

(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7月13日(13.07.2023)



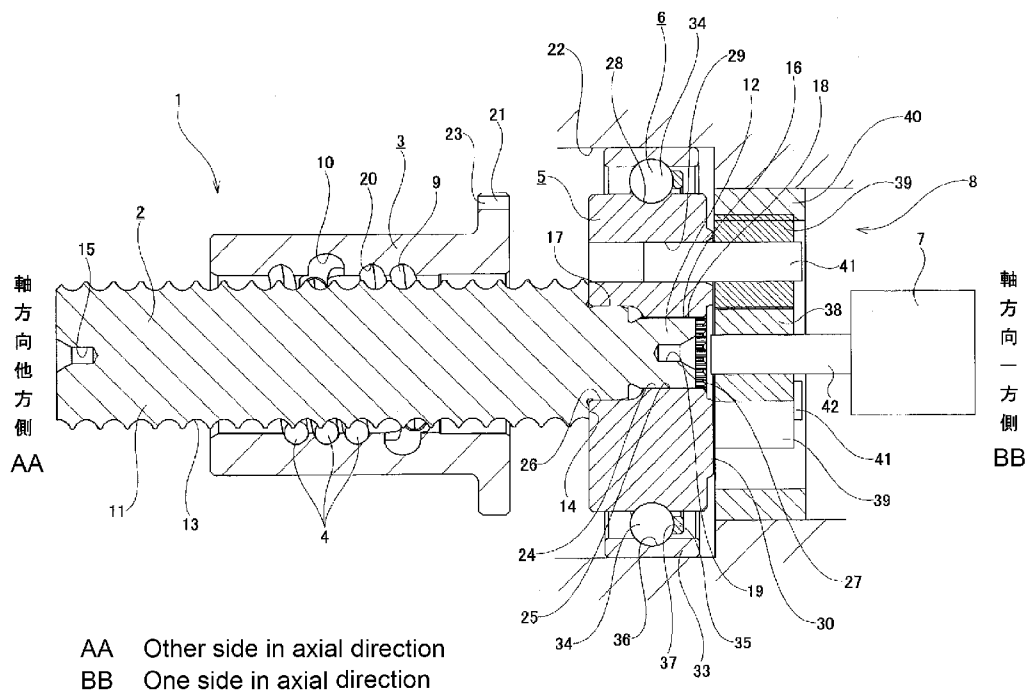
(10) 国際公開番号

WO 2023/132172 A1

- (51) 国際特許分類:
F16H 25/24 (2006.01) *F16C 33/58* (2006.01)
B60T 13/74 (2006.01) *F16H 25/22* (2006.01)
F16C 19/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/044845
- (22) 国際出願日: 2022年12月6日(06.12.2022)
- (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 2022-000587 2022年1月5日(05.01.2022) JP
- (71) 出願人: 日本精工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎一丁目6番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 瀬川 諒 (SEGAWA Ryo); 〒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: 弁理士法人貴和特許事務所 (KIWA INTERNATIONAL); 〒1050014 東京都港区芝2丁目5番19号 ITOビル3階 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,

(54) Title: BALL SCREW DEVICE

(54) 発明の名称: ボールねじ装置



(57) **Abstract:** Provided is a ball screw device having a structure in which a screw shaft is rotated and driven via a planetary speed reduction mechanism, wherein the number of components is reduced and assemblability is improved. A screw shaft (2) includes: a screw portion (11) having on an outer circumferential surface thereof a spiral-shaped shaft-side ball screw groove (13); and a fitting shaft portion (12). A carrier (5) constituting a planetary speed reduction mechanism (8) is secured so as to be incapable of rotating relative to the fitting shaft portion (12). An inner ring raceway (28) constituting a rolling

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, 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, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

bearing (6) for rotatably supporting the carrier (5) is formed directly on the outer circumferential surface of the carrier (5).

(57) 要約: 遊星減速機構を介してねじ軸を回転駆動する構造において、その部品点数が抑えられ、かつ、その組立性の向上が図られている、ボールねじ装置を実現する。ねじ軸(2)は、外周面に螺旋状の軸側ボールねじ溝(13)を有するねじ部(11)と、嵌合軸部(12)とを有し、遊星減速機構(8)を構成するキャリア(5)が、嵌合軸部(12)に対して相対回転不能に固定されており、かつ、キャリア(5)を回転自在に支持するための転がり軸受(6)を構成する内輪軌道(28)が、キャリア(5)の外周面に直接形成されている。

明 細 書

発明の名称： ボールねじ装置

技術分野

[0001] 本開示は、ボールねじ装置に関する。

背景技術

[0002] ボールねじ装置は、ねじ軸とナットとの間でボールを転がり運動させるため、ねじ軸とナットとを直接接触させる滑りねじ装置に比べて、高い効率が得られる。このため、ボールねじ装置は、たとえば電動モータなどの駆動源の回転運動を直線運動に変換するために、自動車の電動ブレーキ装置やオートマチックマニュアルトランスミッション（ＡＭＴ）、工作機械の位置決め装置など、各種機械装置に組み込まれている。

[0003] ボールねじ装置は、外周面に螺旋状の軸側ボールねじ溝を有するねじ軸と、内周面に螺旋状のナット側ボールねじ溝を有するナットと、軸側ボールねじ溝とナット側ボールねじ溝との間に配置された複数のボールとを有する。ボールねじ装置では、用途に応じて、ねじ軸とナットとのうちの一方が回転運動要素として、ねじ軸とナットとのうちの他方が直線運動要素として用いられる。

[0004] 図１４は、特開２００９－２８６１３７号公報に記載された、従来構造のボールねじ装置１００を示している。

[0005] ボールねじ装置１００は、ねじ軸１０１と、ナット１０２と、図示しない複数のボールとを備える。

[0006] ねじ軸１０１は、ねじ部１０３と、ねじ部１０３の軸方向一方側に隣接配置された嵌合軸部１０４とを有する。ねじ部１０３の外周面には、螺旋状の軸側ボールねじ溝１０５が形成されている。嵌合軸部１０４は、ねじ部１０３よりも小さい外径を有している。ねじ軸１０１は、ねじ部１０３をナット１０２の内側に挿通した状態で、ナット１０２と同軸に配置されている。

[0007] ナット１０２は、円筒形状を有している。ナット１０２の内周面には、図

示しない螺旋状のナット側ボールねじ溝が形成されている。ナット１０２は、ハウジング１０６に対して支持された複数本のガイドロッド１０７に対して係合している。これにより、ナット１０２の回り止めが図られている。

[0008] 軸側ボールねじ溝１０５とナット側ボールねじ溝とは、径方向に互いに対向するように配置され、螺旋状の負荷路を構成する。負荷路の始点と終点とは、図示しない循環手段により接続されている。このため、負荷路の終点にまで達したボールは、循環手段を通じて、負荷路の始点にまで戻される。なお、負荷路の始点と終点とは、ねじ軸１０１とナット１０２との軸方向に関する相対変位の方向、すなわち、ねじ軸１０１とナット１０２との相対回転方向に応じて入れ替わる。

[0009] ボールねじ装置１００では、駆動源である電動モータ１０８の回転を、ねじ軸１０１に対して、プーリ装置１０９により減速して伝達する。このために、ねじ軸１０１の軸方向一方側の端部に備えられた嵌合軸部１０４に対して、従動プーリ１１０を相対回転不能に外嵌している。

[0010] また、電動モータ１０８のモータ軸１１１の先端部に、駆動プーリ１１２を相対回転不能に外嵌している。そして、駆動プーリ１１２と従動プーリ１１０との間に、ベルト１１３を掛け渡している。これにより、電動モータ１０８の回転を減速して、ねじ軸１０１に伝達するようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献１：特開２００９－２８６１３７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] 電動モータの回転を、ボールねじ装置を構成するねじ軸に伝達するために、特開２００９－２８６１３７号公報に記載された従来構造のようにプーリ装置を利用することや、平歯車式の減速機構を利用することが考えられている。

[0013] 本発明者らは、プーリ装置や平歯車式の減速機構に比べて、入力軸と出力軸とを同軸に配置できることや装置の小型化を図れるなどのメリットを得られる遊星減速機構を利用して、電動モータの回転を、ボールねじ装置を構成するねじ軸に伝達することを考えた。図15は、本発明者らが、本開示のボールねじ装置を完成する以前に考えた未公開のボールねじ装置である。

[0014] このボールねじ装置では、ボールねじ装置100aを構成するねじ軸101aの軸方向一方側の端部に、遊星減速機構114を構成するキャリア115を相対回転不能に外嵌している。具体的には、ねじ軸101aの軸方向一方側の端部に形成した嵌合軸部104aを、キャリア115の径方向中央部に形成された取付孔116にスプライン嵌合している。

[0015] また、キャリア115に対して、複数の遊星歯車117を回転自在に支持している。具体的には、キャリア115の径方向中間部に形成した複数の支持孔118にピニオンピン119を挿通支持し、ピニオンピン119の周囲に遊星歯車117を回転自在に支持している。また、電動モータ108aのモータ軸111aの先端部に固定した太陽歯車120と、太陽歯車120と同軸に配置され、かつ、ハウジング124に固定されたリング歯車121との間に、複数の遊星歯車117を配置している。複数の遊星歯車117は、太陽歯車120およびリング歯車121とそれぞれ噛合っている。

[0016] このボールねじ装置では、電動モータ108aに通電し、太陽歯車120を回転させると、遊星歯車117は、太陽歯車120の周囲を自転しつつ公転する。そして、遊星歯車117の公転運動が、キャリア115を介してねじ軸101aに伝達され、ねじ軸101aを回転駆動する。

[0017] また、ねじ軸101aの嵌合軸部104aに固定したキャリア115を、ハウジング124に対し、転がり軸受122を利用して、回転自在に支持している。このため、キャリア115に伝達されたアキシャル方向の力は、転がり軸受122を介してハウジング124により支承される。

[0018] このような構造により、ねじ軸101aを回転駆動した際に、ナット102aからボールを介してねじ軸101aに作用するアキシャル方向の反力が

、遊星歯車 1 1 7 と太陽歯車 1 2 0 との嚙合部および遊星歯車 1 1 7 とリング歯車 1 2 1 との嚙合部に伝わることを防止できる。また、音振性能を確保するなどの理由から、遊星歯車 1 1 7 としてはすば歯車が使用されることに起因して、キャリア 1 1 5 に対してアキシャル方向の力が作用する場合であっても、転がり軸受 1 2 2 が備えられているため、このようなアキシャル方向の力が、ボールと軸側ボールねじ溝 1 0 5 a およびナット側ボールねじ溝 1 2 5 との転がり接触部に伝わることを防止できる。

[0019] このボールねじ装置では、キャリア 1 1 5 から転がり軸受 1 2 2 に対して、アキシャル方向の力を効率よく伝達するために、キャリア 1 1 5 の外周面の一部に外向きフランジ状の鏝部 1 2 3 を設けて、この鏝部 1 2 3 を転がり軸受 1 2 2 に対して当接させている。

[0020] このボールねじ装置では、キャリア 1 1 5 を、ハウジング 1 2 4 に対して、キャリア 1 1 5 とは別体の転がり軸受 1 2 2 を利用して回転自在に支持しているため、部品点数が嵩むとともに、ボールねじ装置 1 0 0 a の組立性が低下しやすくなる。

[0021] 本開示は、遊星減速機構を利用してねじ軸を回転駆動する構造を採用した場合にも、部品点数を抑えられるとともに、組立性の向上を図ることができる、ボールねじ装置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

[0022] 本開示の一態様にかかるボールねじ装置は、ねじ軸と、ナットと、複数のボールと、キャリアと、転がり軸受とを備える。

[0023] 前記ねじ軸は、外周面に螺旋状の軸側ボールねじ溝を有するねじ部と、前記ねじ部の軸方向一方側に配置された嵌合軸部とを有し、使用時に回転運動する。

[0024] 前記ナットは、内周面に螺旋状のナット側ボールねじ溝を有し、使用時に直線運動する。

[0025] 前記複数のボールは、前記軸側ボールねじ溝と前記ナット側ボールねじ溝との間に配置される。

- [0026] 前記キャリアは、遊星減速機構を構成し、前記嵌合軸部に対して相対回転不能に固定され、前記ねじ軸を回転駆動する。
- [0027] 前記転がり軸受は、内周面に外輪軌道を有する外輪と、前記外輪軌道と径方向に対向する部分に備えられた内輪軌道と、前記外輪軌道と前記内輪軌道との間に転動自在に配置された複数の転動体とを有し、前記キャリアを回転自在に支持する。
- [0028] 前記嵌合軸部は、外周面に内径側係合部を有している。
- [0029] 前記キャリアは、径方向中央部に、前記嵌合軸部を挿入可能な取付孔を有しており、前記取付孔は、内周面に、前記内径側係合部と相対回転不能に係合する外径側係合部を有している。
- [0030] 本開示の一態様にかかるボールねじ装置では、前記キャリアの外周面に、前記内輪軌道を直接形成している。すなわち、前記転がり軸受を構成し、前記内輪軌道を有する内輪が、前記キャリアと一体に構成されているということもできる。
- [0031] 本開示の一態様にかかるボールねじ装置では、前記嵌合軸部は、外周面のうちで前記内径側係合部から軸方向に外れた部分に内径側嵌合面部を有することができ、かつ、前記取付孔は、内周面のうちで前記外径側係合部から軸方向に外れた部分に、前記内径側嵌合面部とインロー嵌合する外径側嵌合面部を有することができる。
- [0032] 本開示の一態様にかかるボールねじ装置では、前記内径側嵌合面部を、前記外径側嵌合面部に圧入することができる。
- [0033] あるいは、前記内径側嵌合面部と前記外径側嵌合面部とを、微小隙間を持たせた隙間嵌めで嵌合させることもできる。
- [0034] 前記内径側嵌合面部と前記外径側嵌合面部とを、微小隙間を持たせた隙間嵌めで嵌合させる場合には、たとえば、前記嵌合軸部の外周面または前記取付孔の内周面に対して止め輪に係止し、前記止め輪により、前記嵌合軸部が前記取付孔から軸方向に抜け出ることを防止することができる。あるいは、前記嵌合軸部の外周面にかしめ部を形成し、前記かしめ部により、前記嵌合

