(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
2022年10月20日(20.10.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/220215 A1

(51) 国際特許分類:
F16H 25/20 (2006.01) *F16H 25/24* (2006.01)
F16H 25/22 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/017477

(22) 国際出願日： 2022年4月11日(11.04.2022)

(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 2021-069331 2021年4月15日(15.04.2021) 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).

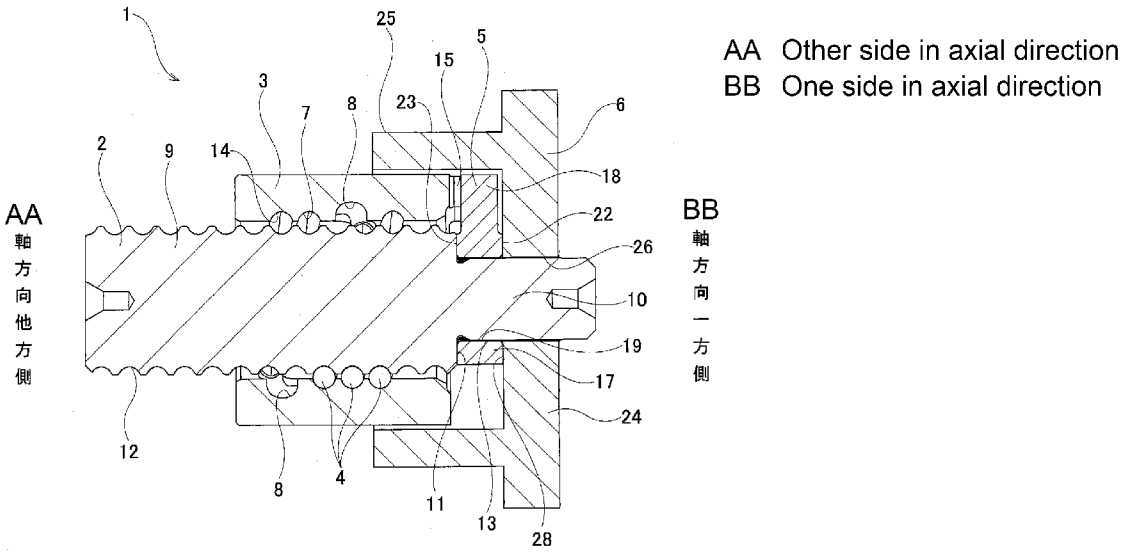
(74) 代理人: 弁理士法人貴和特許事務所 (**KIWA INTERNATIONAL**); 〒1050014 東京都港区芝２丁目５番１９号 ＩＴＯビル３階 Tokyo (JP).

(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, 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, IT, JM, 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,

(54) **Title:** BALL SCREW DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称： ボールねじ装置およびその製造方法

[図2]



(57) **Abstract:** [Problem] To achieve a ball screw device capable of transmitting an axial load between a screw portion and a clamping member without decreasing the life of the ball screw device. [Solution] In a screw shaft 2, a fitting shaft portion 10 is provided adjacent, on one side in the axial direction, to a screw portion 9, which is provided with a shaft-side ball screw groove 12 on the outer peripheral surface and has a smaller outer diameter than that of the screw portion 9. A stopper 5 is externally fitted on the fitting shaft portion 10 so as to inhibit relative rotation therebetween. A drive member 6 serving as the clamping member is disposed adjacent to the stopper 5 on the one side in the axial direction, and the stopper

WO 2022/220215 A1

［続葉有］

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

5 is clamped in the axial direction between the drive member 6 and the screw portion 9. The axial load is transmitted between the drive member 6 and the screw portion 9 without causing the moment to act on the stopper 5.

(57) 要約：【課題】ボールねじ装置の寿命低下を招くことなく、ねじ部と挟持部材との間でアキシアル荷重の伝達を行うことができる、ボールねじ装置を実現する。【解決手段】ねじ軸２のうちで、外周面に軸側ボールねじ溝１２が備えられたねじ部９の軸方向一方側に隣接して備えられた、ねじ部９よりも外径の小さい嵌合軸部１０に、ストッパ５を相対回転不能に外嵌する。挟持部材である駆動部材６を、ストッパ５の軸方向一方側に隣接して配置し、ストッパ５をねじ部９との間で軸方向に挟持する。ストッパ５にモーメントを作用させることなく、駆動部材６とねじ部９との間でアキシアル荷重を伝達する。

明　細　書

発明の名称 ： ボールねじ装置およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ボールねじ装置およびその製造方法に関する。

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の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備える。ボールねじ装置は、用途に応じて、ねじ軸とナットとのうちの一方を回転運動要素とし、ねじ軸とナットとのうちの他方を直線運動要素として用いられる。

[0004] ボールねじ装置においては、直線運動要素が所定範囲を超えて直線運動することを防止するため、直線運動要素のストロークエンドを規制することが行われている。図２２は、特開２０１６－７０２８１号公報に記載された、直線運動要素のストロークエンドを規制するための構造を備え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、ストッパ１０３とを備える。

[0006] ねじ軸１０１は、ねじ部１０４と、ねじ部１０４の軸方向一方側に隣接配置された嵌合軸部１０５とを有する。ねじ部１０４は、外周面に、螺旋状の軸側ボールねじ溝１０６を有する。嵌合軸部１０５は、ねじ部１０４よりも

小さい外径を有し、かつ、外周面の円周方向等間隔複数個所に雄スプライン歯を有する。ねじ軸１０１は、ねじ部１０４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、かつ、内周面に、図示しない螺旋状のナット側ボールねじ溝と略Ｓ字形の循環溝とを有する。ナット１０２は、軸方向一方側の端部に、第１係合部１０７を有する。

[0008] 軸側ボールねじ溝１０６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、ナット１０２の内周面に形成された循環溝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、循環溝を通じて、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に応じて入れ替わる。

[0009] ストッパ１０３は、円環形状を有するボス部１０８と、突起形状を有する第２係合部１０９とを有する。ボス部１０８は、ねじ軸１０１の嵌合軸部１０５に対して相対回転不能に外嵌されている。具体的には、ボス部１０８は、内周面に形成された雌スプライン歯を、嵌合軸部１０５の外周面に形成された雄スプライン歯に対してスプライン係合させることで、嵌合軸部１０５に対して相対回転不能に外嵌されている。第２係合部１０９は、ボス部１０８の外周面の円周方向一部から径方向に突出している。

[0010] 従来構造のボールねじ装置１００においては、ねじ軸１０１とナット１０２とのいずれかの直線運動要素が直線運動してストロークエンドに達すると、ナット１０２に備えられた第１係合部１０７と、ストッパ１０３に備えられた第２係合部１０９とが、円周方向に係合する。これにより、ねじ軸１０１とナット１０２とのいずれかの回転運動要素の回転が阻止されるため、直線運動要素のストロークエンドを規制することが可能になる。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開２０１６－７０２８１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] 特開２０１６－７０２８１号公報に記載された従来構造のボールねじ装置１００においては、ストッパ１０３を、直線運動要素のストロークエンドを規制することにのみ利用している。

[0013] 近年、ボールねじ装置の用途が多様化しており、ストッパを、ねじ部と駆動部材などの挟持部材との間で軸方向に挟持するように配置して、ねじ部と挟持部材との間でアキシアル荷重を伝達する使用態様が検討されている。

[0014] ところが、従来構造のボールねじ装置１００においては、ストッパ１０３の軸方向両側の側面のそれぞれを、平坦面状に構成している。別な言い方をすれば、ボス部１０８の軸方向側面と第２係合部１０９の軸方向側面とを、同一の平面上に位置させている。

[0015] このため、たとえば、ストッパ１０３の軸方向一方側の側面から前記挟持部材に対してアキシアル荷重を伝達する場合、第２係合部１０９の軸方向一方側の側面を含む、ストッパ１０３の軸方向一方側の側面全体が、前記挟持部材に接触する。第２係合部１０９は、ボス部１０８の外周面の円周方向一部にのみ備えられているため、前記挟持部材に対するストッパ１０３の接触面は、ストッパ１０３の中心軸に関して回転非対称な形状になる。このため、ストッパ１０３に、偏荷重やモーメント荷重が付与される可能性がある。

[0016] 具体的には、図２３に示すように、ストッパ１０３の軸方向一方側の側面から図示しない挟持部材にアキシアル荷重を伝達する場合、ストッパ１０３の中心軸Ｏから、第２係合部１０９が含まれるストッパ１０３の径方向一方側半部（図２３の上側半部）の荷重作用点Ａまでの距離（モーメント長さ）Ｌ１は、ストッパ１０３の中心軸Ｏから、ストッパ１０３の径方向他方側半部（図２３の下側半部）における荷重作用点Ｂまでの距離Ｌ２よりも長くなる（Ｌ１＞Ｌ２）。このため、アキシアル荷重分布を集中荷重に変換した場合に、集中荷重の作用線が、ストッパ１０３の中心軸Ｏから径方向にずれる。この結果、ストッパ１０３には、図２３に矢印Ｘで示した方向のモーメン

トが作用する。

[0017] ストッパ１０３にモーメントが作用すると、ストッパ１０３を外嵌したねじ軸１０１に傾きが生じやすくなり、負荷路を転動するボールに荷重が均等に負荷されにくくなる。この結果、ボールねじ装置１００の寿命低下を招く可能性がある。

[0018] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、ボールねじ装置の寿命低下を招くことなく、ねじ部と挟持部材との間でアキシアル荷重の伝達を行える、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

[0019] 本発明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、ストッパと、挟持部材とを備える。

[0020] 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隣接配置された、前記ねじ部よりも外径の小さい嵌合軸部とを有する。

[0021] 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、かつ、軸方向一方側の端部に第１係合部を有する。

[0022] 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。

[0023] 前記ストッパは、前記嵌合軸部に対して相対回転不能に外嵌されたボス部と、前記ボス部の外周面から径方向に突出し、前記第１係合部と円周方向に係合可能な第２係合部とを有する。

[0024] 前記挟持部材は、前記ストッパの軸方向一方側に隣接配置され、前記ストッパを前記ねじ部との間で軸方向に挟持する。

[0025] 本発明の一態様にかかるボールねじ装置は、前記ストッパにモーメントを作用させることなく、前記ねじ部と前記挟持部材との間で前記ストッパを介してアキシアル荷重の伝達を行う。

[0026] 本発明の一態様にかかるボールねじ装置では、前記ストッパは、軸方向一方側の側面に、前記ストッパ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、かつ、前記ストッパの中心軸に関して回転対称な形状を有する、前記挟持部材に接触する第１接触面を有することができ、および、軸方向他方側の側面に、前記ストッパ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、かつ、前記ストッパの中心軸に関して回転対称な形状を有し、前記ねじ部に接触する第２接触面を有することができる。

[0027] 本発明の一態様にかかるボールねじ装置では、前記第１接触面を、前記ボス部の軸方向一方側の側面から構成し、かつ、前記第２接触面を、前記ボス部の軸方向他方側の側面から構成することができる。

[0028] 本発明の一態様にかかるボールねじ装置では、前記第２係合部の軸方向一方側の側面を、前記ボス部の軸方向一方側の側面に対して軸方向他方側に軸方向位置をずらして配置することができ、かつ、前記第２係合部の軸方向他方側の側面を、前記ボス部の軸方向他方側の側面に対して軸方向一方側に軸方向位置をずらして配置することができる。

[0029] この場合、前記第２係合部の軸方向一方側の側面を、前記ボス部の軸方向一方側の側面に対して、円弧形の断面形状を有する段差部を介して接続することができ、かつ、前記第２係合部の軸方向他方側の側面を、前記ボス部の軸方向他方側の側面に対して、円弧形の断面形状を有する段差部を介して接続することができる。

[0030] 代替的または付加的に、前記ボス部の軸方向一方側の側面に対する前記第２係合部の軸方向一方側の側面の軸方向他方側への位置ずれ量と、前記ボス部の軸方向他方側の側面に対する前記第２係合部の軸方向他方側の側面の軸方向一方側への位置ずれ量とを、互いに同じにすることができる。別の言い方をすれば、前記ストッパの軸方向一方側の側面と軸方向他方側の側面とを、鏡面対称に構成することができる。

[0031] 本発明の一態様にかかるボールねじ装置では、前記第２係合部の軸方向の厚さを、径方向にわたり一定とすることができる。

[0032] あるいは、前記第２係合部の軸方向の厚さを、径方向外側に向かうほど小さくすることができる。

[0033] 本発明の一態様にかかるボールねじ装置では、前記第２係合部の円周方向両側面のうち、前記第１係合部と円周方向に係合する側の側面を、軸方向から見て円弧形の輪郭形状を有する凹曲面を介して、前記ボス部の外周面に滑らかにつなぐことができ、かつ、前記第２係合部の円周方向両側面のうち、前記第１係合部と円周方向に係合しない側の側面を、軸方向から見て前記ボス部の外周面に対して該ボス部の外周面の接線方向につなげることができる。

[0034] 本発明の一態様にかかるボールねじ装置では、前記嵌合軸部は、外周面に互いに平行な１対の平坦外面を有する二面幅形状を有することができ、前記ボス部は、内周面に互いに平行な１対の平坦内面を有する二面幅形状の係合孔を有することができる。

[0035] あるいは、前記嵌合軸部は、外周面に雄スプライン歯を有することができ、前記ボス部は、内周面に雌スプライン歯を有する係合孔を有することができる。

[0036] 本発明の一態様にかかるボールねじ装置では、前記ストッパを、前記嵌合軸部に対して軸方向に関する相対変位を可能に緩く外嵌することができ、かつ、前記挟持部材を、前記ねじ軸、たとえば嵌合軸部に対して圧入により外嵌することができる。

[0037] あるいは、前記ストッパを、前記嵌合軸部に対して圧入により外嵌することができ、かつ、前記挟持部材を、前記ねじ軸、たとえば嵌合軸部に対して圧入により外嵌することができる。

[0038] 本発明の一態様にかかるボールねじ装置では、前記ねじ軸を、使用時に回転運動する回転運動要素とすることができ、前記ナットを、使用時に直線運動する直線運動要素とすることができ、かつ、前記挟持部材を、前記ねじ軸を回転駆動する駆動部材または前記ねじ軸を回転自在に支持する転がり軸受とすることができる。この場合、前記駆動部材を、歯車、プーリ、スプロケット、またはモータシャフトにより構成することができる。

[0039] あるいは、本発明の一態様にかかるボールねじ装置では、前記ねじ軸を、

使用時に直線運動する直線運動要素とすることができ、前記ナットを、使用時に回転運動する回転運動要素とすることができ、かつ、前記挟持部材を、前記ねじ軸とともに直線運動するピストンとすることができる。

[0040] 本発明の一態様にかかるボールねじ装置の製造方法は、本発明の一態様にかかるボールねじ装置の製造方法であって、素材に鍛造加工を施して、前記ストッパの概略形状を有する中間素材を形成した後、前記中間素材の軸方向両側の側面のそれぞれに機械加工を施し、前記ストッパを製造する工程を備える。

[0041] 前記ストッパを製造する工程では、前記素材に鍛造加工を施して、前記ストッパの概略形状を有し、かつ、回転対称な形状を有する軸方向両側の側面を備えた前記中間素材を形成した後、前記中間素材の前記軸方向両側の側面のそれぞれに機械加工を施し、前記第１接触面と前記第２接触面とを形成することが好ましい。

発明の効果

[0042] 本発明のボールねじ装置は、ストッパにモーメントを作用させることなく、ねじ部と挟持部材との間で、前記ストッパを介してアキシアル荷重の伝達を行うことができるため、ボールねじ装置の寿命低下を招くことなく、前記ねじ部と前記挟持部材との間でアキシアル荷重の伝達を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0043] [図1]図１は、本発明の実施の形態の第１例にかかるボールねじ装置を軸方向から見た正面図である。

[図2]図２は、図１のＡ－Ａ線断面図である。

[図3]図３は、図２の部分拡大図である。

[図4]図４は、第１例にかかるボールねじ装置を、駆動部材を省略して示す、斜視図である。

[図5]図５は、第１例のボールねじ装置を構成するストッパを軸方向一方側から見た正面図である。

[図6]図６は、図５のＢ－Ｂ線断面図である。

[図7]図７は、第１例のストッパの斜視図である。

[図8]図８は、第２例のストッパについての図５に相当する図である。

[図9]図９は、第２例のストッパについての図６に相当する図である。

[図10]図１０は、第２例のストッパについての図７に相当する図である。

[図11]図１１は、第３例のストッパについての図５に相当する図である。

[図12]図１２は、第３例のストッパについての図６に相当する図である。

[図13]図１３は、第３例のストッパについての図７に相当する図である。

[図14]図１４（Ａ）は、第４例のボールねじ装置についての図４に相当する図であり、図１４（Ｂ）は、第４例の変形例のボールねじ装置についての図４に相当する図である。

[図15]図１５は、第４例のボールねじ装置を構成するストッパについての図７に相当する図である。

[図16]図１６（Ａ）は、第５例のボールねじ装置についての図４に相当する図であり、図１６（Ｂ）は、第５例の変形例のボールねじ装置についての図４に相当する図である。

