

(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
2020年8月20日(20.08.2020)



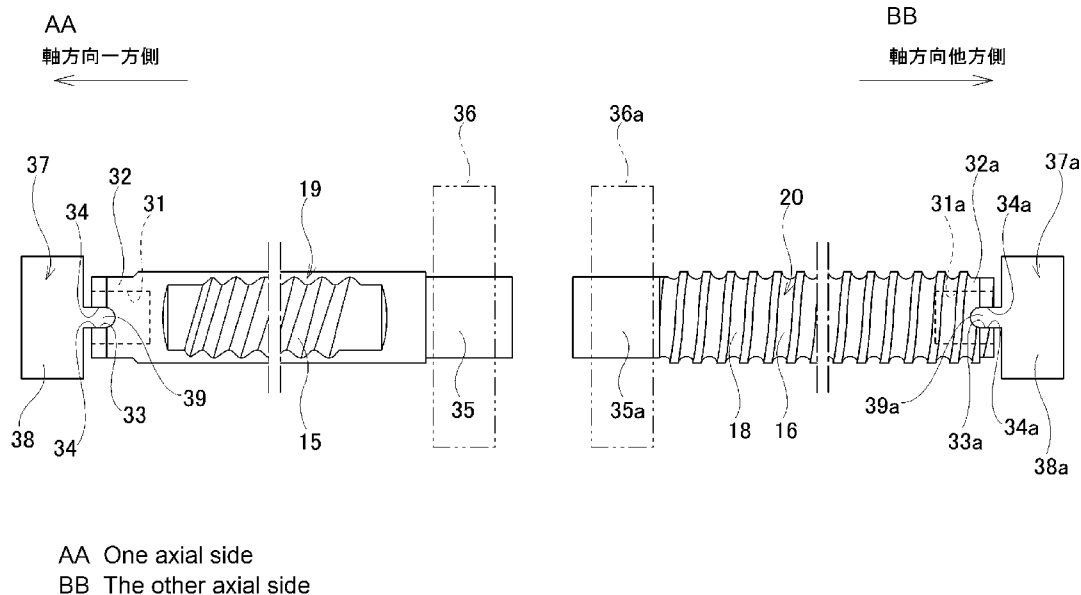
(10) 国際公開番号

WO 2020/166525 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01) *F16H 25/24* (2006.01)
F16H 19/04 (2006.01) *B62D 3/12* (2006.01)
F16H 25/20 (2006.01) *B62D 5/04* (2006.01)
F16H 25/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/004935
- (22) 国際出願日: 2020年2月7日(07.02.2020)
- (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 2019-023851 2019年2月13日(13.02.2019) 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: 寺門 寿史 (TERAKADO, Hisashi); 〒3710845 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内 Gunma (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人貴和特許事務所 (KIWA INTERNATIONAL); 〒1050003 東京都港区西新橋2丁目13番10号 S K I 虎ノ門5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,

(54) Title: LINEAR MOTION SHAFT AND MANUFACTURING METHOD FOR SAME

(54) 発明の名称: 直動軸およびその製造方法



(57) Abstract: The present invention achieves a manufacturing method with which the generation of frictional heat required for frictional pressure welding of the axial end sections of a first shaft part and a second shaft part is not easily interfered. In the present invention, in a state in which jigs (37, 37a) are engaged into slits (33, 33a), which are engagement parts formed on axial end sections on the reverse sides of respective frictional press welding parts of a rack shaft part (19) and a screw shaft part (20), thereby disabling a relative rotation between the rack shaft part (19), the screw shaft part (20), and the jigs (37, 37a), the frictional pressure welding of the axial end sections of the rack shaft part (19) and the screw

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, 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))

shaft part (20) is performed while the jig (37a) rotationally drives the screw shaft part (20) and the jig (37) prevents the rotation of the rack shaft part (19).

(57) 要約: 第1軸部と第2軸部との軸方向端部同士を摩擦圧接するのに必要な摩擦熱の発生が阻害されにくい製造方法を実現する。ラック軸部(19)とねじ軸部(20)とのそれぞれの摩擦圧接部と反対側の軸方向端部に形成された係合部であるスリット(33、33a)に治具(37、37a)を係合させることにより、ラック軸部(19)およびねじ軸部(20)と治具(37、37a)との相対回転を不能にした状態で、治具(37a)によりねじ軸部(20)を回転駆動し、治具(37)によりラック軸部(19)の回転を阻止しながら、ラック軸部(19)とねじ軸部(20)との軸方向端部同士を摩擦圧接する。

明 細 書

発明の名称：直動軸およびその製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、例えば車両用のステアリング装置などに組み込まれて直線運動をする直動軸と、その製造方法に関する。
- [0002] 自動車などの車両用のステアリング装置は、ステアリングホイールの操作に伴って軸方向運動である直線運動をする直動軸を備えている。左右の操舵輪の舵角は、直動軸の直線運動に伴って変化している。
- [0003] このような直動軸は、軸方向寸法が大きく、軸方向一方側部と軸方向他方側部とで互いに異なる形状を有している。このため、直動軸の設計の自由度や製造のしやすさを向上させる観点から、直動軸を2つの軸部に分けて製造する方法が各種提案されている。
- [0004] 例えば、特開2005-247163号公報には、運転者がステアリングホイールを操作する力を軽減する機能を備えた電動パワーステアリング装置の直動軸として、軸方向一方側部の外周部にラック歯部を有するとともに、軸方向他方側部の外周部にボールねじ部を有する直動軸が記載されている。なお、ラック歯部は、ステアリングホイールから伝達される操舵力が入力される入力部である。また、ボールねじ部は、電動モータを発生源とする操舵補助力が入力される入力部である。そして、特開2005-247163号公報では、このような直動軸を2つの軸部に分けて製造する方法が提案されている。具体的には、外周部にラック歯部を有するラック軸部と、外周部にボールねじ部を有するねじ軸部とを別々に製造した後、ラック軸部とねじ軸部との軸方向端部同士を摩擦圧接する方法が提案されている。
- [0005] 特開2005-247163号公報に記載された直動軸の製造方法では、ラック軸部とねじ軸部との軸方向端部同士を摩擦圧接する工程において、ラック軸部とねじ軸部とのうちの一方の軸部の外周部を一方の把持具により把持するとともに、ラック軸部とねじ軸部とのうちの他方の軸部の外周部を他方の把持具により把持することにより、ラック軸部とねじ軸部との芯出しを

行う。この状態で、一方の把持具により一方の軸部を回転駆動するとともに、他方の把持具により他方の軸部を非回転に保持しながら、双方の軸部の軸方向端部同士を摩擦圧接する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2005-247163号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述した従来の直動軸の製造方法では、ラック軸部とねじ軸部との軸方向端部同士を摩擦圧接する際に、ラック軸部およびねじ軸部とこれらを把持する把持具との間に回転方向の滑りが生じると、その分、ラック軸部とねじ軸部との相対回転速度が低下して、ラック軸部とねじ軸部との軸方向端部同士の間に、摩擦圧接をするのに必要な摩擦熱を発生させることができなくなる可能性がある。

[0008] 本発明の目的は、第1軸部と第2軸部との軸方向端部同士を摩擦圧接するのに必要な摩擦熱の発生が阻害されにくい製造方法を実現することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の製造対象となる直動軸は、第1軸部と、第2軸部と、第1軸部と第2軸部との軸方向端部同士の摩擦圧接部とを備える。

[0010] 本発明の直動軸の製造方法は、第1軸部と第2軸部とのうちの少なくとも一方である対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部に形成された係合部に治具を係合させることにより、前記対象軸部と前記治具との相対回転を不能にした状態で、前記治具により前記対象軸部を回転駆動し、または、前記治具により前記対象軸部の回転を阻止しながら、第1軸部と第2軸部との軸方向端部同士を摩擦圧接する工程を備える。

[0011] 本発明の直動軸の製造方法においては、前記係合部を、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部の径方向に伸長するとともに前記摩擦圧

接部と反対側に開口するスリットとすることができる。

[0012] 前記スリットは、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部の周方向1箇所以上に備えられる。この場合、前記スリットは、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部における、径方向反対側となる2箇所に備えられる、あるいは、周方向等間隔の4箇所に備えられることができる。

[0013] 前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部を、径方向中心部に軸方向に開口するねじ孔を有する筒部により構成して、前記スリットを、前記筒部に該筒部を径方向に貫通するように配置することができる。

[0014] より具体的には、前記スリットは、U字形の径方向から見た内面形状を有し、幅方向両側部に位置し、軸方向に対して平行な平面からなる1対の内側面を備え、前記治具は、短円柱状の基部と、該基部の軸方向側面から突出し、前記スリットの内面形状と合致する外面形状を有し、前記基部の軸方向に対して平行な平面からなる幅方向両側面を備える係合凸部とからなることができる。

[0015] 代替的に、前記スリットは、くさび形状の径方向から見た内面形状を有し、幅方向両側部に位置し、該スリットの軸方向開口側に向かうほど互いに離れる方向に傾斜した平面からなる1対の内側面を備え、前記治具は、短円柱状の基部と、該基部の軸方向側面から突出し、前記スリットの内面形状と合致する外面形状を有し、先端側に向かうほど互いに近づき合う方向に傾斜した平面からなる幅方向両側面を備える係合凸部とからなることができる。

[0016] 代替的に、前記スリットは、くさび形状の軸方向から見た内面形状を有し、幅方向両側部に位置し、径方向外側に向かうほど互いに離れる方向に傾斜した平面からなる1対の内側面を備えることができる。この場合、前記治具は、前記スリットの内面形状に合致する外面形状を有し、くさび形状を有し、かつ、径方向外側から径方向内側に向かうほど互いに近づき合う方向に傾斜した平面からなる幅方向両側面を備える、係合片とからなることができる。あるいは、前記治具は、円柱形状の円柱基部と、該円柱基部の外周面から径

方向外側に突出し、前記スリットの内面形状に合致する外面形状を有し、くさび形状を有し、かつ、径方向外側から径方向内側に向かうほど互いに近づき合う方向に傾斜した平面からなる幅方向両側面を備える、係合部とを備えることができる。

[0017] 前記対象軸部は、径方向中央部に、軸方向に貫通する中空孔を備えることができる。

[0018] 前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部の外周面に、スプライン部を備えることができる。

[0019] 本発明の直動軸の製造方法においては、前記スリットの回転方向の位置を利用して、前記摩擦圧接の終了時の第1軸部と第2軸部との回転方向の位置関係を規制することができる。

[0020] 本発明の直動軸の製造方法においては、前記治具を工具として用いる塑性加工によって前記係合部を形成すると同時に、前記治具を前記係合部に係合させることができる。代替的に、前記係合部は、前記対象軸部の鋳造時に、あるいは、前記対象軸部に機械加工を施すことによって形成し、その後、前記治具と前記係合部とを係合させることもできる。

[0021] 本発明の直動軸の製造方法においては、製造対象となる直動軸を、ステアリング装置用とすることができる。

[0022] 本発明の直動軸は、第1軸部と、第2軸部と、第1軸部と第2軸部との軸方向端部同士の摩擦圧接部とを備える。また、本発明の直動軸は、第1軸部と第2軸部とのうちの少なくとも一方である対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部に、治具を相対回転不能に係合させることが可能な係合部を有する。

[0023] 本発明の直動軸においては、前記対象軸部は、外周部にボールねじ部を有するねじ軸部からなり、該ボールねじ部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部は、不完全ねじ部になっており、および、該不完全ねじ部の一部は、前記係合部によって切り欠かれている構成を採用することができる。代替的に、前記対象軸部は、外周部にラック歯を有するラック軸部からなる構成、ボ

ールねじ部およびラック歯以外の構造を備える構成、または、何れの構造も備えない構成を採用することもできる。前記対象軸部は、中実あるいは中空の軸部材の何れによっても構成することができる。

[0024] 本発明の直動軸においては、前記係合部を、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部の径方向に伸長するとともに前記摩擦圧接部と反対側に開口するスリットとすることができる。

[0025] 前記スリットは、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部の周方向1箇所以上に備えられることができる。この場合、前記スリットは、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部における、径方向反対側となる2箇所に備えられる、あるいは、周方向等間隔の4箇所に備えられることができる。

[0026] 前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部は、径方向中心部に軸方向に開口するねじ孔を有する筒部からなり、前記スリットは、前記筒部に該筒部を径方向に貫通するように配置されることができる。

[0027] より具体的には、前記スリットは、U字形の径方向から見た内面形状を有し、幅方向両側部に位置し、軸方向に対して平行な平面からなる1対の内側面を備えることができる。代替的に、前記スリットは、くさび形状の径方向から見た内面形状を有し、幅方向両側部に位置し、該スリットの軸方向開口側に向かうほど互いに離れる方向に傾斜した平面からなる1対の内側面を備えることができる。さらに、前記スリットは、くさび形状の軸方向から見た内面形状を有し、幅方向両側部に位置し、径方向外側に向かうほど互いに離れる方向に傾斜した平面からなる1対の内側面を備えることができる。

[0028] 前記対象軸部は、径方向中央部に、軸方向に貫通する中空孔を備えることができる。

[0029] 前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部の外周面に、スプライン部が備えられていることができる。

[0030] 本発明の直動軸においては、該直動軸を、ステアリング装置用とすることができる。

発明の効果

[0031] 本発明によれば、第1軸部と第2軸部との軸方向端部同士を摩擦圧接する際に、該軸方向端部同士を摩擦圧接するのに必要な摩擦熱の発生が阻害されにくくすることができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]図1は、本発明の実施の形態の第1例の電動パワーステアリング装置の模式図である。

[図2]図2は、第1例の直動軸の平面図である。

[図3]図3(a)は、第1例のラック軸部の平面図であり、図3(b)は、図3(a)の左側から見たラック軸部の端面図である。

[図4]図4は、第1例のラック軸部および治具の斜視図である。

[図5]図5(a)は、第1例のねじ軸部の平面図であり、図5(b)は、図5(a)の右側から見たねじ軸部の端面図である。

[図6]図6は、第1例のねじ軸部および治具の斜視図である。

[図7]図7は、第1例における、ラック軸部とねじ軸部との軸方向端部同士を摩擦圧接する作業の開始状態を示す平面図である。

[図8]図8(a)は、本発明の実施の形態の第2例のねじ軸部の摩擦圧接部と反対側の軸方向端部を示す平面図であり、図8(b)は、図8(a)の右側から見たねじ軸部の端面図である。

[図9]図9は、第2例のねじ軸部および治具の斜視図である。

[図10]図10(a)は、本発明の実施の形態の第3例のねじ軸部の摩擦圧接部と反対側の軸方向端部を示す平面図であり、図10(b)は、図10(a)の右側から見たねじ軸部の端面図である。

[図11]図11は、第3例のねじ軸部および治具の斜視図である。

[図12]図12(a)は、本発明の実施の形態の第4例のねじ軸部の摩擦圧接部と反対側の軸方向端部を示す平面図であり、図12(b)は、図12(a)の右側から見たねじ軸部の端面図である。

[図13]図13は、第4例のねじ軸部および治具の斜視図である。

[図14]図14(a)は、本発明の実施の形態の第5例の中空状のねじ軸部および治具の斜視図であり、図14(b)は、第5例のねじ軸部の端面図である。

[図15]図15(a)は、本発明の実施の形態の第6例のラック軸部の平面図であり、図15(b)は、図15(a)の左側から見たラック軸部の端面図であり、図15(c)は、第6例の治具の斜視図である。

[図16]図16(a)は、本発明の実施の形態の第7例のラック軸部の平面図であり、図16(b)は、図16(a)の左側から見たラック軸部の端面図である。

[図17]図17は、本発明の実施の形態の第8例における、ラック軸部とねじ軸部との軸方向端部同士を摩擦圧接する作業の開始状態を示す平面図である。

[図18]図18(a)は、本発明の実施の形態の第9例のねじ軸部の摩擦圧接部と反対側の軸方向端部を示す平面図であり、図18(b)は、図18(a)の右側から見たねじ軸部の端面図である。

[図19]図19(a)は、本発明の実施の形態の第10例に関するねじ軸部の摩擦圧接部と反対側の軸方向端部を示す平面図であり、図19(b)は、図19(a)のA-A断面図である。

[図20]図20は、本発明の実施の形態の第11例の電動パワーステアリング装置の模式図である。

[図21]図21は、第11例の直動軸の平面図である。

[0033] [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。なお、以下の説明において、前後方向は、車両の前後方向を意味する。

[0034] (電動パワーステアリング装置)

本例の電動パワーステアリング装置は、図1に示すように、運転者が操作するステアリングホイール1と、ステアリングシャフト2と、1対の自在継手3a、3bと、中間シャフト4と、ラックアンドピニオン式のステアリン

グギヤユニット 5 と、電動アシスト装置 6 とを備える。

[0035] ステアリングホイール 1 は、車体に対して回転可能に支持されたステアリングシャフト 2 の後端部に支持固定されている。ステアリングシャフト 2 の前端部は、後側の自在継手 3 a と、中間シャフト 4 と、前側の自在継手 3 b とを介して、ステアリングギヤユニット 5 の入力軸 7 に接続されている。このため、ステアリングホイール 1 を回転させることで、入力軸 7 を回転させることができる。入力軸 7 の回転運動は、ステアリングギヤユニット 5 の直動軸 9 の直線運動に変換される。これにより、直動軸 9 の軸方向両端部にボールジョイント 10 を介して接続された 1 対のタイロッド 11 が押し引きされ、左右の操舵輪 12 にステアリングホイール 1 の操作量に応じた舵角が付与される。また、この際に電動アシスト装置 6 は、直動軸 9 に対し、該直動軸 9 が直線運動をするための操舵補助力を付与する。これにより、運転者がステアリングホイール 1 を操作するために要する力が軽減される。