軸部が前記取付孔から軸方向に抜け出ることを防止することもできる。

[0035] 本開示の一態様にかかるボールねじ装置では、前記キャリアは、軸方向に関して対称形状を有することができる。

[0036] 本開示の一態様にかかるボールねじ装置では、前記内径側係合部と前記外径側係合部との係合部は、軸方向の一部分に、径方向に関する締め代を有することができる。

[0037] 本開示の一態様にかかるボールねじ装置では、前記キャリアは、径方向中間部の円周方向複数箇所に、前記遊星減速機構を構成するピニオンピンを挿通支持するための支持孔を有することができる。

[0038] この場合、前記支持孔を、前記キャリアを軸方向に貫通する貫通孔により構成することができる。

[0039] 本開示の一態様にかかるボールねじ装置では、前記キャリアは、軸方向一方側の側面のうちで前記支持孔の開口部を含む部分に、軸方向一方側に向けて張り出した張出部を有することができる。

[0040] この場合、前記張出部は、円環形状を有することができる。

発明の効果

[0041] 本開示の一態様のボールねじ装置では、遊星減速機構を介してねじ軸を回転駆動する構造が採用されているが、その部品点数が抑えられており、かつ、その組立性の向上が図られている。

図面の簡単な説明

[0042] [図1]図1は、本開示の実施の形態の第1例のボールねじ装置と遊星減速機構とを組み合わせた構造の一例を示す断面図である。

[図2]図2は、第1例のボールねじ装置を示す断面図である。

[図3]図3は、本開示の実施の形態の第2例のボールねじ装置を示す、図2に相当する図である。

[図4]図4は、本開示の実施の形態の第3例のボールねじ装置を示す、図2に相当する図である。

[図5]図5は、図4の部分拡大図である。

[図6]図6は、本開示の実施の形態の第4例のボールねじ装置を示す、図2に相当する図である。

[図7]図7は、図6の部分拡大図である。

[図8]図8は、第4例のボールねじ装置における、ねじ軸の嵌合軸部とキャリアの取付孔との嵌合部を軸方向一方側から見た端面図の部分拡大図である。

[図9]図9は、本開示の実施の形態の第5例のボールねじ装置を示す、図2に相当する図である。

[図10]図10は、本開示の実施の形態の第6例のボールねじ装置を示す、図2に相当する図である。

[図11]図11は、図10の部分拡大図である。

[図12]図12は、図11からキャリアを省略して示す、嵌合軸部の拡大断面図である。

[図13]図13は、本開示の実施の形態の第7例のボールねじ装置を示す、図2に相当する図である。

[図14]図14は、ボールねじ装置とプーリ装置とを組み合わせた従来構造のボールねじ装置を示す断面図である。

[図15]図15は、ボールねじ装置と遊星減速機構とを組み合わせた未公開の構造のボールねじ装置を示す断面図である。

[0043] [第1例]

図1および図2は、本開示の実施の形態の第1例のボールねじ装置と遊星減速機構とを組み合わせた構造の一例を示す。

[0044] [ボールねじ装置の全体構成]

本例のボールねじ装置1は、たとえば、電動ブレーキブースター装置に組み込まれ、駆動源である電動モータの回転運動を直線運動に変換し、油圧シリンダのピストンを動作させるなどの用途で利用される。

[0045] ボールねじ装置1は、ねじ軸2と、ナット3と、複数のボール4と、キャリア5と、転がり軸受6とを備える。

[0046] ねじ軸2は、駆動源である電動モータ7により遊星減速機構8を介して回

転駆動され、使用時に回転運動する回転運動要素である。ねじ軸 2 は、ナット 3 の内側に挿通され、ナット 3 と同軸に配置されている。ナット 3 は、図示しない回り止め機構により、ねじ軸 2 に対する供回りが防止されており、使用時に直線運動する直線運動要素である。すなわち、本例のボールねじ装置 1 は、ねじ軸 2 を回転駆動し、ナット 3 を直線運動させる態様で使用される。

[0047] ねじ軸 2 の外周面とナット 3 の内周面との間には、螺旋状の負荷路 9 が備えられている。負荷路 9 には、複数のボール 4 が転動可能に配置されている。ねじ軸 2 とナット 3 とを相対回転させると、負荷路 9 の終点に達したボール 4 は、ナット 3 の内周面に形成された循環溝 10 を通じて、負荷路 9 の始点へと戻される。

[0048] 次に、ボールねじ装置 1 の各構成部品の構造について説明する。本明細書において、軸方向、径方向、および円周方向とは、特に断らない限り、ねじ軸 2 に関する軸方向、径方向、および円周方向をいう。また、軸方向一方側とは、図 1 および図 2 の右側を指し、軸方向他方側とは、図 1 および図 2 の左側を指す。

[0049] 〈ねじ軸〉

ねじ軸 2 は、金属製で、ねじ部 11 と、ねじ部 11 の軸方向一方側に隣接配置された嵌合軸部 12 とを有する。ねじ部 11 と嵌合軸部 12 とは、同軸に配置されており、互いに一体に構成されている。嵌合軸部 12 は、ねじ部 11 よりも小さい外径を有する。

[0050] ねじ部 11 は、外周面に螺旋状の軸側ボールねじ溝 13 を有する。軸側ボールねじ溝 13 は、ねじ部 11 の外周面に、研削加工、切削加工、あるいは転造加工を施すことにより形成される。本例では、軸側ボールねじ溝 13 の条数を 1 条としている。軸側ボールねじ溝 13 の断面の溝形状（溝底形状）は、ゴシックアーチ形状またはサーキュラーク形状を有する。ねじ部 11 は、軸方向一方側の端面に、円輪形状を有する突き当て面 14 を有する。突き当て面 14 は、ねじ軸 2 の中心軸に直交する仮想平面上に存在する平坦面

である。ねじ部 11 は、軸方向他方側の端面の径方向中央部に、有底の第 1 センタ孔 15 を有する。

[0051] 嵌合軸部 12 は、外周面の軸方向一方側部分（先端側部分）に内径側係合部 16 を有し、外周面のうちで内径側係合部 16 から軸方向に外れた部分である軸方向他方側部分（基端側部分）に内径側嵌合面部 17 を有している。本例では、内径側係合部 16 の軸方向寸法は、内径側嵌合面部 17 の軸方向寸法よりも大きい。

[0052] 内径側係合部 16 は、雄スプライン歯 18 を全周にわたり有している。すなわち、本例では、内径側係合部 16 が雄スプライン部を構成する。本例では、雄スプライン歯 18 は、インボリュートスプライン歯により構成されているが、雄スプライン歯を角スプライン歯により構成することもできる。

[0053] 内径側嵌合面部 17 は、軸方向にわたり外径が変化しない、円筒面状の外周面を有している。内径側嵌合面部 17 の外径は、内径側係合部 16 を構成する雄スプライン歯 18 の歯先円直径よりも大きく、かつ、ねじ部 11 の外径よりも小さい。

[0054] 嵌合軸部 12 は、軸方向一方側の端面の径方向中央部に、有底の第 2 センタ孔 19 を有する。第 2 センタ孔 19 と、ねじ部 11 に備えられた第 1 センタ孔 15 とは、互いに同軸に配置されている。また、第 2 センタ孔 19 の底部（奥端部）は、嵌合軸部 12 の軸方向中間部で、かつ、内径側係合部 16 の径方向内側に位置している。

[0055] ねじ軸 2 は、ねじ部 11 をナット 3 の内側に挿通した状態で、ナット 3 と同軸に配置されている。本例では、ねじ軸 2 を、ねじ部 11 と嵌合軸部 12 とから構成しているが、ねじ軸は、他の部材を外嵌固定するための支持軸部（第 2 嵌合軸部）などを備えることもできる。

[0056] 〈ナット〉

ナット 3 は、金属製で、全体が円筒状に構成されている。ナット 3 は、内周面に螺旋状のナット側ボールねじ溝 20 および循環溝 10 を有する。

[0057] ナット側ボールねじ溝 20 は、螺旋形状を有しており、ナット 3 の内周面

に、たとえば研削加工、切削加工、転造タップ加工、あるいは切削タップ加工を施すことにより形成される。ナット側ボールねじ溝 20 は、軸側ボールねじ溝 13 と同じリードを有する。このため、ねじ軸 2 のねじ部 11 をナット 3 の内側に挿通配置した状態で、軸側ボールねじ溝 13 とナット側ボールねじ溝 20 とは径方向に対向するように配置され、螺旋状の負荷路 9 が構成される。ナット側ボールねじ溝 20 の条数は、軸側ボールねじ溝 13 と同様に 1 条である。ナット側ボールねじ溝 20 の断面の溝形状も、軸側ボールねじ溝 13 と同様に、ゴシックアーチ形状またはサーキュラーク形状である。

[0058] 循環溝 10 は、略 S 字形状を有しており、ナット 3 の内周面に、たとえば冷間鍛造加工などの鍛造加工によって形成されている。循環溝 10 は、ナット側ボールねじ溝 20 のうち、軸方向に隣り合う部分同士をなめらかに接続し、負荷路 9 の始点と終点とをつないでいる。このため、負荷路 9 の終点にまで達したボール 4 は、循環溝 10 を通じて、負荷路 9 の始点にまで戻される。なお、負荷路 9 の始点と終点とは、ねじ軸 2 とナット 3 との軸方向に関する相対変位の方向（ねじ軸 2 とナット 3 との相対回転方向）に応じて入れ替わる。

[0059] 循環溝 10 は、略半円形の断面形状を有する。循環溝 10 は、ボール 4 の直径よりもわずかに大きな溝幅を有し、循環溝 10 を移動するボール 4 が、軸側ボールねじ溝 13 のねじ山を乗り越えることができる溝深さを有している。

[0060] ナット 3 は、外周面の軸方向一方側の端部に、外向フランジ状の鰐部 21 を有する。鰐部 21 には、円周方向複数箇所（本例では 3 箇所）に、ハウジング 22 などの固定部材に備えられた図示しない回り止め部材と係合して、ナット 3 の供回りを防止するための係合溝 23 が備えられている。なお、ナットの回り止め機構としては、従来から知られた各種構造を採用することもできる。たとえば、ハウジングなどの固定部材の内周面に備えた突条部（キー）を、ナットの外周面に軸方向に形成した凹溝に係合させる構造などを採

用することができる。

[0061] また、ナット 3 の外周面の軸方向他方側の端部に、軸方向一方側に隣接した部分に比べて外径が小さい、小径部を形成することもできる。この場合には、小径部に、たとえば、図示しないピストンなどの嵌合筒を外嵌固定することができる。

[0062] 〈ボール〉

ボール 4 は、所定の直径を有する鋼球であり、負荷路 9 および循環溝 10 に転動可能に配置されている。負荷路 9 に配置されたボール 4 は、圧縮荷重を受けながら転動するのに対し、循環溝 10 に配置されたボール 4 は、圧縮荷重を受けることなく、後続のボール 4 に押されて転動する。

[0063] 〈キャリア〉

キャリア 5 は、遊星減速機構 8 を構成し、駆動源である電動モータ 7 から入力されたトルクをねじ軸 2 に伝達することで、ねじ軸 2 を回転駆動する。

[0064] キャリア 5 は、円形平板形状を有しており、径方向中央部に、軸方向に貫通した取付孔 24 を有する。取付孔 24 は、内周面の軸方向一方側部に外径側係合部 25 を有し、内周面のうちで外径側係合部 25 から軸方向に外れた部分である軸方向他方側部に外径側嵌合面部 26 を有している。

[0065] 外径側係合部 25 は、雌スプライン歯 27 を全周にわたり有している。すなわち、本例では、外径側係合部 25 が雌スプライン部を構成する。本例では、雌スプライン歯 27 はインボリュートスプライン歯により構成されているが、雌スプライン歯を角スプライン歯により構成することもできる。

[0066] 外径側嵌合面部 26 は、軸方向にわたり内径が変化しない、円筒面状の外周面を有している。外径側嵌合面部 26 の内径は、外径側係合部 25 を構成する雌スプライン歯 27 の歯底円直径よりも大きく、かつ、内径側嵌合面部 17 の外径よりもわずかに小さい。

[0067] キャリア 5 は、取付孔 24 の内側に、ねじ軸 2 の嵌合軸部 12 を挿入することで、嵌合軸部 12 に対して外嵌固定されている。また、ねじ軸 2 のねじ部 11 に備えられた突き当て面 14 を、キャリア 5 の軸方向他方側の側面に

突き当てることで、ねじ軸 2 とキャリア 5 との軸方向の位置決めを図っている。

[0068] 本例では、取付孔 24 に嵌合軸部 12 を挿入することで、外径側係合部 25 と内径側係合部 16 とを相対回転不能に係合させている。具体的には、外径側係合部 25 の雌スプライン歯 27 と、内径側係合部 16 の雄スプライン歯 18 とをスプライン係合させている。これにより、キャリア 5 を介して、ねじ軸 2 を回転駆動できるようにしている。

