

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-106565

(P2017-106565A)

(43) 公開日 平成29年6月15日(2017.6.15)

(51) Int.Cl.

F 16 D 3/06 (2006.01)

F 1

F 16 D 3/06
F 16 D 3/06

テーマコード (参考)

S
E

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願2015-241092 (P2015-241092)

(22) 出願日

平成27年12月10日 (2015.12.10)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

110000811

特許業務法人貴和特許事務所

森山 誠一

群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内

狩野 哲也

群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内

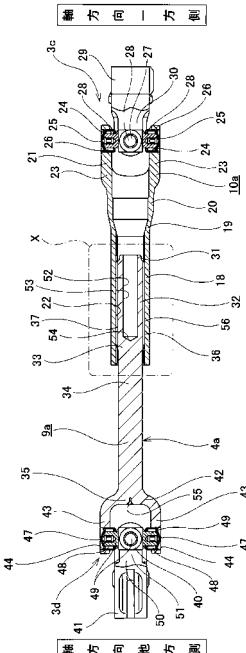
(54) 【発明の名称】伸縮自在シャフト

(57) 【要約】

【課題】雄軸の雄スプライン部と雌軸の雌スプライン部との係合部の回転方向のがたつきを小さく抑えられる構造を採用した場合にも、前記雄軸と前記雌軸とを安定して摺動させる事ができ、更に、部品点数を減らす事が可能な構造を実現する。

【解決手段】インナシャフト9aの外周面のうち、軸方向一端縁から雄スプライン部37を介して、小径軸部34の軸方向一端寄り部分にかけての部分にコーティング層56を設けると共に、軸方向一端がインナシャフト9aの軸方向一端面に開口し、軸方向他端縁が雄スプライン部37の軸方向中央位置よりも軸方向他側に位置した中心孔53を形成する。更に、小径軸部34の軸方向他端部にヨーク部35を一体に設ける。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

軸方向一端部の外周面に形成された雄スプライン部と、該雄スプライン部よりも軸方向他方側に形成されており、外径が該雄スプライン部の各凸部の外接円の直径よりも小さい小径軸部と、該小径軸部の軸方向他端部に一体に設けられたヨーク部と、軸方向一端が軸方向一端面に開口し、軸方向他端縁が前記雄スプライン部の軸方向中央位置よりも軸方向他方側に位置している中心孔とを有する雄軸と、

前記雄スプライン部の外周面を覆う状態で設けられたコーティング層と、

内周面に雌スプライン部が形成された雌軸とを備えており、

前記雄スプライン部と前記雌スプライン部とを、前記コーティング層を介してスプライ 10
ン係合させる事により、前記雄軸と前記雌軸とがトルク伝達可能、且つ、全長を伸縮可能な状態に組み合わされている伸縮自在シャフト。

【請求項 2】

前記中心孔の軸方向他端縁が、前記雄スプライン部の軸方向他端縁と前記小径軸部の軸 10
方向一端縁との連続部よりも軸方向一方側に位置している、請求項 1 に記載した伸縮自在
シャフト。

【請求項 3】

前記小径軸部の外径が、前記雌スプライン部の内接円の直径よりも小さい、請求項 1 ~
2 のうちの何れか 1 項に記載した伸縮自在シャフト。

【請求項 4】

前記小径軸部の軸方向一端縁と、前記スライド部の各凸部の軸方向他端縁とが、傾斜
面を介して滑らかに連続している、請求項 1 ~ 3 のうちの何れか 1 項に記載した伸縮自在
シャフト。 20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明に係る伸縮自在シャフトは、例えば自動車の操舵装置を構成する中間シャフト
として使用される。

【背景技術】**【0002】**

自動車のステアリング装置として従来から、図 8 に記載する様な構造のものが知られて
いる。該ステアリング装置は、ステアリングホイール 1 が、ステアリングシャフト 2 の後
端部に固定されている。又、これと共に、該ステアリングシャフト 2 の前端部が、1 対の
自在継手 3 a、3 b 及び中間シャフト 4 を介して、ステアリングギヤユニット 5 を構成す
る入力軸 6 の基端部に接続されている。更に、前記ステアリングギヤユニット 5 に内蔵さ
れラックアンドピニオン機構により左右 1 対のタイロッド 7、7 を押し引きして、左右 1
対の操舵輪に、前記ステアリングホイール 1 の操作量に応じた舵角を付与する様に構成さ
れている。

【0003】

この様なステアリング装置に組み込まれる前記中間シャフト 4 は、例えば、走行時に自
動車から入力される振動が、前記ステアリングホイール 1 に伝わる事を防止する（吸収す
る）為、或いは、前記中間シャフト 4 を、全長を縮めた状態で車体に組み込む為に、伸縮
式のものが使用されている。 40

【0004】

図 9 は、特許文献 1 に記載された伸縮式の中間シャフト 4 の構造を示している。該中間
シャフト 4 は、軸方向一端部（前端部であって、図 9 の左端部。組み付け状態でアウタチ
ューブ 10 側の端部）の外周面に雄スライド部 8 が形成されたインナシャフト 9 と、内
周面に該雄スライド部 8 とスライド係合可能な雌スライド部 12 が形成された円管
状のアウタチューブ 10 とから成る。そして、前記雄スライド部 8 と前記雌スライド部
12 とをスライド係合する事で、前記インナシャフト 9 と前記アウタチューブ 10 と 50

を、伸縮自在に組み合わせている。

【0005】

又、図9に示す構造の場合、前記インナシャフト9を、後側（前後方向とは、車体の前後方向を言う。本明細書及び特許請求の範囲全体で同じ。）に配置すると共に、前記アウタチューブ10を前側に配置している。又、前記インナシャフト9の軸方向他端部には、前記両自在継手3a、3bのうちの後側に配置された自在継手3aを構成する第一のヨーク11が外嵌固定（圧入）されている。一方、前記アウタチューブ10の軸方向一端部には、前記両自在継手3a、3bのうちの前側に配置された自在継手3bを構成する第二のヨーク13が外嵌固定（圧入）されている。

尚、前記インナシャフト9と前記第一のヨーク11との結合、或いは、前記アウタチューブ10と前記第二のヨーク13との結合は、溶接により行う事もできる。又、後述する実施の形態の各例の構造の様に、インナシャフトを前側に、アウタチューブを後側に配置する構造を採用する事もできる。

