道溝の一部をなす凹状に形成されている。

(3)上記螺旋軌道内を負荷状態で転動する第一のボールを介して、上記ねじ軸の回転を上記ナットの直線運動に変換する装置である。

発明の効果

[0007] この発明によれば、ねじ軸の軸方向一端部に設けた内輪軌道溝と、外輪とボールとで構成される転がり軸受を備えたボールねじ装置として、組立の手間が軽減でき、内輪軌道溝を変えずに転がり軸受の負荷容量を変えることが可能なボールねじ装置が提供できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第１実施形態のボールねじ装置を示す一部断面側面図であって、転がり軸受の外輪が断面で表示されている。

[図2]第１実施形態のボールねじ装置を構成するボールねじを部分的に示す側面図である。

[図3]図１および図２のＡ矢視図である。

[図4]第１実施形態のボールねじ装置を構成するねじ軸の一端部と転がり軸受の外輪を示す図である。

[図5]図１および図４のＢ矢視図である。

[図6]第１実施形態のボールねじ装置を構成する外輪の転動体挿入穴を塞ぐ蓋を示す図であって、（ａ）は平面図、（ｂ）は正面図、（ｃ）は底面図である。

[図7]第２実施形態のボールねじ装置を示す一部断面側面図であって、転がり軸受の外輪が断面で表示されている。

[図8]第３実施形態のボールねじ装置を構成するねじ軸の一端部と転がり軸受の外輪を示す図である。

[図9]第４実施形態のボールねじ装置を構成するねじ軸の一端部と転がり軸受の外輪を示す図である。

[図10]第５実施形態のボールねじ装置を構成するねじ軸の一端部と転がり軸受の外輪を示す図である。

[図11]第６実施形態のボールねじ装置を構成するねじ軸の一端部と転がり軸受の外輪を示す図である。

[図12]第７実施形態のボールねじ装置を構成するねじ軸の一端部と転がり軸

受の外輪を示す図である。

[図13]第８実施形態のボールねじ装置を構成するねじ軸の一端部と転がり軸受の外輪を示す図である。

[図14]第８実施形態のボールねじ装置が解決できる課題を説明する図である。

[図15]第９実施形態のボールねじ装置を構成するねじ軸の一端部と転がり軸受の外輪、およびこのボールねじ装置のハウジングへの取り付け状態を示す図である。

[図16]第９実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受の二つの外輪分割体を結合する周り止め部品を示す正面図（ａ）と、（ａ）のｂ－ｂ断面図（ｂ）である。

[図17]図１５の部分拡大図である。

[図18]第１０実施形態のボールねじ装置を示す一部断面側面図であって、転がり軸受の外輪が断面で表示されている。

[図19]第１０実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す拡大断面図である。

[図20]第１０実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す平面図（ａ）と側面図（ｂ）である。

[図21]第１０実施形態、第１１実施形態、および第１６実施形態のボールねじ装置を構成する外輪の転動体挿入穴を塞ぐ蓋を示す図であって、（ａ）は平面図、（ｂ）は（ａ）のｂ矢視図であって一部がＢ－Ｂ断面となっている図、（ｃ）は（ａ）のＣ－Ｃ断面図、（ｄ）は底面図である。

[図22]第１１実施形態のボールねじ装置を示す一部断面側面図であって、転がり軸受の外輪が断面で表示されている。

[図23]第１１実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す拡大断面図である。

[図24]第１１実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す平面図（ａ）と側面図（ｂ）である。

[図25]第１２実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す拡大断面図である。

[図26]第１３実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す拡大断面図である。

[図27]第１４実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す拡大断面図である。

[図28]第１５実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す図であって、軸方向に垂直な断面が示されている。

[図29]第１６実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す平面図（ａ）と側面図（ｂ）である。

[図30]図２９のＣ－Ｃ断面図である。

[図31]図２９の転がり軸受が有する保持ピースを示す図であって、（ａ）は正面図、（ｂ）は側面図、（ｃ）は（ａ）のＡ－Ａ断面図である。

[図32]第１７実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す拡大断面図である。

[図33]第１７実施形態のボールねじ装置を構成する外輪の転動体挿入穴を塞ぐ蓋を示す図であって、（ａ）は平面図、（ｂ）は（ａ）のｂ矢視図、（ｃ）は正面図、（ｄ）は底面図である。

[図34]第１７実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す平面図（ａ）と側面図（ｂ）である。

[図35]第１８実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す拡大断面図である。

[図36]第１８実施形態のボールねじ装置を構成する外輪の転動体挿入穴を塞ぐ蓋を示す図であって、（ａ）は平面図、（ｂ）は（ａ）のＡ－Ａ断面図である。

[図37]第１９実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受のシールの例を示す部分拡大断面図である。

[図38]第２０実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す図であ

る。

[図39]第２２実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受（給脂構造を有する転がり軸受）を示す拡大断面図であって、外輪に給脂構造を設けた一例を示す図である。

[図40]第２２実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す拡大断面図であって、ねじ軸に給脂構造を設けた例を示す図である。

[図41]第２２実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す拡大断面図であって、外輪に給脂構造を設けた別の例を示す図である。

[図42]第２２実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す平面図であって、蓋に給脂構造を設けた例を示す図である。

[図43]第２２実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す部分破断拡大断面図であって、軌道溝に給脂構造を設けた例を示す図である。

[図44]第２２実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受において、外輪の蓋挿入穴給脂構造を設けた例を示す図であって、（ａ）は係合部を示し、（ｂ）は（ａ）の部分拡大図である。

[図45]第２３実施形態のボールねじ装置（冷却機構を有するボールねじ装置）を示す一部断面側面図であって、転がり軸受の外輪の一部が断面で表示されている。

[図46]第２３実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受を示す図であって、冷却液を通す貫通穴の接続構造が図４５の例とは異なる例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 〔この発明の一態様のボールねじ装置について〕

上述のように、この発明の一態様のボールねじ装置は上記構成(1)～構成(3)を有するが、これに加えて下記の構成(4)～構成(14)および構成(21)～構成(28)のうちのいずれかを有することができる。

(4)上記転がり軸受に予圧が付与されている。

(5)上記内輪軌道溝および上記外輪軌道溝を複数列有し、複数の上記内輪軌道

溝および上記外輪軌道溝の溝断面形状は単一円弧形状またはゴシックアーク形状である。

(6)構成(5)を有するとともに、上記内輪軌道溝および上記外輪軌道溝を二列有し、上記転がり軸受はオフセット予圧方式で予圧が付与されている。

[0010] (7)構成(5)を有するとともに、上記内輪軌道溝および上記外輪軌道溝を二列有し、上記外輪は、二列の上記外輪軌道溝の間で分割された二つの分割体からなり、上記二つの分割体の間に配置された間座により、上記転がり軸受に予圧が付与されている。

(8)構成(5)を有するとともに、上記内輪軌道溝および上記外輪軌道溝を二列有し、上記転がり軸受は、オーバーサイズボール方式で予圧が付与されている。

(9)上記外輪の外周面は球面状である。

(10)構成(5)を有するとともに、上記内輪軌道溝および上記外輪軌道溝を二列有し、上記外輪は、二列の上記外輪軌道溝の間で分割された二つの分割体からなり、上記二つの分割体の互いに接触する軸方向端面に溝がそれぞれ形成され、これらの溝で形成された空間に配置された周り止め部品により、上記二つの分割体が径方向および軸方向の両方向で拘束されている。

[0011] (11)上記外輪は、外径が異なる小径部および大径部を備え、上記大径部は上記外輪を取り付けるハウジングの軸方向端面に接触する軸方向端面を有し、上記小径部は上記ハウジングの内周面に接触する外周面を有し、上記大径部の上記小径部側の軸方向端面と上記小径部の上記外周面とからなる角部に、逃げ溝を有する。

(12)上記ねじ軸の外周面の外径は、上記螺旋溝が形成されている部分と上記内輪軌道溝が形成されている部分とで同じである。

(13)構成(12)を有するとともに、上記ねじ軸の表面（表層部）の残留オーステナイト量γ_{RS}［体積%］は、上記螺旋溝が形成されている部分および上記内輪軌道溝が形成されている部分で、下記の式(1) を満たす。

[0012]

[数1]

$$\gamma_{RS}=\frac{\alpha_S+1.14}{0.238} \quad \cdots (1)$$

[0013] （式中、α_Sは、ボールねじ装置の要求寿命に対するねじ軸の螺旋溝の寿命比であって、$\alpha_S>1$である。）

(14)構成(12)を有するとともに、上記ねじ軸の表面（表層部）の残留オーステナイト量γ_{RS}［体積%］は、軸方向における上記内輪軌道溝が形成されている部分から上記螺旋溝が形成されている部分までの範囲で、上記式(1) を満たす。

(21)上記第二のボールは金属製またはセラミックス製である。

(22)上記内輪軌道溝および上記外輪軌道溝を三列以上有する。つまり、上記転がり軸受は三列以上の軌道を有する。

[0014] (23)上記転がり軸受に軸方向で不均一な荷重が付与される用途（例えば、電動射出成形機やプレス機械の直線移動部にナットが固定され、大きな荷重を受ける用途）で使用されるボールねじ装置であって、構成(22)を有するとともに、上記転がり軸受は、上記荷重に伴い生じる軸方向での変形量の不均一性を抑制する構造を有する。また、三列以上の軌道のうちの一列（上記荷重の作用点から遠い側）を予圧付与用の軌道とし、他の複数列（上記荷重の作用点に近い側）を荷重負担用の軌道とする。これにより、転がり軸受の荷重負担用の軌道の一列あたりに作用する荷重が小さくなるため、転がり軸受の寿命を長くすることができる。

[0015] (24)上記転がり軸受に軸方向で不均一な荷重が付与される用途で使用されるボールねじ装置であって、構成(22)を有するとともに、上記転がり軸受は、予圧量が、複数列の荷重負担用の軌道のうち上記荷重の作用点に近い側の軌道で遠い側の軌道より小さくなっている。予圧量を全て同じにした場合、荷重作用点に近い側の軌道で遠い側の軌道より転がり軸受の変形量が大きくなるが、 このように差をつけることで、予圧量を全て同じにした場合と比較して転がり軸受の軸方向での変形量の不均一性が改善される。

(25)上記転がり軸受に軸方向で不均一な荷重が付与される用途で使用されるボールねじ装置であって、構成(22)を有するとともに、上記第二のボールの直径が、複数列の荷重負担用の軌道のうち荷重の作用点に近い側の軌道で他の軌道よりも大きくなっている。これにより、全ての軌道で第二のボールの大きさを同じにした場合と比較して、荷重の作用点に近い側の軌道の負荷容量が大きくなって寿命が長くなるため、転がり軸受全体の寿命が長くなる。

[0016] (26)上記転がり軸受に軸方向で不均一な荷重が付与される用途で使用されるボールねじ装置であって、構成(22)を有するとともに、各列の上記転動体挿入穴は、上記外輪の軸方向で隣り合うものが、上記外輪の周方向で異なる位置に配置されている。これにより、全ての列の転動体挿入穴が外輪の周方向で同じ位置に配置されている場合と比較して、軸方向荷重が加わった時の軸に垂直な面内で外輪が不均一に変形することを抑制できる。また、各列の転動体挿入穴が外輪の周方向に均等に配置されることで、軸方向荷重が加わった時の軸に垂直な面内での外輪の変形を均一化することができる。

[0017] (27)上記転がり軸受に軸方向で不均一な荷重が付与される用途で使用されるボールねじ装置であって、構成(22)を有するとともに、上記外輪はフランジを有し、上記フランジは、上記荷重の作用点と反対側の端部で上記外輪軌道溝が形成されていない部分、または、上記複数列の荷重負担用の外輪軌道溝の上記荷重作用点に二番目に近い位置から上記荷重の作用点から最も遠い位置までの範囲に形成されている。これにより、フランジが上記荷重の作用点に最も近い位置に形成されている場合と比較して、転がり軸受の軸方向での変形量の不均一性が改善される。

(28)上記転がり軸受に軸方向で不均一な荷重が付与される用途で使用されるボールねじ装置であって、構成(22)を有するとともに、転がり軸受の軸方向に垂直な断面において、上記外輪軌道溝の溝底位置での上記外輪の断面積と、上記ねじ軸の上記内輪軌道溝が形成されている部分の上記内輪軌道溝の溝底位置での断面積と、が同じである。これにより、両者の断面積に差がある場合と比較して、外輪とねじ軸の内輪軌道溝が形成されている部分との変形

量の差を小さくできる。

[0018] 〔構成(13)(14)について〕

ボールねじ装置の長寿命化に関する検討を行った結果、ストロークが短い（例えば、ストローク係数f_Sが４．８未満で使用される）ボールねじ装置においては、構成部品の中で、ねじ軸のはく離による破損が多いことを見出した。構成(13)および構成(14)はこれに基づくものである。

また、ねじ軸の螺旋溝の表面の残留オーステナイト量を、ナットの螺旋溝や第一のボールの各表面の残留オーステナイト量よりも大きくすることが有効であることを見出した。つまり、ボールねじ部を構成するねじ軸、ナット及び第一のボールの組合せを、表面の残留オーステナイト量の大小関係から規定することに至った。

これに基づき、構成(13)を有するボールねじ装置および構成(14)を有するボールねじ装置においては、上記ナットの螺旋溝の表面の残留オーステナイト量γ_{RN}［体積%］が下記の式(2)を満たすことが好ましい。

[0019] [数2]

$$\gamma_{RN}=\frac{\alpha_N+3.74f_s^{-0.756}}{0.781f_s^{-0.756}} \quad \cdots (2)$$

[0020] （式中、α_Nは、ボールねじ装置の要求寿命に対するナットの螺旋溝の寿命比であって、$\alpha_N>1$である。）

また、構成(13)を有するボールねじ装置および構成(14)を有するボールねじ装置においては、上記ねじ軸の上記螺旋溝の表面の残留オーステナイト量γ_{RS}と、上記ナットの螺旋溝の表面の残留オーステナイト量γ_{RN}とが、「$\gamma_{RS}>\gamma_{RN}$」の関係にあることが好ましい。

また、構成(13)を有するボールねじ装置および構成(14)を有するボールねじ装置においては、上記ねじ軸の上記螺旋溝の表面の残留オーステナイト量γ_{RS}と、上記ナットの螺旋溝の表面の残留オーステナイト量γ_{RN}と、上記第一のボールの表面の残留オーステナイト量γ_{RB}とが、「$\gamma_{RS}>\gamma_{RN}>\gamma_{RB}$」の関係

にあることが好ましい。

また、構成(13)を有するボールねじ装置および構成(14)を有するボールねじ装置は、電動射出成形機用、電動サーボプレス機用、電動アクチュエータ用、サーボシリンダ用、または電動ジャッキ用として有用である。

[0021] 以下の説明で、「ねじ溝表面」は「螺旋溝の表面」を意味する。

構成(13)を有するボールねじ装置および構成(14)を有するボールねじ装置によれば、ボールねじ装置の構成部品であるねじ軸及びナットの各ねじ溝表面の残留オーステナイト量を規定するとともに、両者の大小関係を規定することで、寿命を長くすることができる。また、ねじ軸のねじ溝表面の残留オーステナイト量を他の構成部品よりも大きくするだけでよく、ナットや第一のボールは従来品を用いることもできるため、ボールねじ装置の生産効率を高め、ボールねじ装置のコスト上昇を抑えることができる。

ストローク係数f_Sが４．８未満で使用されるボールねじ装置としては、電動射出成形機や電動サーボプレス機、サーボシリンダ、電動ジャッキ等があり、構成(13)を有するボールねじ装置および構成(14)を有するボールねじ装置はこれらに有用である。なお、第一のボールの代わりにローラを用いるローラねじ装置の場合も同様の効果が得られる。

構成(13)を有するボールねじ装置および構成(14)を有するボールねじ装置では、ねじ軸のねじ溝表面の残留オーステナイト量γ_{RS}［体積%］が下記の式(1) を満足する。

[0022] [数3]

$$\gamma_{RS}=\frac{\alpha_S+1.14}{0.238} \quad \cdots (1)$$

[0023] （式中、α_Sは、ボールねじ装置の要求寿命に対するねじ軸の螺旋溝の寿命比であって、$\alpha_S>1$である。）

また、ナットのねじ溝表面の残留オーステナイト量γ_{RN}［体積%］が下記式(2)を満足することが好ましい。

[0024]

[数4]

$$\gamma_{RN}=\frac{\alpha_N+3.74f_s^{-0.756}}{0.781f_s^{-0.756}} \quad \cdots (2)$$

[0025] （式中、α_Nは、ボールねじ装置の要求寿命に対するナットの螺旋溝の寿命比であって、$\alpha_N>1$である。）

通常の運転条件下におけるボールねじ装置では、転がり軸受とは異なり、軌道の捻じれに起因するボールとねじ軸あるいはナットの軌道面（螺旋軌道を構成する螺旋溝）との間における滑りが大きいため、転がり疲れによる軌道面破損の形態が表面起点型はく離となる。この表面起点型はく離に至る損傷の発生や進展と軌道面の表面の残留オーステナイト量γ_Rとの間には相互関係があり、軌道面の表面の残留オーステナイト量γ_Rを従来より増加させることで長寿命化効果を得ることが期待できる。

そして、本発明者らは、残留オーステナイト量γ_Rの増加による長寿命化効果を定量的に評価するために、高周波熱処理された、軌道面の表面の残留オーステナイト量γ_Rが異なる種々の要素試験片を用いて、表面起点型はく離寿命を実験的に調べた。また、従来のねじ軸材料（ＳＡＥ４１５０）を用いた場合の表面起点型はく離寿命（従来寿命）も、同じ方法で調べた。

その結果、高周波熱処理された材料からなる各試験片の表面の残留オーステナイト量γ_R［体積%］と、従来寿命に対する各試験片の寿命の比αとの間に、以下の関係式(11)が成立することを見出した。

[0026] [数5]

$$\alpha=0.238\gamma_R-1.14 \quad \cdots (11)$$

[0027] 式(11)から、従来のボールねじ装置よりも長寿命（$\alpha>1$）にするためには、ねじ軸のねじ溝表面の残留オーステナイト量γ_Rを９体積%より大きくする必要があることが分かる。また、式(11)から、ボールねじ装置に要求される寿命よりも寿命が長すぎたり短すぎたりせず、要求寿命が丁度達成できる最適な残留オーステナイト量γ_Rが推定できることも分かる。

ところで、軸方向に静荷重が付加されているボールねじ装置を、ねじ軸回転で駆動させると、ナットはねじ軸に対して相対的に直線方向に移動する。このとき、ナットの軌道面は、任意の箇所で、負荷ボールの通過による繰り返し応力を受ける。一方、ねじ軸では、ナットの直線移動に伴い、軌道面（螺旋軌道を構成する螺旋溝）となる部分が軸方向で移動する。つまり、ねじ軸では、負荷ボールの通過により応力を受ける部分が軸方向の一部となる。

[0028] 従って、ナットのストロークが十分長い場合、負荷ボール通過により軌道面が受ける応力の繰返し数は、ねじ軸側よりもナット側が多くなるので、最初の転動疲れ破損はナット軌道面上に生起することが知られている。そのため、従来は、ナットのねじ溝表面の残留オーステナイト量γ_Rを、ねじ軸のねじ溝表面の残留オーステナイト量γ_Rよりも大きくしている。

しかしながら、電動射出成形機等で用いられるボールねじ装置においては、ナットのストロークが短いために負荷ボールの通過に伴う軌道面への応力繰返し数の大小関係が逆転し、ナット側よりもねじ軸側が多くなる。このため、ストロークの短い運転条件下でのボールねじ耐久試験では、最初の転動疲れ破損はねじ軸側で生起する傾向が確認された。

[0029] また、ボールと軌道面との接触面圧が、ナット側よりもねじ軸側で高くなることも、最初の破損発生箇所がねじ軸側に偏ったことを裏付ける根拠となっている。

上記のような、接触面圧と応力繰返し数に起因する、ねじ軸およびナットの軌道面の破損特性に基づくと、軌道面の疲れ寿命は、接触面圧の９乗に反比例し、且つ、応力繰返し数に反比例するため、ねじ軸軌道面に対するナット軌道面の寿命比βは、次式(12)で表すことが出来る。

[0030] [数6]

$$\beta = \left(\frac{P_S}{P_N}\right)^9 \frac{N_S}{N_N} \quad \cdots (12)$$

[0031] 式中、P_SおよびP_Nは、ねじ軸およびナットの軌道面での接触面圧を表し、

N_SおよびN_Nは、１ストローク運転させた際の、ねじ軸およびナットの軌道における応力繰返し数を表す。

そして、実際の使用条件下でのボールねじ装置について、ねじ軸の軌道面に対するナットの軌道面の寿命比βを調べるために、実用に供されている合計２０の型番の電動射出成形機向けボールねじ装置の軸方向荷重とストロークから、P_SおよびP_NとN_SおよびN_Nを求めた。また、これらの値を式(12)に代入して各型番のβを算出した。

その結果、寿命比βとストローク係数f_Sとの間に、以下の関係式(13)が成立することを見出した。ストローク係数f_Sは、式(14)に示すように、ストローク（Ｓｔ）を、ボールねじ装置の有効巻数（ζ）、回路数（ξ）、及びリード（ｌ）の積で除した値である。

[0032] [数7]

$$\beta=3.28f_s^{-0.756} \quad \cdots (13)$$

[0033] [数8]

$$f_s=\frac{St}{\zeta\xi l} \quad \cdots (14)$$

[0034] 式(13)から、電動射出成形機用などの短ストローク（f_S＜４．８）となる条件下で駆動されるボールねじ装置の場合、ねじ軸に比べてナットの方が軌道面の寿命が長く（β＞１）なることが分かる。

従って、前述のストローク係数f_Sが４．８未満である場合の、ねじ軸とナットの軌道面寿命の関係を考慮した上で、ボールねじ装置の要求寿命を満足するように、ねじ軸とナットの各ねじ溝表面の残留オーステナイト量γ_Rをそれぞれ決定することが、更なる生産性向上にとって望ましい。

そこで、式(11)と式(13)を用いて、ねじ軸とナットの各ねじ溝表面に必要な各残留オーステナイト量γ_{RS}とγ_{RN}をそれぞれ推定した。

上述のように、式(11)はねじ軸に関する実験から得られた式である。そのため、ねじ軸のねじ溝表面の残留オーステナイト量γ_{RS}［体積%］は、式(11)

のαを、ボールねじ装置に対するねじ軸軌道面の寿命比α_Sとし、式(11)を変形することにより、下記の(15)式で表される。

[0035] [数9]

$$\gamma_{RS}=\frac{\alpha_S+1.14}{0.238} \quad \cdots (15)$$

[0036] また、ねじ軸軌道面に対するナット軌道面の寿命比βは、ボールねじ装置に対するねじ軸軌道面の寿命比α_Sと、ボールねじ装置に対するナット軌道面の寿命比α_Nとにより、「$\beta=\alpha_N/\alpha_S$」で表される。この式のβに(13)式の右辺を代入し、α_Sに(11)の右辺を代入して、この式を変形することにより、ナットのねじ溝表面の残留オーステナイト量γ_{RN}［体積%］は、下記の(16)式で表される。

[0037] [数10]

$$\gamma_{RN}=\frac{\alpha_N+3.74f_s^{-0.756}}{0.781f_s^{-0.756}} \quad \cdots (16)$$

[0038] よって、ボールねじ装置の要求寿命と、ねじ軸軌道面の寿命とナット軌道面の寿命とが合致するような、ねじ軸とナットの各ねじ溝表面の残留オーステナイト量γ_{RS}とγ_{RN}は、式(15)と式(16)に「$\alpha_S=\alpha_N=\alpha>1$」を代入することで推定できる。

即ち、ストローク係数f_Sが４．８未満で用いられるボールねじ装置を、生産性を損なわずに長寿命化（$\alpha>1$）するためには、式(15)で表されるねじ軸軌道面の残留オーステナイト量γ_{RS}が、式(16)で表されるナット軌道面の残留オーステナイト量γ_{RN}よりも大きくなるように、ねじ軸とナットを組合せることが合理的である。

[0039] 上述したように、一態様のボールねじ装置の好ましい形態の一つは、ねじ軸及びナットの各ねじ溝表面（螺旋溝の表面）の残留オーステナイト量γ_{RS}及びγ_{RN}が(1)式及び(2)式をそれぞれ満たし、さらに好ましくは「$\gamma_{RS}>\gamma_{RN}$」であれば、ねじ軸及びナットの素材は制限されない。

しかし、ボールねじ装置の生産性の観点から、ねじ軸には高周波熱処理の適用が主流となっており、高周波熱処理に適した材料の中で、ねじ軸のねじ溝表面の残留オーステナイト量γ_{RS}を上記のようにするためには、ねじ軸材料として高炭素軸受鋼が好ましい。

[0040] また、ナットについては、従来と同様に肌焼鋼を用い、浸炭窒化処理することが好ましい。従来品のナットをそのまま使用することで、ボールねじ装置全体として安価にすることができる。

なお、高周波熱処理は公知の方法を採用することができる。その際には、オーバーヒートを避ける工夫が施された状態で、誘導加熱コイルの出力を制御する。

また、ボールねじ装置のもう一つの構成部品であるボール（第一のボール、転動体）に関しては、ボールがランダム回転するため同一の基準で寿命を計算することは難しい。しかし、ランダム回転であることで、ボールがねじ軸およびナットの軌道面に負荷状態で接触する面は刻々と変化する。そのため、ねじ軸およびナットの軌道面と比較して、ボールの転動面の各部分が荷重を受ける回数は少なくなることから、ボールは最も長寿命になる。

[0041] 従って、ボールの表面の残留オーステナイト量γ_{RB}は、ねじ軸やナットよりも小さいことが好ましい。

即ち、ボールを含めた三者の残留オーステナイト量γ_{R}の大小関係は「$\gamma_{RS}>\gamma_{RN}>\gamma_{RB}$」であることが好ましい。この三者の大小関係を満足すると、何れの構成部品が破損した場合においても、機能と生産性のバランスを最大化できる。

なお、ボールは従来品を使用できる。ボールとして従来品、すなわち軸受鋼をずぶ焼したもの等を使用することで、ボールねじ装置のコスト上昇を抑えることができる。

[0042] ＜高負荷用途向けボールねじ装置について＞

近年は、射出成形機などの高負荷機械について高サイクル化や環境改善がニーズとして高まってきており、駆動軸の寿命を長くすることおよび耐久性

を向上することが求められている。

射出成形機などの高負荷用途向けボールねじは、大きな負荷が決まった方向にかかるように設計されている。通常のボールねじでは、ねじ軸の軸方向両端部に小径部（螺旋溝が形成されている部分の外径より外径が小さい部分）を設けて、アンギュラ玉軸受などを軸方向に接触させる面を形成している。つまり、切削あるいは研削による段付き加工を行っている。

この小径部が軸受支持部となるが、軸受支持部は、通常、 内輪が軸受支持部とクリープしないように締め代に設計されているため、多くの場合、外周面と軸受が接触する軸方向端面が研削された状態となっている。これに伴い、軸受支持部に逃げ溝またはＲ形状の隅部ができ、この隅部が構造上の弱部となる。よって、大きな軸方向負荷がかかる用途では、この隅部に応力が集中して破壊することを防止する対策が必要となる。

[0043] この対策として、軸受支持部を小径部にするのではなく、螺旋溝が形成されている部分よりも外径が大きいフランジ状に形成して、このフランジ面に軸受の軸方向端面を押し当てることが行われている。しかし、この対策では、ねじ軸を作製する際に、フランジ状にする部分以外の外径を小さくするために、ねじ軸用棒材に対して、フランジ状にする部分よりも軸方向中央側の部分（螺旋溝を形成する部分）と軸方向端部を切削、研削する加工を行うため、加工コストが高くなる。

[0044] これに対して、ねじ軸の軸受支持部（軸方向端部）を螺旋溝が形成されている部分と同じにし、軸受支持部を含むねじ軸の表面の残留オーステナイト量γ_{RS}を上記式(1) を満たすようにすれば、加工コストを高くすることなく、軸受支持部に応力が集中することを避けることができる。

また、この発明の一態様のボールねじ装置において、ねじ軸の表面の残留オーステナイト量γ_{RS}を、螺旋溝が形成されている部分および内輪軌道溝が形成されている部分で、式(1) を満たすようにすれば、ボールねじ装置の耐久性が向上する。

[0045] 〔実施形態〕

以下、この発明の実施形態について説明するが、この発明は以下に示す実施形態に限定されない。以下に示す実施形態では、この発明を実施するために技術的に好ましい限定がなされているが、この限定はこの発明の必須要件ではない。

［第１実施形態］

図１～５に示すように、第１実施形態のボールねじ装置１０は、外周面に螺旋溝１１を有するねじ軸１、内周面に螺旋溝２１を有するナット２、およびボール（第一のボール）３を備えたボールねじを有する。ねじ軸１の両端部は、螺旋溝が形成されている部分より径が小さい小径部１１１に加工されている。ねじ軸１のモータに接続される側である軸方向一端部（図１の右端側）１２には、小径部１１１と螺旋溝形成部との間の螺旋溝が形成されていない部分に、転がり軸受４が設置されている。ねじ軸１の軸方向他端部１３にも小径部１１１が設けてある。

[0046] 図２および図３に示すように、ナット２は、円筒部２Ａとフランジ部２Ｂからなり、フランジ部２Ｂに、軸方向に貫通するボルト挿通穴２２が形成されている。

図４に示すように、転がり軸受４は、ねじ軸１の軸方向一端部１２の外周面に形成された二列の内輪軌道溝１２ａ，１２ｂと、内輪軌道溝１２ａ，１２ｂと対向する外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂを有する外輪４１と、複数個のボール（第二のボール）４２と、で構成されている。複数個のボール４２は、内輪軌道溝１２ａ，１２ｂと外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂとの間に、転動自在に配置されている。複数個のボール４２は、金属製またはセラミックス製である。

[0047] また、転がり軸受４は、保持器を有さない総ボール軸受である。なお、ボール４２とボール４２の間に、合成樹脂製または金属製のスペーサーボールや合成樹脂製の保持ピースが配置されていてもよい。

また、内輪軌道溝１２ａ，１２ｂおよび外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂの溝断面形状は、ゴシックアーク形状である。転がり軸受４には、オフセット

予圧方式でＤＢ（背面組合せ）構造の予圧が付与されている。つまり、Ｌ１＞Ｌ２となっている。

また、外輪４１は、外輪軌道溝４０１ａが形成されている第一軌道部４１ａと、外輪軌道溝４０１ｂが形成されている第二軌道部４１ｂとからなる。第二軌道部４１ｂの外縁部（第一軌道部４１ａより外側にはみ出す部分）４１ｃに、軸方向に貫通するボルト挿通穴４３が形成されている。第一軌道部４１ａと第二軌道部４１ｂに、外周面から外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂまで貫通する転動体挿入穴４４がそれぞれ形成されている。二つの転動体挿入穴４４がそれぞれ蓋４５で塞がれている。