[0069] また、取付孔 24 に嵌合軸部 12 を挿入することで、外径側嵌合面部 26 と内径側嵌合面部 17 とをインロー嵌合させている。これにより、ねじ軸 2 とキャリア 5 との同軸度を高めている。内径側嵌合面部 17 が外径側嵌合面部 26 に対して圧入されているため、嵌合軸部 12 が取付孔 24 から軸方向他方側に抜け出ることが防止されている。ただし、外径側嵌合面部の内径を、内径側嵌合面部の外径よりもわずかに大きくして、外径側嵌合面部と内径側嵌合面部とを、がたつきのない程度の微小隙間を持たせた隙間嵌めで嵌合させることもできる。

[0070] キャリア 5 の外周面の軸方向中間部（本例では軸方向中央部）に、転がり軸受 6 を構成する内輪軌道 28 が直接形成されている。すなわち、キャリア 5 は、遊星減速機構 8 の構成要素としての機能だけでなく、転がり軸受 6 を構成する内輪としての機能も兼ね備えている。別の言い方をすれば、キャリアと転がり軸受を構成する内輪とが一体に構成されているということもできる。本例では、転がり軸受 6 は、ラジアル荷重および両方向のアキシャル荷重を支承可能な深溝玉軸受により構成されているため、内輪軌道 28 は、断面が凹円弧形状を有する深溝により構成されている。

[0071] 本例では、キャリア 5 の外周面のうちで、内輪軌道 28 から軸方向両側に外れた部分を、部分円筒面状に構成している。ただし、転がり軸受を密封するための任意の要素であるシールリングの内径側端部を摺接させるために、キャリアの外周面の軸方向両側部分に、全周にわたりシール凹溝を形成することもできる。

- [0072] キャリア5は、径方向中間部の円周方向複数箇所（本例では3箇所）に、遊星減速機構8を構成するピニオンピン41を挿通支持するための支持孔29を有している。複数の支持孔29は、円周方向に関して等間隔に配置されている。また、複数の支持孔29のそれぞれの中心軸は、互いに平行に配置されている。それぞれの支持孔29は、キャリア5を軸方向に貫通した貫通孔により構成されている。すなわち、支持孔29は、キャリア5の軸方向一方側の側面に開口しているだけでなく、キャリア5の軸方向他方側の側面にも開口している。ただし、支持孔を、キャリアの軸方向一方側の側面にのみ開口した有底孔により構成することもできる。
- [0073] 支持孔29の内径は、軸方向にわたり一定である。本例では、複数の支持孔29のそれぞれの径方向内側の端部を通る仮想円の直径（内接円直径）は、ねじ部11の外径とほぼ同じである。また、複数の支持孔29のそれぞれの径方向外側の端部を通る仮想円の直径（外接円直径）は、ナット3のうち、鏝部21から軸方向に外れた部分の外径よりも少しだけ小さい。
- [0074] キャリア5は、軸方向一方側の側面のうちで、複数の支持孔29の開口部を含む径方向中間部に、径方向外側および径方向内側に存在する部分よりも、軸方向一方側に向けて張り出した張出部30を有している。張出部30は、円環形状を有している。張出部30の内径は、軸側ボールねじ溝13の溝底部を通る仮想円筒面の直径よりも小さい。張出部30の外径は、ナット3のうち、鏝部21から軸方向に外れた部分の外径とほぼ同じであり、内輪軌道28の溝底部の外径よりも小さい。張出部30の軸方向一方側の側面（先端面）は、キャリア5の中心軸に直交する仮想平面上に存在する平坦面である。
- [0075] 張出部30と、キャリア5の軸方向一方側の側面のうちで張出部30の径方向外側に存在する部分とは、軸方向他方側に向かうほど外径が大きくなる方向に傾斜した、外径側接続面31により接続されている。また、張出部30と、キャリア5の軸方向一方側の側面のうちで張出部30の径方向内側に存在する部分とは、軸方向他方側に向かうほど内径が小さくなる方向に傾斜

した、内径側接続面 32 により接続されている。

[0076] キャリア 5 の軸方向他方側の側面は、キャリア 5 の中心軸に直交する仮想平面上に存在する平坦面である。

[0077] キャリア 5 は、内輪軌道 28 が形成された外周面に、高周波焼き入れ処理および焼き戻し処理が施されており、熱処理硬化層が形成されている。ただし、キャリア 5 の軸方向一方側の側面および軸方向他方側の側面には、熱処理硬化層は形成されていない。

[0078] 〈転がり軸受〉

転がり軸受 6 は、ねじ軸 2 に外嵌固定されたキャリア 5 を、ハウジング 22 に対して回転自在に支持するとともに、キャリア 5 に伝達されたアキシアル方向の力を、ハウジング 22 により支承する。本例では、転がり軸受 6 を、ラジアル荷重および両方向のアキシアル荷重を支承可能な深溝玉軸受により構成している。ただし、転がり軸受として、4 点接触玉軸受などの多点接触玉軸受、複列深溝玉軸受、複列アングュラ玉軸受、円すい転がり軸受、複列円すいころ軸受など、単列、複列を問わず、ラジアル荷重およびアキシアル荷重を支承可能な任意の軸受を使用することができる。

[0079] 転がり軸受 6 は、外輪 33 と、内輪軌道 28 と、複数の転動体 34 と、保持器 35 とを備える。

[0080] 外輪 33 は、円環形状を有しており、内周面の軸方向中央部に外輪軌道 36 を有する。外輪 33 は、ハウジング 22 に対して内嵌固定され、使用時にも回転しない。本例では、外輪軌道 36 は、断面断面が凹円弧形状を有する深溝により構成されている。なお、ハウジング 22 の内周面のうち、外輪 33 が内嵌された部分から軸方向に外れた部分に係止される止め輪を備えて、該止め輪により外輪 33 の抜け止めを図ることもできる。

[0081] 本例では、外輪 33 の内周面のうちで、外輪軌道 36 から軸方向両側に外れた部分は、部分円筒面状に構成されている。ただし、転がり軸受を密封するための任意の要素であるシールリングの外径側端部に係止するために、外輪の内周面の軸方向両側部分に、全周にわたり係止溝を形成することもでき

る。

[0082] 本例では、転がり軸受 6 を構成する内輪軌道 28 が、外輪軌道 36 と径方向に対向するキャリア 5 の外周面の軸方向中間部に直接形成されており、内輪は省略されている。

[0083] 複数の転動体 34 は、鋼製またはセラミックス製で、外輪軌道 36 と内輪軌道 28 との間に、円周方向に関して等間隔に配置されている。本例では、転動体 34 として、玉を使用している。

[0084] 保持器 35 は、円環形状を有しており、円周方向に関して等間隔にポケット 37 を有している。ポケット 37 の内側に、転動体 34 を転動自在に保持している。

[0085] 〔遊星減速機構〕

本例では、電動モータ 7 の回転を、ボールねじ装置 1 を構成するねじ軸 2 に伝達するために、遊星減速機構 8 を利用している。遊星減速機構 8 は、太陽歯車 38 と、複数の遊星歯車 39 と、リング歯車 40 と、キャリア 5 と、ピニオンピン 41 とを備える。

[0086] 太陽歯車 38 は、電動モータ 7 のモータ軸（サンギヤシャフト）42 の先端部に固定されている。リング歯車 40 は、太陽歯車 38 と同軸に配置され、ハウジング 22 に内嵌固定されている。なお、ハウジング 22 を 2 つ割れ構造として、リング歯車 40 が内嵌される部分と転がり軸受 6 を構成する外輪 33 が内嵌される部分とを、別々の部材により構成することもできる。

[0087] 複数（本例では 3 つ）の遊星歯車 39 は、円周方向に関して等間隔に配置されており、キャリア 5 に対して回転自在に支持されている。具体的には、キャリア 5 に形成された支持孔 29 にピニオンピン 41 の軸方向他方側の半部を圧入して、ピニオンピン 41 の軸方向一方側の半部を、支持孔 29 から軸方向一方側に突出させている。ピニオンピン 41 の軸方向一方側の半部の周囲に、図示しない滑り軸受またはニードル軸受（C & R）を介して、遊星歯車 39 が回転自在に支持されている。

[0088] なお、支持孔に対するピニオンピンの固定方法は、特に限定されず、かし

めや係止ピンなどを利用した固定構造を採用することもできる。また、ピニオンピンの軸方向一方側の端部を、図示しない円環形状を有する第2のキャリアにより支持する構成として、ピニオンピンを両持ち支持する構造を採用することもできる。また、遊星歯車の数についても、3つに限定されず、2つ、または4つ以上とすることができる。

[0089] 遊星歯車39は、太陽歯車38およびリング歯車40とそれぞれ噛合っている。

[0090] 〈ボールねじ装置の動作説明〉

本例のボールねじ装置1は、駆動源である電動モータ7により遊星減速機構8を介してねじ軸2を回転駆動することで、ナット3を直線運動させる。具体的には、電動モータ7に通電し、太陽歯車38を所定方向に回転させると、遊星歯車39は、太陽歯車38の周囲を自転しつつ公転する。そして、遊星歯車39の公転運動が、キャリア5を介してねじ軸2に伝達され、ねじ軸2を所定方向に回転駆動することで、ナット3を直線運動させる。たとえば、太陽歯車38を円周方向一方側に向けて回転駆動した場合には、ナット3がねじ軸2に対して軸方向一方側に相対移動し、太陽歯車38を円周方向他方側に向けて回転駆動した場合には、ナット3がねじ軸2に対して軸方向他方側に相対移動する。

[0091] 本例のボールねじ装置1によれば、駆動源である電動モータ7により、遊星減速機構8を介してねじ軸2を回転駆動することができる。なお、ナット3がねじ軸2に対して軸方向一方側および軸方向他方側に相対移動することに関するストロークエンドは、従来から知られた各種のストローク制限機構を利用して規制することができる。

[0092] 本例のボールねじ装置1では、遊星減速機構8を利用してねじ軸2を回転駆動する構造が採用されているにも拘わらず、その部品点数が抑えられ、かつ、その組立性の向上が図られている。

[0093] すなわち、本例では、キャリア5の外周面に、転がり軸受6を構成する内輪軌道28を直接形成しているため、転がり軸受6を構成する内輪を省略す

ることができる。このため、図 15 に示した構造のように、キャリアに対して、キャリアとは別体の内輪が外嵌固定されている構造と比べて、部品点数が低減され、組立工数が低減され、かつ、組立性の向上が図られている。また、本例では、キャリア 5 の外周面に、アキシャル方向の力を伝達するための鍔部を形成する必要がなく、その分、加工工数を低減することもできる。さらに、本例では、キャリア 5 に鍔部が不要であるため、内輪軌道 28 を含む外周面に対してのみ、熱処理硬化層を形成すれば足りる。したがって、キャリア 5 の軸方向側面に、支持孔 29 を形成するための穴あけ加工を施す際に、熱処理硬化層を取り除くための除去加工を施す必要がなく、その分、加工工数を低減することができる。

[0094] 本例では、ねじ軸 2 を構成する嵌合軸部 12 をキャリア 5 の取付孔 24 に挿入した状態で、嵌合軸部 12 に形成した円筒面状の外周面を有する内径側嵌合面部 17 と、キャリア 5 の取付孔 24 に形成した円筒面状の内周面を有する外径側嵌合面部 26 とをインロー嵌合させているため、ねじ軸 2 とキャリア 5 との同軸度を高めることができる。また、内径側嵌合面部 17 を外径側嵌合面部 26 に圧入しているため、内径側嵌合面部 17 と外径側嵌合面部 26 との嵌合部によって、嵌合軸部 12 が取付孔 24 から軸方向他方側に抜け出ることを防止することもできる。

[0095] 本例では、外径側嵌合面部 26 を、取付孔 24 の内周面のうちの軸方向他方側部に設けることで、外径側嵌合面部 26 と内径側嵌合面部 17 とがインロー嵌合する部分と、支持孔 29 にピニオンピン 41 が圧入される部分とが、径方向に重ならないようにすることができる。別の言い方をすれば、外径側嵌合面部 26 と内径側嵌合面部 17 とがインロー嵌合する部分と、支持孔 29 のうちでピニオンピン 41 が圧入される部分との、軸方向位置をオフセットすることができる。

[0096] このため、内径側嵌合面部 17 を外径側嵌合面部 26 に圧入することに伴い、キャリア 5 のうちで、外径側嵌合面部 26 の周囲に存在する部分に拡径（径方向外側への材料の移動）が生じた場合にも、支持孔 29 のうち、ピニ

オンピン 4 1 が圧入される軸方向一方側部分の内径変化に与える影響を小さくすることができる。また、支持孔 2 9 の軸方向一方側部分にピニオンピン 4 1 を圧入する事に伴い、キャリア 5 のうちで、支持孔 2 9 の軸方向一方側部分の径方向内側に存在する部分に縮径（径方向内側への材料の移動）が生じた場合にも、外径側嵌合面部 2 6 の内径変化に与える影響を小さくすることができる。

[0097] 本例では、キャリア 5 の軸方向一方側の側面のうちで、支持孔 2 9 の開口部を含む径方向中間部に、軸方向一方側の側面が平坦面状の張出部 3 0 を形成している。このため、張出部 3 0 の軸方向一方側の側面を利用して、遊星歯車 3 9 が軸方向他方側に移動することを防止できる。また、遊星歯車 3 9 の軸方向他方側端面が、張出部 3 0 の軸方向一方側の側面に対して摺接した場合にも、摺動抵抗が過大になることを防止できる。なお、本例では、遊星歯車 3 9 の軸方向他方側の側面と、張出部 3 0 の軸方向一方側の側面とを、直接接触させているが、遊星歯車 3 9 の軸方向他方側の側面と、張出部 3 0 の軸方向一方側の側面との間には、滑りワッシャなどの他の部材を介在させることもできる。