【0006】

上述の様な構成を有する中間シャフト4の様に、前記インナシャフト9と前記アウタチューブ10とをトルク伝達可能、且つ、軸方向の伸縮（摺動）可能に組み合わせた伸縮軸は、回転方向のがたつきが小さく、且つ、伸縮時の摺動抵抗が小さい事が要求される。この為に、従来から、前記インナシャフト9の雄スプライン部8の外周面に、ポリアミド樹脂等の摩擦係数が低い合成樹脂製のコーティング層を設けると共に、前記雄スプライン部8と前記雌スプライン部12とを締め代を持たせた状態で係合させる事が行われている。但し、この様な構造の場合、前記インナシャフト9のうち、前記コーティング層を設けた部分の径方向に関する剛性が高いと、前記締め代に対する摺動抵抗（摺動荷重）の変動が敏感になってしまい、前記アウタチューブ10に対する前記インナシャフト9の摺動を、安定させる事が難しくなる可能性がある。この様な問題は、前記がたつきを十分に抑える為に前記締め代を大きくするほど顕著になる。

又、前記中間シャフト4の場合、前記インナシャフト9と前記第一のヨーク11とを別体に形成している。この為、部品点数が増えて部品管理や組み立て作業が面倒になると言った問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2015-21596号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、上述の様な事情に鑑みて、雄軸の雄スプライン部と雌軸の雌スプライン部との係合部の回転方向のがたつきを小さく抑えられる構造を採用した場合にも、前記雄軸と前記雌軸とを安定して摺動させる事ができ、更に、部品点数を減らす事が可能な伸縮自在シャフトの構造を実現するものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の対象となる伸縮自在シャフトは何れも、雄軸と、コーティング層と、雌軸とを備えている。

このうちの雄軸は、雄スプライン部と、小径軸部と、ヨーク部と、中心孔とを有している。

このうちの雄スプライン部は、前記雄軸の軸方向一端部の外周面に形成されている。

前記小径軸部は、前記雄スプライン部よりも軸方向他方側に形成されており、外径が該雄スプライン部の各凸部の外接円の直径よりも小さい。

前記ヨーク部は、前記小径軸部の軸方向他端部に一体に設けられている。

前記中心孔は、軸方向一端が前記雄軸の軸方向一端面に開口し、軸方向他端縁が前記雄

10

20

30

40

50

スプライン部の軸方向中央位置よりも軸方向他方側に位置している。

前記コーティング層は、前記雄スプライン部の外周面を覆う状態で設けられている。

前記雌軸は、内周面に雌スプライン部が形成されている。

そして、前記雄スプライン部と前記雌スプライン部とを、前記コーティング層を介してスプライン係合させる事により、前記雄軸と前記雌軸とがトルク伝達可能、且つ、全長を伸縮可能な状態に組み合わされている。

【0010】

上述の様な本発明の伸縮自在シャフトを実施する場合には、追加的に、請求項2に記載した発明の様に、前記中心孔の軸方向他端縁を、前記雄スプライン部の軸方向他端縁と前記小径軸部の軸方向一端縁との連続部よりも軸方向一方側に位置させた構成を採用できる。

10

【0011】

上述の様な本発明の伸縮自在シャフトを実施する場合には、追加的に、請求項3に記載した発明の様に、前記小径軸部の外径を、前記雌スプライン部の内接円の直径よりも小さくした構成を採用できる。この場合に、例えば、前記小径軸部の外径を、前記雄スプライン部の凹部の外接円の直径よりも小さくした構成を採用する事もできる。

【0012】

上述の様な本発明の伸縮自在シャフトを実施する場合には、追加的に、請求項4に記載した発明の様に、前記小径軸部の軸方向一端縁と、前記スプライン部の各凸部の軸方向他端縁とを、傾斜面を介して滑らかに連続させた構成を採用できる。

20

【発明の効果】

【0013】

上述した様な構成を有する本発明の伸縮自在シャフトの場合、雄軸の雄スプライン部の外周面を覆う状態でコーティング層を設けている。又、これと共に、軸方向一端が前記雄軸の軸方向一端面に開口し、軸方向他端縁の軸方向に関する位置が、前記雄スプライン部の軸方向中央位置よりも軸方向他方側に位置した状態で中心孔を形成している。この為、前記雄軸の雄スプライン部が形成された部分のうち少なくとも軸方向一方側半部の径方向の剛性を適度に小さくできる。従って、前記雄軸の雄スプライン部と雌軸の雌スプライン部との係合部の回転方向のがたつきを防止する為に、該係合部に締め代を持たせた場合でも、該締め代に対する摺動抵抗（摺動荷重）の変動を鈍感にでき、前記雄軸の、前記雌軸に対する摺動を安定させる事ができる。

30

【0014】

又、上述の様に、前記雄スプライン部と前記雌スプライン部との締め代に対する摺動抵抗（摺動荷重）の変動を鈍感にできる為、前記雄軸の寸法誤差を許容できる範囲（寸法公差）を大きくする事ができ、製造コストの低減を図れる。

又、前記雄軸のうちの前記雄スプライン部が形成された部分の剛性を適度に小さくできる為、前記雄スプライン部と前記雌スプライン部との係合部の回転方向のがたつきを防止すべく、該係合部の締め代を大きくした場合でも、該係合部の摺動抵抗を小さく抑える事ができる。

40

又、前記中心孔を形成している分だけ、前記雄軸の軽量化を図る事ができる。

更に、本発明の伸縮自在シャフトの場合、前記雄軸の軸方向他端部に、ヨーク部を一体に設けている。この為、前述した従来構造の様に、インナシャフトとヨークとを別体に設けた構造と比べて、部品点数を減らす事ができる。この結果、部品管理及び組み立て作業の効率化を図る事ができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施の形態の1例を示す、両端部に十軸式自在継手を装着した中間シャフトを示す、部分切断側面図。

【図2】同じく、インナシャフトのうち、図1のX部に相当する部分を示す拡大図。

【図3】同じく、インナシャフトの斜視図。

50

【図4】同じく、インナシャフトの製造工程のうちの、第1～4工程を説明する為の断面図。

【図5】同じく、インナシャフトの製造工程にうちの、第5～8工程を説明する為の断面図。

【図6】同じく、インナシャフトの製造工程のうちの第7、8工程の具体例を説明する為の図。

【図7】同じく、図6のA-A断面図(A)と、同じくB-B断面図(B)と、C-C断面図(C)。

【図8】従来から知られているステアリング装置の1例を示す部分切断側面図。

【図9】中間シャフトを取り出して示す部分切断側面図。

10

【発明を実施するための形態】

【0016】

[実施の形態の1例]

本発明の実施の形態の1例に就いて、図1～7により説明する。尚、本例は、本発明を、ステアリング装置を構成する中間シャフトに適用したものである。但し、本発明は、この様な中間シャフト以外にも、各種用途で使用される伸縮自在シャフトの構造に適用する事ができる。又、本例の中間シャフトを組み込んだステアリング装置の構造は、図8に示したステアリング装置と同様の構造を有している。但し、本例の中間シャフトは、図8に示したステアリング装置の構造に限らず、従来から知られている各種ステアリング装置の構造に適用する事ができる。以下、本発明を組み込んだステアリング装置の構造を簡単に説明した後、本例の中間シャフト4aの構造、及び該中間シャフト4aの製造方法に就いて説明する。

