

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 5 部門第 2 区分

【発行日】平成30年7月19日(2018.7.19)

【公開番号】特開2017-3055(P2017-3055A)

【公開日】平成29年1月5日(2017.1.5)

【年通号数】公開・登録公報2017-001

【出願番号】特願2015-119343(P2015-119343)

【国際特許分類】

F 1 6 D 3/06 (2006.01)

【F I】

F 1 6 D 3/06 E

F 1 6 D 3/06 S

F 1 6 D 3/06 Z

【手続補正書】

【提出日】平成30年6月5日(2018.6.5)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】伸縮自在シャフト及びその製造方法

【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 6 に記載する様な構造のものが知られている。この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、この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、このステアリングギヤユニット 5 に内蔵され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。

【0003】

このよう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組み込む為に、伸縮式のものを使用している。

図 7 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。この中間シャフト 4 は、軸方向一端部（前端部であって、図 7 の左端部。組み付け状態で後述するアウトチューブ 11 側の端部）の外周面に雄スプライン部 8 が形成されたインナシャフト 9 と、内周面にこの雄スプライン部 8 とをスプライン係合可能な雌スプライン部 10 が形成された円管状のアウトチューブ 11 とから成る。そして、これら雄スプライン部 8 と雌スプライン部 10 とをスプライン係合する事で、前記インナシャフト 9 と前記アウトチューブ 11 とを、伸縮自在に組み合わせている。尚、図 7 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、前記アウトチューブ 11 を前側に配置している。従って、前記インナシャフト 9 の軸方向他端部（後端部であって、図 7 の右端部）に、前記両自在継手 3 a、3 b のうちの後側に配置された自在継手 3 a が固定されている。一方、前記アウトチューブ 11 の軸方向一端部（前端部であって、図 7 の左端部）に、前記両自在継手 3 a、3 b のうちの前側に配置された自在継手 3 b が固定されている。但し、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、アウトチューブを後側に配置する構造を採用する事もできる。

【0004】

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 と前記アウトチューブ 11 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 10 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でも、前記インナシャフト 9 の雄スプライン部 8 と、前記アウトチューブ 11 の雌スプライン部 10 とのスプライン係合部の軸方向に関する寸法が長いと摺動抵抗を十分に小さくする事ができない可能性がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【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】

【0006】

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の係合部の摺動抵抗を十分に小さくする事ができる伸縮自在シャフト、及びその製造方法を実現するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の伸縮自在シャフトは、雄軸と、雌軸と、コーティング層とを備えている。

このうちの雄軸は、雄スプライン部と、傾斜連続部と、非スプライン軸部とを有している。

このうちの雄スプライン部は、前記雄軸の外周面のうちの軸方向に離隔した複数箇所に形成されている。これら各雄スプライン部は、具体的には、円周方向に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により構成されている。

前記各傾斜連続部は、前記各雄スプライン部の軸方向両端縁に連続し、外径が、これら各雄スプライン部から離れるほど小さくなる状態で形成されている。

前記非スプライン軸部は、外径が、前記各雄スプライン部の凹部の外径よりも小さく、軸方向に関してこれら各雄スプライン部同士の間部分に、軸方向両端縁が、前記各傾斜連続部の小径側の端縁に連続した状態で形成されている。

前記雌軸は、内周面に雌スプライン部が形成されている。

前記コーティング層は、前記各雄スプライン部と、前記傾斜連続部と、前記非スプライン軸部との外周面に、周方向及び軸方向に連続した状態で形成されている。

又、前記コーティング層のうちの前記非スプライン軸部を覆う部分の外径が、同じく前記各雄スプライン部の凹部を覆う部分の外径（外接円の直径）よりも小さい。

そして、これら各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。

【 0 0 0 8 】

上述の様な本発明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、前記雄軸の軸方向一端部に、軸方向他端縁が、最も軸方向一方側に形成された傾斜連続部の軸方向一端縁に連続した予備軸部を設ける。そして、この予備軸部の外周面にも、全周に互り連続した状態で前記コーティング層を形成する。