[0036] ステアリングギヤユニット 5 は、車体に固定されたハウジング 13 と、入力軸 7 と、図示しないトーションバーと、ピニオン軸 8 と、直動軸 9 と、図示しない押圧機構とを備える。

[0037] ピニオン軸 8 は、軸方向先端側部にピニオン歯部 14 を有する。ピニオン軸 8 は、入力軸 7 の先端側に、入力軸 7 と同軸に配置され、かつ、入力軸 7 に対し、前記トーションバーを介してトルク伝達を可能に接続されている。ピニオン軸 8 は、ハウジング 13 の内側に、図示しない転がり軸受によって回転のみを可能に支持されている。

[0038] 直動軸 9 は、軸方向一方側部（図 1 および図 2 の左方側部）の外周部の周方向一部にラック歯部 15 を有し、かつ、軸方向他方側部（図 1 および図 2 の右方側部）の外周部にボールねじ部 16 を有する。ボールねじ部 16 は、後述するボールねじ機構 17 を構成するもので、螺旋状の雄ねじ溝 18 を有している。

[0039] 直動軸 9 は、外周部にラック歯部 15 を有するラック軸部 19 と、外周部にボールねじ部 16 を有するねじ軸部 20 と、ラック軸部 19 とねじ軸部 2

0との軸方向端部同士の結合部である摩擦圧接部21とを備える。すなわち、直動軸9は、それぞれが別々に製造されたラック軸部19とねじ軸部20との軸方向端部同士を摩擦圧接することにより構成されている。本例では、ねじ軸部20が第1軸部に相当し、ラック軸部19が第2軸部に相当する。また、ラック軸部19とねじ軸部20とのそれぞれは、中実の軸部である。本発明を実施する場合、ラック軸部19とねじ軸部20とのうちの少なくとも一方を、中空の軸部とすることもできる。

[0040] ラック軸部19は、例えば図3(a)、図3(b)、および図4に示すように、軸方向中間部の周方向1箇所、に、ラック歯部15を有する。また、ラック軸部19は、摩擦圧接部21と反対側である軸方向一方側の端部の径方向中心部に、軸方向一方側に開口する有底のねじ孔31を有し、かつ、ねじ孔31の周囲部分が略円筒状の筒部32になっている。なお、ねじ孔31は、図1の左側のボールジョイント10が備える図示しない結合用のねじ軸を螺合するためのものである。

[0041] ラック軸部19は、筒部32の径方向反対側となる2箇所、に係合部である径方向に伸長するスリット33を有する。スリット33は、ラック軸部19とねじ軸部20との軸方向端部同士を摩擦圧接する作業を行う際に、治具37に係合させるためのものである。本例では、スリット33は、筒部32の軸方向一方側部を径方向に横切るように貫通するとともに、軸方向一方側に開口している。径方向から見たスリット33の内面形状はU字形である。すなわち、スリット33の内面のうち、スリット33の幅方向両側部に位置する1対の内側面34は、ラック軸部19の軸方向に対して平行な平面であり、軸方向の奥端面は半円筒状の凹面である。本例では、筒部32の径方向反対側に位置する2つのスリット33のうちの一方のスリット33とラック歯部15との周方向に関する配置の位相を互いに一致させている。ただし、本発明を実施する場合には、該配置の位相を、本例の場合と異ならせることもできる。なお、スリット33の大きさは、任意に決定することができる。例えば、スリット33の幅寸法Wは、筒部32の軸方向一方側部の外径寸法

Dの20%～30%程度とすることができる。また、スリット33の1対の内側面34の軸方向寸法Lは、5mm～10mm程度とすることができる。

[0042] ラック軸部19は、摩擦圧接部21側である軸方向他方側の端部に、圧接側軸部35を有する。本例では、圧接側軸部35は円柱状であり、圧接側軸部35の外周面は円筒面である。なお、本発明を実施する場合には、ラック軸部の圧接側軸部を円筒状に構成することもできる。

[0043] ねじ軸部20は、例えば図5(a)、図5(b)、および図6に示すように、摩擦圧接部21側である軸方向一方側の端部を除く軸方向範囲の外周部に、ボールねじ部16を有する。また、ねじ軸部20は、摩擦圧接部21と反対側である軸方向他方側の端部の径方向中心部に、軸方向他方側に開口する有底のねじ孔31aを有し、かつ、ねじ孔31aの周囲部分が、外周部にボールねじ部16の一部を有する略円筒状の筒部32aになっている。なお、ねじ孔31aは、図1の右側のボールジョイント10が備える図示しない結合用のねじ軸を螺合するためのものである。

[0044] ねじ軸部20は、筒部32aの径方向反対側となる2箇所、係合部である径方向に伸長するスリット33aを有する。スリット33aは、ラック軸部19とねじ軸部20との軸方向端部同士を摩擦圧接する作業を行う際に、治具37aを係合させるためのものである。スリット33aは、筒部32aの軸方向他方側部を径方向に横切るように貫通するとともに、軸方向他方側に開口している。径方向から見たスリット33aの内面形状はU字形である。すなわち、スリット33aの内面のうち、幅方向両側部に位置する1対の内側面34aは、ねじ軸部20の軸方向に対して平行な平面であり、軸方向の奥端面は半円筒状の凹面である。また、本例では、筒部32aの径方向反対側に位置する2つのスリット33aのうちの一方のスリット33aと、ボールねじ部16のねじ山の軸方向他方側の終端部との、周方向に関する配置の位相を互いに一致させている。ただし、本発明を実施する場合には、該周方向に関する配置の位相を、本例の場合と異ならせることもできる。本例では、ねじ軸部20のスリット33aと、ラック軸部19のスリット33との

、互いの形状および大きさを同じにしている。ただし、本発明を実施する場合には、スリット 33、33a 同士で、互いの形状や大きさを異ならせることもできる。

[0045] ねじ軸部 20 は、摩擦圧接部 21 側である軸方向一方側の端部に、圧接側軸部 35a を有する。本例では、圧接側軸部 35a は円柱状であり、圧接側軸部 35a の外周面は円筒面である。本発明を実施する場合には、ねじ軸部の圧接側軸部を円筒状に構成することもできる。

[0046] 本例では、直動軸 9 の完成状態で、ラック軸部 19 の 2 つのスリット 33 と、ねじ軸部 20 の 2 つのスリット 33a との、互いの回転方向の位置（位相）を一致させている。本発明を実施する場合には、該互いの回転方向の位置の関係を、本例の場合と異ならせることもできる。

[0047] 上述した構成を有する直動軸 9 は、その軸方向中間部がハウジング 13 の内側に、ボールねじ機構 17 を構成する複数個のボール 27 によって、直線運動を可能に支持されている。また、この状態で、ピニオン軸 8 のピニオン歯部 14 と直動軸 9 のラック歯部 15 とは、互いに噛合している。これにより、ピニオン軸 8 の回転運動が、直動軸 9 の直線運動に変換されるようになっている。また、ハウジング 13 に対する直動軸 9 の回転は、ラック歯部 15 とピニオン歯部 14 との噛合によって阻止されている。

[0048] 前記押圧機構は、ハウジング 13 の内側で、直動軸 9 を挟んでピニオン軸 8 の径方向反対側に收容されており、ばねの弾力などに基づいて、直動軸 9 をピニオン軸 8 に向け付勢している。これにより、ピニオン歯部 14 とラック歯部 15 との噛合状態を適正に保つことで、ピニオン歯部 14 とラック歯部 15 との噛合部で異音が発生するのを抑えるとともに、ステアリングホイール 1 の操作感を向上させている。

[0049] 電動アシスト装置 6 は、トルクセンサ 22 と、動力源となる電動モータ 23 と、ボールねじ機構 17 と、図示しない制御部とを備える。

[0050] トルクセンサ 22 は、ハウジング 13 の内側に收容されており、ステアリングホイール 1 から入力軸 7 に伝達されたトルクの方角および大きさを検出

可能である。電動モータ 23 は、ハウジング 13 に支持されており、その出力軸 24 がハウジング 13 の内側に挿入されている。ボールねじ機構 17 は、ハウジング 13 の内側に収容されており、内周面に螺旋状の雌ねじ溝 25 を有するボールナット 26 と、複数個のボール 27 と、直動軸 9 に形成されたボールねじ部 16 とを含んで構成されている。ボールナット 26 は、複数個のボール 27 を介して、ボールねじ部 16 に螺合している。換言すれば、複数個のボール 27 は、ボールナット 26 の雌ねじ溝 25 と、ボールねじ部 16 の雄ねじ溝 18 との間に配置されている。ボールナット 26 は、ハウジング 13 に対して図示しない転がり軸受により回転のみを可能に支持されている。電動モータ 23 の出力軸 24 の回転運動は、駆動プーリ 28 と、無端ベルト 29 と、従動プーリ 30 とを介して、ボールナット 26 に伝達可能とされている。

[0051] 電動アシスト装置 6 は、トルクセンサ 22 により、ステアリングホイール 1 から入力軸 7 に伝達されたトルクの方角および大きさを検出する。そして、前記制御部により、このように検出したトルクの方角および大きさと車速信号とに応じて、電動モータ 23 への通電量を制御しながら、電動モータ 23 の出力軸 24 を回転駆動する。該出力軸 24 の回転運動を、駆動プーリ 28 と、無端ベルト 29 と、従動プーリ 30 とを介して、ボールナット 26 に伝達する。このボールナット 26 の回転運動を、複数のボール 27 を介して、直動軸 9 の直線運動に変換する。これにより、直動軸 9 を、運転者によるステアリングホイール 1 の操作力よりも大きな力で直線運動させる。この結果、運転者がステアリングホイール 1 を操作するために要する力が低減される。

[0052] 本例の構造では、ボールねじ部 16 は、軸方向両側の端部が不完全ねじ部になっており、残りの部分である軸方向中間部が完全ねじ部になっている。完全ねじ部は、リード溝形状などが安定し、所定のねじ山高さを有する部分である。これに対し、不完全ねじ部は、完全ねじ部に比べて、リード溝形状などが安定せず、ねじ山高さが不足した部分である。このため、ボールねじ

部 1 6 は、完全ねじ部である軸方向中間部のみが、ボール 2 7 を係合させる部分として用いられ、不完全ねじ部である軸方向両側の端部は、ボール 2 7 を係合させる部分として用いられない。つまり、直動軸 9 の軸方向移動範囲は、ボールねじ部 1 6 の軸方向中間部である完全ねじ部とボール 2 7 とが係合できる軸方向範囲に規制されている。一方、本例の構造では、ねじ軸部 2 0 において、スリット 3 3 a は、図 5 (a) に示すように、ねじ軸部 2 0 の軸方向他方側の端縁から、ボールねじ部 1 6 の軸方向他方側の端部が存在する軸方向位置まで、軸方向に延びている。換言すれば、ボールねじ部 1 6 の軸方向他方側の端部である不完全ねじ部の一部は、スリット 3 3 a により切り欠かれている。本例の構造では、ボール 2 7 の係合部として用いられることがない、ボールねじ部 1 6 の軸方向他方側の端部である不完全ねじ部の一部を、スリット 3 3 a の形成範囲として有効活用している。

[0053] (直動軸の製造方法)

次に、本例の電動パワーステアリング装置を製造する際の、直動軸 9 の製造方法について説明する。

[0054] 本例の直動軸 9 の製造方法は、図 4 に示すようなラック軸部 1 9 を製造する工程と、図 6 に示すようなねじ軸部 2 0 を製造する工程と、ラック軸部 1 9 とねじ軸部 2 0 との軸方向端部同士を摩擦圧接する工程とを備える。

[0055] ラック軸部 1 9 を製造する工程では、例えば、金属製の丸棒などの棒状素材に対して、適宜の加工を施すことにより、ラック歯部 1 5 と、ねじ孔 3 1 (筒部 3 2) と、スリット 3 3 と、圧接側軸部 3 5 とを備えた、ラック軸部 1 9 を得る。本例では、ラック歯部 1 5、ねじ孔 3 1 (筒部 3 2)、スリット 3 3、圧接側軸部 3 5 を形成するための加工方法や加工順序は、特に問われない。棒状素材が丸棒である場合には、該丸棒の軸方向端部を未加工のまま残して圧接側軸部 3 5 とすることもできる。必要に応じて、ラック歯部 1 5 に対し、適宜のタイミングで、機械的性能を向上させるための熱処理を施す。

[0056] ねじ軸部 2 0 を製造する工程では、例えば、金属製の丸棒などの棒状素材

に対して、適宜の加工を施すことにより、ボールねじ部 16 と、ねじ孔 31 a (筒部 32 a) と、スリット 33 a と、圧接側軸部 35 a とを備えた、ねじ軸部 20 を得る。本例では、ボールねじ部 16、ねじ孔 31 a (筒部 32 a)、スリット 33 a、圧接側軸部 35 a を形成するための加工方法や加工順序は、特に問われない。棒状素材が丸棒である場合には、該丸棒の軸方向端部を未加工のまま残して圧接側軸部 35 a とすることもできる。必要に応じて、ボールねじ部 16 に対し、適宜のタイミングで、機械的性能を向上させるための熱処理を施す。

[0057] 次に、ラック軸部 19 とねじ軸部 20 との軸方向端部同士を摩擦圧接する工程について説明する。摩擦圧接は、2つの金属部材を互いに突き合わせて加圧しながら相対回転させることにより、その突き合わせ部に発生する摩擦熱を利用して、2つの金属部材を接合する方法である。

[0058] ラック軸部 19 とねじ軸部 20 との軸方向端部同士を摩擦圧接する際には、まず、ラック軸部 19 とねじ軸部 20 との芯出しを行うことにより、ラック軸部 19 とねじ軸部 20 とを同軸に配置し、ラック軸部 19 の軸方向他方側の端面とねじ軸部 20 の軸方向一方側の端面とを突き合わせて加圧する。これとともに、ラック軸部 19 とねじ軸部 20 とを相対回転させることにより、突き合わせ部に摩擦熱を発生させる。これにより、突き合わせ部を高温および高加圧状態とした後、相対回転を停止させる。この結果、突き合わせ部が冷却されることに伴って摩擦圧接部 21 となった、直動軸 9 が得られる。

[0059] より具体的に説明すると、本例では、上述のような摩擦圧接を行う際には、まず、図 7 に示すように、ラック軸部 19 とねじ軸部 20 とを、摩擦圧接装置にセットする。

[0060] すなわち、ラック軸部 19 の圧接側軸部 35 の外周面を把持具 36 により把持するとともに、ねじ軸部 20 の圧接側軸部 35 a の外周面を把持具 36 a により把持することにより、ラック軸部 19 とねじ軸部 20 との芯出しを行う。なお、把持具 36、36 a としては、コレットチャック、油圧式の三

爪チャックなどの各種の把持具を採用することができる。また、ラック軸部 19 のスリット 33 に治具 37 を係合させるとともに、ねじ軸部 20 の 2 つのスリット 33 a に治具 37 a を係合させる。

[0061] 治具 37 は、短円柱状の基部 38 と、基部 38 の軸方向他方側の側面から突出した係合凸部 39 とを有する。係合凸部 39 は、基部 38 の軸方向他方側の側面の径方向に伸長するように形成されている。係合凸部 39 の伸長方向両側部は、ラック軸部 19 の 2 つのスリット 33 の内側に軸方向から挿入可能であり、かつ、2 つのスリット 33 の内面形状に合致する外面形状を有する。すなわち、係合凸部 39 の幅方向両側面は、基部 38 の軸方向に対して平行な平面であり、係合凸部 39 の先端面は、半円筒状の凸面である。本例では、このような治具 37 の係合凸部 39 の伸長方向両側部を、2 つのスリット 33 の内側に軸方向から挿入して係合させることにより、治具 37 とラック軸部 19 との相対回転を不能とする。特に、本例では、スリット 33 の 1 対の内側面 34 が軸方向に対して平行になっているため、相対回転を不能とする効果を高めることができる。この状態で、治具 37 と把持具 36 との相対回転が不能となるように、治具 37 を摩擦圧接装置に組み付ける。該摩擦圧接装置において、把持具 36 および治具 37 は、摩擦圧接の作業を行う際に回転しない。

[0062] 治具 37 a は、短円柱状の基部 38 a と、基部 38 a の軸方向一方側の側面から突出した係合凸部 39 a とを有する。係合凸部 39 a は、基部 38 a の軸方向一方側の側面の径方向に伸長するように形成されている。係合凸部 39 a の伸長方向両側部は、ねじ軸部 20 の 2 つのスリット 33 a の内側に軸方向から挿入可能であり、かつ、2 つのスリット 33 a の内面形状に合致する外面形状を有する。すなわち、係合凸部 39 a の幅方向両側面は、基部 38 a の軸方向に対して平行な平面であり、係合凸部 39 a の先端面は、半円筒状の凸面である。本例では、このような治具 37 a の係合凸部 39 a の伸長方向両側部を、2 つのスリット 33 a の内側に軸方向から挿入して係合させることにより、治具 37 a とねじ軸部 20 との相対回転を不能とする。特

に、本例では、スリット 33 a の 1 対の内側面 34 a が軸方向に対して平行になっているため、相対回転を不能とする効果を高めることができる。この状態で、治具 37 a と把持具 36 a との相対回転が不能となるように、治具 37 a を摩擦圧接装置に組み付ける。該摩擦圧接装置において、把持具 36 a および治具 37 a は、摩擦圧接の作業を行う際に、互いに同期して回転および停止する。