20

【0017】

本例の中間シャフト4aを組み込んだステアリング装置は、ステアリングホイール1(図8参照)が、ステアリングシャフト2の後端部に固定されている。又、これと共に、該ステアリングシャフト2の前端部が、1対の自在継手3c、3d及び前記中間シャフト4aを介して、ステアリングギヤユニット5を構成する入力軸6の基端部に接続されている。更に、該ステアリングギヤユニット5に内蔵したラックアンドピニオン機構により左右1対のタイロッド7、7を押し引きして、左右1対の操舵輪に、前記ステアリングホイール1の操作量に応じた舵角を付与する様に構成されている。

30

【0018】

前記中間シャフト4aは、特許請求の範囲に記載した雄軸の1例に相当するインナシャフト9aの軸方向一端部(図1の右端部であって、組み付け状態に於いて、アウタチューブ10a側となる端部)と、同じく雌軸の1例に相当するアウタチューブ10aの軸方向他端部(図1の左端部であって、組み付け状態に於いて、インナシャフト9a側となる端部)とをスプライン係合させる事により、トルク伝達可能、且つ全長を伸縮可能に組み合わせている。以下、前記中間シャフト4aの具体的な構造に就いて説明する。

【0019】

前記アウタチューブ10aは、軸方向他方側から順に、小径筒部18と、連続部19と、大径筒部20と、ヨーク部21とを備えている。

40

このうちの小径筒部18は円筒状であり、前記アウタチューブ10aのうちの、軸方向他端部から軸方向中央部にかけての部分に設けられている。この様な小径筒部18の外周面は、軸方向の全長に亘り外径寸法が変化しない円筒面状である。又、該小径筒部18の内周面には、円周方向に関して交互に形成された軸方向に長い、複数ずつの凹部と凸部とから成る雌スプライン部22が、全長に亘り形成されている。

【0020】

前記連続部19は、外径寸法及び内径寸法が軸方向一方側(図1の右側)に向かうほど大きくなる部分円錐筒状であり、軸方向他端縁が、前記小径筒部18の軸方向一端縁に連続している。

前記大径筒部20は円筒状であり、軸方向他端縁が、前記連続部19の軸方向一端縁に

50

連続している。この様な大径筒部20の内径寸法及び外径寸法は、前記小径筒部18の内径寸法及び外径寸法よりも大きい。

【0021】

前記ヨーク部21は、前記自在継手3cを構成するものであり、前記大径筒部20の軸方向一端縁のうちで、該大径筒部20に関する直径方向反対側となる2箇所位置から軸方向一方側に延出する状態で設けられた1対の腕部23、23から成る。この様な両腕部23、23の軸方向一端寄り部分には、互いの中心軸が同軸となる状態で1対の円孔24、24が形成されている。尚、図1に示す組み立て状態に於いて、該両円孔24、24の内側には、それぞれ有底円筒状の軸受カップ25、25が内嵌固定されている。これと共に、該両軸受カップ25、25の内側に、それぞれ複数本のニードル26、26を介して、十字軸27を構成する4本の軸部28、28のうちの1対の軸部28、28の端部が回動自在に支持されている。10

【0022】

尚、前記十字軸27を構成する4本の軸部28、28のうち、前記ヨーク部21の両円孔24、24内に支持された軸部28、28以外の1対の軸部28（一方の軸部28は図示省略）の端部は、前記ステアリングシャフト2の前端部に支持固定されたヨーク29を構成する1対の腕部30（一方の腕部30は図示省略）に形成された円孔（図示省略）の内側に、軸受カップ及びニードル（図示省略）を介して回動自在に支持されている。

本例の場合、前記ヨーク部21を、前記アウタチューブ10aに一体に設ける構造を採用しているが、アウタチューブとヨーク部とを別体に設けて溶接或は嵌合等により結合固定する構造を採用する事もできる。20

【0023】

前記インナシャフト9aは、軸方向一方側（図1～3の右側）から順に、予備軸部31、スプライン形成部32と、連続部33と、小径軸部34と、ヨーク部35とを備えている。

このうちの予備軸部31は、前記インナシャフト9aの軸方向一端部に設けられている。この様な予備軸部31の外周面は、軸方向一端縁に形成された面取り部を除いて、軸方向の全長に亘り変化しない円筒面状に形成されている。

【0024】

前記スプライン形成部32は、前記インナシャフト9aの軸方向中間部から軸方向一端寄り部分にかけての部分（軸方向中間部のうちの軸方向一方側部分）に形成されている。この様なスプライン形成部32の軸方向一端縁は、前記予備軸部31の軸方向他端縁（図1の左端縁）に連続している。又、前記スプライン形成部32の外周面には、円周方向に關して交互に形成された軸方向に長い、複数ずつの凹部（図示省略）と凸部36とから成る雄スプライン部37が、全長に亘り形成されている。30

【0025】

前記連続部33は、前記インナシャフト9aのうち、前記スプライン形成部32の軸方向他方側に隣接した部分に形成されている。この様な連続部33の外周面には、円周方向に關して交互に形成された、複数ずつの凹部（図示省略）と、前記インナシャフト9aの中心軸を含む仮想平面に關する断面形状が直角三角形状の凸部38とから成る不完全スプライン部39が形成されている。この様な不完全スプライン部39を構成する各凸部38の外周面は、軸方向他方に向かうほど外径寸法が小さくなる方向に傾斜している。又、前記不完全スプライン部39の各凸部38の外周面の軸方向一端縁は、前記雄スプライン部37を構成する各凸部36の外周面の軸方向他端縁に連続している。一方、前記不完全スプライン部39の各凸部38の外周面の軸方向他端縁は、前記小径軸部34の外周面の軸方向一端縁に連続している。本例の場合、前記不完全スプライン部39の各凸部38の外周面を、特許請求の範囲に記載した傾斜面としている。尚、本例の場合、前記雄スライン部37の凹部の外接円の直径と、前記不完全スライン部39の凹部の外接円の直径とが等しい。40

【0026】

10

20

30

40

50

前記小径軸部34は、前記インナシャフト9aのうち、前記連続部33の軸方向他方側に隣接した位置から、軸方向他端寄り部分にかけて形成されている。この様な小径軸部34の軸方向一端縁は、前記連続部33の軸方向他端縁に連続している。そして、前記小径軸部34の外径寸法は、前記雄スプライン部37を構成する凹部及び凸部の外接円の直径、及び、前記不完全スプライン部39を構成する凹部及び凸部の外接円の直径よりも小さい。