【 0 0 0 9 】

又、上述の様な本発明の伸縮自在シャフトの製造方法に係る発明である請求項 3 に記載した発明は、前記雄ねじ部を得る為に円杆状（円柱状又は円筒状）の軸部材に、外周面のうちの少なくとも軸方向一部に、凹部と凸部とを全周に互って交互に配置して成る凹凸部を形成する工程と、外周面のうちの軸方向 1 乃至複数箇所に切削加工により、前記非スプライン軸部、及び、前記各傾斜連続部のうちでこの非スプライン軸部の軸方向両端縁と連続する傾斜連続部を形成する工程とを施す。更に、必要に応じて、前記軸部材に、外周面のうちの軸方向他半部に切削加工により、前記各雄スプライン部の凹部の外径よりも小さな外径を有する小径軸部、及び、前記各傾斜連続部のうちでこの小径軸部の軸方向一端縁と連続する傾斜連続部を形成する工程や、外周面のうちの軸方向一端部に切削加工により、前記各雄スプライン部の凹部の外径よりも小さな外径を有する予備軸部、及び、前記各傾斜連続部のうちでこの予備軸部の軸方向他端縁と連続する傾斜連続部を形成する工程とを施す。この様な雄軸を得る為の工程は、矛盾を生じない限り、その順番を入れ替えたり、同時に実施したりする事もできる。何れにしても、前記雄軸を得た後、前記各雄スプライン部と、前記各傾斜連続部と、前記非スプライン軸部との外周面に粗コーティング層を形成し、更にこの粗コーティング層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を形成する。

【 0 0 1 0 】

上述の様な請求項 3 に記載した発明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、前記各雄スプライン部と、前記各傾斜連続部と、前記非スプライン軸部との外周面を、溶融した合成樹脂の中に浸漬する事により、当該部分に、前記粗コーティング層を形成する構成を採用できる。

【 0 0 1 1 】

上述の様な請求項 3 ～ 4 に記載した発明を実施する場合には、追加的に、請求項 5 に記載した発明の様に、前記粗コーティング層を形成する以前に、軸方向一端が、前記軸部材の軸方向一端面に開口した中心孔を形成する工程を有する構成を採用できる。この様な構成を採用した場合には、前記軸部材の軸方向一端面に抑え治具を固定し、前記中心孔の軸方向一端開口部を塞いだ状態で前記粗コーティング層を形成する構成を採用できる。

【 0 0 1 2 】

上述の様な請求項 5 に記載した発明を実施する場合には、追加的に、請求項 6 に記載した発明の様に、前記中心孔を、前記シェーピング加工のセンタ出し（シェーピング加工に用いるシェーピングカッターと前記軸部材との中心軸同士を一致させる作業）に使用する構成を採用できる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

上述した様な構成を有する本発明の伸縮自在シャフトによれば、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の摺動抵抗を小さく抑えられる。

具体的には、本発明の場合、前記雄軸に形成した各雄スプライン部同士の間、これら各雄スプライン部の凹部の外径（外接円の直径）よりも小さい外径を有する非スプライン軸部を形成している。この様な、非スプライン軸部には、雄スプライン部が形成されていない為、当該部分は、前記雌軸の内周面に形成された雌スプライン部とスプライン係合しない。この為、前記非スプライン軸部が形成されていない場合と比べて、前記各雄スプライン部と前記雌スプライン部とのスプライン係合部（摺接部分）の軸方向寸法（当接面積）を小さく抑えられる。この結果、前記雄軸と前記雌軸との摺動抵抗を小さく抑えられる。