[図17]図１７は、第５例のボールねじ装置を構成するストッパについての図７に相当する図である。

[図18]図１８は、第６例のボールねじ装置を構成するストッパについての図２に相当する図である。

[図19]図１９は、第６例のストッパについての図３に相当する図である。

[図20]図２０は、第７例のボールねじ装置を構成するストッパについての図２に相当する図である。

[図21]図２１は、第７例のストッパについての図３に相当する図である。

[図22]図２２は、従来構造のボールねじ装置を示す斜視図である。

[図23]図２３は、従来構造のボールねじ装置の課題を説明するために示す、該ボールねじ装置を構成するストッパの断面図である。

[0044] ［第１例］

本発明の実施の形態の第１例について、図１～図７を用いて説明する。

[0045] 〔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使用される。

[0046] 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、ストッパ５と、挟持部材に相当する駆動部材６とを備える。本例のボールねじ装置１では、ねじ軸２が、使用時に回転する回転運動要素を構成し、かつ、ナット３が、使用時に直線運動する直線運動要素を構成する。つまり、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。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７が備えられている。負荷路７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７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８を通じて、負荷路７の始点へと戻される。以下、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。

[0048] 以下の説明において、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２、図３および図６の右側、図４の左側を指し、軸方向他方側とは、図２、図３および図６の左側、図４の右側を指す。

[0049] 〈ねじ軸〉

ねじ軸２は、金属製で、ねじ部９と、ねじ部９の軸方向一方側に隣接配置された嵌合軸部１０とを有する。ねじ部９と嵌合軸部１０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１０は、ねじ部９よりも小さい外径を有する。このため、ねじ軸２は、ねじ部９と嵌合軸部１０との間に、軸方向一方側を向いた段差面１１を有する。図示の例では、段差面１１は、ねじ部９の軸方向一方側の側面、すなわち、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により構成されている。

[0050] ねじ部９は、外周面に螺旋状の軸側ボールねじ溝１２を有する。軸側ボールねじ溝１２は、ねじ部９の外周面に、研削加工、切削加工、また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１２の条数を１条としている。軸側ボールねじ溝１２は、ゴシックアーチ形またはサーキュラアーク形の溝形状を有する。

[0051] 嵌合軸部１０は、外周面に、複数の雄スプライン歯１３を有する。雄スプライン歯１３は、嵌合軸部１０の外周面の円周方向等間隔複数箇所に配置されている。すなわち、嵌合軸部１０は、スプライン軸部により構成される。図示の例では、それぞれの雄スプライン歯１３を、インボリュートスプライン歯により構成しているが、角スプライン歯またはセレーションにより構成することもできる。

[0052] ねじ軸２は、ねじ部９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。なお、本例では、ねじ軸２を、ねじ部９と嵌合軸部１０とから構成しているが、本発明を実施する場合には、ねじ軸は、ハウジングなどに対して回転自在に支持するための転がり軸受などを固定するための第２嵌合軸部などを備えることもできる。

[0053] 〈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１４と、循環溝８とを有する。

[0054] ナット側ボールねじ溝１４は、螺旋形状を有する。ナット側ボールねじ溝１４は、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、また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１４は、軸側ボールねじ溝１２と同じリードを有する。このため、ねじ軸２のねじ部９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１２とナット側ボールねじ溝１４とは、径方向に対向するように配置され、螺旋状の負荷路７を構成する。ナット側ボールねじ溝１４の条数は、軸側ボールねじ溝１２と同様に１条である。ナット側ボールねじ溝１４は、軸側ボ

ールねじ溝１２と同様に、ゴシックアーチ形またはサーキュラアーク形の溝形状を有する。

[0055] 循環溝８は、略Ｓ字形状を有する。循環溝８は、ナット３の内周面に、たとえば冷間鍛造加工によって形成される。循環溝８は、ナット側ボールねじ溝１４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７の始点と終点とをつないでいる。このため、負荷路７の終点にまで達したボール４は、循環溝８を通じて、負荷路７の始点にまで戻される。なお、負荷路７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、別の言い方をすればねじ軸２とナット３との相対回転方向に応じて入れ替わる。

[0056] 循環溝８は、略半円形の断面形状を有する。循環溝８は、ボール４の直径よりもわずかに大きな溝幅を有し、かつ、循環溝８を移動するボール４が、軸側ボールねじ溝１２のねじ山を乗り越えることができる溝深さを有する。

[0057] ナット３は、軸方向一方側の端部に、第１係合部１５を有する。第１係合部１５は、ナット３の軸方向一方側の端部の円周方向一部に備えられており、円筒状の本体部分から軸方向一方側に向けて突出している。第１係合部１５は、扇柱形状を有し、かつ、ストッパ５の軸方向の厚さ寸法とほぼ同じ大きさの軸方向突出量を有する。第１係合部１５は、円周方向一方側の側面（図４の左側面）に、平坦面状の第１ストッパ面１６を有する。第１ストッパ面１６は、ナット３の中心軸と略平行に配置されている。図示の例では、ナット３は、第１係合部１５を含めて全体を一体に構成されている。ただし、本発明を実施する場合には、内周面にナット側ボールねじ溝を有する円筒状の本体部分と、該本体部分とは別体に構成した第１係合部を、前記本体部分に対して固定することもできる。

[0058] 本例のボールねじ装置１は、ナット３を直線運動要素として用いる。このため、本例では、図示しない回り止め機構により、ナット３の回り止めを図っている。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ができるが、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３の外周面に軸方向に形成した凹溝５０に係合させる構造などを採用することができる。

[0059] 〈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７および循環溝８に転動可能に配置されている。負荷路７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８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。

[0060] 〈ストッパ〉

ストッパ５は、金属製で、全体が略６字状に構成されている。本例のストッパ５は、直線運動要素であるナット３のストロークエンドを規制する機能だけでなく、軸方向両側に配置されたねじ部９と駆動部材６との間でアキシアル荷重を伝達する機能を有する。

[0061] ストッパ５は、円環形状を有するボス部１７と、突起形状を有する第２係合部１８とを有する。

[0062] ボス部１７は、ねじ軸２の嵌合軸部１０に対して相対回転不能に外嵌されている。ボス部１７は、径方向中央部に、嵌合軸部１０を軸方向に挿通可能な係合孔１９を有する。本例では、係合孔１９は、内周面に、複数の雌スプライン歯２０を有する。雌スプライン歯２０は、係合孔１９の内周面の円周方向等間隔複数箇所に配置されている。すなわち、係合孔１９は、スプライン孔により構成される。ボス部１７は、係合孔１９に、嵌合軸部１０をスプライン係合させることで、嵌合軸部１０に対して相対回転不能に外嵌されている。本例では、ボス部１７を、嵌合軸部１０に対して、軸方向の相対変位を可能に緩くスプライン係合させているが、ボス部１７を、嵌合軸部１０に対して圧入状態でスプライン嵌合させても良い。ボス部１７の軸方向の厚さは、嵌合軸部１０の軸方向寸法よりも十分に小さい。

[0063] ボス部１７は、円筒面状の外周面を有し、かつ、ねじ軸２に備えられた段差面１１の外径とほぼ同じ大きさの外径を有する。

[0064] 第２係合部１８は、ボス部１７の外周面の円周方向一部に備えられており

、径方向外側に向けて突出している。第２係合部１８の外周面は、部分円筒面状に構成されており、ナット３の外径とほぼ同じ大きさの外接円直径を有する。

[0065] 第２係合部１８は、円周方向他方側の側面（図５の右側面）に、平坦面状の第２ストッパ面２１を有する。第２ストッパ面２１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てストロークエンドに達した状態で、第１ストッパ面１６と面接触する。このため、本例では、第２ストッパ面２１は、ストッパ５の中心軸と略平行に配置されている。本例では、第２係合部１８の円周方向他方側の側面、すなわち第２ストッパ面２１が、第１係合部１５と円周方向に係合する側の側面に相当し、かつ、第２係合部１８の円周方向一方側の側面が、第１係合部１５と円周方向に係合しない側の側面に相当する。

[0066] 第２ストッパ面２１とボス部１７の外周面とは、軸方向から見て円弧形の輪郭形状を有する凹曲面５３を介して滑らかにつながっている。凹曲面５３の曲率半径Ｒの大きさは、以下の第１の条件および第２の条件を満たす範囲で、可能な限り大きい値に設定されている。第１の条件は、第２ストッパ面２１の径方向寸法L_{21}が、第１ストッパ面１６の径方向寸法L_{16}よりも大きいという条件（$L_{21}>L_{16}$）である。第２の条件は、第２ストッパ面２１の径方向寸法L_{21}と第１ストッパ面１６の径方向寸法L_{16}との差（$L_{21}-L_{16}$）が、第１ストッパ面１６の径方向寸法L_{16}の１／１０倍以上であるという条件（$L_{21}-L_{16}\geqq 1/10\times L_{16}$）である。本例では、このような第１の条件および第２の条件を満たすように、凹曲面５３の曲率半径Ｒの大きさを設定している。具体的には、凹曲面５３の曲率半径Ｒは、ボス部１７の直径Ｄの１／５倍以上１／２倍以下であることが好ましく、図示の例では、凹曲面５３の曲率半径Ｒは、ボス部１７の直径Ｄの１／３倍程度の大きさである。

[0067] 第２係合部１８の円周方向一方側の側面（図５の左側面）は、平坦面状に構成されており、ボス部１７の外周面の接線方向に伸長している。このため

、第２係合部１８の円周方向一方側の側面は、軸方向から見てボス部１７の外周面に対し該ボス部１７の外周面の接線方向につながっている。このため、第２係合部１８は、径方向内側から径方向外側に向かうほど円周方向幅が小さくなる先細形状、別の言い方をすれば軸方向から見て略台形の端面形状を有する。

[0068] なお、本発明を実施する場合、第２係合部の円周方向一方側の側面は、ボス部の外周面に滑らかにつながっていれば、すなわち、軸方向から見て、ボス部の外周面との接続部における第２係合部の円周方向一方側の側面の接線と、第２係合部の円周方向一方側の側面との接続部におけるボス部外周面の接線とが同一直線上に存在していれば、必ずしも平坦面状に構成されている必要はない。たとえば、第２係合部の円周方向一方側の側面は、ボス部の外周面の曲率半径よりも大きい曲率半径を有する凸曲面により構成することもできる。

[0069] 第２係合部１８の軸方向の厚さは、径方向にわたり一定であり、かつ、ボス部１７の軸方向の厚さよりも小さくなっている。このため、第２係合部１８の軸方向一方側の側面１８ｘは、ボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘに対して軸方向他方側に軸方向位置をずらして配置され、かつ、第２係合部１８の軸方向他方側の側面１８ｙは、ボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙに対して軸方向一方側に軸方向位置をずらして配置されている。別な言い方すれば、ボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘは、第２係合部１８の軸方向一方側の側面１８ｘよりも軸方向に張り出しており、ボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙは、第２係合部１８の軸方向他方側の側面１８ｙよりも軸方向に張り出している。

[0070] このため、ストッパ５の軸方向両側の側面のそれぞれは、平坦面ではなく、段付形状になっている。ボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘと第２係合部１８の軸方向一方側の側面１８ｘとは、円弧形の断面形状を有する段差部５４ｘを介して接続されている。ボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙと第２係合部１８の軸方向他方側の側面１８ｙとは、円弧形の断面形状を有

する段差部５４ｙを介して接続されている。本例では、段差部５４ｘおよび段差部５４ｙのそれぞれの曲率半径を、ストッパ５の軸方向寸法Ｔの１／２５倍～１／２倍程度の値、好ましくは１／１０倍～１／３倍程度の値に設定している。

[0071] 本例では、ボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘに対する第２係合部１８の軸方向一方側の側面１８ｘの軸方向他方側への位置ずれ量（オフセット量、段差部の高さ）ｔ１と、ボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙに対する第２係合部１８の軸方向他方側の側面１８ｙの軸方向一方側への位置ずれ量ｔ２とを、互いに同じとしている（ｔ１＝ｔ２）。別の言い方をすれば、ストッパ５の軸方向一方側の側面と軸方向他方側の側面とを、鏡面対称に構成している。これにより、第２係合部１８が第１係合部１５と接触することで、第２係合部１８に変形が生じた場合にも、第２係合部１８が、ナット３および駆動部材６と干渉することを防止でき、ストッパ５の取り付け状態を安定させることができる。

[0072] 本例では、第２係合部１８の軸方向側面１８ｘ、１８ｙの位置ずれ量ｔ１、ｔ２を、ストッパ５の軸方向寸法Ｔの１／２０倍～１／５倍程度、好ましくは１／１５倍～１／８倍程度の小さな値に設定している。図示の例では、ストッパ５の軸方向寸法Ｔを５ｍｍとし、第２係合部１８の軸方向一方側の側面１８ｘおよび軸方向他方側の側面１８ｙのそれぞれの位置ずれ量ｔ１、ｔ２を０．５ｍｍに設定している。

[0073] 本例では、ストッパ５の軸方向一方側の側面のうち、第２係合部１８の軸方向一方側の側面１８ｘよりも軸方向に張り出した、円環形状を有するボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘを、後述する駆動部材６の円環面２８に接触させる、第１接触面２２としている。ストッパ５の軸方向他方側の側面のうち、第２係合部１８の軸方向他方側の側面１８ｙよりも軸方向に張り出した、円環形状を有するボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙを、ねじ部９の段差面１１に接触させる、第２接触面２３としている。

[0074] 第１接触面２２は、ストッパ５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、かつ、ストッパ５の中心軸に関して回転対称な形状を有する。具体的には、第１接触面２２は、ｎ回対称（ｎは、係合孔１９の内周面に形成された雌スプライン歯の個数）となっている。

[0075] 第２接触面２３は、ストッパ５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、かつ、ストッパ５の中心軸に関して回転対称な形状を有する。具体的には、第２接触面２３は、ｎ回対称（ｎは、係合孔１９の内周面に形成された雌スプライン歯の個数）となっている。

[0076] 本例では、第１接触面２２および第２接触面２３は、円形状の外周縁および凹凸状の内周縁をそれぞれ有しており、互いに同形かつ同大である。以上のような本例のストッパ５は、軸方向に関して対称（図６において左右対称）な形状を有する。

[0077] 以上のような本例のストッパ５は、たとえば、次のようにして製造することができる。先ず、たとえば円柱形状を有する金属製の素材に、複数段の鍛造加工、たとえば冷間鍛造加工を施して、素材の形状を、ストッパ５の概略形状に徐々に塑性変形させることで、ストッパ５の概略形状を有する中間素材を造る。すなわち、素材に鍛造加工を施すことで、内周面に複数の雌スプライン歯を有する円環状のボス部および突起状の第２係合部を備えた中間素材を得る。その後、中間素材の軸方向両側の側面のうち、第１接触面２２および第２接触面２３となるボス部の軸方向両側の側面のそれぞれに、切削加工や研削加工などの機械加工を施す。これにより、ボス部の軸方向両側の側面の平面度を向上させて、ボス部の軸方向両側の側面に第１接触面２２および第２接触面２３を形成する。そして、完成品であるストッパ５を得る。第２係合部の軸方向両側の側面については、鍛造加工後の状態のまま用いることができる。ただし、第２係合部の軸方向両側の側面にも、切削加工や研削加工などの機械加工を施すこともできる。

[0078] ボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘに対する第２係合部１８の軸方向一方側の側面１８ｘの軸方向他方側への位置ずれ量ｔ１と、ボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙに対する第２係合部１８の軸方向他方側の側面１８

ｙの軸方向一方側への位置ずれ量ｔ２とが異なると、鍛造加工を行う際に材料のフローに偏りが生じやすくなる。位置ずれ量ｔ１と位置ずれ量ｔ２との少なくともいずれかを大きな値に設定すると、鍛造加工時における材料の延び量（潰し量）が大きくなり、アキシアル方向の応力が集中して、第２係合部１８とボス部１７との境界部にクラックが発生しやすくなる。本例のように、ストッパ５の軸方向寸法Ｔに対する、第２係合部１８の軸方向側面１８ｘ、１８ｙの位置ずれ量ｔ１、ｔ２を小さく設定すれば、クラックの発生を防止できる。

[0079] ただし、本発明を実施する場合、クラックの発生を防止することができる限り、ボス部の軸方向一方側の側面に対する第２係合部の軸方向一方側の側面の軸方向他方側への位置ずれ量と、ボス部の軸方向他方側の側面に対する第２係合部の軸方向他方側の側面の軸方向一方側への位置ずれ量とを異ならせることもできる。

[0080] 〈駆動部材〉

駆動部材６は、歯車やプーリなどの部材であり、電動モータなどの駆動源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。駆動部材６は、ストッパ５の軸方向一方側に隣接配置されており、ねじ部９との間で、ストッパ５を軸方向に挟持する。