【0027】

前記ヨーク部35は、前記小径軸部34の軸方向他端部に、該小径軸部34と一体に設けられている。尚、本例の場合、前記ヨーク部35と、十字軸40と、前記入力軸6の基端部に支持固定されたヨーク41とにより、前記両自在継手3c、3dのうちの、前側(図1の左側)に配置された自在継手3dを構成している。

10

【0028】

この様なヨーク部35は、略矩形状の基部42と、該基部42の外周面のうち、該基部42の長手方向反対側(図3の上下方向)となる2箇所位置から軸方向他方側に延出した状態で設けられた1対の腕部43、43とから成る。

このうちの基部42は、軸方向片側面の中央部が前記小径軸部34の軸方向他端面に連続した状態で設けられている。

【0029】

又、前記両腕部43、43のうち、軸方向に関して前記基部42と反対側端部寄り部分には、互いの中心軸が同軸となる状態で1対の円孔44、44が形成されている。又、前記両腕部43、43の、互いに対向した両側面の短手方向(図4、5の上下方向)両端部には、それぞれ1対の第一の逃げ凹部45、45が形成されている。この様な両第一の逃げ凹部45、45は、ジョイント角度を大きく確保する為のものである。又、前記両腕部43、43の、互いに対向した両側面の先端部(前記基部42と反対側の端部であって、図4、5の左端部)には第二の逃げ凹部46が形成されている。この様な第二の逃げ凹部46は、前記十字軸40を、前記両円孔44、44に組み付ける為のものである。

20

【0030】

又、図1に示す組み立て状態に於いて、前記両腕部43、43の両円孔44、44の内側には、それぞれ有底円筒状の軸受カップ47、47が内嵌固定されている。これと共に、これら両軸受カップ47、47の内側に、それぞれ複数本のニードル48、48を介して、前記十字軸40を構成する4本の軸部49、49のうちの1対の軸部49、49の端部が回動自在に支持されている。

30

【0031】

尚、前記十字軸40を構成する4本の軸部49、49のうち、前記ヨーク部35の両円孔44、44内に支持された軸部49、49以外の1対の軸部49(一方の軸部49は図示省略)の端部は、前記ヨーク50を構成する1対の腕部51(一方の腕部51は図示省略)に形成された円孔(図示省略)の内側に、軸受カップ(図示省略)及びニードル(図示省略)を介して回動自在に支持されている。

【0032】

又、本例の場合、前記インナシャフト9aの軸方向一端縁から、前記雄スプライン部37の軸方向他端縁よりも軸方向一方側となる位置にかけて、軸方向一端が前記インナシャフト9a(予備軸部31)の軸方向一端面に開口した中心孔52が形成されている。

40

具体的には、前記中心孔52は、円筒面部53と、円錐面部54とから成る。

このうちの円筒面部53は、全長に亘り内径寸法が変化しない円筒面状であり、軸方向に関して、前記インナシャフト9a(前記予備軸部31)の軸方向一端縁から前記スプライン形成部32の軸方向他端寄り部分にかけての部分に形成されている。即ち、前記円筒面部53の軸方向他端縁(該円筒面部53と前記円錐面部54との境界)は、前記連続部33の軸方向一端縁(前記雄スプライン部37と該連続部33との境界であって、図2に直線Xで示す位置)よりも軸方向一方側に位置している。尚、後述する本例の製造方法により前記中心孔52を形成する場合には、前記円錐面部54は完全な円錐状に形成されな

50

い場合もある。具体的には、前記円錐面部 5 4 の径方向外端寄り部分が、後述するマンドレル 6 5 の軸方向他側面の外端寄り部分の形状に沿う様な球面状に形成される場合がある。別の言い方をすれば、中心孔が、円筒面部と、円錐面部と、該円筒面部と該円錐面部とを連続する球面部とにより構成される場合がある。

【0033】

又、前記円錐面部 5 4 は、軸方向一端縁が、前記円筒面部 5 3 の軸方向他端縁に連続した状態で形成されている。この様な円錐面部 5 4 は、内径寸法が、軸方向他方側に向かうほど小さくなる状態で形成されている。又、本例の場合、前記円錐面部 5 4 の軸方向他端縁も、前記連続部 3 3 の軸方向一端縁（前記雄スプライン部 3 7 と該連続部 3 3 との境界であって、図 2 に直線 X で示す位置）よりも軸方向一方側に位置している。具体的には、前記円錐面部 5 4 の軸方向他端縁は、前記スプライン形成部 3 2 （前記雄スプライン部 3 7 ）の軸方向に関する長さ寸法を L_{3_2} とした場合に、該スプライン形成部 3 2 （前記雄スプライン部 3 7 ）の軸方向一端縁から、 $(0.5 \sim 1.0) \cdot L_{3_2}$ となる位置に配置する。好ましくは、前記円錐面部 5 4 の軸方向他端縁を、前記スプライン形成部 3 2 （前記雄スプライン部 3 7 ）の軸方向一端縁から、 $(0.7 \sim 0.9) \cdot L_{3_2}$ となる位置に配置する。

尚、本例の場合、前記インナシャフト 9 a のうち、前記中心孔 5 2 及び前記ヨーク部 3 5 の基部 4 2 の軸方向他側面の中央部に形成された基準孔 5 5 以外の部分は、中実状に形成されている。

【0034】

又、前記インナシャフト 9 a を構成する雄スライン部 3 7 の外周面には、滑りやすい（摩擦係数の低い）合成樹脂製のコーティング層 5 6 が設けられている。具体的には、本例の場合、該コーティング層 5 6 は、前記インナシャフト 9 a の外周面のうち、前記予備軸部 3 1 の軸方向一端縁から前記小径軸部 3 4 の軸方向一端寄り部分（前記連続部 3 3 の軸方向他端縁よりも軸方向他方側に位置する部分であって、図 2 に直線 Y で示す位置）にかけての部分に設けられている。

【0035】

以上の様な構成を有するインナシャフト 9 a は、前記雄スライン部 3 7 を全長に亘り、前記アウタチューブ 10 a の雌スライン部 2 2 に前記コーティング層 5 6 を介してスライン係合させる事により、前記アウタチューブ 10 a に組み付けられている。この様に組み付けられた状態で、前記雄スライン部 3 7 と前記雌スライン部 2 2 との係合部には、所定量の締め代が設けられている。

【0036】

次に、本例の中間シャフト 4 a を構成するインナシャフト 9 a の製造方法に就いて、図 4 ~ 7 を参照しつつ説明する。

先ず、第 1 工程に於いて、炭素鋼（例えば、S 10 C ~ S 45 C）等の鉄系合金、或いは、アルミニウム系合金、マグネシウム合金等の軽合金から成る、円柱状（円柱状）の素材（図示省略）に、前方押し出し加工、後方押し出し加工等の冷間鍛造加工、及び、プレス加工を施して、図 4 (A) に示す様な第一中間素材 5 7 を造る。

