

(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4月21日(21.04.2022)



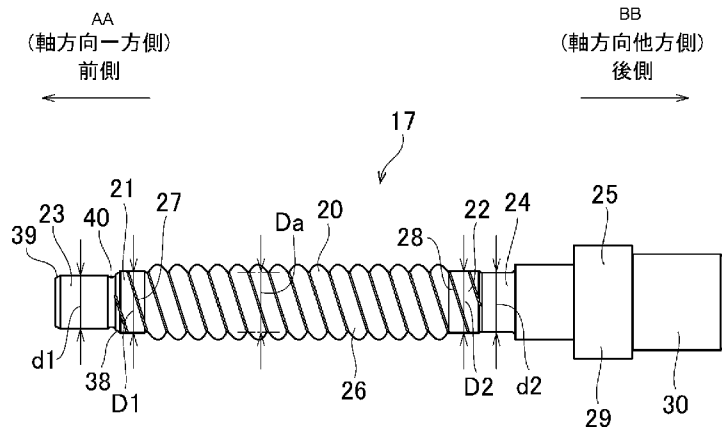
(10) 国際公開番号

WO 2022/080331 A1

- (51) 国際特許分類:
B62D 1/181 (2006.01) *F16H 25/24* (2006.01)
B21H 3/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/037632
- (22) 国際出願日: 2021年10月11日(11.10.2021)
- (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 2020-172548 2020年10月13日(13.10.2020) 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: 齋藤 猛志 (SAITO Takeshi); 〒3710853 群馬県前橋市総社町一丁目8番1号 日本精工株式会社内 Gunma (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所 (EIKOH PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10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, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: SCREW SHAFT AND METHOD FOR PRODUCING SAME, AND ELECTRIC POSITION-ADJUSTING DEVICE FOR STEERING WHEEL

(54) 発明の名称: ねじ軸およびその製造方法、並びに、ステアリングホイールの電動位置調節装置



AA (One side in axial direction) front side
BB (Other side in axial direction) rear side

(57) Abstract: Provided is a screw shaft which sufficiently ensures the accuracy of the shape of a male-side screw section. A screw shaft (17) is equipped with a large-diameter shaft section (20), medium-diameter shaft sections (21), (22), and small-diameter shaft sections (23), (24). The large-diameter shaft section (20) has a male-side screw section (26) which spans the entire length of the outer-circumferential surface in the axial direction thereof. The medium-diameter shaft sections (21), (22) are positioned next to the large-diameter shaft section (20) in the axial direction, and have a smaller

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))

outer diameter than does the large-diameter shaft section (20). The small-diameter shaft sections (23), (24) are positioned next to the medium-diameter shaft sections (21), (22) on the sides thereof opposite the large-diameter shaft section (20) in the axial direction, have a smaller outer diameter than do the medium-diameter shaft sections (21), (22), and do not have spiral-shaped thread-rolling marks in the outer-circumferential surface thereof.

(57) 要約：雄側ねじ部の形状精度が十分に確保されているねじ軸を提供する。ねじ軸（17）は、大径軸部（20）と、中径軸部（21）、（22）と、小径軸部（23）、（24）とを備える。大径軸部（20）は、外周面に軸方向全長にわたり雄側ねじ部（26）を有する。中径軸部（21）、（22）は、大径軸部（20）の軸方向に隣接して配置され、大径軸部（20）の外径よりも小さい外径を有する。小径軸部（23）、（24）は、中径軸部（21）、（22）に対し、軸方向に関して大径軸部（20）と反対側に隣接して配置され、中径軸部（21）、（22）の外径よりも小さい外径を有し、かつ、外周面に、螺旋状の転造痕を有しない。

明 細 書

発明の名称：

ねじ軸およびその製造方法、並びに、ステアリングホイールの電動位置調節装置

技術分野

[0001] 本発明は、各種機械装置に組み込まれる送りねじ機構を構成するねじ軸とその製造方法、並びに、電動モータおよび送りねじ機構を備えるステアリングホイールの電動位置調節装置に関する。

背景技術

[0002] 電動モータを駆動源としてステアリングホイールの前後位置や高さ位置の調節を可能とする、ステアリングホイールの電動位置調節装置が、従来から各種知られている（たとえば、日本国特開２００５－１９９７６０号公報（特許文献１）、日本国特開２００６－３２１４８４号公報（特許文献２）、日本国特開２０１５－２２７１６６号公報（特許文献３）参照）。

[0003] このようなステアリングホイールの電動位置調節装置を含む各種機械装置に組み込まれ、駆動源の回転運動を直線運動に変換する機構として、送りねじ機構が広く普及している。送りねじ機構は、外周面に雄側ねじ部を有するねじ軸と、内周面に雌側ねじ部を有するナットとを備える。

[0004] 送りねじ機構には、滑りねじ式の送りねじ機構およびボールねじ式の送りねじ機構がある。滑りねじ式の送りねじ機構では、ねじ軸の雄側ねじ部とナットの雌側ねじ部とが螺合する。ボールねじ式の送りねじ機構では、ねじ軸の雄側ねじ部は雄ねじ溝を構成し、ナットの雌側ねじ部が雌ねじ溝を構成し、雄ねじ溝と雌ねじ溝との間に複数個のボールが配置される。

[0005] いずれの送りねじ機構においても、ねじ軸の雄側ねじ部は、転造加工によって形成することができる。雄側ねじ部の転造加工では、複数個の転造ダイス同士の間で、ねじ軸の中間素材であるワークを転がしながら、これらの転造ダイスによってワークの外周面を塑性変形させることにより、雄側ねじ部

が形成される。

[0006] 雄側ねじ部の転造加工の方式には、たとえば、日本国特開平9-225573号公報（特許文献4）に記載されたスルーフィード方式や、日本国特開2008-281142号公報（特許文献5）に記載されたインフィード方式などの各種の方式がある。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：日本国特開2005-199760号公報
特許文献2：日本国特開2006-321484号公報
特許文献3：日本国特開2015-227166号公報
特許文献4：日本国特開平9-225573号公報
特許文献5：日本国特開2008-281142号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 図11～図13を参照しつつ、スルーフィード方式の転造加工の具体例について説明する。本具体例では、図11（a）および図11（b）に示すように、ワーク100に対し、1対の転造ダイス101を用いて、スルーフィード方式の転造加工を施す。これにより、雄側ねじ部102を形成することで、該雄側ねじ部102を備えたねじ軸103を得る。

[0009] なお、本具体例に関する以下の説明中、特に断る場合を除き、軸方向は、ワーク100およびねじ軸103の軸方向を意味し、軸方向一方側は、図11（a）および図11（b）の左側であり、軸方向他方側は、図11（a）および図11（b）の右側である。

[0010] ねじ軸103は、ボールねじ式の送りねじ機構を構成するねじ軸である。ねじ軸103は、ねじ軸部104と、基端側軸部105とを備える。ねじ軸部104は、ねじ軸103の軸方向一方側の端部から軸方向他方側の端部寄り部までの部分に存在する。ねじ軸部104は、外周面に、螺旋状の雄側ね

じ部（雄ねじ溝）１０２を有する。基端側軸部１０５は、ねじ軸１０３の軸方向他方側の端部に存在する。すなわち、基端側軸部１０５は、ねじ軸部１０４の軸方向他方側に隣接して配置されている。基端側軸部１０５は、円柱状に構成されており、ねじ軸部１０４の外径よりも大きい外径を有する。

[0011] ワーク１００は、転造加工を施されてねじ軸部１０４となる、転造用大径軸部１０６および転造用小径軸部１０７と、転造加工を施されない基端側軸部１０５とを備える。転造用大径軸部１０６は、円柱状に構成されており、基端側軸部１０５の外径よりも小さい外径を有する。転造用小径軸部１０７は、転造用大径軸部１０６の軸方向他方側に隣接して配置されている。転造用小径軸部１０７は、円柱状に構成されており、転造用大径軸部１０６の軸方向長さよりも大幅に小さい軸方向長さを有し、かつ、転造用大径軸部１０６の外径よりも小さい外径を有する。基端側軸部１０５は、転造用小径軸部１０７の軸方向他方側に隣接して配置されている。

[0012] １対の転造ダイス１０１は、それぞれが短円柱形状を有する丸ダイスであり、互いの外周面同士を対向させている。転造ダイス１０１のそれぞれは、外周面に、螺旋状の転造歯１０８を有し、かつ、転造歯１０８の軸方向両側に隣接する箇所のそれぞれに、面取り部１０９を有する。面取り部１０９のそれぞれは、径方向外側に向かうにしたがって転造ダイス１０１の軸方向中央側に向かう方向に傾斜した傾斜面（円すい面）により構成されている。図１２に拡大して示すように、面取り部１０９の小径側端部の直径は、転造歯１０８の歯底円の直径にほぼ等しい。なお、面取り部１０９は、転造加工を行う際の応力集中を緩和するために設けられている。

[0013] ワーク１００に対し、１対の転造ダイス１０１を用いて、スルーフィード方式の転造加工を施す際には、図１１（ａ）に示すように、１対の転造ダイス１０１の外周面（転造ダイス１０１のそれぞれの転造歯１０８の歯先円）同士の間隔を一定に保ちつつ、１対の転造ダイス１０１を互いに同方向に回転させる。この際に、１対の転造ダイス１０１の外周面同士の間隔は、転造用大径軸部１０６および転造用小径軸部１０７のそれぞれの外径よりも小さ

くしておく。

[0014] この状態で、１対の転造ダイス１０１の外周面同士の間、ワーク１００を軸方向一方側の端部から差し込む。すると、１対の転造ダイス１０１の転造歯１０８が、ワーク１００の軸方向一方側の端部の外周面に切り込まれ、ワーク１００が１対の転造ダイス１０１と逆方向に回転し、雄側ねじ部１０２を形成するための転造加工が始まる。このとき、１対の転造ダイス１０１の転造歯１０８と、ワーク１００に形成される雄側ねじ部との間に生じるリード角誤差に基づいて、ワーク１００が１対の転造ダイス１０１に対して軸方向一方側に移動する現象である、歩みが発生する。このため、転造加工が自動的に進行する。

[0015] すなわち、ワーク１００が１対の転造ダイス１０１に対して軸方向一方側に移動しながら、１対の転造ダイス１０１の転造歯１０８によって、被加工部である転造用大径軸部１０６および転造用小径軸部１０７が順次塑性変形させられる。これにより、図１１（ｂ）に示すように、雄側ねじ部１０２が形成される。なお、図１３（ａ）は、図１１（ｂ）の部分拡大図である。そして、このように雄側ねじ部１０２が形成された時点で、１対の転造ダイス１０１を径方向に関して互いに離れる方向に退避させることで、転造加工を終了する。

[0016] なお、本具体例では、日本国特開平９－２２５５７３号公報に記載されたワークと同様、ワーク１００の被加工部の軸方向他方側の端部に、転造用大径軸部１０６の外径よりも小さい外径を有する転造用小径軸部１０７が存在する。このため、転造加工により流動する転造用大径軸部１０６の肉を、転造用小径軸部１０７に逃がすことができる。その結果、雄側ねじ部１０２の軸方向他方側の端部の外径を十分に確保しつつ、雄側ねじ部１０２の軸方向他方側の端部が軸方向一方側に隣接する部分に比べて径方向外側に盛り上がることを防止しやすい。

[0017] しかしながら、上述したような転造加工を行う際には、以下のような問題を生じる可能性がある。すなわち、上述したような転造加工を行う際には、

1 対の転造ダイス 101 の転造歯 108 だけでなく、1 対の転造ダイス 101 のそれぞれの軸方向他方側の端部に位置する面取り部 109 によっても、ワーク 100 の被加工部に対して転造加工が施される。

[0018] 転造加工を行う際には、1 対の転造ダイス 101 のそれぞれの軸方向他方側の面取り部 109 を構成する傾斜面が、ワーク 100 の被加工部に乗り上がる。そして、ワーク 100 の被加工部のうち傾斜面が乗り上がった部分に、径方向に関して内側に向き、かつ、軸方向に関して他方側に向いた、大きな荷重が作用する。なお、このような荷重の径方向成分の反力として、転造ダイス 101 には、該転造ダイス 101 が被加工部から逃げる方向の荷重、すなわち、径方向外側に向いた荷重が作用する。面取り部 109 を構成する傾斜面が、ワーク 100 の被加工部に乗り上がる結果、ワーク 100 の被加工部のうち傾斜面が乗り上がった部分を起点に、ワーク 100 に過大な伸びや振れが発生する可能性がある。これに伴い、雄側ねじ部 102 の歯形誤差、歯筋誤差、ねじピッチ誤差などの形状誤差が生じ、雄側ねじ部 102 の形状精度が低くなる可能性がある。さらに言えば、一般に、雄側ねじ部 102 の転造加工では、加工時に発生する軸の伸びや非常に高い軸推力に起因して、被加工部の外周面や軸方向端部に径方向のバリや膨らみが形成されるという問題が生じる。特に、転造ダイス 101 の面取り部 109 が乗り上がる部分では偏ったねじ推力が一点に集中することで、雄側ねじ部 102 の形状精度の悪化を招きやすい。

[0019] さらに、図 11 (b)、図 13 (a) および図 13 (b) に示した転造加工の最終段階では、雄側ねじ部 102 の軸方向他方側の端部において、軸方向他方側に向けて押された肉が逃げられず、その肉の一部 (図 13 (b) の β 部) に面取り部 109 を構成する傾斜面が乗り上がる。これにより、傾斜面に押された肉が基端側軸部 105 の軸方向一方側の端面を強く押圧して変形させ、雄側ねじ部 102 に比較的大きなピッチずれなどが生じる。したがって、転造加工の最終段階において、雄側ねじ部 102 の形状誤差が特に悪化しやすい。また、雄側ねじ部 102 の軸方向他方側の端部に、径方向のバ

りや膨らみが形成され、これらのバリや膨らみが、ナットの雌側ねじ部と干渉する程度にまで大きくなった場合には、雄側ねじ部 102 の軸方向他方側の端部の周囲にまでナットを軸方向移動させることができなくなり、その分、送りねじ機構の作動ストロークが短くなる。

[0020] 上述したような不都合、すなわち、転造加工を行う際に、転造ダイスの面取り部を構成する傾斜面がワークの被加工部に乗り上がることに基づいて、雄側ねじ部の形状精度が低くなる可能性があるといった不都合は、スルーフ方式の転造加工に限らず、インフィード方式などの他の方式の転造加工を行う際にも、同様にして発生する。

[0021] 本発明の目的は、雄側ねじ部の形状精度が十分に確保されているねじ軸およびその製造方法、並びに、電動モータおよび送りねじ機構を備え、該送りねじ機構の作動性能が十分に確保されているステアリングホイールの電動位置調節装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0022] 本発明の一態様のねじ軸は、大径軸部と、前記大径軸部の軸方向両端側に隣接して配置された中径軸部と、を有する。

前記大径軸部は、外周面に軸方向全長にわたり雄側ねじ部を有する。

前記中径軸部は、前記大径軸部の外径よりも小さい外径を有し、かつ、外周面に、前記雄側ねじ部の溝底線である螺旋曲線の延長線と同位相となる螺旋状の転造痕を有する。

[0023] 本発明の一態様のねじ軸では、前記中径軸部の外径は、前記雄側ねじ部の溝底径（谷径、溝底円の直径）の 0.93 倍以上 1.07 倍以下である。

[0024] 本発明の一態様のねじ軸は、大径軸部と、中径軸部と、小径軸部とを備える。

前記大径軸部は、外周面に軸方向全長にわたり雄側ねじ部を有する。

前記中径軸部は、前記大径軸部の軸方向に隣接して配置され、該大径軸部の外径よりも小さい外径を有する。

前記小径軸部は、前記中径軸部に対し、軸方向に関して前記大径軸部と反

対側に隣接して配置され、前記中径軸部の外径よりも小さい外径を有し、かつ、外周面に、螺旋状の転造痕を有しない。

[0025] 本発明の一態様のねじ軸では、前記中径軸部は、外周面に、前記雄側ねじ部の溝底線である螺旋曲線の延長線と同位相となる螺旋状の転造痕を有する。

[0026] 本発明の一態様のねじ軸では、前記小径軸部に対し、軸方向に関して前記大径軸部と反対側に隣接して配置され、前記中径軸部の外径よりも大きい外径を有する隣接軸部を備える。