[0048] 図６に示すように、蓋４５は、軸部４５ａと頭部４５ｂとからなり、軸部４５ａの先端面（蓋部の内面）４５ｃは、外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂの一部をなす凹状に形成されている。図４に示すように、転動体挿入穴４４は、軸部４５ａが嵌まる形状の内側部４４ａと、頭部４５ｂが嵌まる形状の外側部４４ｂとからなる。

蓋４５は、内輪軌道溝１２ａ，１２ｂと外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂとの間にボール４２を入れた後に、Ｃ形止め輪や接着剤を用いて、転動体挿入穴４４から浮き上がらないように固定される。

[0049] ボールねじ装置１０は、直線移動させる部材にナット２を固定し、転がり軸受４の外輪４１をハウジングを介して基台に固定し、ねじ軸１の軸方向一端部１２の小径部１１１にモータを接続して使用される。外輪４１は、第一軌道部４１ａをハウジングの内部に入れ、第二軌道部４１ｂをハウジングの軸方向端面に押し当てて、第二軌道部４１ｂのボルト挿通穴４３を通したボルトによりハウジングに固定される。なお、軸方向他端部１３の小径部１１１には、例えば深溝玉軸受を取り付け、その外輪をハウジングを介して基台に固定する。

[0050] 第１実施形態のボールねじ装置１０によれば、予圧が付与された転がり軸受４がボールねじと一体になっているため、予め要求に応じた予圧を付与しておくことで、客先で工作機械などに組み付ける時に予圧調整をする必要が

ない。

予圧の付与を客先で行う場合は、組立精度の誤差が大きくなって回転精度が低下するおそれがある。これに対して、第１実施形態のボールねじ装置１０によれば、客先で工作機械などに組み付ける時に予圧調整をする必要がないことで、予圧調整に伴う回転精度の低下を心配する必要がなくなる。

[0051] また、ボールねじ装置１０は、複数個のボール４２を金属製またはセラミックス製としているため、転がり軸受４の耐久性が高い。

また、外輪４１に転動体挿入穴４４が形成されているため、ボール４２が、外輪４１の外周面側から、内輪軌道溝１２ａ，１２ｂと外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂとの間に、簡単に挿入できる。そのため、外輪４１をねじ軸１の軸方向一端部１２に通して、外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂを内輪軌道溝１２ａ，１２ｂと対向させた後に、ボール４２を両軌道溝間に配置できる。

[0052] よって、ボール４２を組み込んだ状態の外輪４１をねじ軸１の軸方向一端部１２に通す必要があるボールねじ装置と比較して、転がり軸受の組立の手間が軽減できる。また、内輪軌道溝１２ａ，１２ｂおよび外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂを変えずに、使用するボール４２の直径を変えることで、転がり軸受４のアキシアル方向およびラジアル方向の負荷容量を変えることもできる。

また、蓋の先端面４５ｃが、外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂの一部をなす凹状に形成されているため、転がり軸受４としての機能に支障を来さない。

[0053] ［第２実施形態］

図７に示すように、第２実施形態のボールねじ装置１０Ａでは、転がり軸受４Ａには、オフセット予圧方式でＤＦ（正面組合せ）構造の予圧が付与されている。つまり、図４でＬ１＜Ｌ２となっている。これ以外の点は第１実施形態のボールねじ装置１０と同じである。

［第３実施形態］

図８に示すように、第３実施形態のボールねじ装置１０Ｂでは、単列の転がり軸受４Ｂを使用し、例えばオーバーサイズボール方式により、予め要求

に応じた予圧を付与してある。これ以外の点は第１実施形態のボールねじ装置１０と同じである。

[0054] ［第４実施形態］

図９に示すように、第４実施形態のボールねじ装置１０Ｃでは、単列の転がり軸受４Ｃを使用し、例えばオーバーサイズボール方式により、予め要求に応じた予圧を付与してある。また、小径部１１１を設けていない。これ以外の点は第１実施形態のボールねじ装置１０と同じである。

［第５実施形態］

図１０に示すように、第５実施形態のボールねじ装置１０Ｄでは、単列の転がり軸受４Ｄを使用し、例えばオーバーサイズボール方式により、予め要求に応じた予圧を付与してある。また、小径部１１１を設けず、軸方向一端部１２の外周面の螺旋溝１１が形成されている部分に、内輪軌道溝１２ａを設けている。これ以外の点は第１実施形態のボールねじ装置１０と同じである。

[0055] ［第６実施形態］

図１１に示すように、第６実施形態のボールねじ装置１０Ｅでは、転がり軸受４Ｅの外輪４１Ｅが、二列の外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂの間で分割された二つの分割体４１１，４１２からなり、二つの分割体４１１，４１２の間に間座４１３が配置されている。間座４１３により二つの分割体４１１，４１２の間を広げる力が生じることで、転がり軸受４Ｅに予圧が付与されている。これ以外の点は第１実施形態のボールねじ装置１０と同じである。

［第７実施形態］

図１２に示すように、第７実施形態のボールねじ装置１０Ｆでは、転がり軸受４Ｆのボール４２の直径を、外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂおよび内輪軌道溝１２ａ，１２ｂで形成される溝直角断面の対向する円弧間距離より大きくしている。これにより、転がり軸受４Ｅは、オーバーサイズボール方式で予圧が付与されている。これ以外の点は第１実施形態のボールねじ装置１０と同じである。

[0056] ［第８実施形態］

図１３に示すように、第８実施形態のボールねじ装置１０Ｇでは、転がり軸受４Ｇの外輪４１Ｇの外周面が球面状になっている。これにより、外輪４１Ｇに、ハウジングに対する調芯性を持たせている。これ以外の点は第１実施形態のボールねじ装置１０と同じである。

ボールねじの取付誤差としては、具体的には、図１４（ａ）に示す傾き誤差や図１４（ｂ）に示す芯違い誤差がある。傾き誤差によりモーメント荷重が発生し、芯違い誤差によりラジアル荷重が発生する。外輪４１Ｇが調芯性を有することにより、ボールねじ装置１０の使用時に、このようなボールねじの取付誤差に伴って発生するモーメント荷重やラジアル荷重が吸収できる。

よって、第８実施形態のボールねじ装置１０Ｇによれば、第１実施形態のボールねじ装置１０が有する効果に加えて、耐久性、トルク特性、および送り精度の向上効果が得られる。

[0057] ［第９実施形態］

図１５に示すように、第９実施形態のボールねじ装置１０Ｈでは、転がり軸受４Ｈの外輪４１Ｈが、二列の外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂの間で分割された二つの分割体４１１，４１２からなる。また、外輪４１Ｈは、二つの分割体４１１，４１２を結合する周り止め部品６を有する。

第一の分割体４１１は、ハウジング５の内周面５１に嵌まる外周面４１１ａを有する。第二の分割体４１２は、外径が第一の分割体４１１より大きい大径部４１４と、外径が第一の分割体４１１と同じ小径部４１５と、からなる。小径部４１５は、ハウジング５の内周面５１に嵌まる外周面４１５ａを有する。

図１６に示すように、周り止め部品６は、一部が切れた環状部材であって、内周面の幅方向中央部に周溝６１を有する。周り止め部品６の材質としては、炭素鋼、ステンレス鋼、ベリリウム銅、インコネルなどが挙げられる。また、ハウジングと外輪との間にフレッチングが発生しない場合は、ＰＯＭ

などの合成樹脂も使用できる。

[0058] 図１７に示すように、第一の分割体４１１は、第二の分割体４１２と接触する軸方向端面４１１ｂの外周部全体に、外周面４１１ａまで至る切欠き部（溝）４１１ｃを有する。また、切欠き部４１１ｃの軸方向端面４１１ｂ側に、径方向外側に突出する凸部４１１ｄが形成されている。これにより、第一の分割体４１１がハウジング５の内周面５１に嵌まった状態で、内周面５１と切欠き部４１１ｃとで溝５４が形成される。

第二の分割体４１２は、第一の分割体４１１と接触する軸方向端面４１２ｂの外周部全体に、小径部４１５の外周面４１５ａまで至る切欠き部（溝）４１２ｃを有する。また、切欠き部４１２ｃの軸方向端面４１２ｂ側に、径方向外側に突出する凸部４１２ｄが形成されている。これにより、第二の分割体４１２の小径部４１５がハウジング５の内周面５１に嵌まった状態で、内周面５１と切欠き部４１２ｃとで溝５５が形成される。

[0059] さらに、第二の分割体４１２は、大径部４１４の小径部４１５側の軸方向端面４１４ｂと、小径部４１５の外周面４１５ａと、からなる角部に、逃げ溝４１６を有する。

第一の分割体４１１の凸部４１１ｄと第二の分割体４１２の凸部４１２ｄは同じ寸法に形成され、これらの幅の合計値は、周り止め部品６の周溝６１の幅より少し大きい。よって、第一の分割体４１１と第二の分割体４１２の軸方向端面４１１ｂ，４１２ｂ同士を接触させ、周り止め部品６を開いて、周溝６１を凸部４１１ｄ，４１２ｄに嵌めることで、周り止め部品６により、二つの分割体４１１，４１２が径方向および軸方向の両方向で拘束される。

[0060] また、転がり軸受４Ｈには、オフセット予圧方式でＤＦ（正面組合せ）構造の予圧が付与されている。

上記以外の点は第１実施形態のボールねじ装置１０と同じである。

ボールねじ装置１０Ｈの使用時には、図１５に示すように、周り止め部品６により二つの分割体４１１，４１２が結合された外輪４１Ｈの第一の分割

体４１１および第二の分割体４１２の小径部４１５を、基台７に固定されたハウジング５の内周面５１に嵌め入れ、軸方向端面４１１ｂとは反対側の軸方向端面４１１ｅをハウジング５の段差面５３に押し当てる。

[0061] また、第二の分割体４１２の軸方向端面４１２ｂをハウジング５の軸方向端面５２に向けて、第二の分割体４１２の外縁部に設けたボルト挿通穴を通したボルトにより、外輪４１Ｈをハウジング５に固定する。

なお、軸方向他端部１３の小径部１１１には、例えば深溝玉軸受を取り付け、その外輪をハウジングを介して基台７に固定する。

この実施形態のボールねじ装置１０Ｈでは、周り止め部品６により、二つの分割体４１１，４１２が径方向および軸方向の両方向で拘束されているため、ハウジング５への取り付け状態で、外輪４１Ｈの第二の分割体４１２の軸方向端面４１４ｂとハウジング５の軸方向端面５２との間に隙間が生じていても、問題ない。

[0062] また、第二の分割体４１２の小径部４１５の外周面４１５ａがハウジング５の内周面５１に嵌まることと、ハウジング５の内周面５１と軸方向端面５２との角部が逃げ溝４１６内に配置されることにより、外輪４１Ｈの芯出し作業を容易に行うことができる。

なお、この実施形態のボールねじ装置１０Ｈでは、第一の分割体４１１の凸部４１１ｄと第二の分割体４１２の凸部４１２ｄの幅の合計値を、周り止め部品６の周溝６１の幅より少し大きくしているが、周り止め部品６の周溝６１の幅と同じかそれより少し小さくしてもよい。

そして、この幅の合計値が周溝６１の幅より小さい場合、上述のボルトによる外輪４１Ｈのハウジング５への固定時に、ボルトを強く締めつけることで、周溝６１内で凸部４１１ｄ，４１２ｄがハウジング５の段差面５３側に移動するため、第二の分割体４１２の軸方向端面４１４ｂをハウジング５の軸方向端面５２に密着させることができる。

[0063] ［第１０実施形態］

図１８に示すように、第１０実施形態のボールねじ装置１０Ｑは、ねじ軸

１Ｑ、ナット２、およびボール（第一のボール）３を備えたボールねじと、転がり軸受４Ｑの外輪４１Ｑを有する。

ねじ軸１Ｑは、外周面に螺旋溝１１が形成されている螺旋溝形成部１５と、転がり軸受４の内輪軌道溝が形成されている軌道溝形成部１６と、これらの間のねじ切り上げ部１７と、モータ接続端部１８に分けられる。軌道溝形成部１６は外輪４１Ｑで覆われている。モータ接続端部１８は、軌道溝形成部１６のねじ切り上げ部１７とは反対側に連続している軸方向端部である。

[0064] 螺旋溝形成部１５、軌道溝形成部１６、ねじ切り上げ部１７、およびモータ接続端部１８の全てで、外周面をなす円の直径は同じである。つまり、ねじ軸１Ｑの外周面の外径は、面取り部を除き、軸方向全体で同じである。ねじ軸１Ｑの両端部に段付き加工が施されていない。ねじ軸１Ｑは、図１のねじ軸１のような小径部１１１を有さない。

また、ねじ軸１Ｑは、軸方向における図１８にＡで示す範囲、すなわち、螺旋溝形成部１５の切り上げ部１７とは反対側の端部１５ａから、軌道溝形成部１６のモータ接続端部１８との境界位置までの範囲で、表面の残留オーステナイト量γ_{RS}［体積％］が下記の式(1)を満たすように熱処理されている。モータ接続端部１８には高周波焼入れ焼戻しが施されている。

[0065] [数11]

$$\gamma_{RS}=\frac{\alpha_S+1.14}{0.238} \quad \cdots (1)$$

[0066] （式中、α_Sは、ボールねじ装置の要求寿命に対するねじ軸の螺旋溝の寿命比であって、$\alpha_S>1$である。）

具体的には、ねじ軸１Ｑの材料として高炭素軸受鋼を用い、範囲Ａの部分に対しては高周波熱処理を施すことで、範囲Ａの部分では表面の残留オーステナイト量γ_{RS}［体積％］が式(1)を満たすものとなっている。

また、ナット２の材料は肌焼鋼であり、浸炭窒化処理されている。ボール３の材料は軸受鋼であり、ずぶ焼がなされている。ねじ軸１、ナット２、ボール３の各残留オーステナイト量γ_Rは「$\gamma_{RS}>\gamma_{RN}>\gamma_{RB}$」を満たしている。

図１８に示すように、ナット２の内周面に螺旋溝２１が形成されている。また、ナット２は、円筒部２Ａとフランジ部２Ｂからなり、軸方向に貫通するボルト挿通穴がフランジ部２Ｂに形成されている。

[0067] 図１９に示すように、転がり軸受４Ｑは、ねじ軸１Ｑの軌道溝形成部１６に形成された九列の内輪軌道溝１６ａ～１６ｉと、内輪軌道溝１６ａ～１６ｉと対向する外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉを有する外輪４１Ｑと、複数個のボール（第二のボール）４２と、一対のシール４６と、で構成されている。複数個のボール４２は、対向する内輪軌道溝１６ａ～１６ｉおよび外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉの間に、転動自在に配置されている。各シール４６は、ねじ軸１のねじ切り上げ部１７と、モータ接続端部１８に近い軌道溝形成部１６側に接触している。

[0068] 図１９および図２０に示すように、外輪４１Ｑは円筒部４１７とフランジ部４１８とからなる。円筒部４１７に外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉが形成されている。フランジ部４１８に、軸方向に貫通するボルト挿通穴４３が形成されている。また、円筒部４１７に、外周面から各外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉまで貫通する転動体挿入穴４４がそれぞれ形成されている。外輪４１Ｑの九個の転動体挿入穴４４は、軸方向における隣同士のものが円筒部４１７の９０°ずれた位置に形成されている。各転動体挿入穴４４がそれぞれ蓋４７で塞がれている。

[0069] 図２１に示すように、蓋４７は、軸部４７ａと頭部４７ｂとからなり、軸部４７ａの先端面（蓋部の内面）４７ｃは、外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉの一部をなす凹状に形成されている。頭部４７ｂには、ボルト挿通穴４７ｄと座ぐり部４７ｅが形成されている。頭部４７ｂをなす長円の長手方向を示す直線Ｌｃは、外輪４１Ｑの軸方向に垂直な直線Ｌｔに対して傾いている。図２１（ａ）のＡ－Ａ断面が図１９に見えている。

図１９に示すように、外輪４１Ｑの転動体挿入穴４４は、蓋４７の軸部４７ａが嵌まる形状の内側部４４ａと、頭部４７ｂが嵌まる形状の外側部４４ｂとからなる。また、転動体挿入穴４４の内側部４４ａと外側部４４ｂとの

境界面４４ｃには、蓋４７の各ボルト挿通穴４７ｄに対応する位置に雌ねじが形成されている。

[0070] 図１９に示すように、各転動体挿入穴４４から、内輪軌道溝１６ａ～１６ｉと外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉとからなる各軌道にボール４２を入れた後に、各転動体挿入穴４４に蓋４７を嵌める。その後、図２０に示すように、ボルト挿通穴４７ｄにボルト４９を入れて外輪４１Ｑの雌ねじに螺合することで、蓋４７が転動体挿入穴４４から浮き上がらないように固定する。

転がり軸受４Ｑは、保持器を有さない総ボール軸受であってもよいし、ボール４２とボール４２の間に、合成樹脂製または金属製のスペーサーボールや合成樹脂製の保持ピースが配置されていてもよい。

[0071] また、図１９に示すように、転がり軸受４Ｑのモータ接続端部１８側の二つの軌道（外輪軌道溝４０１ａ，４０１Ｂと内輪軌道溝１６ａ，１６ｂとによる各軌道）間には、オフセット予圧方式でＤＢ（背面組合せ）構造の予圧が付与されている。つまり、最もモータ接続端部１８側の軌道（外輪軌道溝４０１ａと内輪軌道溝１６ａとによる軌道）は、予圧付与のための軌道であり、これ以外の軌道（荷重負担用の複数列の軌道）とは反対向きの接触角を有する。

[0072] そして、ボールねじ装置１０Ｑは、直線移動させる部材にナット２を固定し、転がり軸受４Ｑの外輪４１Ｑをハウジングを介して基台に固定し、ねじ軸１Ｑのモータ接続端部（軸方向一端部）１８にモータを接続して使用される。外輪４１Ｑは、円筒部４１７をハウジングの内部に入れ、フランジ部４１８をハウジングの軸方向端面に押し当てて、フランジ部４１８のボルト挿通穴４３を通したボルトによりハウジングに固定される。

螺旋溝形成部１５の端部１５ａには、例えば深溝玉軸受を取り付け、その外輪をハウジングを介して基台に固定する。

[0073] 第１０実施形態のボールねじ装置１０Ｑによれば、予圧が付与された転がり軸受４Ｑがボールねじと一体になっているため、予め要求に応じた予圧を付与しておくことで、客先で工作機械などに組み付ける時に予圧調整をする

必要がない。

予圧の付与を客先で行う場合は、組立精度の誤差が大きくなって回転精度が低下するおそれがある。これに対して、第１０実施形態のボールねじ装置１０Ｑによれば、客先で工作機械などに組み付ける時に予圧調整をする必要がないことで、予圧調整に伴う回転精度の低下を心配する必要がなくなる。ロックナットを使用してねじ軸に転がり軸受の内輪を取り付ける場合と比較して、ロックナットを使用しないことでモータ取付部の振れ回りを抑制できる効果も得られる。そのため、客先で機械に取り付ける際に、振れの調整が不要になるか容易になる。

[0074] また、外輪４１Ｑに転動体挿入穴４４が形成されているため、ボール４２が、外輪４１Ｑの外周面側から、内輪軌道溝１６ａ～１６ｉと外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉとの間に、簡単に挿入できる。そのため、外輪４１Ｑをねじ軸１Ｑの軸方向一端部１２に通して、外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉを内輪軌道溝１６ａ～１６ｉと対向させた後に、ボール４２を両軌道溝間に配置できる。

よって、ボール４２を組み込んだ状態の外輪４１Ｑをねじ軸１Ｑの軸方向一端部であるモータ接続端部１８に通す必要があるボールねじ装置と比較して、転がり軸受の組立の手間が軽減できる。また、内輪軌道溝１６ａ～１６ｉおよび外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉを変えずに、使用するボール４２の直径を変えることで、転がり軸受４のアキシアル方向およびラジアル方向の負荷容量を変えることもできる。

[0075] また、蓋４７の先端面４７ｃが、外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉの一部をなす凹状に形成されているため、転がり軸受４としての機能に支障を来さない。

また、第１０実施形態のボールねじ装置１０Ｑは、軌道を九列有する転がり軸受４Ｑを有するが、九列の内輪軌道溝１６ａ～１６ｉをねじ軸１Ｑに形成し、九列の外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉを一つの外輪４１Ｑに形成している。これにより、九つの転がり軸受を別部品としてボールねじに組み込む

場合と比較して、部品数が少なくなっている。部品の表面は必ずしも均一でなく、接触によってミクロな変形が生じる。そのため、ボールねじ装置１０Ｑによれば、部品間の接触が少なくなる分だけ、変形が少なくなって剛性が向上する。

[0076] また、ボールねじ装置１０Ｑの使用時に、ねじ軸１の軌道溝形成部１６に対して、図１８および図１９で右向きの大きな荷重がかかる場合、転がり軸受４Ｑに軸方向で不均一な荷重（軸方向でナット２に近い側に対してナット２から遠い側よりも大きな荷重）が付与される。この場合、転がり軸受４Ｑは、九列の軌道のうちの最もモータ接続端部１８側の予圧付与用軌道以外の八列で荷重を負担するため、一列あたりの荷重が小さくなる。よって、転がり軸受４Ｑの最も大きな荷重がかかるフランジ部４１８側の軌道に存在するボール４２が、早期に損傷することが防止できる。

[0077] また、九列の転動体挿入穴４４が外輪４１Ｑの周方向に均等に配置されているため、軸方向荷重が加わった時の軸に垂直な面内での外輪４１Ｑの変形を均一化することができる。これにより、外輪４１Ｑの寿命が長くなる。

このように、ボールねじ装置のねじ軸の軌道溝形成部に対して軸方向で不均一な大きな荷重がかかる場合、転がり軸受の軌道の数を三列以上とし、三列以上の軌道のうちの一列（前記荷重の作用点から遠い側）を予圧付与用の軌道とし、他の複数列（前記荷重の作用点に近い側）を荷重負担用の軌道として一列当たりの荷重を軽くすることが好ましい。

[0078] また、ねじ軸１Ｑの外周面の外径が面取り部を除き軸方向全体で同じであり、ねじ軸１Ｑに段付き加工が施されていない。これに伴い、螺旋溝形成部１５の端部１５ａおよびモータ接続端部１８に応力集中が生じないことから、段付き加工が施されているねじ軸と比較して、螺旋溝形成部１５の端部１５ａおよびモータ接続端部１８のねじりや曲げに対する剛性が向上するため、耐久性が向上する。

また、ねじ軸１Ｑの外周面の外径が螺旋溝形成部１５と軌道溝形成部１６とで同じであるため、ねじ軸１Ｑの外周面の外径が螺旋溝形成部１５と軌道

溝形成部１６とで外径が異なる場合と比較して、応力集中が回避されるため耐久性が向上するとともに、加工コストが低減する。

[0079] また、螺旋溝形成部１５の端部１５ａおよびモータ接続端部１８に段付き加工時の残留応力が存在しないことから、これらの端部に変形が生じないため、これらの端部の振れ精度が良好になる。段付き加工を行わないことで加工コストが低減できる。

さらに、第１０実施形態のボールねじ装置１０Ｑでは、ねじ軸１Ｑの軸方向における範囲Ａで、つまり、螺旋溝形成部１５、軌道溝形成部１６、およびねじ切り上げ部１７の全てにおいて、表面の残留オーステナイト量γ_{RS}［体積％］が式(1)を満たすため、ボールねじ部および軸受部の両方の耐久性が高くなる。

なお、ねじ切り上げ部１７にはシール４６のリップ部が接触して摺動するが、ねじ切り上げ部１７の残留オーステナイト量γ_{RS}［体積％］が式(1) を満たすことで、ねじ切り上げ部１７のシール４６による摩耗が低減できる。

[0080] ［第１１実施形態］

図２２に示すように、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊは、ねじ軸１Ｊ、ナット２、およびボール（第一のボール）３を備えたボールねじと、転がり軸受４Ｊの外輪４１Ｊを有する。

ねじ軸１Ｊは、外周面に螺旋溝１１が形成されている螺旋溝形成部１５と、転がり軸受４の内輪軌道溝が形成されている軌道溝形成部１６と、これらの間のねじ切り上げ部１７と、モータ接続端部１８に分けられる。軌道溝形成部１６は外輪４１Ｊで覆われている。モータ接続端部１８は、軌道溝形成部１６のねじ切り上げ部１７とは反対側に連続している軸方向端部である。

螺旋溝形成部１５、軌道溝形成部１６、およびねじ切り上げ部１７では、外周面をなす円の直径が同じである。モータ接続端部１８の直径は軌道溝形成部１６の外径より小さい。つまり、モータ接続端部１８は小径部となっている。

図２２に示すように、ナット２の内周面に螺旋溝２１が形成されている。

また、ナット２は、円筒部２Ａとフランジ部２Ｂからなり、軸方向に貫通するボルト挿通穴がフランジ部２Ｂに形成されている。

[0081] 図２３に示すように、転がり軸受４Ｊは、ねじ軸１Ｊの軌道溝形成部１６に形成された九列の内輪軌道溝１６ａ～１６ｉと、内輪軌道溝１６ａ～１６ｉと対向する外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉを有する外輪４１Ｊと、複数個のボール（第二のボール）４２と、一対のシール４６と、で構成されている。複数個のボール４２は、対向する内輪軌道溝１６ａ～１６ｉおよび外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉの間に、転動自在に配置されている。複数個のボール４２は、金属製またはセラミックス製である。各シール４６は、ねじ軸１のねじ切り上げ部１７と、モータ接続端部１８に近い軌道溝形成部１６側に接触している。

[0082] 図２３および図２４に示すように、外輪４１Ｊは円筒部４１７とフランジ部４１８とからなる。円筒部４１７に外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉが形成されている。フランジ部４１８に、軸方向に貫通するボルト挿通穴４３が形成されている。また、円筒部４１７に、外周面から各外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉまで貫通する転動体挿入穴４４がそれぞれ形成されている。外輪４１Ｊの九個の転動体挿入穴４４は、軸方向における隣同士のものが円筒部４１７の９０°ずれた位置に形成されている。各転動体挿入穴４４がそれぞれ蓋４７で塞がれている。

[0083] 図２１に示すように、蓋４７は、軸部４７ａと頭部４７ｂとからなり、軸部４７ａの先端面（蓋部の内面）４７ｃは、外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉの一部をなす凹状に形成されている。頭部４７ｂには、ボルト挿通穴４７ｄと座ぐり部４７ｅが形成されている。頭部４７ｂをなす長円の長手方向を示す直線Ｌｃは、外輪４１Ｊの軸方向に垂直な直線Ｌｔに対して傾いている。図２１（ａ）のＡ－Ａ断面が図２３に見えている。

図２３に示すように、外輪４１Ｊの転動体挿入穴４４は、蓋４７の軸部４７ａが嵌まる形状の内側部４４ａと、頭部４７ｂが嵌まる形状の外側部４４ｂとからなる。また、転動体挿入穴４４の内側部４４ａと外側部４４ｂとの

境界面４４ｃには、各ボルト挿通穴４７ｄに対応する位置に雌ねじが形成されている。

[0084] 図２３に示すように、各転動体挿入穴４４から、内輪軌道溝１６ａ～１６ｉと外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉとからなる各軌道にボール４２を入れた後に、各転動体挿入穴４４に蓋４７を嵌める。その後、図２４に示すように、ボルト挿通穴４７ｄにボルト４９を入れて外輪４１Ｊの雌ねじに螺合することで、蓋４７が転動体挿入穴４４から浮き上がらないように固定する。

転がり軸受４Ｊは、保持器を有さない総ボール軸受であってもよいし、ボール４２とボール４２の間に、合成樹脂製または金属製のスペーサーボールや合成樹脂製の保持ピースが配置されていてもよい。

[0085] また、図２３に示すように、転がり軸受４Ｊのモータ接続端部１８側の二つの軌道（外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂと内輪軌道溝１６ａ，１６ｂとによる各軌道）間では、内輪軌道溝よりも外輪軌道溝で、隣り合う溝底間の距離が大きい。他の軌道間では内輪軌道溝と外輪軌道溝で、隣り合う溝底間の距離が同じである。これにより、転がり軸受４Ｊには、オフセット予圧方式でＤＢ（背面組合せ）構造の予圧が付与されている。つまり、最もモータ接続端部１８側の軌道（外輪軌道溝４０１ａと内輪軌道溝１６ａとによる軌道）は、予圧付与のための軌道であり、これ以外の軌道（荷重負担用の複数列の軌道）とは反対向きの接触角を有する。

[0086] ボールねじ装置１０Ｊは、例えば、ナット２を電動射出成形機の型締めユニットのプラテンに固定し、転がり軸受４Ｊの外輪４１Ｊをハウジングを介して基台に固定し、ねじ軸１Ｊのモータ接続端部（軸方向一端部）１８にモータを接続して使用される。外輪４１Ｊは、円筒部４１７をハウジングの内部に入れ、フランジ部４１８をハウジングの軸方向端面に押し当てて、フランジ部４１８のボルト挿通穴４３を通したボルトによりハウジングに固定される。

[0087] 第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊによれば、予圧が付与された転がり軸受４Ｊがボールねじと一体になっているため、予め要求に応じた予圧を

付与しておくことで、客先で工作機械などに組み付ける時に予圧調整をする必要がない。

予圧の付与を客先で行う場合は、組立精度の誤差が大きくなって回転精度が低下するおそれがある。これに対して、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊによれば、客先で工作機械などに組み付ける時に予圧調整をする必要がないことで、予圧調整に伴う回転精度の低下を心配する必要がなくなる。ロックナットを使用してねじ軸に転がり軸受の内輪を取り付ける場合と比較して、ロックナットを使用しないことでモータ取付部の振れ回りを抑制できる効果も得られる。そのため、客先で機械に取り付ける際に、振れの調整が不要になるか容易になる。

[0088] また、外輪４１Ｊに転動体挿入穴４４が形成されているため、ボール４２が、外輪４１Ｊの外周面側から、内輪軌道溝１６ａ～１６ｉと外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉとの間に、簡単に挿入できる。そのため、外輪４１Ｊをねじ軸１Ｊの軸方向一端部１２に通して、外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉを内輪軌道溝１６ａ～１６ｉと対向させた後に、ボール４２を両軌道溝間に配置できる。

よって、ボール４２を組み込んだ状態の外輪４１Ｊをねじ軸１Ｊの軸方向一端部であるモータ接続端部１８に通す必要があるボールねじ装置と比較して、転がり軸受の組立の手間が軽減できる。また、内輪軌道溝１６ａ～１６ｉおよび外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉを変えずに、使用するボール４２の直径を変えることで、転がり軸受４のアキシアル方向およびラジアル方向の負荷容量を変えることもできる。

[0089] また、蓋４７の先端面４７ｃが、外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉの一部をなす凹状に形成されているため、転がり軸受４としての機能に支障を来さない。

また、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊは、軌道を九列有する転がり軸受４Ｊを有するが、九列の内輪軌道溝１６ａ～１６ｉをねじ軸１Ｊに形成し、九列の外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉを一つの外輪４１Ｊに形成して