【0037】

上述の様な第一中間素材 5 7 は、軸方向一端部（図 4、5 の右端部）から軸方向他端寄り部分にかけて設けられた素軸部 5 8 と、前記第一中間素材 5 7 の軸方向他端部に設けられた素ヨーク部 5 9 とを備えている。

このうちの素軸部 5 8 は、軸方向の全長に亘り外径寸法 D_{5_8} が変化しない中実の円柱状である。この様な素軸部 5 8 は、前記素材のうちの該素軸部 5 8 に相当する部分に、前述した後方押し出し加工を施す事により造る。

【0038】

又、前記素ヨーク部 5 9 は、前記第一中間素材 5 7 の軸方向他端部に前述の前方押し出し加工及びプレス加工により形成されたもので、略円板状の基部 4 2 と、1 対の素腕部 6 0 （一方の素腕部 6 0 は図示省略）とから成る。該両素腕部 6 0 は、前記基部 4 2 の外周面

10

20

30

40

50

のうち、該基部 4 2 の直径方向反対側となる 2 箇所位置から軸方向他方側に延出する状態で設けられている。又、前記両素腕部 6 0 の互いに対向した両側面の短手方向（図 4、5 の上下方向）端部には、それぞれ 1 対の第一の逃げ凹部 4 5、4 5 が形成されている。又、前記両素腕部 6 0 の、互いに対向した両側面の先端部（前記基部 4 2 と反対側の端部であって、図 4、5 の左端部）には第二の逃げ凹部 4 6 が形成されている。

【0039】

又、前記基部 4 2 の軸方向他側面の中央部には、前記基準孔 5 5 が形成されている。この様な基準孔 5 5 は、前記第 1 工程の後に、孔あけ加工により形成するが、該基準孔 5 5 は省略する事もできる。

【0040】

次いで、第 2 工程に於いて、前記第一中間素材 5 7 の軸方向一端面に、孔あけ加工を施す事により、素中心孔（下孔）6 1 を形成して、図 4（B）に示す様な第二中間素材 6 2 とする。該素中心孔 6 1 は、円筒面部 6 3 と、円錐面部 6 4 とから成る。

このうちの円筒面部 6 3 は、全長に亘り内径寸法が変化せず、軸方向に関して、前記第一中間素材 5 7 の軸方向一端面から所定長さを有する状態で形成されている。

又、前記円錐面部 6 4 は、軸方向一端縁が、前記円筒面部 6 3 の軸方向他端縁に連続した状態で形成されている。この様な円錐面部 6 4 は、内径寸法が、軸方向他方側に向かうほど小さくなる状態で形成されている。

【0041】

次いで、第 3 工程に於いて、前記第二中間素材 6 2 の素中心孔 6 1 の内径側に、マンドレル 6 5 を挿入し、該マンドレル 6 5 により前記素中心孔 6 1 の内周面を扱く。すると、該マンドレル 6 5 の軸方向他方側への変位に伴い、該素中心孔 6 1 の内径が拡がり、前記中心孔 5 2 が形成される。

一方、前記マンドレル 6 5 の軸方向他方側への変位に伴い、前記第二中間素材 6 2 の外周面のうち、軸方向に関して前記素中心孔 6 1 と整合する部分の外径が拡がり、拡径部 6 7 が形成される。

この様にして図 4（C）に示す様な第三中間素材 6 6 を造る。

【0042】

前記拡径部 6 7 の外径寸法 $D_{6,7}$ は、前記第三中間素材 6 6 のうちの該拡径部 6 7 以外の部分の外径寸法 $D_{5,8}$ よりも大きい ($D_{6,7} > D_{5,8}$)。又、該拡径部 6 7 の軸方向他端部のうち、前記不完全スプライン部 3 9 が形成される部分（該拡径部 6 7 の軸方向他端部）は、軸方向他方側に向かうほど外径寸法が小さくなる傾斜面状に形成されている。又、前記素軸部 5 8 のうちの前記拡径部 6 7 よりも軸方向他方側部分がそのまま、前記インナシャフト 9 a の小径軸部 3 4 となる。即ち、本例の場合、前記素軸部 5 8 のうちの前記拡径部 6 7 よりも軸方向他方側部分には、特別な加工を施さずに前記小径軸部 3 4 とする。

【0043】

前記マンドレル 6 5 は、扱き部 6 8 と、軸部 7 3 とを備えている。

このうちの扱き部 6 8 は、軸方向両側面が部分球面状で、外周面の軸方向中央部が円筒面状の略円板状部材である。

前記軸部 7 3 は、軸方向他端部が前記扱き部 6 8 の軸方向一側面に結合固定されている。

この様なマンドレル 6 5 は、前記扱き部 6 8 を、前記素中心孔 6 1 の軸方向一端開口部に挿入し、該扱き部 6 8 の軸方向他側面の外径側寄り部分と該扱き部 6 8 の外周面により、前記素中心孔 6 1 の内周面を扱きながら該扱き部 6 8 が前記素中心孔 6 1 の円筒面部 6 3 の軸方向他端部に位置するまで挿入される。

【0044】

尚、上述の様な第 3 工程では、前記素中心孔 6 1 の内周面を、前記扱き部 6 8 により扱く際、該扱き部 6 8 の軸方向他側面が球面状になっている為、前記素中心孔 6 1 の内周面は、該扱き部 6 8 が軸方向他方に変位すると、径方向外方且つ軸方向他方に押圧される。

従つて、前記扱き部 6 8 が軸方向他方に変位する際、前記第二中間素材 6 2 の外周面のうちの前記扱き部 6 8 よりも軸方向他方側部分も拡径される。特に、前記第3工程に於いて、前記第二中間素材 6 2 の軸方向中間部から軸方向一端部にかけての部分の外径側に、内周面が円筒面状の外型（図示省略）を配置した場合には、該外型の内周面により外径側への変位（流動）が規制された前記素中心孔 6 1 の周囲に存在する部分を構成する金属材料を、軸方向他方側へと流動し易くできる。この為、前記第二中間素材 6 2 の外周面のうちの前記扱き部 6 8 よりも軸方向他方側部分を拡径し易くできる。

この様に、前記扱き部 6 8 が軸方向他方に変位する際、前記第二中間素材 6 2 の外周面のうちの前記扱き部 6 8 よりも軸方向他方側部分も拡径する事により、前記拡径部 6 7 の軸方向に関する長さ寸法を $L_{6,7}$ ($L_{6,7} = L_{3,2}$) とした場合に、前記中心孔 5 2 の円錐面部 5 4 の軸方向他端縁を、前記拡径部 6 7 のうちの前記雄スプライン部 3 7 が形成される部分（該拡径部 6 7 のうち前記予備軸部 3 1 及び前記不完全スプライン部 3 9 が形成される部分を除いた部分）の軸方向一端縁から、 $(0.5 \sim 1.0) \cdot L_{3,2}$ {好ましくは、 $(0.7 \sim 0.9) \cdot L_{6,7}$ } となる位置に配置している。
10