[0098] 本例では、キャリア 5 を、ハウジング 2 2 に対し、転がり軸受 6 を利用して、回転自在に支持しているため、キャリア 5 に伝達されたアキシャル方向の力を、転がり軸受 6 を介してハウジング 2 2 により支承することができる。具体的には、ねじ軸 2 を回転駆動した際に、ナット 3 からボール 4 を介してねじ軸 2 に作用するアキシャル方向の反力が、遊星歯車 3 9 と太陽歯車 3 8 との噛合部および遊星歯車 3 9 とリング歯車 4 0 との噛合部に伝わることを防止できる。また、音振性能を確保するなどの理由から、遊星歯車 3 9 としてはすば歯車が使用されることに起因して、キャリア 5 に対してアキシャル方向の力が作用する場合であっても、転がり軸受 6 が備えられているため、このようなアキシャル方向の力が、ボール 4 と軸側ボールねじ溝 1 3 およびナット側ボールねじ溝 2 0 との転がり接触部に伝わることを防止できる。

[0099] [第 2 例]

図3は、本開示の実施の形態の第2例のボールねじ装置1を示す。

[0100] 本例では、キャリア5aの軸方向一方側の側面に、第1例の構造においてキャリア5が備えていた張出部30（図2等参照）が備えられていない。キャリア5aの軸方向一方側の側面は、キャリア5aの中心軸に直交する仮想平面上に存在する平坦面により構成されている。

[0101] 本例では、キャリア5aの軸方向幅寸法を、短くすることができる。このため、ボールねじ装置1の小型化を図れる。その他の構成および作用効果については、第1例と同じである。

[0102] [第3例]

図4および図5は、本開示の実施の形態の第3例のボールねじ装置1を示す。

[0103] 本例では、ねじ軸2aを構成する嵌合軸部12aの外周面の軸方向一部に、係止溝43を形成している。具体的には、嵌合軸部12aを構成する内径側係合部16の軸方向一方側の端部に、係止溝43を全周にわたり形成している。

[0104] また、キャリア5bを構成する取付孔24aの内周面に、外径側係合部25と、外径側嵌合面部26aと、大径部44と、段差面45とが備えられている。

[0105] 外径側係合部25は、取付孔24aの内周面の軸方向中間部に備えられており、雌スプライン歯27を全周にわたり有している。本例では、外径側係合部25の軸方向寸法を、嵌合軸部12aの外周面に備えられた内径側係合部16の軸方向寸法よりも短くしている。そして、キャリア5bの取付孔24aの内側にねじ軸2aの嵌合軸部12aを挿入し、ねじ部11の突き当て面14をキャリア5bの軸方向他方側の側面に突き当てた状態で、内径側係合部16の軸方向一方側の端部（係止溝43が形成された部分）を、外径側係合部25から軸方向一方側に突出させている。

[0106] 外径側嵌合面部26aは、取付孔24aの内周面の軸方向他方側部に備えられている。外径側嵌合面部26aの内径は、外径側係合部25を構成する

雌スプライン歯 27 の歯底円直径よりも大きく、かつ、嵌合軸部 12 a の外周面を構成する内径側嵌合面部 17 の外径よりもわずかに大きい。

[0107] 本例でも、取付孔 24 a に嵌合軸部 12 a を挿入した状態で、外径側嵌合面部 26 a と内径側嵌合面部 17 とをインロー嵌合させることで、ねじ軸 2 a とキャリア 5 b との同軸度の向上を図っている。ただし、本例では、外径側嵌合面部 26 a と内径側嵌合面部 17 とを、がたつきのない程度の微小隙間を持たせた隙間嵌めで嵌合させている。外径側嵌合面部 26 a と内径側嵌合面部 17 との嵌合部によっては、嵌合軸部 12 a が取付孔 24 a から軸方向他方側に抜け出ることを防止できない。このため、本例では、止め輪 46 が備えられる。

[0108] 大径部 44 は、取付孔 24 a の内周面の軸方向一方側部に備えられている。大径部 44 の内径は、外径側嵌合面部 26 a の内径よりも大きく、かつ、止め輪 46 の自由状態での外径よりも大きい。大径部 44 は、軸方向一方側（開口側）に向かうほど内径が大きくなった、円すい筒面である。

[0109] 段差面 45 は、外径側係合部 25 と大径部 44 との間に配置されており、外径側係合部 25 の軸方向一方側の端部と大径部 44 の軸方向他方側の端部とを、径方向に接続している。段差面 45 は、キャリア 5 の中心軸に直交する仮想平面上に存在する平坦面であり、円輪形状を有している。

[0110] 本例では、取付孔 24 a の内側に嵌合軸部 12 a を挿入し、ねじ部 11 の突き当て面 14 をキャリア 5 b の軸方向他方側の側面に突き当てた状態で、嵌合軸部 12 a の外周面に形成された係止溝 43 に、止め輪 46 を係止している。また、止め輪 46 の軸方向他方側の側面を段差面 45 に突き当てている。これにより、嵌合軸部 12 a が取付孔 24 a から軸方向他方側に抜け出ることを防止している。止め輪 46 は、C 字形状を有しており、円周方向の一部に不連続部を有している。係止溝 43 に対して止め輪 46 を係止する作業は、プライヤ工具などを利用して、ねじ軸 2 a の軸方向一方側の空間から容易に行うことができる。

[0111] 本例の変形例として、取付孔の内周面に形成した外径側係止凹溝と、嵌合

軸部の外周面に形成した内径側係止凹溝との間に、止め輪を掛け渡すように設ける構成を採用することができる。この場合、取付孔の内周面（外径側係止凹溝）に対して止め輪を予め係止しておき、取付孔の内側に嵌合軸部を挿入することに伴い、止め輪を、弾性的に拡張した後、弾性的に縮径（復元）させることで、止め輪の内径側部分を、嵌合軸部の外周面に形成した内径側係止凹溝に係止する構成を採用することもできる。あるいは、嵌合軸部の外周面（内径側係止凹溝）に対して予め止め輪を係止しておき、取付孔の内側に嵌合軸部を挿入することに伴い、止め輪を、弾性的に縮径した後、弾的に拡張（復元）させることで、止め輪の外径側部分を、取付孔の内周面に形成した外径側係止凹溝に係止する構成を採用することもできる。

[0112] 本例では、外径側嵌合面部 26a と内径側嵌合面部 17 とを隙間嵌めで嵌合させるため、取付孔 24a の内側に嵌合軸部 12a を挿入する作業を容易に行うことができる。また、嵌合軸部 12a の外周面に係止した止め輪 46 により、嵌合軸部 12a が取付孔 24a から軸方向他方側に抜け出ることを有効に防止できる。ただし、内径側嵌合面部を外径側嵌合面部に圧入するとともに、嵌合軸部の外周面または取付孔の内周面に止め輪を係止することで、嵌合軸部が取付孔から軸方向他方側に抜け出ることを防止することもできる。その他の構成および作用効果については、第 1 例および第 2 例と同じである。

[0113] [第 4 例]

図 6 ～ 図 8 は、本開示の実施の形態の第 4 例のボールねじ装置 1 を示す。

[0114] 本例でも、第 3 例の構造と同様に、取付孔 24a の内周面に、外径側係合部 25 と、外径側嵌合面部 26a と、大径部 44 と、段差面 45 とが備えられている。本例における取付孔 24a の基本的な構造は、第 3 例の構造と同様である。

[0115] 本例でも、外径側嵌合面部 26a と内径側嵌合面部 17 とを、がたつきのない程度の微小隙間を持たせた隙間嵌めで嵌合させているため、外径側嵌合面部 26a と内径側嵌合面部 17 との嵌合部によっては、嵌合軸部 12b が

取付孔 2 4 a から軸方向他方側に抜け出ることを防止できない。このため、本例では、かしめ部 4 7 を設けている。

[0116] 本例では、取付孔 2 4 a の内側に嵌合軸部 1 2 b を挿入し、ねじ部 1 1 の突き当て面 1 4 をキャリア 5 b の軸方向他方側の側面に突き当てた状態で、嵌合軸部 1 2 b（内径側係合部 1 6）の軸方向一方側の端部の外周縁部に、図示しない治具を利用して、かしめ部 4 7 を形成している。そして、かしめ部 4 7 を段差面 4 5 に押し付けている。これにより、嵌合軸部 1 2 b が取付孔 2 4 a から軸方向他方側に抜け出ることを防止している。

[0117] 本例でも、外径側嵌合面部 2 6 a と内径側嵌合面部 1 7 とを隙間嵌めで嵌合させるため、取付孔 2 4 a の内側に嵌合軸部 1 2 b を挿入する作業を容易に行うことができる。また、嵌合軸部 1 2 b の外周面に形成したかしめ部 4 7 により、嵌合軸部 1 2 b が取付孔 2 4 a から軸方向他方側に抜け出ることを有効に防止できる。また、嵌合軸部 1 2 b の抜け止めを図るために、嵌合軸部 1 2 b の外周面に係止溝を加工する必要がなく、かつ、止め輪も不要にできる。ただし、嵌合軸部の外周面にかしめ部を形成するとともに、嵌合軸部の外周面または取付孔の内周面に止め輪を係止することで、嵌合軸部が取付孔から軸方向他方側に抜け出ることを防止することもできる。その他の構成および作用効果については、第 1 例、第 2 例、および第 3 例と同じである。

[0118] [第 5 例]

図 9 は、本開示の実施の形態の第 5 例のボールねじ装置 1 を示す。

[0119] 本例では、ねじ軸 2 c を構成する嵌合軸部 1 2 c の外周面の形状、および、キャリア 5 c を構成する取付孔 2 4 b の内周面の形状が、第 1 例～第 4 例の構造とは異なっている。

[0120] 本例では、嵌合軸部 1 2 c の外周面の全体に内径側係合部 1 6 を形成しており、嵌合軸部 1 2 c から円筒面状の内径側嵌合面部を省略している。また、取付孔 2 4 c の内周面の全体に、外径側係合部 2 5 を形成しており、取付孔 2 4 b から円筒面状の外径側嵌合面部を省略している。

[0121] 本例では、ねじ軸 2 c の内径側係合部 1 6 を構成する雄スプライン歯 1 8 を、ねじ軸 2 c の外径面を基準に加工することで、ねじ軸 2 c に対する雄スプライン歯 1 8 の歯先面（外径面）または歯面（側面）の同軸度を高めている。また、キャリア 5 c の外径側係合部 2 5 を構成する雌スプライン歯 2 7 を、キャリア 5 c の外径面を基準に加工することで、キャリア 5 c に対する雌スプライン歯 2 7 の歯底面（外径面）または歯面（側面）の同軸度を高めている。これにより、ねじ軸 2 c の嵌合軸部 1 2 c にキャリア 5 c を外嵌した際に、内径側係合部 1 6 と外径側係合部 2 5 とのはめ合いとして、雄スプライン歯 1 8 の歯先面と雌スプライン歯 2 7 の歯底面（大径面同士）を圧接させる外径面合わせ（大径合わせ）、または、雄スプライン歯 1 8 の歯面（側面）と雌スプライン歯 2 7 の歯面（側面）同士を圧接させる歯面合わせを採用することができる。したがって、本例においても、ねじ軸 2 c とキャリア 5 c との同軸度を高く確保できる。なお、歯面合わせを採用した場合には、雄スプライン歯 1 8 の歯面および雌スプライン歯 2 7 の歯面の精度が同軸度に影響するため、好ましくは、外径面合わせを採用することができる。

[0122] 本例では、内径側係合部 1 6 と外径側係合部 2 5 との係合部（スプライン係合部）の軸方向寸法を、第 1 例～第 4 例の構造に比べて長くすることができる。このため、キャリア 5 c からねじ軸 2 c に対して伝達可能なトルクを大きくすることができる。また、本例において、内径側係合部 1 6 と外径側係合部 2 5 とのはめ合いとして、歯面合わせを採用した場合には、雄スプライン歯 1 8 の歯面と雌スプライン歯 2 7 の歯面との圧接により、キャリア 5 c が嵌合軸部 1 2 c から軸方向一方側に抜け出ることを防止でき、外径面合わせを採用した場合には、雄スプライン歯 1 8 の歯先面と雌スプライン歯 2 7 の歯底面との圧接により、キャリア 5 c が嵌合軸部 1 2 c から軸方向一方側に抜け出ることを防止できる。その他の構成および作用効果については、第 1 例および第 2 例と同じである。

[0123] [第 6 例]

図 1 0 ～図 1 2 は、本開示の実施の形態の第 6 例のボールねじ装置 1 を示

す。

[0124] 本例は、第5例の変形例である。本例の場合にも、嵌合軸部12cの外周面の全体に内径側係合部16aを形成しており、取付孔24bの内周面の全体に、外径側係合部25を形成している。

[0125] 本例では、内径側係合部16aと外径側係合部17aとの係合部は、軸方向の一部分に、径方向に関する締め代を有する。このために、内径側係合部16aを構成する雄スプライン歯18aの歯底円直径を、軸方向にわたり一定としていない。具体的には、雄スプライン歯18aの軸方向一方側の端部から軸方向他方寄り部分における歯底円直径を、外径側係合部25を構成する雌スプライン歯27の歯先円直径よりも少しだけ小さくし、かつ、雄スプライン歯18aの軸方向他方側の端部における歯底円直径を、雌スプライン歯27の歯先円直径よりも少しだけ大きくしている。このために、雄スプライン歯18aの歯底部48の軸方向他方側の端部に、径方向外側に向けてわずかに張り出した隆起部49を設けている。