[0063] 上述のようにラック軸部 19 とねじ軸部 20 とを摩擦圧接装置にセットしたならば、次に、ラック軸部 19（把持具 36、治具 37）とねじ軸部 20（把持具 36 a、治具 37 a）とを軸方向に近づけることにより、ラック軸部 19 の軸方向他方側の端面とねじ軸部 20 の軸方向一方側の端面とを突き合わせて加圧する。これとともに、把持具 36 および治具 37 により、ラック軸部 19 の回転を阻止しつつ、互いに同期して回転する把持具 36 a および治具 37 a により、ねじ軸部 20 を回転駆動する。これにより、突き合わせ部に摩擦熱を発生させる。これにより、突き合わせ部を高温および高加圧状態とした後、把持具 36 a および治具 37 a により、ねじ軸部 20 の回転を停止させる。この結果、突き合わせ部が冷却されることに伴って摩擦圧接部 21 となった、直動軸 9 が得られる。

[0064] 本例では、摩擦圧接機が備える把持具 36 a および治具 37 a の回転位置管理機能により、摩擦圧接の終了時のラック軸部 19 とねじ軸部 20 との回転方向の位置関係が、予め決められた所定の位置関係となるように規制している。本例では、ラック軸部 19 のスリット 33 の回転方向の位置を利用して、摩擦圧接機内でのラック歯部 15 の回転方向の位置を正確に把握することができるとともに、ねじ軸部 20 のスリット 33 a の回転方向の位置を利用して、摩擦圧接機内でのボールねじ部 16 の回転方向の位置を正確に把握することができる。このため、上述のような位置関係の規制を容易に行える。

[0065] 本例の直動軸 9 の製造方法では、ラック軸部 19 とねじ軸部 20 との軸方向端部同士を摩擦圧接する際に、ラック軸部 19 のスリット 33 に治具 37

の係合凸部 39 を係合させることにより、ラック軸部 19 と治具 37 との相対回転を不能にした状態で、治具 37 によりラック軸部 19 の回転を阻止する。また、ねじ軸部 20 のスリット 33 a に治具 37 a の係合凸部 39 a を係合させることにより、ねじ軸部 20 と治具 37 a との相対回転を不能にした状態で、治具 37 a によりねじ軸部 20 を回転駆動する。このため、摩擦圧接をする際に、治具 37（および把持具 36）とラック軸部 19 の間に回転方向の滑りが生じて、ラック軸部 19 がねじ軸部 20 に連れ回されたり、あるいは、治具 37 a（および把持具 36 a）とねじ軸部 20 との間に回転方向の滑りが生じて、ねじ軸部 20 の回転速度が治具 37 a（および把持具 36 a）の回転速度よりも低くなったりすることを防止できる。換言すれば、ラック軸部 19 とねじ軸部 20 との相対回転速度が、治具 37（および把持具 36）と治具 37 a（および把持具 36 a）との相対回転速度よりも低くなることを防止できる。この結果、ラック軸部 19 とねじ軸部 20 との軸方向端部同士の間、摩擦圧接をするのに必要な摩擦熱を正常に発生させることができる。特に、本例のように、直動軸 9 を構成するラック軸部 19 とねじ軸部 20 の両方が対象軸部としてスリット 33、33 a を備えることにより、たとえば、直動軸を構成する 2 つの軸部の何れかのみが対象軸部としてスリットを備える構成と比較して、摩擦圧接時の滑り止め効果をより向上させることが可能である。

[0066] 本例では、摩擦圧接の終了時のラック軸部 19 とねじ軸部 20 との回転方向の位置関係が、予め決められた所定の位置関係となるように規制することができる。このため、ステアリングギヤユニット 5 の組立工程において、ボールねじ部 16 に複数個のボール 27 を介してボールナット 26 を螺合させる作業の自動化を実現しやすい。また、摩擦圧接の終了時のラック軸部 19 とねじ軸部 20 との回転方向の位置関係が所定の位置関係に決まることで、途中の熱処理によって生じた直動軸 9 の曲がりの方向がほぼ一定になるため、該曲がりを矯正する作業を効率的に行える。

[0067] 第 1 例では、ラック軸部とねじ軸部との双方の軸部に係合部（スリット）

を設けたが、本発明を実施する場合には、ラック軸部とねじ軸部とのうちの何れか一方の軸部にのみ、係合部を設けることもできる。たとえば、ラック軸部に関しては、係合部を設ける代わりに、摩擦圧接の際に把持具によりラック歯部を把持することによって、把持具とラック軸部との間に回転方向の滑りが発生することを防止することもできる。

[0068] 第1例では、ラック軸部やねじ軸部が備えるスリットを、治具を係合させる前に、鋳造あるいは切削などの機械加工により、予め形成する方法を採用した。ただし、本発明を実施する場合には、ラック軸部やねじ軸部が備えるスリットを、治具を工具として用い、かつ、摩擦圧接時の接合圧力を利用した鍛造やプレスなどの塑性加工によって形成することもできる。この場合には、スリットの形成と同時に、スリットに治具が係合する。このように、スリットは、鋳造、機械加工、塑性加工の何れによっても形成することが可能である。

[0069] 本例では、対象軸部であるラック軸部やねじ軸部のうちの摩擦圧接部と反対側であり、スリットが配置される側の端部を筒部により構成し、この筒部の軸方向一方側部に径方向を横切るようにスリットを形成している。本発明を実施する場合、対象軸部がラック軸部やねじ軸部以外の場合には、摩擦圧接部と反対側の端部を中実部から構成し、当該端部の端面に径方向に伸長するスリットを直接形成することができる。また、何れの場合においても、スリットが筒部を径方向に貫通したり、端部全体を径方向に横切るように貫通したりする構成以外にも、スリットを、筒部の軸方向一方側部の内周面から外径側に凹むとともに、軸方向一方側に開口する凹部により構成したり、前記端部の端面の径方向中央部に径方向に伸長する凹部により構成したりすることも可能である。

[0070] 第1例を含む本発明の一実施形態では、ラック軸部19の筒部32の径方向反対側となる2箇所に係合部であるスリット33を設け、治具37の基部38にスリット33と係合する係合凸部39を設けている。また、ねじ軸部20の筒部32aの径方向反対側となる2箇所に係合部であるスリット33

aを設け、治具37aの基部38aにスリット33aと係合する係合凸部39aを設けている。しかしながら、本発明の別の実施形態では、ラック軸部の筒部の径方向反対側となる2箇所、筒部の軸方向端面から軸方向に突出する係合凸部を設け、治具の基部うちのラック軸部の軸方向端面に対向する面のうちの少なくとも前記係合凸部に対応する位置に軸方向に凹んだ凹部を設ける、もしくは、治具の基部に径方向に貫通し前記対向する面に開口するスリットを設けることもできる。同様に、ねじ軸部の筒部の径方向反対側となる2箇所、筒部の軸方向端面から軸方向に突出する係合凸部を設け、治具の基部うちのねじ軸部の軸方向端面に対向する面のうちの少なくとも前記係合凸部に対応する位置に軸方向に凹んだ凹部を設ける、もしくは、治具の基部に径方向に貫通し前記対向する面に開口するスリットを設けることもできる。

[0071] [第2例]

本発明の実施の形態の第2例について、図8(a)、図8(b)、および図9を用いて説明する。本例では、ねじ軸部20aのスリット33bの形状、および、スリット33bに係合させる治具37bの係合凸部39bの形状が、第1例と異なる。

[0072] 本例では、径方向から見たスリット33bの形状は、くさび形状である。すなわち、スリット33bの幅寸法は、摩擦圧接部と反対側である軸方向他方側に向かうほど大きくなっており、換言すれば、スリット33bの開口側に向かうほど大きくなっている。つまり、スリット33bの内面は、幅方向両側部に位置する1対の内側面34bが、軸方向他方側に向かうほど互いに離れる方向に傾斜した平面になっている。また、治具37bの係合凸部39bは、スリット33bの内面形状に合致する外面形状を有する。すなわち、係合凸部39bの幅方向両側面は、先端側に向かうほど互いに近づき合う方向に傾斜した平面になっている。

[0073] このような構成を有する本例では、スリット33bに対して係合凸部39bを軸方向に挿入する際の作業効率を高くできる。本例のその他の構成およ

び作用は、第 1 例と同様である。

[0074] [第 3 例]

本発明の実施の形態の第 3 例について、図 10 (a)、図 10 (b)、および図 11 を用いて説明する。本例では、ねじ軸部 20 b のスリット 33 c の形状、および、スリット 33 c に係合させる治具 37 c の形状が、第 1 例と異なる。

[0075] 本例では、軸方向から見たスリット 33 c の内面形状が、くさび形状である。すなわち、スリット 33 b の幅寸法は、径方向内側から径方向外側に向かうほど大きくなっており、換言すれば、筒部 32 b の内周面から外周面に向かうほど大きくなっている。つまり、スリット 33 c の内面は、幅方向両側部に位置する 1 対の内側面 34 c が、径方向外側に向かうほど互いに離れる方向に傾斜した平面になっている。また、治具 37 c は、1 対の係合片 40 を備える。1 対の係合片 40 のそれぞれは、スリット 33 c の内面形状に合致する外面形状を有する。すなわち、1 対の係合片 40 のそれぞれは、くさび形状を有しており、その幅方向両側面は、径方向外側から径方向内側に向かうほど互いに近づき合う方向に傾斜した平面になっている。

[0076] 本例では、治具 37 c を構成する 1 対の係合片 40 を、筒部 32 b の径方向反対側となる 2 箇所、スリット 33 c と位相が一致する位置において、径方向外側からスリット 33 c 内に挿入させて、スリット 33 c と係合させる。

[0077] このような構成を有する本例では、対象軸部であるねじ軸部 20 b と治具 37 c との係合により、ねじ軸部 20 b と治具 37 c との相対回転が不能となるばかりでなく、ねじ軸部 20 b が上下方向あるいは左右方向に移動することに対しても拘束することが可能となり、ねじ軸部 20 b の調芯が可能となる。なお、本例の構造をラック軸部に適用することも可能である。本例のその他の構成および作用は、第 1 例と同様である。

[0078] [第 4 例]

本発明の実施の形態の第 4 例について、図 12 (a)、図 12 (b)、お

よび図 1 3 を用いて説明する。本例では、ねじ軸部 2 0 b のスリット 3 3 c の内面形状が第 1 例と異なり、および、スリット 3 3 c に係合させる治具 3 7 d の形状が、第 1 例および第 3 例と異なる。

[0079] 本例における、ねじ軸部 2 0 b、筒部 3 2 b、およびスリット 3 3 c の構成は、第 3 例と同様である。本例では、治具 3 7 d は、軸方向に中心軸を有する円柱形状の円柱基部 4 1 と、円柱基部 4 1 の外周面の径方向反対側となる 2 箇所から径方向外側に突出する 1 対の係合部 4 2 を備える。1 対の係合部 4 2 のそれぞれは、スリット 3 3 c の内面形状に合致する外面形状を有する。すなわち、1 対の係合部 4 2 のそれぞれは、軸方向から見た場合にくさび形状を有しており、その幅方向両側面は、径方向外側から径方向内側に向かうほど互いに近づき合う方向に傾斜した平面になっている。

[0080] 本例では、治具 3 7 d をねじ軸部 2 0 b の筒部 3 2 b に対して軸方向に挿入する。すなわち、治具 3 7 d の円柱基部 4 1 の端面を筒部 3 2 b のねじ孔 3 1 a に対向させ、1 対の係合部 4 2 の端面をスリット 3 3 c の開口面に対向させた状態で、治具 3 7 d を、軸方向に移動させて、筒部 3 2 b のねじ孔 3 1 a とスリット 3 3 c に係合させる。

[0081] このような構成を有する本例では、ねじ軸部 2 0 b を摩擦圧接機に取り付ける際に、対象軸部であるねじ軸部 2 0 b と治具 3 7 c との係合により、ねじ軸部 2 0 b と治具 3 7 c との相対回転が不能となるばかりでなく、ねじ軸部 2 0 b が上下方向あるいは左右方向に移動することに対しても拘束することが可能となり、ねじ軸部 2 0 b の調芯が可能となる。なお、本例の構造をラック軸部に適用することも可能である。本例のその他の構成および作用は、第 1 例および第 3 例と同様である。

[0082] [第 5 例]

本発明の実施の形態の第 5 例について、図 1 4 (a) および図 1 4 (b) を用いて説明する。本例では、対象軸部であるねじ軸部 2 0 c の構造、スリット 3 3 a の配置、および、スリット 3 3 a に係合させる治具 3 7 e の形状が、第 1 例と異なる。

[0083] 本例では、ねじ軸部 20c は、軸方向に貫通する中空孔 43 を備えた中空パイプにより構成される。本例では、ねじ軸部 20c の軸方向他方側に開口するねじ孔 31a は、中空孔 43 と同軸であって、中空孔 43 に連続する。ねじ孔 31a の内周面は、中空孔 43 の内周面を切削することにより形成された雌ねじ構造により構成され、中空孔 43 の内周面と直接連続するか、あるいは、傾斜面部または段部を介して連続する。ねじ軸部 20c は、中空孔 43 を備えることにより、その軽量化が図られるとともに、摩擦圧接部 21 側である軸方向一方側の端面における摩擦圧接面積が、第 1 例の構造に比較して小さくなっている。このように、中空構造のねじ軸部 20c は、中実構造のねじ軸部 20a との比較において、摩擦圧接時に大きなトルクが掛かることがない。このため、本例のねじ軸部 20c では、筒部 32c には、周方向の 1 箇所にもみ、係合部であるスリット 33a が設けられている。なお、中空孔 43 の内径は、軸方向にわたり一定とすることができる。あるいは、中空孔の内周面を、段付円筒面若しくは円すい面など、内径が軸方向に関して変化する面により構成することもできる。

[0084] 治具 37e は、短円柱状の基部 38a と、基部 38a の軸方向一方側の側面から突出した係合凸部 39c とを有する。ただし、係合凸部 39c は、基部 38a の軸方向一方側の側面の全体ではなく、該側面の周方向 1 箇所において径方向中心部から径方向外側に伸長するように形成されている。

[0085] このような構成を有する本例では、対象軸部であるねじ軸部 20c のスリット 33a に治具 37e の係合凸部 39c を係合させることにより、ねじ軸部 20c と治具 37e との相対回転を不能にさせることが可能である。なお、本例の構造をラック軸部、その他の軸部に適用することも可能である。本例のその他の構成および作用は、第 1 例と同様である。

[0086] [第 6 例]

本発明の実施の形態の第 6 例について、図 15 (a) ~ 図 15 (c) を用いて説明する。本例では、対象軸部であるラック軸部 19a の構造、スリット 33 の配置、および、スリット 33 に係合させる治具 37f の形状が、第

1 例と異なる。

[0087] 本例では、ラック軸部 19 a は、筒部 32 の周方向等間隔の 4 箇所、係合部であるスリット 33 を有する。これに対応して、治具 37 f は、短円柱状の基部 38 と、基部 38 の軸方向他方側の側面から突出した係合凸部 39 d とを有する。係合凸部 39 d は、基部 38 の軸方向他方側の側面に、径方向中心部から径方向外側に向けて十字状に伸長するように形成されている。係合凸部 39 d の伸長方向外側部は、ラック軸部 19 a の 4 つのスリット 33 の内側に軸方向から挿入可能であり、かつ、4 つのスリット 33 の内面形状に合致する外面形状を有する。なお、スリット 33 を、筒部 32 の周方向等間隔の 3 箇所に設けることも可能である。スリット 33 の数は任意であるが、2 箇所から 4 箇所であることが好ましく、2 箇所または 4 箇所であることがより好ましい。また、スリット 33 の配置は周方向等間隔に配置されることが好ましい。

[0088] このような構成を有する本例では、対象軸部であるラック軸部 19 a のスリット 33 に治具 37 f の係合凸部 39 d を係合させることにより、ラック軸部 19 a と治具 37 f との相対回転を不能にさせることが可能であるばかりでなく、ラック軸部 19 a が上下方向および左右方向の両方に移動することに対しても拘束することが可能となる。したがって、ラック軸部 19 a の倒れ防止効果が向上する。なお、本例の構造をねじ軸部に適用することも可能である。本例のその他の構成および作用は、第 1 例と同様である。

[0089] [第 7 例]

本発明の実施の形態の第 7 例について、図 16 (a) および図 16 (b) を用いて説明する。本例では、対象軸部であるラック軸部 19 b の構造が、第 1 例と異なる。

[0090] 本例では、ラック軸部 19 b は、筒部 32 c の外周面にスプライン部 44 が設けられている。具体的には、筒部 32 c の外周面のうち、スリット 33 が設けられた 2 箇所と位相が異なる、径方向 6 箇所位置に、筒部 32 c の外周面から径方向に突出し、筒部 32 c の外周面の軸方向全体に伸長する凸部

を設けることにより、雄スプラインからなるスプライン部４４を構成している。

[0091] このような構成を有する本例では、摩擦圧接機のうちのラック軸部１９ｂの筒部３２ｃを径方向外側から把持する把持具の内周面に、スプライン部４４の雄スプラインに対応する雌スプラインからなるスプライン部を設けて、スプライン部４４に係合させることで、摩擦圧接時に、ラック軸部１９ｂがより大きなトルクを受けることが可能となる。なお、図示は省略するが、スプライン部４４の雄スプラインに対応する雌スプラインを、係合凸部を備える治具の基部の軸方向他方側の側面のうち、スプライン部４４の凹部に対応する周方向４箇所位置から軸方向に突出し、スプライン部４４の外面形状に合致する内面形状を有する凸部により構成することもできる。なお、本例の構造をねじ軸部に適用することも可能である。本例のその他の構成および作用は、第１例と同様である。