[0081] 駆動部材６は、円板部２４と、円筒状の筒部２５とを有する。

[0082] 円板部２４は、径方向中央部に、軸方向に貫通した取付孔２６を有する。取付孔２６は、内周面に、複数の雌スプライン歯２７を有する。雌スプライン歯２７は、取付孔２６の内周面の円周方向等間隔複数箇所に配置されている。すなわち、取付孔２６は、スプライン孔により構成される。円板部２４は、取付孔２６に、嵌合軸部１０のうち、ストッパ５を外嵌した部分から軸方向一方側に外れた部分をスプライン係合させることで、嵌合軸部１０に対して相対回転不能に外嵌されている。本例では、円板部２４の取付孔２６に、嵌合軸部１０を圧入によりスプライン係合させている。ただし、駆動部材の取付孔に、嵌合軸部を緩くスプライン係合させ、かつ、嵌合軸部のうちの

駆動部材の円板部よりも軸方向一方側に突出した部分に止めナットを螺合したり止め輪を係止したりすることで、ねじ軸に対する駆動部材の軸方向変位を阻止することもできる。円板部２４は、軸方向他方側の側面の径方向内側部分に、円環面２８を有する。円環面２８は、駆動部材６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。

[0083] 筒部２５は、円板部２４の軸方向他方側の側面の径方向外側部分から軸方向に伸長している。筒部２５は、ナット３の外径よりもわずかに大きな内径を有する。筒部２５は、ストッパ５およびねじ部９の軸方向一方側の端部の周囲を覆っている。

[0084] 円板部２４または筒部２５の外周面には、ギヤ部を形成することもできるし、ベルトを掛け渡すこともできる。

[0085] 駆動部材６を、嵌合軸部１０のうちで、ストッパ５の軸方向一方側に隣接した位置に外嵌固定することで、駆動部材６とねじ部９との間でストッパ５を軸方向に挟持する。これにより、駆動部材６を構成する円板部２４の円環面２８を、ストッパ５の軸方向一方側の側面のうち、ボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘにより構成される第１接触面２２に対して全周にわたり面接触させる。および、ねじ部９の段差面１１を、ストッパ５の軸方向他方側の側面のうち、ボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙにより構成される第２接触面２３に対して全周にわたり面接触させる。この状態で、円板部２４の軸方向他方側の側面とストッパ５の第２係合部１８の軸方向一方側の側面１８ｘとの間には、隙間が形成される。および、第２係合部１８の軸方向他方側の側面１８ｙは、段差面１１よりも軸方向一方側に配置される。

[0086] 〈ボールねじ装置の動作説明〉

本例のボールねじ装置１は、図示しない駆動源により駆動部材６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。

[0087] ねじ軸２を所定方向に回転駆動することで、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てストロークエンドに達すると、ナット３に備えられた第１係合部１５の第１ストッパ面１６と、ストッパ５に備えられた第

２係合部１８の第２ストッパ面２１とが円周方向に係合する。本例では、第１ストッパ面１６と第２ストッパ面２１とが面接触する。これにより、ねじ軸２の前記所定方向への回転が阻止される。このように、本例のボールねじ装置１は、ストッパ５により、ナット３がねじ軸２に対して軸方向一方側に相対移動することに関するストロークエンドを規制することができる。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。

[0088] 本例のボールねじ装置１は、ストッパ５を介して、ねじ部９と駆動部材６との間でアキシアル荷重を伝達する。たとえば、ねじ軸２を前記所定方向と反対方向に回転駆動することで、ナット３をねじ軸２に対して軸方向他方側に相対移動させる場合、ねじ軸２には、負荷路７に配置されたボール４を介して軸方向一方側を向いたアキシアル荷重（反力）が作用する。本例では、ねじ軸２に作用する軸方向一方側を向いたアキシアル荷重を、ねじ部９の段差面１１からストッパ５の第２接触面２３に伝達した後、ストッパ５の第１接触面２２から駆動部材６を構成する円板部２４の円環面２８に伝達し、駆動部材６に支承させることができる。反対に、駆動部材６に作用する軸方向他方側を向いたアキシアル荷重についても、円板部２４の円環面２８からストッパ５の第１接触面２２に伝達した後、ストッパ５の第２接触面２３からねじ部９の段差面１１に伝達することができる。

[0089] 以上のような本例のボールねじ装置１によれば、ボールねじ装置１の寿命低下を招くことなく、ねじ部９と駆動部材６との間でアキシアル荷重の伝達を行うことができる。

[0090] 本例では、第１接触面２２および第２接触面２３のそれぞれが、ストッパ５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、かつ、ストッパ５の中心軸に関して回転対称な形状を有する。このため、ストッパ５の中心軸から第２接触面２３に作用する荷重の大きさおよび荷重作用点（荷重入力点）までの距離Ｌは、ストッパ５の中心軸を挟んで反対側に位置す

る両側部分、すなわち位相が１８０度異なる部分で互いに等しくなる。さらに、ストッパ５の中心軸から第１接触面２２に作用する荷重の大きさおよび荷重作用点（荷重入力点）までの距離Ｌも、図６に示すように、ストッパ５の中心軸Ｏを挟んで反対側に位置する両側部分、すなわち位相が１８０度異なる部分で互いに等しくなる。このため、本例のボールねじ装置１によれば、アキシアル荷重分布を集中荷重に変換した場合に、集中荷重の作用線を、ストッパ５の中心軸Ｏ上に位置させることができる。

[0091] したがって、本例のボールねじ装置１によれば、ストッパ５にモーメントを作用させずに、ねじ部９と駆動部材６との間でストッパ５を介してアキシアル荷重を伝達することができる。このため、ストッパ５を外嵌したねじ軸２に傾きが生じることを防止でき、負荷路７を転動するボール４に荷重が不均等に負荷されることを抑制できる。この結果、ボールねじ装置１の寿命低下を招くことなく、ねじ部９と駆動部材６との間でアキシアル荷重を伝達することができる。

[0092] 本例のボールねじ装置１では、ナット３に備えられた第１係合部１５とストッパ５に備えられた第２係合部１８とが円周方向に係合、すなわち衝突した際に、ストッパ５に応力集中が発生することを有効に防止できる。すなわち、本例のストッパ５は、第２係合部１８の第２ストッパ面２１とボス部１７の外周面とを、軸方向から見て円弧形の輪郭形状を有する凹曲面５３を介して滑らかに接続している。さらに、第２係合部１８の円周方向両側面のうちで、第１係合部１５と円周方向に係合しない円周方向一方側の側面を、軸方向から見てボス部１７の外周面に対し該ボス部１７の外周面の接線方向に接続している。このため、第２係合部１８の円周方向両側の基端側部分とボス部１７の外周面との接続部に、応力集中が発生することを防止できる。さらに、本例のストッパ５は、ボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘと第２係合部１８の軸方向一方側の側面１８ｘとを、円弧形の断面形状を有する段差部５４ｘを介して接続し、かつ、ボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙと第２係合部１８の軸方向他方側の側面１８ｙとを、円弧形の断面形状を有

する段差部５４ｙを介して接続している。また、ストッパ５は、軸方向に関して対称な形状を有する。このため、第２係合部１８の軸方向両側の基端側部分とボス部１７との接続部に、応力集中が発生することを防止できる。

[0093] 本例では、上述のように、ナット３に備えられた第１係合部１５とストッパ５に備えられた第２係合部１８とが円周方向に係合した際に、ストッパ５に応力集中が発生することを有効に防止できるため、ストッパ５に局所的な変形が生じることを防止できる。したがって、ボール４による慣性力や駆動部材６を回転駆動する電動モータの慣性トルクなどに基づき、ねじ部９からストッパ５を介して駆動部材６にアキシアル荷重が伝達される際にも、ストッパ５の中心軸からアキシアル荷重の荷重作用点（荷重入力点）までの距離（モーメント長）を変化させずに済むため、ストッパ５にモーメントを作用させずに済む。このため、このような面からも、ボールねじ装置１の寿命低下を抑制できる。

[0094] 本例のストッパ５は、金属製の素材に、鍛造加工を施してストッパ５の概略形状を有する中間素材を造った後、第１接触面２２および第２接触面２３となる、ボス部の軸方向両側の側面のそれぞれに、切削加工や研削加工などの機械加工を施して製造することができる。このため、ストッパ５の製造コストを抑えることができ、ボールねじ装置１のコスト低減を図れる。

[0095] ［第２例］

本発明の実施の形態の第２例について、図８～図１０を用いて説明する。

[0096] 本例では、ストッパ５ａを構成する第２係合部１８ａの構造のみを、第１例の構造から変更している。

[0097] 具体的には、第２係合部１８ａの軸方向の厚さを、径方向外側に向かうほど小さくしている。このために、第２係合部１８ａの軸方向一方側の側面１８ｘを、径方向外側に向かうほど軸方向他方側に向かう方向に傾斜させ、かつ、第２係合部１８ａの軸方向他方側の側面１８ｙを、径方向外側に向かうほど軸方向一方側に向かう方向に傾斜させている。

[0098] 図９に示すように、本例では、ストッパ５ａの中心軸Ｏに対する第２係合

部１８ａの軸方向一方側の側面１８ｘの傾斜角度αと、ストッパ５ａの中心軸Ｏに対する第２係合部１８ａの軸方向他方側の側面１８ｙの傾斜角度βとを、互いに同じとしている（α＝β）。ただし、本発明を実施する場合には、ストッパの中心軸に対する第２係合部の軸方向一方側の側面の傾斜角度と、ストッパの中心軸に対する第２係合部の軸方向他方側の側面の傾斜角度とを、互いに異ならせることもできる。いずれにしても、これにより、ねじ軸２を所定方向に回転駆動することで、ナット３がねじ軸２に対して軸方向一方側に移動してストロークエンドに達した状態で、第２係合部１８ａの軸方向一方側の側面１８ｘと、円板部２４の軸方向他方側の側面との間に隙間が形成され、かつ、第２係合部１８ａの軸方向他方側の側面１８ｙが、段差面１１よりも軸方向一方側に配置される。

[0099] 本例では、ストッパ５ａの軸方向両側面のそれぞれを、段付き形状ではなく、折れ曲がり形状としている。すなわち、第１接触面２２を構成するボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘと、第２係合部１８ａの軸方向一方側の側面１８ｘとを、段差部を介さずに、直接接続している。また、第２接触面２３を構成するボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙと、第２係合部１８ａの軸方向他方側の側面１８ｙとを、段差部を介さずに、直接接続している。つまり、本例では、第２係合部１８ａの軸方向一方側の側面１８ｘを、ボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘに対して、軸方向位置をずらすことなく直接接続し、第２係合部１８ａの軸方向他方側の側面１８ｙを、ボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙに対して、軸方向位置をずらすことなく直接接続している。そして、本例の場合にも、ストッパ５ａは、軸方向に関して対称（図９において左右対称）な形状を有する。

[0100] 本例では、ストッパ５ａの軸方向両側の側面のそれぞれを、段付き形状ではなく、折れ曲がり形状としているため、ストッパ５ａを鍛造加工により製造する際のプレス荷重を小さく抑えられ、かつ、鍛造型に加わる応力を小さく抑えることができる。このため、ストッパ５ａの製造コストを抑えることができる。その他の構成および作用効果については、第１例と同じである。

[0101] ［第３例］

本発明の実施の形態の第３例について、図１１～図１３を用いて説明する。

[0102] 本例では、ストッパ５ｂを構成する第２係合部１８ｂの構造のみを、第１例および第２例の構造とは異ならせている。

[0103] 具体的には、第２係合部１８ｂの軸方向の厚さを、第２例の構造と同様に、径方向外側に向かうほど小さくし、かつ、第２係合部１８ｂの軸方向両側の側面１８ｘ、１８ｙのそれぞれを、ボス部１７の軸方向両側の側面１７ｘ、１７ｙに対して軸方向位置をずらして配置している。このため、第１接触面２２を構成するボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘと、第２係合部１８ｂの軸方向一方側の側面１８ｘとを、直接接続せずに、円弧形の断面形状を有する段差部５４ｘを介して接続している。また、第２接触面２３を構成するボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙと、第２係合部１８ｂの軸方向他方側の側面１８ｙとを、直接接続せずに、円弧形の断面形状を有する段差部５４ｙを介して接続している。本例の場合にも、ボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘに対する第２係合部１８ｂの軸方向一方側の側面１８ｘの軸方向他方側への位置ずれ量（オフセット量、段差部の高さ）ｔ１と、ボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙに対する第２係合部１８ｂの軸方向他方側の側面１８ｙの軸方向一方側への位置ずれ量ｔ２とを、互いに同じとしている（ｔ１＝ｔ２）。そして、ストッパ５ｂは、軸方向に関して対称（図１２において左右対称）な形状を有する。

[0104] 本例では、ボス部１７の軸方向両側の側面に備えられた第１接触面２２および第２接触面２３のそれぞれの輪郭を明確にすることができる。別な言い方をすれば、第１接触面２２および第２接触面２３との外周縁部と、第２係合部１８ｂの軸方向両側の側面１８ｘ、１８ｙとの境界を明確にすることができる。このため、実施の形態の第２例の構造に比べて、第２係合部１８ｂの軸方向両側の側面１８ｘ、１８ｙが、駆動部材６の円環面２８（図３参照）およびねじ部９の段差面１１（図３参照）に接触することを、有効に防止

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。

[0105] ［第４例］

本発明の実施の形態の第４例について、図１４（Ａ）、図１４（Ｂ）、および図１５を用いて説明する。

[0106] 本例では、ねじ軸２の嵌合軸部１０ａに対するストッパ５ｃのボス部１７ａの固定構造を、第１例の構造から変更している。

[0107] 具体的には、嵌合軸部１０ａを、断面長円形（小判形）で、外周面に互いに平行な１対の平坦外面２９を有する二面幅形状により構成している。また、ボス部１７ａの係合孔１９ａを、長円形孔（小判形孔）とし、内周面に互いに平行な１対の平坦内面３０を有する二面幅形状により構成している。

[0108] 本例では、ねじ軸２の嵌合軸部１０ａをストッパ５ｃの係合孔１９ａの内側に緩く挿通した状態で、係合孔１９ａの内周面に備えらえた１対の平坦内面３０のそれぞれと、嵌合軸部１０ａの外周面に備えられた１対の平坦外面２９のそれぞれとを係合、すなわち面接触させている。これにより、ストッパ５ｃを嵌合軸部１０ａに対して相対回転不能に非円形嵌合させている。なお、ストッパ５ｃを構成するボス部１７ａは、嵌合軸部１０ａに対して圧入状態で非円形嵌合させても良い。

[0109] ねじ軸２は、嵌合軸部１０ａの軸方向一方側に、図示しない挟持部材、たとえば駆動部材６や転がり軸受などを相対回転不能に外嵌するための第２嵌合軸部３１をさらに備える。たとえば、図１４（Ａ）に示すように、第２嵌合軸部３１を、軸方向一方側の端部に、断面長円形で、外周面に互いに平行な１対の平坦外面５１を有する二面幅を備えるように構成することができる。第４例の変形例として、図１４（Ｂ）に示すように、第２嵌合軸部３１を、軸方向一方側の端部に、外周面に雄スプライン歯５２を有するスプライン軸部を備えるように構成することもできる。いずれの場合にも、第２嵌合軸部３１に対して相対回転不能に外嵌した前記挟持部材により、ストッパ５ｃが嵌合軸部１０ａから軸方向一方側に抜け出ることを防止する。

[0110] 本例では、嵌合軸部１０ａの外面形状および係合孔１９ａの内面形状を、スプライン歯を形成する場合と比較して、簡略化することができる。このため、加工コストの低減を図ることができ、製造コストの低減を図れる。また、第１例の構造に比べて嵌合長さを確保しやすいため、ストッパ５ｃの軸方向の厚さを小さくすることができる。したがって、ボールねじ装置１（図２参照）の軸方向寸法を小型化できる。

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。

[0111] なお、上述した第４例では、嵌合軸部１０ａの軸方向一方側に、嵌合軸部１０ａとは断面形状の異なる第２嵌合軸部３１を設け、挟持部材を第２嵌合軸部３１に対して相対回転不能に外嵌する構成について説明した。ただし、第４例の別の変形例として、外周面に１対の平坦外面２９を有する二面幅形状の嵌合軸部１０ａの軸方向長さを延長し、嵌合軸部１０ａのうちで、ストッパ５ｃから軸方向一方側に突出した部分に、内周面に１対の平坦内面を有する二面幅形状の取付孔を備えた挟持部材を、相対回転不能に外嵌する構成を採用することもできる。

[0112] ［第５例］

本発明の実施の形態の第５例について、図１６（Ａ）、図１６（Ｂ）、および図１７を用いて説明する。

[0113] 本例では、ねじ軸２の嵌合軸部１０ｂに対するストッパ５ｄのボス部１７ｂの固定構造を、第１例および第４例の構造とは異ならせている。

[0114] 具体的には、嵌合軸部１０ｂを、円筒面状の外周面の円周方向複数個所（図示の例では３個所）に、それぞれが軸方向に伸長した係合凹溝３２を形成することにより構成している。複数の係合凹溝３２は、円周方向に関して等間隔に配置されている。