[0027] 本発明の一態様のねじ軸では、前記中径軸部の外径は、前記雄側ねじ部の溝底径（谷径、溝底円の直径）の0.93倍以上1.07倍以下である。

[0028] 本発明の一態様のねじ軸では、前記小径軸部の外径は、前記雄側ねじ部の溝底径の0.9倍以上1.0倍未満である。

[0029] 本発明の一態様のねじ軸では、前記中径軸部は、前記大径軸部の軸方向一方側に配置される第1の中径軸部と、前記大径軸部の軸方向他方側に配置される第2の中径軸部とにより構成され、

前記小径軸部は、前記第1の中径軸部の軸方向一方側に配置される第1の小径軸部と、前記第2の中径軸部の軸方向他方側に配置される第2の小径軸部とにより構成される。

[0030] 本発明の一態様のねじ軸では、該ねじ軸が、ステアリングホイールの電動位置調節装置に組み込まれることができる。

[0031] 本発明の一態様のねじ軸の製造方法は、転造用大径軸部と、前記転造用大径軸部の軸方向両端側に隣接して配置され、前記転造用大径軸部の外径よりも小さい外径を有する転造用中径軸部と、を備えたワークに対し、前記転造用大径軸部の外周面に軸方向全長にわたり雄側ねじ部を形成するために、複数の転造ダイスを用いて前記ワークに歩みが生じる転造加工を施す工程を備える。

前記ワークに対し前記転造加工を施す工程において、前記転造ダイスにより、前記転造用中径軸部の外周面に螺旋状の転造痕を形成するとともに、前

記転造用大径軸部の外周面に雄側ねじ部を形成するための転造加工を施す。

[0032] 本発明の一態様のねじ軸の製造方法では、前記転造用中径軸部の外径を、前記転造用大径軸部の外周面に形成すべき雄側ねじ部の溝底径の0.93倍以上1.07倍以下とする。

[0033] 本発明の一態様のねじ軸の製造方法は、転造用大径軸部と、前記転造用大径軸部の軸方向に隣接して配置され、前記転造用大径軸部の外径よりも小さい外径を有する転造用中径軸部と、前記転造用中径軸部に対し、軸方向に関して前記転造用大径軸部と反対側に隣接して配置され、前記転造用中径軸部の外径よりも小さい外径を有する小径軸部と、を備えたワークに対し、前記転造用大径軸部の外周面に軸方向全長にわたり雄側ねじ部を形成するために、複数の転造ダイスを用いて前記ワークに歩みが生じる転造加工を施す工程を備える。

前記ワークに対し前記転造加工を施す工程において、前記転造ダイスにより、前記転造用大径軸部の外周面に雄側ねじ部を形成するための転造加工を施し、かつ、前記転造ダイスを前記小径軸部の外周面に接触させない。

[0034] 本発明の一態様のねじ軸の製造方法では、前記ワークに対し前記転造加工を施す工程において、前記転造用中径軸部の外周面に螺旋状の転造痕を形成する。

[0035] 本発明の一態様のねじ軸の製造方法では、前記ワークとして、前記小径軸部に対し、軸方向に関して前記転造用大径軸部と反対側に隣接して配置され、前記転造用中径軸部の外径よりも大きい外径を有する隣接軸部を備えたワークを用いる。

[0036] 本発明の一態様のねじ軸の製造方法では、前記転造用中径軸部の外径を、前記転造用大径軸部の外周面に形成すべき雄側ねじ部の溝底径の0.93倍以上1.07倍以下とし、前記小径軸部の外径を、前記雄側ねじ部の溝底径の0.9倍以上1.0倍未満とする。

[0037] 本発明の一態様のねじ軸の製造方法では、前記転造ダイスのそれぞれとして、外周面の軸方向端部に面取り部を有する転造ダイスを用いる。

また、前記ワークに対し前記転造加工を施す工程において、前記面取り部が前記小径軸部の外周面に対向した状態を維持する。

[0038] 本発明の一態様のねじ軸の製造方法では、前記ワークとして、前記転造用中径軸部が、前記転造用大径軸部の軸方向一方側に配置される第1の転造用中径軸部と、前記転造用大径軸部の軸方向他方側に配置される第2の転造用中径軸部とにより構成され、かつ、前記小径軸部が、前記第1の転造用中径軸部の軸方向一方側に配置される第1の小径軸部と、前記第2の転造用中径軸部の軸方向他方側に配置される第2の小径軸部とにより構成されワークを用いる。

[0039] 本発明の一態様のねじ軸の製造方法では、前記ねじ軸として、ステアリングホイールの電動位置調節装置に組み込まれるねじ軸を適用する。

[0040] 本発明の一態様のステアリングホイールの電動位置調節装置は、電動モータと、送りねじ機構と、操舵部品とを備える。

前記送りねじ機構は、外周面に雄側ねじ部を有するねじ軸と、前記雄側ねじ部に対して係合する雌側ねじ部を内周面に有するナットとを備え、前記電動モータから伝わる回転力により前記ねじ軸と前記ナットとが相対回転することに基づいて、前記ねじ軸と前記ナットとが軸方向に相対変位可能に構成されている。

前記操舵部品は、使用状態でステアリングホイールが固定され、前記ねじ軸と前記ナットとが軸方向に相対変位することに伴って、前記ステアリングホイールの位置調節方向に変位可能である。

前記ねじ軸が、本発明のねじ軸により構成されている。

発明の効果

[0041] 本発明の一態様によれば、雄側ねじ部の形状精度が十分に確保されているねじ軸およびその製造方法、並びに、電動モータおよび送りねじ機構を備え、該送りねじ機構の作動性能が十分に確保されているステアリングホイールの電動位置調節装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0042] [図1]図1は、本発明の実施の形態の1例に係るステアリングホイールの電動位置調節装置を示す部分断面図である。

[図2A]図2Aは、本発明の実施の形態の1例に係るねじ軸の側面図である。

[図2B]図2Bは、本発明の実施の形態の他の例に係るねじ軸の側面図である。

[図3]図3は、本発明の実施の形態の1例に係るねじ軸の中間素材であるワークの側面図である。

[図4]図4は、本発明の実施の形態の1例に関して、転造機にワークをセットした状態を示す図である。

[図5]図5は、本発明の実施の形態の1例に関して、互いに正転方向に回転する1対の転造ダイスの距離が狭まっていき、該転造ダイスがワークの転造用大径軸部に押し付けられて転造加工が開始された状態を示す図である。

[図6]図6は、図5の部分拡大断面図である。

[図7]図7(a)は、本発明の実施の形態の1例に関して、転造加工の途中段階で、1対の転造ダイスが正転方向に回転することによって、ワークが軸方向一方側から軸方向他方側の端まで歩んだ状態を示す図であり、図7(b)は、転造加工の途中段階で、1対の転造ダイスが逆転方向に回転することによって、ワークが軸方向他方側から軸方向一方側の端まで歩んだ状態を示す図である。

[図8]図8(a)は、本発明の実施の形態の1例に関して、転造加工の最終段階で、1対の転造ダイスが正転方向に回転することによって、ワークが軸方向一方側から軸方向他方側の端まで歩むと共に、ワークの軸方向一方側の転造用小径軸部の外周面に転造痕が形成される状態を示す図であり、図8(b)は、転造加工の最終段階で、1対の転造ダイスが逆転方向に回転することによって、ワークが軸方向他方側から軸方向一方側の端まで歩むと共に、ワークの軸方向他方側の転造用小径軸部の外周面に転造痕が形成される状態を示す図である。

[図9]図9は、図8(b)の部分拡大断面図である。

[図10]図10は、本発明を適用可能なねじ軸の別例を示す側面図である。

[図11]図11(a)は、従来例のスルーフィード方式の転造加工により雄側ねじ部を形成する工程の開始段階を示す側面図であり、図11(b)は、該工程の最終段階を示す側面図である。

[図12]図12は、図11に示した工程で用いられる転造ダイスの部分拡大図である。

[図13]図13(a)は、図11(b)の部分拡大断面図であり、図13(b)は、図13(a)におけるねじ軸の α 矢視図である。

発明を実施するための形態

[0043] [実施の形態の1例]

本発明の実施の形態の1例について、図1～図9を用いて説明する。

[0044] (ステアリングホイールの電動位置調節装置およびねじ軸)

図1は、本例のねじ軸17(図2A)を用いたステアリングホイールの電動位置調節装置1を示している。なお、ステアリングホイールの電動位置調節装置1に関して、前後方向は、該装置1が組み付けられる車両の前後方向を意味し、前側は、図1および図2Aの左側であり、後側は、図1および図2Aの右側である。また、本例のステアリングホイールの電動位置調節装置1は、図示しない電動モータを駆動源として、ステアリングホイール2の前後位置調節を可能としている。図1は、ステアリングホイール2が前後位置調節範囲の中間部に位置する状態を示している。

[0045] 本発明のステアリングホイールの電動位置調節装置1は、ステアリングコラム3と、ステアリングシャフト4と、電動アクチュエータ5とにより構成されることができる。本発明のステアリングホイールの電動位置調節装置1は、少なくとも、電動アクチュエータ5を構成する、電動モータ(図示せず)および送りねじ機構12と、ステアリングシャフト4を構成し、操舵部品に相当するアウトチューブ9とを備える。

[0046] ステアリングコラム3は、前側のアウトコラム6と後側のインナコラム7とを備える。アウトコラム6は、車体に対し軸方向の変位を阻止されている

。インナコラム 7 は、その前側部がアウトコラム 6 の後側部の内径側に摺動可能に挿入されている。

[0047] ステアリングシャフト 4 は、前側のインナシャフト 8 と後側のアウトチューブ 9 とを備える。インナシャフト 8 とアウトチューブ 9 は、スプライン係合などにより、トルクの伝達を可能に、かつ、軸方向の相対変位を可能に組み合わせられている。インナシャフト 8 は、アウトコラム 6 の内径側に図示しない軸受を介して回転自在に支持されている。アウトチューブ 9 は、インナコラム 7 の内径側に軸受 10 を介して回転自在に支持されている。このような構成により、ステアリングシャフト 4 がステアリングコラム 3 の内径側に回転自在に支持されている。これと共に、インナコラム 7 およびアウトチューブ 9 が、アウトコラム 6 およびインナシャフト 8 に対して軸方向に相対変位可能となっている。ステアリングホイール 2 は、操舵部品であるアウトチューブ 9 の後側端部に支持固定される。

[0048] 電動アクチュエータ 5 は、ハウジング 11 と、滑りねじ式の送りねじ機構 12 と、図示しない電動モータとを備える。ハウジング 11 は、アウトコラム 6 の下面に支持固定されている。

[0049] 送りねじ機構 12 は、ナット 13 とロッド 14 とを備える。送りねじ機構 12 の中心軸は、ステアリングシャフト 4 およびステアリングコラム 3 の中心軸と平行に配置されている。

[0050] ナット 13 は、内周面に雌側ねじ部 15 を有する。ナット 13 は、ハウジング 11 内に、軸方向の変位を不能に、かつ、回転可能に支持されている。ナット 13 は、ウォーム減速機 16 を介して、電動モータにより回転駆動される。

[0051] ロッド 14 は、前側に配置されたねじ軸 17 と、後側に配置された延長軸 18 とを組み合わせる。

[0052] ねじ軸 17 は、大径軸部 20 と、中径軸部に相当する第 1 の中径軸部 21 および第 2 の中径軸部 22 と、小径軸部に相当する第 1 の小径軸部 23 および第 2 の小径軸部 24 と、隣接軸部に相当する基端側軸部 25 と、を備える。

。

[0053] 大径軸部 20 は、外周面に軸方向全長にわたり、雌側ねじ部 15 と螺合する雄側ねじ部 26 を有する。雄側ねじ部 26 は、転造加工によって形成されている。雄側ねじ部 26 のうち軸方向両端縁部を除いた軸方向中間部は、所定のねじ山高さを有する完全ねじ部により構成されている。雄側ねじ部 26 の軸方向両端縁部のそれぞれは、所定のねじ山高さに満たない不完全ねじ部により構成されている。

[0054] 特に、本例では、雄側ねじ部 26 の形状精度が十分に確保されている。換言すれば、本例では、完全ねじ部のみならず不完全ねじ部も含めて、雄側ねじ部 26 の全体が、正常なねじ部として機能するように、すなわち、ナット 13 の雌側ねじ部 15 と螺合するように、精度良く仕上げられている。すなわち、雄側ねじ部 26 のフランク面は、完全ねじ部である軸方向中間部だけでなく、不完全ねじ部である軸方向両端縁部においても、精密に仕上げられている。このため、本例では、雄側ねじ部 26 全体の軸方向長さが、有効ねじ長さに相当する。なお、フランク面とは、ねじ山の側面、すなわち、歯面のことである。

[0055] 第 1 の中径軸部 21 は、大径軸部 20 の前側である軸方向一方側に隣接して配置されている。第 1 の中径軸部 21 は、大径軸部 20 の外径よりも小さい外径を有する円柱状の部位である。また、本実施形態においては、第 1 の中径軸部 21 の外周面に螺旋状の第 1 の転造痕 27 を有する。第 1 の転造痕 27 は、転造加工工程において、雄側ねじ部 26 を形成するための転造ダイス 35 によって形成されることがある。第 1 の転造痕 27 は、雄側ねじ部 26 の溝底線である螺旋曲線の延長線と同位相である。図示の例では、第 1 の中径軸部 21 は、外周面の軸方向一方側の端縁部に、面取り部 38 を有する。

。

[0056] 第 2 の中径軸部 22 は、大径軸部 20 の後側である軸方向他方側に隣接して配置されている。第 2 の中径軸部 22 は、大径軸部 20 の外径よりも小さい外径を有する円柱状の部位である。また、本実施形態においては、第 2 の

中径軸部 22 の外周面に螺旋状の第 2 の転造痕 28 を有する。第 2 の転造痕 28 は、転造加工工程において、雄側ねじ部 26 を形成するための転造ダイス 35 によって形成されることがある。第 2 の転造痕 28 は、雄側ねじ部 26 の溝底線である螺旋曲線の延長線と同位相である。

[0057] 本例では、第 1 の中径軸部 21 の外径 D_1 と、第 2 の中径軸部 22 の外径 D_2 とは、互いに等しい ($D_1 = D_2$)。ただし、本発明を実施する場合、第 1 の中径軸部 21 の外径 D_1 と、第 2 の中径軸部 22 の外径 D_2 とを、互いに異ならせることもできる。

[0058] 本例では、第 1 の中径軸部 21 の外径 D_1 、および、第 2 の中径軸部 22 の外径 D_2 のそれぞれは、雄側ねじ部 26 の溝底径（谷径） D_a の 0.93 倍以上 1.07 倍以下の範囲（溝底径 D_a との差が $\pm 7\%$ の範囲）に設定されている ($0.93 D_a \leq D_1 \leq 1.07 D_a$ 、 $0.93 D_a \leq D_2 \leq 1.07 D_a$)。ただし、本発明を実施する場合には、転造加工工程において第 1 の転造痕 27 および第 2 の転造痕 28 を形成することができれば、外径 D_1 、 D_2 の範囲を、本例の範囲とは異なる範囲に設定することもできる。

[0059] 本例では、第 1 の中径軸部 21 の外径 D_1 、および、第 2 の中径軸部 22 の外径 D_2 のそれぞれは、ナット 13 の雌側ねじ部 15 の内径（ねじ山の内接円径）よりも小さい。したがって、第 1 の転造痕 27 および第 2 の転造痕 28 のそれぞれは、ナット 13 の雌側ねじ部 15 とは螺合しない。すなわち、第 1 の転造痕 27 および第 2 の転造痕 28 のそれぞれは、ナット 13 の雌側ねじ部 15 と螺合する正常なねじ部としては機能しない。