[0126] 本例では、取付孔24bに嵌合軸部12cを挿入し、内径側係合部16aと外径側係合部25とをスプライン係合させた状態で、雌スプライン歯27の歯先面と雄スプライン歯18aの歯底部48に備えられた隆起部49との間に、径方向の締め代を持たせることができる。このため、本例では、内径側係合部16aと外径側係合部25とのスプライン係合部の軸方向他方側の端部に、径方向に関する締め代を持たせることができる。別の言い方をすれば、内径側係合部16aの軸方向他方側の端部を、外径側係合部25の軸方向他方側の端部に対して圧入することができる。なお、本例でも、第5例と同様に、ねじ軸2cの嵌合軸部12cにキャリア5cを外嵌した際に、内径側係合部16aと外径側係合部25とののはめ合いとして、外径面合わせまたは歯面合わせを採用し、ねじ軸2cとキャリア5cとの同軸度を高く確保することができる。

[0127] 本例の変形例として、雄スプライン歯の歯底円直径を軸方向にわたり一定とし、雌スプライン歯の溝底部の軸方向一部（たとえば軸方向一方側の端部

）に、径方向内側に向けて張り出した隆起部を設けることもできる。また、雄スプライン歯の溝底部と雌スプライン歯の溝底部との両方に、隆起部を設けることもできる。さらには、雄スプライン歯および雌スプライン歯の溝底部ではなく、雄スプライン歯および／または雌スプライン歯の歯先面に隆起部を設けることもできる。また、内径側係合部および外径側係合部としては、スプライン歯に限らず、セレーション歯など、その他の構造を採用することもできる。

[0128] 本例では、内径側係合部 16a と外径側係合部 25 との係合部の軸方向の一部に、径方向に関する締め代を持たせているため、嵌合軸部 12c が取付孔 24b から軸方向他方側に抜け出ることを防止できる。その他の構成および作用効果については、第 1 例、第 2 例、および第 5 例と同じである。

[0129] [第 7 例]

図 13 は、本開示の実施の形態の第 7 例のボールねじ装置 1 を示す。

[0130] 本例では、キャリア 5d 全体を、軸方向に関して対称形状としている。このため、キャリア 5d の取付孔 24c の内周面に、外径側係合部 25 と、1 対の外径側嵌合面部 26b、26c を設けている。

[0131] 外径側係合部 25 は、取付孔 24c の内周面の軸方向中間部に備えられている。1 対の外径側嵌合面部 26b、26c は、取付孔 24c の内周面のうち、軸方向に関して外径側係合部 25 の両側に備えられている。

[0132] 本例では、キャリア 5d に関して、軸方向に関する方向性をなくすることができるため、キャリア 5d をねじ軸 2 に組み付ける作業の作業性を向上できる。したがって、ボールねじ装置 1 の組立性のさらなる向上を図ることができる。その他の構成および作用効果については、第 1 例および第 2 例と同じである。

[0133] 以上、本開示の実施の形態について説明したが、本開示はこれに限定されることなく、その技術思想を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。また、本開示の実施の形態の各例の構造は、矛盾を生じない限りにおいて、適宜組み合わせ実施することができる。

[0134] 本開示の実施の形態の各例では、ねじ軸の嵌合軸部の外周面に雄スプライン歯が設けられ、キャリアの内周面を雌スプライン歯を有する取付孔により構成して、キャリアを嵌合軸部に対してスプライン嵌合させる構造が適用されている。ただし、本開示において、嵌合軸部に対するキャリアの固定構造は特に限定されない。たとえば、嵌合軸部を、断面長円形で、外周面に互いに平行な1対の平坦外面を備えた二面幅形状（スタジウム形状）により構成し、かつ、キャリアの取付孔を、断面長円形で、内周面に互いに平行な1対の平坦内面を備えた二面幅形状（スタジウム形状）により構成して、キャリアを嵌合軸部に対して非円形嵌合させる構造を採用することもできる。

[0135] 本開示の実施の形態の各例では、循環溝を、ナットの内周面に直接形成する構造について説明したが、循環溝をナットとは別体の循環部品（たとえばコマ）に形成し、該循環部品をナットに対して固定することもできる。

符号の説明

- [0136]
- 1 ボールねじ装置
 - 2、2 a、2 b ねじ軸
 - 3 ナット
 - 4 ボール
 - 5、5 a、5 b、5 c、5 d キャリア
 - 6 転がり軸受
 - 7 電動モータ
 - 8 遊星減速機構
 - 9 負荷路
 - 10 循環溝
 - 11 ねじ部
 - 12、12 a、12 b、12 c 嵌合軸部
 - 13 軸側ボールねじ溝
 - 14 突き当て面
 - 15 第1センタ孔

- 16、16a 内径側係合部
- 17 内径側嵌合面部
- 18、18a 雄スプライン歯
- 19 第2センタ孔
- 20 ナット側ボールねじ溝
- 21 鰐部
- 22 ハウジング
- 23 係合溝
- 24、24a、24b、24c 取付孔
- 25 外径側係合部
- 26、26a、26b、26c 外径側嵌合面部
- 27 雌スプライン歯
- 28 内輪軌道
- 29 支持孔
- 30 張出部
- 31 外径側接続面
- 32 内径側接続面
- 33 外輪
- 34 転動体
- 35 保持器
- 36 外輪軌道
- 37 ポケット
- 38 太陽歯車
- 39 遊星歯車
- 40 リング歯車
- 41 ピニオンピン
- 42 モータ軸
- 43 係止溝

- 4 4 大径部
- 4 5 段差面
- 4 6 止め輪
- 4 7 かしめ部
- 4 8 歯底部
- 4 9 隆起部
- 1 0 0、1 0 0 a ボールねじ装置
- 1 0 1、1 0 1 a ねじ軸
- 1 0 2、1 0 2 a ナット
- 1 0 3 ねじ部
- 1 0 4、1 0 4 a 嵌合軸部
- 1 0 5、1 0 5 a 軸側ボールねじ溝
- 1 0 6 ハウジング
- 1 0 7 ガイドロッド
- 1 0 8 電動モータ
- 1 0 9 プーリ装置
- 1 1 0 従動プーリ
- 1 1 1 モータ軸
- 1 1 2 駆動プーリ
- 1 1 3 ベルト
- 1 1 4 遊星減速機構
- 1 1 5 キャリア
- 1 1 6 取付孔
- 1 1 7 遊星歯車
- 1 1 8 支持孔
- 1 1 9 ピニオンピン
- 1 2 0 太陽歯車
- 1 2 1 リング歯車

- 1 2 2 転がり軸受
- 1 2 3 鰐部
- 1 2 4 ハウジング
- 1 2 5 ナット側ボールねじ溝

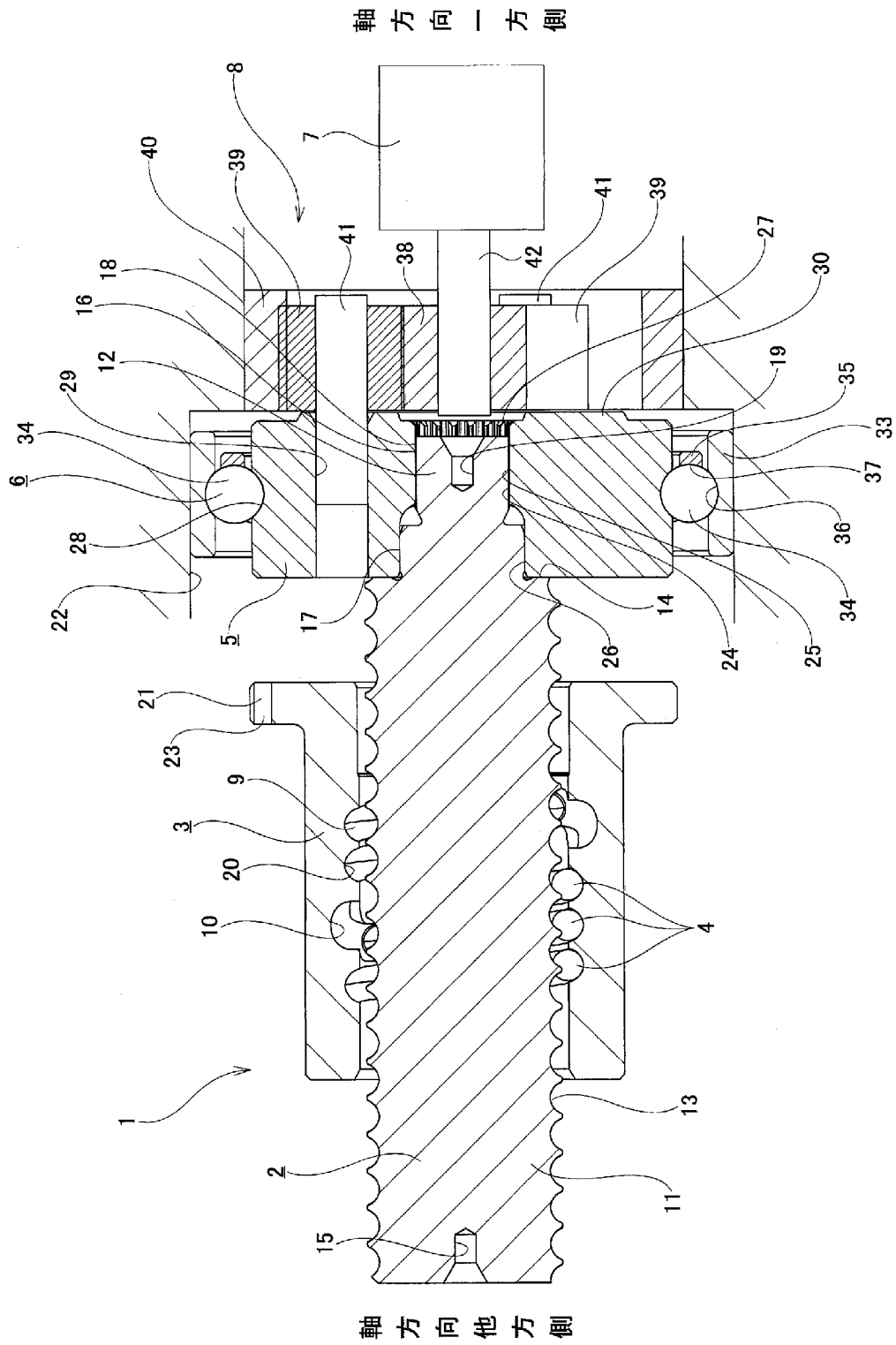
請求の範囲

- [請求項1] 外周面に螺旋状の軸側ボールねじ溝を有するねじ部と、前記ねじ部の軸方向一方側に配置された嵌合軸部とを有し、使用時に回転運動する、ねじ軸と、
- 内周面に螺旋状のナット側ボールねじ溝を有し、使用時に直線運動する、ナットと、
- 前記軸側ボールねじ溝と前記ナット側ボールねじ溝との間に配置された、複数のボールと、
- 前記嵌合軸部に対して相対回転不能に固定され、前記ねじ軸を回転駆動する、遊星減速機構を構成するキャリアと、
- 内周面に外輪軌道を有する外輪と、前記外輪軌道と径方向に対向する部分に備えられた内輪軌道と、前記外輪軌道と前記内輪軌道との間に転動自在に配置された複数の転動体とを有し、前記キャリアを回転自在に支持する転がり軸受と、
- を備え、
- 前記嵌合軸部は、外周面に内径側係合部を有し、
- 前記キャリアは、径方向中央部に、前記嵌合軸部を挿入可能な取付孔を有し、
- 前記取付孔は、内周面に、前記内径側係合部と相対回転不能に係合する外径側係合部を有し、
- 前記キャリアの外周面に前記内輪軌道が直接形成されている、
- ボールねじ装置。
- [請求項2] 前記嵌合軸部は、外周面のうちで前記内径側係合部から軸方向に外れた部分に内径側嵌合面部を有し、
- 前記取付孔は、内周面のうちで前記外径側係合部から軸方向に外れた部分に、前記内径側嵌合面部とインロー嵌合する外径側嵌合面部を有する、請求項1に記載したボールねじ装置。
- [請求項3] 前記内径側嵌合面部は、前記外径側嵌合面部に圧入されている、請