[0115] また、ボス部１７ｂの係合孔１９ｂを、円筒面状の内周面の円周方向複数個所（図示の例では３個所）に、それぞれが径方向内側に突出した係合爪部３３を形成することにより構成している。複数の係合爪部３３は、円周方向に関して等間隔に配置されている。

[0116] 本例では、ねじ軸２の嵌合軸部１０ｂをボス部１７ｂの係合孔１９ｂの内側に緩く挿通した状態で、複数の係合爪部３３のそれぞれを、複数の係合凹溝３２のそれぞれに対して係合（キー係合）させている。これにより、ストッパ５ｄを嵌合軸部１０ｂに対して相対回転不能に非円形嵌合させている。なお、ストッパ５ｄを構成するボス部１７ｂは、嵌合軸部１０ｂに対して圧入状態で非円形嵌合させても良い。

[0117] 本例の場合にも、ねじ軸２は、嵌合軸部１０ｂの軸方向一方側に、たとえば駆動部材６や転がり軸受などの図示しない挟持部材を相対回転不能に外嵌するための第２嵌合軸部３１をさらに備える。第４例と同様に、第２嵌合軸部３１として、たとえば、図１６（Ａ）や図１６（Ｂ）に示す構成を採用できる。

[0118] 本例では、係合爪部３３と係合凹溝３２との複数の係合部を利用して、ストッパ５ｄと嵌合軸部１０ｂとの間でトルク伝達を行えるため、第４例の構造に比べて、許容トルクを大きくすることができる。また、嵌合軸部１０ｂの外面形状および係合孔１９ｂの内面形状を、スプライン歯を形成する場合と比較して、簡略化することができるため、加工コストの低減を図ることができ、製造コストの低減を図れる。その他の構成および作用効果については、第１例および第４例と同じである。

[0119] なお、第５例では、嵌合軸部１０ｂの軸方向一方側に、嵌合軸部１０ｂとは断面形状の異なる第２嵌合軸部３１を設け、挟持部材を第２嵌合軸部３１に対して相対回転不能に外嵌する構成について説明した。ただし、第５例の別の変形例として、外周面に複数の係合凹溝３２を有する嵌合軸部１０ｂの軸方向長さを延長し、嵌合軸部１０ｂのうちで、ストッパ５ｄから軸方向一方側に突出した部分に、内周面に複数の係合爪部を有する取付孔を備えた挟持部材を、相対回転不能に外嵌する構成を採用することもできる。

[0120] ［第６例］

本発明の実施の形態の第６例について、図１８および図１９を用いて説明する。

[0121] 本例のボールねじ装置１ａは、ストッパ５の軸方向一方側に配置し、ストッパ５をねじ部９との間で軸方向に挟持する挟持部材として、転がり軸受３４を用いている。

[0122] 転がり軸受３４は、内周面に外輪軌道３５ａを有する円環状の外輪３５と、外周面に内輪軌道３６ａを有する円環状の内輪３６と、外輪軌道３５ａと内輪軌道３６ａとの間に転動自在に配置された複数の転動体３７とを有する。内輪３６は、軸方向他方側の側面に、内輪３６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る円環面２８ａを有している。

[0123] 本例では、転がり軸受３４を構成する内輪３６を、嵌合軸部１０の軸方向一方側に備えられた円筒面状の外周面を有する第２嵌合軸部３１に圧入により外嵌している。これにより、内輪３６を、第２嵌合軸部３１に対して相対回転不能に外嵌固定している。また、内輪３６の円環面２８ａのうちの径方向内側部分を、ねじ軸２のうちで、嵌合軸部１０と第２嵌合軸部３１との間に配置された、軸方向一方側を向いた第２段差面３８に対して突き当てている。

[0124] 本例では、転がり軸受３４を構成する内輪３６を、第２嵌合軸部３１に外嵌固定することで、内輪３６とねじ部９との間でストッパ５を軸方向に挟持する。これにより、内輪３６の円環面２８ａのうちの径方向外側部分を、ストッパ５の軸方向一方側の側面のうち、ボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘにより構成される第１接触面２２に対して全周にわたり面接触させる。また、ねじ部９の段差面１１を、ストッパ５の軸方向他方側の側面のうち、ボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙにより構成される第２接触面２３に対して全周にわたり面接触させる。この状態で、外輪３５の軸方向他方側の側面とストッパ５の第２係合部１８の軸方向一方側の側面１８ｘとの間には、隙間が形成される。また、第２係合部１８の軸方向他方側の側面１８ｙは、段差面１１から軸方向に退避して配置される。

[0125] 本例の場合にも、ボールねじ装置１ａの寿命低下を招くことなく、ねじ部９と転がり軸受３４との間でアキシアル荷重の伝達を行うことができる。そ

の他の構成および作用効果については、第１例と同じである。

[0126] ［第７例］

本発明の実施の形態の第７例について、図２０および図２１を用いて説明する。

[0127] 本例のボールねじ装置１ｂは、ナット３ａが、使用時に回転運動する回転運動要素を構成し、かつ、ねじ軸２ａが、使用時に直線運動する直線運動要素を構成する。つまり、本例のボールねじ装置１ｂは、ナット３ａを回転駆動し、ねじ軸２ａを直線運動させる態様で使用される。

[0128] このために本例では、ナット３ａを、固定部材である有底円筒形状を有するシリンダ３９に対して、転がり軸受４０を利用して回転自在に支持している。転がり軸受４０は、シリンダ３９の軸方向他方側部分に内嵌固定され、かつ、内周面に外輪軌道４１ａを有する円環状の外輪４１と、外周面に内輪軌道４２ａを有する円環状の内輪４２と、外輪軌道４１ａと内輪軌道４２ａとの間に転動自在に配置された複数の転動体４３とを有する。本例では、内輪４２を、ナット３ａと一体に構成している。つまり、ナット３ａの外周面に、内輪軌道４２ａを直接形成している。

[0129] ナット３ａは、外周面の軸方向他方側部分に、ナット３ａを回転駆動するためのギヤ部４４を有する。また、ナット３ａは、軸方向一方側の端部に、図示しない第１係合部１５（図４参照）を有する。

[0130] ねじ軸２ａは、ねじ部９と、ねじ部９の軸方向一方側に隣接配置された嵌合軸部１０とを有する。本例の場合にも、嵌合軸部１０の外周面には、雄スプライン歯１３が形成されている。

[0131] ストッパ５は、ボス部１７と、第２係合部１８とを有しており、ボス部１７の径方向中央部には貫通孔である係合孔１９を有する。本例の場合にも、係合孔１９は、内周面に複数の雌スプライン歯２０を有するスプライン孔により構成される。また、ボス部１７の係合孔１９に嵌合軸部１０を、軸方向の相対変位を可能に緩くスプライン係合させている。なお、ストッパ５を構成するボス部１７の係合孔１９に嵌合軸部１０を、圧入状態でスプライン嵌

合させても良い。

[0132] 本例のボールねじ装置１ｂは、ストッパ５の軸方向一方側に配置し、ストッパ５をねじ部９との間で軸方向に挟持する挟持部材として、ピストン４５を用いている。

[0133] ピストン４５は、略円筒形状を有しており、シリンダ３９の内側に軸方向に移動可能に嵌装されている。ピストン４５は、軸方向一方側の側面にのみ開口した取付孔４６を有する。取付孔４６は、段付き孔であり、軸方向一方側に小径孔部４７を有し、軸方向他方側に大径孔部４８を有する。小径孔部４７の内周面には、雌スプライン歯４９が形成されている。大径孔部４８は、内側にストッパ５を挿入可能な内径を有する。小径孔部４７と大径孔部４８とは、軸方向他方側を向いた平坦面である円環面２８ｂにより接続されている。円環面２８ｂは、ピストン４５の中心軸に直交する仮想平面上に存在している。

[0134] ピストン４５は、取付孔４６の小径孔部４７の内周面に形成された雌スプライン歯４９を、ねじ軸２の嵌合軸部１０のうち、ストッパ５を外嵌した部分から軸方向一方側に外れた部分に形成された雄スプライン歯１３にスプライン係合させることで、嵌合軸部１０に対して相対回転不能に外嵌されている。本例では、ピストン４５を、嵌合軸部１０に対して圧入によりスプライン係合させている。

[0135] ピストン４５を、嵌合軸部１０のうちで、ストッパ５の軸方向一方側に隣接した位置に外嵌固定することで、ピストン４５とねじ部９との間でストッパ５を軸方向に挟持する。これにより、ピストン４５に備えられた円環面２８ｂを、ストッパ５の軸方向一方側の側面のうち、ボス部１７の軸方向一方側の側面１７ｘにより構成される第１接触面２２に対して全周にわたり面接触させる。また、ねじ部９の段差面１１を、ストッパ５の軸方向他方側の側面のうち、ボス部１７の軸方向他方側の側面１７ｙにより構成される第２接触面２３に対して全周にわたり面接触させる。この状態で、ピストン４５の円環面２８ｂとストッパ５の第２係合部１８の軸方向一方側の側面１８ｘと

の間には、隙間が形成される。また、第２係合部１８の軸方向他方側の側面１８ｙは、段差面１１から軸方向に退避して配置される。

[0136] 本例のボールねじ装置１ｂは、ストッパ５を介して、ねじ部９とピストン４５との間でアキシアル荷重を伝達する。たとえば、ナット３ａを所定方向に回転駆動し、ねじ軸２ａをナット３ａに対して軸方向一方側に相対移動させる場合、ピストン４５には、シリンダ３９の内側に配置された液体または気体から、軸方向他方側を向いたアキシアル荷重が作用する。本例では、ピストン４５に作用する軸方向他方側を向いたアキシアル荷重を、ピストン４５の円環面２８ｂからストッパ５の第１接触面２２に伝達した後、ストッパ５の第２接触面２３からねじ部９の段差面１１に伝達することができる。そして、ナット３ａを介してシリンダ３９によって支承することができる。反対に、ねじ部９に作用する軸方向一方側を向いたアキシアル荷重についても、ねじ部９の段差面１１からストッパ５の第２接触面２３に伝達した後、ストッパ５の第１接触面２２からピストン４５の円環面２８ｂに伝達することができる。

[0137] したがって、本例の場合にも、ボールねじ装置１ｂの寿命低下を招くことなく、ねじ部９とピストン４５との間でアキシアル荷重の伝達を行うことができる。その他の構成および作用効果については、第１例と同じである。

[0138] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこれに限定されることなく、発明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、本発明の実施の形態の第１例～第７例の構造は、矛盾を生じない限りにおいて、適宜組み合わせて実施することができる。

[0139] 本発明の実施の形態の第１例～第７例では、ストッパをねじ部との間で挟持する挟持部材として、駆動部材、転がり軸受およびピストンを示したが、本発明を実施する場合に、挟持部材は、これらの部材に限定されない。また、本発明の実施の形態の各例では、駆動部材として、歯車およびプーリを例示したが、駆動部材についても、これらの部材に限定されず、スプロケットや、ねじ軸に直接接続されるモータシャフト、カップリングなどを採用する

こともできる。

[0140] 本発明の実施の形態の第１例～第７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、本発明を実施する場合には、循環溝を、たとえばコマなどのナットとは別体の循環部品に形成し、該循環部品をナットに対して固定することもできる。また、第１係合部を、ナットと別体に構成しても良いし、第２係合部をボス部と別体に構成しても良い。

[0141] 本発明の実施の形態の第１例～第７例では、ナットが第１係合部を１つだけ備え、かつ、ストッパが第２係合部を１つだけ備える構造について説明したが、本発明を実施する場合には、第１係合部および第２係合部を、同数ずつ複数（たとえば２つずつ）備えることもできる。

[0142] 本発明の実施の形態の第１例～第７例では、第１接触面および第２接触面のそれぞれを、ストッパの軸方向両側の側面のうち、ボス部の軸方向両側の側面にのみ備える構造について説明したが、本発明を実施する場合には、第１接触面および第２接触面のそれぞれ一部を、第２係合部の軸方向側面に備えることもできる。特に、第２係合部を複数備える構成を採用した場合に好ましく採用できる。

符号の説明

[0143] １、１ａ、１ｂ　ボールねじ装置
２、２ａ　ねじ軸
３、３ａ　ナット
４　ボール
５、５ａ～５ｄ　ストッパ
６　駆動部材
７　負荷路
８　循環溝
９　ねじ部
１０、１０ａ、１０ｂ　嵌合軸部
１１　段差面

１２　　軸側ボールねじ溝

１３　　雄スプライン歯

１４　　ナット側ボールねじ溝

１５　　第１係合部

１６　　第１ストッパ面

１７、１７ａ、１７ｂ　ボス部

　１７ｘ　軸方向一方側の側面

　１７ｙ　軸方向他方側の側面

１８、１８ａ、１８ｂ　第２係合部

　１８ｘ　軸方向一方側の側面

　１８ｙ　軸方向他方側の側面

１９、１９ａ、１９ｂ　係合孔

２０　　雌スプライン歯

２１　　第２ストッパ面

２２　　第１接触面

２３　　第２接触面

２４　　円板部

２５　　筒部

２６　　取付孔

２７　　雌スプライン歯

２８、２８ａ、２８ｂ　円環面

２９　　平坦外面

３０　　平坦内面

３１　　第２嵌合軸部

３２　　係合凹溝

３３　　係合爪部

３４　　転がり軸受

３５　　外輪

３５ａ　外輪軌道
３６　内輪
３６ａ　内輪軌道
３７　転動体
３８　第２段差面
３９　シリンダ
４０　転がり軸受
４１　外輪
４１ａ　外輪軌道
４２　内輪
４２ａ　内輪軌道
４３　転動体
４４　ギヤ部
４５　ピストン
４６　取付孔
４７　小径孔部
４８　大径孔部
４９　雌スプライン歯
５０　凹溝
５１　平坦外面
５２　雄スプライン歯
５３　凹曲面
５４ｘ、５４ｙ　段差部
１００　ボールねじ装置
１０１　ねじ軸
１０２　ナット
１０３　ストッパ
１０４　ねじ部

１０５　嵌合軸部

１０６　軸側ボールねじ溝

１０７　第１係合部

１０８　ボス部

１０９　第２係合部

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隣接配置された、前記ねじ部よりも外径の小さい嵌合軸部とを有する、ねじ軸と、

内周面に螺旋状のナット側ボールねじ溝を有し、かつ、軸方向一方側の端部に第１係合部を有する、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、

前記嵌合軸部に相対回転不能に外嵌されたボス部と、前記ボス部の外周面から径方向に突出し、前記第１係合部と円周方向に係合可能な第２係合部とを有する、ストッパと、

前記ストッパの軸方向一方側に隣接配置され、前記ねじ部との間で前記ストッパを軸方向に挟持する、挟持部材と、を備え、

前記ストッパにモーメントを作用させることなく、前記ねじ部と前記挟持部材との間で前記ストッパを介してアキシアル荷重の伝達を行う、

ボールねじ装置。

[請求項2] 前記ストッパは、軸方向一方側の側面に、前記ストッパ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、かつ、前記ストッパの中心軸に関して回転対称な形状を有する、前記挟持部材に接触する第１接触面を有し、軸方向他方側の側面に、前記ストッパ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、かつ、前記ストッパの中心軸に関して回転対称な形状を有し、前記ねじ部に接触する第２接触面を有する、請求項１に記載したボールねじ装置。

[請求項3] 前記第１接触面は、前記ボス部の軸方向一方側の側面から構成されており、

前記第２接触面は、前記ボス部の軸方向他方側の側面から構成されている、

請求項２に記載したボールねじ装置。

[請求項4] 前記第２係合部の軸方向一方側の側面は、前記ボス部の軸方向一方側の側面に対して軸方向他方側に軸方向位置をずらして配置されており、かつ、前記第２係合部の軸方向他方側の側面は、前記ボス部の軸方向他方側の側面に対して軸方向一方側に軸方向位置をずらして配置されている、

請求項３に記載したボールねじ装置。

[請求項5] 前記第２係合部の軸方向一方側の側面は、前記ボス部の軸方向一方側の側面に対して、円弧形の断面形状を有する段差部を介して接続されており、かつ、前記第２係合部の軸方向他方側の側面は、前記ボス部の軸方向他方側の側面に対して、円弧形の断面形状を有する段差部を介して接続されている、

請求項４に記載したボールねじ装置。

[請求項6] 前記ボス部の軸方向一方側の側面に対する前記第２係合部の軸方向一方側の側面の軸方向他方側への位置ずれ量と、前記ボス部の軸方向他方側の側面に対する前記第２係合部の軸方向他方側の側面の軸方向一方側への位置ずれ量とが、互いに同じである、請求項４または５に記載したボールねじ装置。