[0060] 第 1 の小径軸部 23 は、第 1 の中径軸部 21 の前側である軸方向一方側に隣接して配置されている。第 1 の小径軸部 23 は、第 1 の中径軸部 21 の外径よりも小さい外径を有する円柱状の部位であり、外周面に、螺旋状の転造痕を有しない。図示の例では、第 1 の小径軸部 23 は、外周面の軸方向一方側の端縁部に面取り部 39 を有し、かつ、外周面の軸方向他方側の端縁部に溝部 40 を有する。第 1 の小径軸部 23 の外周面のうち、面取り部 39 と溝部 40 との間に挟まれた部分は、外径が軸方向に関して変化しない円筒面に

より構成されている。

[0061] 第2の小径軸部24は、第2の中径軸部22の後側である軸方向他方側に隣接して配置されている。第2の小径軸部24は、第2の中径軸部22の外径よりも小さい外径を有する円柱状の部位であり、外周面に、螺旋状の転造痕を有しない。図示の例では、第2の小径軸部24の外周面は、外径が軸方向に関して変化しない円筒面により構成されている。

[0062] 本例では、第1の小径軸部23の外径 d_1 は、第2の小径軸部24の外径 d_2 よりも小さい($d_1 < d_2$)。ただし、本発明を実施する場合には、第1の小径軸部23の外径 d_1 を、第2の小径軸部24の外径 d_2 よりも大きくしたり、第1の小径軸部23の外径 d_1 と第2の小径軸部24の外径 d_2 とを互いに等しくしたりすることもできる。

[0063] 本例では、第1の小径軸部23の外径 d_1 、および、第2の小径軸部24の外径 d_2 のそれぞれは、雄側ねじ部26の溝底径 D_a の0.9倍以上1.0倍未満の範囲(溝底径よりも小さく、溝底径 D_a との差が-10%以内の範囲)に設定されている($0.9 D_a \leq d_1 < 1.0 D_a$ 、 $0.9 D_a \leq d_2 < 1.0 D_a$)。ただし、本発明を実施する場合には、転造加工工程において第1の小径軸部23の外周面および第2の小径軸部24の外周面に転造ダイス35の面取り部37が乗り上げなければ、すなわち、これらの外周面に転造痕が形成されなければ、外径 d_1 、 d_2 の範囲を、本例の範囲とは異なる範囲に設定することもできる。

[0064] 基端側軸部25は、第2の小径軸部24の後側である軸方向他方側に隣接して配置されている。基端側軸部25は、全体的に第2の中径軸部22および第2の小径軸部24のそれぞれの外径よりも大きい外径を有する段付円柱状の部位である。基端側軸部25は、軸方向中間部に、径方向外方に突出するフランジ部29を有する。また、基端側軸部25のうち、フランジ部29よりも後側に位置する部分は、円柱状の嵌合部30により構成されている。

[0065] 延長軸18は、円筒状に構成されている。延長軸18の前側端部は、ねじ軸17の嵌合部30に外嵌固定されている。延長軸18の後側端部は、腕部

19を介してインナコラム7の後側部に接続されている。

[0066] ステアリングホイール2の前後位置を調節する際には、電動モータにより、ウォーム減速機16を介してナット13を回転駆動することで、ロッド14をナット13に対して軸方向に変位させる。これにより、ロッド14に腕部19を介して接続されたインナコラム7、および、インナコラム7の内径側に支持されたアウトチューブ9を、ロッド14と同じ方向に変位させることで、ステアリングホイール2の前後位置を調節する。

[0067] (ねじ軸の製造方法)

本発明のねじ軸17の製造方法は、図3に示すようなワーク31、すなわち、転造用大径軸部32と、転造用大径軸部32の軸方向に隣接して配置され、転造用大径軸部32の外径よりも小さい外径を有する転造用中径軸部33、34と、転造用中径軸部33、34に対し、軸方向に関して転造用大径軸部32と反対側に隣接して配置され、転造用中径軸部33、34の外径よりも小さい外径を有する小径軸部23、24と、を備えたワーク31に対し、転造用大径軸部32の外周面に軸方向全長にわたり雄側ねじ部26を形成するために、複数個の転造ダイス35を用いてワーク31に歩みが生じる転造加工を施す工程を備える。なお、本例の転造加工の方式は、ワークに歩みが生じるインフィード方式である。

[0068] 本発明のねじ軸17の製造方法について、図3～図9を参照しつつ説明する。本例の製造対象となるねじ軸17では、第1の中径軸部21の外径 D_1 、および、第2の中径軸部22の外径 D_2 のそれぞれは、雄側ねじ部26の溝底径 D_a の0.93倍以上1.07倍以下の範囲に設定されている。また、第1の小径軸部23の外径 d_1 、および、第2の小径軸部24の外径 d_2 のそれぞれは、雄側ねじ部26の溝底径 D_a の0.9倍以上1.0倍未満の範囲に設定されている。なお、以下の説明中、特に断る場合を除き、軸方向は、ねじ軸17の中間素材であるワーク31の軸方向を意味し、軸方向一方側は、図3～図9の左側であり、軸方向他方側は、図3～図9の右側である。

- [0069] 図3は、ワーク31を示している。ワーク31は、ねじ軸17（図2A参照）のうち、雄側ねじ部26、第1の転造痕27、および、第2の転造痕28以外の形状を有する。すなわち、ワーク31は、外周面に雄側ねじ部26が形成される転造用大径軸部32と、外周面に第1の転造痕27が形成される第1の転造用中径軸部33と、外周面に第2の転造痕28が形成される第2の転造用中径軸部34と、第1の小径軸部23と、第2の小径軸部24と、基端側軸部25とを備える。
- [0070] 図示の例では、転造用大径軸部32の外周面は、外径が軸方向に関して変化しない円筒面により構成されている。
- [0071] 第1の転造用中径軸部33は、転造用大径軸部32の軸方向一方側に隣接して配置され、転造用大径軸部32の外径よりも小さい外径を有する。図示の例では、第1の転造用中径軸部33の外周面は、軸方向一方側の端縁部に形成された面取り部38を除き、外径が軸方向に関して変化しない円筒面により構成されている。第1の転造用中径軸部33の外径は、第1の中径軸部21（図2A参照）の外径と同じくD1である。
- [0072] 第2の転造用中径軸部34は、転造用大径軸部32の軸方向他方側に隣接して配置され、かつ、転造用大径軸部32の外径よりも小さい外径を有する。図示の例では、第2の転造用中径軸部34の外周面は、外径が軸方向に関して変化しない円筒面により構成されている。第2の転造用中径軸部34の外径は、第2の中径軸部22（図2A参照）の外径と同じくD2である。
- [0073] 第1の小径軸部23は、第1の転造用中径軸部33の軸方向一方側に隣接して配置され、第1の転造用中径軸部33の外径よりも小さい外径を有する。
- [0074] 第2の小径軸部24は、第2の転造用中径軸部34の軸方向他方側に隣接して配置され、第2の転造用中径軸部34の外径よりも小さい外径を有する。
- [0075] 基端側軸部25は、第2の小径軸部24の軸方向他方側に隣接して配置されている。

- [0076] ワーク 3 1 に転造加工を施してねじ軸 1 7 を得る場合には、最初に、図 4 に示すように、ワーク 3 1 を転造盤にセットする。
- [0077] 転造盤は、1 対の転造ダイス 3 5 を備える。1 対の転造ダイス 3 5 は、それぞれが短円柱形状を有する丸ダイスであり、互いの外周面同士を対向させた状態で、互いに平行に配置されている。
- [0078] 転造ダイス 3 5 のそれぞれは、外周面に、雄側ねじ部 2 6 を転造加工するための螺旋状の転造歯 3 6（図 6 および図 9 参照、図 4、図 5、図 7、図 8 では形状の図示を省略）を有し、かつ、転造歯 3 6 の軸方向両側に隣接する箇所それぞれに、面取り部 3 7 を有する。すなわち、転造ダイス 3 5 のそれぞれは、外周面の軸方向中間部に、転造歯 3 6 を有し、かつ、外周面の軸方向両側の端部のそれぞれに、面取り部 3 7 を有する。
- [0079] 面取り部 3 7 のそれぞれは、径方向外側に向かうにしたがって転造ダイス 3 5 の軸方向中央側に向かう方向に傾斜した傾斜面により構成されている。図 6 および図 9 に拡大して示すように、面取り部 3 7 の小径側端部の直径は、転造歯 3 6 の歯底径にほぼ等しい。なお、面取り部 3 7 は、転造加工を行う際の応力集中を緩和するために設けられている。また、図示の例では、面取り部 3 7 の断面形状は直線形状であるが、本発明を実施する場合、転造ダイスの面取り部の断面形状は凸円弧形状とすることもできる。
- [0080] また、本例では、転造歯 3 6 の軸方向寸法 $X 1$ 、換言すれば、1 対の面取り部 3 7 同士の間隔（ $X 1$ ）は、ワーク 3 1 の第 1 の転造用中径軸部 3 3 の軸方向一方側の端縁から第 2 の転造用中径軸部 3 4 の軸方向他方側の端縁までの軸方向寸法 $X 2$ よりも大きい（ $X 1 > X 2$ ）。また、本例では、転造歯 3 6 の軸方向寸法 $X 1$ は、ワーク 3 1 の第 1 の小径軸部 2 3 の軸方向一方側の端縁から第 2 の小径軸部 2 4 の軸方向他方側の端縁までの軸方向寸法 $X 3$ よりも小さい（ $X 1 < X 3$ ）。ただし、本発明を実施する場合、転造加工を行う際に、1 対の転造ダイス 3 5 の軸方向他方側の面取り部 3 7 が第 2 の小径軸部 2 4 と同じ軸方向位置に存在する状態を維持できれば、第 1 の小径軸部 2 3 側のワーク 3 1 の支持方法次第で、すなわち、第 1 の小径軸部 2 3 側

のワーク 31 の支持部材と 1 対の転造ダイス 35 との干渉を避ける支持方法を採用することによって、 $X1 \geq X3$ とする構成を採用することもできる。

[0081] 図 4 に示すようにワーク 31 を転造盤にセットする段階で、1 対の転造ダイス 35 の外周面（転造ダイス 35 のそれぞれの転造歯 36 の歯先円）同士の間隔は、ワーク 31 の転造用大径軸部 32 の外径よりも十分に大きくなっている。ワーク 31 を転造盤にセットした状態で、ワーク 31 は、1 対の転造ダイス 35 の外周面同士の間隔の中央位置に、1 対の転造ダイス 35 と平行に配置される。

[0082] この状態で、1 対の転造ダイス 35 の転造歯 36 が、ワーク 31 の転造用大径軸部 32、第 1 の転造用中径軸部 33、および第 2 の転造用中径軸部 34 のそれぞれの外周面に対向する。また、1 対の転造ダイス 35 の軸方向一方側の面取り部 37 が、ワーク 31 の第 1 の小径軸部 23 の外周面に対向し、かつ、1 対の転造ダイス 35 の軸方向他方側の面取り部 37 が、ワーク 31 の第 2 の小径軸部 24 の外周面に対向する。

[0083] 次に、1 対の転造ダイス 35 を互いに同方向に回転させながら、1 対の転造ダイス 35 同士の間隔を狭めていく。図 5 および図 6 に示すように、1 対の転造ダイス 35 の転造歯 36 をワーク 31 の転造用大径軸部 32 の外周面に食い込ませていく工程である、切り込みが開始される。該切り込みを開始すると、ワーク 31 は、1 対の転造ダイス 35 から回転力を付与され、1 対の転造ダイス 35 と逆方向に回転する。これにより、ワーク 31 の転造用大径軸部 32 の外周面の全周に転造加工が施され、雄側ねじ部 26 が徐々に形成される。

[0084] 本例の転造加工では、前記切り込みの進行に伴い、1 対の転造ダイス 35 の転造歯 36 とワーク 31 の転造用大径軸部 32 との間に生じるリード角誤差に基づいて、ワーク 31 が 1 対の転造ダイス 35 に対して軸方向に移動する現象である、歩みが発生する。

[0085] 本例では、1 対の転造ダイス 35 は、NC 制御によって、前記切り込みの開始時の回転方向である正転方向の回転と、その反対方向である逆転方向の

回転とが、交互に繰り返される。このため、ワーク 31 は、1 対の転造ダイス 35 同士の間で、軸方向に往復移動しながら、転造加工を施される。具体的には、ワーク 31 は、1 対の転造ダイス 35 が正転方向に回転する場合には、図 7 (a) に示すように軸方向他方側に移動し、1 対の転造ダイス 35 が逆転方向に回転する場合には、図 7 (b) に示すように軸方向一方側に移動する。ワーク 31 のこのような軸方向他方側への移動と軸方向一方側への移動とが交互に繰り返されながら、ワーク 31 に転造加工が施される。

[0086] 本例では、前記 NC 制御によって、ワーク 31 の軸方向他方側への移動は、図 7 (a) に示す軸方向位置で止まるように構成されている。図 7 (a) に示す軸方向位置は、ワーク 31 の転造用大径軸部 32 の軸方向中央部が、1 対の転造ダイス 35 の転造歯 36 の軸方向中央部よりも軸方向他方側に位置する軸方向位置である。特に、本例では、図 7 (a) に示す軸方向位置においても、1 対の転造ダイス 35 の軸方向一方側の面取り部 37 が、ワーク 31 の第 1 の小径軸部 23 の外周面に対向し、かつ、1 対の転造ダイス 35 の軸方向他方側の面取り部 37 が、ワーク 31 の第 2 の小径軸部 24 の外周面に対向した状態が維持される。すなわち、ワーク 31 の軸方向他方側への移動に伴って、1 対の転造ダイス 35 の軸方向他方側の面取り部 37 が、第 2 の転造用中径軸部 34 の外周面に対向する位置まで軸方向に移動することはない。

[0087] 同様に、ワーク 31 の軸方向一方側への移動は、図 7 (b) に示す軸方向位置で止まるようになっている。図 7 (b) に示す軸方向位置は、ワーク 31 の転造用大径軸部 32 の軸方向中央部が、1 対の転造ダイス 35 の転造歯 36 の軸方向中央部よりも軸方向一方側に位置する軸方向位置である。特に、本例では、この軸方向位置においても、1 対の転造ダイス 35 の軸方向一方側の面取り部 37 が、ワーク 31 の第 1 の小径軸部 23 の外周面に対向し、かつ、1 対の転造ダイス 35 の軸方向他方側の面取り部 37 が、ワーク 31 の第 2 の小径軸部 24 の外周面に対向した状態が維持される。すなわち、ワーク 31 の軸方向一方側への移動に伴って、1 対の転造ダイス 35 の軸方

向一方側の面取り部 37 が、第 1 の転造用中径軸部 33 の外周面に対向する位置まで軸方向に移動することはない。また、図 7 (b) に示す軸方向位置において、1 対の転造ダイス 35 のそれぞれは、ワーク 31 の基端側軸部 25 よりも軸方向一方側に位置しており、基端側軸部 25 にぶつかることはない。

[0088] 本例では、前記切り込みの工程は、図 8 (a) に示すように、1 対の転造ダイス 35 の転造歯 36 によって、転造用大径軸部 32 の外周面に雄側ねじ部 26 を形成するための転造加工が施されるのと同時に、第 1 の転造用中径軸部 33 の外周面に螺旋状の第 1 の転造痕 27 が形成され、かつ、図 8 (b) に示すように、1 対の転造ダイス 35 の転造歯 36 によって、転造用大径軸部 32 の外周面に雄側ねじ部 26 を形成するための転造加工が施されるのと同時に、第 2 の転造用中径軸部 34 の外周面に螺旋状の第 2 の転造痕 28 が形成されるまで行う。なお、図 9 は、図 8 (b) の部分拡大断面図を示す。本例では、このようにして第 1 の転造痕 27 および第 2 の転造痕 28 が形成されるため、第 1 の転造痕 27 および第 2 の転造痕 28 のそれぞれは、雄側ねじ部 26 の溝底線である螺旋曲線の延長線と同位相の螺旋状痕となる。