いる。これにより、九つの転がり軸受を別部品としてボールねじに組み込む場合と比較して、部品数が少なくなっている。部品の表面は必ずしも均一でなく、接触によってミクロな変形が生じる。そのため、ボールねじ装置１０Ｊによれば、部品間の接触が少なくなる分だけ、変形が少なくなって剛性が向上する。

[0090] また、ねじ軸１Ｊの外周面の外径が螺旋溝形成部１５と軌道溝形成部１６とで同じであるため、ねじ軸１Ｊの外周面の外径が螺旋溝形成部１５と軌道溝形成部１６とで外径が異なる場合と比較して、応力集中が回避されるため耐久性が向上するとともに、加工コストが低減する。

また、ナット２が上記プラテンに固定されている場合、ボールねじ装置１０Ｊの使用時に、ねじ軸１の軌道溝形成部１６に対して、図２２および図２３に矢印Ｐで示す向きの大きな荷重がかかり、転がり軸受４Ｊに軸方向で不均一な荷重（軸方向でナット２に近い側に対してナット２から遠い側よりも大きな荷重）が付与される。

[0091] これに対して、転がり軸受４Ｊは、九列の軌道を有し、最もモータ接続端部１８側の予圧付与用軌道以外の八列で荷重を負担するため、一列あたりの荷重が小さくなる。これにより、転がり軸受４Ｊの最も大きな荷重がかかるフランジ部４１８側の軌道に存在するボール４２が、早期に損傷することが防止できる。また、九列の転動体挿入穴４４が外輪４１Ｊの周方向に均等に配置されているため、軸方向荷重が加わった時の軸に垂直な面内での外輪４１Ｊの変形を均一化することができる。これにより、外輪４１Ｊの寿命が長くなる。

以上のことから、この実施形態のボールねじ装置１０Ｊによれば、転がり軸受４Ｊに軸方向で不均一な荷重が付与される用途で使用された場合の転がり軸受４Ｊの寿命を長くすることができる。

[0092] ［第１２実施形態］

図２５は、第１２実施形態のボールねじ装置１０Ｋを構成する転がり軸受４Ｋを示している。第１２実施形態のボールねじ装置１０Ｋは、第１１実施

形態のボールねじ装置１０Ｊの外輪４１Ｊとは異なる外輪４１Ｋを有する。ボールねじ装置１０Ｋのねじ軸１Ｋは、ボールねじ装置１０Ｊのねじ軸１Ｊとは異なる軌道溝形成部１６Ｋを有する。これらの点を除き、第１２実施形態のボールねじ装置１０Ｋは第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同じである。

[0093] 図２５に示すように、転がり軸受４Ｋは九列の軌道を有し、各軌道を形成する内輪軌道溝１６ａ～１６ｉおよび外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉの溝断面形状は、ゴシックアーク形状である。

転がり軸受４Ｋの九列の軌道のうち、フランジ部４１８から最も離れた位置（図２２に示すモータ接続端部１８側）の二つの軌道（外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂと内輪軌道溝１６ａ，１６ｂとによる各軌道）間では、外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂの溝底間距離Ｌ１１が、内輪軌道溝１６ａ，１６ｂの溝底間距離Ｌ２１より大きい。

[0094] また、外輪軌道溝４０１ｂ，４０１ｃの溝底間距離Ｌ１２は内輪軌道溝１６ｂ，１６ｃの溝底間距離Ｌ２２と同じである。外輪軌道溝４０１ｃ，４０１ｄの溝底間距離Ｌ１３は内輪軌道溝１６ｃ，１６ｄの溝底間距離Ｌ２３と同じである。外輪軌道溝４０１ｄ，４０１ｅの溝底間距離Ｌ１４は内輪軌道溝１６ｄ，１６ｅの溝底間距離Ｌ２４と同じである。外輪軌道溝４０１ｅ，４０１ｆの溝底間距離Ｌ１５は内輪軌道溝１６ｅ，１６ｆの溝底間距離Ｌ２５と同じである。

[0095] 外輪軌道溝４０１ｆ，４０１ｇの溝底間距離Ｌ１６は内輪軌道溝１６ｆ，１６ｇの溝底間距離Ｌ２６と同じである。外輪軌道溝４０１ｇ，４０１ｈの溝底間距離Ｌ１７は内輪軌道溝１６ｇ，１６ｈの溝底間距離Ｌ２７と同じである。外輪軌道溝４０１ｄ，４０１ｅの溝底間距離Ｌ１４は内輪軌道溝１６ｄ，１６ｅの溝底間距離Ｌ２４と同じである。

そして、九列の軌道のうち、最もフランジ部４１８に近い二つの軌道（外輪軌道溝４０１ｈ，４０１ｉと内輪軌道溝１６ｈ，１６ｉとによる各軌道）間では、外輪軌道溝４０１ｈ，４０１ｉの溝底間距離Ｌ１８が、内輪軌道溝

１６ｈ，１６ｉの溝底間距離Ｌ２８より小さい。これにより、予圧量が、九列の軌道のうちフランジ部４１８に最も近い軌道（外輪軌道溝４０１ｉと内輪軌道溝１６ｉとによる軌道）で、他の八つの軌道より小さくなっている。

[0096] 転がり軸受４Ｋは、上述の点を除いて第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊを構成する転がり軸受４Ｊと同じである。

このボールねじ装置１０Ｋも、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同様に、例えば、ナット２を電動射出成形機の型締めユニットのプラテンに固定し、転がり軸受４Ｋの外輪４１Ｋをハウジングを介して基台に固定し、ねじ軸１Ｋのモータ接続端部（軸方向一端部）１８にモータを接続して使用される。外輪４１Ｋは、円筒部４１７をハウジングの内部に入れ、フランジ部４１８をハウジングの軸方向端面に押し当てて、フランジ部４１８のボルト挿通穴４３を通したボルトによりハウジングに固定される。

[0097] この使用状態では、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同様に、ねじ軸１の軌道溝形成部１６Ｋに図２５に矢印Ｐで示す向きの荷重がかかり、転がり軸受４Ｋに軸方向で不均一な荷重（軸方向でナット２に近いフランジ部側に対してナット２から遠い反フランジ部側よりも大きな荷重）が付与される。

これに伴い、フランジ部４１８に近い側の軌道でフランジ部４１８から遠い側の軌道より変形が大きくなる。つまり、予圧量を軸方向で全て同じにした場合には、転がり軸受の軸方向での変形量が不均一になる。これに対して、第１２実施形態のボールねじ装置１０Ｋでは、予圧量が、九列の軌道のうちフランジ部４１８に最も近い軌道で他の八つの軌道より小さくなっているため、転がり軸受４Ｋの軸方向での変形量が均一化される。

また、第１２実施形態のボールねじ装置１０Ｋは、上記効果以外にも、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同じ構成を有することで、その構成によりボールねじ装置１０Ｊが得られる効果と同じ効果を奏する。

[0098] ［第１３実施形態］

図２６は、第１３実施形態のボールねじ装置１０Ｌを構成する転がり軸受

４Ｌを示している。第１３実施形態のボールねじ装置１０Ｌは、転がり軸受４Ｌの部分を除いて第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同じである。第１３実施形態のボールねじ装置１０Ｌを構成する転がり軸受４Ｌは、以下の点を除いて、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊを構成する転がり軸受４Ｊと同じである。

[0099] 図２６に示すように、転がり軸受４Ｌでは、転がり軸受４Ｊと同様に、ねじ軸１Ｌの軌道溝形成部１６Ｌに九列の内輪軌道溝１６ａ～１６ｉが形成され、外輪４１Ｋに九列の外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉが形成されている。転がり軸受４Ｊでは全ての軌道溝が同じ形状および同じ寸法であり、同じ寸法のボール４２が配置されている。

これに対して、転がり軸受４Ｌでは、フランジ部４１８に最も近い軌道（内輪軌道溝１６ｉと外輪軌道溝４０１ｉとで形成される軌道）とそれ以外の軌道とで、軌道溝の寸法が異なる。具体的には、フランジ部４１８に最も近い軌道でそれ以外の軌道よりも軌道溝が大きく形成されている。つまり、内輪軌道溝１６ｉの幅（軸方向の寸法）および深さは、内輪軌道溝１６ａ～１６ｈの幅および深さより大きい。外輪軌道溝４０１ｉの幅（軸方向の寸法）および深さは、外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｈの幅および深さより大きい。

[0100] そして、フランジ部４１８に最も近い軌道に配置されるボール４２ａの直径が、それ以外の軌道に配置されるボール４２の直径より大きい。

また、フランジ部４１８に最も近い軌道に形成された転動体挿入穴４４を塞ぐ蓋４７ａの先端面４７ｃは、他より寸法の大きな外輪軌道溝４０１ｉの一部をなす凹状であり、他の蓋４７とは異なる寸法で形成されている。

このボールねじ装置１０Ｋを、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同様の使用状態とした場合、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同様に、フランジ部４１８側（荷重作用点に近い側）の軌道でフランジ部４１８とは反対側（遠い側）の軌道より変形が大きくなる。

[0101] これに対して、第１３実施形態のボールねじ装置１０Ｌでは、フランジ部４１８に最も近い軌道の寸法を他よりも大きくして、ボール４２ａの直径を

他の軌道のボール４２よりも大きくしているため、最も大きな荷重を受ける軌道の負荷容量が他の軌道よりも大きくなっている。つまり、最も大きな荷重を受ける軌道の寿命を長くする対策が施されているため、ボール４２ａ転がり軸受４Ｌの全体としての寿命が長くなる。

また、第１３実施形態のボールねじ装置１０Ｌは、上記効果以外にも、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同じ構成を有することで、その構成によりボールねじ装置１０Ｊが得られる効果と同じ効果を奏する。

[0102] ［第１４実施形態］

図２７は、第１４実施形態のボールねじ装置１０Ｍを構成する転がり軸受４Ｍを示している。第１４実施形態のボールねじ装置１０Ｍは、転がり軸受４Ｍの部分を除いて第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同じである。第１４実施形態のボールねじ装置１０Ｍを構成する転がり軸受４Ｍは、以下の点を除いて、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊを構成する転がり軸受４Ｊと同じである。

転がり軸受４Ｊの外輪４１Ｊではフランジ部４１８をナット２に最も近い位置に設けているが、転がり軸受４Ｍの外輪４１Ｍでは、フランジ部４１８をナット２から最も遠い位置に設けている。

このボールねじ装置１０Ｍを、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同様の使用状態とした場合、ねじ軸１Ｍの軌道溝形成部１６Ｍに図２７に矢印Ｐで示す向きの荷重がかかり、転がり軸受４Ｍに軸方向で不均一な荷重（軸方向でナット２に近い側に対してナット２から遠い側よりも大きな荷重）が付与される。

[0103] これに対して、第１４実施形態のボールねじ装置１０Ｌでは、転がり軸受４Ｍの外輪４１Ｍのフランジ部４１８をナット２から最も遠い位置に設けているため、フランジ部４１８をナット２に最も近い位置に設けている第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと比較して、転がり軸受の軸方向での変形量の不均一性が改善される。

また、第１４実施形態のボールねじ装置１０Ｍは、上記効果以外にも、第

１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同じ構成を有することで、その構成によりボールねじ装置１０Ｊが得られる効果と同じ効果を奏する。

[0104] ［第１０乃至第１４実施形態についての備考］

第１０乃至第１４実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受では、外輪の円筒部（外輪軌道溝が形成されている部分）４１７の軸方向両端部以外に、転動体挿入穴４４を設けていない部分が存在しないため、フランジ部４１８を外輪の円筒部４１７の軸方向端部に設けている。

しかし、外輪の円筒部４１７の軸方向両端部以外の部分（軸方向中央部）に転動体挿入穴４４が存在しないように、転動体挿入穴４４の配置を変えて、この部分にフランジを設けてもよい。この場合、外輪のフランジが形成されている部分の内周面にも外輪軌道溝が存在する。そして、このように外輪の軸方向中央部にフランジが配置された場合も、フランジ部４１８をナット２に最も近い位置に設けている第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと比較して、転がり軸受の軸方向での変形量の不均一性が改善される。

[0105] 第１０乃至第１４実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受では、九列の軌道のうちの荷重作用点から最も離れた二つの軌道間で、外輪軌道溝４０１ａ，４０１ｂの溝底間距離Ｌ１１を内輪軌道溝１６ａ，１６ｂの溝底間距離Ｌ２１より大きくすることにより、オフセット予圧方式で予圧が付与されている。つまり、予圧付与のための軌道を一列有し、それ以外の軌道を八列有する。

しかし、予圧付与のための軌道は複数列有してもよく、その場合には、それ以外の軌道を予圧付与のための軌道の数より多く設ける。また、予圧はオフセット予圧以外の方式で付与されていてもよい。

[0106] ［第１５実施形態］

図２８には、ボールねじ装置を構成する転がり軸受４Ｎの軸方向に垂直な断面（軌道溝底位置での断面）が示されている。

外輪軌道溝４０１ｎの溝底位置での外輪４１Ｎの断面積と、ねじ軸の内輪軌道溝が形成されている部分１６Ｎの内輪軌道溝１６ｎの溝底位置での断面

積とを同じにすることで、両者の断面積に差がある場合と比較して、外輪４１Ｎとねじ軸の内輪軌道溝が形成されている部分１６Ｎとの変形量の差を小さくできる。

また、両者の断面積に差がある場合でも、その差を小さくすることで、外輪４１Ｎとねじ軸の内輪軌道溝が形成されている部分１６Ｎとの変形量の差を小さくできる。

[0107] ［第１６実施形態］

図２９は、第１６実施形態のボールねじ装置１０Ｒを構成する転がり軸受４Ｍを示している。第１６実施形態のボールねじ装置１０Ｒは、転がり軸受４Ｒの部分を除いて第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同じである。第１４実施形態のボールねじ装置１０Ｒを構成する転がり軸受４Ｒは、以下の点を除いて、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊを構成する転がり軸受４Ｊと同じである。

図２９のＣ－Ｃ断面図である図３０に示すように、転がり軸受４Ｒでは、ボール４２とボール４２の間に保持ピース８が配置されている。保持ピース８は図３１に示すように、円柱体の両底面に、ボール４２の球面に対応する球面状の凹部８１が形成されたものである。

[0108] 保持ピース８が配置されていることにより、鋼製のボール４２同士の競合いが防止できるため、ボール４２の耐久性が向上する。また、冠型保持器を使用した場合には、リング形状を保つための厚さを確保する必要がある。つまり、保持ピース８を用いることで、冠型保持器を用いた場合よりも外輪内径と内輪外径の差分を小さくできる。その結果、軌道溝をより深く加工できることから、接触角度をできるだけ大きく取ることができるため、アキシアル荷重に対する耐久性が向上する。

なお、この実施形態の転がり軸受４Ｒは、第１１実施形態の転がり軸受４Ｊと同様に、図２１に示す蓋４７を有する。図２１に示すように、蓋４７の頭部４７ｂをなす長円の長手方向を示す直線Ｌｃは、外輪４１Ｒの軸方向に垂直な直線Ｌｔに対して傾いている。また、二つのボルト挿通穴４７ｄの中

心が直線Ｌｃ上に存在している。

[0109] そして、図３０に示すように、外輪４１Ｒの転動体挿入穴４４に蓋４７を嵌めた後に、図２９に示すように、外輪４１Ｒのランド部（隣り合う外輪軌道溝４０１の間の部分）４０２に形成された雌ねじ穴に、ボルト４９を螺合する。これにより、蓋４７が外輪４１Ｒの転動体挿入穴４４に固定される。

このように、雌ねじ穴が、外輪軌道溝４０１が形成されている部分よりも厚い部分であるランド部４０２に形成されていることで、蓋４７を取り付けるための雌ねじの軸方向寸法（深さ）が確保できるとともに、軸受外径を小さくできる。

[0110] ［第１７実施形態］

図３２は、第１７実施形態のボールねじ装置１０Ｓを構成する転がり軸受４Ｓを示している。第１７実施形態のボールねじ装置１０Ｓは、転がり軸受４Ｒの部分を除いて第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同じである。第１７実施形態のボールねじ装置１０Ｓを構成する転がり軸受４Ｓは、以下の点を除いて、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊを構成する転がり軸受４Ｊと同じである。

この実施形態の転がり軸受４Ｓは、図２１に示す蓋４７に代えて、図３３に示す蓋４８を有する。図３３に示すように、蓋４８は、軸部４８ａと頭部４８ｂとからなる。軸部４８ａの平面形状は長穴形状であり、軸部４８ａの先端面（蓋部の内面）４８ｃは、外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉの一部をなす凹状に形成されている。

[0111] 頭部４８ｂの平面形状は長穴形状であり、頭部４８ｂには、ボルト挿通穴４８ｄと座ぐり部４８ｅが形成されている。頭部４８ｂをなす長円の長手方向を示す直線Ｌｃは、外輪４１Ｓの軸方向に垂直な直線Ｌｔに対して傾いている。二つのボルト挿通穴４８ｄの中心は、直線Ｌｃ上ではなく、直線Ｌｔに対する傾きが直線Ｌｃよりも大きい直線Ｌｄ上に存在している。図３３（ａ）のＡ－Ａ断面が図３２に見えている。

[0112] 図３２に示すように、外輪４１Ｓの転動体挿入穴４４は、蓋４８の軸部４

８ａが嵌まる形状の内側部４４ａと、頭部４８ｂが嵌まる形状の外側部４４ｂとからなる。また、転動体挿入穴４４の内側部４４ａと外側部４４ｂとの境界面４４ｃには、各ボルト挿通穴４８ｄに対応する位置に雌ねじが形成されている。

外輪４１Ｓの転動体挿入穴４４に蓋４７を嵌めた後に、図３４に示すように、外輪４１Ｓのランド部（隣り合う外輪軌道溝４０１の間の部分）４０２に形成された雌ねじ穴に、ボルト４９を螺合する。これにより、蓋４７が外輪４１Ｓの転動体挿入穴４４に固定される。

[0113] このように、雌ねじ穴が、外輪軌道溝４０１が形成されている部分よりも厚い部分であるランド部４０２に形成されていることで、蓋４８を取り付けるための雌ねじの軸方向寸法（深さ）が確保できるとともに、軸受外径を小さくできる。

また、軸部４８ａの平面形状が長穴形状であるため、転動体挿入穴４４の内側部４４ａも長穴状となっている。転動体挿入穴の内側部４４ａが円形の場合は、挿入された軸部４８ａが回転してボール４２や保持器と干渉し、転がり軸受４Ｓの作動性が悪くなる可能性がある。転動体挿入穴４４の内側部４４ａが長穴状であれば、この可能性がなくなる。そのため、軸部４８ａの平面形状が長穴形状である蓋４８を用いることで、転がり軸受４Ｓの作動性がよくなる。

[0114] ［第１８実施形態］

図３５は、第１８実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受４Ｔを示している。第１８実施形態のボールねじ装置は、転がり軸受４Ｔの部分を除いて第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同じである。第１８実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受４Ｔは、以下の点を除いて、第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊを構成する転がり軸受４Ｊと同じである。

この実施形態の転がり軸受４Ｔは、図２１に示す蓋４７に代えて、図３６に示す蓋４７１を有する。図３５に示すように、外輪４１Ｔは、全ての外輪

軌道溝４０１ａ～４０１ｉに渡って形成された一つの転動体挿入穴４４を有し、転動体挿入穴４４が一つの蓋４７１で塞がれている。

図３６に示すように、蓋４７１は、軸部４７１ａと頭部４７１ｂとからなり、軸部４７１ａの先端面（蓋部の内面）に、各外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉの一部をなす九列の凹部４１７ｃが形成されている。頭部４７１ｂの長手方向両端には、ボルト挿通穴４７１ｄと座ぐり部４７１ｅが形成されている。

[0115] 図３５に示すように、外輪４１Ｔの転動体挿入穴４４は、蓋４７１の軸部４７１ａが嵌まる形状の内側部４４ａと、頭部４１７ｂが嵌まる形状の外側部４４１ｂとからなる。また、転動体挿入穴４４の内側部４４ａと外側部４４ｂとの境界面４４ｃには、蓋４７１の各ボルト挿通穴４７１ｄに対応する位置に雌ねじが形成されている。

転動体挿入穴４４から、内輪軌道溝１６ａ～１６ｉと外輪軌道溝４０１ａ～４０１ｉとからなる各軌道にボール４２を入れた後に、転動体挿入穴４４に蓋４７１を嵌める。その後、両端のボルト挿通穴４７１ｄにボルトを入れて外輪４１Ｔの雌ねじに螺合することで、蓋４７１が転動体挿入穴４４から浮き上がらないように固定する。

[0116] このように第１８実施形態のボールねじ装置では、転がり軸受４Ｔが九列の軌道を有するが、これらの全ての軌道に対するボール４２の挿入を一つの転動体挿入穴４４から行った後に、転動体挿入穴４４を一つの蓋４７１で塞ぐことで転がり軸受４Ｔを組み立てることができる。よって、各軌道に転動体挿入穴を設けて各転動体挿入穴を蓋で塞いでいる第１１実施形態のボールねじ装置よりも、転がり軸受の組立作業効率が高くなる。

つまり、多列構造の転がり軸受を有するボールねじ装置の場合、二列以上の軌道毎に転動体挿入穴を設け、これに対応する蓋で転動体挿入穴を塞ぐことで、作業効率を高くすることができる。

[0117] ［第１９実施形態］

この実施形態は第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊの変形例であり、

ボールねじ装置１０Ｊを構成する転がり軸受４Ｊのシール４６として、図３７（ａ）に示す通常の接触シール４６Ａか、（ｂ）に示す低摩擦タイプの接触シール４６Ｂを用いる。接触シール４６Ａ，４６Ｂは、芯金４６ａとゴムなどの高弾性成形体４６ｂとからなる。

接触シールを使用することで、外からの異物進入を防ぐことができる。また、低摩擦にすることで、省エネルギー効果が得られる。

低摩擦タイプの接触シール４６Ｂは、シールリップの内輪と接触する部分の形状Ａを最適化するとともに、リップ部の寸法Ｂの設定により内輪への押圧力（リップ反力）を最適化されたものである。低摩擦タイプの接触シール４６Ｂを用いることで、ねじ軸の軸方向長さを短くできる。これに伴い、ねじ軸の回転慣性モーメントを小さく抑えることができるため、モータへの負荷を小さくできる。

[0118] ［第２０実施形態］

この実施形態は第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊの変形例である。ボールねじ装置１０Ｊを構成する転がり軸受４Ｊではシール４６を使用していたが、この実施形態のボールねじ装置を構成する転がり軸受４Ｕでは、これに代えて、図３８に示すエアシール構造を採用している。

エアシールは非接触シールであり、接触シールを使用した場合よりも、シールトルク（シールの抵抗力）を限りなく小さくすることができる。

図３８の例では、外輪４１Ｕの軸方向に延びる長い貫通穴４１９を設け、貫通穴４１９に、フランジ部４１８と、フランジ部４１８の反対側の円筒部４１７の端部との両方からエアを流している。これにより、エアの流入口を少なくすることができる。

[0119] ［第２１実施形態］

この実施形態は第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊの変形例であり、ボールねじ装置１０Ｊを構成する転がり軸受４Ｊのボール４２として、軸受鋼よりも密度の低い材料からなるものを使用している。具体例としては、セラミックス（窒化珪素、炭化珪素、アルミナ等）が挙げられる。

射出成形機などの高負荷用途向けボールねじには、大きな負荷荷重が決まった方向にかかるように設計されているため、ボール４２の直径を大きくすることで負荷容量を増やしている。その一方で、近年では射出成型機の高サイクル化がニーズとして高まっており、ボールねじを高速回転させるような要求が高まっている。

[0120] ボールねじ装置１０Ｊを構成する転がり軸受４Ｊでは、ボール４２を外輪４１Ｊに設けた転動体挿入穴４４から入れ、転動体挿入穴４４に蓋４７をし、蓋４７をボルト４９で固定している。そのため、高速回転によってボール４２に作用する大きな遠心力が蓋４７のボルト４９に断続的に掛かり、この遠心力にボルト４９が耐えられない可能性がある。その対策として、ボルト４９の本数やボルト４９の有効径を増やすことで、ボルト４９の耐力を上げる方法が考えられる。しかし、この方法では、部品点数を増やしたり、外輪４１Ｊの外径を大きくしたりする必要ある。

これに対して、セラミックスなどの軸受鋼よりも密度の低い材料からなるボール４２を使用すれば、ボール４２が軽くなるため、遠心力が減少する。その結果、蓋４７を固定するボルト４９に掛かる荷重を減らすことができる。これに伴い、蓋４７を固定するボルト４９の有効径や本数を増やさなくても、高速回転時によるボール４２の遠心力に、ボルト４９が耐えることができる。

[0121] ［第２２実施形態］

この実施形態は第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊの変形例であり、ボールねじ装置１０Ｊを構成する転がり軸受４Ｊが給脂構造を有している。

給脂構造の例として、図３９に示すように、外輪４１Ｊに給脂路を設けた構造が挙げられる。

この給脂路は、外輪４１Ｊの軸方向に沿って延びる貫通穴１４０と、貫通穴１４０から垂直に外輪軌道溝４０１ｂ，４０１ｄ，４０１ｆ，４０１ｈに向かう給脂穴１４１ｂ，１４１ｄ，１４１ｆ，１４１ｈと、フランジ部４１８に形成された径方向に延びる貫通穴１４２と、で形成されている。

[0122] 貫通穴１４０の両端は埋栓１４３で塞がれている。円筒部４１７に給脂穴１４１ｂ，１４１ｄ，１４１ｆ，１４１ｈを開けるために生じた外周部の開口部も、埋め栓１４３で塞がれている。フランジ部４１８の貫通穴１４２の外周側の端部には、グリース（または潤滑油）配管１４４の継手１４５が接続されている。

図３９の例では、給脂路の上流側であるフランジ部４１８から遠いほど給脂穴の断面積を大きくすることで、各給脂穴に流れ込むグリース（または潤滑油）量を均等化している。つまり、給脂穴の断面積の関係が、給脂穴１４１ｈ＜給脂穴１４１ｆ＜給脂穴１４１ｄ＜給脂穴１４１ｂを満たしている。

[0123] また、各給脂穴１４１ｂ，１４１ｄ，１４１ｆ，１４１ｈは、各外輪軌道溝の幅方向中心部に、ボール４２が給脂穴に接触しない程度の大きさで形成されている。これにより、良好な給脂効果が得られる。

給脂構造の別の例として、図４０に示すように、ねじ軸１Ｊに給脂路を設けた構造が挙げられる。

この給脂路は、ねじ軸１の軸方向に延びる中心穴１４６と、中心穴１４６から垂直に各内輪軌道溝１６ａ～１６ｉに向かう給脂穴１４１ａ～１４１ｉと、を有する。中心穴１４６は、モータ接続端部１８、軌道溝形成部１６、およびねじ切り上げ部１７を含む範囲に形成されている。中心穴１４６の両端は埋栓１４３で塞がれている。

[0124] モータ接続端部１８の軌道溝形成部１６との境界部に円環部材１４７が外嵌されている。モータ接続端部１８の円環部材１４７が嵌まる部分に、中心穴１４６から垂直に延びる穴１４６ａ，１４６ｂが形成されている。凹部円環部材１４７は、これらの穴１４６ａ，１４６ｂに連通する内周溝１４７ａ，１４７ｂを有する。円環部材１４７は、内周溝１４７ａから径方向に沿って外周端まで至る穴１４６ｃを有する。穴１４６ｃの外周側の端部に、グリース（または潤滑油）配管１４４の継手１４５が接続されている。

[0125] 円環部材１４７と軌道溝形成部１６とモータ接続端部１８との間に密閉シール１５０が配置されている。内周溝１４７ｂは潤滑剤溜まりとなる。矢印

がグリース（または潤滑油）の流れを示す。

図４０の例では、全ての内輪軌道溝１６ａ～１６ｉに向かう給脂穴１４１ａ～１４１ｉを設けたことで、高い給脂効果が得られる。また、ねじ軸の回転(遠心力)によって、グリース（または潤滑油）を効果的に補給できる。給脂路の上流側である円環部材１４７から遠いほど給脂穴の断面積を大きくすることで、各給脂穴に流れ込むグリース（または潤滑油）量を均等化できる。

[0126] 図４１に示す例は、図３９の例と同様に、外輪４１Ｊに給脂路を設けた例であるが、一つの外輪軌道溝４０１の周方向に複数個の給脂路を有する点で図３９の例と異なる。図４１に示す例では、貫通穴１４０および給脂穴１４１で構成される給脂路が、９０°間隔で四つ設けてある。このように、一つの軌道に複数個の給脂穴を設けることで、給脂効果を高くすることができる。また、複数個の給脂穴を等配することで、さらに高い給脂効果が得られる。

[0127] 図４２に示す例では、蓋４７に給脂穴１４１を設けている。給脂穴１４１は蓋４７を取り付けた時に外輪４１Ｊの径方向に沿って延びるように形成されている。給脂穴１４１が埋栓１４３で塞がれている。図４２に示す例では、一つの蓋４７に一つの給脂穴１４１が形成されているが、一つの蓋４７に複数の給脂穴を設けて給脂効果を高くすることもできる。

また、蓋４７の内周面に固体潤滑皮膜を付着させてもよい。また、固体潤滑剤を含む材料で、蓋４７を形成してもよい。

また、保持器や保持ピース８などのボール保持部品のボール４２と接触する部分に固体潤滑皮膜を付着させてもよい。また、保持器や保持ピース８などのボール保持部品を、固体潤滑剤を含む材料で形成してもよい。

[0128] また、図４３に示すように、外輪４１Ｊの外輪軌道溝のボール４２と接する面４０１１、内輪軌道溝形成部１６の内輪軌道溝のボール４２と接する面１６１に固体潤滑皮膜を付着させてもよい。通常ボール４２と接触しない側の面４０１２，１６２の固体潤滑皮膜を厚くするか、形状的に工夫してボー

ル４２と接触するようにすると、潤滑効果をより高くすることができる。

また、図４４に示すように、ボール４２が外輪軌道溝４０１から蓋４７の先端面４７ｃに移動する際に接触する部分（転動体挿入穴４４と外輪軌道溝４０１との角部）に、クラウニング（傾斜部）Ｋを設け、その部分にグリースが溜まる構造としてもよい。

[0129] ［第２３実施形態］

図４５に示すように、この実施形態のボールねじ装置１０Ｖは冷却機構を有している。これ以外の点は第１１実施形態のボールねじ装置１０Ｊと同じである。

図４５の例では、ねじ軸１Ｖの軸心に、軸方向に延びる貫通穴１００１が形成されている。貫通穴１００１の一端に冷却液供給配管１００２が、他端に冷却液排出配管１００３が接続されている。これにより、冷却液供給配管１００２に供給された冷却液は、ねじ軸１Ｖの軸方向全体に配置された貫通穴１００１を通った後に冷却液排出配管１００３から外部に排出される。この冷却液によりねじ軸１Ｖが冷却される。