[0092] [第８例]

本発明の実施の形態の第８例について、図１７を用いて説明する。本例では、ラック軸部１９とねじ軸部２０との摩擦圧接を行うために、ラック軸部１９とねじ軸部２０とを、摩擦圧接装置にセットする際に、ラック軸部１９とねじ軸部２０の両方を、スリーブ４５に内嵌する。スリーブ４５は、金属製の筒状部材からなり、スリーブ４５の全長は、直動軸９の軸方向長さ、すなわち、ラック軸部１９の軸方向長さとなねじ軸部２０の軸方向長さの合計と同じか、あるいは、その長さより短くなっている。また、スリーブ４５の内周面の内径は、ラック軸部１９のラック歯部１５が設けられている部分以外の外周面の外径、および、ねじ軸部２０のボールねじ部１６の雄ねじ山の外接円の直径と同じか、あるいは、わずかに大きくなっている。なお、スリーブ４５は、周方向に２分割可能な分割型の構造として、径方向反対側からラック軸部１９とねじ軸部２０を挟持するようにして、ラック軸部１９とねじ軸部２０に外嵌させることが好ましい。あるいは、スリーブ４５を一体化型の構造として、治具３７、３７ａを嵌めた状態にあるラック軸部１９および

ねじ軸部 20 をそれぞれ、スリーブ 45 の軸方向両側から、ラック軸部 19 の圧接側軸部 35 の端面とねじ軸部 20 の圧接側軸部 35 a の端面が近接するように挿入することができる。本例では、その後、スリーブ 45 を摩擦圧接機の把持具により把持する。

[0093] このような構成を有する本例では、スリーブ 45 により、対象軸部であるラック軸部 19 とねじ軸部 20 が、摩擦圧接時に径方向に移動することを拘束することができる。本例のその他の構成および作用は、第 1 例と同様である。

[0094] [第 9 例]

本発明の実施の形態の第 9 例について、図 18 (a) および図 18 (b) を用いて説明する。本例では、少なくとも摩擦圧接を行う際のねじ軸部 20 d は、軸方向他方側の端面に、係合部である綾目のローレット加工部 46 を有する。本例では、摩擦圧接を行う際には、ローレット加工部 46 に対して、図示しない治具を凹凸係合させることにより、ねじ軸部 20 d と治具との相対回転を不能にした状態で、治具によりねじ軸部 20 d を回転駆動する。

[0095] 本例では、摩擦圧接が終了した後に、必要に応じて、ねじ孔 31 a (図 5 (a) 参照) を形成する。すなわち、図 1 の右側のボールジョイント 10 を、ねじ軸部 20 d の軸方向一方側の端部にねじ孔 31 a を利用して結合する場合には、ねじ孔 31 a を形成する。これに対し、図 1 の右側のボールジョイント 10 を、他の方法で結合する場合には、ねじ孔 31 a を形成しない。本例のその他の構成および作用は、第 1 例と同様である。

[0096] [第 10 例]

本発明の実施の形態の第 10 例について、図 19 (a) および図 19 (b) を用いて説明する。本例では、ねじ軸部 20 f は、軸方向他方側の端部に、摩擦圧接を行う際に治具を相対回転不能に係合させるための係合部を有していない。その代わりに、本例では、少なくとも摩擦圧接を行う際のねじ軸部 20 f は、軸方向他方側の端面の径方向中央部に、センタ孔 47 を有する。本例では、摩擦圧接を行う際には、センタ孔 47 に図示しない芯出し用の

センタ軸を係合させる。これにより、ねじ軸部 20 f の芯出し精度を向上させることができる。また、本例では、摩擦圧接前にねじ軸部 20 f の熱処理や曲がり直しの工程を行う場合には、該工程においても、センタ孔 47 を用いることができる。このため、該工程においてセンタ孔 47 を用いる場合には、その後の摩擦圧接の工程においても、センタ孔 47 をそのまま用いることができ、追加工の必要がない。

[0097] 本例では、摩擦圧接が終了した後に、必要に応じて、ねじ孔 31 a（図 5（a）参照）を形成する。本例のその他の構成および作用は、第 1 例と同様である。

[0098] [第 1 1 例]

本発明の実施の形態の第 1 1 例について、図 20 および図 21 を用いて説明する。本例の電動パワーステアリング装置を構成する直動軸 9 a は、軸方向両側部にラック歯部 15、15 a を有する。一方のラック歯部 15 には、ピニオン軸 8 のピニオン歯部 14 が噛合しており、他方のラック歯部 15 a には、別のピニオン軸 8 a のピニオン歯部 14 a が噛合している。電動アシスト装置 6 a の制御部は、トルクセンサ 22 により検出したトルクの方角および大きさと車速信号とに応じて、電動モータ 23 a への通電量を制御しながら、電動モータ 23 a により、減速機 48 を介して別のピニオン軸 8 a を回転駆動する。そして、他方のラック歯部 15 a とピニオン歯部 14 a との噛合部により、別のピニオン軸 8 a の回転運動を直動軸 9 a の直線運動に変換することで、直動軸 9 a に操舵補助力を付与する。

[0099] 直動軸 9 a は、外周部に一方のラック歯部 15 を有する一方のラック軸部 19 と、外周部に他方のラック歯部 15 a を有する他方のラック軸部 19 c と、2 つのラック軸部 19、19 c の軸方向端部同士の結合部である摩擦圧接部 21 とを備える。

[0100] 本例では、他方のラック軸部 19 c は、一方のラック軸部 19 とは軸方向の向きが逆になってはいるものの、一方のラック軸部 19 とほぼ同じ形状および大きさを有する。また、一方のラック軸部 19 と他方のラック軸部 19

cとの軸方向端部同士を摩擦圧接した状態で、一方のラック軸部19のラック歯部15の円周方向位置と、他方のラック軸部19aのラック歯部15aの円周方向位置とは、所定角度ずれている。

[0101] 本例では、このような直動軸9を製造する際には、一方のラック軸部19のスリット33と、他方のラック軸部19cのスリット33とを利用して、第1例と同様の方法により、一方のラック軸部19と他方のラック軸部19cとの軸方向端部同士を摩擦圧接する。このように、直動軸9aが2つのラック軸部19、19cの組み合わせにより構成される場合において、両方のラック軸部19、19cにスリット33を設けることにより、ラック軸部19、19cの位相差をスリット33を利用して容易に所望の値に設定することが可能となる。本例のその他の構成および作用は、第1例と同様である。

[0102] 本発明は、上述した各実施の形態の構成を、矛盾が生じない範囲で適宜組み合わせ実施することができる。

[0103] 本発明は、例えば、直動軸以外の部分に操舵補助力を付与する方式の電動パワーステアリング装置やステアバイワイヤ方式のステアリング装置を構成する直動軸であって、外周部にラック歯部を有するラック軸部と、円筒状または円柱状の丸棒である延長軸部と、ラック軸部と延長軸部との軸方向端部同士の摩擦圧接部とを備えた直動軸に適用することもできる。

[0104] 本発明は、例えば、ステアバイワイヤ方式のステアリング装置を構成する直動軸であって、外周部にボールねじ部を有するねじ軸部と、円筒状または円柱状の丸棒である延長軸部と、ねじ軸部と延長軸部との軸方向端部同士の摩擦圧接部とを備えた直動軸に適用することもできる。

[0105] 本発明は、第1軸部と第2軸部との軸方向端部同士の摩擦圧接を行う際に、第1軸部と第2軸部とのうち、どちらの軸部を回転側（または非回転側）とするかは、任意に決定することができる。

[0106] 本発明を実施する場合、治具は、第1軸部と第2軸部との軸方向端部同士を摩擦圧接する際に、対象軸部の係合部に係合させることにより、対象軸部との相対回転を不能にした状態で、対象軸部を回転駆動し、または、対象軸

部の回転を阻止できる機能を備えていれば、上述した各実施の形態の形状に限定されず、任意の形状を採用することができる。

[0107] 本発明のステアリング装置を実施する場合には、第1軸部と第2軸部とのうちの少なくとも一方である対象軸部に形成された係合部に、周辺に存在する非回転部材を係合させることによって、直動軸が回転することを、より確実に防止することができる。これにより、直動軸が備えるラック歯部などの機能部に無理な力が作用することを、より確実に防止することができ、該機能部の寿命の延長を図ることができる。

[0108] 本発明は、ステアリング装置用の直動軸に限らず、ステアリング装置以外の装置用の直動軸にも適用可能である。

符号の説明

- [0109]
- 1 ステアリングホイール
 - 2 ステアリングシャフト
 - 3 a、3 b 自在継手
 - 4 中間シャフト
 - 5 ステアリングギヤユニット
 - 6、6 a 電動アシスト装置
 - 7 入力軸
 - 8、8 a ピニオン軸
 - 9、9 a 直動軸
 - 10 ボールジョイント
 - 11 タイロッド
 - 12 操舵輪
 - 13 ハウジング
 - 14、14 a ピニオン歯部
 - 15、15 a ラック歯部
 - 16 ボールねじ部
 - 17 ボールねじ機構

- 18 雄ねじ溝
- 19、19a、19b、19c ラック軸部
- 20、20a、20b、20c、20d、20f ねじ軸部
- 21 摩擦圧接部
- 22 トルクセンサ
- 23、23a 電動モータ
- 24 出力軸
- 25 雌ねじ溝
- 26 ボールナット
- 27 ボール
- 28 駆動プーリ
- 29 無端ベルト
- 30 従動プーリ
- 31、31a ねじ孔
- 32、32a、32b、32c 筒部
- 33、33a、33b、33c スリット
- 34、34a、34b、34c 内側面
- 35、35a 圧接側軸部
- 36、36a 把持具
- 37、37a、37b、37c、37d、37e、37f 治具
- 38、38a 基部
- 39、39a、39b、39c、39d 係合凸部
- 40 係合片
- 41 円柱基部
- 42 係合部 43 中空孔
- 44 スプライン部
- 45 スリーブ
- 46 ローレット加工部

4 7 センタ孔

4 8 減速機

請求の範囲

- [請求項1] 第1軸部と、第2軸部と、第1軸部と第2軸部との軸方向端部同士の摩擦圧接部とを備えた直動軸の製造方法であって、
- 第1軸部と第2軸部とのうちの少なくとも一方である対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部に形成された係合部に治具を係合させることにより、前記対象軸部と前記治具との相対回転を不能にした状態で、前記治具により前記対象軸部を回転駆動し、または、前記治具により前記対象軸部の回転を阻止しながら、第1軸部と第2軸部との軸方向端部同士を摩擦圧接する工程を備える、直動軸の製造方法。
- [請求項2] 前記係合部は、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部の径方向に伸長するとともに前記摩擦圧接部と反対側に開口するスリットである、請求項1に記載の直動軸の製造方法。
- [請求項3] 前記スリットは、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部の周方向1箇所以上に備えられる、請求項2に記載の直動軸の製造方法。
- [請求項4] 前記スリットは、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部における、径方向反対側となる2箇所に備えられる、請求項2に記載の直動軸の製造方法。
- [請求項5] 前記スリットは、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部における、周方向等間隔の4箇所に備えられる、請求項2に記載の直動軸の製造方法。
- [請求項6] 前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部は、径方向中心部に軸方向に開口するねじ孔を有する筒部からなり、前記スリットは、前記筒部に該筒部を径方向に貫通するように配置される、請求項2～5の何れか1項に記載の直動軸の製造方法。
- [請求項7] 前記スリットは、U字形の径方向から見た内面形状を有し、幅方向

両側部に位置し、軸方向に対して平行な平面からなる1対の内側面を備え、前記治具は、短円柱状の基部と、該基部の軸方向側面から突出し、前記スリットの内面形状と合致する外面形状を有し、前記基部の軸方向に対して平行な平面からなる幅方向両側面を備える係合凸部とからなる、請求項6に記載の直動軸の製造方法。

[請求項8] 前記スリットは、くさび形状の径方向から見た内面形状を有し、幅方向両側部に位置し、該スリットの軸方向開口側に向かうほど互いに離れる方向に傾斜した平面からなる1対の内側面を備え、前記治具は、短円柱状の基部と、該基部の軸方向側面から突出し、前記スリットの内面形状と合致する外面形状を有し、先端側に向かうほど互いに近づき合う方向に傾斜した平面からなる幅方向両側面を備える係合凸部とからなる、請求項6に記載の直動軸の製造方法。

[請求項9] 前記スリットは、くさび形状の軸方向から見た内面形状を有し、幅方向両側部に位置し、径方向外側に向かうほど互いに離れる方向に傾斜した平面からなる1対の内側面を備え、前記治具は、前記スリットの内面形状に合致する外面形状を有し、くさび形状を有し、かつ、径方向外側から径方向内側に向かうほど互いに近づき合う方向に傾斜した平面からなる幅方向両側面を備える、係合片からなる、請求項6に記載の直動軸の製造方法。

[請求項10] 前記スリットは、くさび形状の軸方向から見た内面形状を有し、幅方向両側部に位置し、径方向外側に向かうほど互いに離れる方向に傾斜した平面からなる1対の内側面を備え、前記治具は、円柱形状の円柱基部と、該円柱基部の外周面から径方向外側に突出し、前記スリットの内面形状に合致する外面形状を有し、くさび形状を有し、かつ、径方向外側から径方向内側に向かうほど互いに近づき合う方向に傾斜した平面からなる幅方向両側面を備える、係合部とを備える、請求項6に記載の直動軸の製造方法。

[請求項11] 前記対象軸部が、径方向中央部に、軸方向に貫通する中空孔を備え

る、請求項 1 ～ 1 0 の何れか 1 項に記載の直動軸の製造方法。

[請求項12] 前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部の外周面に、スプライン部が備えられている、請求項 1 ～ 1 1 の何れか 1 項に記載の直動軸の製造方法。

[請求項13] 前記スリットの回転方向の位置を利用して、前記摩擦圧接の終了時の第 1 軸部と第 2 軸部との回転方向の位置関係を規制する、請求項 2 および請求項 2 に従属する請求項 3 ～ 1 2 の何れか 1 項に記載の直動軸の製造方法。

[請求項14] 前記治具を工具として用いる塑性加工によって前記係合部を形成すると同時に、前記治具を前記係合部に係合させる、請求項 1 ～ 1 3 の何れか 1 項に記載の直動軸の製造方法。

[請求項15] 第 1 軸部と第 2 軸部との軸方向端部同士を摩擦圧接する工程において、第 1 軸部と第 2 軸部とをスリーブに内嵌させる、請求項 1 ～ 1 4 の何れか 1 項に記載の直動軸の製造方法。

[請求項16] 製造対象となる直動軸が、ステアリング装置用である、請求項 1 ～ 1 5 の何れか 1 項に記載の直動軸の製造方法。

[請求項17] 第 1 軸部と、第 2 軸部と、第 1 軸部と第 2 軸部との軸方向端部同士の摩擦圧接部とを備えた直動軸であって、

第 1 軸部と第 2 軸部とのうちの少なくとも一方である対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部に、治具を相対回転不能に係合させることが可能な係合部を有する、
直動軸。

[請求項18] 前記対象軸部は、外周部にボールねじ部を有するねじ軸部からなり、

前記ボールねじ部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部は、不完全ねじ部になっており、および、