[0089] また、本例では、前記切り込みの工程の開始から終了までの間、1 対の転造ダイス 35 の軸方向一方側の面取り部 37 が、ワーク 31 の第 1 の小径軸部 23 の外周面に隙間を介して対向するか、または、該外周面に乗り上がらない程度、すなわち、該外周面に転造痕が形成されない程度に接触し、かつ、1 対の転造ダイス 35 の軸方向他方側の面取り部 37 が、ワーク 31 の第 2 の小径軸部 24 の外周面に隙間を介して対向するか、または、乗り上がらない程度、すなわち、該外周面に転造痕が形成されない程度に接触する状態が維持される。逆に言えば、本例では、このような状態が維持されるように、第 1 の小径軸部 23 の外径 d_1 、および、第 2 の小径軸部 24 の外径 d_2 のそれぞれを、雄側ねじ部 26 の溝底径 D_a の 1.0 倍未満の範囲に設定している。

[0090] なお、第 1 の転造用中径軸部 33 の外径 D_1 、および、第 2 の転造用中径

軸部 34 の外径 D_2 が、雄側ねじ部 26 の溝底径 D_a と同等以上であれば、第 1 の転造痕 27 および第 2 の転造痕 28 のそれぞれは、雄側ねじ部 26 と連続して形成された螺旋状痕となる。これに対し、第 1 の転造用中径軸部 33 の外径 D_1 、および、第 2 の転造用中径軸部 34 の外径 D_2 が、雄側ねじ部 26 の溝底径 D_a よりもある程度小さいと、転造加工を行う際に、第 1 の転造用中径軸部 33 および第 2 の転造用中径軸部 34 による 1 対の転造ダイス 35 の支えが十分でなくなり、軸の振れ、曲がり、折れなどが生じて、第 1 の転造痕 27 および第 2 の転造痕 28 のそれぞれと雄側ねじ部 26 とが不連続になる場合がある。

[0091] 前記切り込みの工程を終了した後、1 対の転造ダイス 35 の間隔を拡げて、完成したねじ軸 17 を、転造盤から取り出す。

[0092] 本例のねじ軸 17 の製造方法によれば、雄側ねじ部 26 の形状精度を十分に確保でき、雄側ねじ部 26 のフランク面を、完全ねじ部である軸方向中間部だけでなく、不完全ねじ部である軸方向両端縁部においても、精密に仕上げることができる。この点について、以下、具体的に説明する。

[0093] 本例では、前記切り込みの工程を開始した後、初めのうちは、図 7 (a) および図 7 (b) に示すように、1 対の転造ダイス 35 の転造歯 36 がワーク 31 の転造用大径軸部 32 の外周面にのみ接触した状態で、雄側ねじ部 26 を形成するための転造加工が行われる。

[0094] この際には、図 7 (a) に示すように、ワーク 31 に生じる歩みによって、ワーク 31 の転造用大径軸部 32 の軸方向中央部が、1 対の転造ダイス 35 の転造歯 36 の軸方向中央部よりも軸方向他方側に位置する場合や、図 7 (b) に示すように、ワーク 31 に生じる歩みによって、ワーク 31 の転造用大径軸部 32 の軸方向中央部が、1 対の転造ダイス 35 の転造歯 36 の軸方向中央部よりも軸方向一方側に位置する場合に、1 対の転造ダイス 35 とワーク 31 との間に作用する転造荷重の軸方向の分布に、偏りが生じる。そして、このような転造荷重の軸方向の分布に偏りが生じた分だけ、1 対の転造ダイス 35 やワーク 31 を支持している転造盤の弾性変形量に変化が生じ

ることによって、１対の転造ダイス３５とワーク３１との間に傾きなどの相対変位が生じる傾向となる。この結果、加工途中の雄側ねじ部２６の軸方向両端部の加工精度は、低いものとなる。

[0095] しかしながら、前記切り込み工程の最終段階では、図８（ａ）および図８（ｂ）に示すように、１対の転造ダイス３５の転造歯３６が、転造用大径軸部３２の外周面だけでなく、第１の転造用中径軸部３３および第２の転造用中径軸部３４の外周面にも接触するようになる。この際には、１対の転造ダイス３５の転造歯３６の軸方向一方側端部は、第１の転造用中径軸部３３の外周面に接触して支えられ、１対の転造ダイス３５の転造歯３６の軸方向他方側端部は、第２の転造用中径軸部３４の外周面に接触して支えられる。このため、１対の転造ダイス３５とワーク３１との間に作用する転造荷重の軸方向の分布に大きな偏りが生じることを防止できる。したがって、前記切り込みの工程の最終段階では、１対の転造ダイス３５やワーク３１を支持している転造盤の弾性変形量の変化を十分に小さく抑えることができる。このため、１対の転造ダイス３５とワーク３１との間に傾きなどの相対変位を生じにくくすることができる。この結果、前記切り込みの工程の最終段階において、雄側ねじ部２６の軸方向両端部の加工精度を良好にすることができる。すなわち、雄側ねじ部２６のフランク面を、完全ねじ部である軸方向中間部だけでなく、不完全ねじ部である軸方向両端縁部においても、精密に仕上げることができる。

[0096] さらに、本例では、前記切り込みの工程の開始から終了までの間、１対の転造ダイス３５の軸方向一方側の面取り部３７が、ワーク３１の第１の小径軸部２３の外周面に隙間を介して対向するか、または、該外周面に乗り上がらない程度に接触し、かつ、１対の転造ダイス３５の軸方向他方側の面取り部３７が、ワーク３１の第２の小径軸部２４の外周面に隙間を介して対向するか、または、該外周面に乗り上がらない程度に接触した状態が維持される。すなわち、本例では、前記切り込みの工程の開始から終了までの間、面取り部３７を構成する傾斜面が、ワーク３１の外周面に乗り上がらない。このため

、前記傾斜面がワーク 31 の外周面に乗り上がることにより、この乗り上がった部分に、径方向に関して内側に向き、かつ、軸方向に関して転造ダイス 35 の中央部と反対側に向いた、大きな荷重が作用するといった事態が生じない。したがって、このような事態が生じることに伴い、ワーク 31 の外周面のうち前記傾斜面が乗り上がった部分を起点に、ワーク 31 に過大な伸びや捩れが発生することに伴い、雄側ねじ部 26 の歯形誤差、歯筋誤差、ねじピッチ誤差などの形状誤差が生じ、雄側ねじ部 26 の形状精度が低くなるといった不都合が生じることを回避できる。また、第 1 の中径軸部 21 の軸方向一方側の端部、および、第 2 の中径軸部 22 の軸方向一方側の端部に、径方向のバリや膨らみが生じることも回避できる。したがって、このような面からも、雄側ねじ部 26 の形状精度を十分に確保できる。

[0097] なお、本発明を実施する場合、雄側ねじ部 26 の溝底径 D_a よりも、第 1 の転造用中径軸部 33 の外径 D_1 や第 2 の転造用中径軸部 34 の外径 D_2 を小さくする場合には、これらの外径 D_1 、 D_2 を小さくし過ぎると、図 8 (a) および図 8 (b) に示す状態で、1 対の転造ダイス 35 とワーク 31 との間に生じる傾きなどの相対変位を十分に抑えられなくなる。本例では、このような不都合が生じないようにするため、雄側ねじ部 26 の溝底径 D_a よりも、第 1 の転造用中径軸部 33 の外径 D_1 や第 2 の転造用中径軸部 34 の外径 D_2 を小さくする場合には、これらの外径 D_1 、 D_2 を、雄側ねじ部 26 の溝底径 D_a の 0.93 倍以上としている。

[0098] 本例において、雄側ねじ部 26 の溝底径 D_a よりも、第 1 の転造用中径軸部 33 の外径 D_1 や第 2 の転造用中径軸部 34 の外径 D_2 を大きくする場合に、これらの外径 D_1 、 D_2 を、雄側ねじ部 26 の溝底径 D_a の 1.07 倍以下とした理由は、第 1 の転造痕 27 および第 2 の転造痕 28 のそれぞれが、ナット 13 の雌側ねじ部 15 と螺合しないようにする、すなわち、有効ねじ部とならないようにするためである。つまり、外径 D_1 、 D_2 を雄側ねじ部 26 の溝底径 D_a の 1.07 倍よりも大きくすると、ねじ部としての形状精度が悪い第 1 の転造痕 27 および第 2 の転造痕 28 のそれぞれが、ナット

13の雌側ねじ部15と螺合する可能性が出てくる。そこで、このような可能性が出ないようにするために、外径 D_1 、 D_2 を、雄側ねじ部26の溝底径 D_a の1.07倍以下としている。

[0099] 本例では、雄側ねじ部26を形成するための転造加工を行う際に、転造ダイス35の面取り部37が第1の小径軸部23および第2の小径軸部24の外周面に乗り上がらない程度に、第1の小径軸部23の外径 d_1 、および、第2の小径軸部24の外径 d_2 のそれぞれを小さくする必要がある。ただし、本例では、第1の小径軸部23の外径 d_1 、および、第2の小径軸部24の外径 d_2 の強度を確保するために、第1の小径軸部23の外径 d_1 、および、第2の小径軸部24の外径 d_2 のそれぞれを、雄側ねじ部26の溝底径 D_a の0.9倍以上1.0倍未満、好ましくは0.9倍以上1.0倍未満としている。

[0100] 本発明を実施する場合、第1の転造痕27および第2の転造痕28の転造痕長さ、および、第1の転造痕27および第2の転造痕28を形成する軸方向範囲については、任意の値に設定することができる。たとえば、第1の転造痕27および第2の転造痕28の転造痕長さ（ L ：ねじが1回転した場合の第1の転造痕27及び第2の転造痕28のそれぞれの軸方向長さ）は、雄側ねじ部26のねじリードの0.03倍～2.5倍程度、好ましくは0.5倍～2倍程度とすることができる。すなわち、第1の転造痕27および第2の転造痕28を形成する軸方向長さ（ L_1 ＝第1の中径軸部21および第2の中径軸部22のそれぞれの軸方向長さ）は、雄側ねじ部26のねじピッチの0.03倍～2.5倍程度、好ましくは0.5倍～2倍程度とすることができる。

[0101] 上述のとおり、雄側ねじ部26の溝底径 D_a 、第1の転造用中径軸部33の外径 D_1 、第2の転造用中径軸部34の外径 D_2 、第1の小径軸部23の外径 d_1 、および第2の小径軸部24の外径 d_2 の関係を式に表すと、雄側ねじ部26を形成するための転造加工を行う際には、以下の寸法関係を採用することが好ましい。

$D1 : Da - (Da \times 0.070)$ 以上、 $Da + (Da \times 0.070)$ 以下

$D2 : Da - (Da \times 0.070)$ 以上、 $Da + (Da \times 0.070)$ 以下

$d1 : Da - (Da \times 0.1)$ 以上、 Da 未満

$d2 : Da - (Da \times 0.1)$ 以上、 Da 未満

[0102] また、本発明を実施する場合、雄側ねじ部26の溝底径 Da 、第1の転造用中径軸部33の外径 $D1$ 、第2の転造用中径軸部34の外径 $D2$ 、第1の小径軸部23の外径 $d1$ 、および第2の小径軸部24の外径 $d2$ について、以下の寸法関係を採用することがより好ましい。

$D1 : Da + (Da \times 0.001 \text{ 倍} \sim 0.070 \text{ 倍})$

$D2 : Da + (Da \times 0.001 \text{ 倍} \sim 0.070 \text{ 倍})$

$d1 : Da - (Da \times 0.001 \text{ 倍} \sim 0.070 \text{ 倍})$

$d2 : Da - (Da \times 0.001 \text{ 倍} \sim 0.070 \text{ 倍})$

すなわち、転造加工時に転造ダイス35がワーク31に対して傾くことを十分に抑制できるようにするために、外径 $D1$ 、 $D2$ は、溝底径 Da よりも大きくすること、たとえば「 $Da + (Da \times 0.001 \text{ 倍})$ 」以上とすることがより好ましい。また、転造ダイス35の面取り部37が第1の小径軸部23および第2の小径軸部24の外周面に乗り上げることを防止しやすくするために、外径 $d1$ 、 $d2$ は、溝底径 Da よりも少しでも小さいこと、たとえば「 $Da - (Da \times 0.001 \text{ 倍})$ 」以下であることがより好ましい。また、第1の小径軸部23および第2の小径軸部24の剛性を十分に確保するために、外径 $d1$ 、 $d2$ は、たとえば「 $Da - (Da \times 0.070 \text{ 倍})$ 」以上であることがより好ましい。

[0103] この場合に、

h : 雄側ねじ部26の歯丈（ねじ溝底部からねじ山頂部までの径方向高さ）

p : 雄側ねじ部26のピッチ（軸方向に隣り合うねじ山頂部同士の軸方向

距離)

L 2 : 第 1 の小径軸部 2 3 および第 2 の小径軸部 2 4 のそれぞれの軸方向寸法

とすると、L 2 は、h 以上となることが好ましい。

具体的には、第 1 の小径軸部 2 3 および第 2 の小径軸部 2 4 のそれぞれの軸方向寸法 L 2 は、 $h + p \times (0.05 \text{ 倍} \sim 4 \text{ 倍})$ 程度が最小となるが、それ以上に長くてもよい。軸方向寸法 L 2 は、好ましくは、 $h + p \times (0.50 \text{ 倍} \sim 2.00 \text{ 倍})$ 程度とすることができる。

[0104] また、本例のステアリングホイールの電動位置調節装置 1 では、送りねじ機構 1 2 を構成するねじ軸 1 7 の雄側ねじ部 2 6 の全体が、正常なねじ部として機能するように精度良く仕上げられている。このため、ステアリングホイール 2 の前後位置の調節を行う際に、雄側ねじ部 2 6 の軸方向端縁部が雌側ねじ部 1 5 と螺合する位置まで、ロッド 1 4 をナット 1 3 に対して軸方向に変位させることができる。したがって、送りねじ機構 1 2 の作動ストロークを長くすることができ、換言すれば、ステアリングホイール 2 の前後位置の調節範囲を広くすることができる。

[0105] さらに、本例では、転造加工の工程において、第 1 の中径軸部 2 1 の軸方向一方側の端部、および、第 2 の中径軸部 2 2 の軸方向他方側の端部に、転造ダイス 3 5 の面取り部 3 7 が乗り上がらない。このため、転造加工の工程において、第 1 の中径軸部 2 1 の軸方向一方側の端部、および、第 2 の中径軸部 2 2 の軸方向他方側の端部に、面取り部 3 7 が乗り上がることによって生じる、径方向のバリや膨らみが存在しない。したがって、たとえば、第 1 の中径軸部 2 1 の軸方向一方側の端部や、第 2 の中径軸部 2 2 の軸方向他方側の端部が、ナット 1 3 の雌側ねじ部 1 5 の径方向内側に進入する位置までねじ軸 1 7 を軸方向移動させる場合でも、第 1 の中径軸部 2 1 の軸方向一方側の端部や、第 2 の中径軸部 2 2 の軸方向他方側の端部が、雌側ねじ部 1 5 と干渉することを防止できる。したがって、この面からも、送りねじ機構 1 2 の作動ストロークを長くすることができる。

[0106] なお、上述した実施の形態において、ねじ軸 17 のうち、第 1 の中径軸部 21 よりも軸方向一方側に、第 1 の中径軸部 21 の外径よりも大きい外径を有する部分は存在しない。すなわち、ワーク 31 のうち、第 1 の転造用中径軸部 33 よりも軸方向一方側に、第 1 の転造用中径軸部 33 の外径よりも大きい外径を有する部分は存在しない。このため、本発明を実施する場合で、上述した実施の形態と同様の方法でねじ軸を製造する際には、第 1 の小径軸部 23 を省略しても、すなわち、第 1 の中径軸部 21 の軸方向一方側の端部を自由端としても、転造加工を行う際に、1 対の転造ダイス 35 の軸方向一方側の面取り部 37 が、第 1 の転造用中径軸部 33（第 1 の中径軸部 21）の外周面に乗り上がることを避けられる。したがって、本発明を実施する場合で、上述した実施の形態と同様の方法でねじ軸を製造する際には、第 1 の小径軸部 23 を省略することもできる。