【0045】

次いで、第4工程に於いて、前記第三中間素材 6 6 の拡径部 6 7 の外周面に切削加工を施す事により、該拡径部 6 7 を、外径寸法が転造下径（プレス下径）である最終拡径部 6 9 として、図4（D）に示す様な第四中間素材 7 0 とする。尚、前記第三中間素材 6 6 の拡径部 6 7 の外周面に切削加工を施す事なく、次の工程に進める事もできる。

【0046】

次いで、第5工程に於いて、前記第四中間素材 7 0 の最終拡径部 6 9 の外周面に、転造又はプレス成形を施す事により円周方向に凹部と凸部とを交互に配置して成る凹凸部である前記雄スプライン部 3 7 を形成する。尚、前記最終拡径部 6 9 に転造又はプレス成形を施す際には、該最終拡径部 6 9 の内周面（中心孔 5 2 の内側）に、図示しないサポート軸を挿入した状態で行う。又、前記第5工程では、前記雄スプライン部 3 7 と共に、前記不完全スプライン部 3 9 も形成される。

又、前記雄スプライン部 3 7 を形成した後の前記第四中間素材 7 0 の外周面のうち、前記予備軸部 3 1 に相当する部分に切削加工を施して、外周面の形状（外径）を整える事により前記予備軸部 3 1 を形成する。そして、図5（A）に示す様な第五中間素材 7 1 とする。
20

【0047】

次いで、第6工程に於いて、前記素ヨーク部 5 9 を構成する素腕部 6 0 に孔あけ加工を施す事により、前記両円孔 4 4 を形成して、図5（B）に示す様なインナシャフト 9 a とする。尚、第6工程は、前記第1工程の後～第5工程の前までの何れかの時点で行う事ができる。

【0048】

次いで、第7工程に於いて、前記インナシャフト 9 a の外周面のうち、該インナシャフト 9 a（前記予備軸部 3 1）の軸方向一端縁から前記雄スプライン部 3 7 よりも軸方向他方側にかけての部分に、粗コーティング層 7 3 を形成する。

該粗コーティング層 7 3 を形成する方法に就いては、図6を参照しつつ説明する。
40

先ず、図6（A）に示す様に、前記インナシャフト 9 a の軸方向一端面 {図6（A）の下端面} に、例えは磁石製で直方体状の抑え治具 7 4 を、前記中心孔 5 2 の軸方向一端開口部を塞ぐ様に固定する。尚、該抑え治具 7 4 の構造は、該中心孔 5 2 の軸方向一端開口部を塞ぐ事ができる構造であれば、円柱状や多角柱状等の各種構造を採用できる。

【0049】

次に、上述の様に抑え治具 7 4 が固定された前記インナシャフト 9 a を、図6（B）に示す様な溶融した合成樹脂 7 5 の中に、軸方向一方側から所定の長さだけ浸漬（ディッピング）する事により、図6（C）に示す様な粗コーティング層 7 3 を形成する。具体的には、本例の場合、前記インナシャフト 9 a のうち、前記予備軸部 3 1 の軸方向一端縁から前記雄スプライン部 3 7 よりも軸方向他方側にかけての部分を、前記合成樹脂の中に浸漬
50

して、当該部分に、前記粗コーティング層73を形成する。

この様にして形成された粗コーティング層73は、軸方向及び周方向に連続した状態で形成されている。

尚、前記粗コーティング層73を形成する方法は、例えば、流動浸漬法、静電塗装法等を採用する事ができる。

【0050】

最後に、前記粗コーティング層73に、シェーピング加工を施す事により前記コーティング層56を形成する。

この様なシェーピング加工は、例えば、前記コーティング層56のうちの前記雄スプライン部37を覆う部分の外周面に沿う内周面形状を有する筒状のシェーピング用金型（シェーピングカッター）の内側に、前記インナシャフト9aのうちの前記粗コーティング層73が形成された部分を挿通する事により、該粗コーティング層73のうちの前記雄スプライン部37を覆う部分の径方向外端寄り部分を削り取る。10

又、前記シェーピング加工の際には、前記抑え治具74を取り外して、前記中心孔52をセンタ出し（前記シェーピングカッターと前記インナシャフト9aとの中心軸同士を一致させる作業）に利用する事ができる。

【0051】

以上の様な構成を有する本例の中間シャフト4aによれば、前記インナシャフト9aの雄スプライン部37と、前記アウタチューブ10aの雌スプライン部22との係合部の回転方向のがたつきを小さく抑えられる構造を採用した場合にも、前記インナシャフト9aと前記アウタチューブ10aとの摺動抵抗を小さく抑える事ができる。20

即ち、本例の場合、前記インナシャフト9aに、前記中心孔52を形成している。

そして、該中心孔52の軸方向他端縁の位置を、前記スプライン形成部32（前記雄スプライン部37）の軸方向に関する長さ寸法を L_{3_2} とした場合に、該スプライン形成部32（前記雄スプライン部37）の軸方向一端縁から、 $(0.5 \sim 1.0) \cdot L_{3_2}$ {好ましくは、 $(0.7 \sim 0.9) \cdot L_{3_2}$ } となる位置に配置している。この為、前記スプライン形成部32（前記雄スプライン部37）の径方向に関する剛性を適度に小さくする事ができる。この結果、該雄スプライン部37と前記アウタチューブ10aの雌スプライン部22との係合部の回転方向のがたつきを防止する為に、該係合部に締め代を持たせた構造を採用した場合でも、該締め代に対する摺動抵抗（摺動荷重）を小さくする事ができる。又、該摺動抵抗（摺動荷重）の変動が鈍感になり、前記インナシャフト9aの、前記アウタチューブ10aに対する摺動を安定させる事ができる。更に、前記インナシャフト9aの誤差を許容できる範囲（寸法公差）を大きく確保した場合でも、該寸法公差の影響で、前記摺動抵抗が徒に大きくなる事を防止できる。従って、前記インナシャフト9a及び前記アウタチューブ10aの、製造コストの低減を図れる。30