[0130] ナット２Ｖの周方向の四箇所（複数箇所）に、軸方向に延びる貫通穴１２０１が形成されている。円筒部２Ａのフランジ部２Ｂとは反対側の軸方向端部で、一つの貫通穴１２０１に冷却液供給配管１２０２が接続され、隣の貫通穴１２０１に冷却液排出配管１２０３が接続されている。これら以外の二つの貫通穴１２０１は配管１２０４で接続されている。

フランジ部２Ｂ側の端部では、一端が冷却液供給配管１２０２に接続されている貫通穴１２０１の他端が、その隣の貫通穴１２０１と配管１２０５で接続され、一端が冷却液排出配管１２０３に接続されている貫通穴１２０１の他端が、その隣の貫通穴１２０１と配管１２０６で接続されている。これにより、冷却液供給配管１２０２に供給された冷却液は、ナット２Ｖの全ての貫通穴１２０１を通った後に冷却液排出配管１２０３から外部に排出される。この冷却液によりナット２Ｖが冷却される。

[0131] 転がり軸受４Ｖの外輪４１Ｖの周方向の四箇所（複数箇所）に、軸方向に

延びる貫通穴１４０１が形成されている。円筒部４１７のフランジ部４１８とは反対側の軸方向端部で、一つの貫通穴１４０１に冷却液供給配管１４０２が接続され、隣の貫通穴１４０１に冷却液排出配管１４０３が接続されている。これら以外の二つの貫通穴１４０１は配管１４０４で接続されている。

フランジ部４１８側の端部では、一端が冷却液供給配管１４０２に接続されている貫通穴１４０１の他端が、その隣の貫通穴１４０１と配管１４０５で接続され、一端が冷却液排出配管１４０３に接続されている貫通穴１４０１の他端が、その隣の貫通穴１４０１と配管１４０６で接続されている。これにより、冷却液供給配管１４０２に供給された冷却液は、外輪４１Ｖの全ての貫通穴１４０１を通った後に冷却液排出配管１２０３から外部に排出される。この冷却液により外輪４１Ｖが冷却される。

[0132] ボールねじ装置１０Ｖでは、ねじ軸１Ｖ、ナット２Ｖ、外輪４Ｖのいずれにおいても、軸方向に沿って冷却液を流している。また、ナット２Ｖおよび外輪４Ｖでは複数の直列に設けた貫通穴に冷却液を流している。冷却液を乱流（レイノルズ数２０００以上）になるように流すことで、より高い冷却効果が得られる。

ボールねじ装置１０Ｖは、ナット２Ｖおよび外輪４Ｖだけでなく、内輪軌道溝が形成されている軌道溝形成部１６を含むねじ軸１も冷却しているため、システムとして機能が安定し長寿命となる。

[0133] このように、第２３実施形態のボールねじ装置１０Ｖによれば、冷却機構を有することで、ボールねじおよび転がり軸受の発熱が抑えられるため、早期損傷の抑制および機能安定化の効果がある。

図４５の例では、複数の貫通穴１４０１がフランジ部４１８側の端部で配管１２０５，１２０６により接続されているが、この接続を、図４６に示すような円環状の接続部材１５００を用いて行ってもよい。

[0134] 図４６の例では、接続部材１５００が、周方向に沿った冷却水通路１５０１と、複数の貫通穴１４０１と重なる接続口１４０２を有する。外輪４１Ｖ

のフランジ部４１８側の軸方向端部に小径部４１８０が形成され、接続部材１５００は、小径部４１８０に外嵌される結合部１５０３を有する。小径部４１８０と接続部材１５００との間にシール１６００が取り付けられている。

図４６の例は、配管１２０５，１２０６に代えて接続部材１５００を用いることで、図４５の例よりも小さくなり、繋ぎ目が少ないことで液漏れリスクが低くなる。また、図４６のような接続部材１５００を使用した接続は、ボールねじの冷却機構で実際に採用された例が多い。

符号の説明

[0135] １０，１０Ａ～１０Ｈ，１０Ｊ～１０Ｍ，１０Ｑ　ボールねじ装置

１　ねじ軸

１１　ねじ軸の螺旋溝

１２　ねじ軸の軸方向一端部

１２ａ，１２ｂ　内輪軌道溝

１５　螺旋溝形成部（螺旋溝が形成されている部分）

１６，１６Ｋ～１６Ｎ　軌道溝形成部（内輪軌道溝が形成されている部分）

１６ａ　内輪軌道溝

１６ｂ　内輪軌道溝

１６ｃ　内輪軌道溝

１６ｄ　内輪軌道溝

１６ｅ　内輪軌道溝

１６ｆ　内輪軌道溝

１６ｇ　内輪軌道溝

１６ｈ　内輪軌道溝

１６ｉ　内輪軌道溝

１６ｎ　内輪軌道溝

１７　ねじ切り上げ部

１８　モータ接続端部

２　ナット

２１　ナットの螺旋溝

３　ボール（第一のボール）

４，４Ａ～４Ｈ，４Ｊ～４Ｍ，４Ｑ　転がり軸受

４１，４１Ａ～４１Ｈ，４１Ｊ～４１Ｎ，４１Ｑ　外輪

４０１ａ　外輪軌道溝

４０１ｂ　外輪軌道溝

４０１ｃ　外輪軌道溝

４０１ｄ　外輪軌道溝

４０１ｅ　外輪軌道溝

４０１ｆ　外輪軌道溝

４０１ｇ　外輪軌道溝

４０１ｈ　外輪軌道溝

４０１ｉ　外輪軌道溝

４０１ｎ　外輪軌道溝

４１１，４１２　分割体

４１１ｂ，４１２ｂ　軸方向端面

４１１ｃ　切欠き部（溝）

４１２ｃ　切欠き部（溝）

４１３　間座

４１４　大径部（外輪の大径部）

４１４ｂ　大径部の軸方向端面

４１５　小径部（外輪の小径部）

４１５ａ　小径部の外周面

４１６　逃げ溝

４１７　外輪の円筒部

４１８　外輪のフランジ部

４２，４２ａ　ボール（第二のボール）

４４　転動体挿入穴

４５　蓋

４５ｃ　先端面（蓋部の内面）

４７　蓋

４７ｃ　先端面（蓋部の内面）

６　周り止め部品

請求の範囲

[請求項1] ねじ軸と、

前記ねじ軸が挿通され、前記ねじ軸の螺旋溝と対向する螺旋溝を有するナットと、

前記ねじ軸の螺旋溝と前記ナットの螺旋溝とで構成される螺旋軌道内に転動自在に配置された複数の第一のボールと、

前記ねじ軸の軸方向で前記螺旋溝が形成された部分とは異なる部分の外周面に形成された内輪軌道溝と、

前記内輪軌道溝と対向する外輪軌道溝を有する外輪と、

前記内輪軌道溝と前記外輪軌道溝との間に転動自在に配置された複数個の第二のボールと、

を有し、

前記内輪軌道溝と前記外輪と前記第二のボールとで転がり軸受が構成され、

前記外輪は、外周面から前記外輪軌道溝まで貫通する転動体挿入穴と、前記転動体挿入穴を塞ぐ蓋を有し、前記蓋の内面は前記外輪軌道溝の一部をなす凹状に形成され、

前記螺旋軌道内を負荷状態で転動する前記第一のボールを介して、前記ねじ軸の回転を前記ナットの直線運動に変換するボールねじ装置。

[請求項2] 前記ねじ軸の外周面の外径は、前記螺旋溝が形成されている部分と前記内輪軌道溝が形成されている部分とで同じである請求項１記載のボールねじ装置。

[請求項3] 前記ねじ軸の表面の残留オーステナイト量γ_{RS}［体積%］は、前記螺旋溝が形成されている部分および前記内輪軌道溝が形成されている部分で、下記の式(1)を満たす請求項２記載のボールねじ装置。

[数1]

$$\gamma_{RS}=\frac{\alpha_S+1.14}{0.238} \quad \cdots (1)$$

（式中、α_Sは、ボールねじ装置の要求寿命に対するねじ軸の螺旋溝の寿命比であって、$\alpha_S>1$である。）

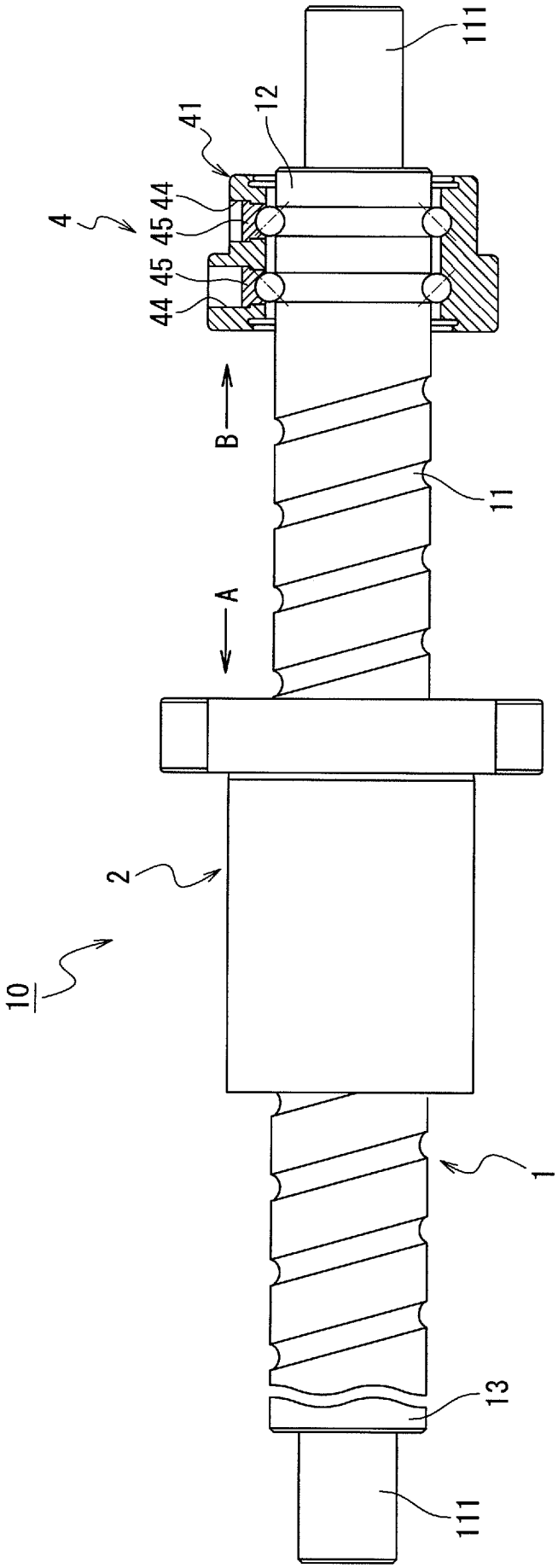
[請求項4] 前記ねじ軸の表面の残留オーステナイト量γ_{RS}［体積%］は、軸方向における前記内輪軌道溝が形成されている部分から前記螺旋溝が形成されている部分までの範囲で、下記の式(1)を満たす請求項２記載のボールねじ装置。

[数2]

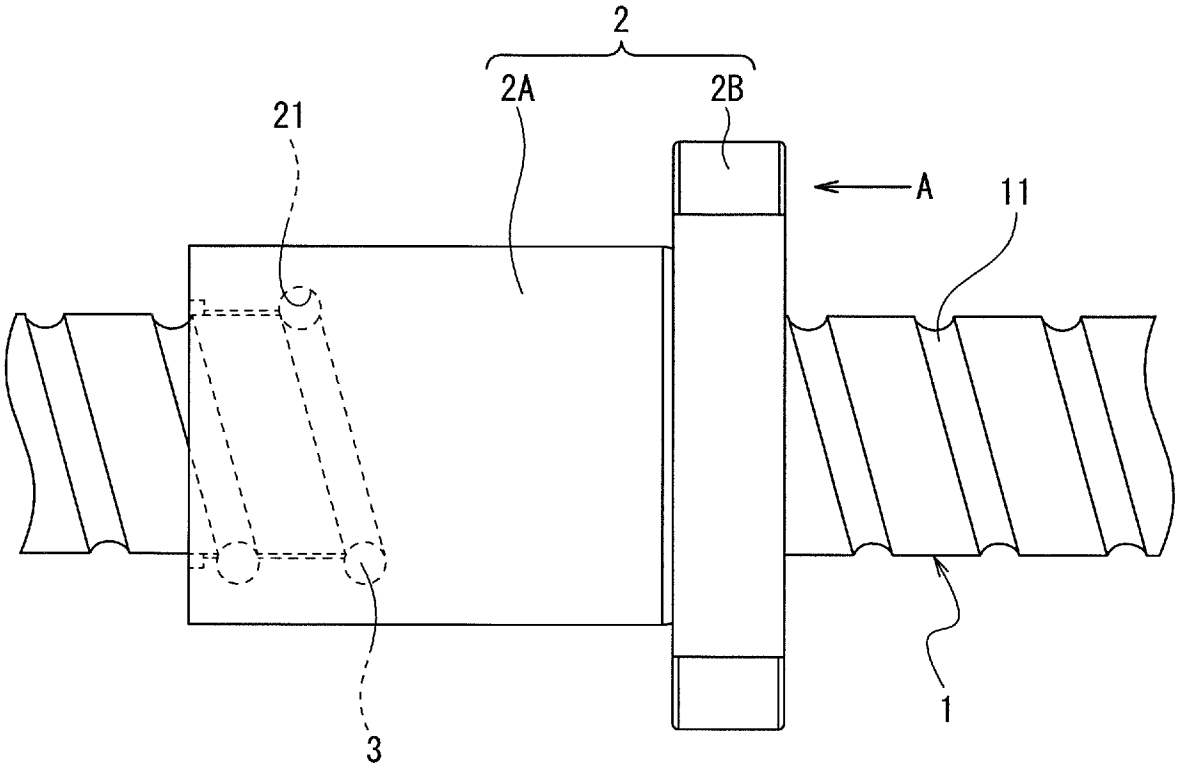
$$\gamma_{RS}=\frac{\alpha_S+1.14}{0.238} \quad \cdots (1)$$

（式中、α_Sは、ボールねじ装置の要求寿命に対するねじ軸の螺旋溝の寿命比であって、$\alpha_S>1$である。）

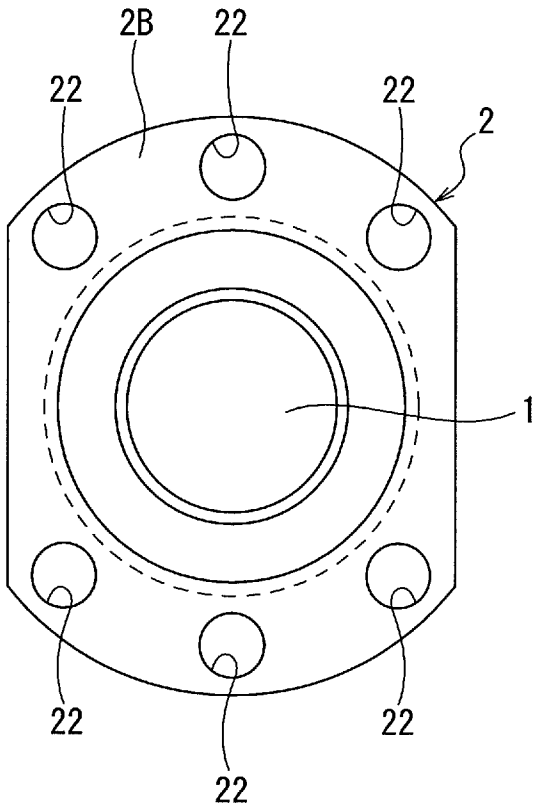
[図1]



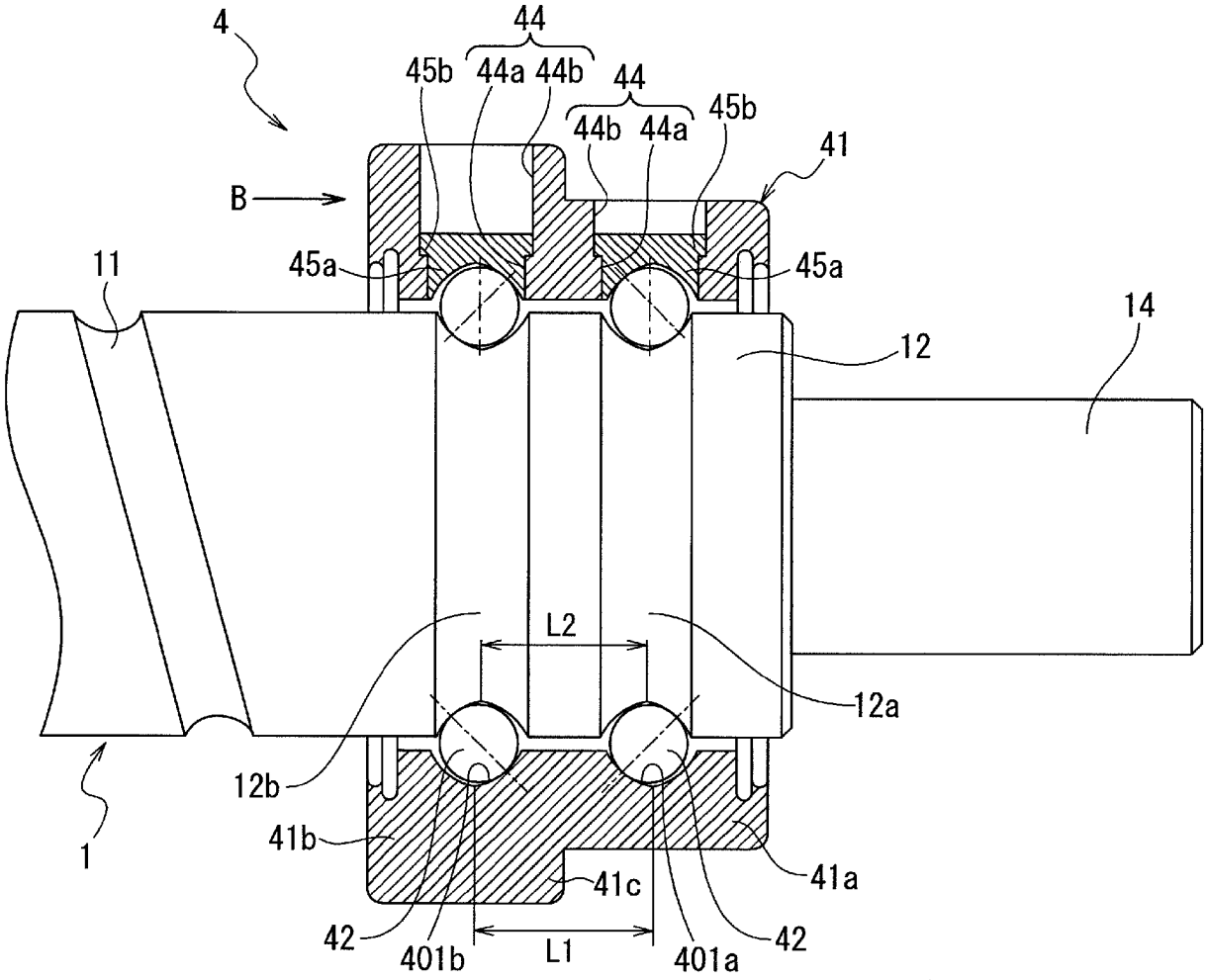
[図2]



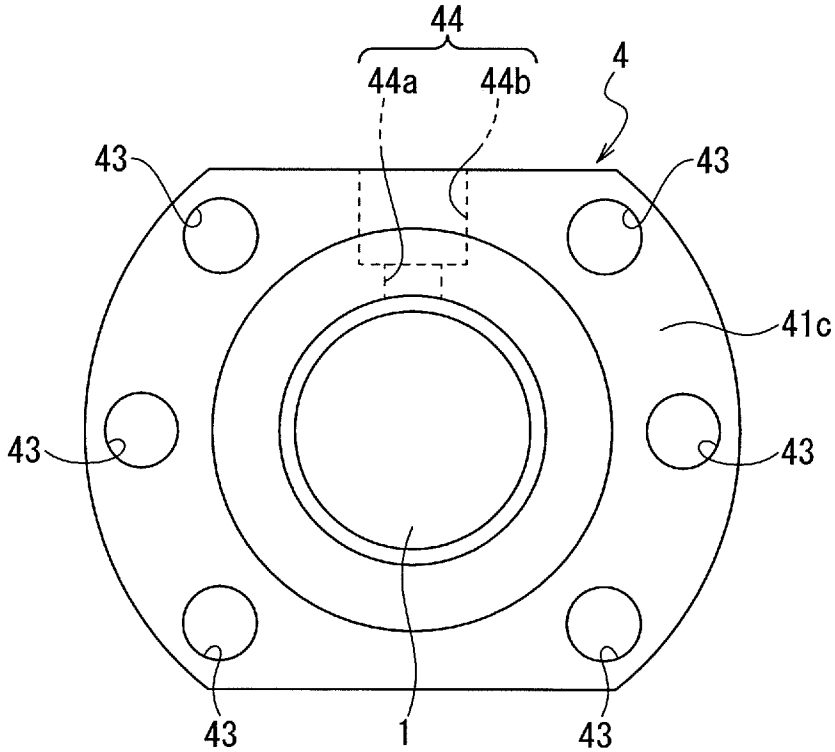
[図3]



[図4]

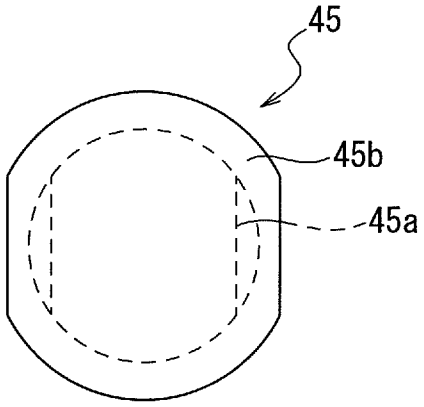

4
44
45b
44a
44b
44
44b
44a
45b
41
B
45a
45a
11
14
12
L2
12a
12b
1
41b
41c
41a
42
401b
L1
401a
42

[図5]

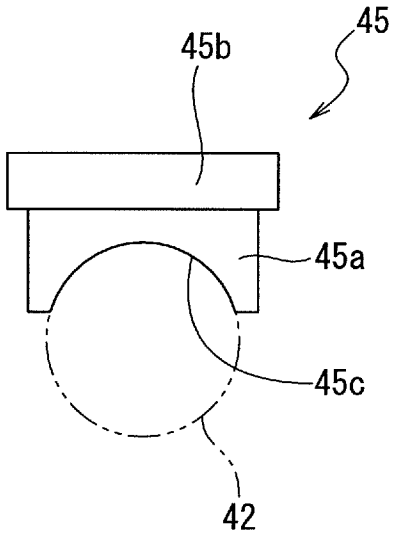

44
44a
44b
4
43
43
41c
43
43
43
1
43

[図6]

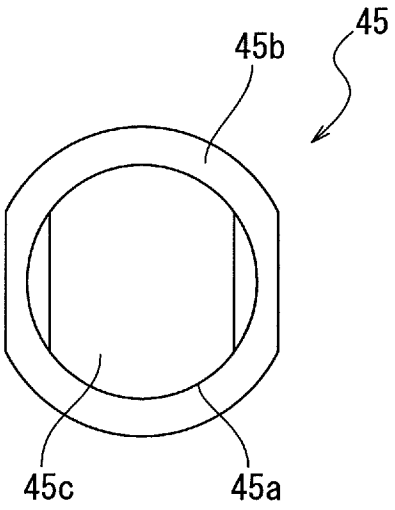
(a)



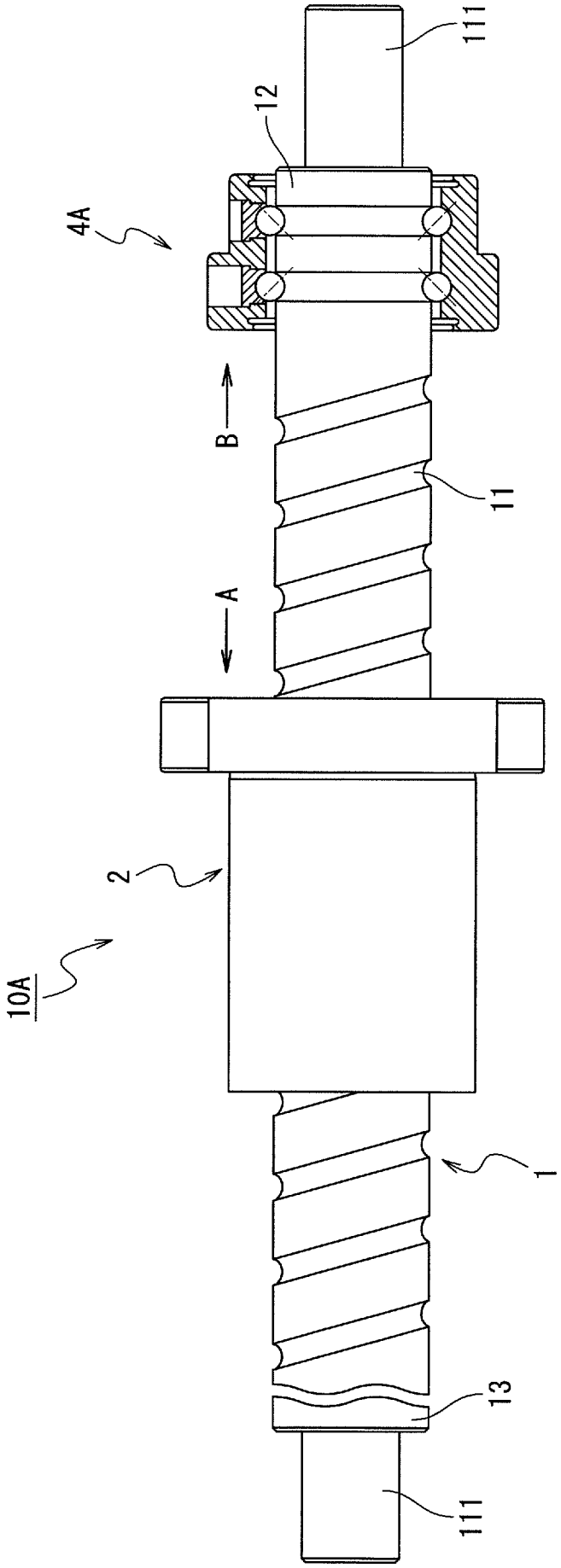
(b)



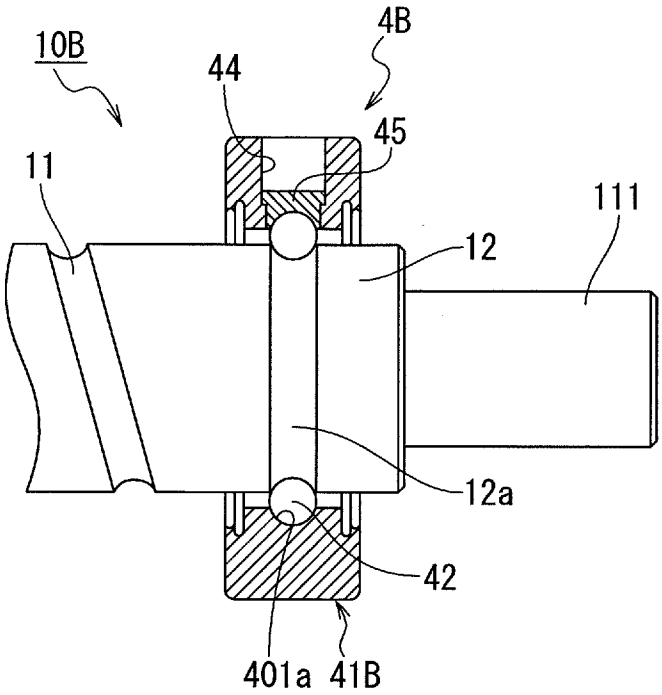
(c)



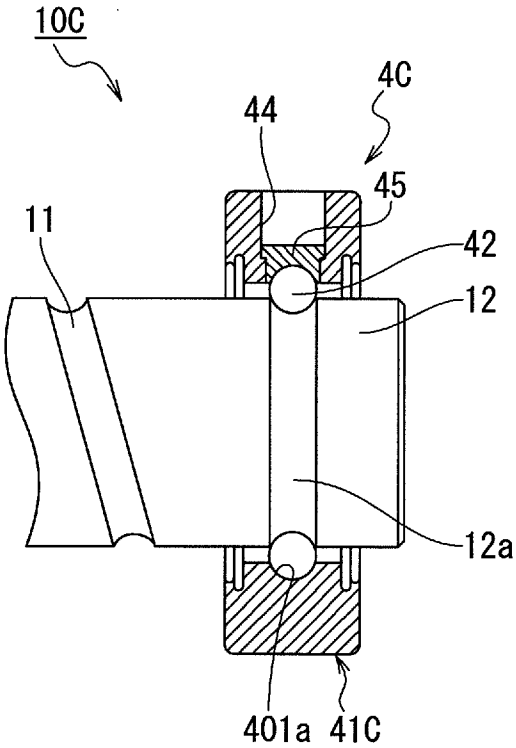
[図7]



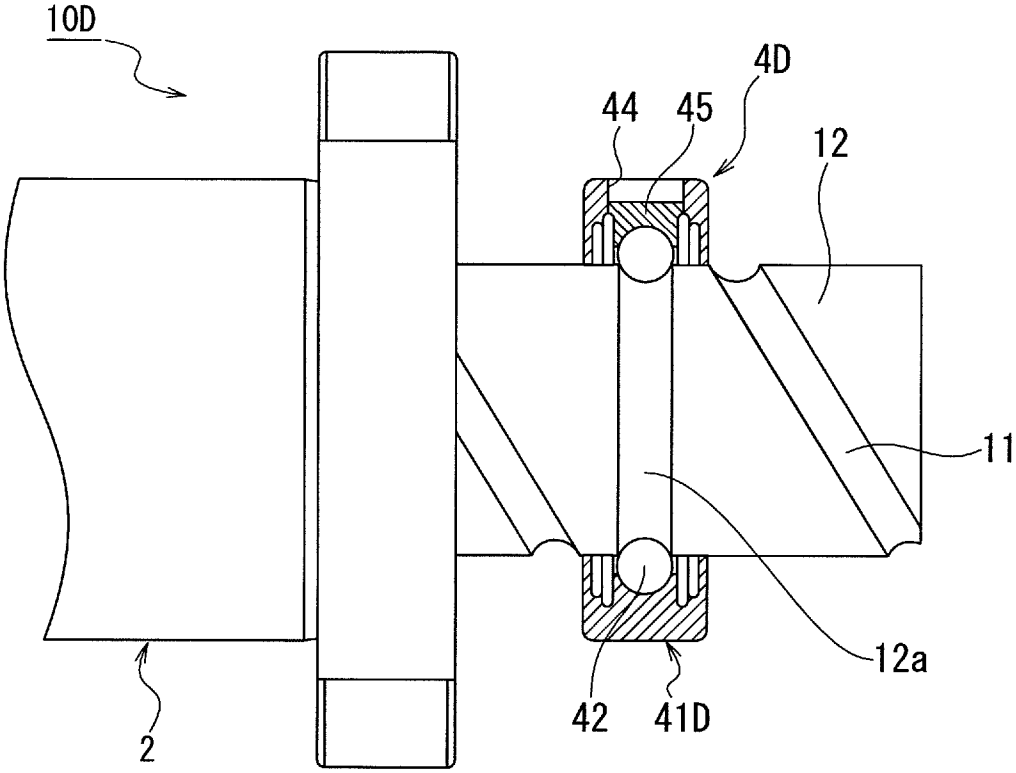
[図8]