[0107] また、本発明は、たとえば、第 1 の中径軸部 21 の軸方向一方側にのみ、第 1 の中径軸部 21 の外径よりも大きい外径を有する隣接軸部が存在し、第 2 の中径軸部 22 の軸方向他方側に、第 2 の中径軸部 22 の外径よりも大きい外径を有する隣接軸部が存在しないねじ軸に適用することもできる。この場合には、第 1 の小径軸部 23 を必須とする一方で、第 2 の小径軸部 24 を必須としないこともできる。すなわち、この場合には、第 2 の小径軸部 24 を設けることもできるし、第 2 の小径軸部 24 を省略することもできる。

[0108] さらに、上述した実施の形態において、ねじ軸 17 のうち、第 2 の中径軸部 22 よりも軸方向他方側には、第 2 の中径軸部 22 の外径よりも大きい外径を有する基端側軸部 25 が存在する。すなわち、ワーク 31 のうち、第 2 の転造用中径軸部 34 よりも軸方向他方側には、第 2 の転造用中径軸部 34 の外径よりも大きい外径を有する基端側軸部 25 が存在する。このとき、本実施形態においては、上述した実施の形態と同様の方法でねじ軸を製造する際に、図 2 B に示すように、ねじ軸において、第 1 の小径軸部及び第 2 の小径軸部をいずれも省略し、第 2 の中径軸部 22 の軸方向他方側に基端側軸部 25 を隣接して配置することができる。すなわち、ワークにおいて、第 1 の

小径軸部及び第２の小径軸部をいずれも省略し、第２の転造用中径軸部３４の軸方向他方側に基端側軸部２５を隣接して配置することもできる。この場合には、第２の転造用中径軸部３４（第２の中径軸部２２）の外径を適切に制御し、螺旋状の転造痕が形成される範囲で小さく設定することが好ましい。これにより、一对の転造ダイス３５の軸方向他方側の面取り部３７が、第２の転造用中径軸部（第２の中径軸部２２）の外周面に乗り上がることによる加工精度の低下を抑制することができる。

[0109] なお、第２の中径軸部２２の軸方向他方側にも、第２の小径軸部２４を介して、基端側軸部２５を配置する、すなわち、ワークにおいて、第２の転造用中径軸部３４の軸方向他方側に、第２の小径軸部２４を介して、基端側軸部２５を配置することが好ましい。第２の中径軸部２２の軸方向他方側と基端側軸部２５との間に、第２の小径軸部２４を配置すると、転造加工を行う際に、１対の転造ダイス３５の軸方向他方側の面取り部３７が、第２の転造用中径軸部３４（第２の中径軸部２２）の外周面に乗り上がることを確実に避けることができる。したがって、本発明を実施する場合で、上述した実施の形態と同様の方法でねじ軸を製造する際には、少なくとも一方の端部に第２の小径軸部２４を配置することがより一層好ましい。

[0110] さらに、転造用大径軸部３２（雄側ねじ部２６）の軸方向一方側に、第１の転造用中径軸部３３（第１の中径軸部２１）が配置され、この軸方向一方側に、第１の小径軸部２３が配置されるとともに、転造用大径軸部３２（雄側ねじ部２６）の軸方向他方側に、第２の転造用中径軸部３４（第２の中径軸部２２）が配置され、この軸方向他方側に、第２の小径軸部２４が配置されていると、第１の小径軸部２３及び第２の小径軸部２４の表面を観察することにより、正常に転造が行われているかどうかの判断をすることもできる。すなわち、第１の小径軸部２３又は第２の小径軸部２４に転造痕が付いている場合には、転造加工により流動する肉が小径軸部に逃げていないことを示し、ねじ精度に著しい悪影響を及ぼしていると判断することができる。一方、正常に転造が行われていれば、第１の小径軸部２３及び第２の小径軸部

24に転造痕は付かない。したがって、第1の小径軸部23及び第2の小径軸部24を配置すると、高精度のねじを作る場合に、不良品発見の目安にすることもできる。なお、不良が発生した場合に、第1の小径軸部23又は第2の小径軸部24には、必ずしも螺旋状に痕が残るわけではなく、いずれかの位置に短い傷が形成されることもある。

[0111] 上述のとおり、本実施形態に係るねじ軸17が第1の小径軸部23又は第2の小径軸部24のいずれか一方を有し、これらに転造痕がついていない場合には、正常に転造が行われていると判断することができる。このような場合に、中径軸部の外径によっては、1対の転造ダイス35とワーク31との間に作用する転造荷重の軸方向の分布に、若干の偏りが生じていても、第1の中径軸部21及び第2の中径軸部22に、螺旋状の転造痕が形成されない場合もある。具体的には、わずかな偏りにより、第1の中径軸部21及び第2の中径軸部22の表面の一部に傷が形成される場合がある。このような場合であっても、第1の中径軸部21や、第2の中径軸部22が軸の振れを抑制していることを示し、雄側ねじ部26の軸方向両端部の加工精度が良好であると判断することができる。

[0112] なお、本例のねじ軸17は、本例と異なる構成を有する装置に組み込んで使用することもできる。この場合には、たとえば、隣接軸部である基端側軸部25を、モータなどの駆動部材と組み合わせるための部位として用いることができる。具体的には、たとえば、基端側軸部25の外周面にセレーション部を形成し、該セレーション部を覆うように合成樹脂製のギヤを射出成形し、該ギヤを用いて、モータとねじ軸17との間に設置される減速機構を構成することもできる。このような構成を採用する場合には、基端側軸部25の外径が大きいため、ギヤの材料となる合成樹脂の使用量を少なく抑えられる。したがって、高価な材料である合成樹脂の使用量が少なくなることで製造コストを抑えられたり、ギヤの成形時や使用時における合成樹脂の変形を有効に防止したりすることができる。

[0113] なお、本発明におけるねじ軸の転造方式は、上述した実施の形態における

インフィード方式に限らず、スルーフィード方式や平板転造方式などの、他の転造方式を採用することもできる。これらのうち、スルーフィード方式は、軸方向両側に、中径軸部の外径よりも大きい外径を有する大径部を備えていないねじ軸、または、軸方向片側にのみ、中径軸部の外径よりも大きい外径を有する大径部を備えているねじ軸の転造方式として採用できる。なお、スルーフィード方式を採用する場合には、ワークのうち、転造ダイス間に挿入し始める側の軸方向端部である先端部に、小径軸部を設けることは必須ではない。ただし、ワークの先端部に小径軸部を設けることにより、該小径部を、ダイス間にワークを挿入する際の誘導部、すなわち案内部として用いることもできる。インフィード方式は、スルーフィード方式の場合と同じねじ軸の転造方式として採用できるほか、たとえば図10に示すような、ねじ軸17aの転造方式として採用できる。このねじ軸17aは、軸方向両側のそれぞれに、中径軸部の外径よりも大きい外径を有する大径部（隣接軸部）を備える。具体的には、ねじ軸17aは、第1の小径軸部23に対して軸方向一方側に隣接して配置された、第1の中径軸部21の外径よりも大きい外径を有する中径軸部に相当する大径部41aと、第2の小径軸部24に対して軸方向他方側に隣接して配置された、第2の中径軸部22の外径よりも大きい外径を有する中径軸部に相当する大径部41bとを備える。

[0114] 本発明のねじ軸の製造方法を実施する場合、転造加工に用いる転造ダイスの個数は、3個以上とすることもできる。

[0115] 本発明は、滑りねじ式の送りねじ機構を構成するねじ軸だけでなく、ボールねじ式の送りねじ機構を構成するねじ軸にも適用可能である。この場合、ねじ軸の雄側ねじ部は、雄ねじ溝となる。また、本発明を、滑りねじ式の送りねじ機構を構成するねじ軸に適用する場合、雄側ねじ部のねじ山の形状は、三角歯形状、台形歯形状、インボリュート歯形状、セレーシオン歯形状などの各種の形状を採用することができる。本発明は、ねじの条数やセレーシオンの歯数などにより制限されることはない。

[0116] 本発明のステアリングホイールの電動位置調節装置は、日本国特開200

５－１９９７６０号公報、日本国特開２００６－３２１４８４号公報、日本国特開２０１５－２２７１６６号公報などに記載されて従来から知られている、各種構造の装置、具体的には、ステアリングホイールの前後位置と上下位置とのうちの少なくとも一方の位置を調節可能とした装置に適用可能である。

[0117] 本発明のねじ軸を備える送りねじ機構は、ステアリングホイールの電動位置調節装置に限らず、自動車のステアリングホイールやヘッドライトの電動収納装置、工作機械のテーブル移動装置などの、各種機械装置に組み込んで用いることができる。

[0118] 以上、図面を参照しながら各種の実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。また、発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

[0119] なお、本出願は、２０２０年１０月１３日出願の日本特許出願（特願２０２０－１７２５４８）に基づくものであり、その内容は本出願の中に参照として援用される。

符号の説明

- [0120]
- １ ステアリングホイールの電動位置調節装置
 - ２ ステアリングホイール
 - ３ ステアリングコラム
 - ４ ステアリングシャフト
 - ５ 電動アクチュエータ
 - ６ アウタコラム
 - ７ インナコラム
 - ８ インナシャフト
 - ９ アウタチューブ

- 1 0 軸受
- 1 1 ハウジング
- 1 2 送りねじ機構
- 1 3 ナット
- 1 4 ロッド
- 1 5 雌側ねじ部
- 1 6 ウォーム減速機
- 1 7、1 7 a ねじ軸
- 1 8 延長軸
- 1 9 腕部
- 2 0 大径軸部
- 2 1 第 1 の中径軸部
- 2 2 第 2 の中径軸部
- 2 3 第 1 の小径軸部
- 2 4 第 2 の小径軸部
- 2 5 基端側軸部
- 2 6 雄側ねじ部
- 2 7 第 1 の転造痕
- 2 8 第 2 の転造痕
- 2 9 フランジ部
- 3 0 嵌合部
- 3 1 ワーク
- 3 2 転造用大径軸部
- 3 3 第 1 の転造用中径軸部
- 3 4 第 2 の転造用中径軸部
- 3 5 転造ダイス
- 3 6 転造歯
- 3 7 面取り部

- 3 8 面取り部
- 3 9 面取り部
- 4 0 溝部
- 4 1 a、4 1 b 大径部
- 1 0 0 ワーク
- 1 0 1 転造ダイス
- 1 0 2 雄側ねじ部
- 1 0 3 ねじ軸
- 1 0 4 ねじ軸部
- 1 0 5 基端側軸部
- 1 0 6 転造用大径軸部
- 1 0 7 転造用小径軸部
- 1 0 8 転造歯
- 1 0 9 面取り部

請求の範囲

- [請求項1] 大径軸部と、
前記大径軸部の軸方向両端側に隣接して配置された中径軸部と、を有し、
前記大径軸部は、外周面に軸方向全長にわたり雄側ねじ部を有し、
前記中径軸部は、前記大径軸部の外径よりも小さい外径を有し、かつ、外周面に、前記雄側ねじ部の溝底線である螺旋曲線の延長線と同位相となる螺旋状の転造痕を有する、
ねじ軸。
- [請求項2] 前記中径軸部の外径は、前記雄側ねじ部の溝底径の0.93倍以上1.07倍以下である、請求項1に記載のねじ軸。
- [請求項3] 大径軸部と、中径軸部と、小径軸部とを備え、
前記大径軸部は、外周面に軸方向全長にわたり雄側ねじ部を有し、
前記中径軸部は、前記大径軸部の軸方向に隣接して配置され、該大径軸部の外径よりも小さい外径を有し、
前記小径軸部は、前記中径軸部に対し、軸方向に関して前記大径軸部と反対側に隣接して配置され、前記中径軸部の外径よりも小さい外径を有し、かつ、外周面に、螺旋状の転造痕を有しない、
ねじ軸。
- [請求項4] 前記中径軸部は、外周面に、前記雄側ねじ部の溝底線である螺旋曲線の延長線と同位相となる螺旋状の転造痕を有する、請求項3に記載のねじ軸。
- [請求項5] 前記小径軸部に対し、軸方向に関して前記大径軸部と反対側に隣接して配置され、前記中径軸部の外径よりも大きい外径を有する隣接軸部を備える、請求項3又は4に記載のねじ軸。
- [請求項6] 前記中径軸部の外径は、前記雄側ねじ部の溝底径の0.93倍以上1.07倍以下である、請求項3～5のいずれか1項に記載のねじ軸。

- [請求項7] 前記小径軸部の外径は、前記雄側ねじ部の溝底径の0.9倍以上1.0倍未満である、請求項3～6のいずれか1項に記載のねじ軸。
- [請求項8] 前記中径軸部は、前記大径軸部の軸方向一方側に配置される第1の中径軸部と、前記大径軸部の軸方向他方側に配置される第2の中径軸部とにより構成され、
前記小径軸部は、前記第1の中径軸部の軸方向一方側に配置される第1の小径軸部と、前記第2の中径軸部の軸方向他方側に配置される第2の小径軸部とのうち、少なくともいずれか一方により構成される、
請求項3～7のいずれか1項に記載のねじ軸。
- [請求項9] ステアリングホイールの電動位置調節装置に組み込まれる、請求項1～8のいずれか1項に記載のねじ軸。
- [請求項10] 転造用大径軸部と、前記転造用大径軸部の軸方向両端側に隣接して配置され、前記転造用大径軸部の外径よりも小さい外径を有する転造用中径軸部と、を備えたワークに対し、前記転造用大径軸部の外周面に軸方向全長にわたり雄側ねじ部を形成するために、複数の転造ダイスを用いて前記ワークに歩みが生じる転造加工を施す工程を備え、
前記ワークに対し前記転造加工を施す工程において、前記転造ダイスにより、前記転造用中径軸部の外周面に螺旋状の転造痕を形成するとともに、前記転造用大径軸部の外周面に雄側ねじ部を形成するための転造加工を施す、
ねじ軸の製造方法。
- [請求項11] 前記転造用中径軸部の外径を、前記転造用大径軸部の外周面に形成すべき雄側ねじ部の溝底径の0.93倍以上1.07倍以下とする、請求項10に記載のねじ軸の製造方法。
- [請求項12] 転造用大径軸部と、前記転造用大径軸部の軸方向に隣接して配置され、前記転造用大径軸部の外径よりも小さい外径を有する転造用中径軸部と、前記転造用中径軸部に対し、軸方向に関して前記転造用大径

軸部と反対側に隣接して配置され、前記転造用中径軸部の外径よりも小さい外径を有する小径軸部と、を備えたワークに対し、前記転造用大径軸部の外周面に軸方向全長にわたり雄側ねじ部を形成するために、複数の転造ダイスを用いて前記ワークに歩みが生じる転造加工を施す工程を備え、

前記ワークに対し前記転造加工を施す工程において、前記転造ダイスにより、前記転造用大径軸部の外周面に雄側ねじ部を形成するための転造加工を施し、かつ、前記転造ダイスを前記小径軸部の外周面に接触させない、

ねじ軸の製造方法。

[請求項13] 前記ワークに対し前記転造加工を施す工程において、前記転造用中径軸部の外周面に螺旋状の転造痕を形成する、請求項12に記載のねじ軸の製造方法。

[請求項14] 前記ワークとして、前記小径軸部に対し、軸方向に関して前記転造用大径軸部と反対側に隣接して配置され、前記転造用中径軸部の外径よりも大きい外径を有する隣接軸部を備えたワークを用いる、請求項12又は13に記載のねじ軸の製造方法。

[請求項15] 前記転造用中径軸部の外径を、前記転造用大径軸部の外周面に形成すべき雄側ねじ部の溝底径の0.93倍以上1.07倍以下とし、

前記小径軸部の外径を、前記雄側ねじ部の溝底径の0.9倍以上1.0倍未満とする、請求項12～14のいずれか1項に記載のねじ軸の製造方法。

[請求項16] 前記転造ダイスのそれぞれとして、外周面の軸方向端部に面取り部を有する転造ダイスを用い、

前記ワークに対し前記転造加工を施す工程において、前記面取り部が前記小径軸部の外周面に対向した状態を維持する、

請求項12～15のいずれか1項に記載のねじ軸の製造方法。

[請求項17] 前記ワークとして、前記転造用中径軸部が、前記転造用大径軸部の

軸方向一方側に配置される第１の転造用中径軸部と、前記転造用大径軸部の軸方向他方側に配置される第２の転造用中径軸部とにより構成され、かつ、前記小径軸部が、前記第１の転造用中径軸部の軸方向一方側に配置される第１の小径軸部と、前記第２の転造用中径軸部の軸方向他方側に配置される第２の小径軸部とのうち、少なくともいずれか一方により構成されているワークを用いる、請求項１２～１６のいずれか１項に記載のねじ軸の製造方法。