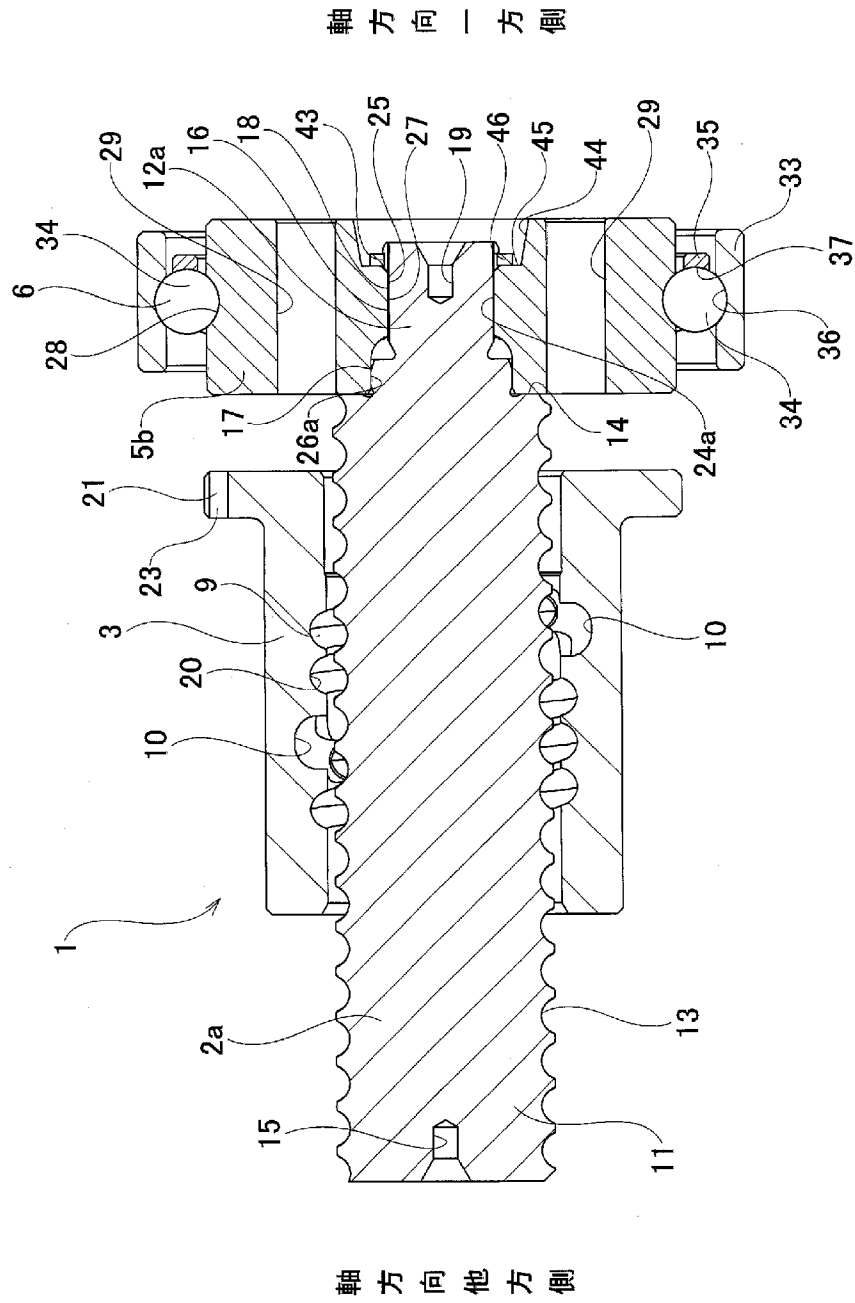
求項 2 に記載したボールねじ装置。

- [請求項4] 前記内径側嵌合面部と前記外径側嵌合面部とは、微小隙間を持たせた隙間嵌めで嵌合している、請求項 2 に記載したボールねじ装置。
- [請求項5] 前記嵌合軸部の外周面または前記取付孔の内周面に対して止め輪が係止されており、前記止め輪は、前記嵌合軸部が前記取付孔から軸方向に抜け出ることを防止する、請求項 3 または 4 に記載したボールねじ装置。
- [請求項6] 前記嵌合軸部の外周面にかしめ部が形成されており、前記かしめ部は、前記嵌合軸部が前記取付孔から軸方向に抜け出ることを防止する、請求項 3 または 4 に記載したボールねじ装置。
- [請求項7] 前記キャリアは、軸方向に関して対称形状を有している、請求項 1 ～ 6 のうちのいずれか 1 項に記載したボールねじ装置。
- [請求項8] 前記内径側係合部と前記外径側係合部との係合部は、軸方向の一部に、径方向に関する締め代を有する、請求項 1 に記載したボールねじ装置。
- [請求項9] 前記キャリアは、径方向中間部の円周方向複数箇所に、前記遊星減速機構を構成するピニオンピンを挿通支持するための支持孔を有しており、
前記支持孔は、前記キャリアを軸方向に貫通する貫通孔である、請求項 1 ～ 8 のうちのいずれか 1 項に記載したボールねじ装置。
- [請求項10] 前記キャリアは、軸方向一方側の側面のうちで前記支持孔の開口部を含む部分に、軸方向一方側に向けて張り出した張出部を有する、請求項 9 に記載したボールねじ装置。
- [請求項11] 前記張出部は、円環形状を有する、請求項 10 に記載したボールねじ装置。

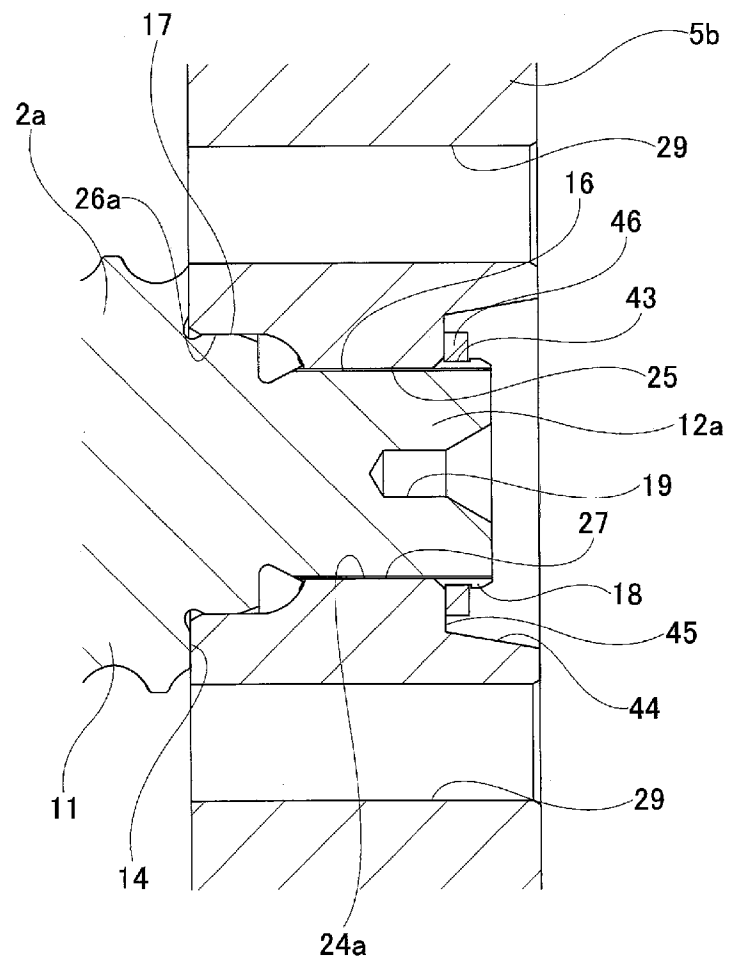
[図1]



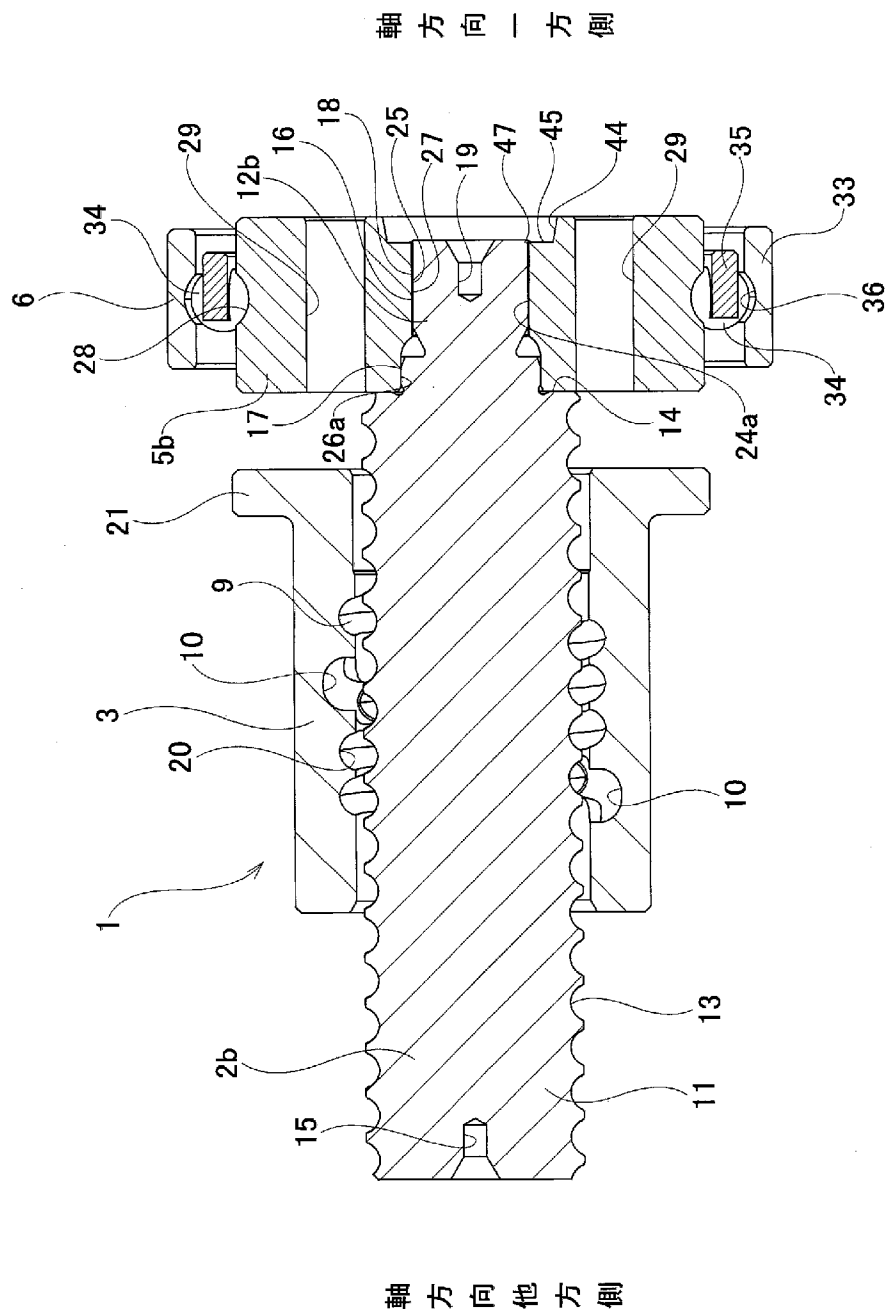
[図4]



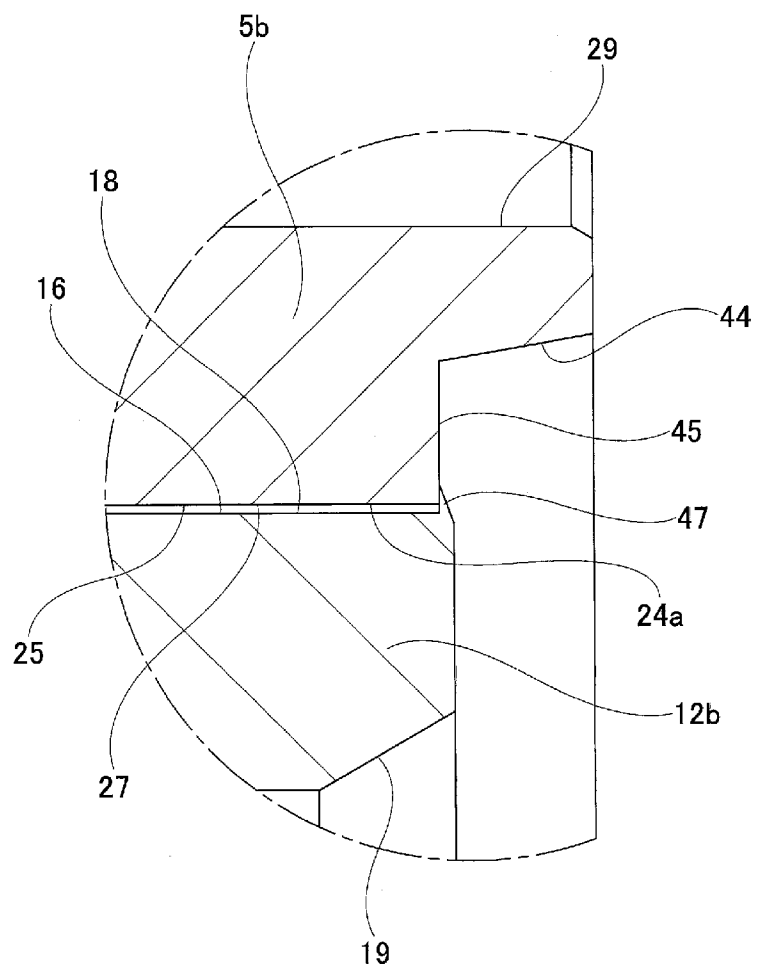
[図5]