10B
4B
44
45
11
111
12
12a
42
401a
41B

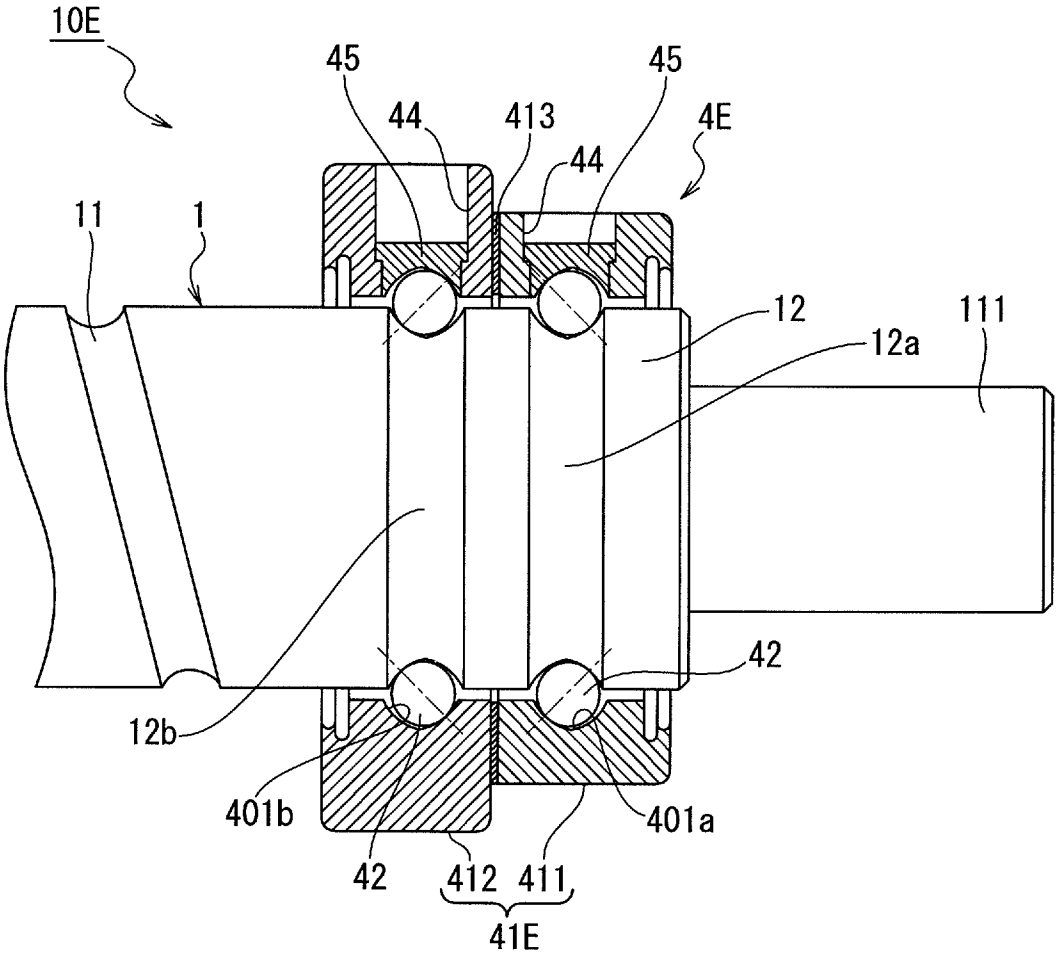
[図9]


10C
4C
44
45
11
42
12
12a
401a
41C

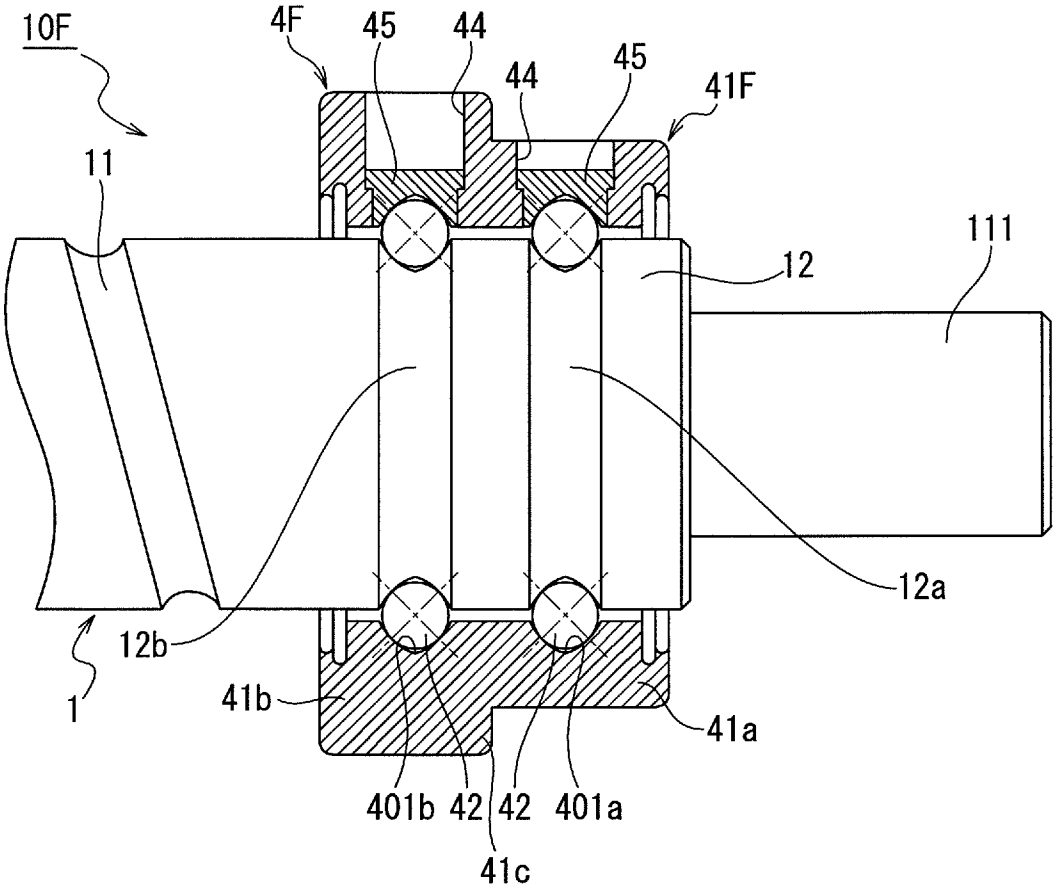
[図10]


10D
4D
44
45
12
11
12a
42
41D
2

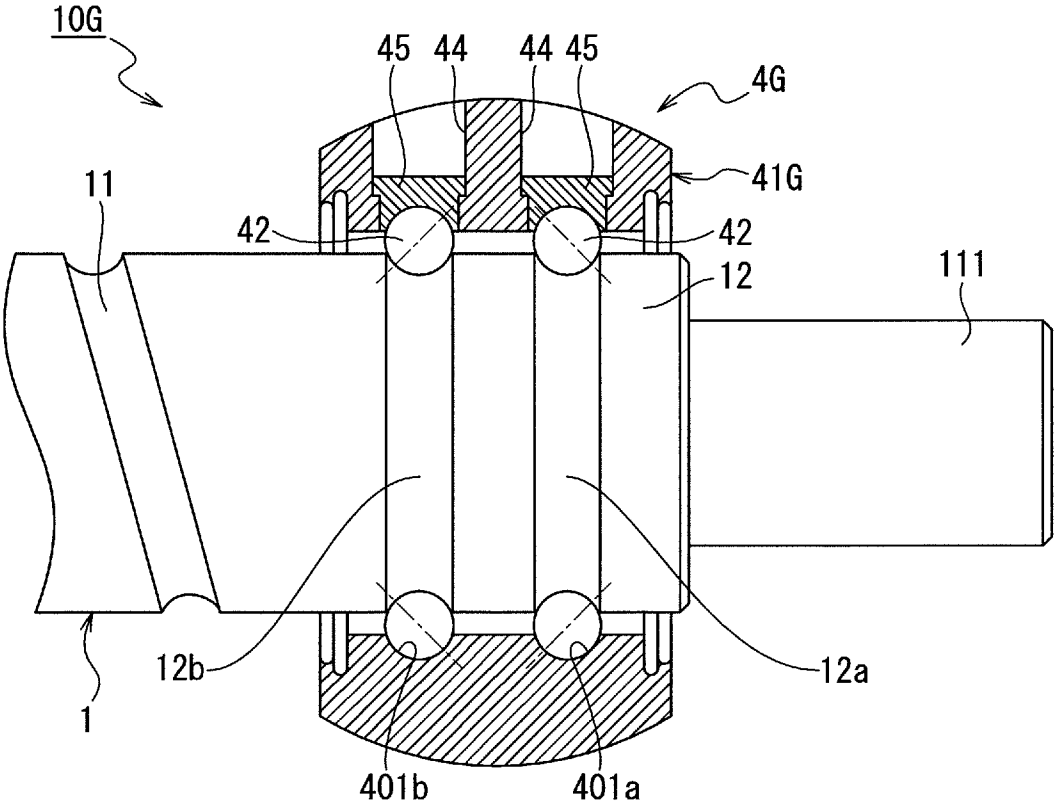
[図11]


10E
45
45
44
413
44
4E
11
1
12
12a
111
42
12b
401b
401a
42
412
411
41E

[図12]

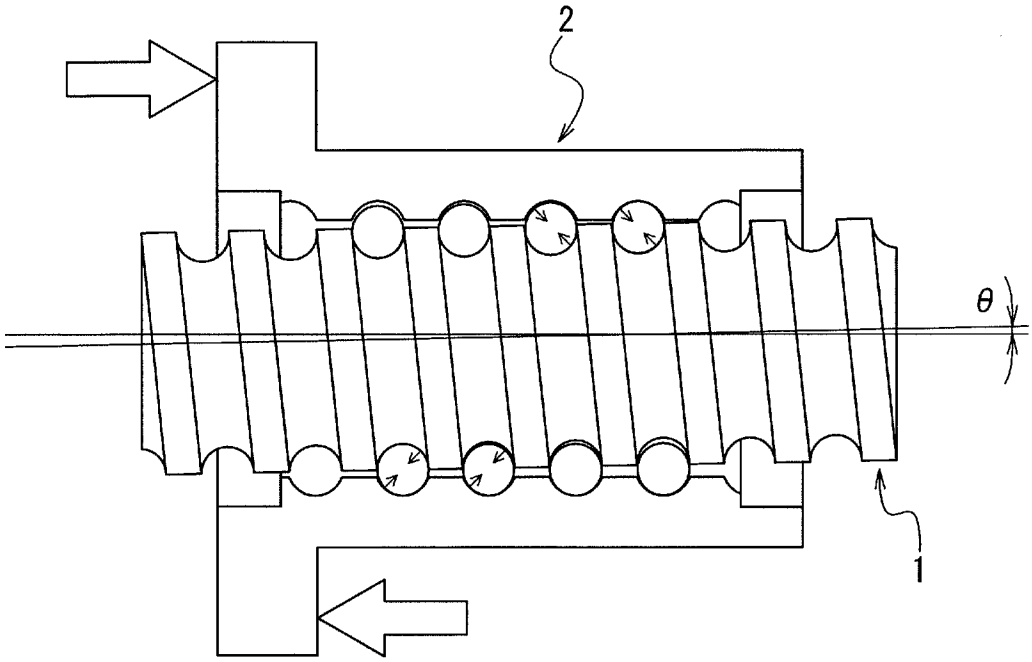

10F
4F
45
44
44
45
41F
11
111
12
12a
12b
1
41b
41a
401b
42
42
401a
41c

[図13]

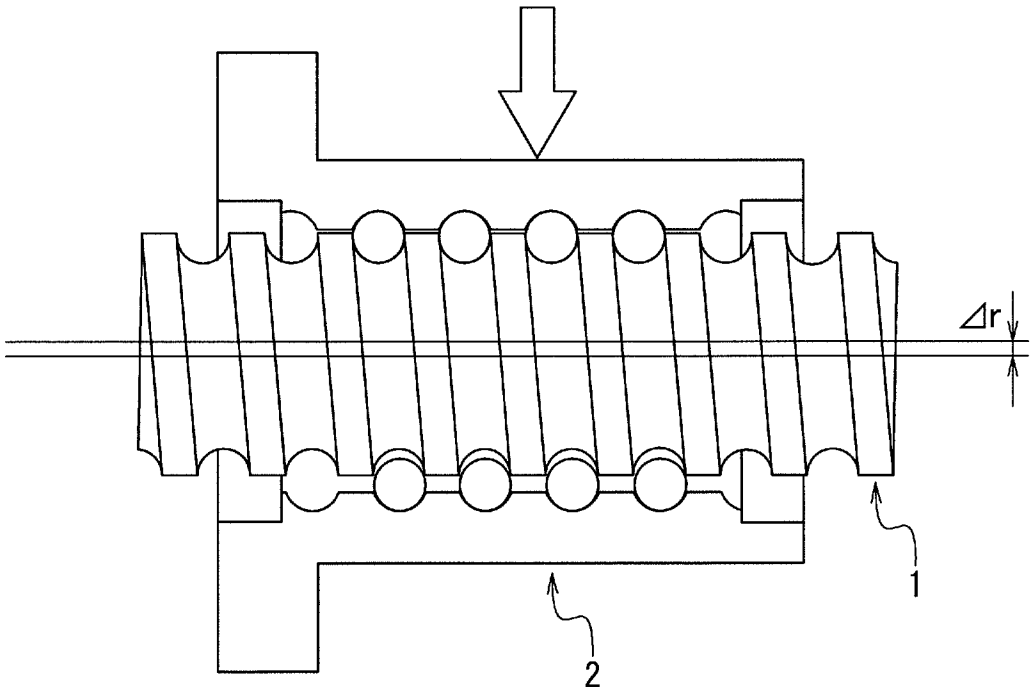

10G
45
44
44
45
4G
41G
11
42
42
12
111
12b
12a
1
401b
401a

[図14]

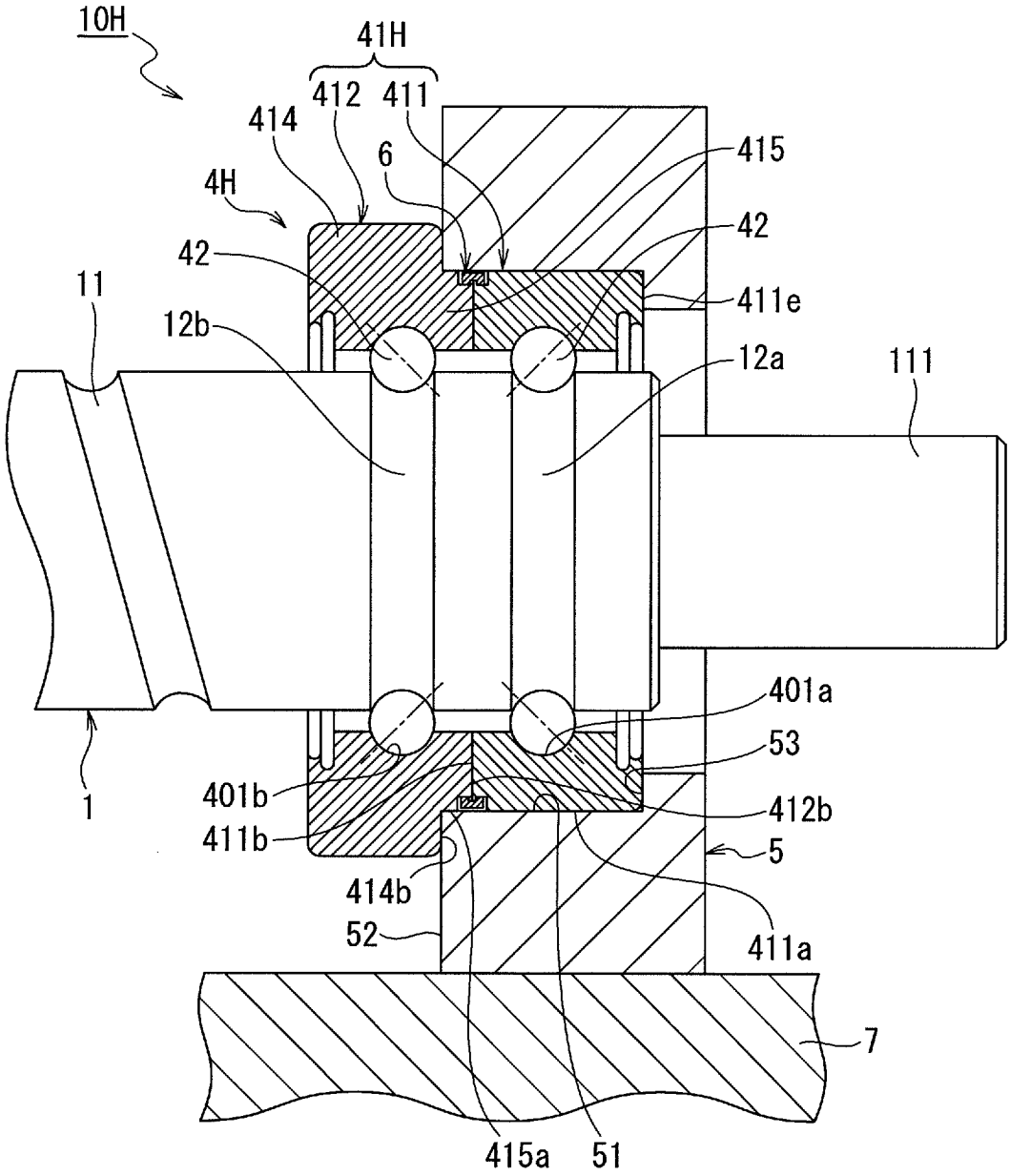
(a)



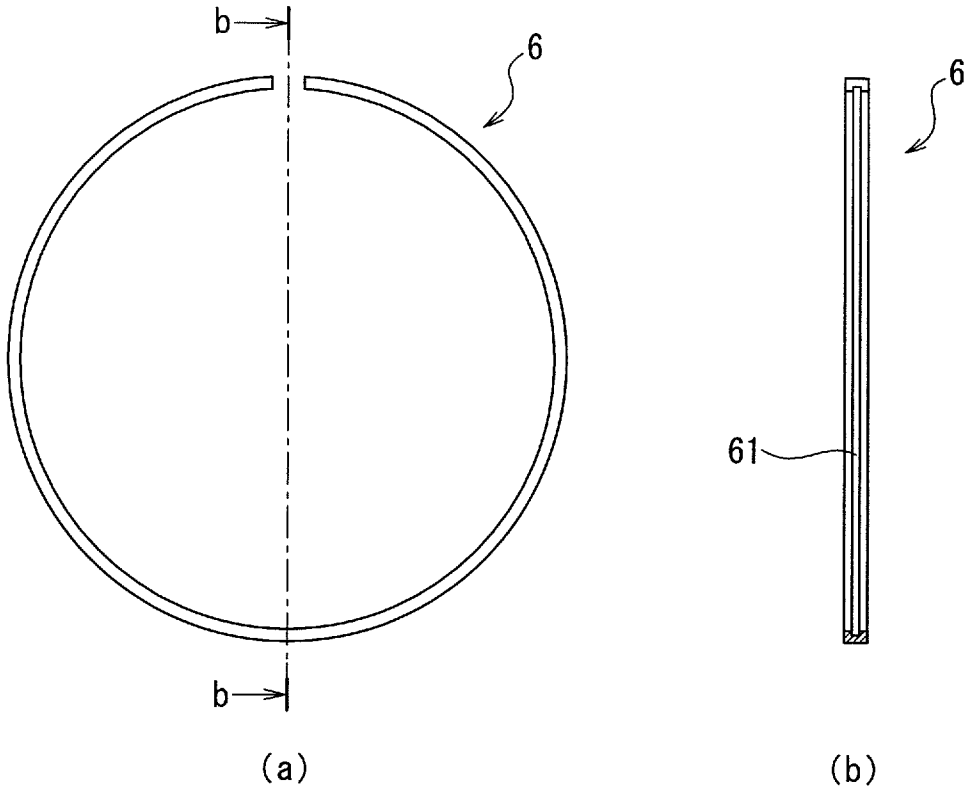
(b)



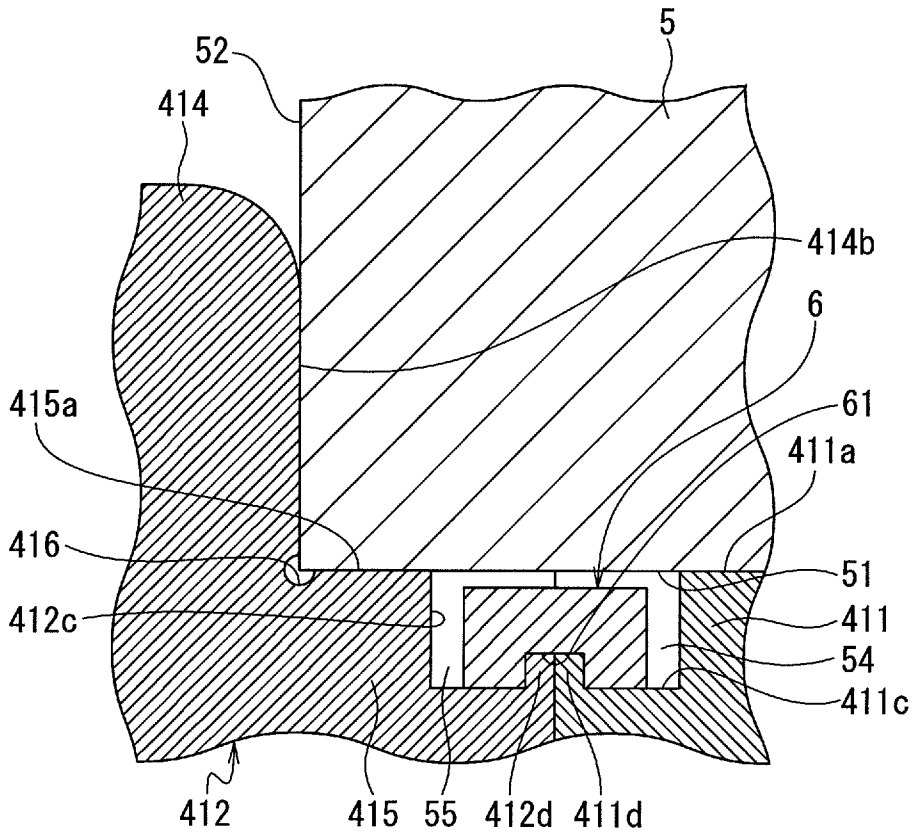
[図15]


10H
41H
412
411
414
6
415
4H
42
42
11
411e
12b
12a
111
401a
53
1
401b
412b
411b
5
414b
52
411a
7
415a
51

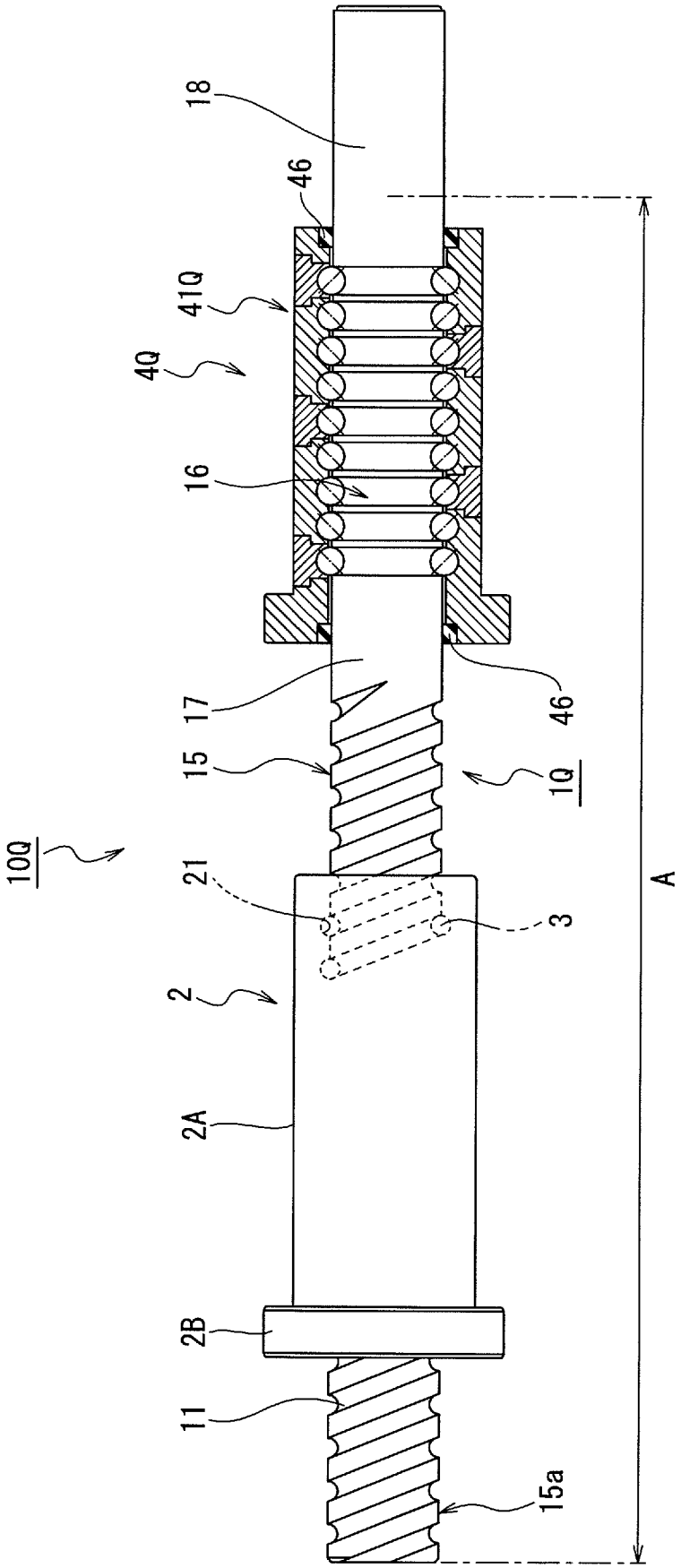
[図16]


b
6
b
6
61
(a)
(b)

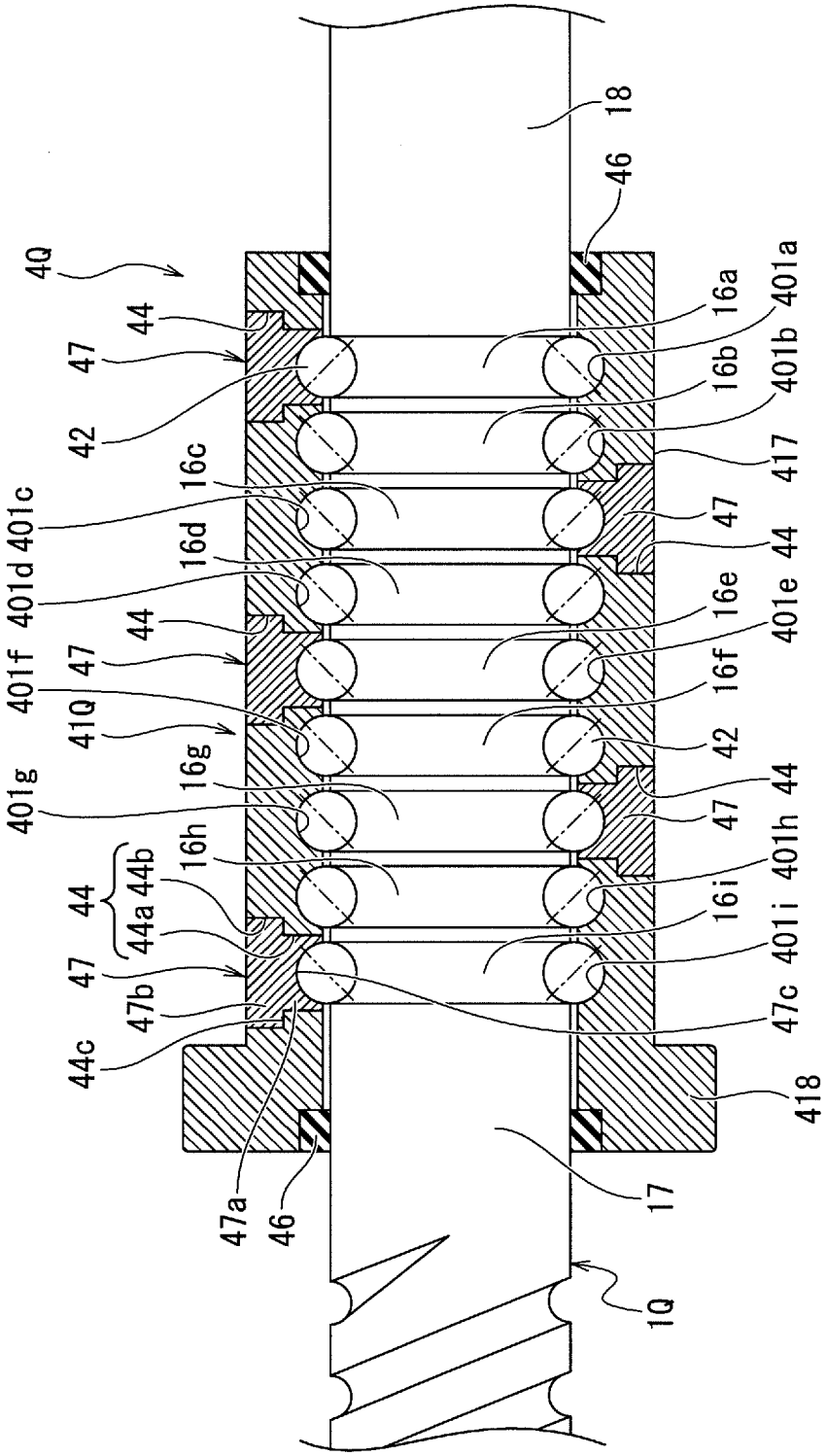
[図17]