[請求項18] 前記ねじ軸として、ステアリングホイールの電動位置調節装置に組み込まれるねじ軸を適用する、請求項１０～１７のうちのいずれかに記載のねじ軸の製造方法。

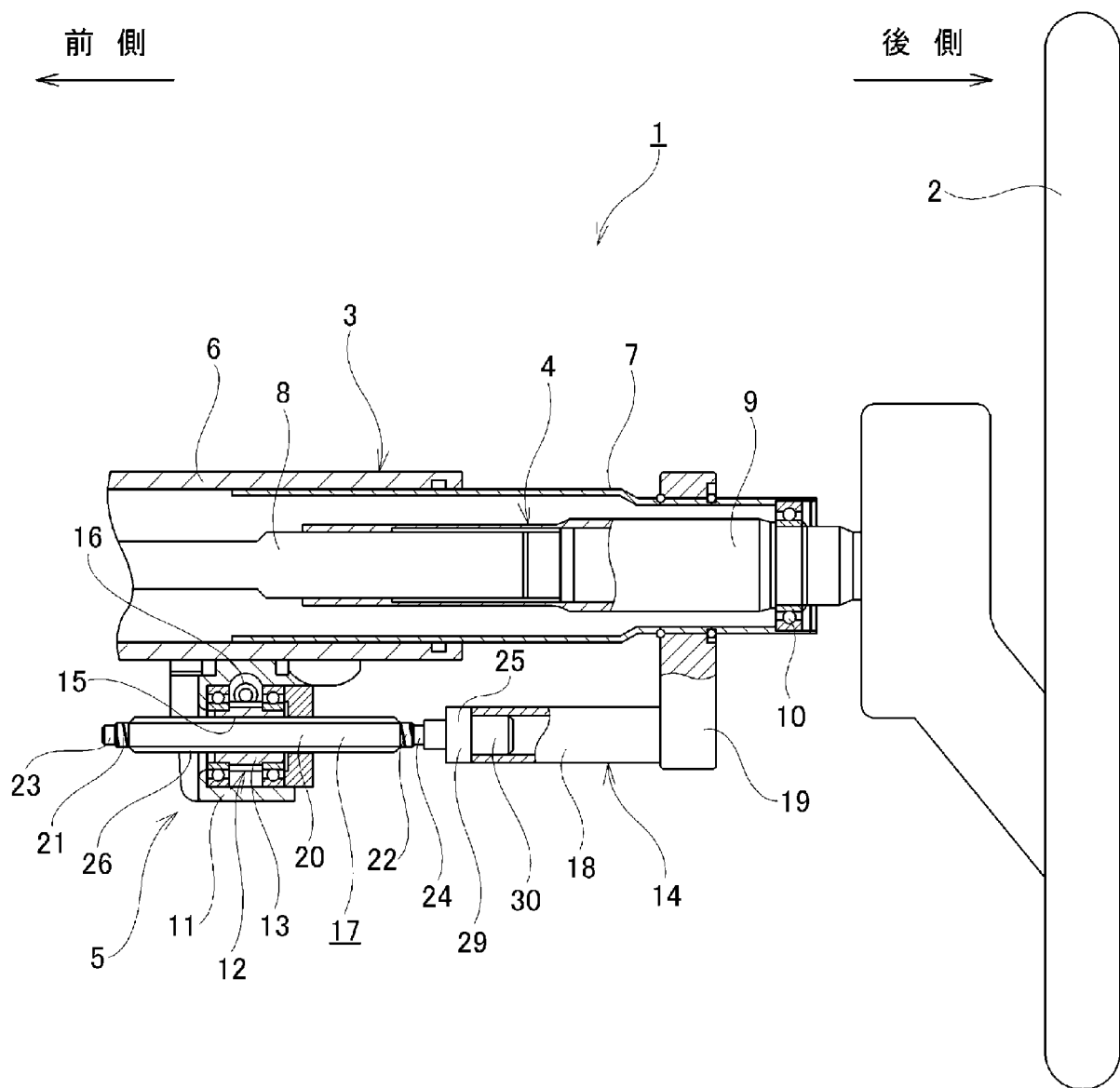
[請求項19] 電動モータと、送りねじ機構と、操舵部品とを備え、
前記送りねじ機構は、外周面に雄側ねじ部を有するねじ軸と、前記雄側ねじ部に対して係合する雌側ねじ部を内周面に有するナットとを備え、前記電動モータから伝わる回転力により前記ねじ軸と前記ナットとが相対回転することに基づいて、前記ねじ軸と前記ナットとが軸方向に相対変位可能に構成されており、

前記操舵部品は、使用状態でステアリングホイールが固定され、前記ねじ軸と前記ナットとが軸方向に相対変位することに伴って、前記ステアリングホイールの位置調節方向に変位可能であり、

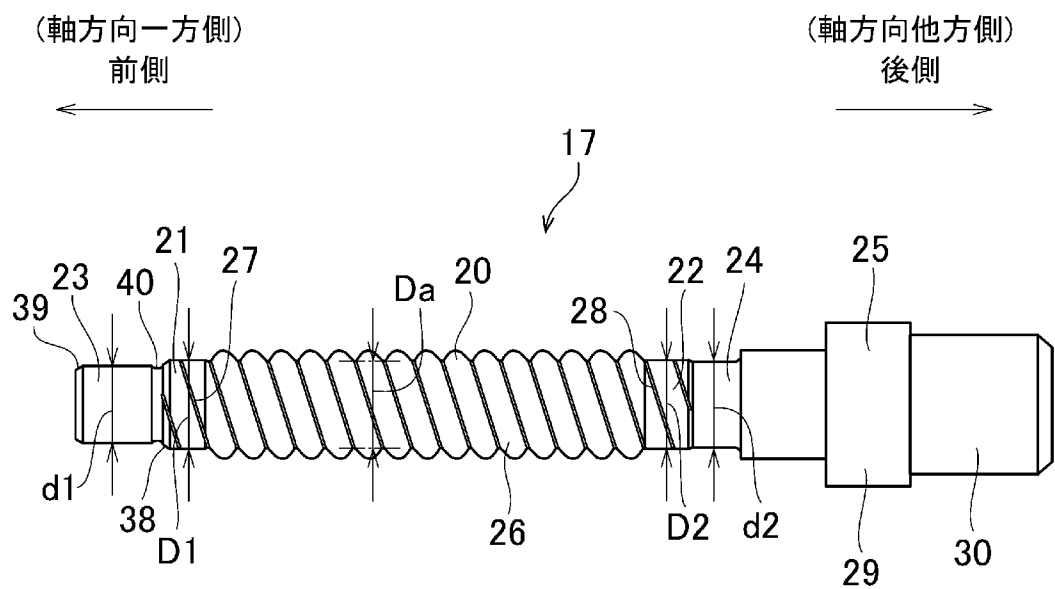
前記ねじ軸が、請求項９に記載されているねじ軸により構成されている、

ステアリングホイールの電動位置調節装置。

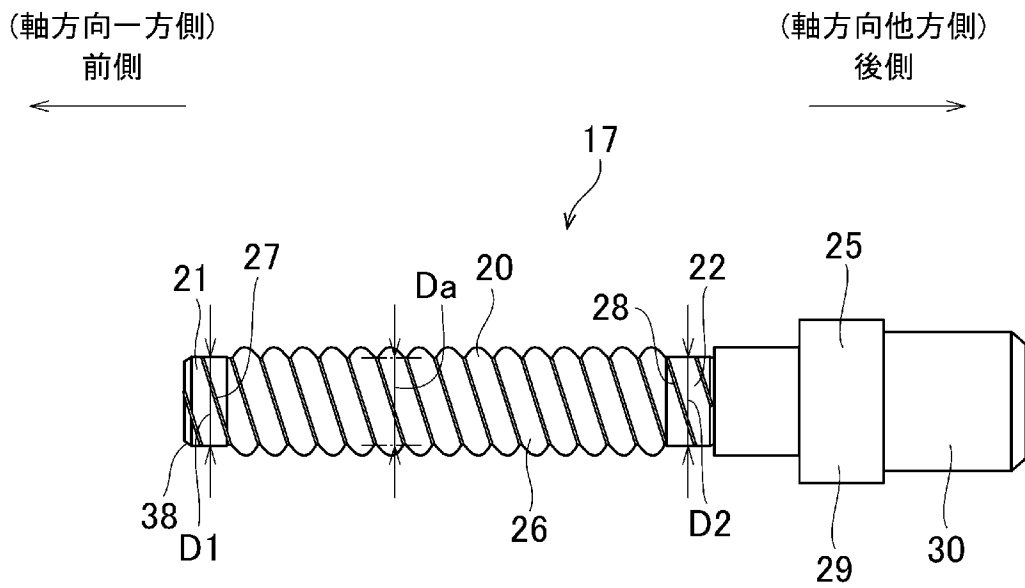
[図1]



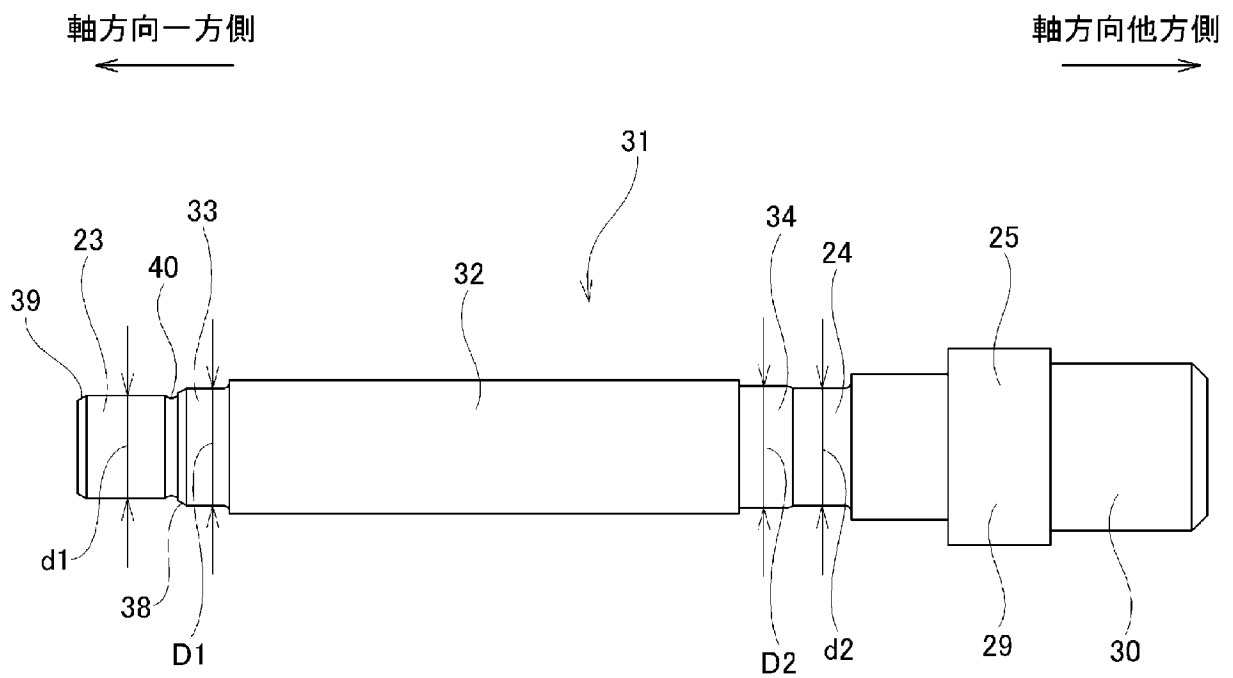
[図2A]



[図2B]



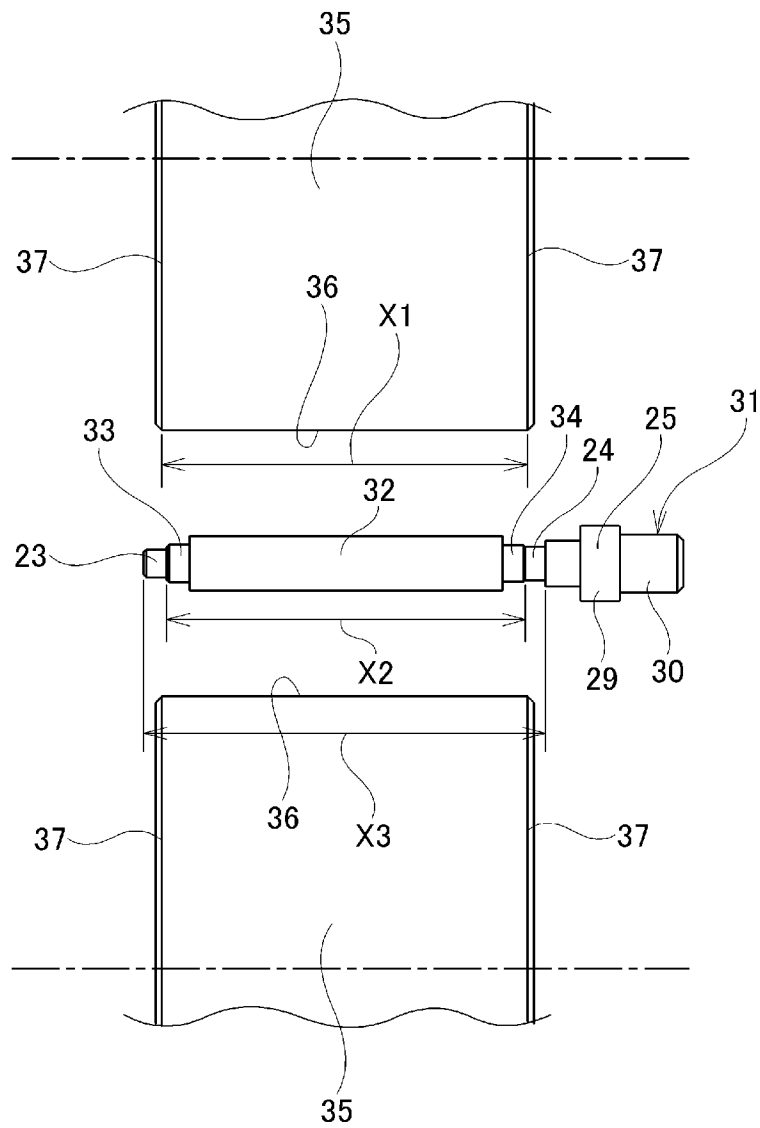
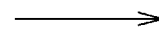
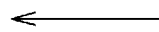
[図3]



[図4]