前記不完全ねじ部の一部は、前記係合部によって切り欠かれている、

請求項 17 に記載の直動軸。

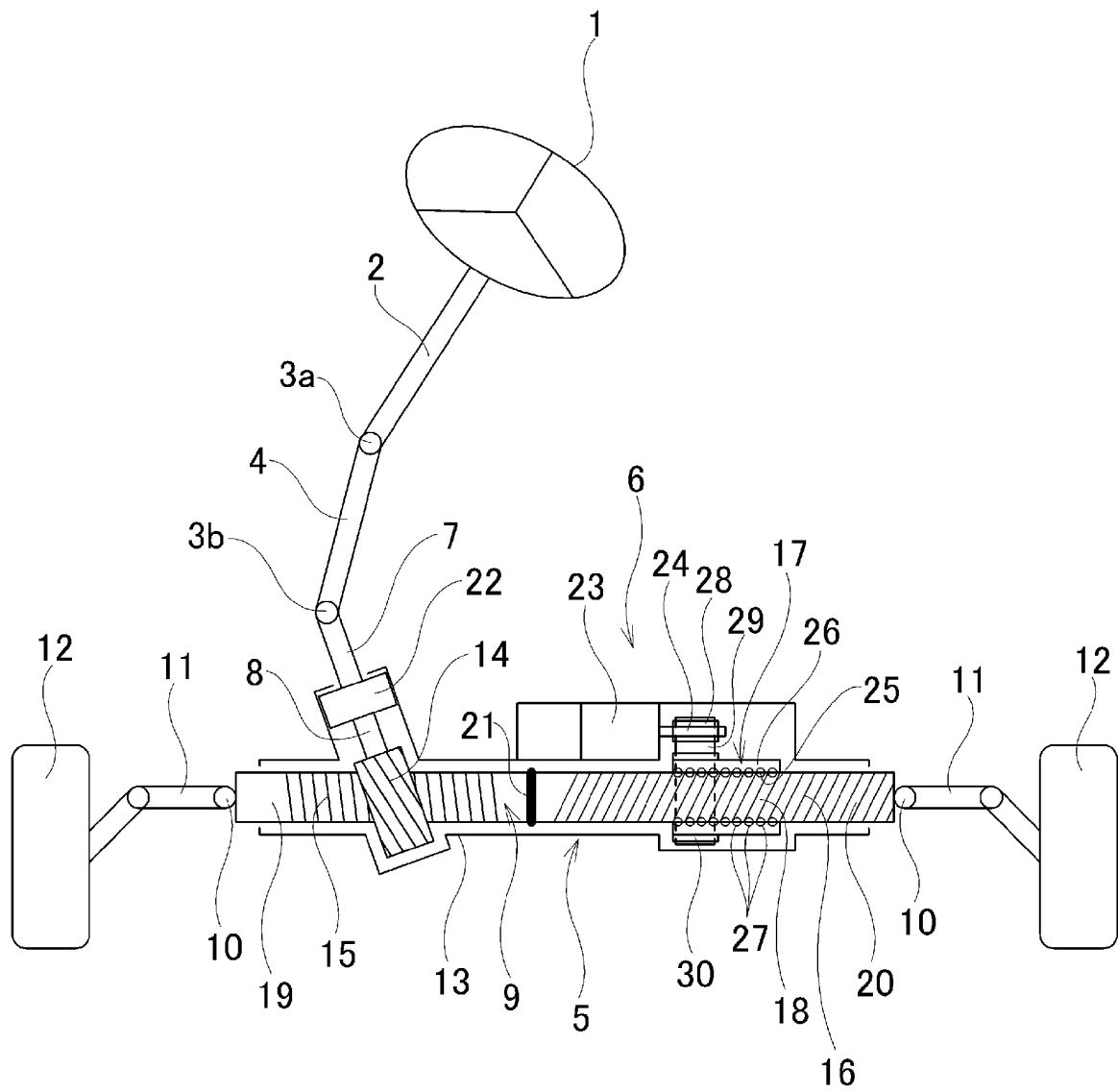
- [請求項19] 前記係合部は、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部の径方向に伸長するとともに前記摩擦圧接部と反対側に開口するスリットである、請求項 17 または 18 に記載の直動軸。
- [請求項20] 前記スリットは、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部の周方向 1 箇所以上に備えられる、請求項 19 に記載の直動軸。
- [請求項21] 前記スリットは、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部における、径方向反対側となる 2 箇所に備えられる、請求項 19 に記載の直動軸。
- [請求項22] 前記スリットは、前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部における、周方向等間隔の 4 箇所に備えられる、請求項 19 に記載の直動軸。
- [請求項23] 前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部は、径方向中心部に軸方向に開口するねじ孔を有する筒部からなり、前記スリットは、前記筒部に該筒部を径方向に貫通するように配置される、請求項 19～22 の何れか 1 項に記載の直動軸。
- [請求項24] 前記スリットは、U 字形の径方向から見た内面形状を有し、幅方向両側部に位置し、軸方向に対して平行な平面からなる 1 対の内側面を備える、請求項 23 に記載の直動軸。
- [請求項25] 前記スリットは、くさび形状の径方向から見た内面形状を有し、幅方向両側部に位置し、該スリットの軸方向開口側に向かうほど互いに離れる方向に傾斜した平面からなる 1 対の内側面を備える、請求項 23 に記載の直動軸。
- [請求項26] 前記スリットは、くさび形状の軸方向から見た内面形状を有し、幅方向両側部に位置し、径方向外側に向かうほど互いに離れる方向に傾斜した平面からなる 1 対の内側面を備える、請求項 23 に記載の直動軸。
- [請求項27] 前記対象軸部が、径方向中央部に、軸方向に貫通する中空孔を備え

る、請求項 19～26 の何れか 1 項に記載の直動軸。

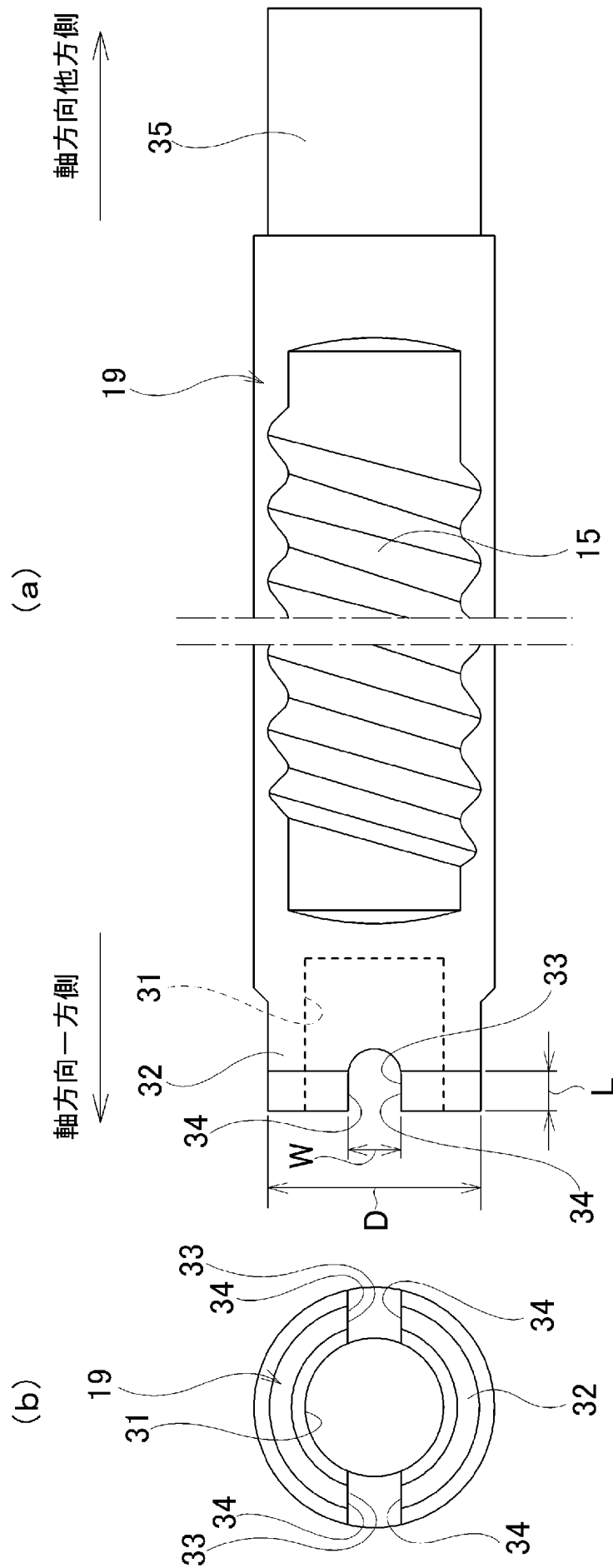
[請求項28] 前記対象軸部の前記摩擦圧接部と反対側の軸方向端部の外周面に、スプライン部が備えられている、請求項 19～27 の何れか 1 項に記載の直動軸。

[請求項29] ステアリング装置用である、請求項 19～28 の何れか 1 項に記載の直動軸。

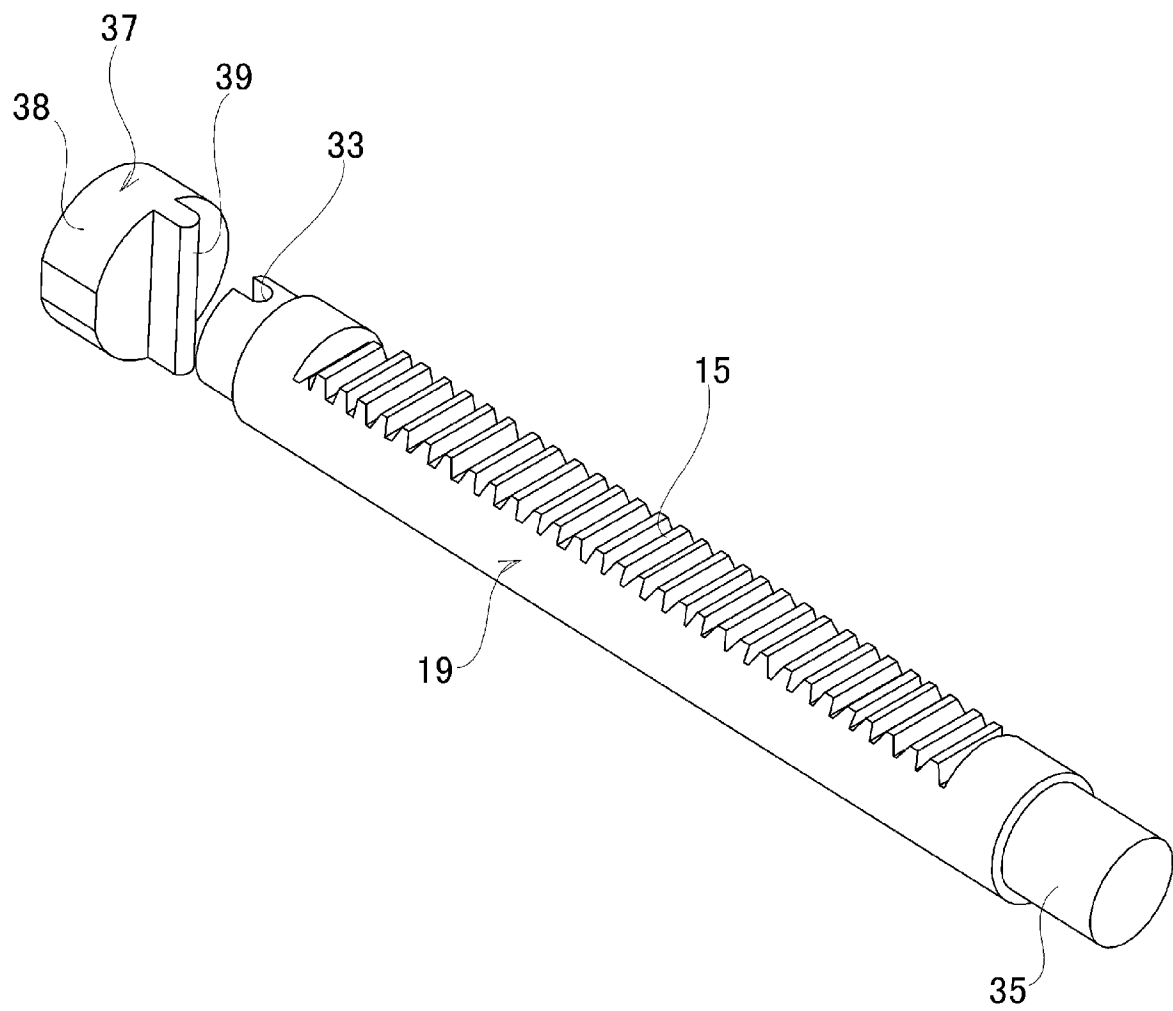
[図1]



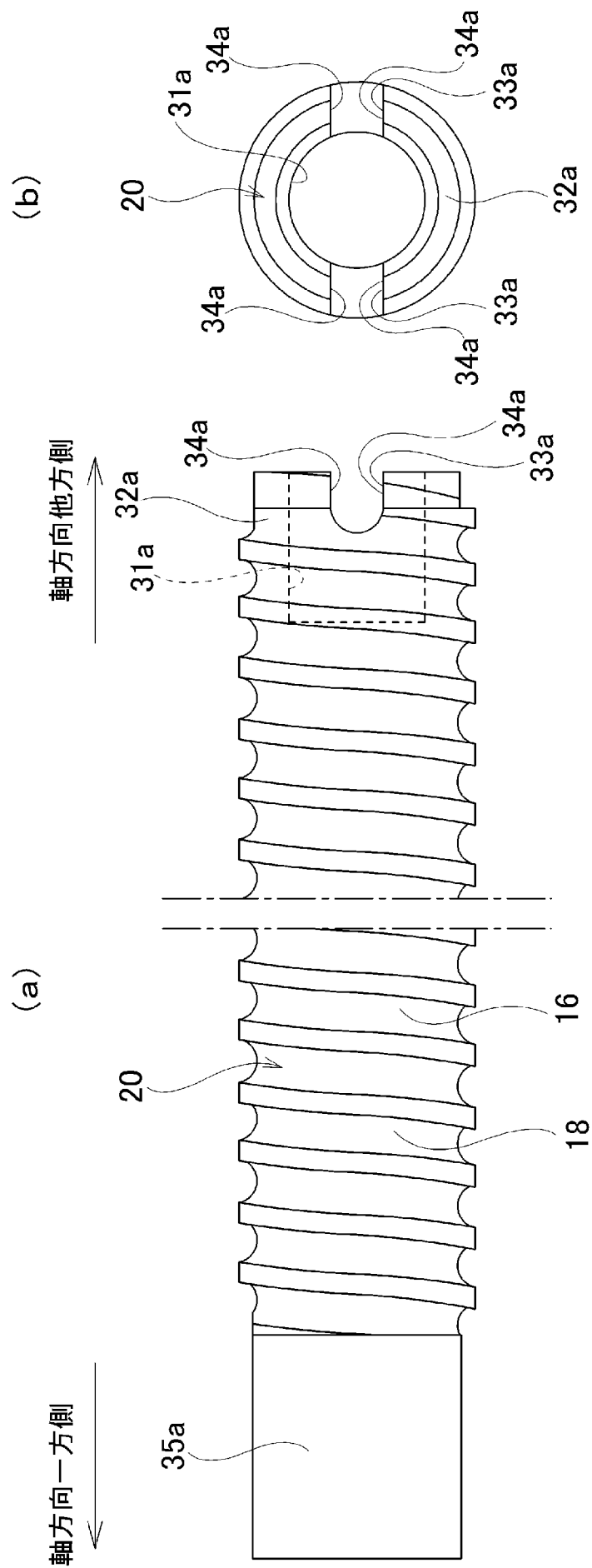
[図3]



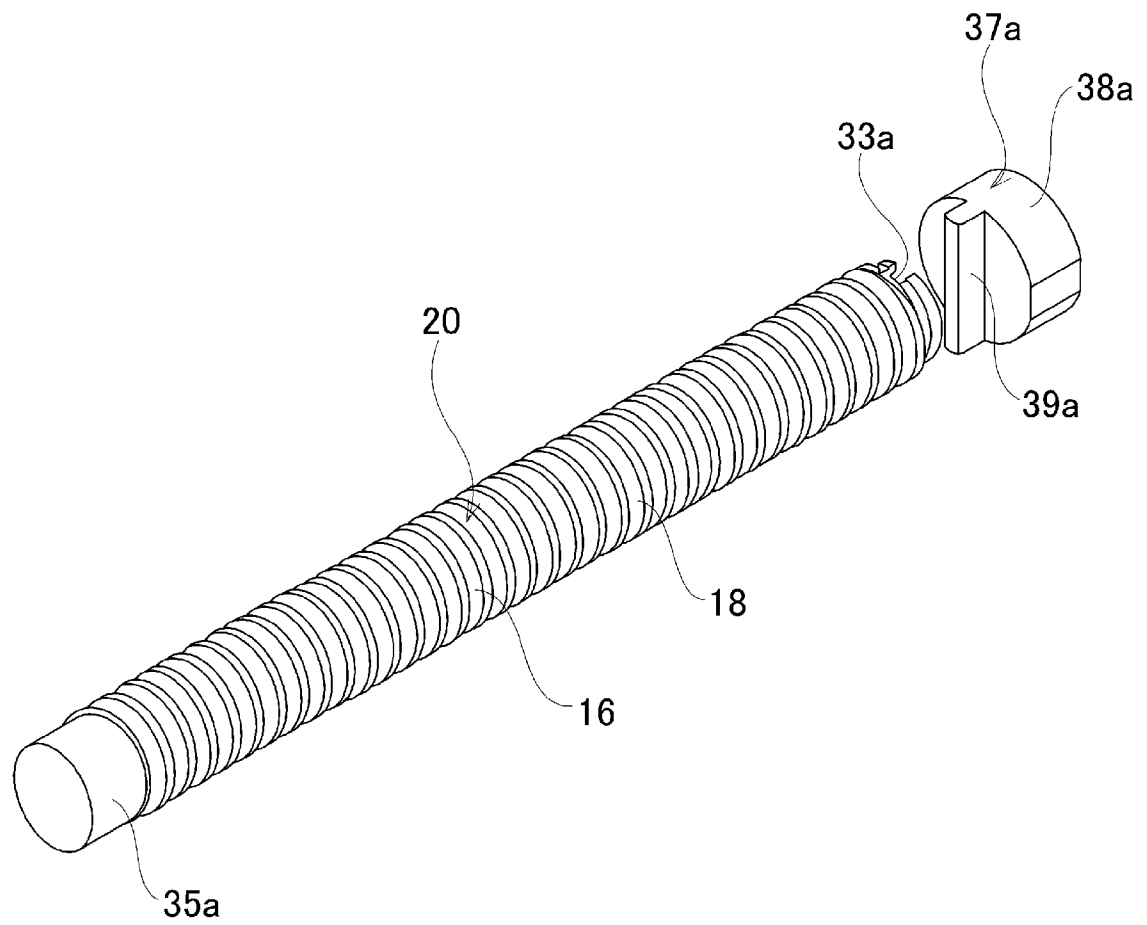
[図4]