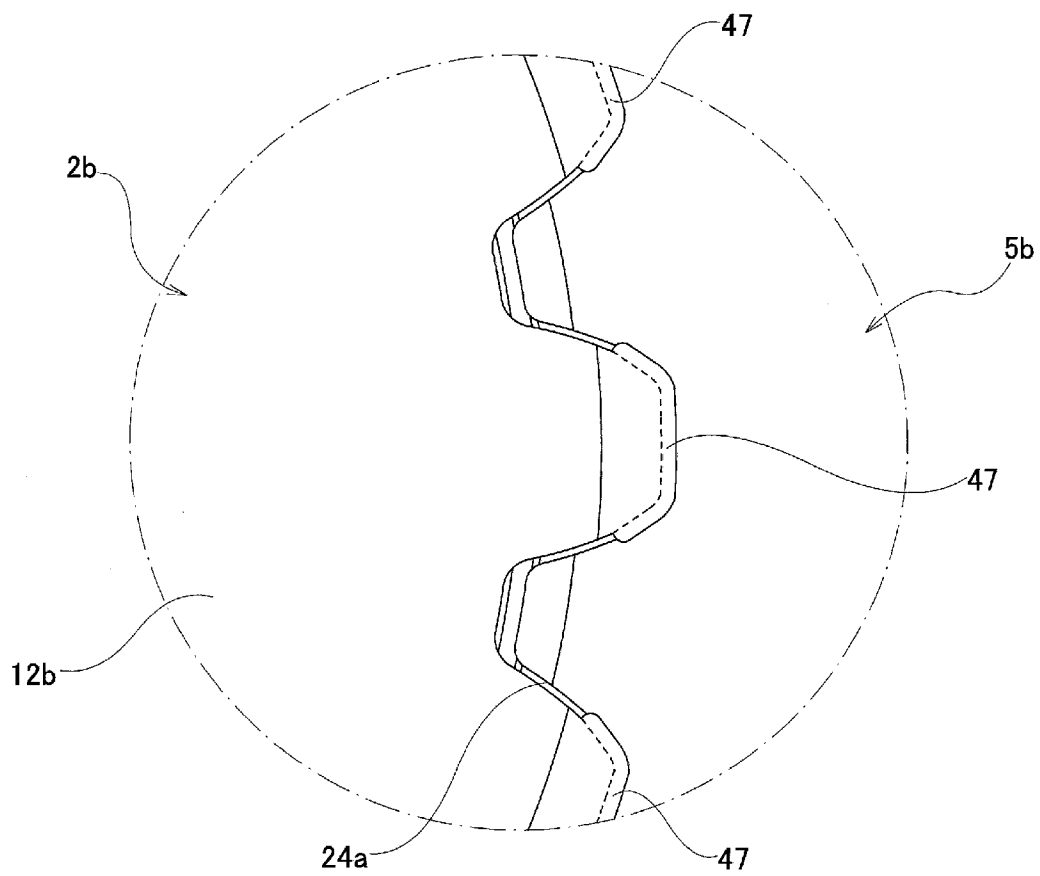
[図6]



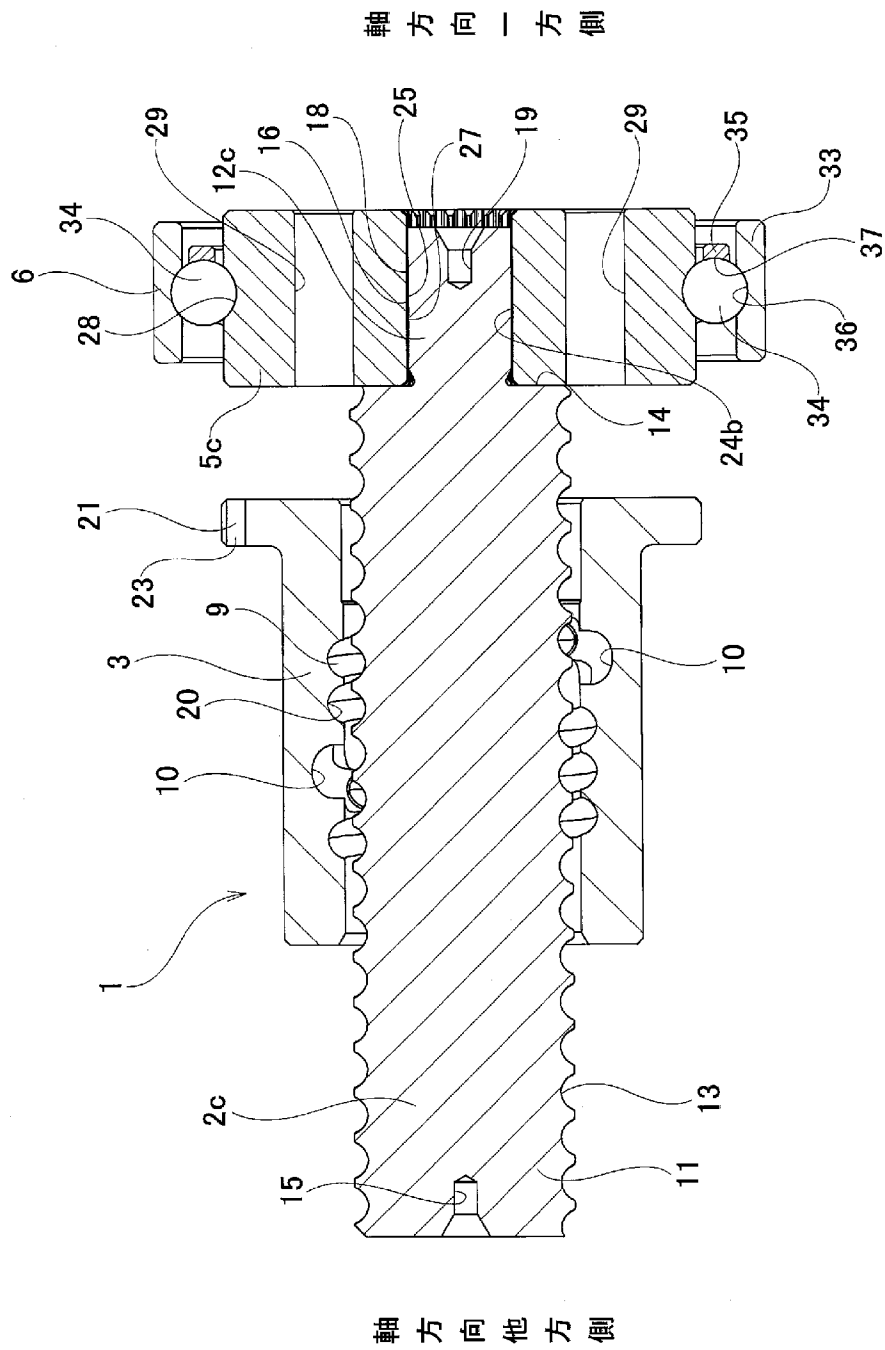
[図7]



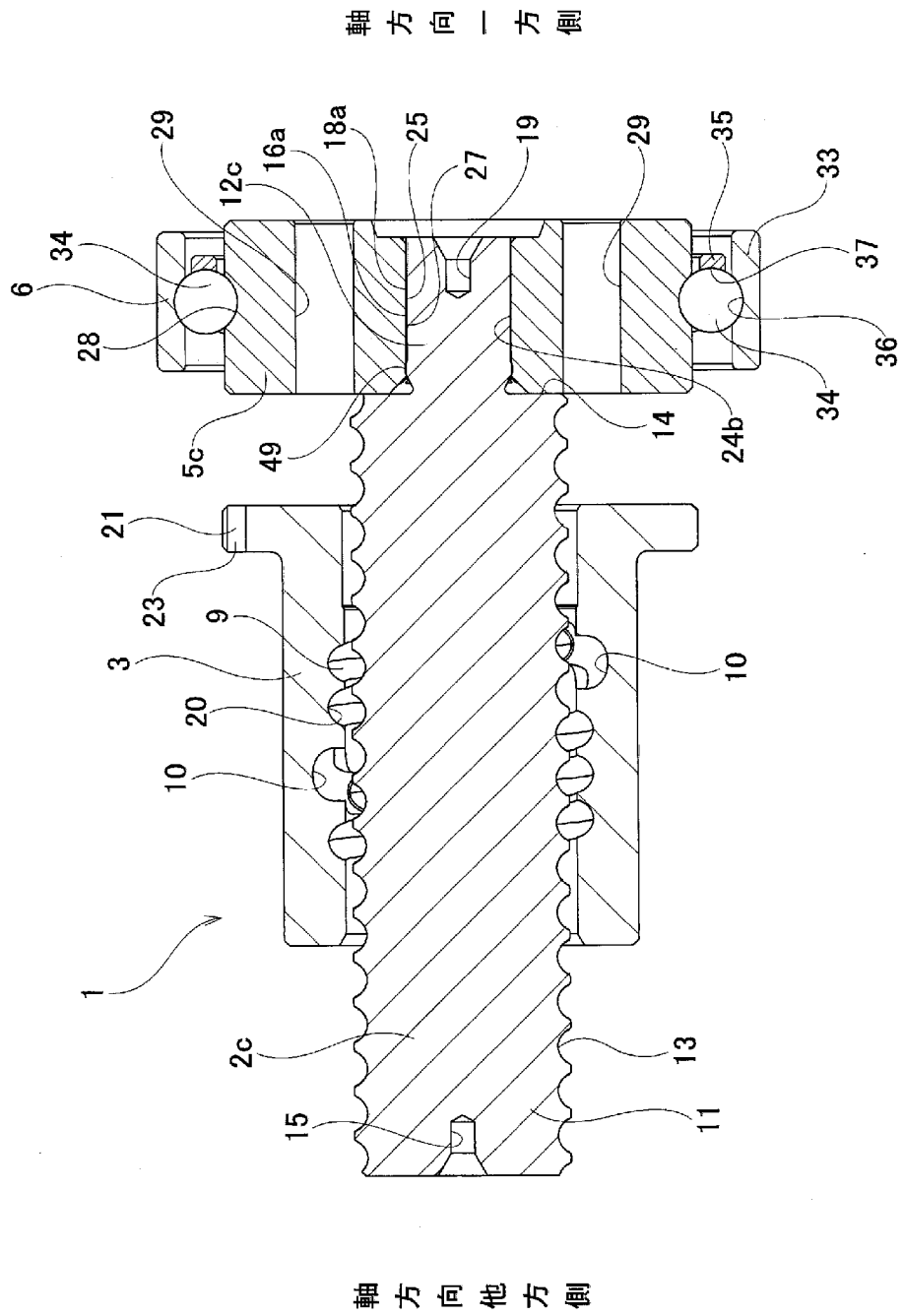
[図8]



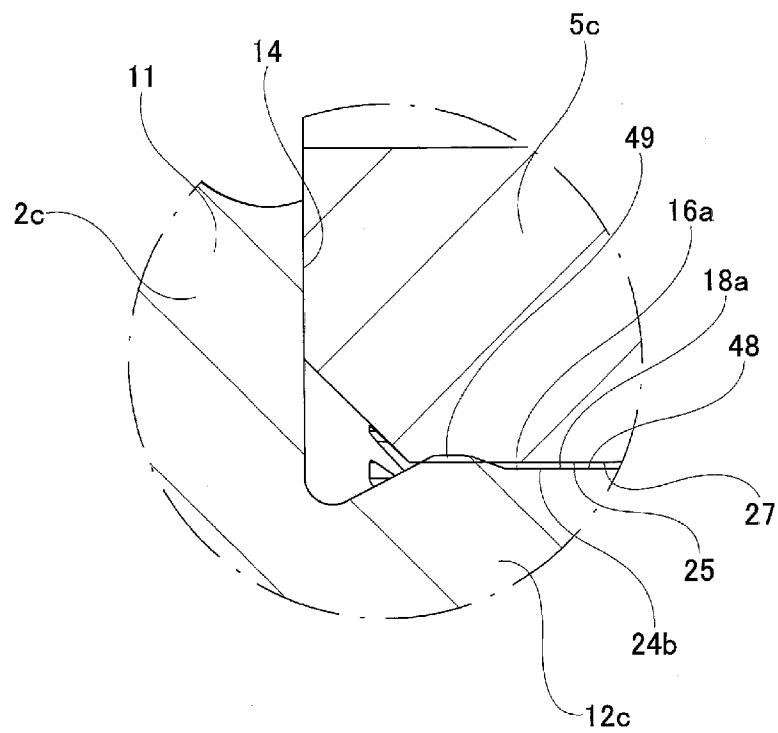
[図9]



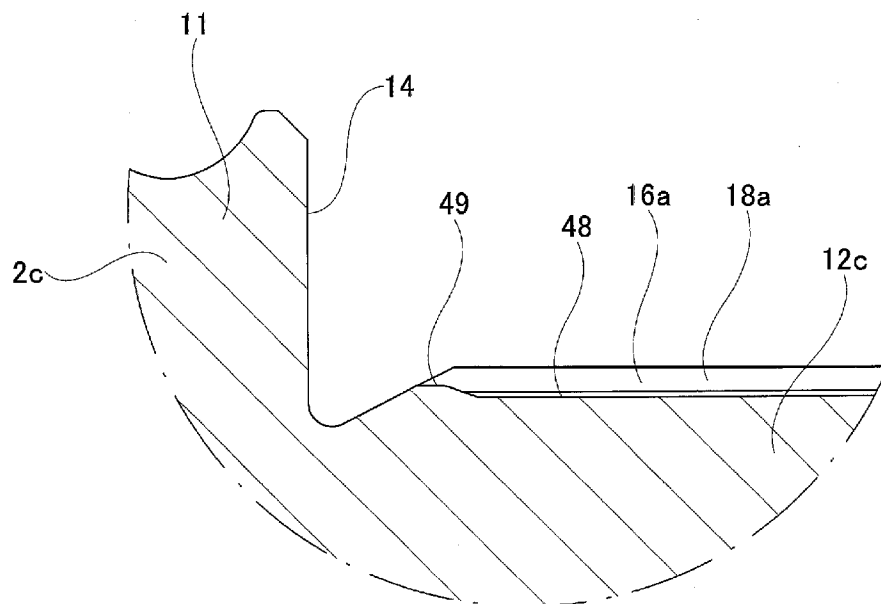
[図10]