52
5
414
414b
6
415a
61
411a
416
51
412c
411
54
411c
412
415
55
412d
411d

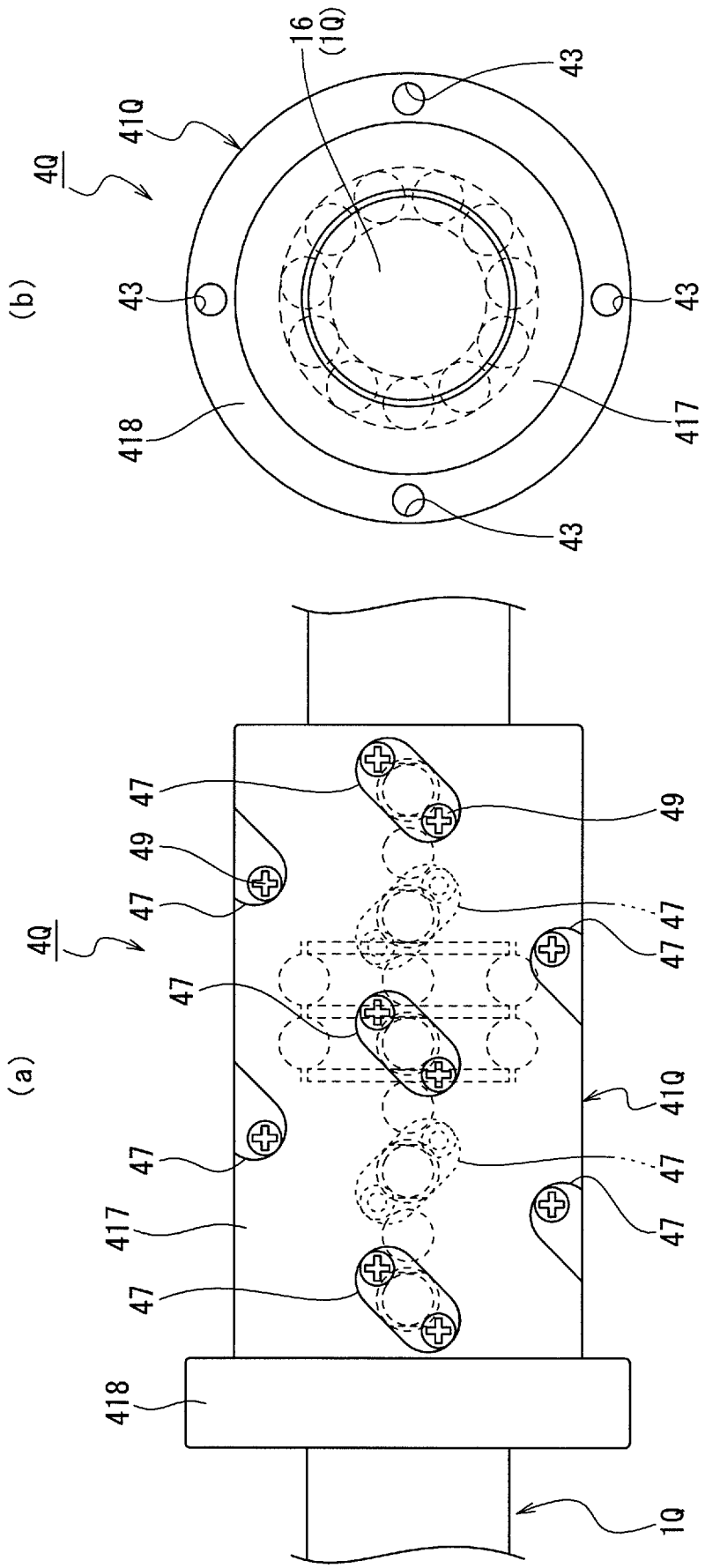
[図18]



[図19]

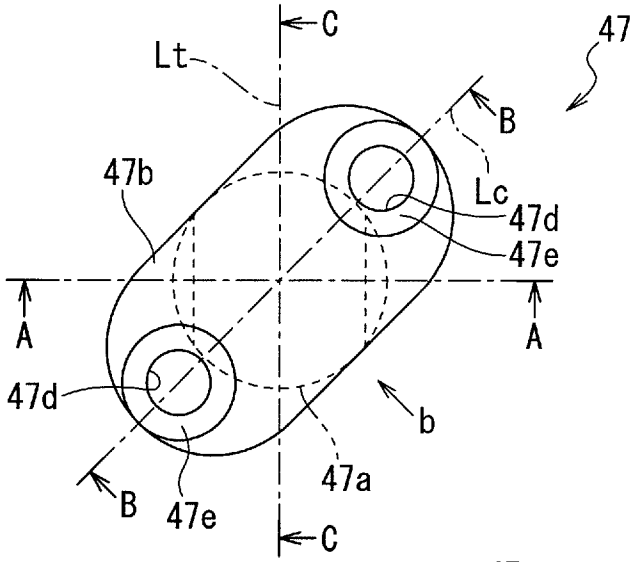

4Q
44
47
42
401c
401d
401f
41Q
401g
44
44a
44b
47
47b
44c
47a
46
18
46
16a
401a
16b
401b
417
16c
47
16d
44
16e
401e
16f
42
16g
44
47
16h
401h
16i
401i
47c
418
17
1Q

[図20]

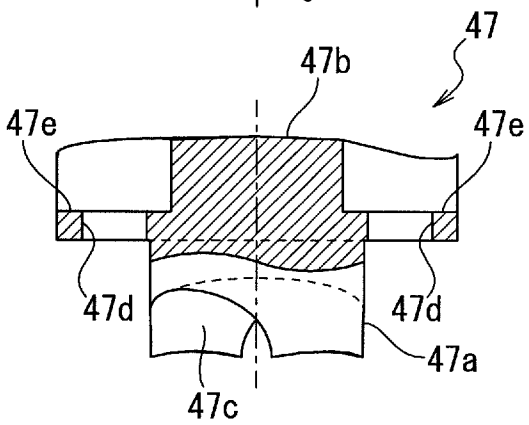

(b)
4Q
41Q
16
(1Q)
43
43
43
43
418
417
(a)
4Q
47
49
47
47
47
47
47
47
47
47
47
49
41Q
417
418
1Q

[図21]

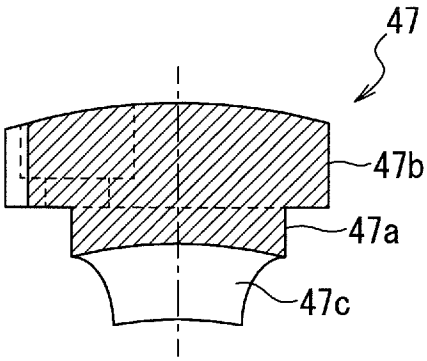
(a)


C
Lt
47
B
47b
Lc
47d
47e
A
A
47d
b
47a
B
47e
C

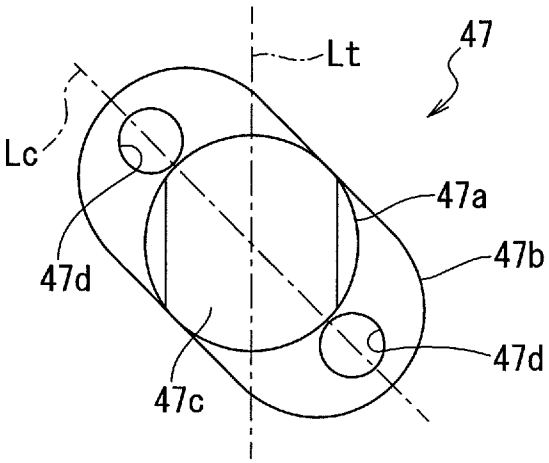
(b)


47
47b
47e
47e
47d
47d
47a
47c

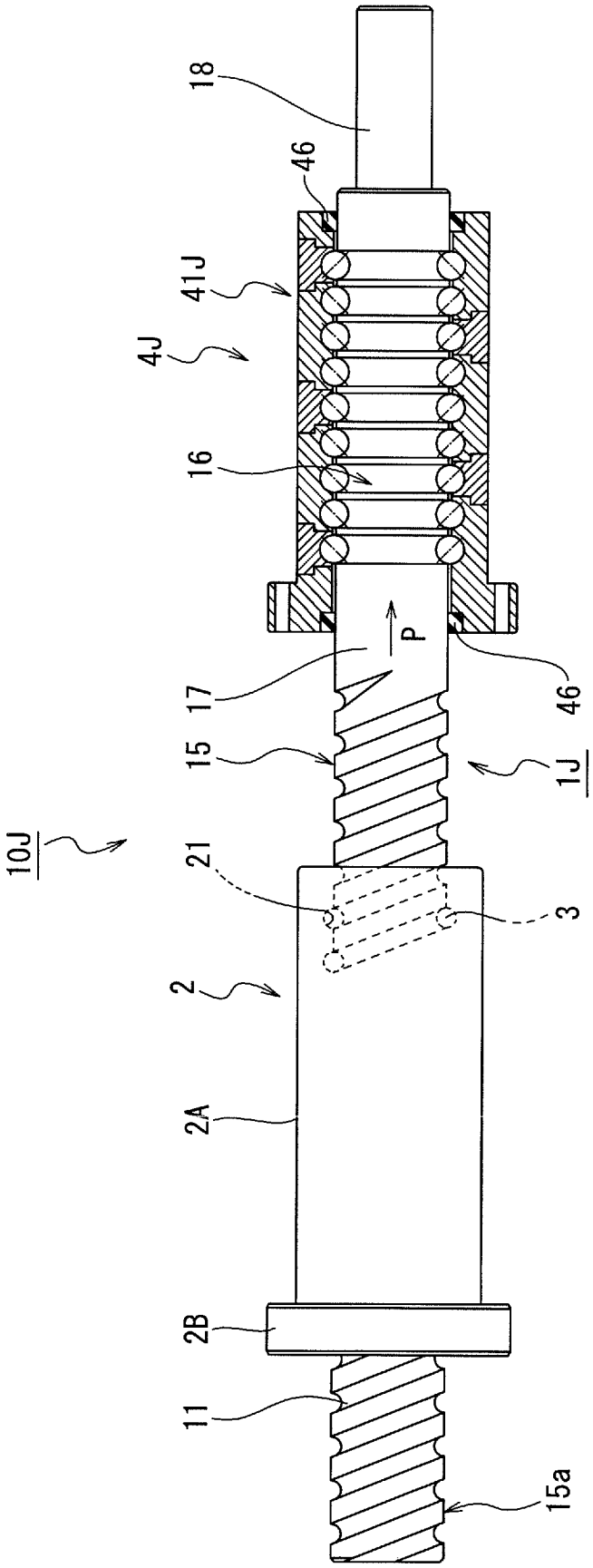
(c)


47
47b
47a
47c

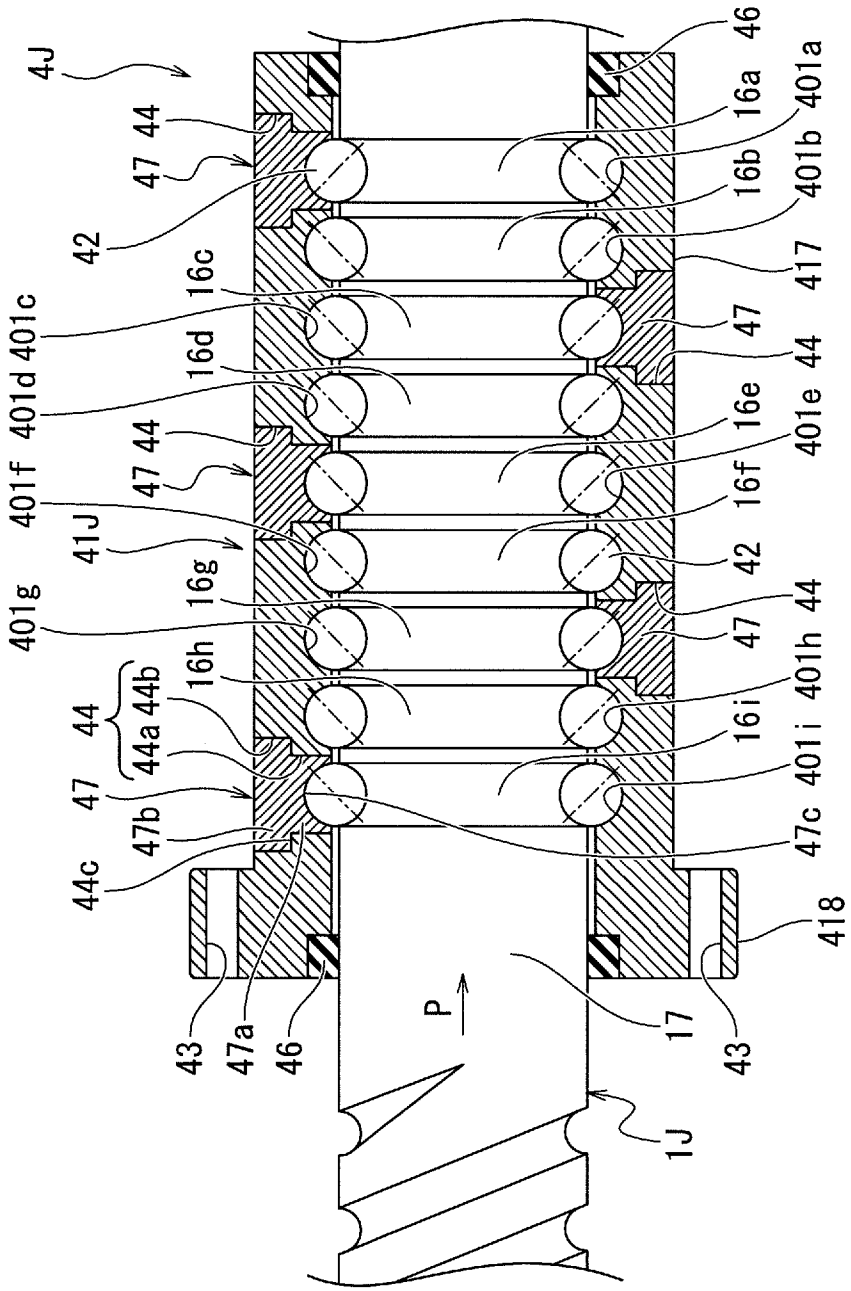
(d)


Lt
47
Lc
47a
47b
47d
47d
47c

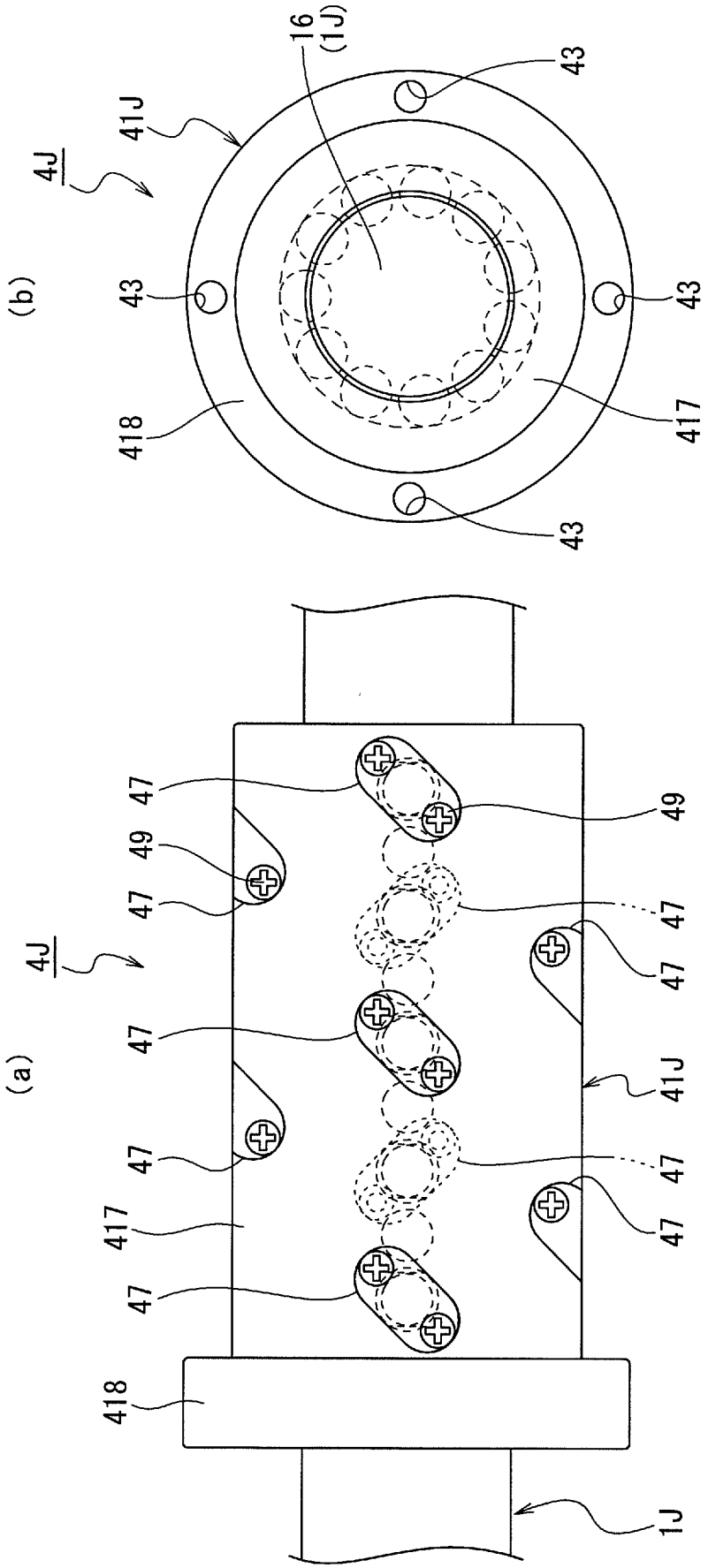
[図22]



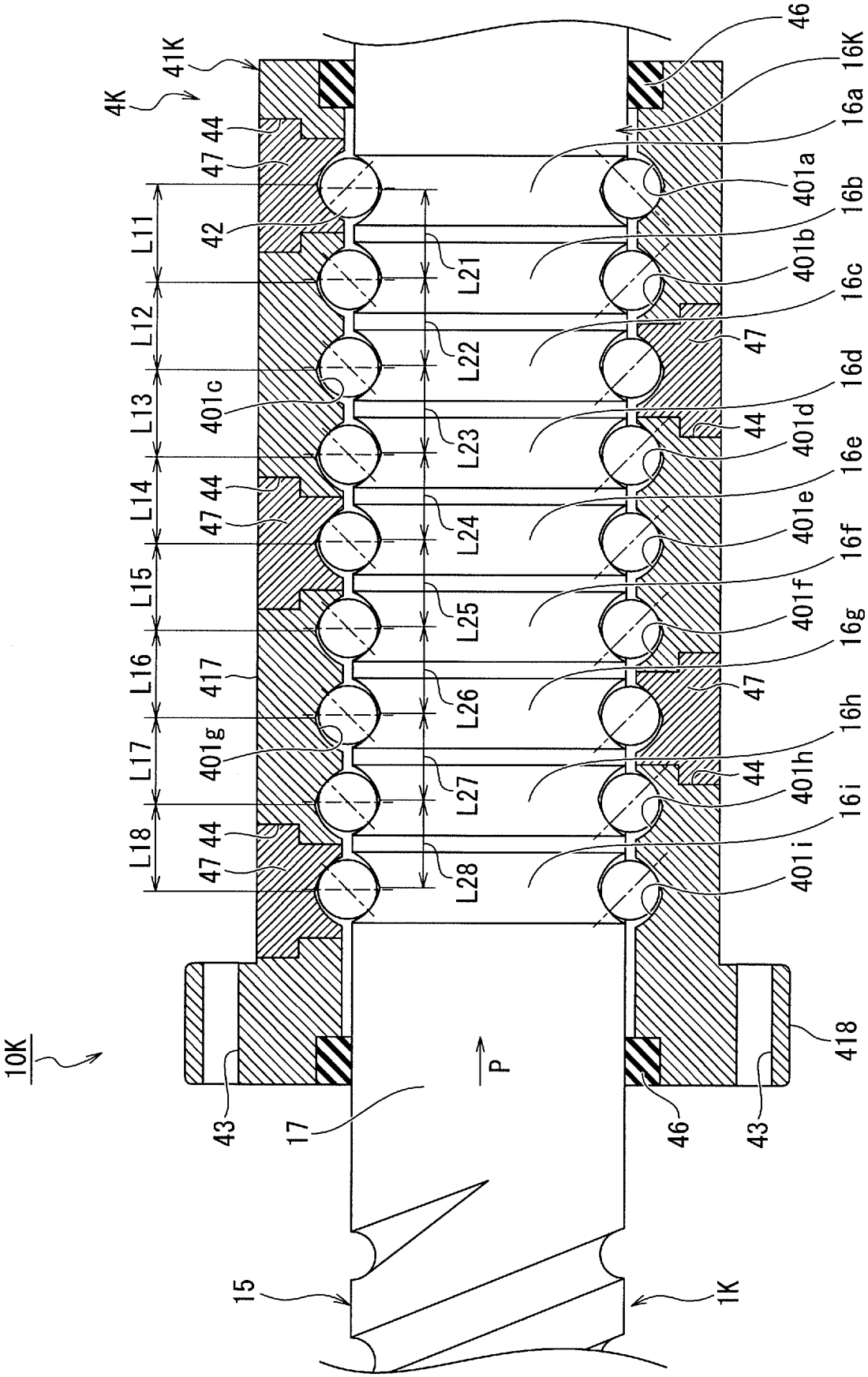
[図23]


4J
44
47
42
401c
401d
401f
41J
401g
44
44a
44b
47
47b
44c
43
47a
46
P
1J
17
43
418
47c
401i
16i
401h
44
47
42
401e
16f
16e
44
47
417
401b
16b
401a
16a
46
16c
16d
47
44
16g
16h

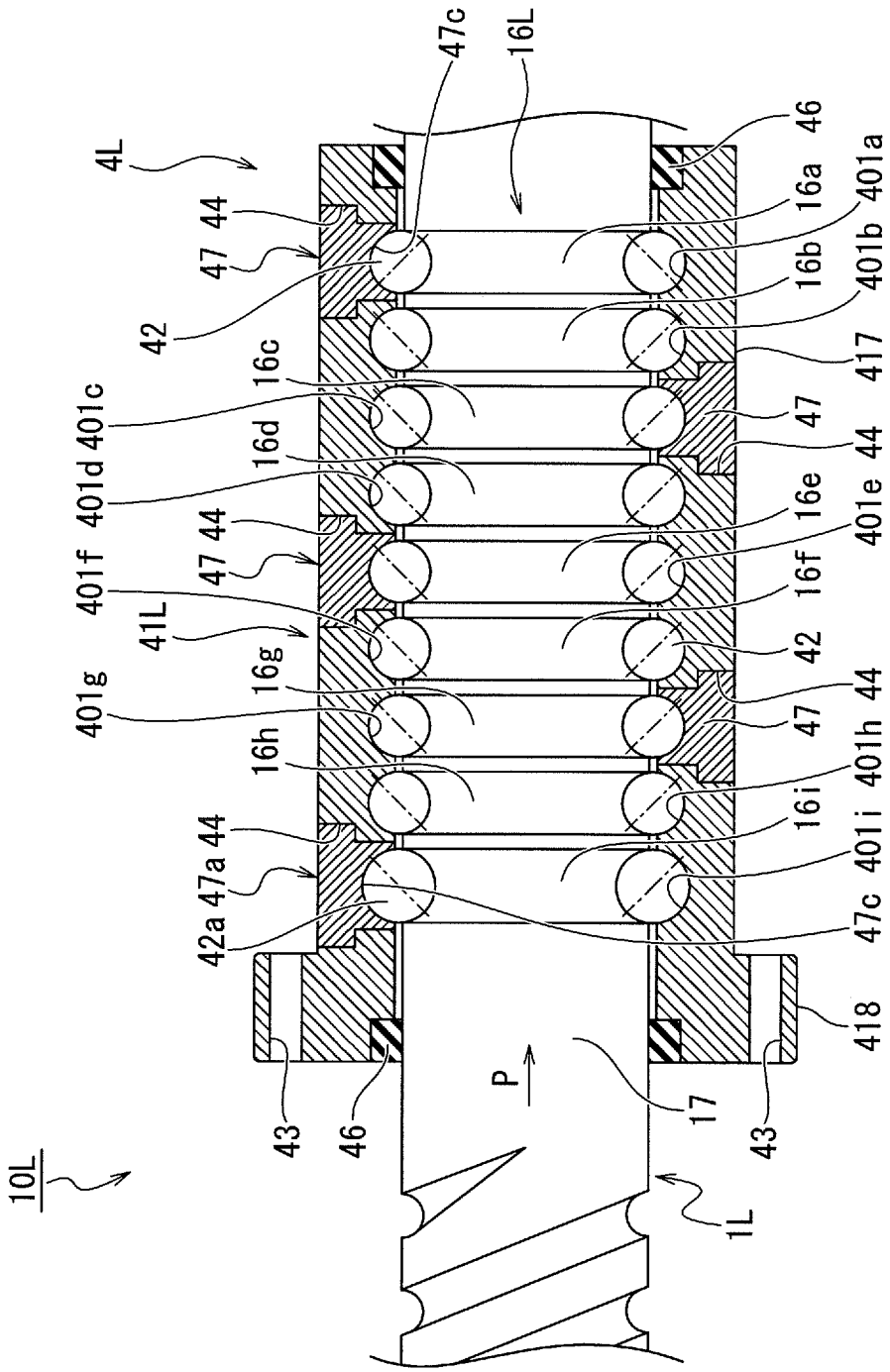
[図24]


(a)
4J
47
49
47
47
47
47
417
47
418
47
49
47
47
41J
47
47
1J
(b)
4J
41J
16
(1J)
43
43
43
43
418
417

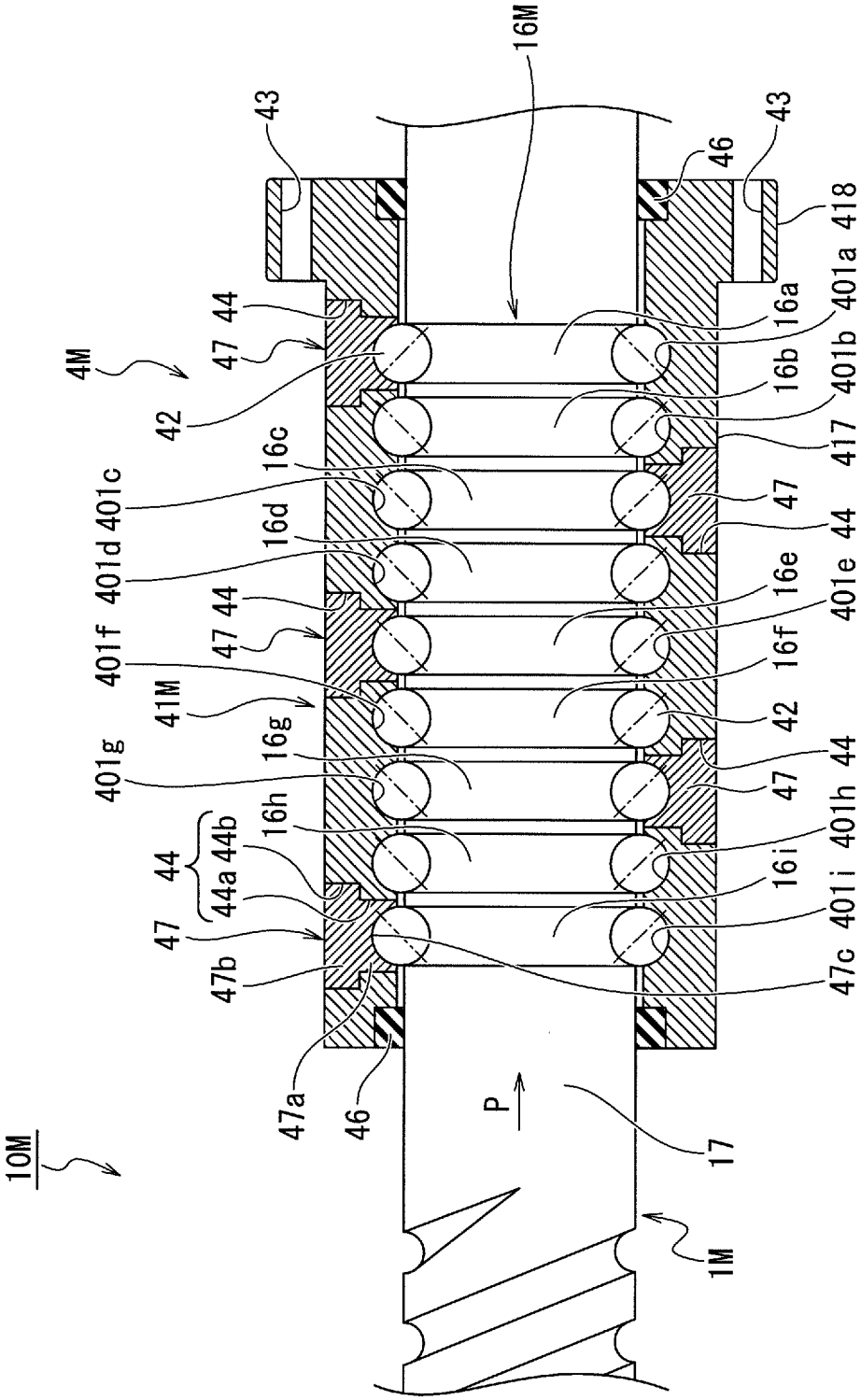
[図25]


10K
4K
41K
46
16K
16a
401a
16b
401b
16c
47
16d
401d
16e
401e
16f
401f
16g
47
16h
401h
16i
401i
418
43
17
P
46
43
15
1K
L11
L12
L13
L14
L15
L16
L17
L18
L21
L22
L23
L24
L25
L26
L27
L28
42
47 44
401c
47 44
417
401g
47 44
44

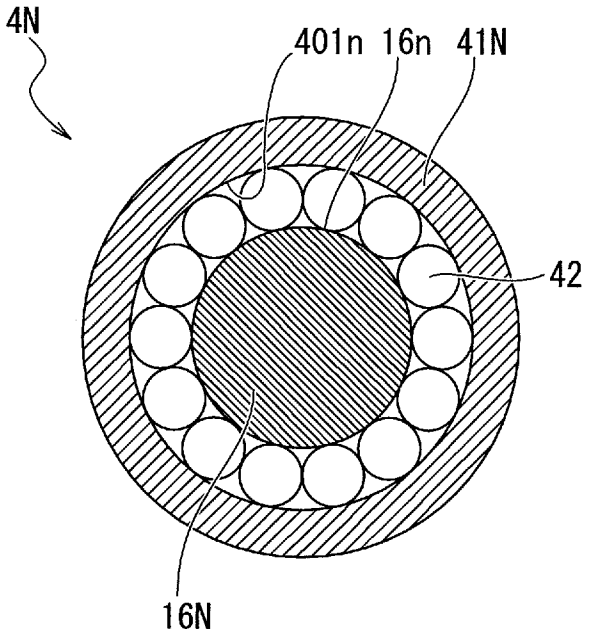
[図26]