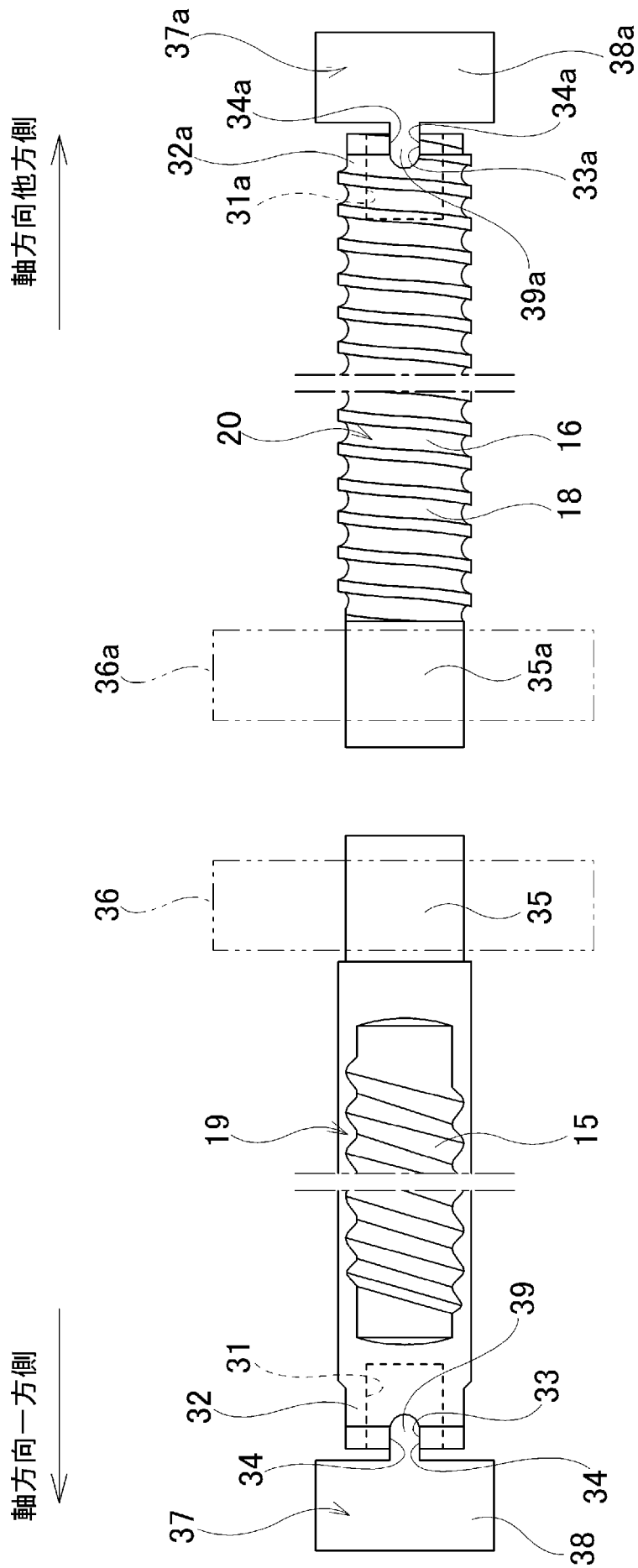
[図5]



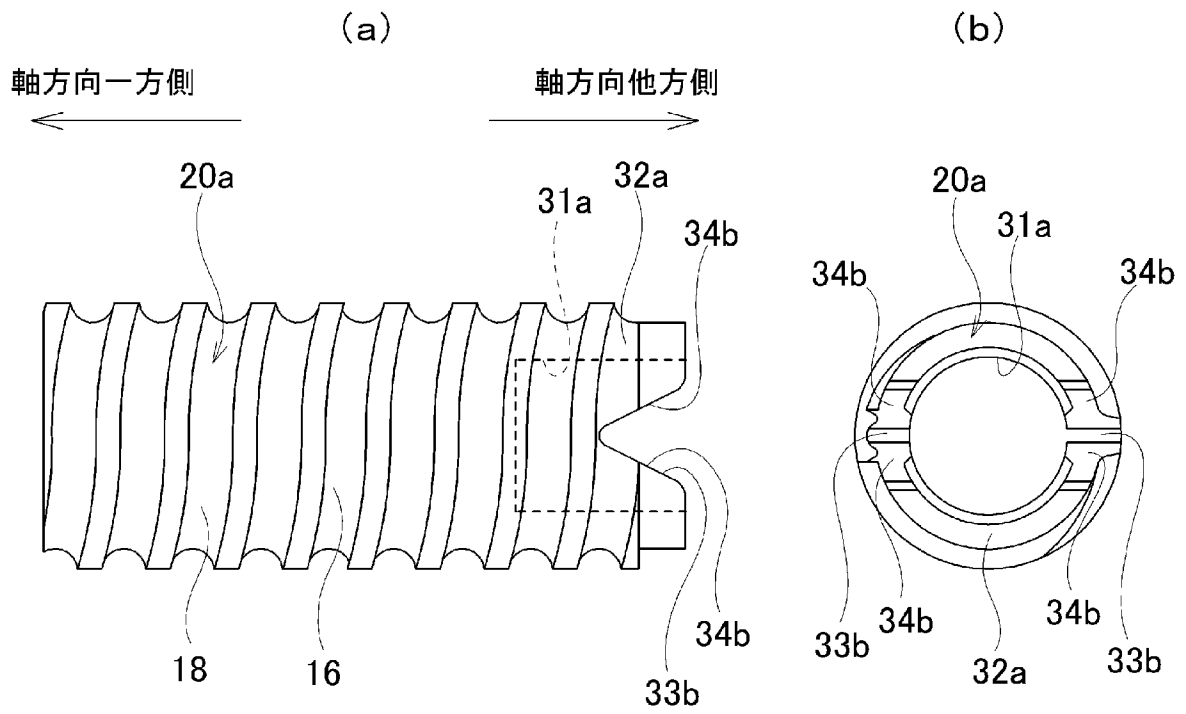
[図6]



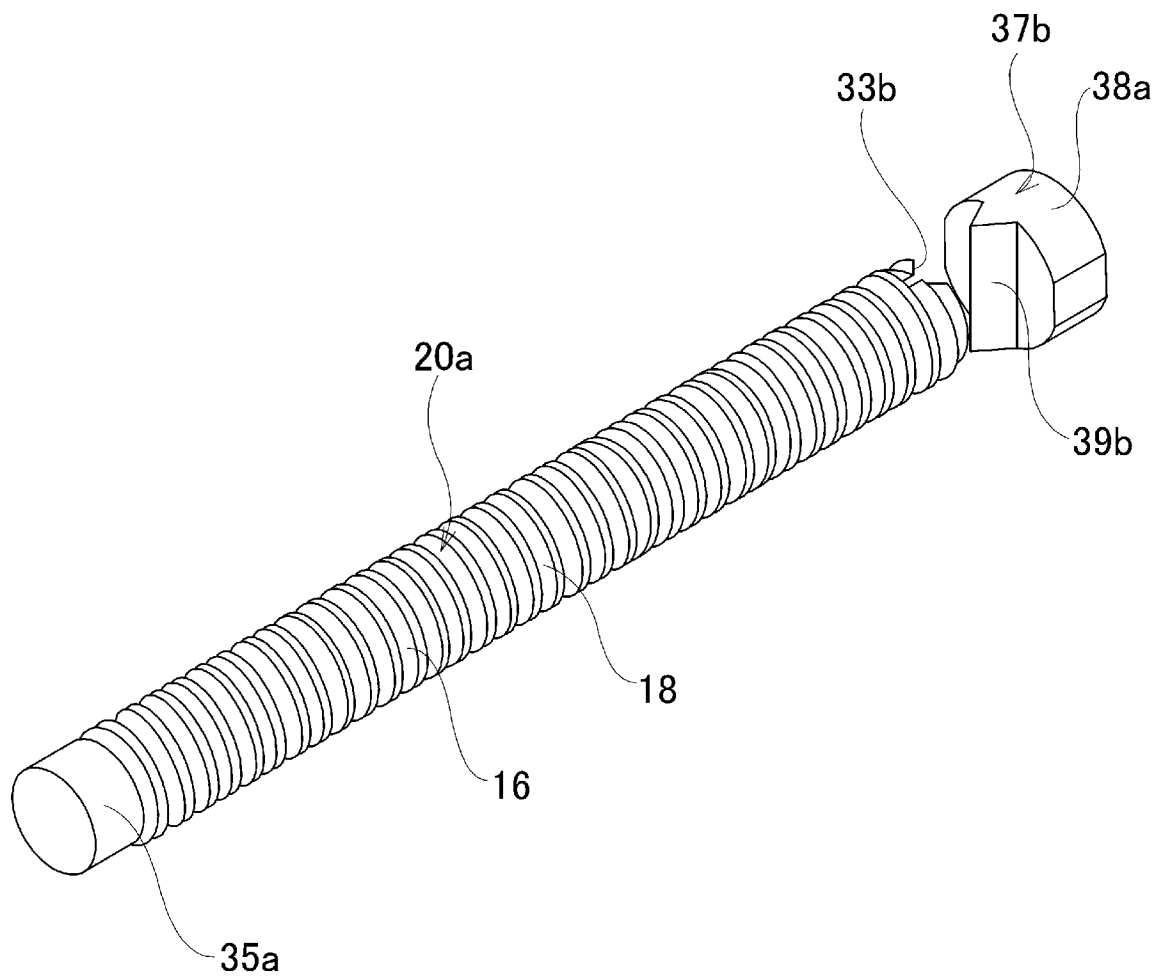
[図7]



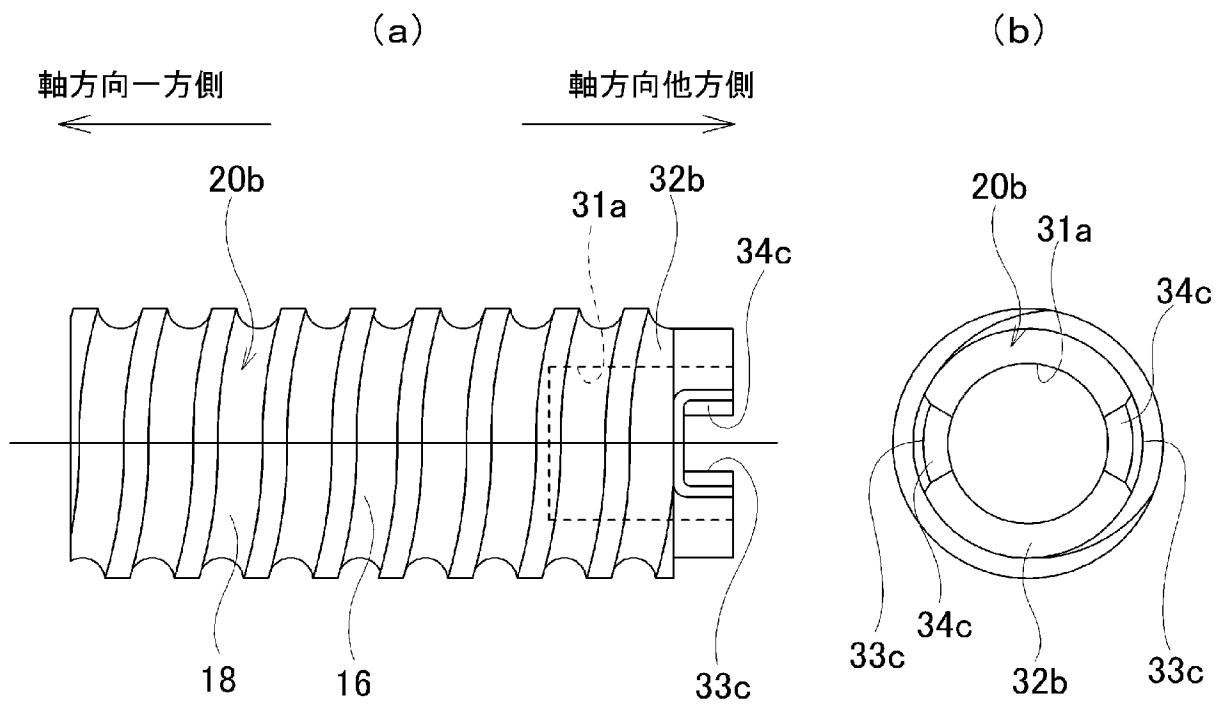
[図8]



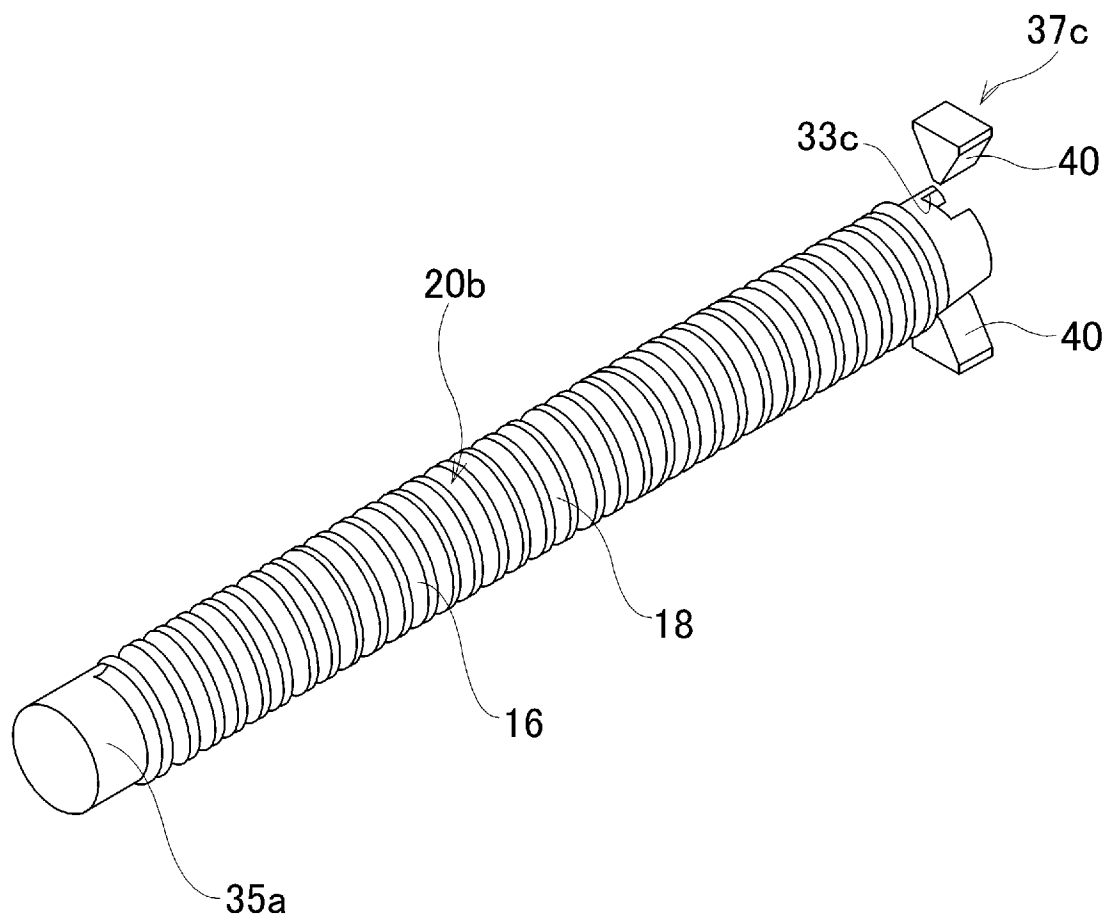
[図9]



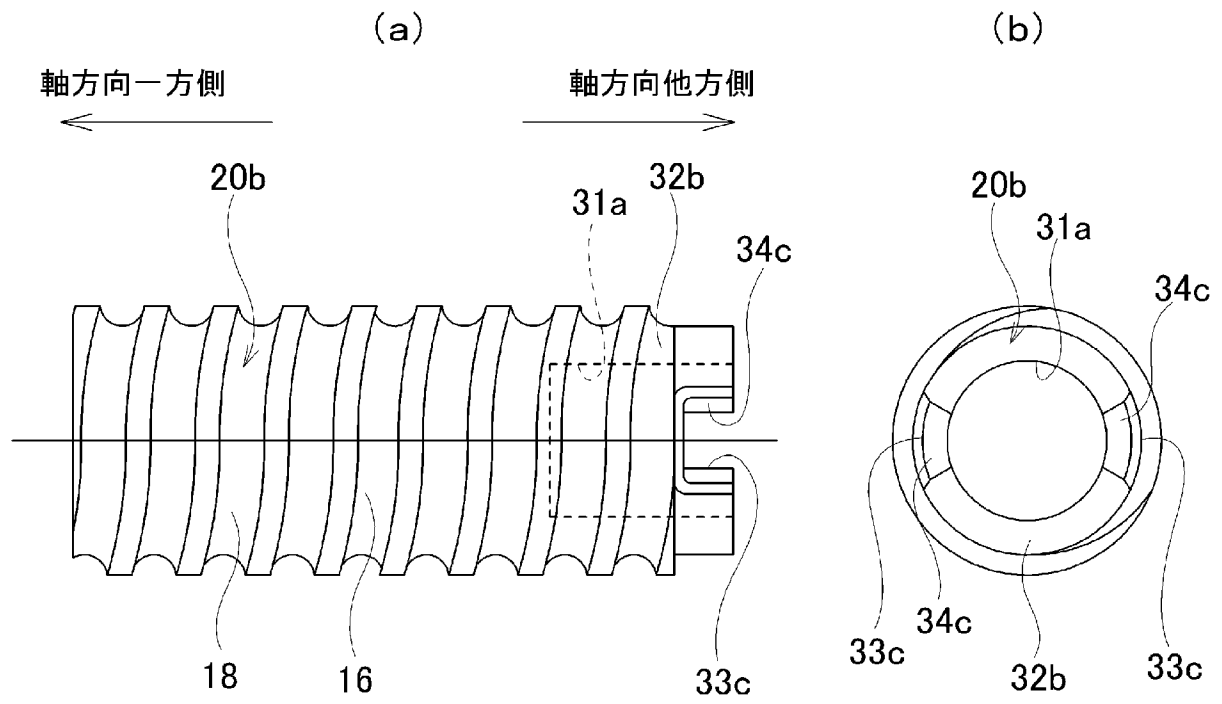
[図10]