軸方向一方側

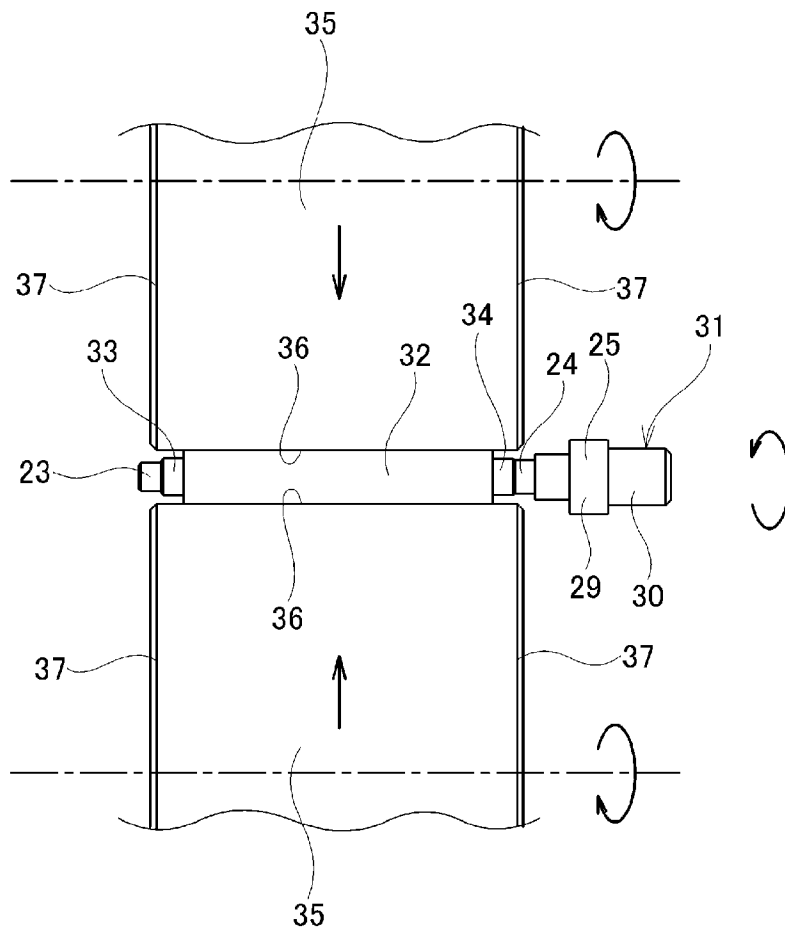
軸方向他方側



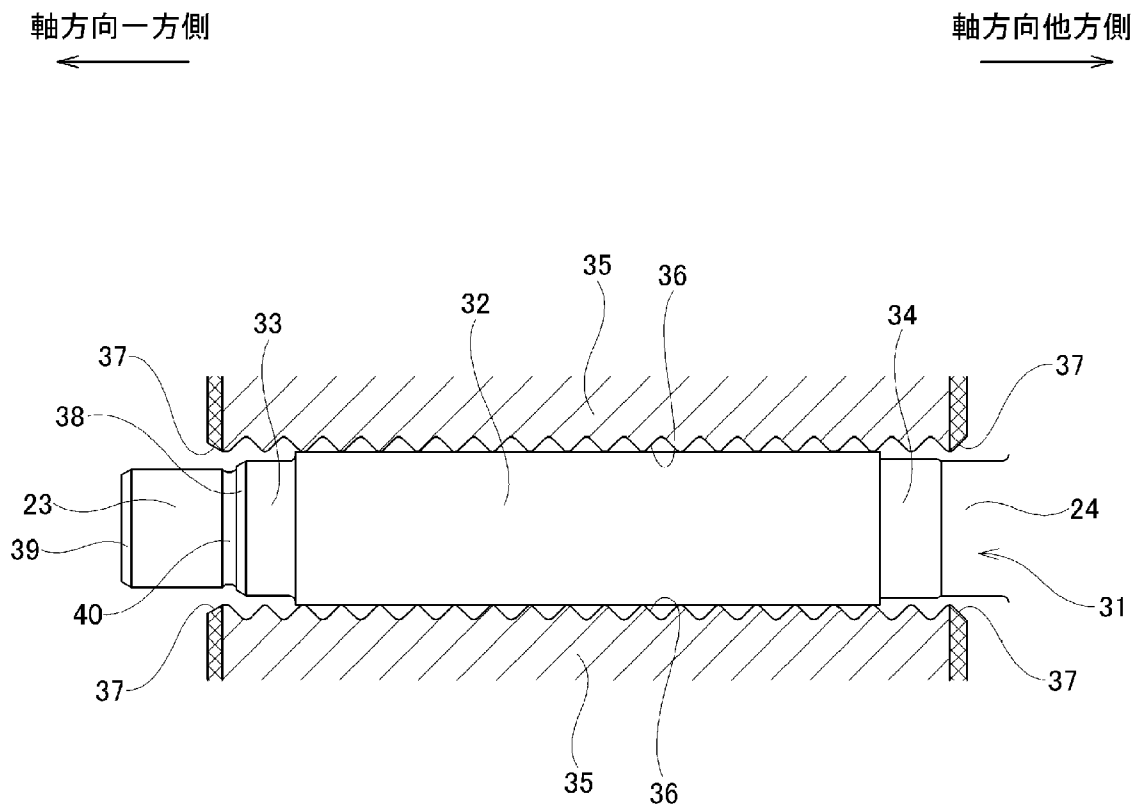
[図5]

軸方向一方側

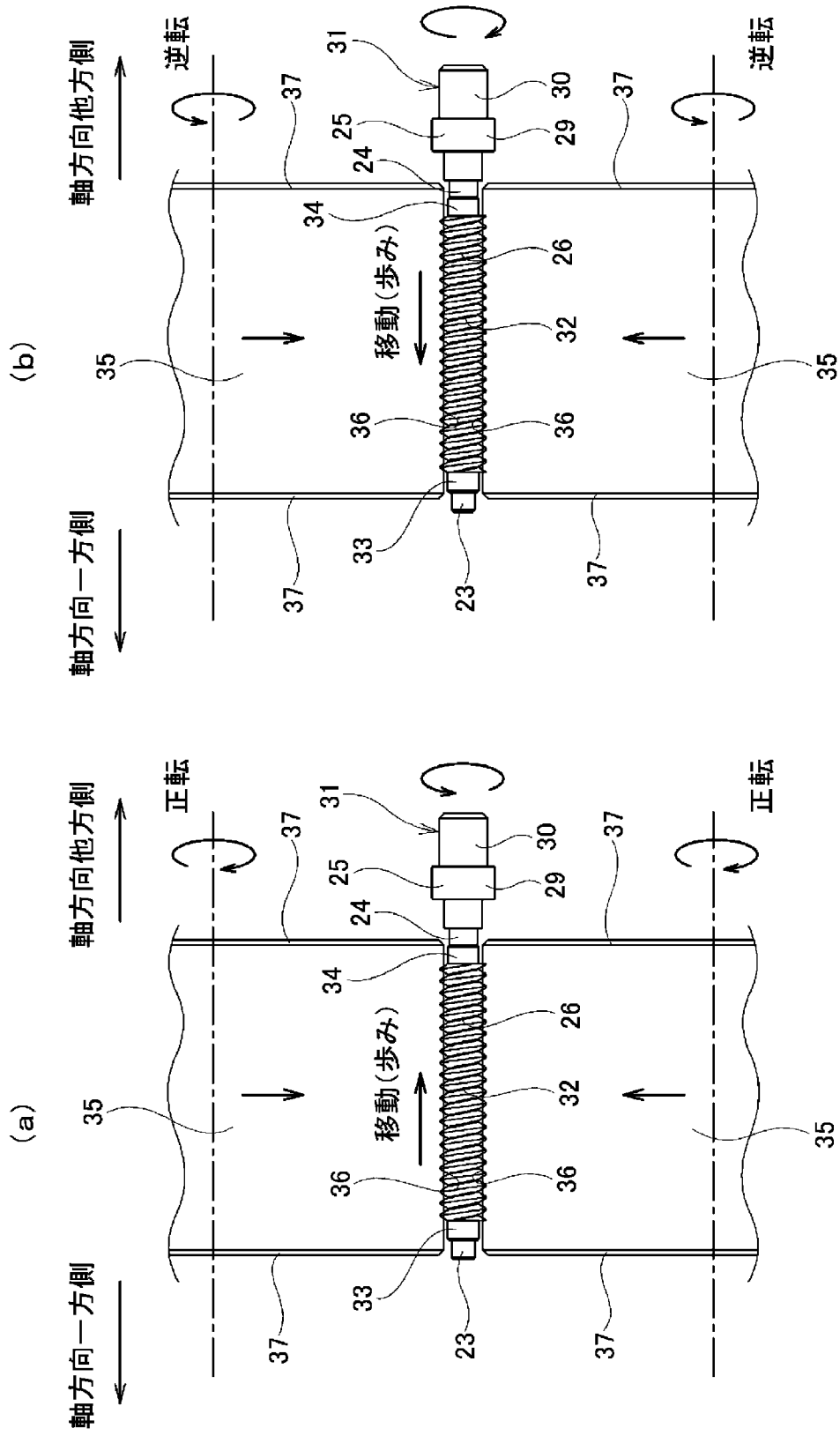
軸方向他方側



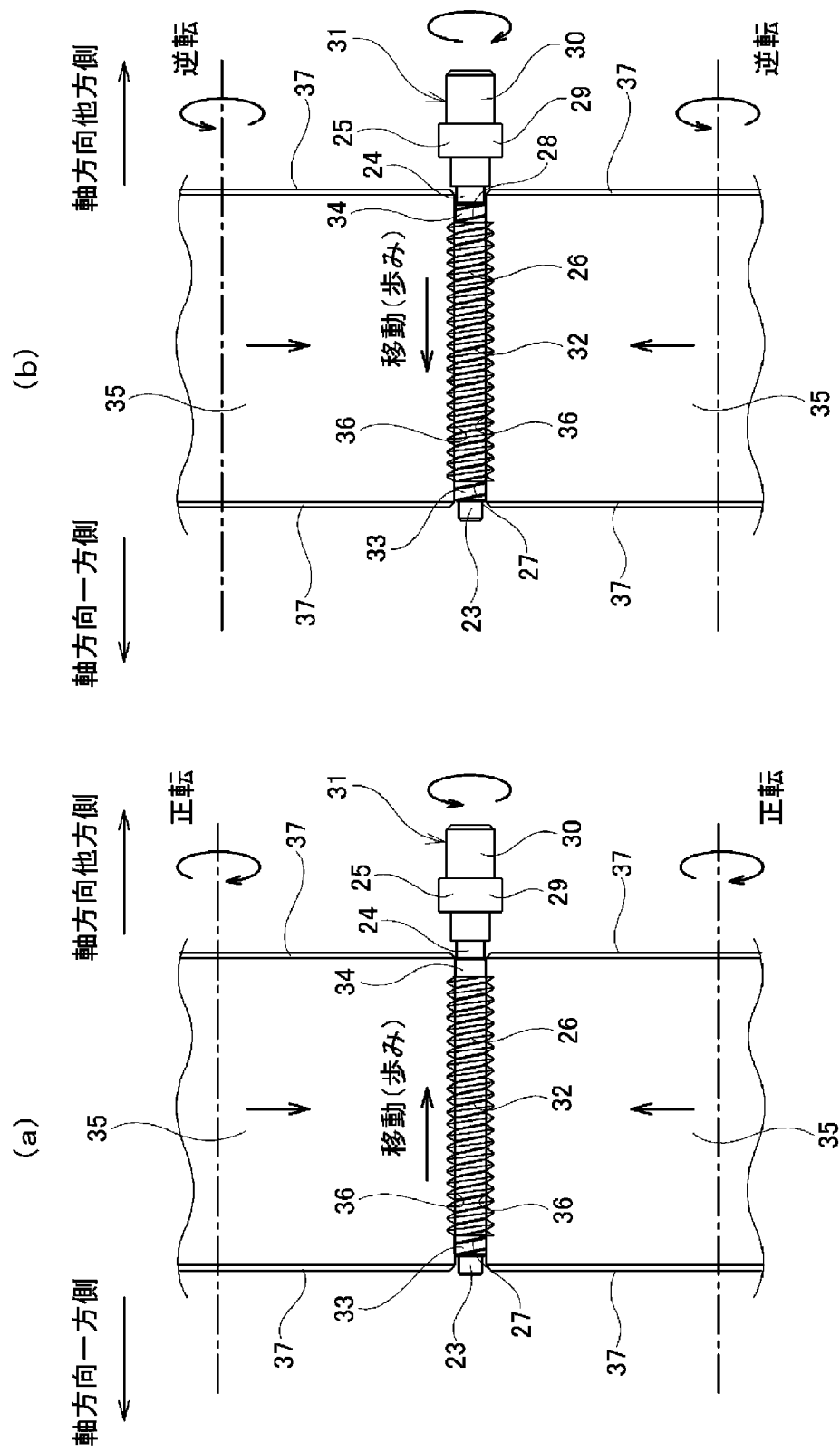
[図6]



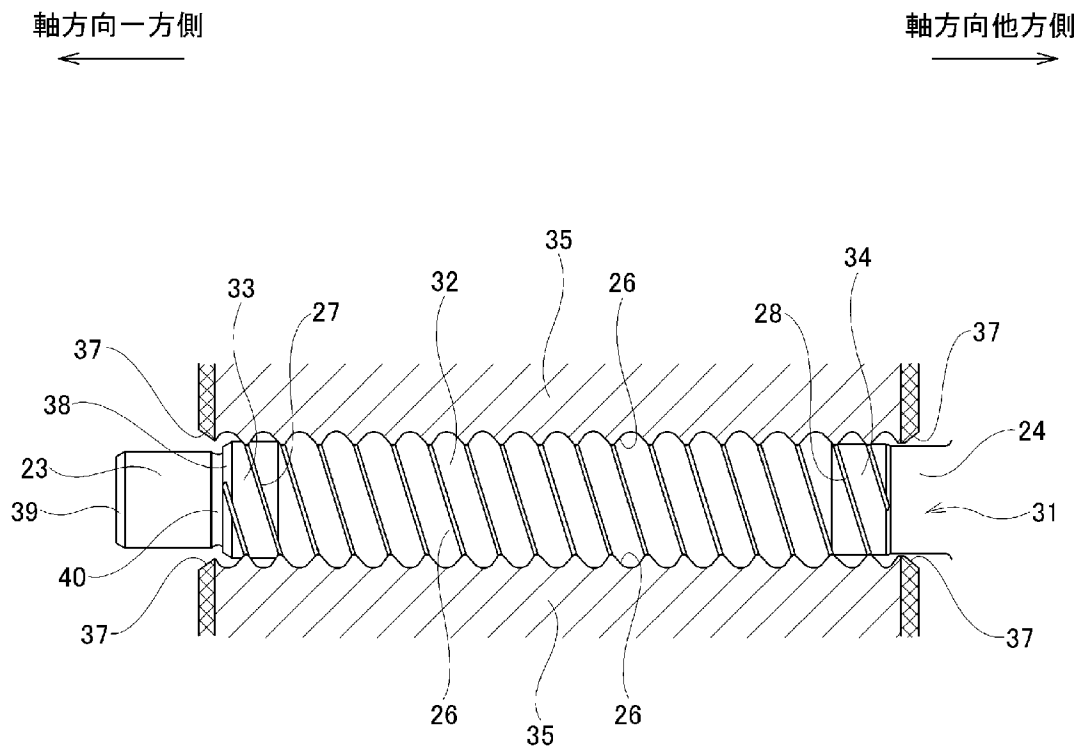
[図7]



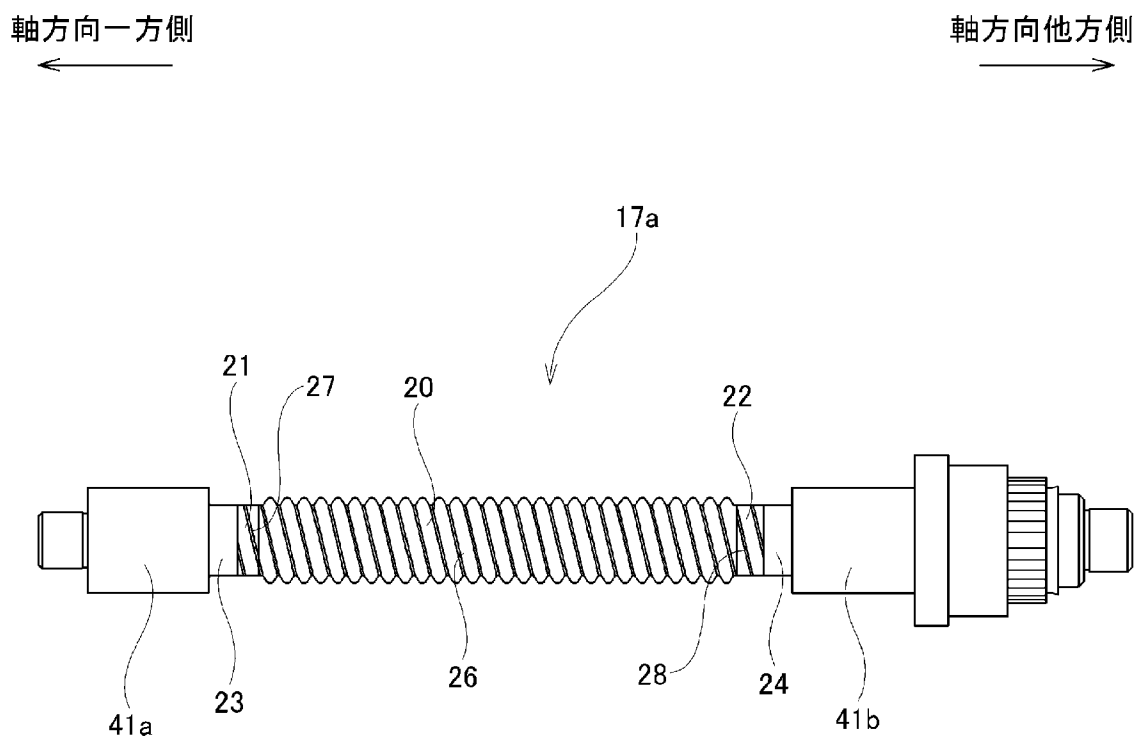
[図8]