【0052】

又、本例の場合、前記インナシャフト9aの軸方向一端部に、前記予備軸部31を設けている。この為、前述した様な方法により前記インナシャフト9aに前記粗コーティング層73を形成する際に、前記予備軸部31の外周面の全周に亘り、該粗コーティング層73を連続した状態で形成できる。この為、該粗コーティング層73を形成した後、前記インナシャフト9aの軸方向一端面から前記抑え治具74を取り外す際に、該抑え治具74に引っ張られて前記粗コーティング層73の軸方向一端縁がめくれ、前記雄スプライン部37が露出してしまう事を防止できる。更に、使用時に前記インナシャフト9aと前記アウタチューブ10aとが摺動する際にも、前記コーティング層56の軸方向一端縁がめくれてしまう事を防止できる。40

【0053】

又、本例の場合、前記中心孔52の円錐面部54の軸方向他端縁を、前記スプライン形成部32（前記雄スプライン部37）の軸方向他端縁と同じか、該スプライン形成部32（前記雄スプライン部37）の軸方向他端縁よりも軸方向一方側に配置している。この為、前記インナシャフト9aのうちの前記連続部33と前記小径軸部34との境界部分の様

10

20

30

40

50

に、応力が集中し易い部分の剛性を確保する事ができる。この結果、前記インナシャフト 9 a の耐久性の向上を図れる。

【0054】

又、本例の場合、前記インナシャフト 9 a として、前記ヨーク部 3 5 を前記小径軸部 3 4 の軸方向他端部に一体に設けた構造を採用している。この為、部品点数を減らす事ができて、部品管理や組み立て作業が面倒になる事の防止を図れる。

【0055】

又、本例の製造方法の場合、前記スプライン形成部 3 2 (前記雄スプライン部 3 7) に相当する部分を、前記第3工程の様に、前記第二中間素材 6 2 の素中心孔 6 1 に前記マンドレル 6 5 を挿入して拡径する事により形成している。即ち、前記小径軸部 3 4 に相当する部分と、前記スプライン形成部 3 2 (前記雄スプライン部 3 7) に相当する部分との様に、外径寸法が異なる部分を、切削加工を施す事なく造る事ができる。この結果、加工コスト及び材料コストの低減を図る事ができる。

10

【0056】

又、上述の様に、前記小径軸部 3 4 に相当する部分を切削加工により形成していない為、該小径軸部 3 4 の外周面を、前記第一中間素材 5 7 の素軸部 5 8 の外周面そのものにより構成する事ができる。この様な小径軸部 3 4 a の外周面は、表面粗さが十分に低く、表面に生じる傷も、破断等に結びつかない軸方向に長い傷となる。これに対し、切削加工により形成する場合には、深さにはらつきがある円周方向の切削痕が生じる可能性があり、該切削痕のうちの深い切削痕は、前記小径軸部 3 4 に曲げ応力等が作用した場合に、応力集中の起点となり易い。研削加工等の仕上げ加工を施す事により、この様な切削痕を消す事はできるが、加工コストが嵩んでしまう。

20

この様に、本例の場合には、前記小径軸部 3 4 を切削加工を施す事なく形成している為、上述の様な応力集中の起点となるような傷が生じ難く、前記インナシャフト 9 a の曲げ剛性を十分に確保する事ができる。この結果、該インナシャフト 9 a が破断して、ステアリング装置としての機能を失ってしまう事を防止できる。

20

【産業上の利用可能性】

【0057】

前述した実施の形態の各例では、本発明をステアリング装置を構成する中間シャフトに適用した例に就いて説明した。但し、本発明は、この様な中間シャフト以外にも、各種用途で使用される伸縮自在シャフトの構造に適用する事ができる。

30

【符号の説明】

【0058】

- 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、3 c、3 d 自在継手
- 4、4 a 中間シャフト
- 5 ステアリングギヤユニット
- 6 入力軸
- 7 タイロッド
- 8 雄スプライン部
- 9、9 a インナシャフト
- 10、10 a アウタチューブ
- 11 第一のヨーク
- 12 雌スプライン部
- 13 第二のヨーク
- 14 十字軸
- 15 ヨーク
- 16 十字軸
- 17 ヨーク

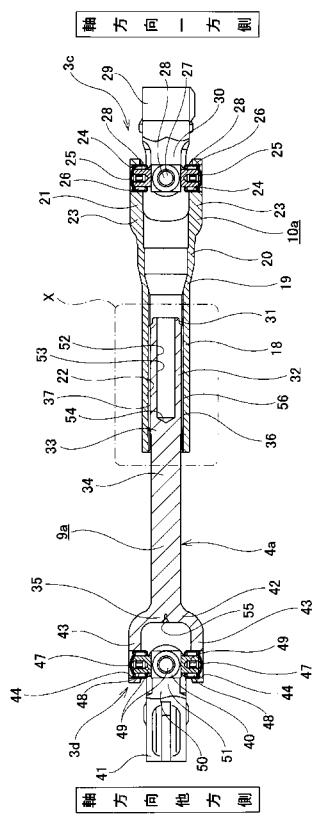
40

50

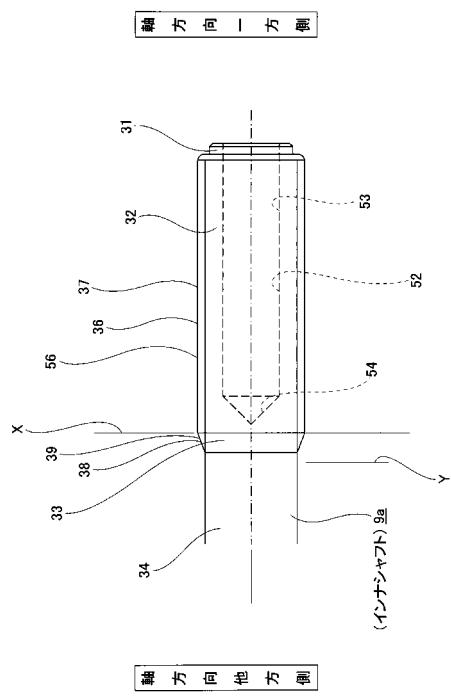
1 8	小径筒部	
1 9	連続部	
2 0	大径筒部	
2 1	ヨーク部	
2 2	雌スプライン部	
2 3	腕部	
2 4	円孔	
2 5	軸受カップ	10
2 6	ニードル	
2 7	十字軸	
2 8	軸部	
2 9	ヨーク	
3 0	腕部	
3 1	予備軸部	
3 2	スプライン形成部	
3 3	連続部	
3 4	小径軸部	
3 5	ヨーク部	
3 6	凸部	
3 7	雄スプライン部	20
3 8	凸部	
3 9	不完全スプライン部	
4 0	十字軸	
4 1	ヨーク	
4 2	基部	
4 3	腕部	
4 4	円孔	
4 5	第一の逃げ凹部	
4 6	第二の逃げ凹部	
4 7	軸受カップ	30
4 8	ニードル	
4 9	軸部	
5 0	ヨーク	
5 1	腕部	
5 2	中心孔	
5 3	円筒面部	
5 4	円錐面部	
5 5	基準孔	
5 6	コーティング層	
5 7	第一中間素材	40
5 8	素軸部	
5 9	素ヨーク部	
6 0	素腕部	
6 1	素中心孔	
6 2	第二中間素材	
6 3	円筒面部	
6 4	円錐面部	
6 5	マンドレル	
6 6	第三中間素材	
6 7	拡径部	50