10L
4L
41L
1L
P
42
42a
43
44
46
47
47a
47c
16L
16a
16b
16c
16d
16e
16f
16g
16h
16i
17
401a
401b
401c
401d
401e
401f
401g
401h
401i
417
418

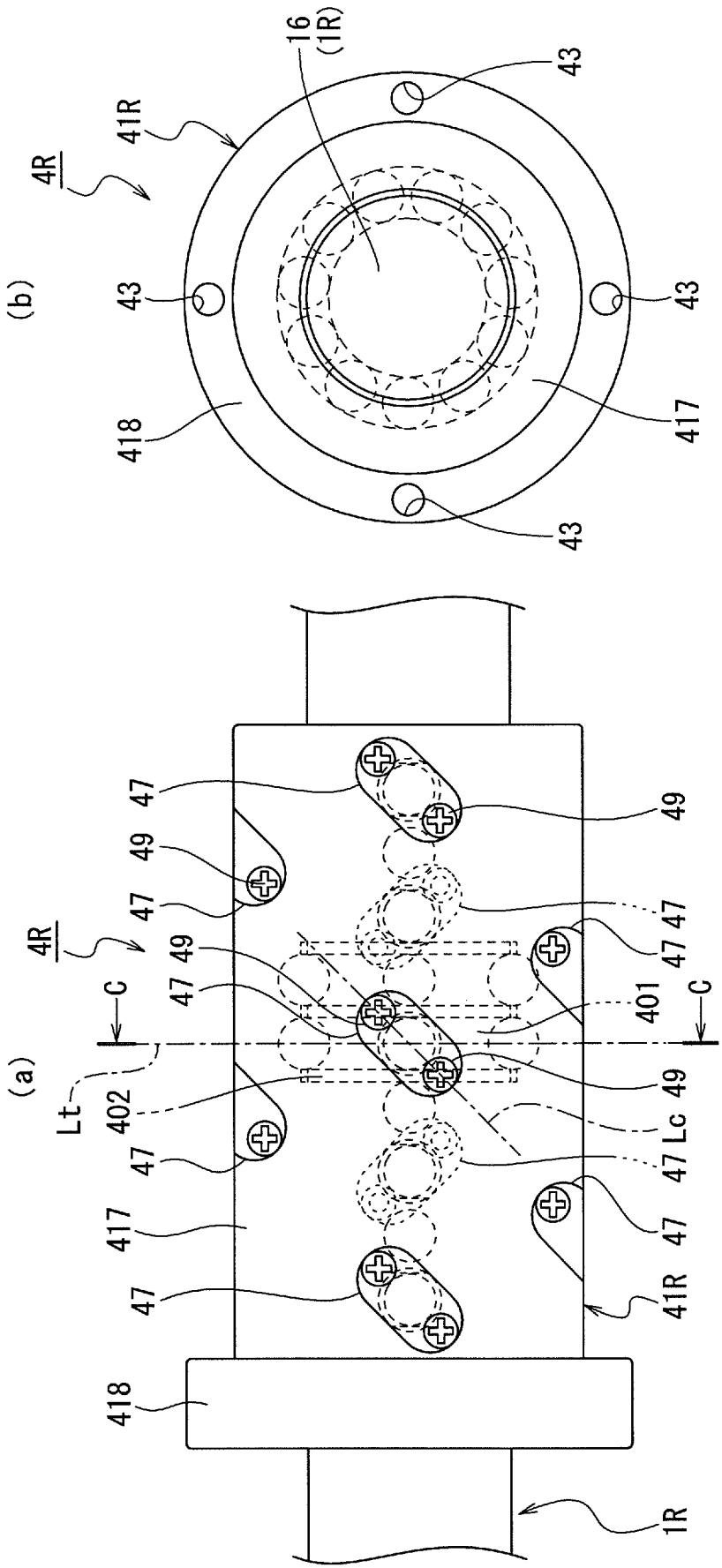
[図27]


10M
4M
41M
1M
16M
17
P
42
43
44
44a
44b
46
47
47a
47b
47c
401a
401b
401c
401d
401e
401f
401g
401h
401i
417
418
16a
16b
16c
16d
16e
16f
16g
16h
16i

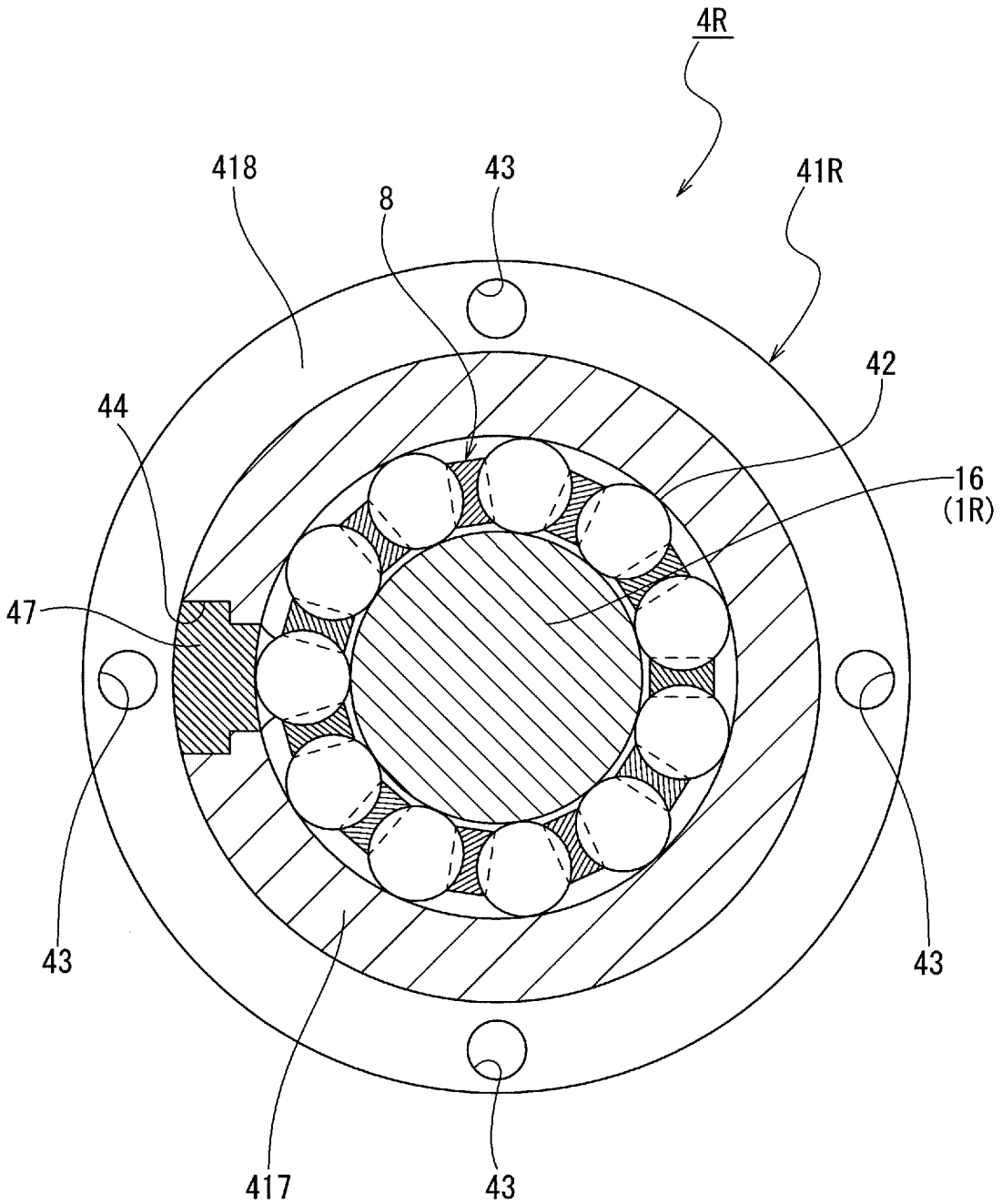
[図28]



[図29]

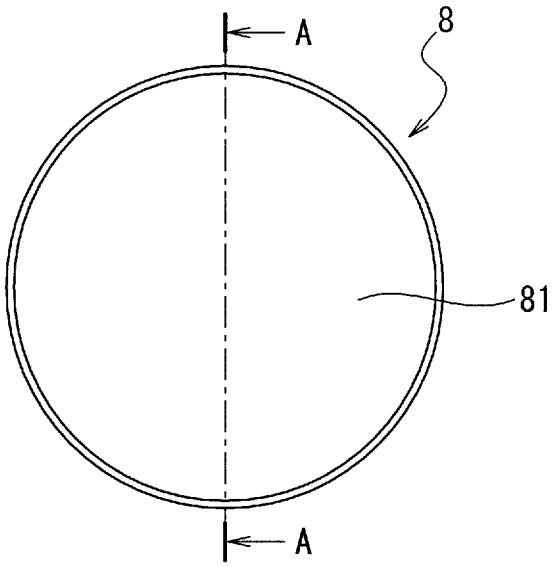

(b)
4R
41R
16
(1R)
43
43
43
43
418
417
(a)
4R
47
49
47
49
47
47
49
47
47
49
47
47
47

[図30]

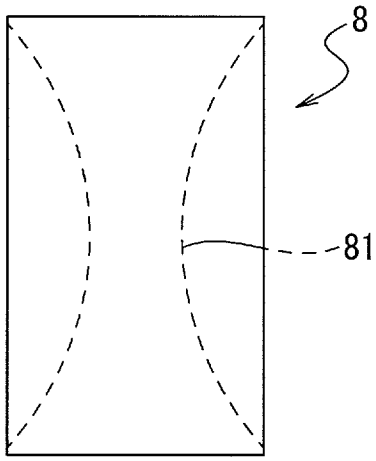


[図31]

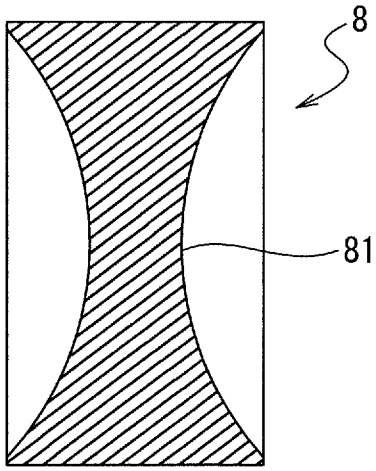
(a)



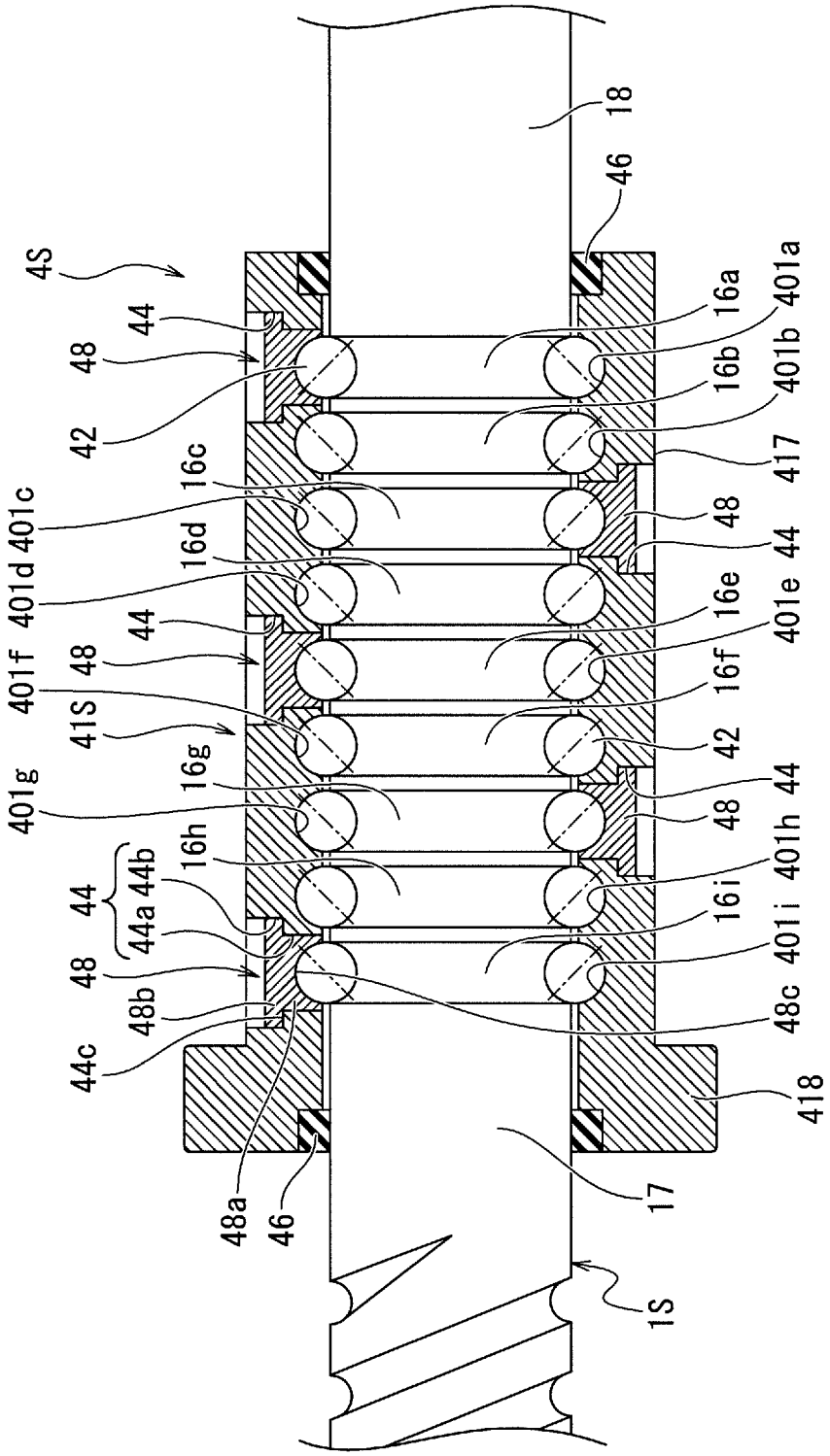
(b)



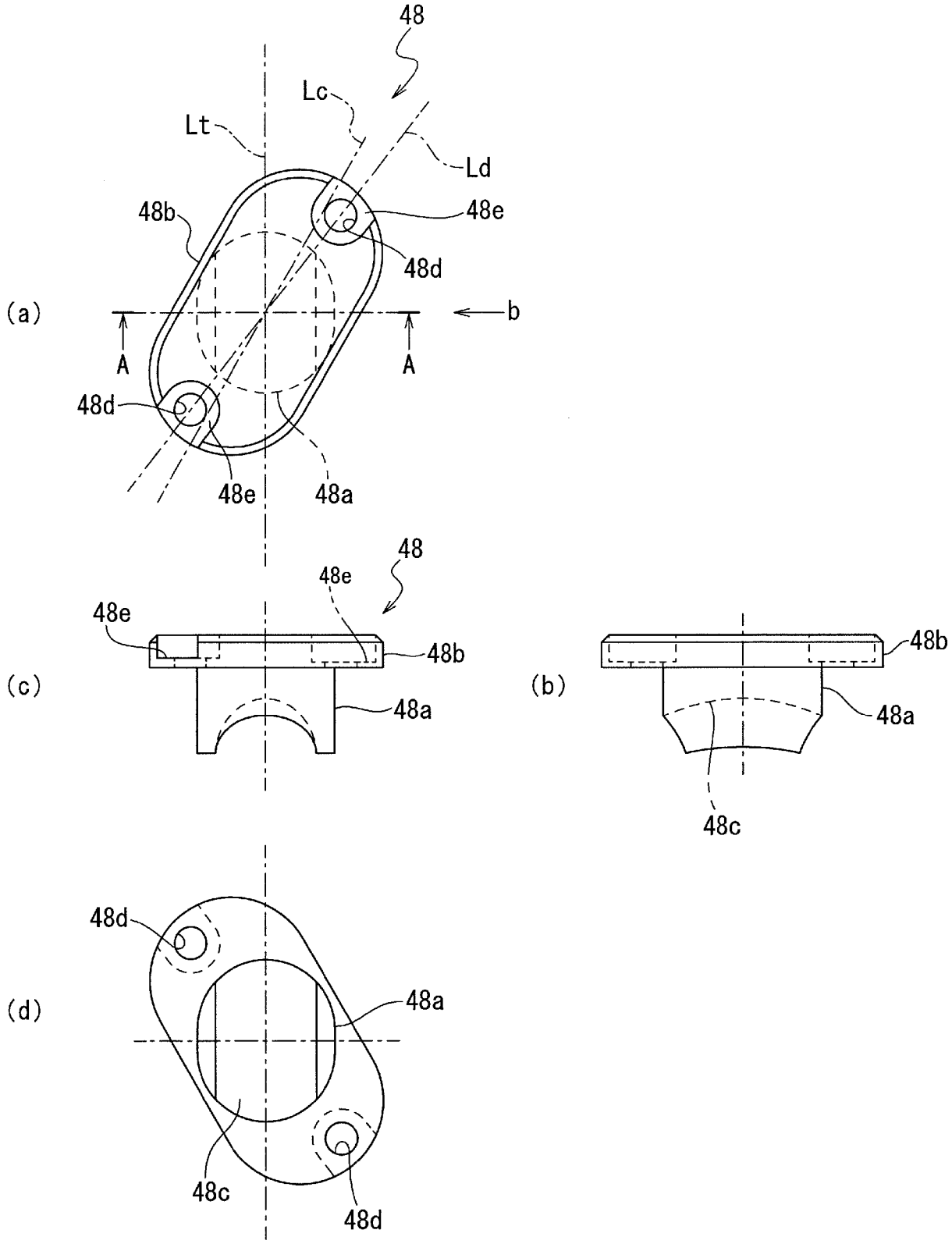
(c)



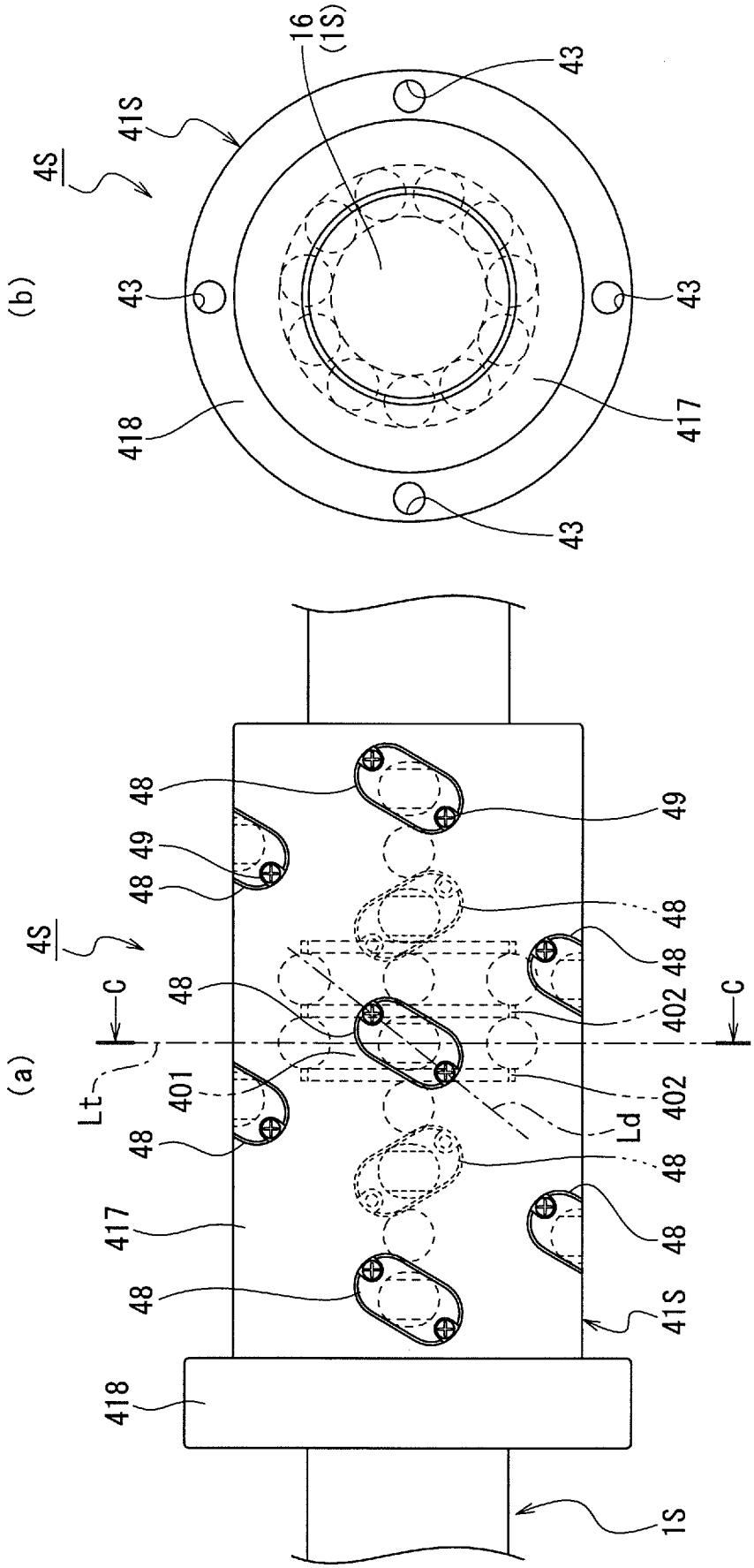
[図32]


4S
44
48
42
401c
401d
401f
41S
401g
44
44a
44b
48
48b
44c
48a
46
18
46
16a
401a
16b
401b
417
16c
48
16d
44
16e
401e
16f
42
16g
44
48
16h
401h
16i
401i
48c
418
17
1S

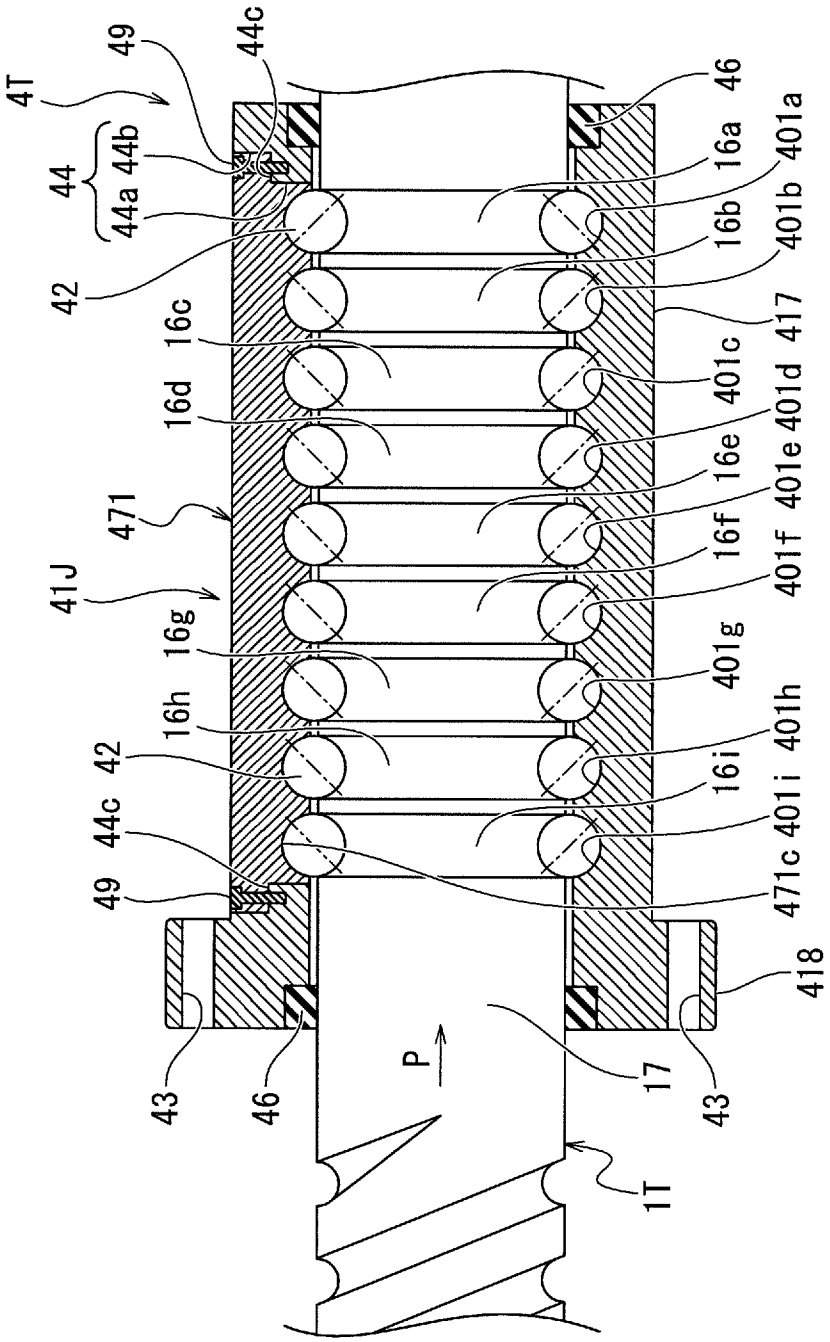
[図33]


48
Lc
Lt
Ld
48b
48e
48d
(a)
b
A
A
48d
48e
48a
48
48e
48e
48b
(c)
48a
(b)
48b
48a
48c
48d
(d)
48a
48c
48d

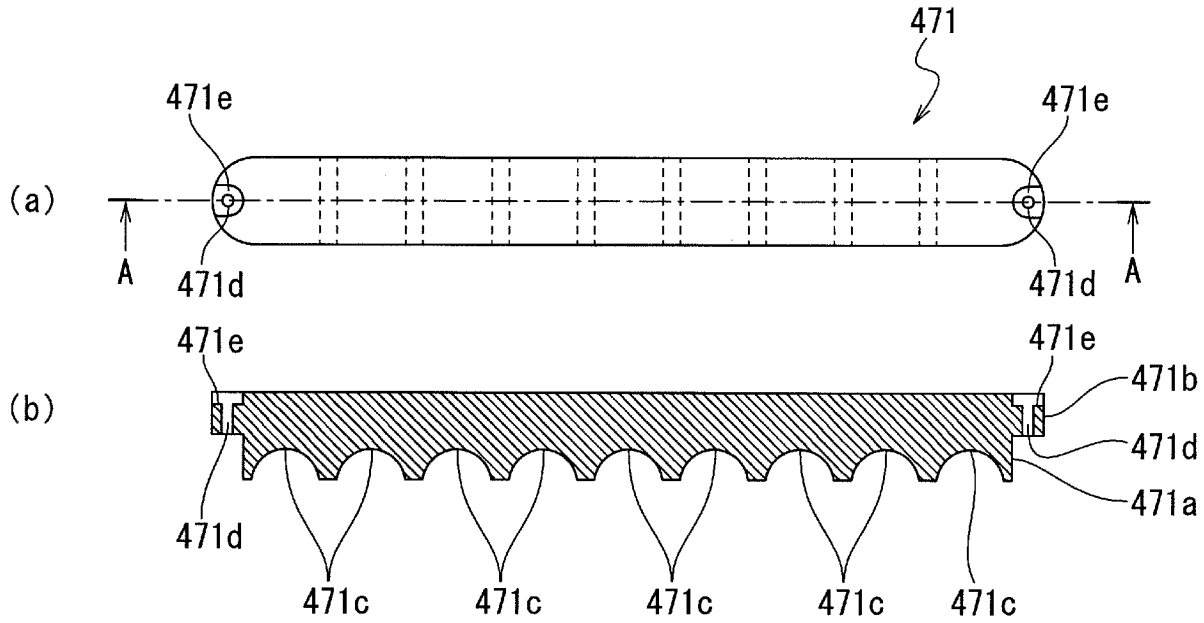
[図34]



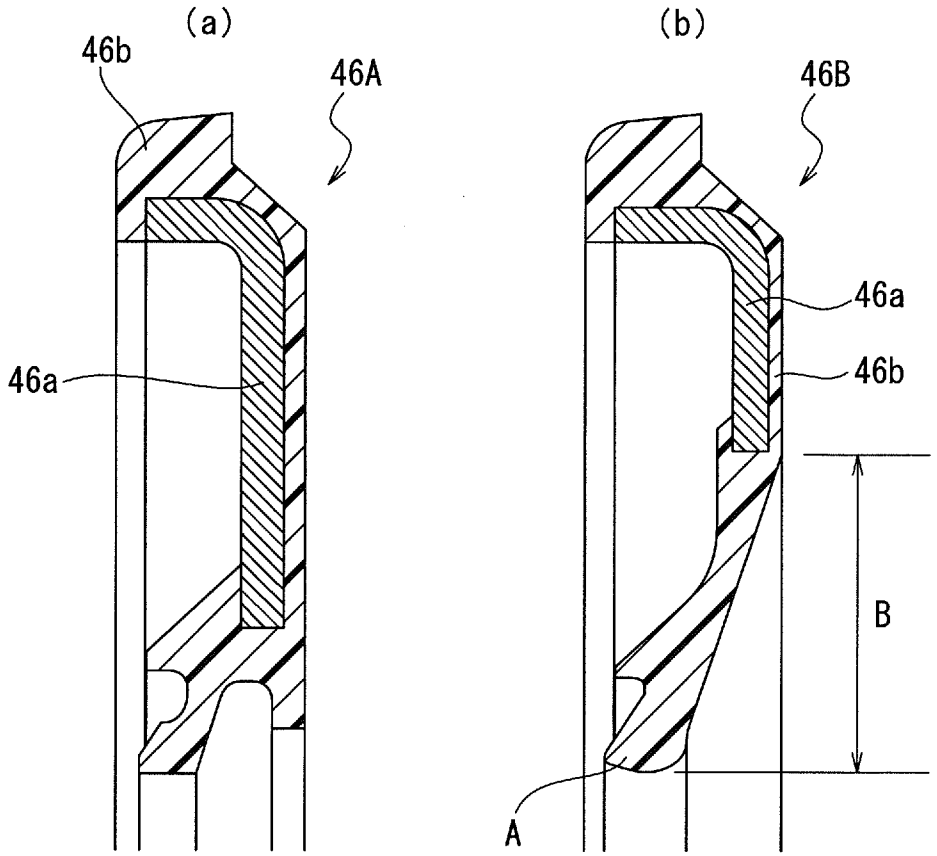
[図35]


4T
49
44c
44
44b
44a
42
16c
16d
471
41J
16g
16h
42
44c
49
43
46
P
1T
17
43
418
471c
401i
16i
401h
401g
16f
401f
16e
401e
401d
401c
417
16b
401b
16a
401a
46