[請求項7] 前記第２係合部の軸方向の厚さは、径方向にわたり一定である、請求項２～６のいずれかに記載したボールねじ装置。

[請求項8] 前記第２係合部の軸方向の厚さは、径方向外側に向かうほど小さくなる、請求項３～６のいずれかに記載したボールねじ装置。

[請求項9] 前記第２係合部の円周方向両側面のうち、前記第１係合部と円周方向に係合する側の側面は、円弧形の断面形状を有する凹曲面を介して、前記ボス部の外周面に滑らかにつながっており、かつ、前記第２係合部の円周方向両側面のうち、前記第１係合部と円周方向に係合しない側の側面は、前記ボス部の外周面に対して前記ボス部の接線方向につながっている、請求項１～８のいずれかに記載したボールねじ装置

。

[請求項10] 前記嵌合軸部は、外周面に互いに平行な１対の平坦外面を有する二面幅形状を有し、

前記ボス部は、内周面に互いに平行な１対の平坦内面を有する二面幅形状の係合孔を有する、

請求項１～９のいずれかに記載したボールねじ装置。

[請求項11] 前記嵌合軸部は、外周面に雄スプライン歯を有しており、

前記ボス部は、内周面に雌スプライン歯が形成された係合孔をさらに有する、

請求項１～９のいずれかに記載したボールねじ装置。

[請求項12] 前記ストッパは、前記嵌合軸部に対して軸方向に関する相対変位を可能に緩く外嵌されており、

前記挟持部材は、前記ねじ軸に対して圧入により外嵌されている、

請求項１～１１のいずれかに記載したボールねじ装置。

[請求項13] 前記ストッパは、前記嵌合軸部に対して圧入により外嵌されており、

前記挟持部材は、前記ねじ軸に対して圧入により外嵌されている、

請求項１～１１のいずれかに記載したボールねじ装置。

[請求項14] 前記ねじ軸は、使用時に回転運動する回転運動要素であり、

前記ナットは、使用時に直線運動する直線運動要素であり、

前記挟持部材は、前記ねじ軸を回転駆動する駆動部材または前記ねじ軸を回転自在に支持する転がり軸受である、

請求項１～１３のいずれかに記載したボールねじ装置。

[請求項15] 前記駆動部材は、歯車、プーリ、スプロケットまたはモータシャフトのいずれかである、請求項１４に記載したボールねじ装置。

[請求項16] 前記ねじ軸は、使用時に直線運動する直線運動要素であり、

前記ナットは、使用時に回転運動する回転運動要素であり、

前記挟持部材は、前記ねじ軸とともに直線運動するピストンである

、

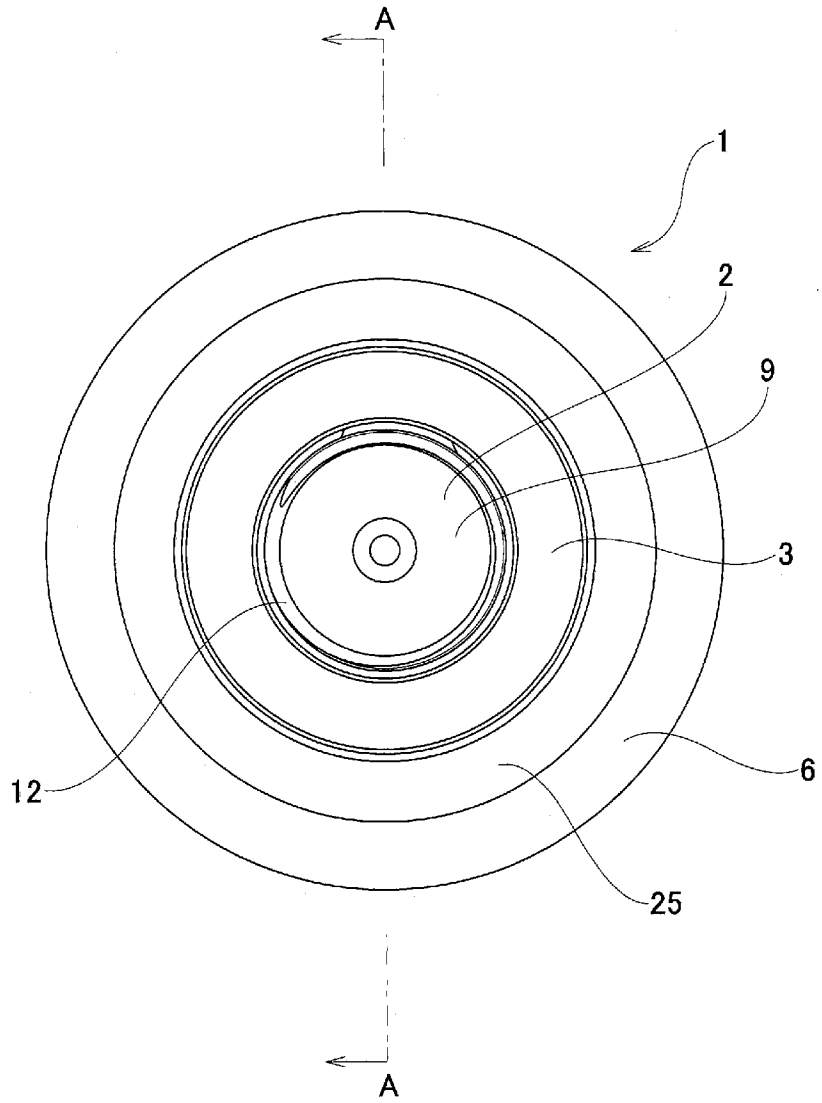
請求項１～１３のいずれかに記載したボールねじ装置。

[請求項17] 請求項１～１６のうちのいずれか１項に記載したボールねじ装置の製造方法であって、

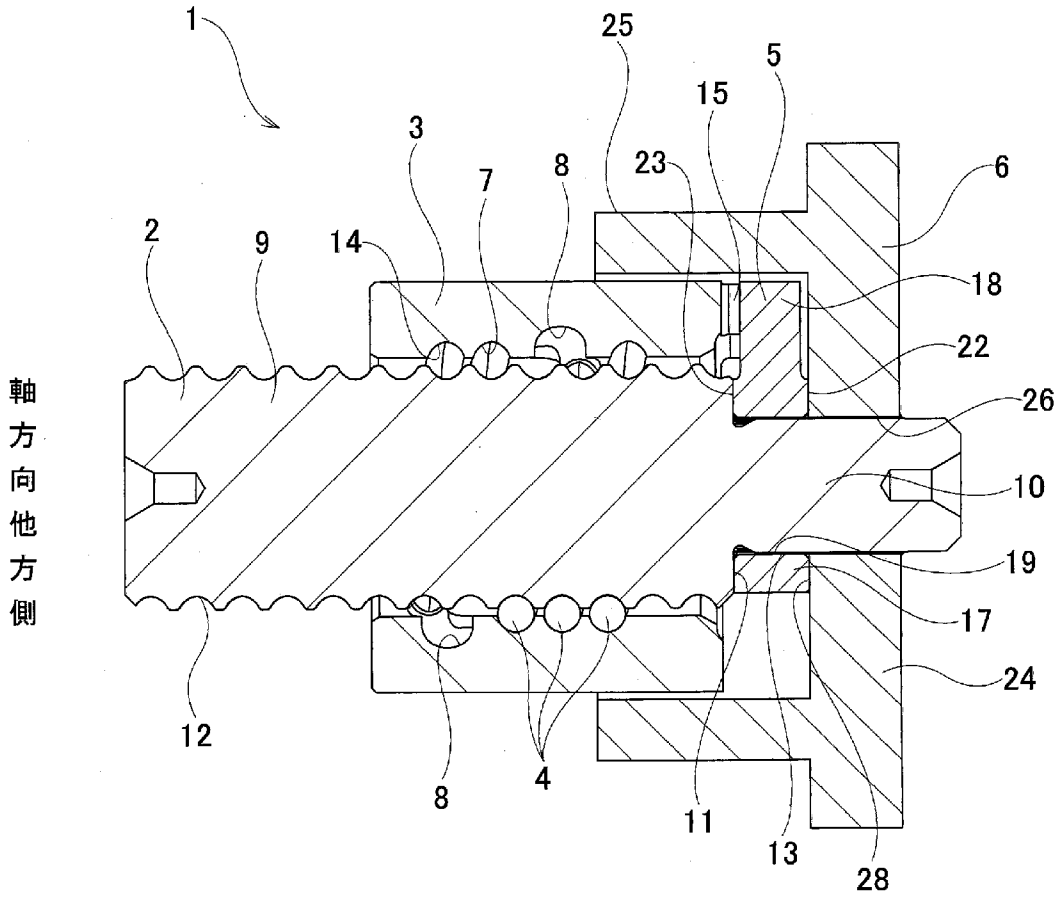
素材に鍛造加工を施して、前記ストッパの概略形状を有する中間素材を形成した後、前記中間素材の軸方向両側の側面のそれぞれに機械加工を施し、前記ストッパを製造する工程を備える、

ボールねじ装置の製造方法。

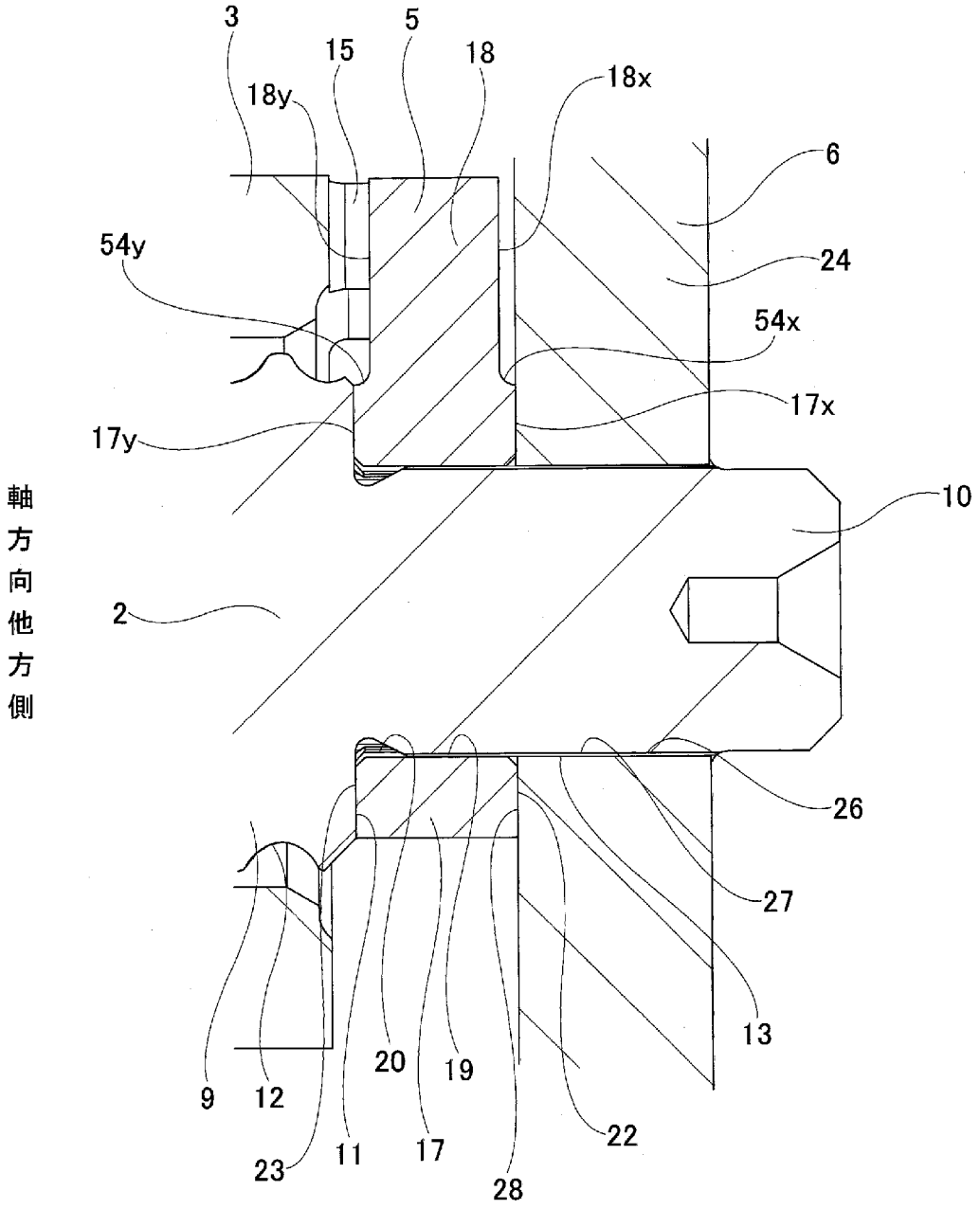
[図1]



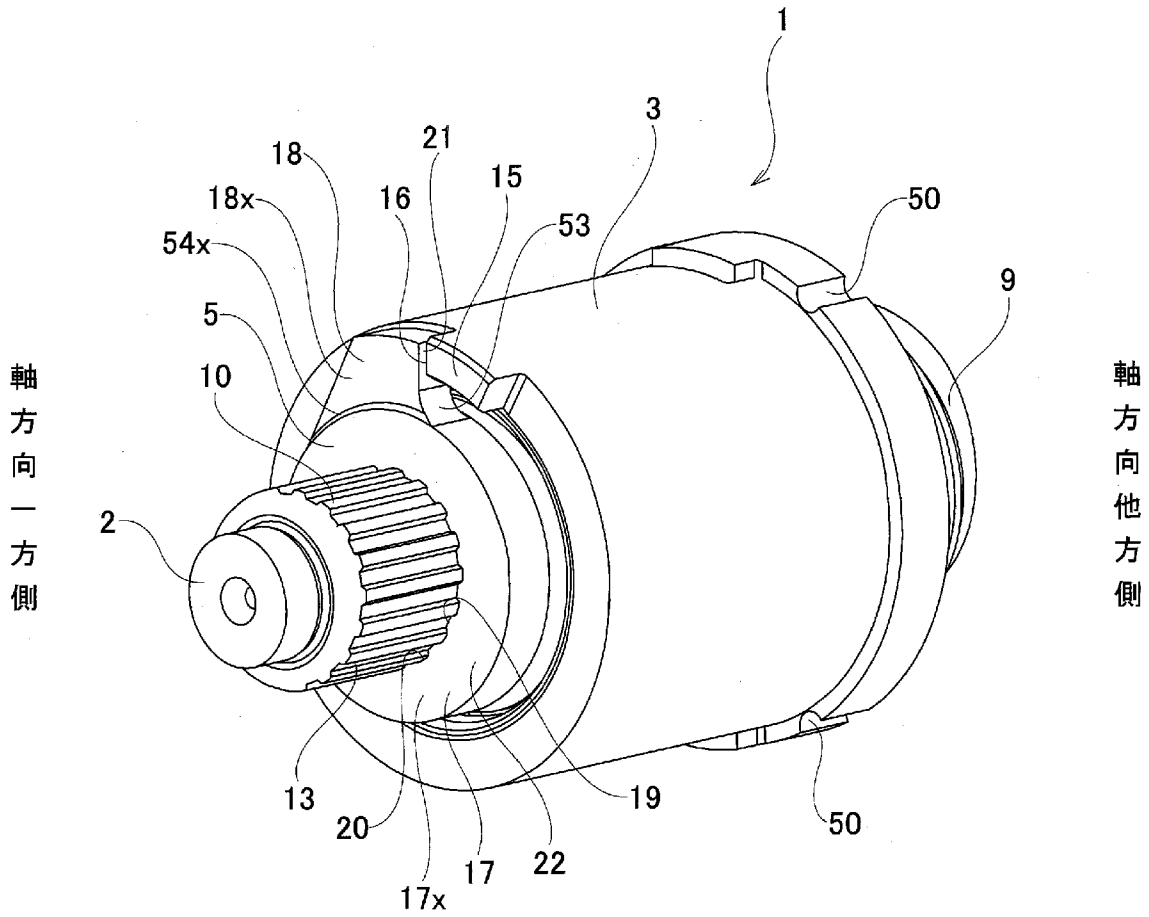
[図2]


1
25
5
15
3
23
6
7
8
2
9
14
18
22
26
10
19
17
24
12
8
4
11
13
28
軸方向他方側
軸方向一方側

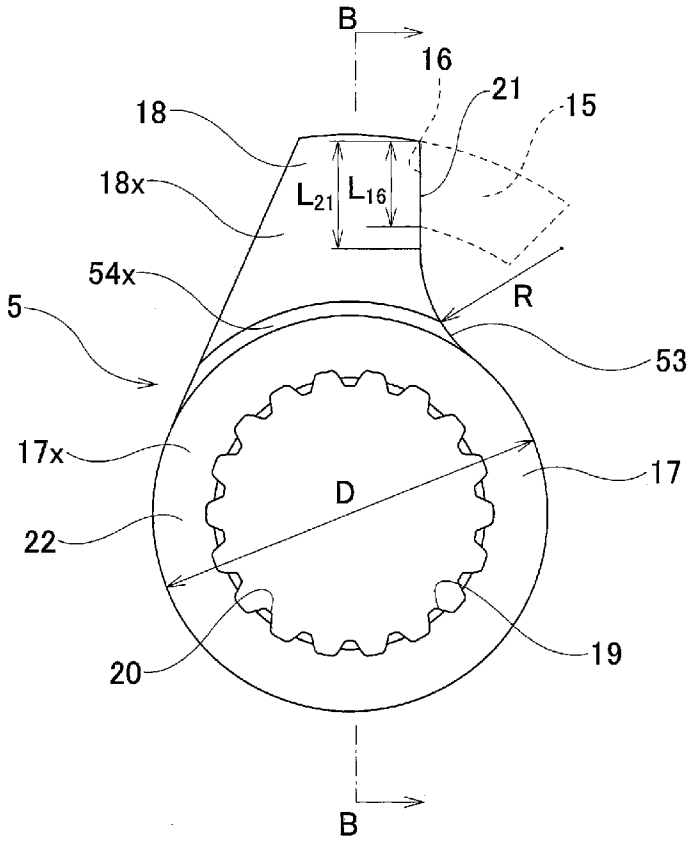
[図3]