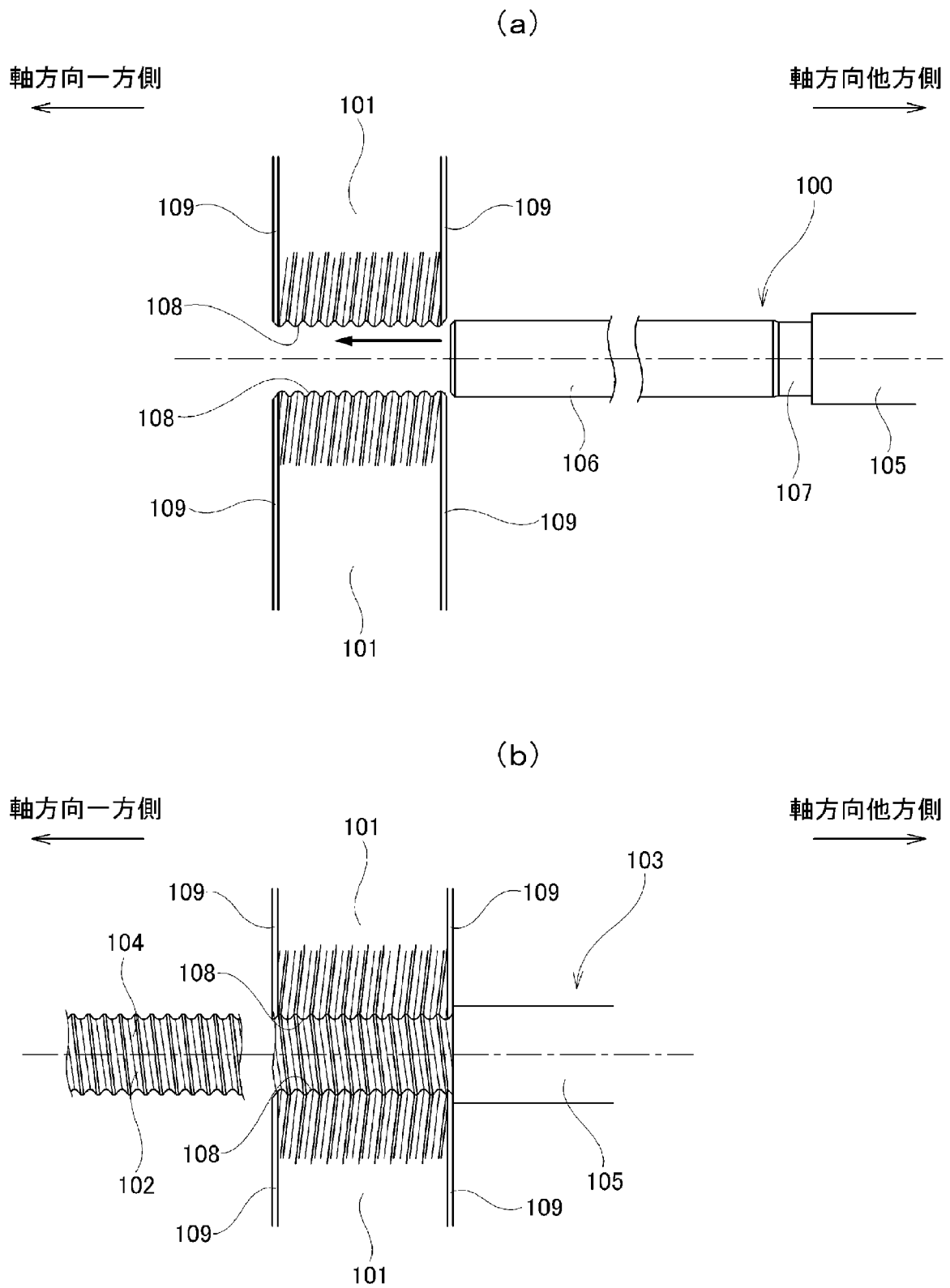
[図9]



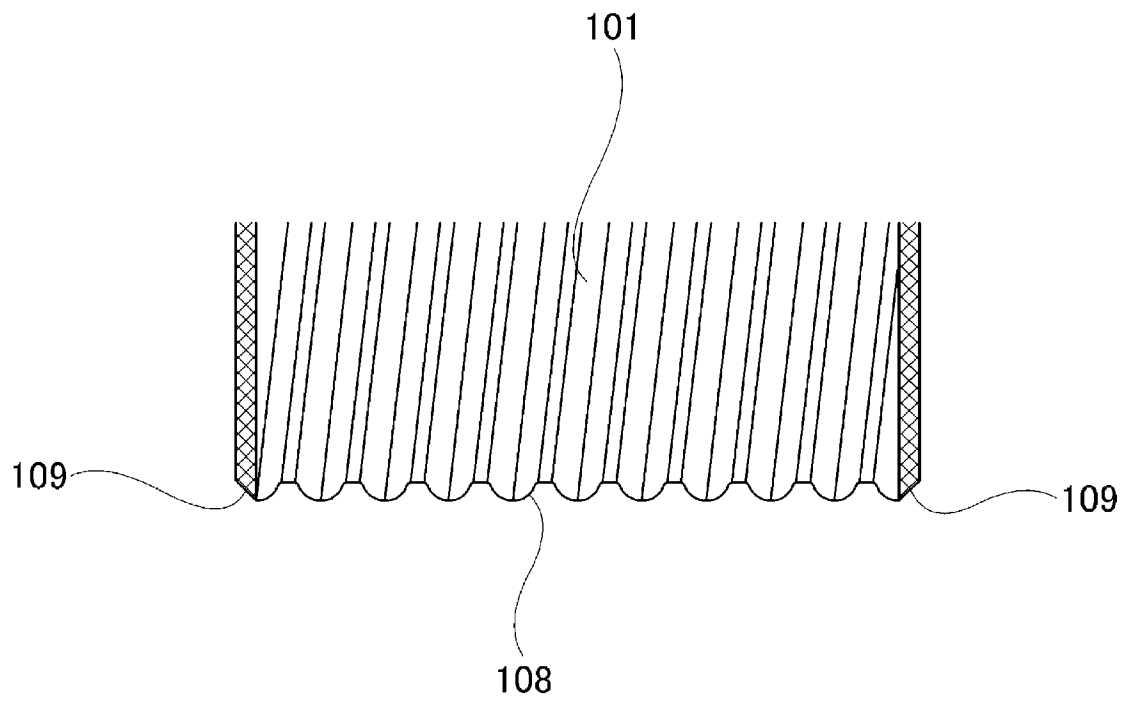
[図10]



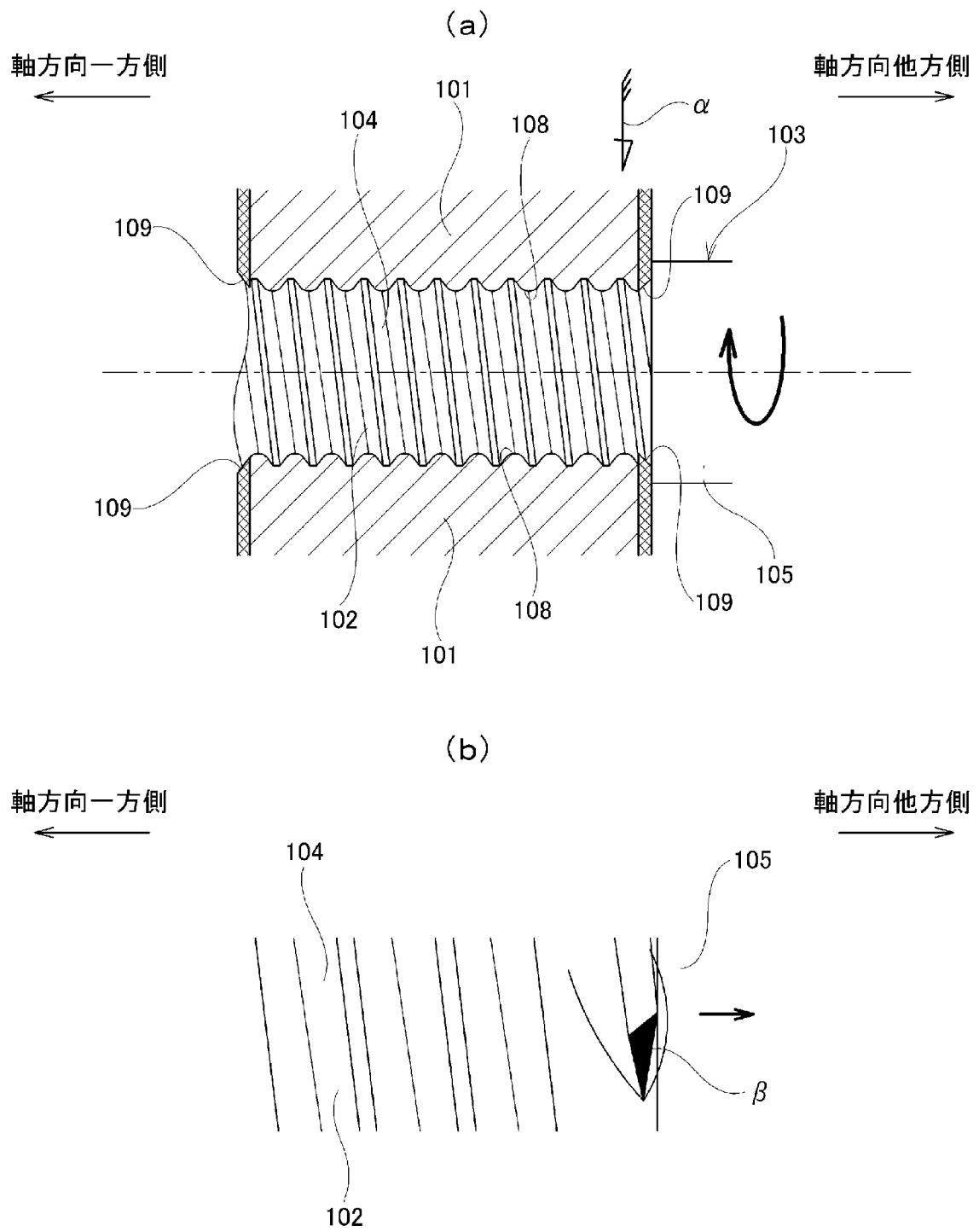
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/037632

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B62D 1/181</i> (2006.01)i; <i>B21H 3/04</i> (2006.01)i; <i>F16H 25/24</i> (2006.01)i FI: F16H25/24 A; B62D1/181; B21H3/04 B 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) B62D1/181; B21H3/04; 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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)																										
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>WO 2020/031637 A1 (NSK LTD) 13 February 2020 (2020-02-13) paragraphs [0035]-[0097], fig. 1-9</td> <td>1-2, 9-11, 18-19</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>4-8, 12-17</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>WO 2015/129163 A1 (NSK LTD) 03 September 2015 (2015-09-03) paragraphs [0014]-[0017], fig. 1-2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>4-8, 12-17</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 53-30864 B2 (OKADA RASHI SEISAKUSHO KK) 30 August 1978 (1978-08-30) column 2, line 6 to column 4, line 11, drawings</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>4-8, 12-17</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2009-195930 A (NSK LTD) 03 September 2009 (2009-09-03) paragraphs [0005]-[0006], fig. 1-2</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	WO 2020/031637 A1 (NSK LTD) 13 February 2020 (2020-02-13) paragraphs [0035]-[0097], fig. 1-9	1-2, 9-11, 18-19	Y		4-8, 12-17	X	WO 2015/129163 A1 (NSK LTD) 03 September 2015 (2015-09-03) paragraphs [0014]-[0017], fig. 1-2	3	Y		4-8, 12-17	X	JP 53-30864 B2 (OKADA RASHI SEISAKUSHO KK) 30 August 1978 (1978-08-30) column 2, line 6 to column 4, line 11, drawings	3	Y		4-8, 12-17	Y	JP 2009-195930 A (NSK LTD) 03 September 2009 (2009-09-03) paragraphs [0005]-[0006], fig. 1-2	16
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																								
X	WO 2020/031637 A1 (NSK LTD) 13 February 2020 (2020-02-13) paragraphs [0035]-[0097], fig. 1-9	1-2, 9-11, 18-19																								
Y		4-8, 12-17																								
X	WO 2015/129163 A1 (NSK LTD) 03 September 2015 (2015-09-03) paragraphs [0014]-[0017], fig. 1-2	3																								
Y		4-8, 12-17																								
X	JP 53-30864 B2 (OKADA RASHI SEISAKUSHO KK) 30 August 1978 (1978-08-30) column 2, line 6 to column 4, line 11, drawings	3																								
Y		4-8, 12-17																								
Y	JP 2009-195930 A (NSK LTD) 03 September 2009 (2009-09-03) paragraphs [0005]-[0006], fig. 1-2	16																								
☐ 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 07 December 2021		Date of mailing of the international search report 21 December 2021																								
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/JP2021/037632

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2020/031637	A1	13 February 2020	US 2021/0309278 A1 paragraphs [0050]-[0112], fig. 1-8 DE 112019004027 T5 CN 112566736 A	
WO	2015/129163	A1	03 September 2015	CN 106030154 A TW 201604445 A	
JP	53-30864	B2	30 August 1978	(Family: none)	
JP	2009-195930	A	03 September 2009	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B62D 1/181(2006.01)i; B21H 3/04(2006.01)i; F16H 25/24(2006.01)i FI: F16H25/24 A; B62D1/181; B21H3/04 B		
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）） B62D1/181; B21H3/04; 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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	WO 2020/031637 A1（日本精工株式会社）13.02.2020（2020-02-13） 段落 [0035] - [0097], 図1-9	1-2, 9-11, 18-19
Y		4-8, 12-17
X	WO 2015/129163 A1（日本精工株式会社）03.09.2015（2015-09-03） 段落 [0014] - [0017], 図1-2	3
Y		4-8, 12-17
X	JP 53-30864 B2（株式会社岡田螺子製作所）30.08.1978（1978-08-30） 第2欄第6行-第4欄第11行, 図面	3
Y		4-8, 12-17
Y	JP 2009-195930 A（日本精工株式会社）03.09.2009（2009-09-03） 段落 [0005] - [0006], 図1-2	16
☐ 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 07.12.2021		国際調査報告の発送日 21.12.2021
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） 増岡 亘 3J 9143 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/JP2021/037632

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2020/031637	A1	13.02.2020	US	2021/0309278	A1	
				段落 [0050] - [0112] , 図 1-8			
				DE	112019004027	T5	
				CN	112566736	A	
WO	2015/129163	A1	03.09.2015	CN	106030154	A	
				TW	201604445	A	
JP	53-30864	B2	30.08.1978	(ファミリーなし)			
JP	2009-195930	A	03.09.2009	(ファミリーなし)			