- | | |
|-----|----------|
| 6 8 | 扱き部 |
| 6 9 | 最終拡径部 |
| 7 0 | 第四中間素材 |
| 7 1 | 第五中間素材 |
| 7 2 | 第六中間素材 |
| 7 3 | 粗コーティング層 |
| 7 4 | 押え治具 |
| 7 5 | 合成樹脂 |
| 7 6 | 軸部 |

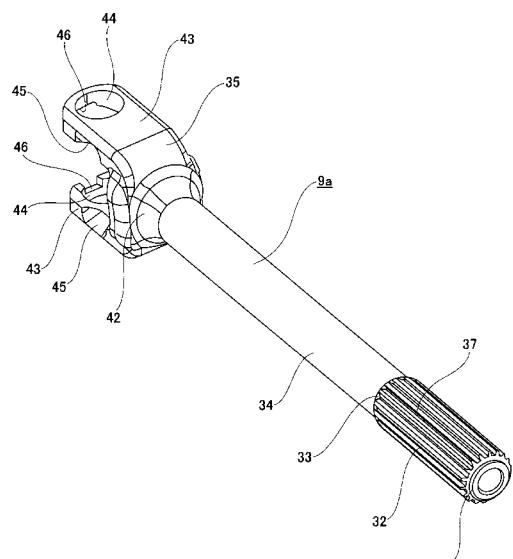
【 図 1 】



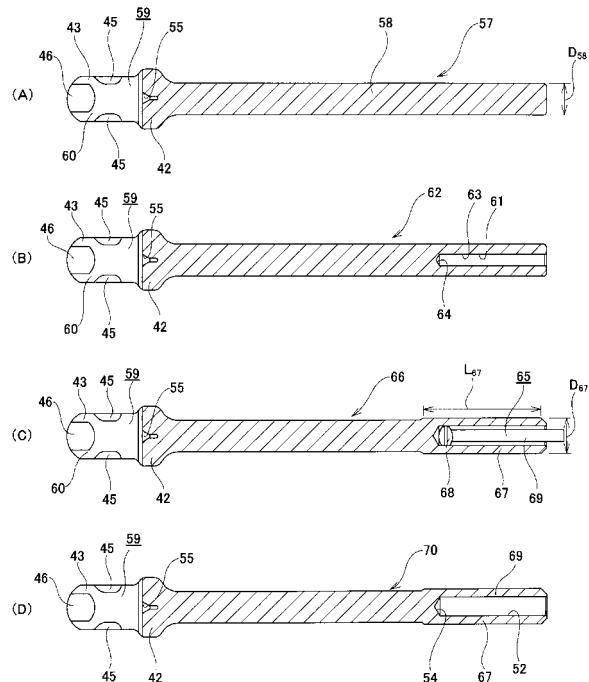
【 図 2 】



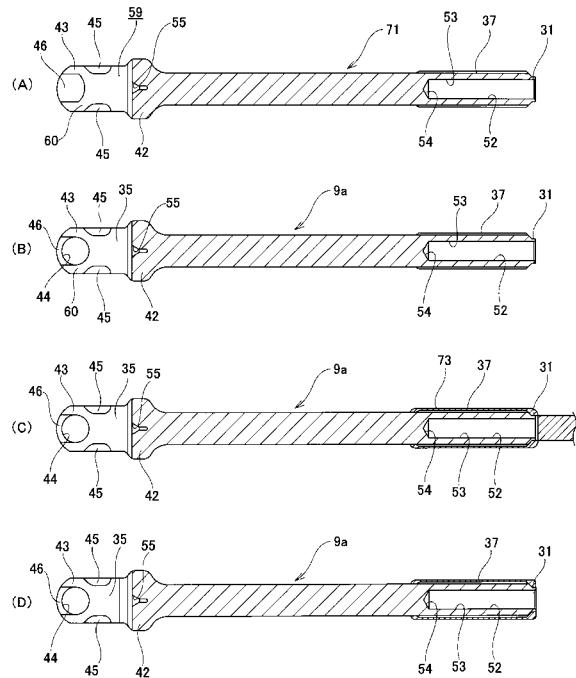
【図3】



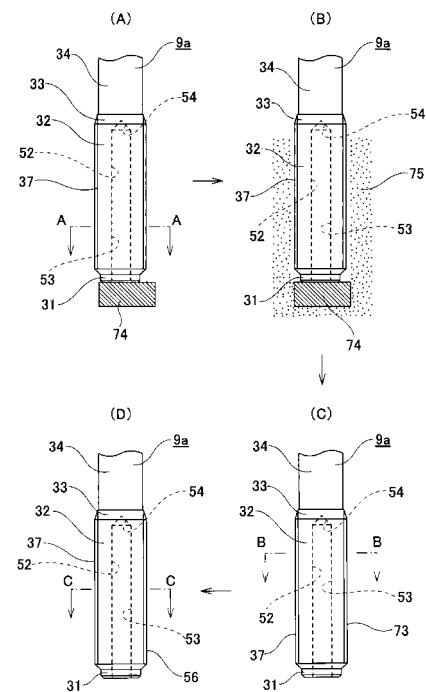
【図4】



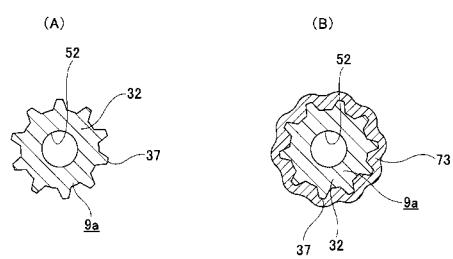
【図5】



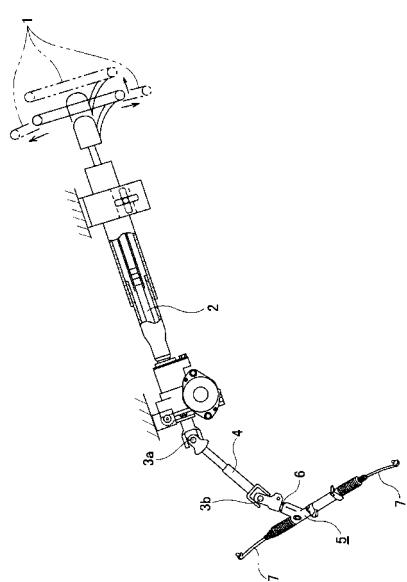
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