3
15
5
18
18x
18y
6
54y
24
54x
17x
17y
軸方向他方側
10
軸方向一方側
2
26
27
13
9
12
20
19
22
23
11
17
28

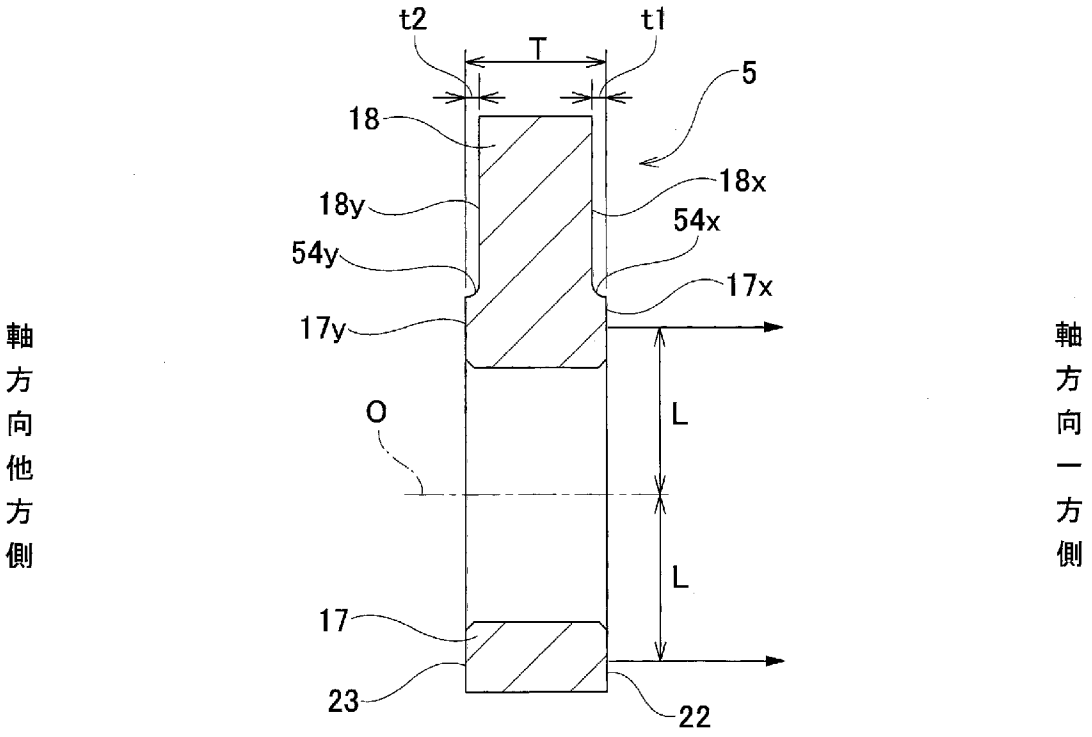
[図4]


1
3
18
21
15
18x
16
53
50
54x
9
5
10
軸方向一方側
軸方向他方側
2
13
20
17x
17
22
19
50

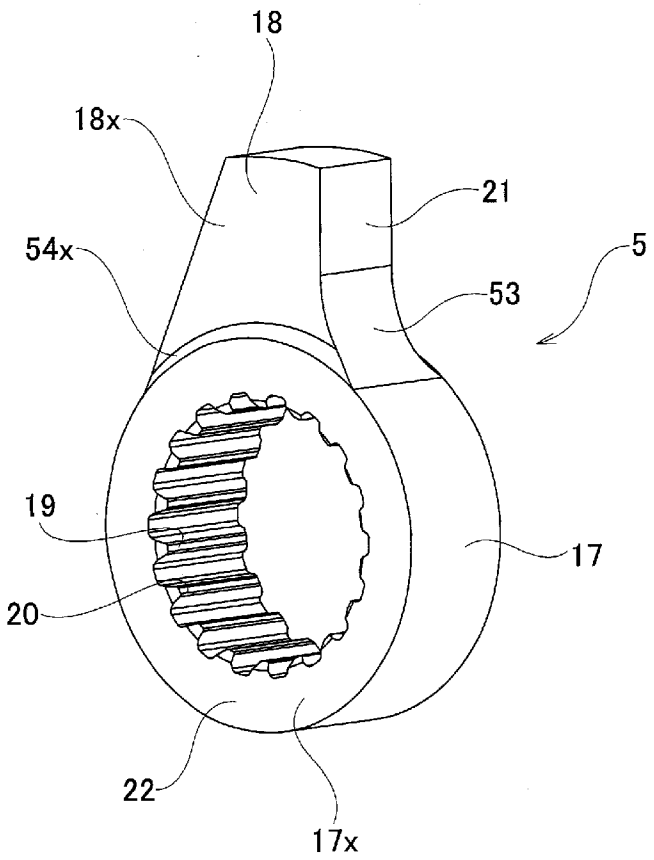
[図5]


B
16
21
15
18
18x
L_{21}
L_{16}
54x
R
5
53
17x
17
D
22
19
20
B

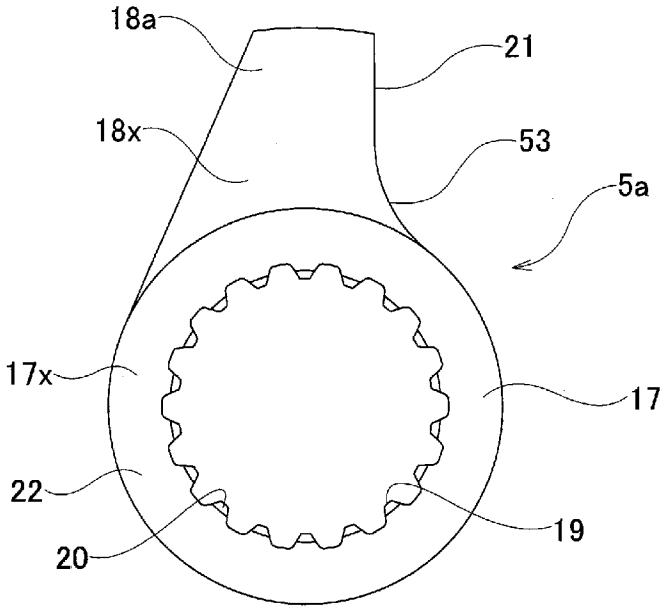
[図6]


t2
T
t1
5
18
18x
18y
54x
54y
17x
17y
軸方向他方側
O
L
L
軸方向一方側
17
23
22

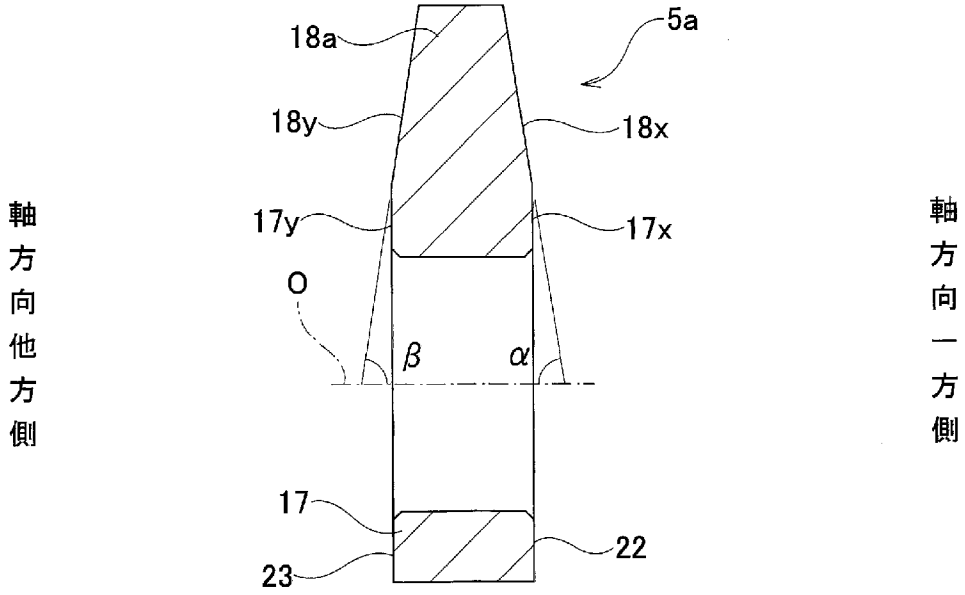
[図7]


18
18x
21
54x
5
53
19
17
20
22
17x

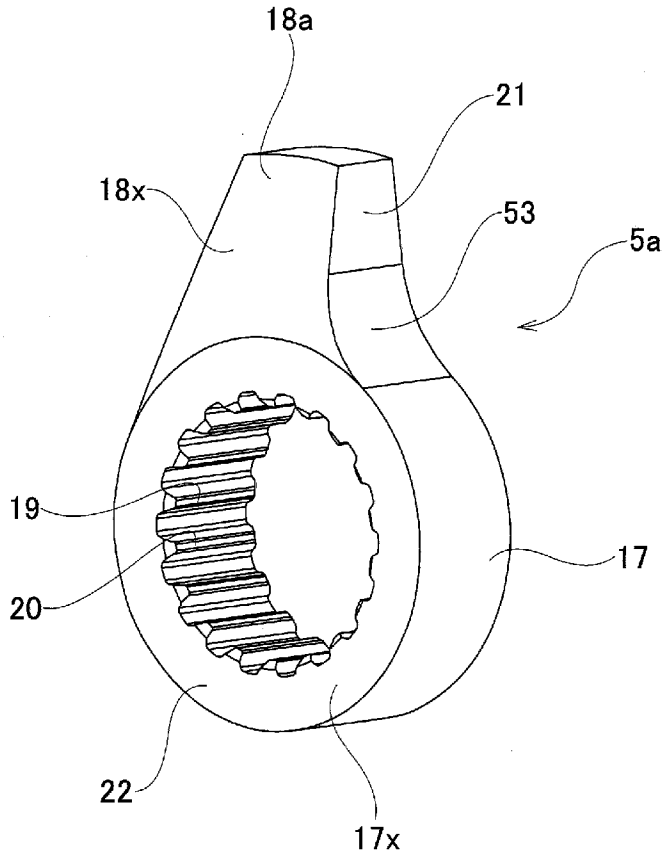
[図8]


18a
21
18x
53
5a
17x
17
22
19
20

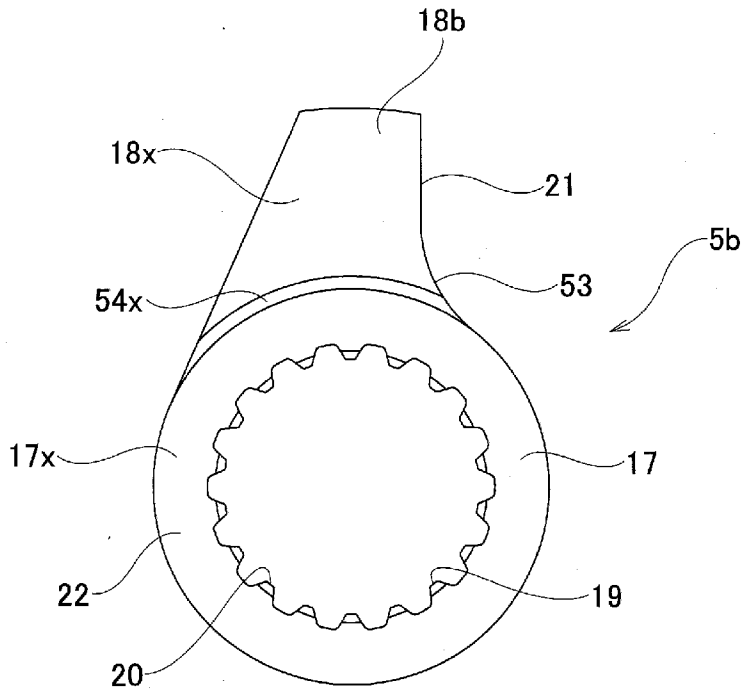
[図9]


18a
5a
18y
18x
17y
17x
O
β
α
17
22
23
軸方向他方側
軸方向一方側

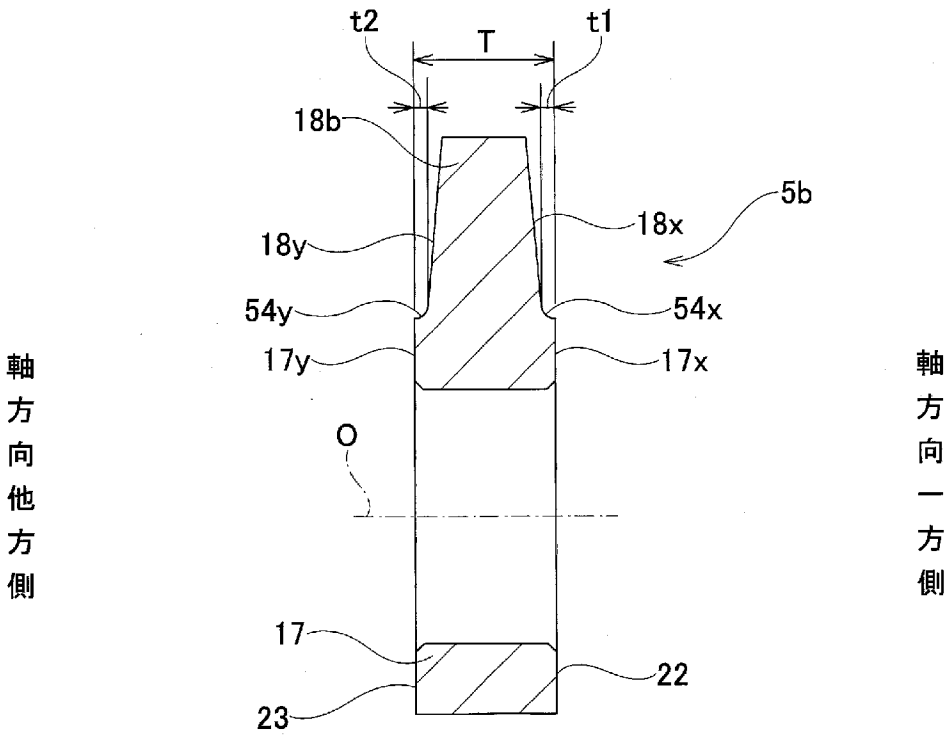
[図10]



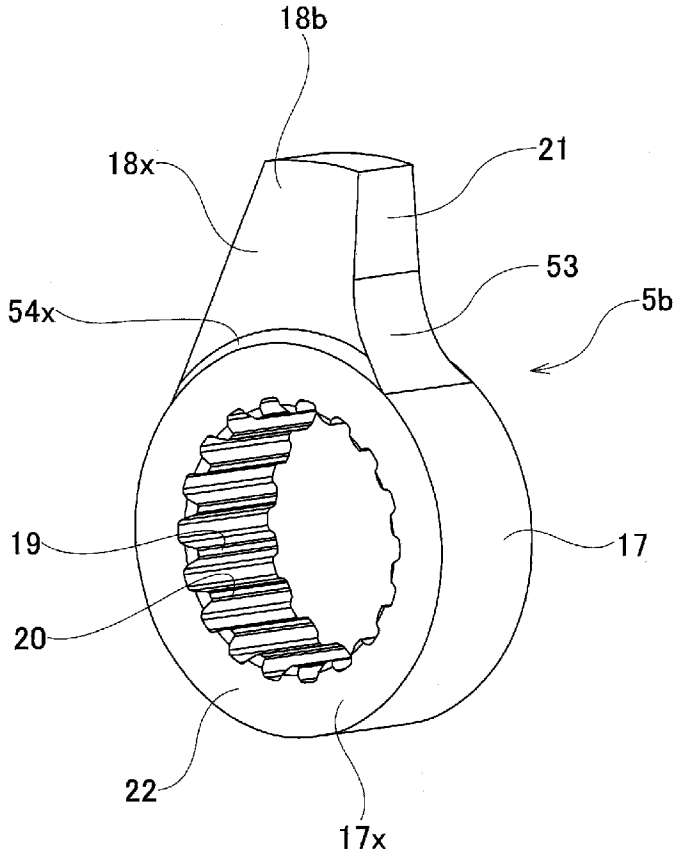
[図11]