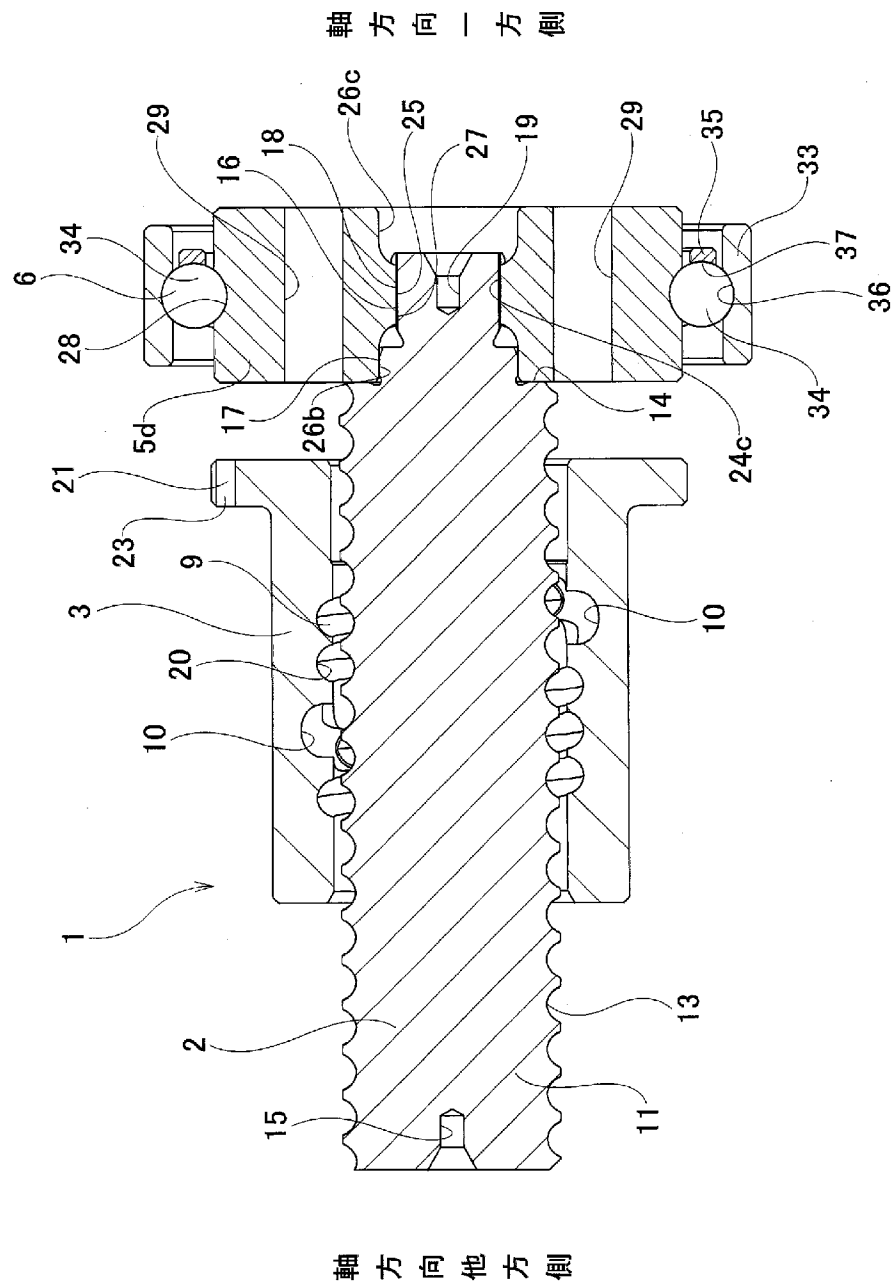
[図11]



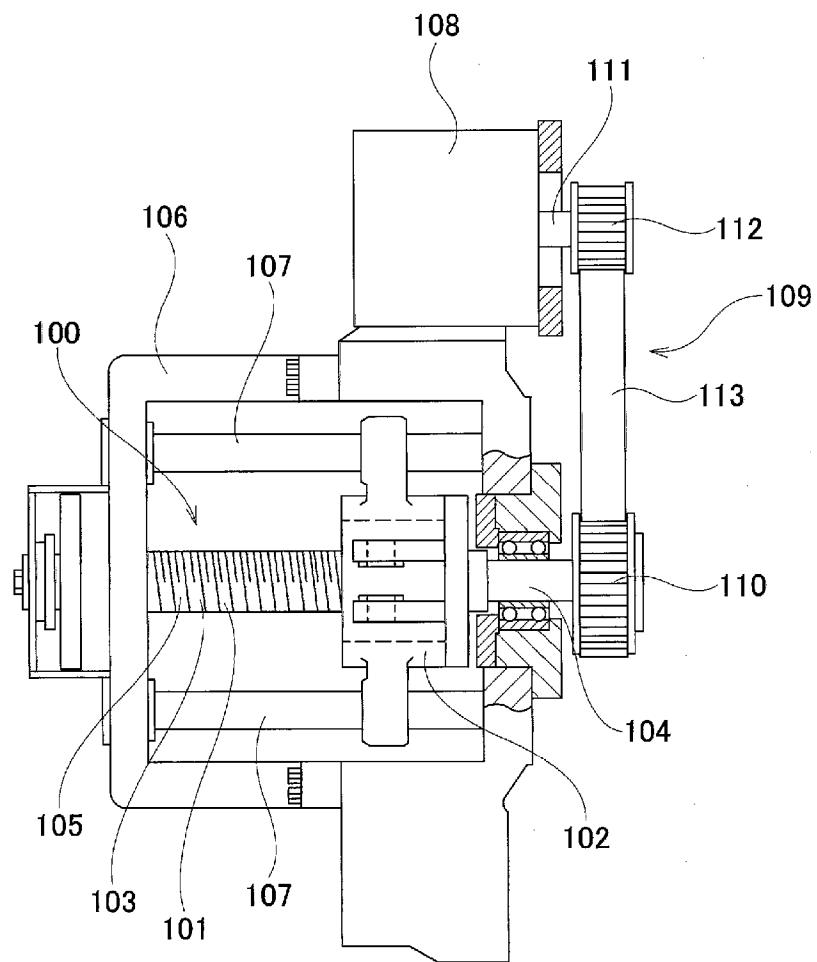
[図12]



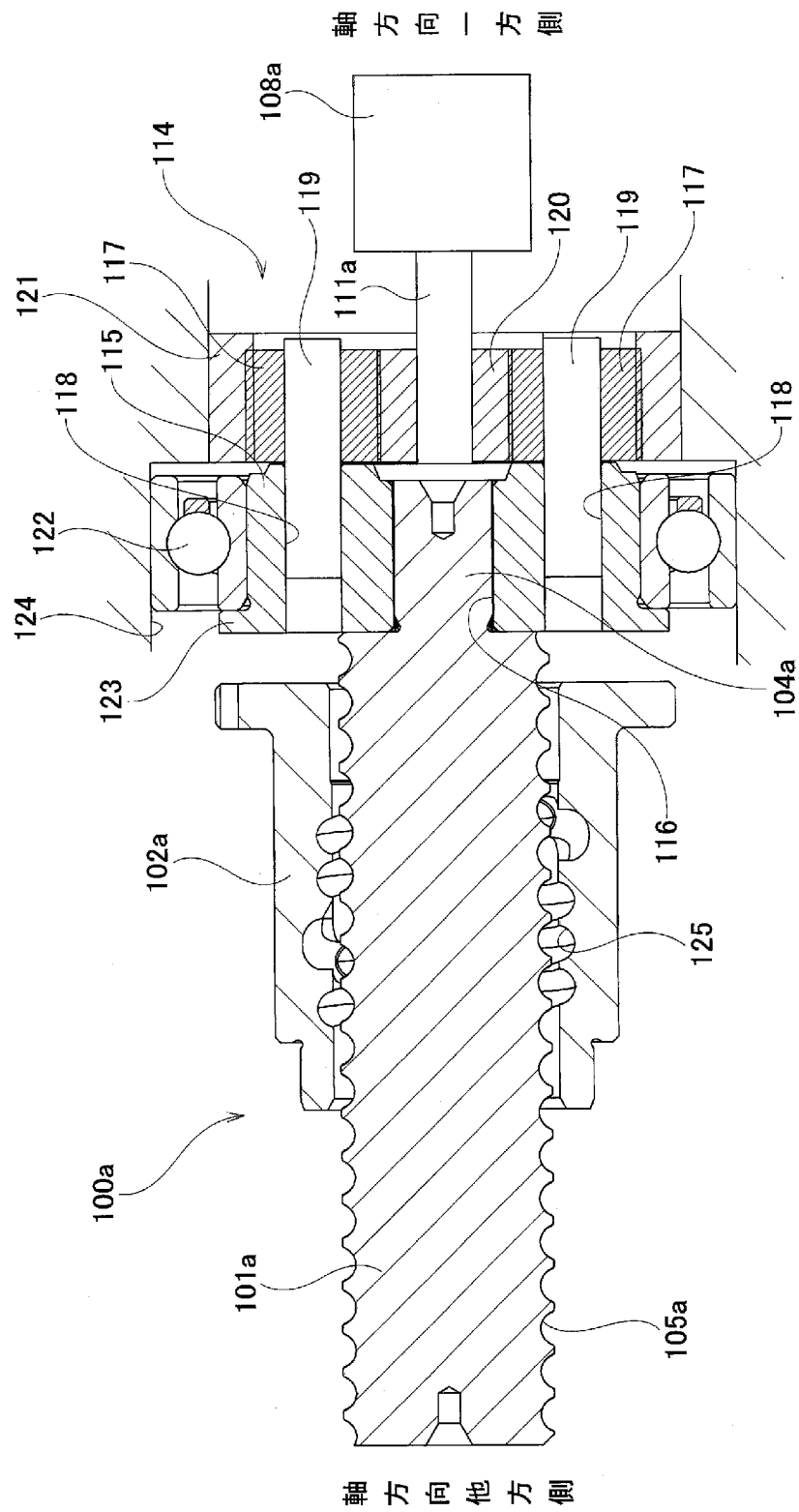
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/044845

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H 25/24(2006.01)i; **B60T 13/74**(2006.01)i; **F16C 19/16**(2006.01)i; **F16C 33/58**(2006.01)i; **F16H 25/22**(2006.01)i
FI: F16H25/24 A; F16H25/22 Z; F16C19/16; F16C33/58; B60T13/74 G

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16H25/24; B60T13/74; F16C19/16; F16C33/58; 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 1971-2023
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.
Y	JP 2009-275914 A (SMC CORP.) 26 November 2009 (2009-11-26) paragraphs [0025]-[0090], fig. 15	1-11
Y	US 2018/0345934 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 06 December 2018 (2018-12-06) paragraphs [0024]-[0025], fig. 1	1-11
Y	JP 2011-133073 A (CKD CORP.) 07 July 2011 (2011-07-07) paragraphs [0044]-[0052], fig. 3	2-11
Y	JP 2018-194080 A (ENPLAS CORP.) 06 December 2018 (2018-12-06) paragraphs [0015]-[0035], fig. 1-2, 5	10-11
A	JP 2016-148374 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 18 August 2016 (2016-08-18) paragraphs [0024]-[0029], fig. 3	1-11

☐ 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

10 February 2023

Date of mailing of the international search report

21 February 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/JP2022/044845

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2009-275914	A	26 November 2009	US 2009/0260463 A1 paragraphs [0030]-[0096], fig. 15 CN 101562370 A	
US	2018/0345934	A1	06 December 2018	WO 2017/089007 A1 page 7, line 5 to page 7, line 35, fig. 1 CN 108290562 A KR 10-2018-0087357 A	
JP	2011-133073	A	07 July 2011	(Family: none)	
JP	2018-194080	A	06 December 2018	(Family: none)	
JP	2016-148374	A	18 August 2016	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F16H 25/24(2006.01)i; B60T 13/74(2006.01)i; F16C 19/16(2006.01)i; F16C 33/58(2006.01)i; F16H 25/22(2006.01)i FI: F16H25/24 A; F16H25/22 Z; F16C19/16; F16C33/58; B60T13/74 G		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） F16H25/24; B60T13/74; F16C19/16; F16C33/58; 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 1971-2023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
Y	JP 2009-275914 A (SMC株式会社) 26.11.2009 (2009-11-26) 段落[0025]-[0090], 図15	1-11
Y	US 2018/0345934 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 06.12.2018 (2018-12-06) 段落[0024]-[0025], 図1	1-11
Y	JP 2011-133073 A (シーケーディ株式会社) 07.07.2011 (2011-07-07) 段落[0044]-[0052], 図3	2-11
Y	JP 2018-194080 A (株式会社エンプラス) 06.12.2018 (2018-12-06) 段落[0015]-[0035], 図1-2, 5	10-11
A	JP 2016-148374 A (本田技研工業株式会社) 18.08.2016 (2016-08-18) 段落[0024]-[0029], 図3	1-11
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 10.02.2023		国際調査報告の発送日 21.02.2023
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） 鷺巣 直哉 3J 1776 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/JP2022/044845

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2009-275914	A	26.11.2009	US 2009/0260463 A1 段落[0030]-[0096], 図15 CN 101562370 A	
US	2018/0345934	A1	06.12.2018	WO 2017/089007 A1 第7頁第5行-同頁第35行, 図1 CN 108290562 A KR 10-2018-0087357 A	
JP	2011-133073	A	07.07.2011	(ファミリーなし)	
JP	2018-194080	A	06.12.2018	(ファミリーなし)	
JP	2016-148374	A	18.08.2016	(ファミリーなし)	