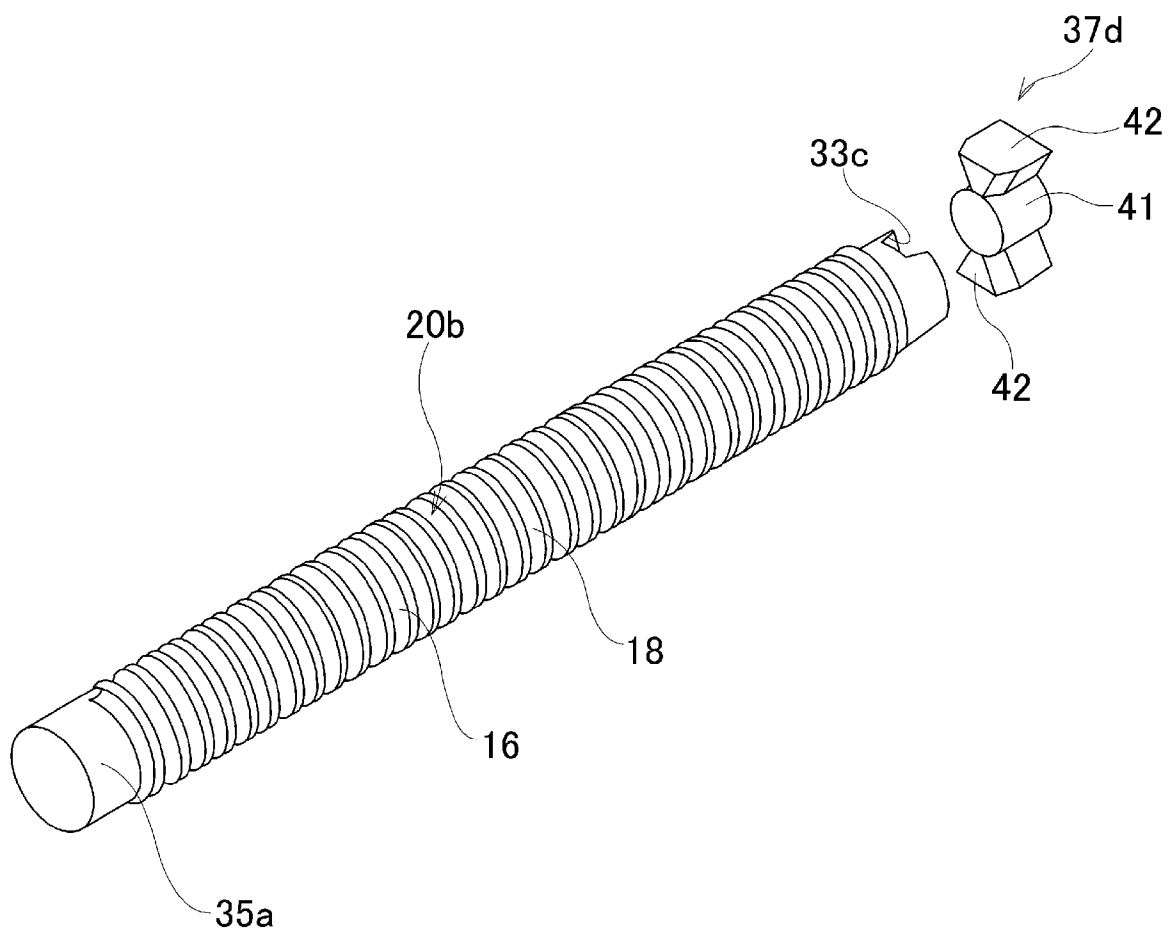
[図11]



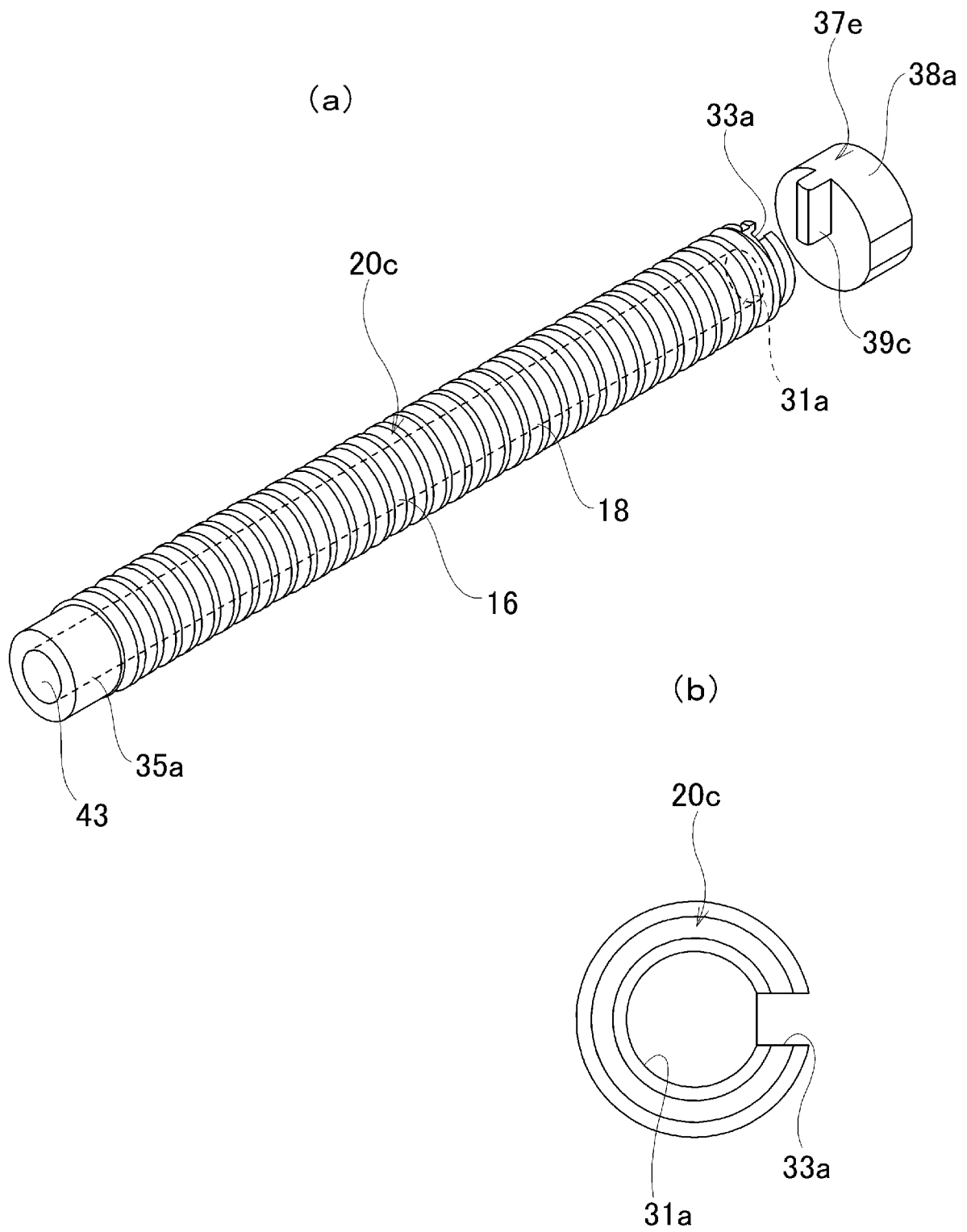
[図12]



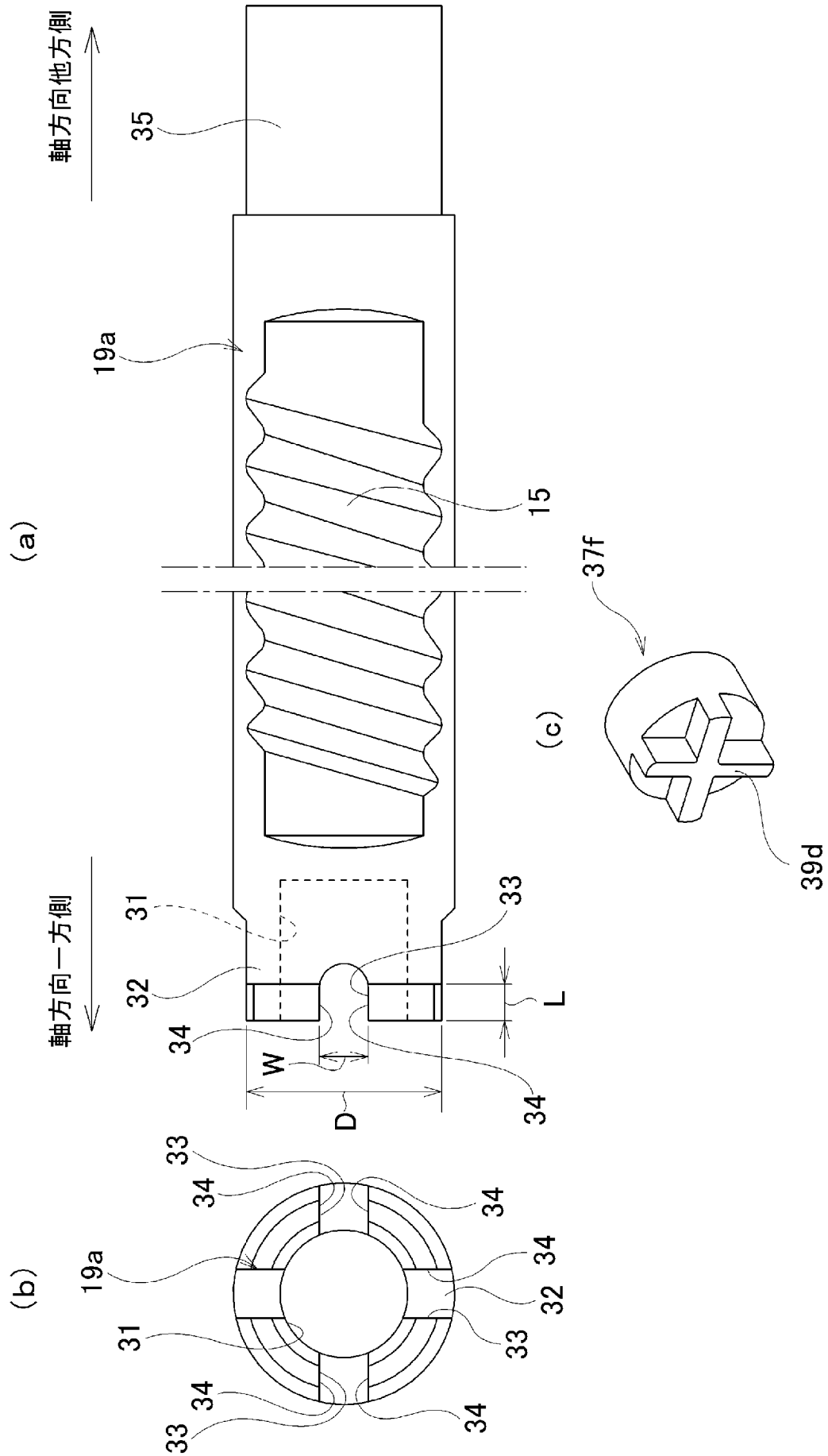
[図13]



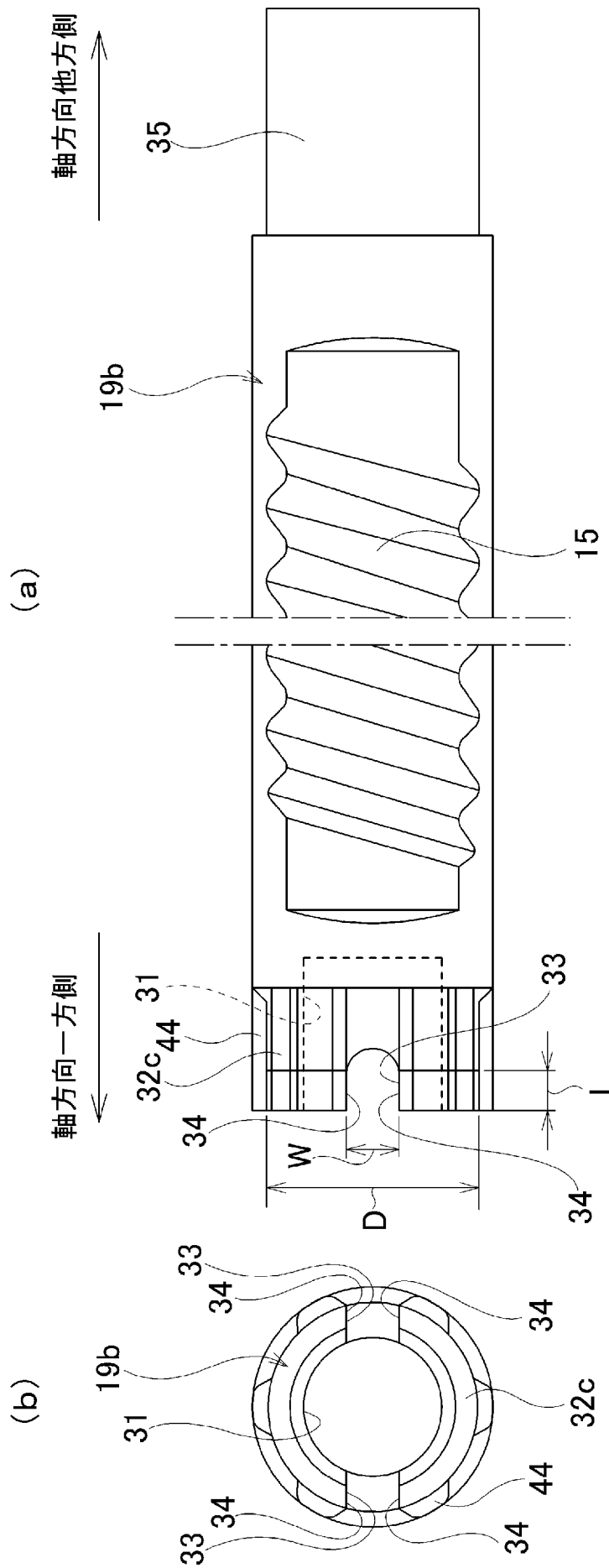
[図14]



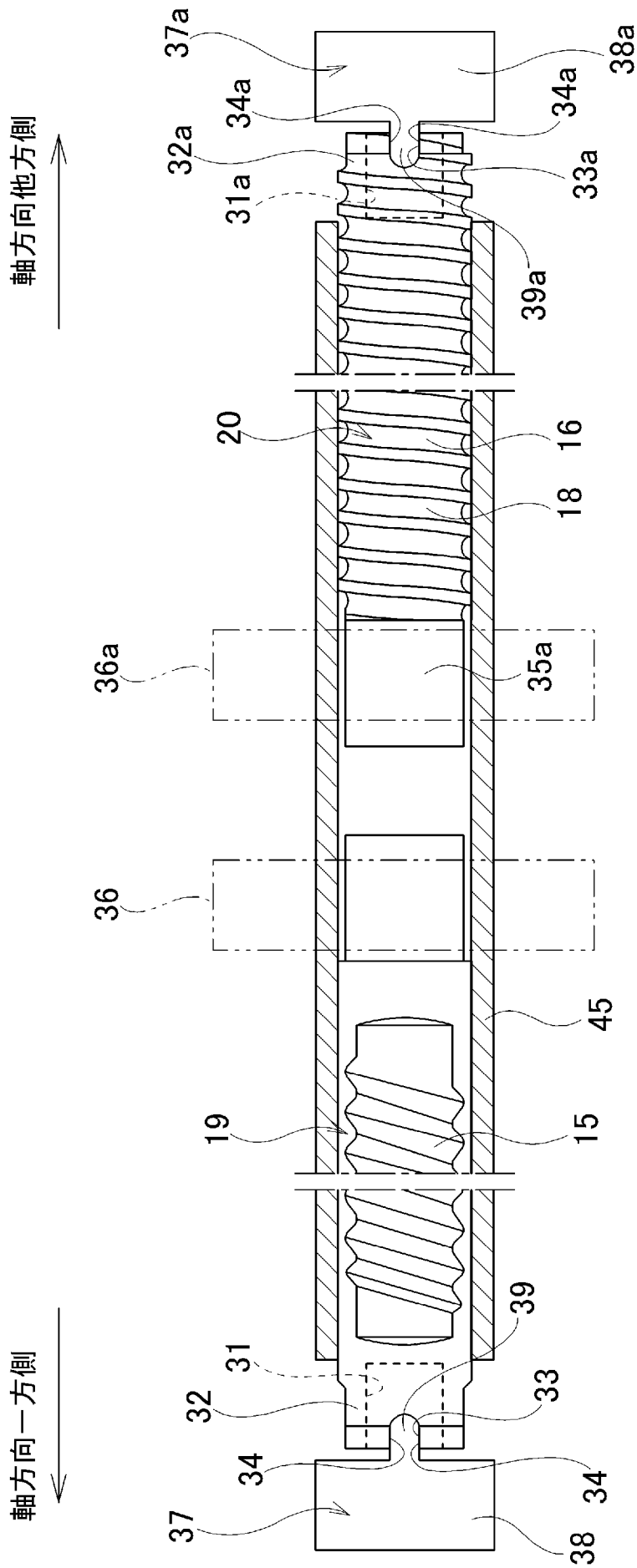
[図15]