[図12]

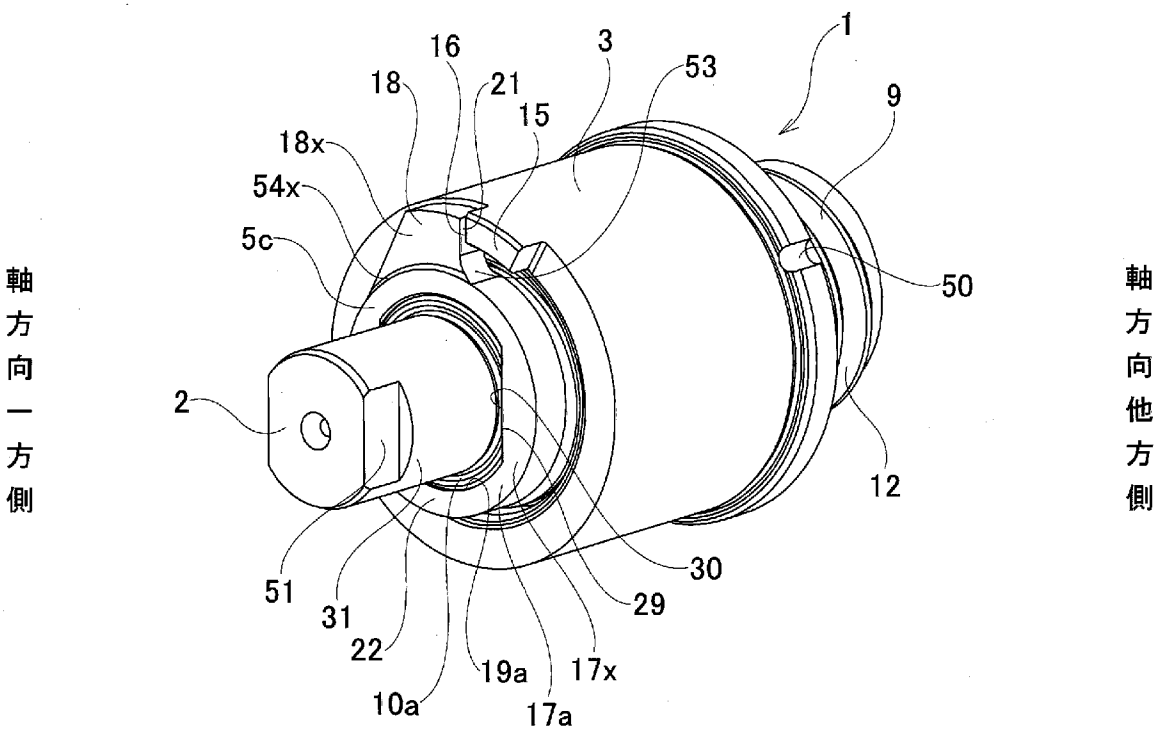

t2
T
t1
18b
5b
18y
18x
54y
54x
17y
17x
軸方向他方側
軸方向一方側
O
17
22
23

[図13]

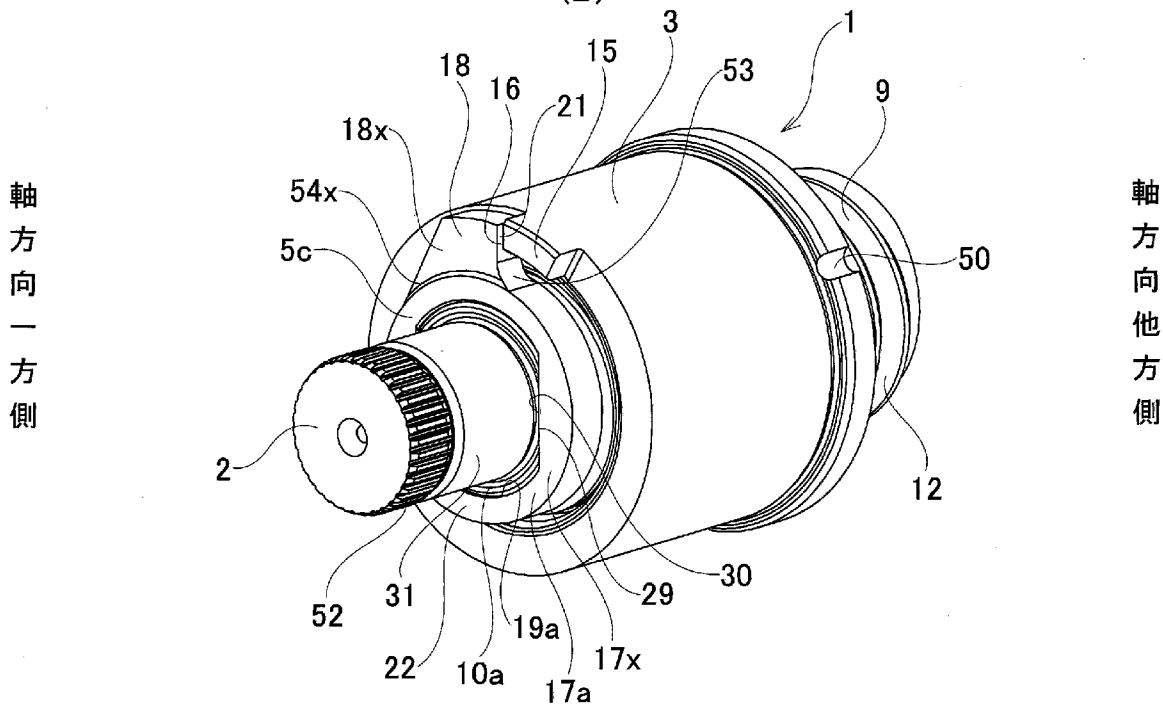

18b
18x
21
53
54x
5b
19
17
20
22
17x

[図14]

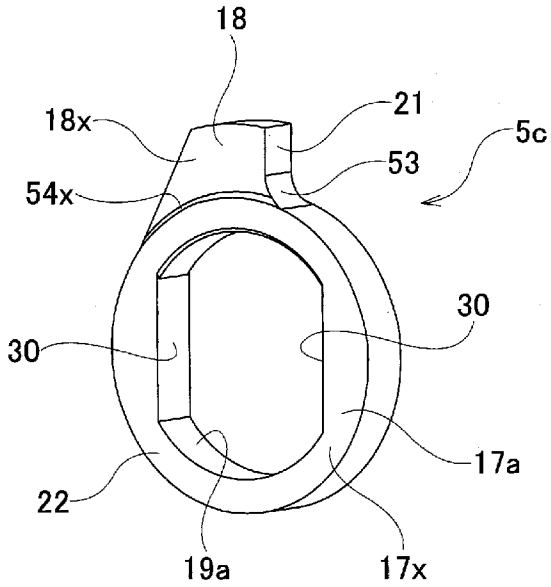
(A)


軸方向一方側
軸方向他方側
1
2
3
9
10a
12
15
16
17a
17x
18
18x
19a
21
22
29
30
31
50
51
53
54x
5c

(B)

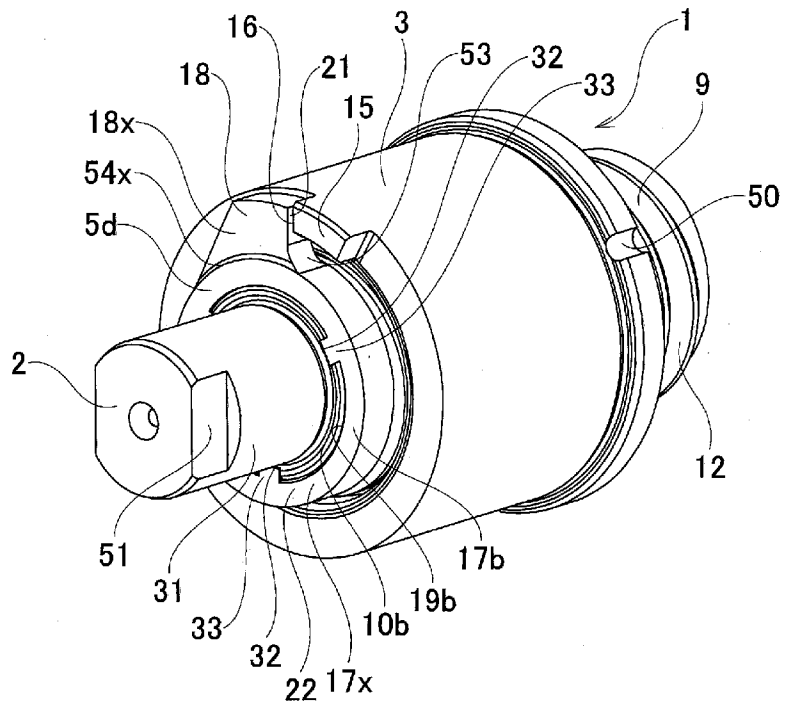

軸方向一方側
軸方向他方側
1
2
3
9
10a
12
15
16
17a
17x
18
18x
19a
21
22
29
30
31
50
52
53
54x
5c

[図15]



[図16]

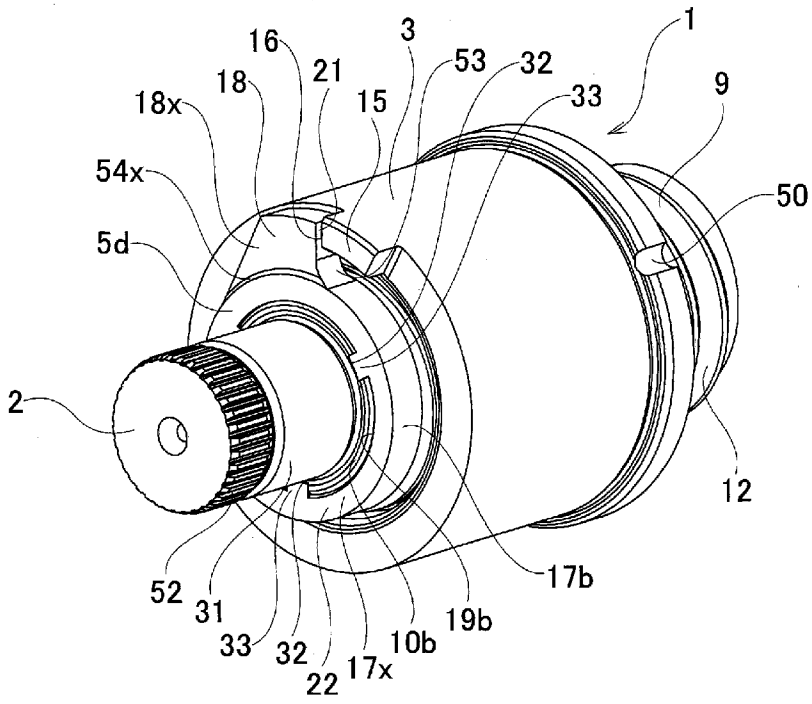
(A)



軸方向一方側

軸方向他方側

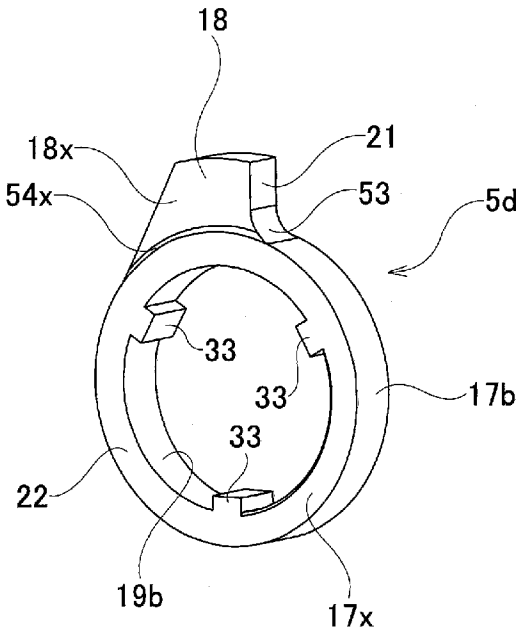
(B)



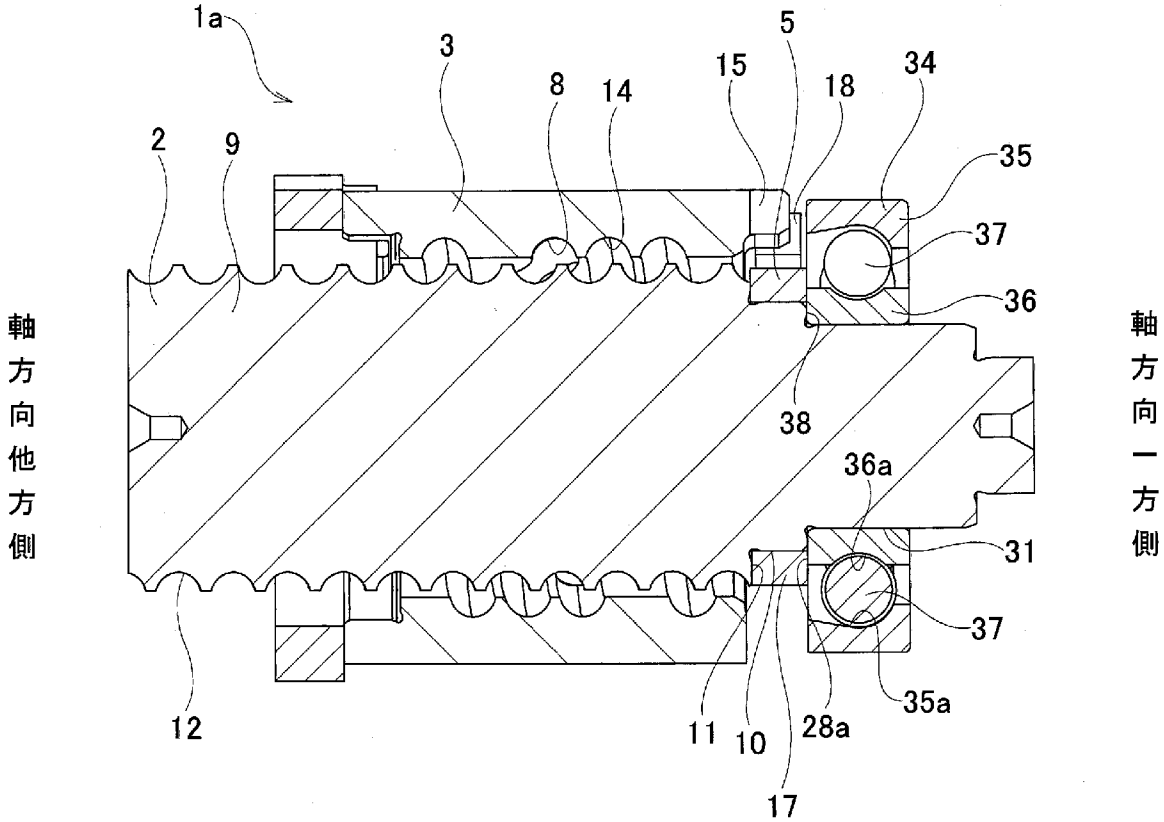
軸方向一方側

軸方向他方側

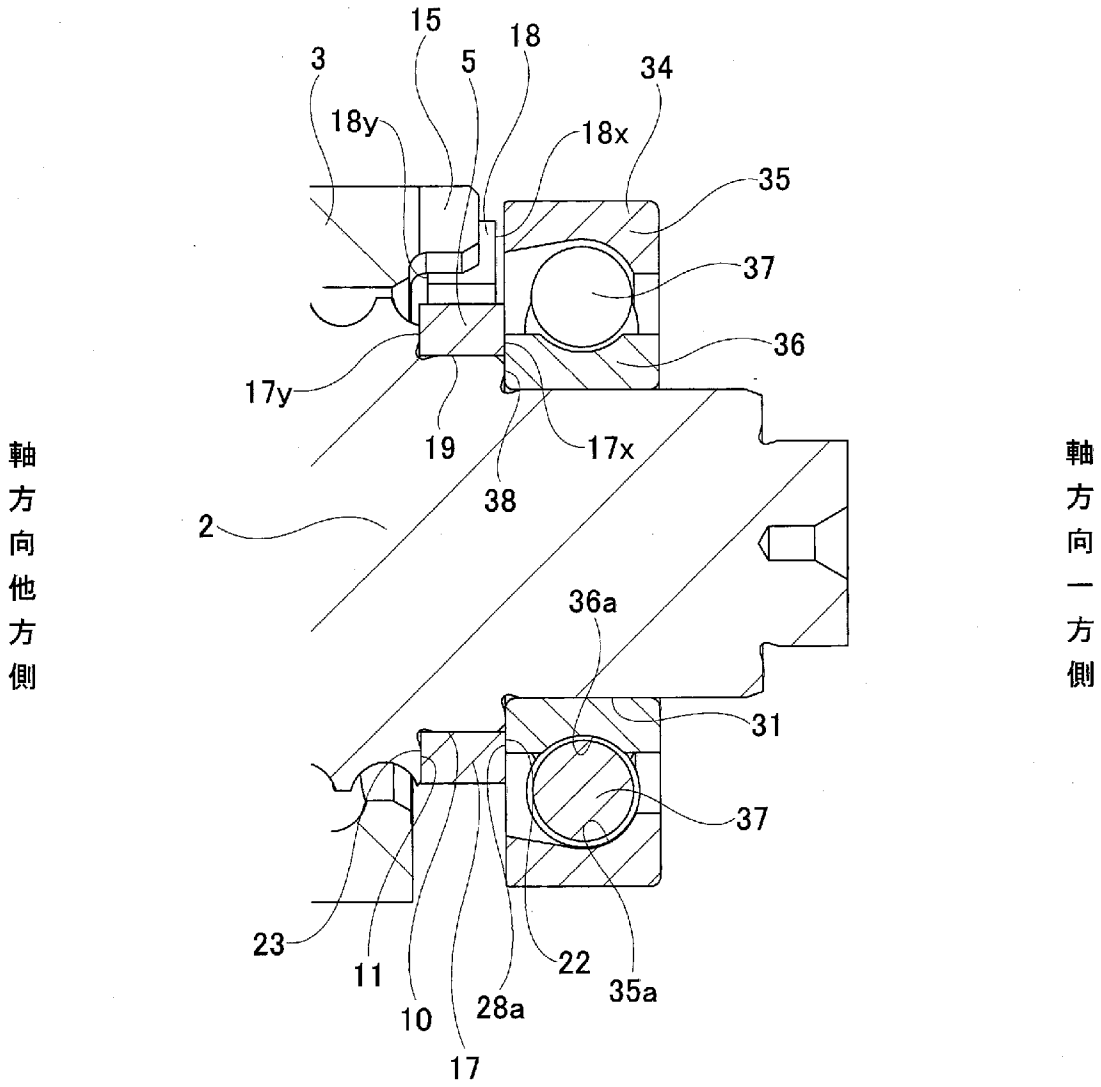
[図17]