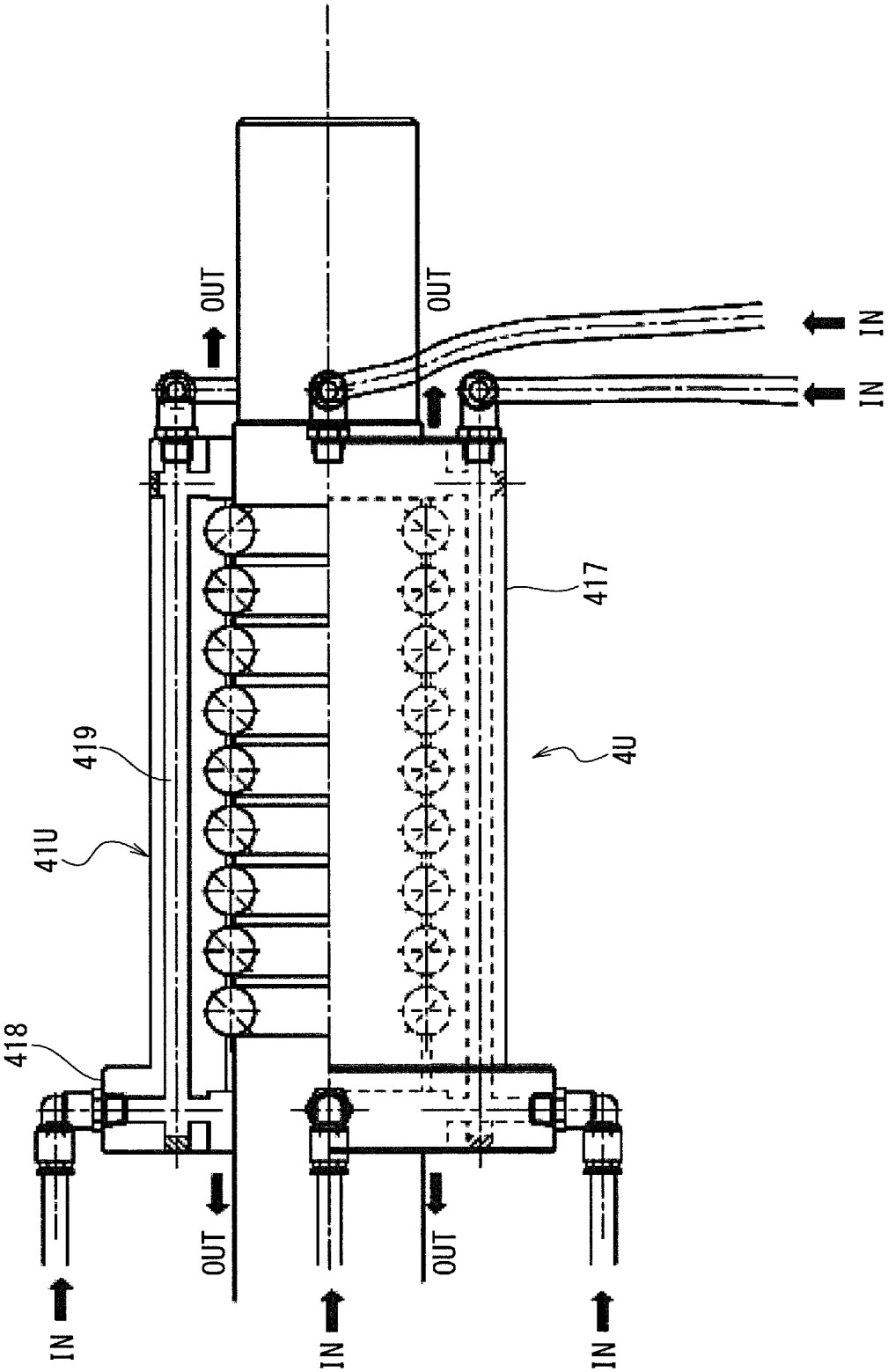
[図36]


471
471e
471e
(a)
A
471d
471d
A
471e
471e
(b)
471b
471d
471a
471d
471c
471c
471c
471c
471c

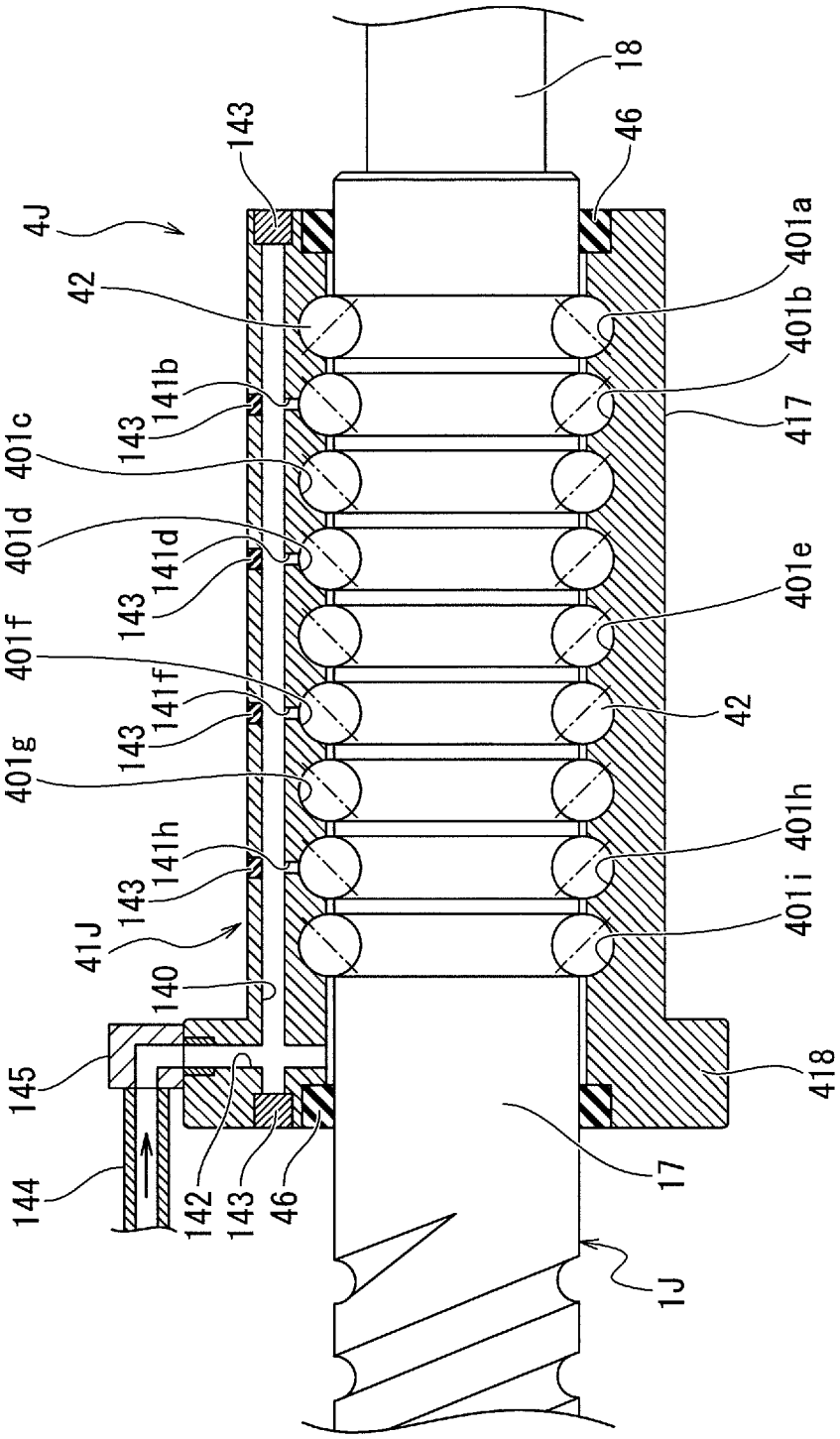
[図37]


(a)
(b)
46b
46A
46B
46a
46a
46b
B
A

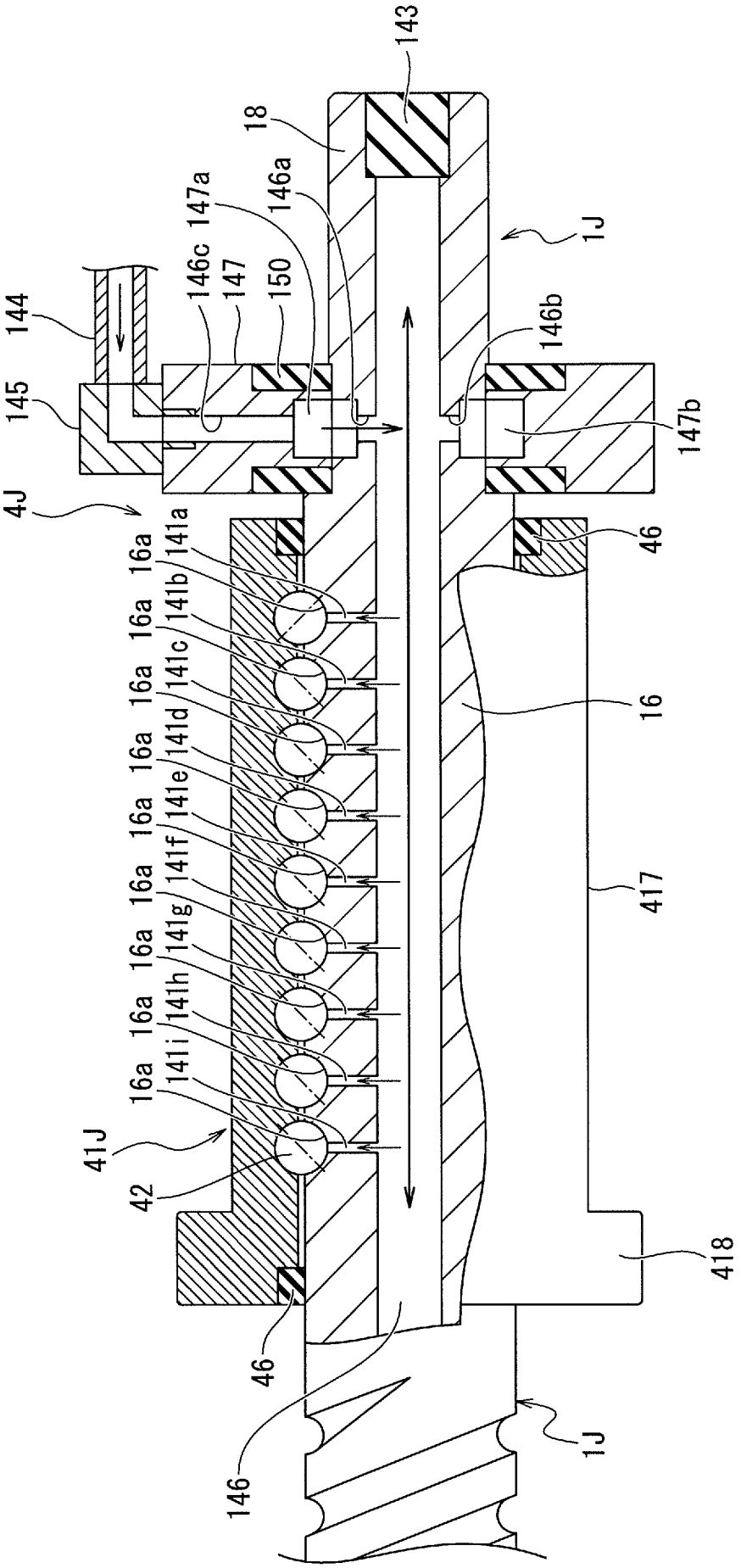
[図38]



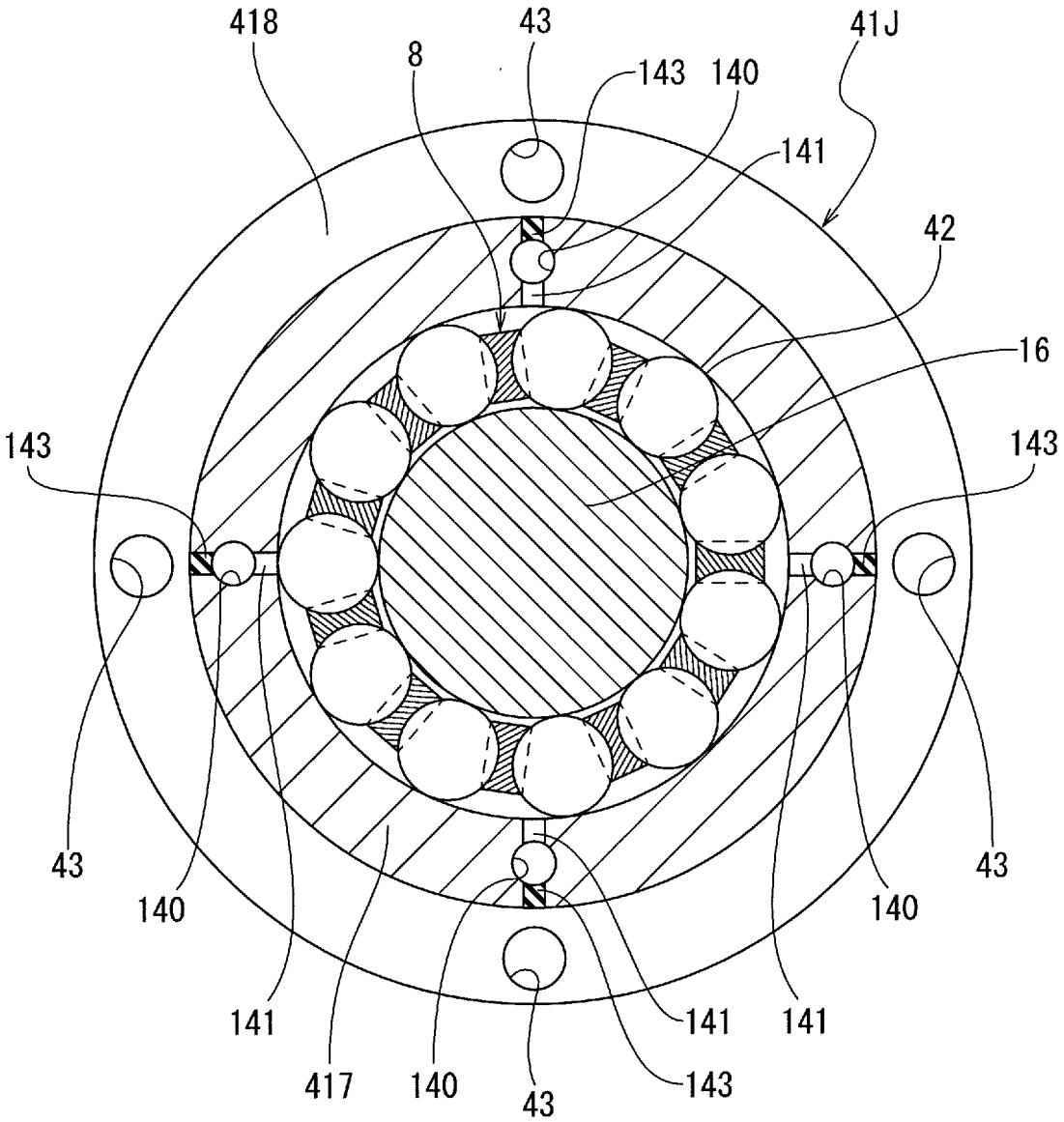
[図39]


4J
42
143
141b
401c
401d
141d
401f
141f
401g
141h
41J
140
145
144
142
46
18
401a
401b
417
401e
401h
401i
418
17
1J

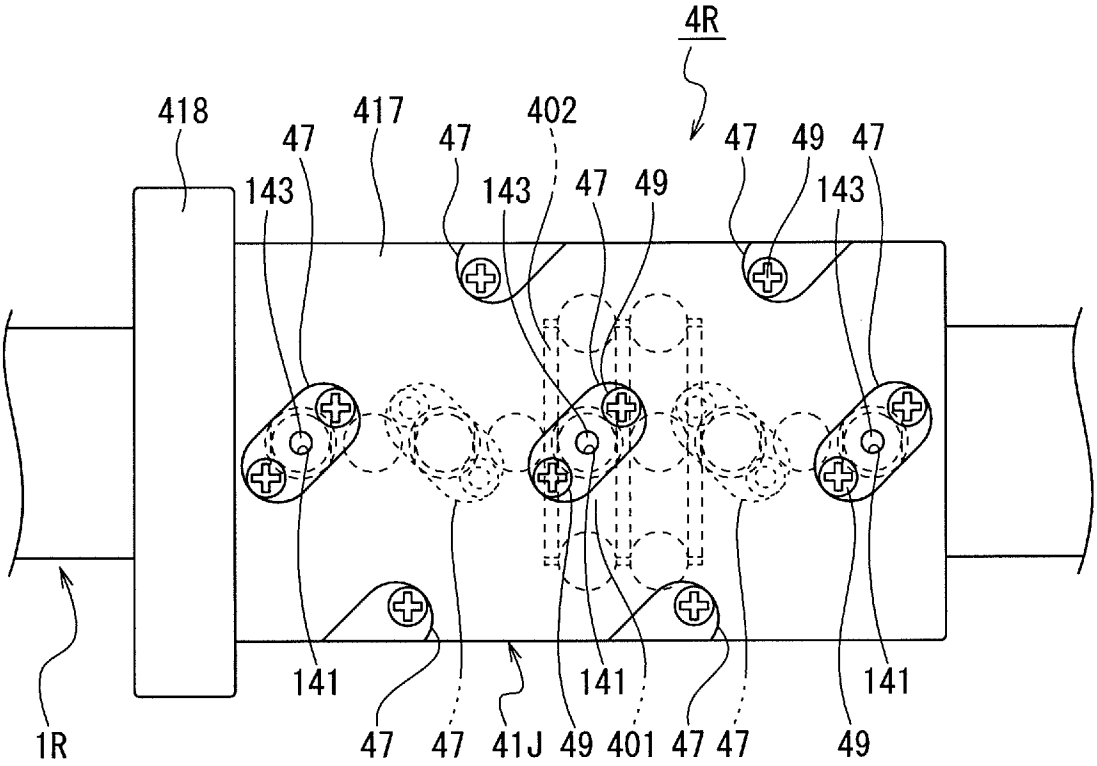
[図40]


143
18
1J
147a
146a
146c
147
150
144
145
146b
147b
4J
46
16a
141a
141b
141c
141d
141e
141f
141g
141h
141i
16
417
41J
42
418
46
146
1J

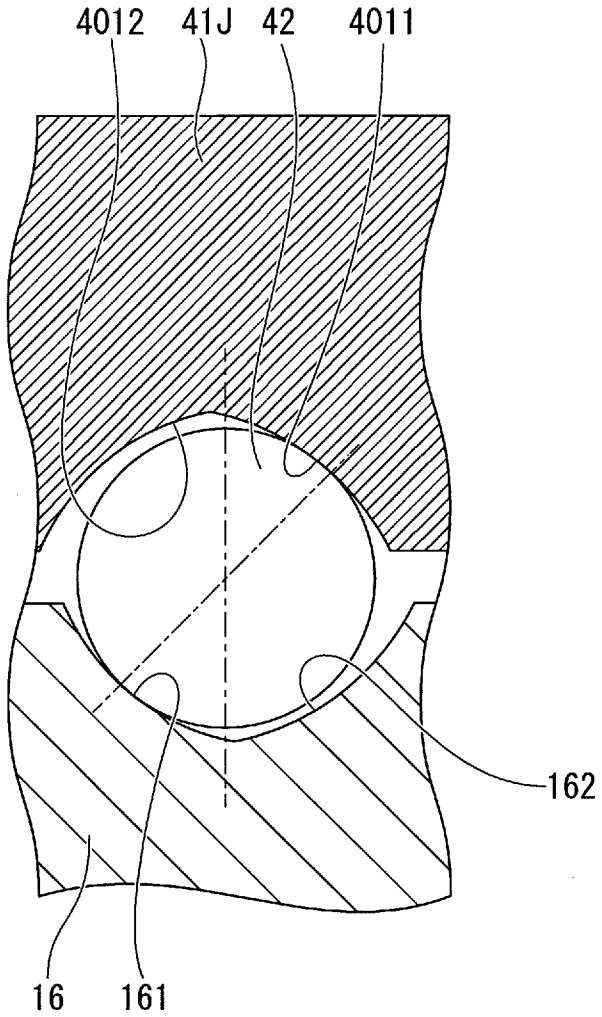
[図41]


418
43
8
143
140
41J
141
42
16
143
143
43
140
140
43
141
417
140
43
143
141
141

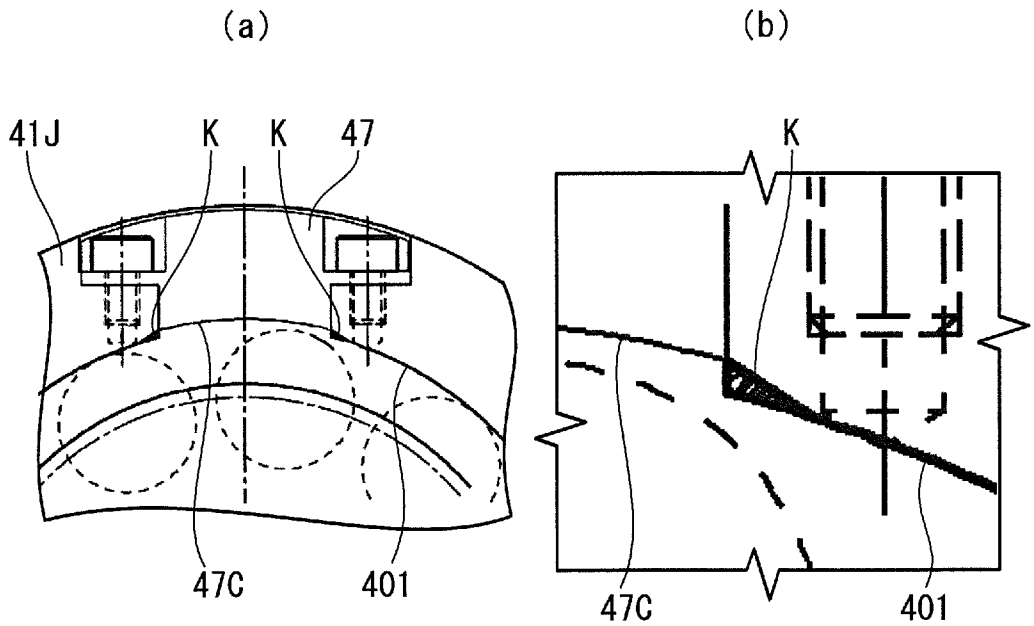
[図42]


4R
418
417
402
47
47
47
49
47
143
143
47
49
143
141
141
141
1R
47
47
41J
49
401
47
47
49

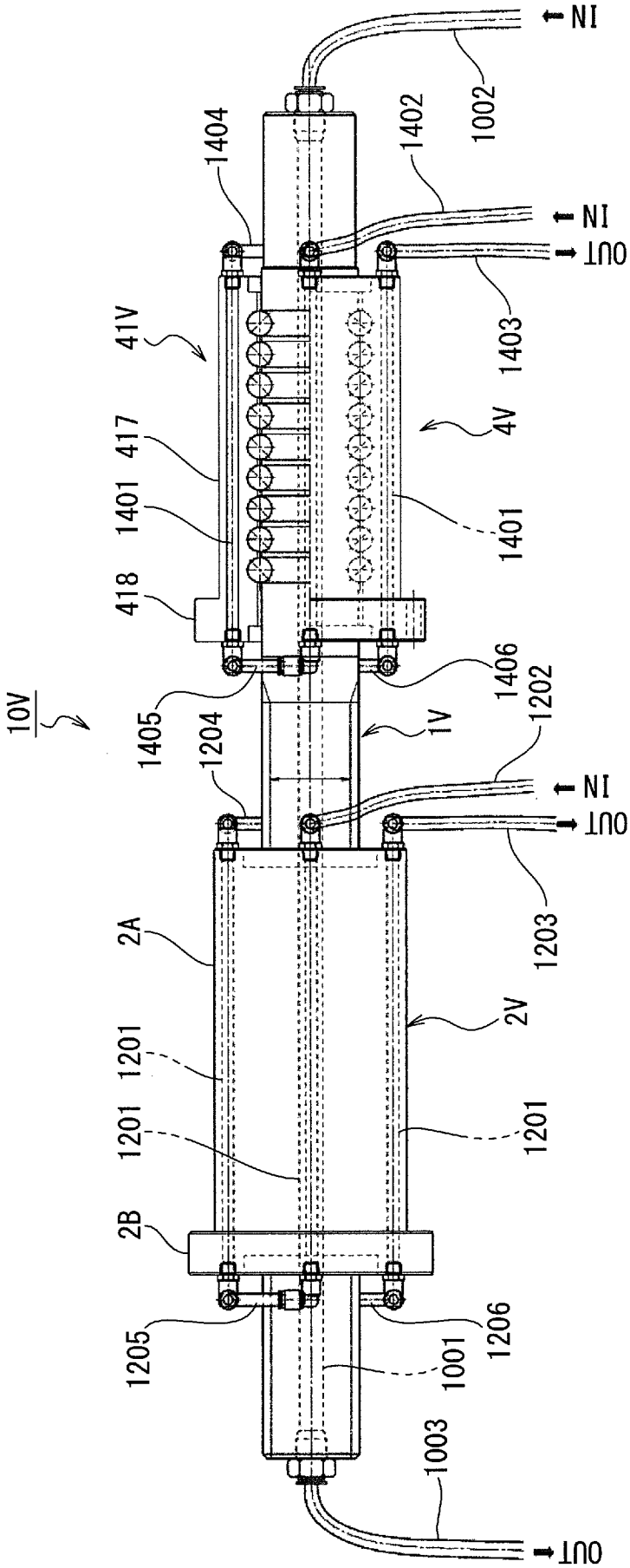
[図43]



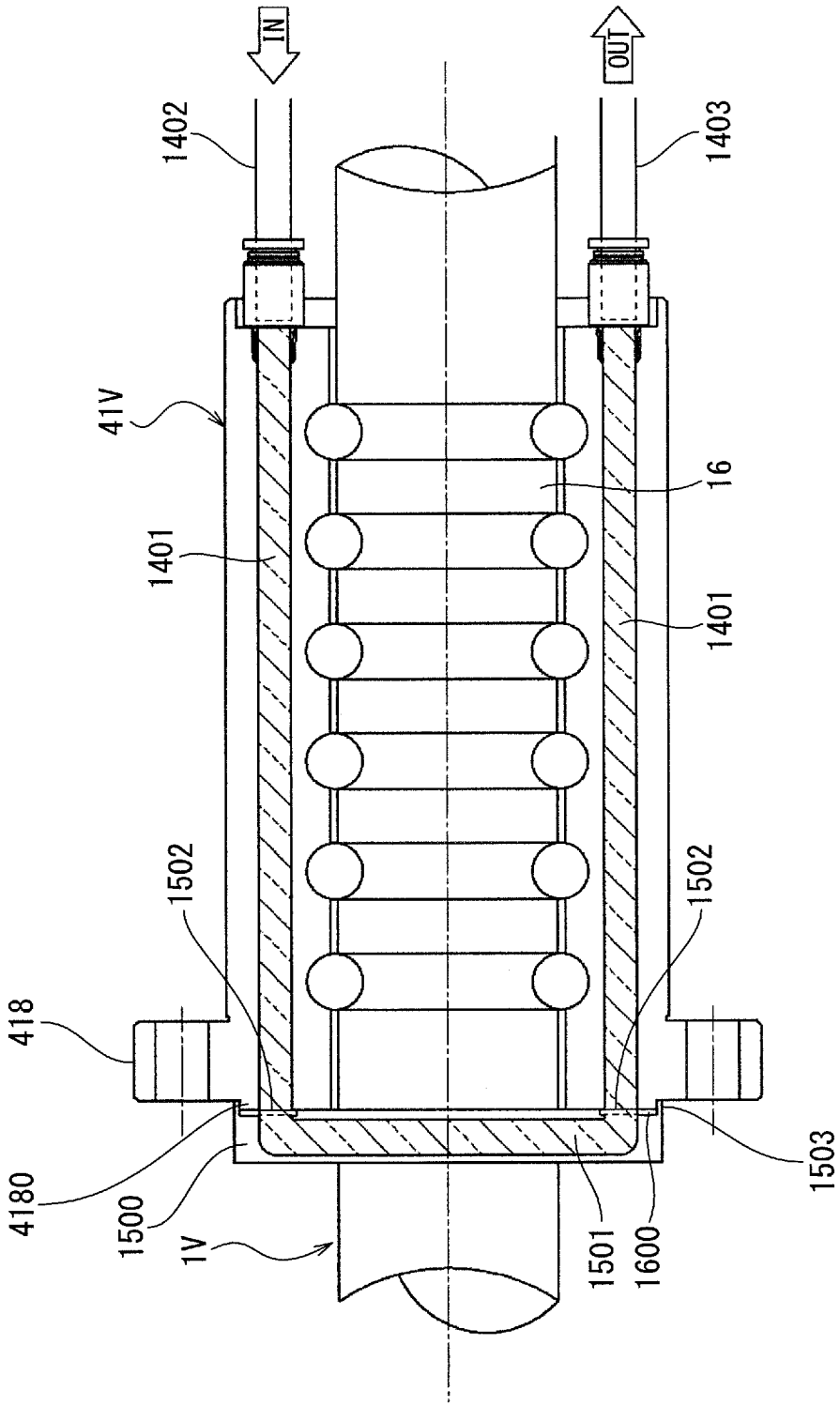
[図44]



[図45]


10V
41V
417
1401
418
1404
1402
1002
IN
IN
OUT
1403
4V
1401
1405
1204
1406
1202
1V
IN
OUT
1203
2A
2V
1201
1201
1201
2B
1205
1206
1001
1003
OUT

[図46]


IN
OUT
1402
1403
41V
16
1401
1401
1502
1502
418
4180
1500
1V
1501
1600
1503

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2107/040647

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. F16H25/24(2006.01)i, F16C19/16(2006.01)i, F16C19/18(2006.01)i, F16C33/64(2006.01)i, F16C43/06(2006.01)i, F16H25/22(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. F16H25/24, F16C19/16, F16C19/18, F16C33/64, F16C43/06, F16H25/22

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
Y A	JP 2007-285480 A (NSK LTD.) 01 November 2007, paragraphs [0009]-[0023], fig. 1 (Family: none)	1 2-4
Y	JP 2002-174229 A (KOYO SEIKO CO.) 21 June 2002, paragraphs [0013]-[0018], fig. 1 (Family: none)	1

☐ 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 01 February 2018	Date of mailing of the international search report 13 February 2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０４０６４７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16H25/24(2006.01)i, F16C19/16(2006.01)i, F16C19/18(2006.01)i, F16C33/64(2006.01)i, F16C43/06(2006.01)i, F16H25/22(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16H25/24, F16C19/16, F16C19/18, F16C33/64, F16C43/06, F16H25/22

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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
Y	JP 2007-285480 A（日本精工株式会社）	1
A	2007.11.01, 段落 0009-0023, 図１（ファミリーなし）	2-4
Y	JP 2002-174229 A（光洋精工株式会社） 2002.06.21, 段落 0013-0018, 図１（ファミリーなし）	1

☐　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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「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	国際調査報告の発送日
０１．０２．２０１８	１３．０２．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｊ　２９４３
前田　浩
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２８