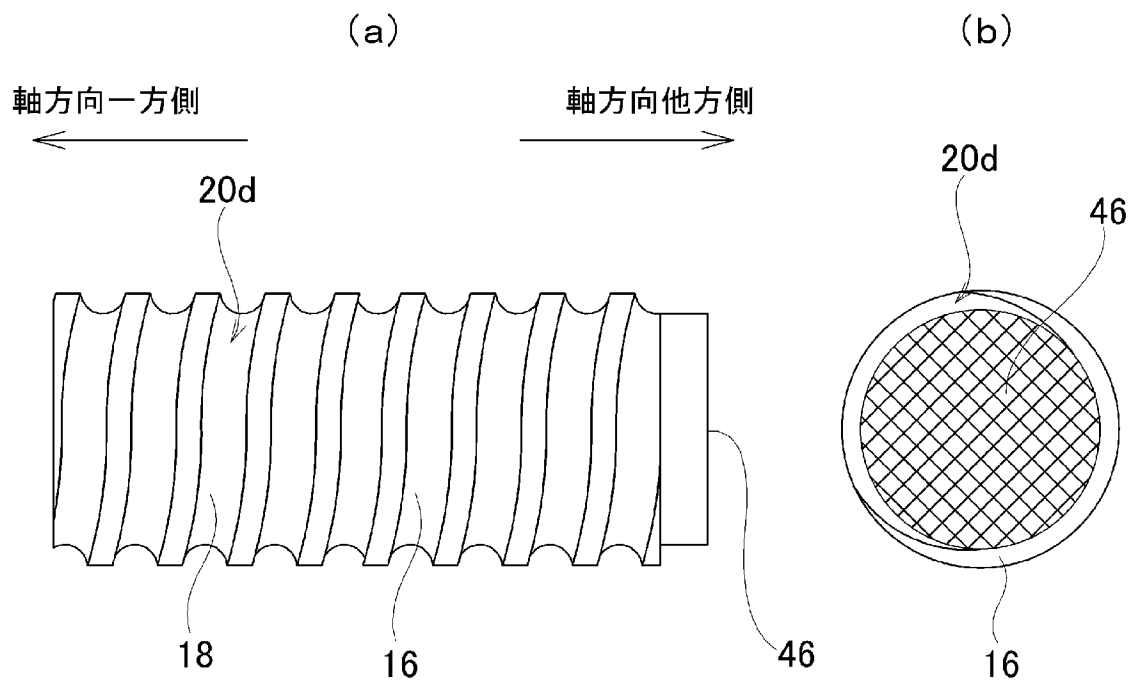
[図16]



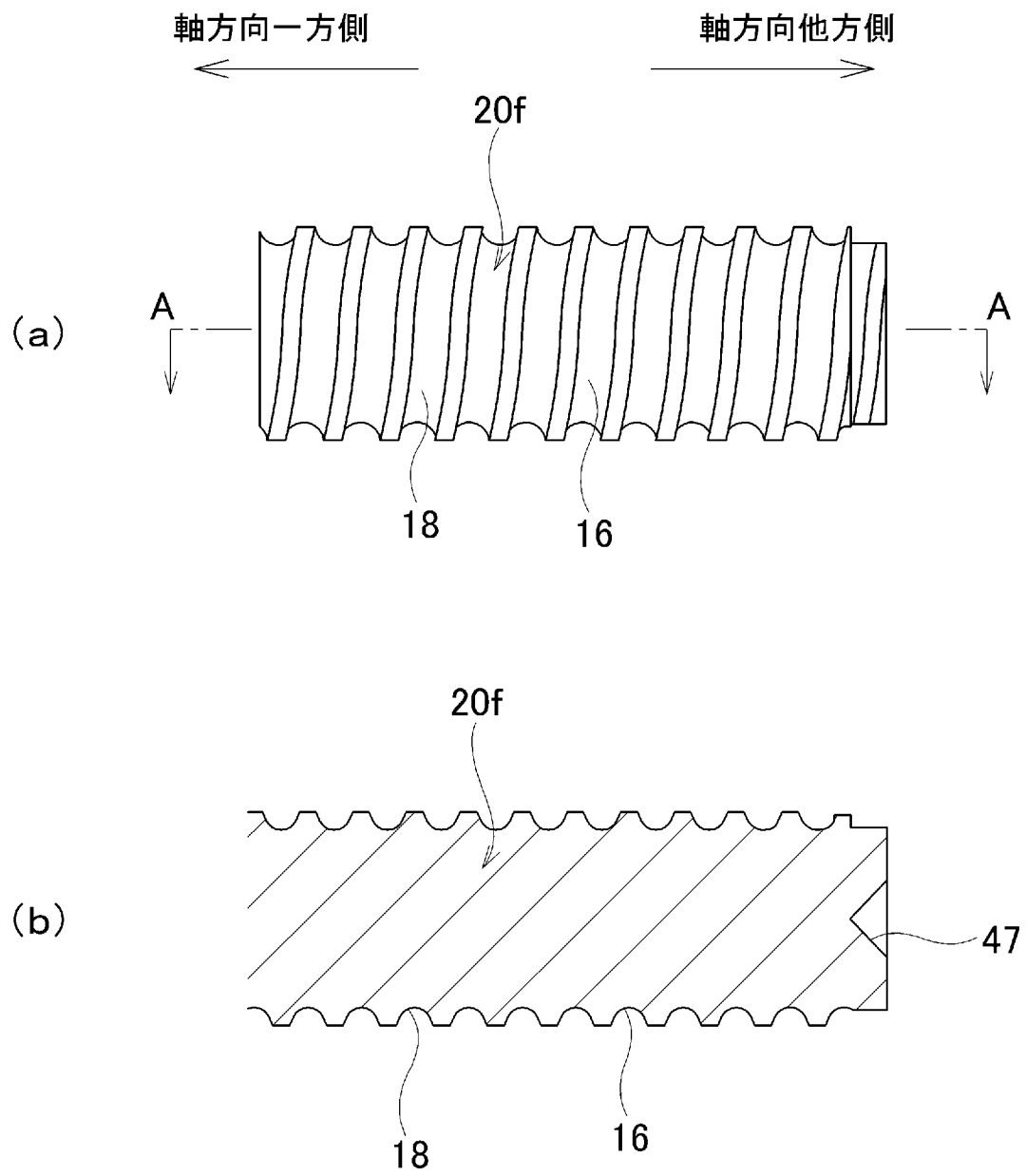
[図17]



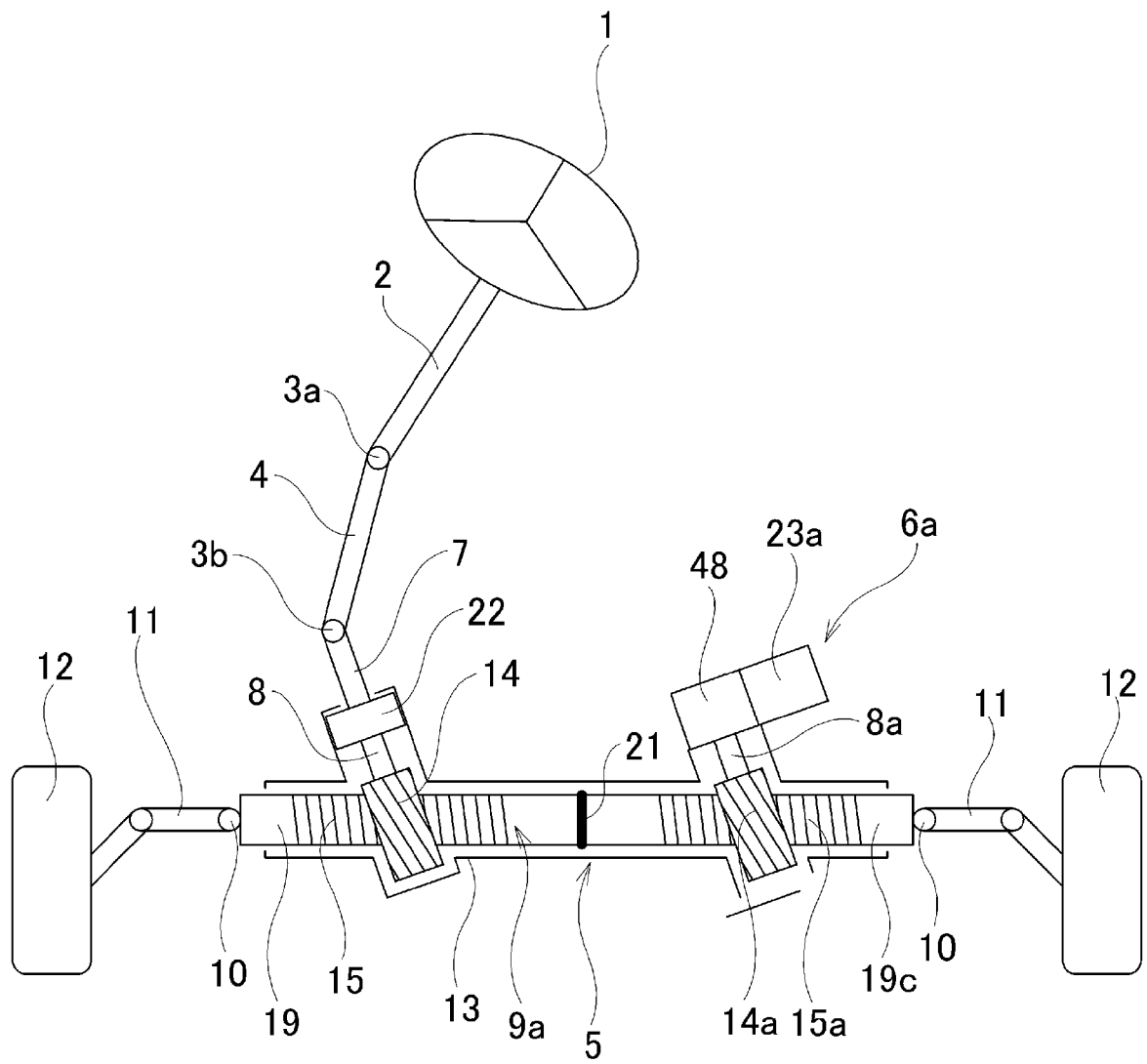
[図18]



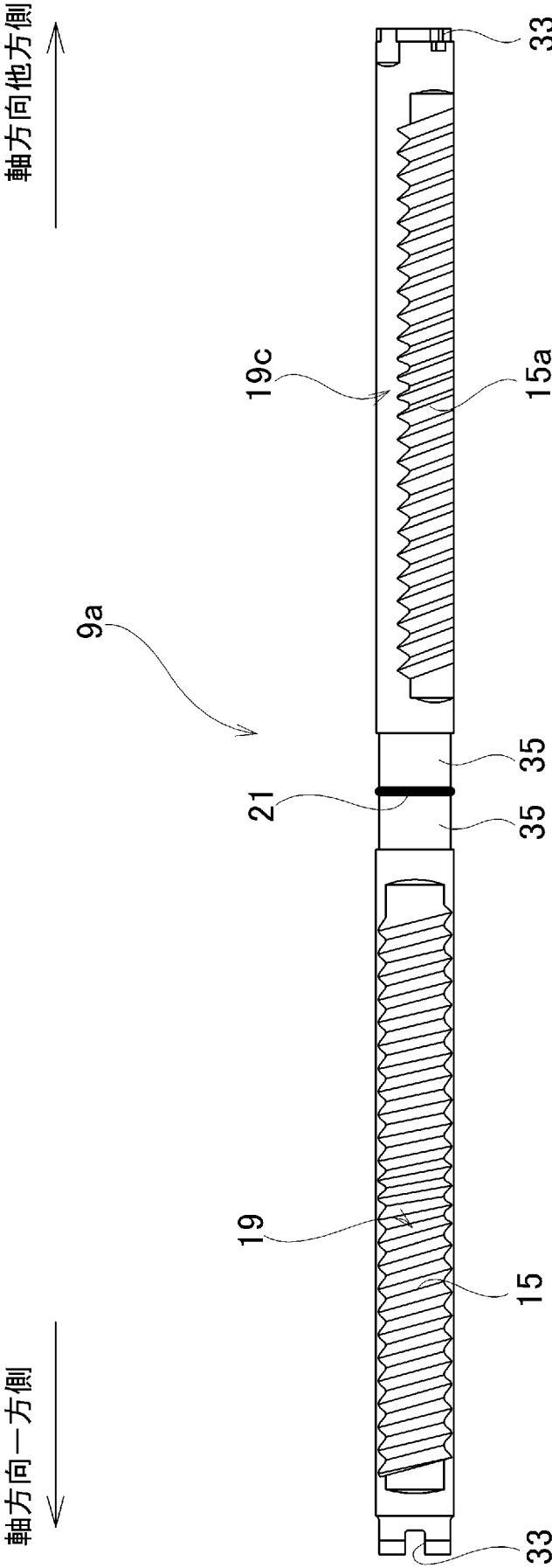
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004935

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 20/12 (2006.01) i; F16H 19/04 (2006.01) i; F16H 25/20 (2006.01) i; F16H 25/22 (2006.01) i; F16H 25/24 (2006.01) i; B62D 3/12 (2006.01) i; B62D 5/04 (2006.01) i

FI: F16H19/04 D; B62D3/12 503Z; B62D5/04; F16H25/20 E; F16H25/22 Z; F16H25/24 A; B23K20/12 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)

B23K20/12; F16H19/04; F16H25/20; F16H25/22; F16H25/24; B62D3/12; B62D5/04

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2014-124767 A (NETUREN CO., LTD.) 07.07.2014 (2014-07-07) paragraphs [0015]-[0034], fig. 1-11	1-29
Y	JP 2002-224854 A (IZUMI MACHINE MANUFACTURING CO., LTD.) 13.08.2002 (2002-08-13) paragraphs [0005]-[0016], fig. 1-9	1-29
Y	JP 53-124151 A (NTN TOYO BEARING CO., LTD.) 30.10.1978 (1978-10-30) page 2, upper left column, line 8 to upper right column, line 13, fig. 4-5	1-29
Y	JP 2005-985 A (ISUZU MOTORS LTD.) 06.01.2005 (2005-01-06) paragraphs [0015]-[0021], fig. 1-6	1-29
Y	JP 2005-247163 A (NTN CORPORATION) 15.09.2005 (2005-09-15) paragraphs [0020]-[0028], fig. 1-2	18-29



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

"I" 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 March 2020 (10.03.2020)

Date of mailing of the international search report
24 March 2020 (24.03.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004935

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-46803 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS STEERING, LTD.) 17.03.2014 (2014-03-17)	1-29
A	JP 2017-82812 A (NETUREN CO., LTD.) 18.05.2017 (2017-05-18)	1-29

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/004935

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2014-124767 A	07 Jul. 2014	US 2016/0271726 A1 paragraphs [0022]- [0042], fig. 1-11 US 2017/0100796 A1 WO 2014/104410 A1 DE 202013012638 U1 CN 104903043 A	
JP 2002-224854 A	13 Aug. 2002	(Family: none)	
JP 53-124151 A	30 Oct. 1978	(Family: none)	
JP 2005-985 A	06 Jan. 2005	(Family: none)	
JP 2005-247163 A	15 Sep. 2005	(Family: none)	
JP 2014-46803 A	17 Mar. 2014	US 9139221 B2 US 2014/0060956 A1 DE 102013007072 A1 CN 103661570 A	
JP 2017-82812 A	18 May 2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 20/12(2006.01)i; F16H 19/04(2006.01)i; F16H 25/20(2006.01)i; F16H 25/22(2006.01)i; F16H 25/24(2006.01)i; B62D 3/12(2006.01)i; B62D 5/04(2006.01)i FI: F16H19/04 D; B62D3/12 503Z; B62D5/04; F16H25/20 E; F16H25/22 Z; F16H25/24 A; B23K20/12 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）） B23K20/12; F16H19/04; F16H25/20; F16H25/22; F16H25/24; B62D3/12; B62D5/04		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 2014-124767 A（高周波熱練株式会社）07.07.2014（2014-07-07） [0015]-[0034], 図1-11	1-29
Y	JP 2002-224854 A（イヅミ工業株式会社）13.08.2002（2002-08-13） [0005]-[0016], 図1-9	1-29
Y	JP 53-124151 A（エヌ・テー・エヌ東洋ベアリング株式会社）30.10.1978（1978-10-30） 第2ページ左上欄第8行-右上欄第13行, 第4-5図	1-29
Y	JP 2005-985 A（いすゞ自動車株式会社）06.01.2005（2005-01-06） [0015]-[0021], 図1-6	1-29
Y	JP 2005-247163 A（NTN株式会社）15.09.2005（2005-09-15） [0020]-[0028], 図1-2	18-29
A	JP 2014-46803 A（日立オートモティブシステムズステアリング株式会社） 17.03.2014（2014-03-17）	1-29
A	JP 2017-82812 A（高周波熱練株式会社）18.05.2017（2017-05-18）	1-29
☐ 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 10.03.2020		国際調査報告の発送日 24.03.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 小川 克久 3J 3931 電話番号 03-3581-1101 内線 3328

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/004935

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2014-124767	A	07.07.2014	US 2016/0271726 A1 [0022]-[0042], 図1-11 US 2017/0100796 A1 WO 2014/104410 A1 DE 202013012638 U1 CN 104903043 A	
JP	2002-224854	A	13.08.2002	(ファミリーなし)	
JP	53-124151	A	30.10.1978	(ファミリーなし)	
JP	2005-985	A	06.01.2005	(ファミリーなし)	
JP	2005-247163	A	15.09.2005	(ファミリーなし)	
JP	2014-46803	A	17.03.2014	US 9139221 B2 US 2014/0060956 A1 DE 102013007072 A1 CN 103661570 A	
JP	2017-82812	A	18.05.2017	(ファミリーなし)	