18
18x
21
54x
53
5d
33
33
17b
33
22
19b
17x

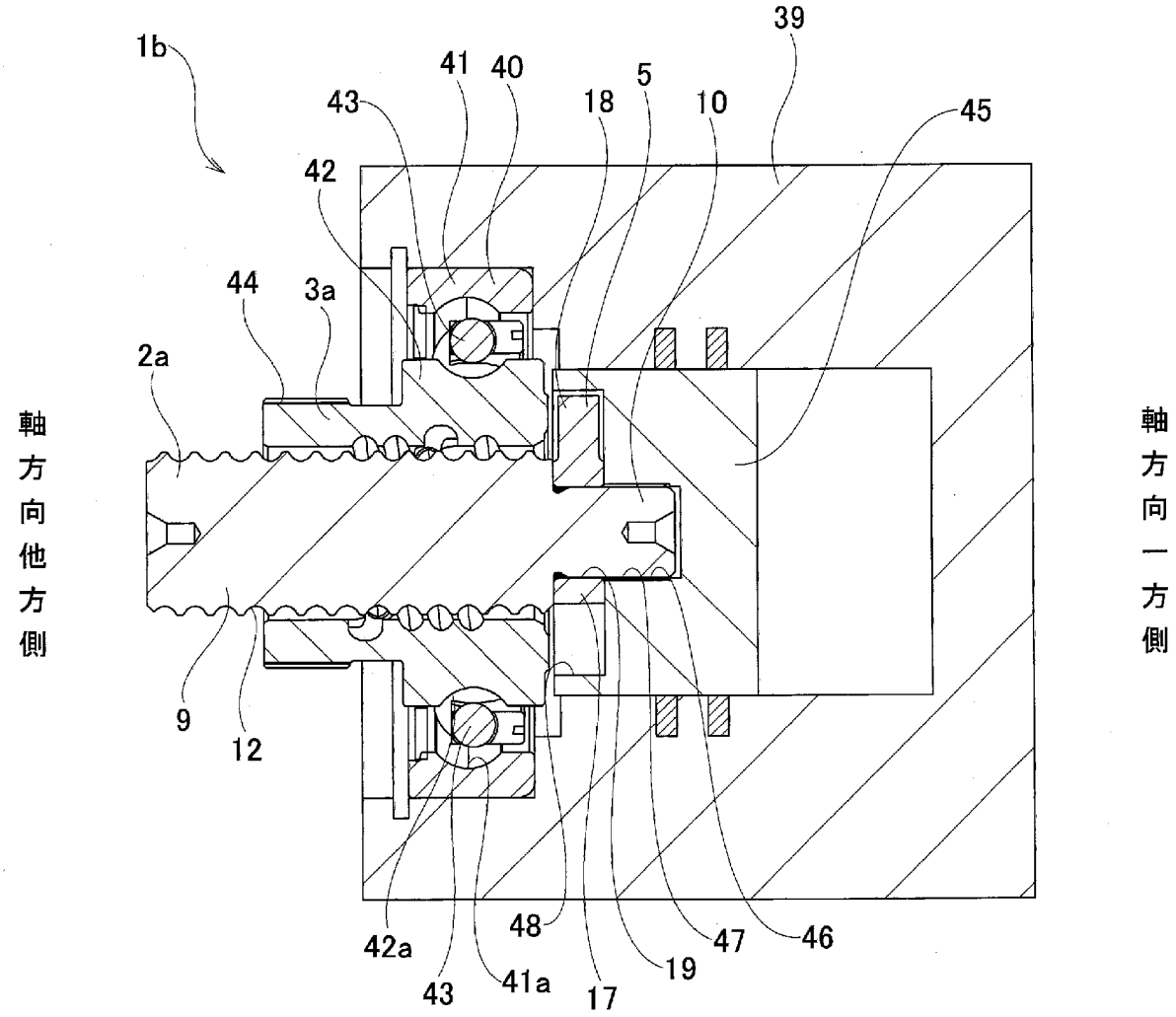
[図18]


1a
3
5
15
8
14
18
34
2
9
35
37
36
38
36a
31
37
35a
12
11
10
28a
17
軸方向他方側
軸方向一方側

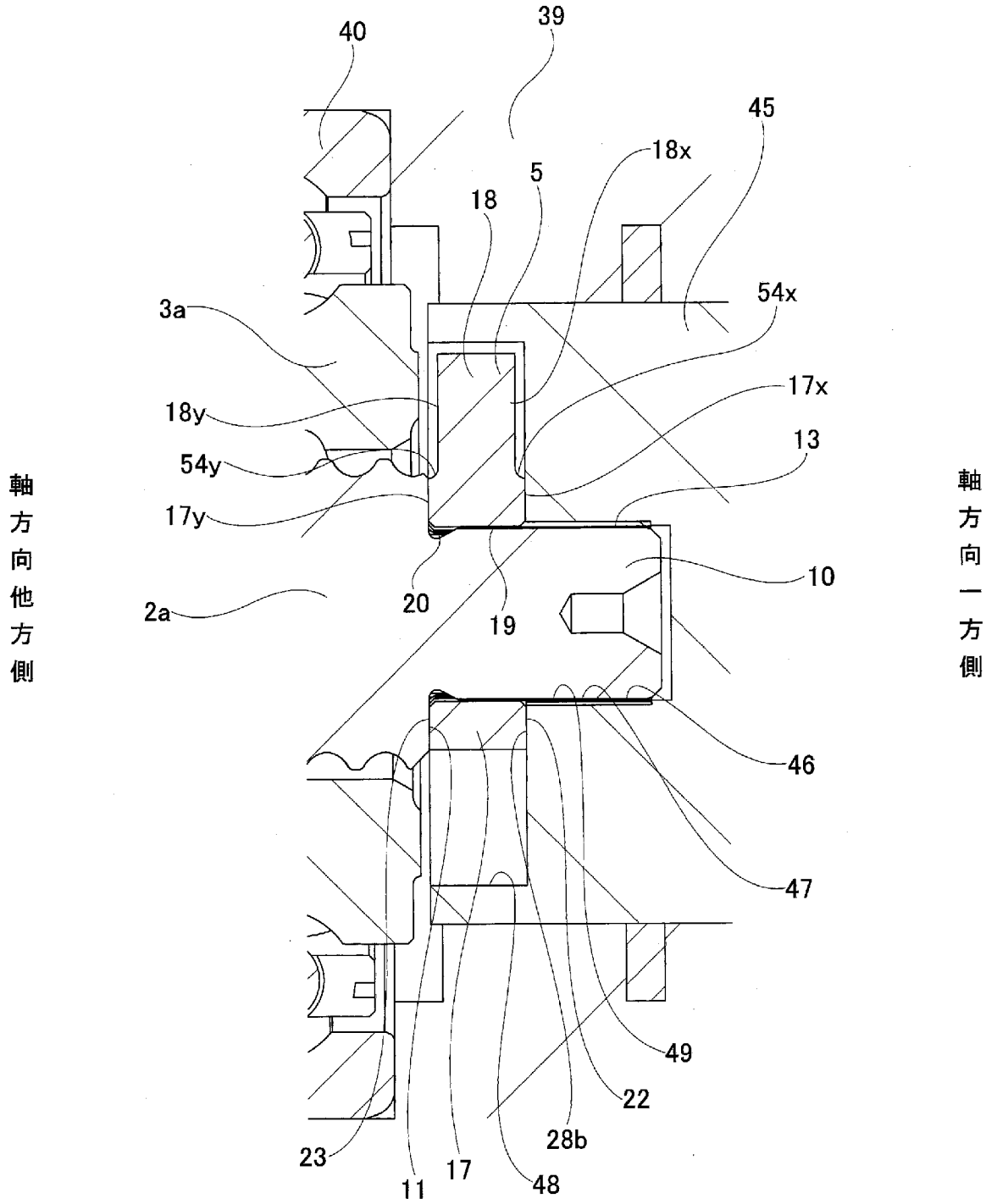
[図19]


15
18
3
5
34
18y
18x
35
37
36
17y
19
17x
38
2
軸方向他方側
軸方向一方側
36a
31
37
23
11
10
28a
22
35a
17

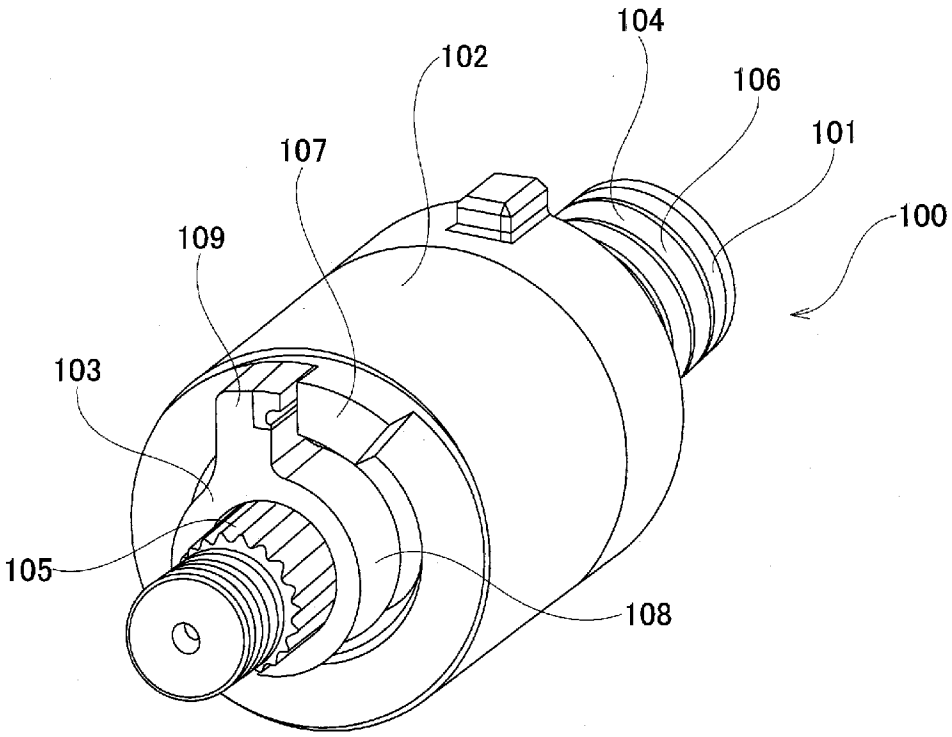
[図20]


1b
39
41
40
43
18
5
10
45
42
44
3a
2a
軸方向他方側
軸方向一方側
9
12
42a
43
41a
17
48
19
47
46

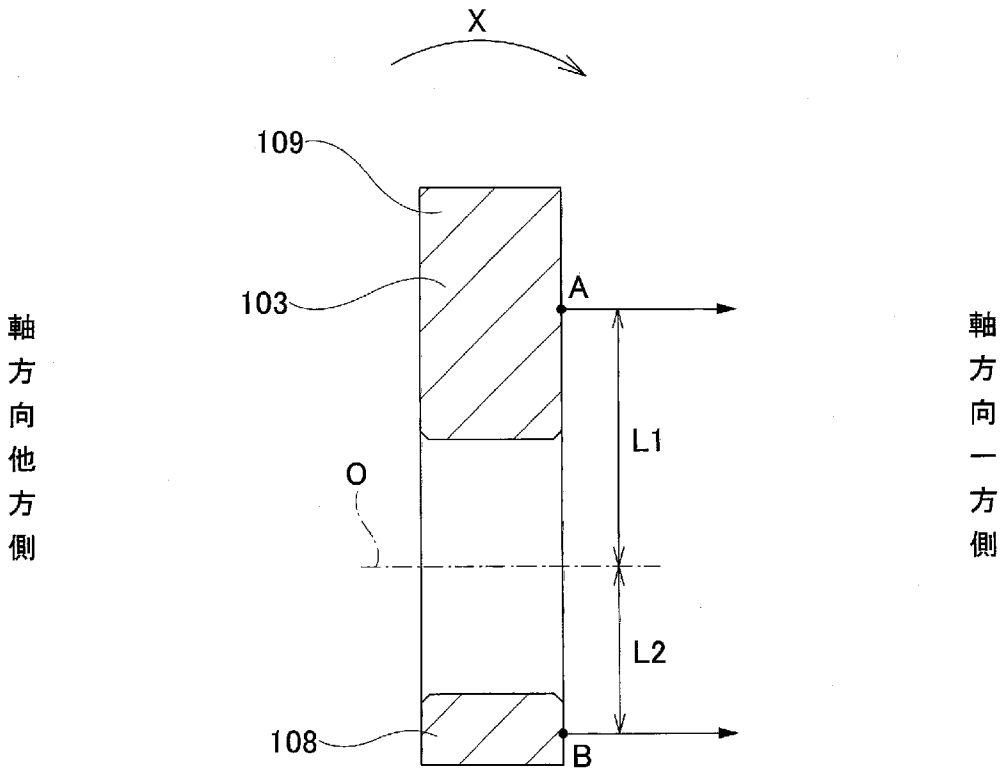
[図21]


40
39
45
18x
5
18
54x
3a
17x
18y
13
54y
17y
10
20
19
2a
46
47
49
22
28b
23
17
11
48
軸方向他方側
軸方向一方側

[図22]


104
102
106
101
107
100
109
103
105
108

[図23]


X
109
103
A
L1
O
L2
108
B
軸方向他方側
軸方向一方側

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/017477

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H 25/20(2006.01)i; ***F16H 25/22***(2006.01)i; ***F16H 25/24***(2006.01)i
FI: F16H25/20 H; F16H25/22 C; F16H25/24 A; F16H25/24 H

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)

F16H25/20; F16H25/22; F16H25/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
X	US 2011/0011191 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH & CO. KG) 20 January 2011 (2011-01-20) paragraphs [0024]-[0045], fig. 1-10	1-3, 7-17
A		4-6
A	JP 2016-70281 A (NSK LTD) 09 May 2016 (2016-05-09) entire text, all drawings	1-17

☐ 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	Date of mailing of the international search report
08 June 2022	**21 June 2022**
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/JP2022/017477

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2011/0011191 A1	20 January 2011	EP 2270345 A1	
		DE 102009031709 A1	
JP 2016-70281 A	09 May 2016	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/017477

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

F16H 25/20(2006.01)i; F16H 25/22(2006.01)i; F16H 25/24(2006.01)i
FI: F16H25/20 H; F16H25/22 C; F16H25/24 A; F16H25/24 H

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））

F16H25/20; F16H25/22; F16H25/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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
X	US 2011/0011191 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH & CO. KG) 20.01.2011 (2011-01-20) 段落0024-0045, 図1-10	1-3, 7-17
A		4-6
A	JP 2016-70281 A (日本精工株式会社) 09.05.2016 (2016-05-09) 全文, 全図	1-17

☐ 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	国際調査報告の発送日
08.06.2022	21.06.2022

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）
前田　浩 3J 2943
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/JP2022/017477

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
US 2011/0011191 A1	20.01.2011	EP 2270345 A1	
		DE 102009031709 A1	
JP 2016-70281 A	09.05.2016	（ファミリーなし）	