。

又、本発明の場合、前記各雄スプライン部の軸方向両端側に隣接した位置に、これら各雄スプライン部の軸方向両端縁に連続し、外径が、前記各雄スプライン部から離れるほど小さくなる傾斜連続部を形成している。即ち、前記各雄スプライン部の軸方向両端縁にエッジ部が存在しない様にしている。この為、これら各雄スプライン部を、前記雄軸の外周面のうちの軸方向に離隔した複数箇所に形成した場合でも、前記各雄スプライン部と前記雌スプライン部とが摺動する際に、これら各雄スプライン部の軸方向両端縁が、この雌スプライン部に引っ掛かるのを防止できて、前記雄軸と前記雌軸との摺動抵抗が増大する事を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施の形態の第1例を示す、両端部に十字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、図1のX部に相当する拡大図。

【図3】同じく、中間シャフトを構成する雄軸の製造工程を説明する為の図。

【図4】同じく、図3のA - A乃至K - K断面に相当する断面図(a)乃至(k)。

【図5】本発明の実施の形態の第2例を示す、図2と同様の図。

【図6】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7】中間シャフトを取り出して示す部分切断側面図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

[実施の形態の第1例]

本発明の実施の形態の第1例に就いて、図1～4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、各種用途で使用す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6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6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、及びこの中間シャフト4aの製造方法に就いて説明する。

【0016】

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6参照)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、この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(図1参照)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、この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。

【0017】

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、後述するアウトチューブ11a側となる端部)と、同じく雌軸の1例に相当するアウトチューブ11a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。

【0018】

前記アウトチューブ11aは、軸方向他方側から順に、小径筒部12と、連続部13と、大径筒部14と、ヨーク部15とを備えている。

このうちの小径筒部12は円筒状であり、前記アウトチューブ11aのうちの、軸方向

中央部から軸方向他端縁にかけての部分に設けられている。このような小径筒部 1 2 の外周面は、軸方向の全長に互り外径寸法が変化しない円筒面状である。又、この小径筒部 1 2 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 1 6 が、全長に互り形成されている。

【 0 0 1 9 】

前記連続部 1 3 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 1 2 の軸方向一端縁に連続している。

前記大径筒部 1 4 は円筒状であり、軸方向他端縁が、前記連続部 1 3 の軸方向一端縁に連続している。このような大径筒部 1 4 の内径寸法及び外径寸法は、前記小径筒部 1 2 の内径寸法及び外径寸法よりも大きい。

【 0 0 2 0 】

前記ヨーク部 1 5 は、前記自在継手 3 c を構成するものであり、前記大径筒部 1 4 の軸方向一端縁のうちで、この大径筒部 1 4 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 1 7、1 7 から成る。このような両腕部 1 7、1 7 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 1 8、1 8 が形成されている。尚、図 1 に示す組み立て状態に於いて、これら両円孔 1 8、1 8 の内側には、それぞれ有底円筒状の軸受カップ 1 9、1 9 が内嵌固定されている。これと共に、これら両軸受カップ 1 9、1 9 の内側に、それぞれ複数本のニードル 2 0、2 0 を介して、十字軸 2 1 を構成する 4 本の軸部 2 2、2 2 のうちの 1 対の軸部 2 2、2 2 の端部が回動自在に支持されている。

【 0 0 2 1 】

尚、前記十字軸 2 1 を構成する 4 本の軸部 2 2、2 2 のうちの、前記ヨーク部 1 5 の両円孔 1 8、1 8 内に支持された軸部 2 2、2 2 以外の 1 対の軸部 2 2（一方の軸部は図示省略）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 2 3 を構成する 1 対の腕部 2 4（一方の腕部は図示省略）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 1 5 を、前記アウトチューブ 1 1 a に一体に設ける構造を採用しているが、アウトチューブとヨーク部とを別体に設けて溶接或い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。

【 0 0 2 2 】

前記インナシャフト 9 a は、軸方向一方側（図 1、2 の右側）から順に、予備軸部 2 5 と、第一の傾斜連続部 2 6 と、第一のスプライン形成部 2 7 と、第二の傾斜連続部 2 8 と、非スプライン軸部 2 9 と、第三の傾斜連続部 3 0 と、第二のスプライン形成部 3 1 と、第四の傾斜連続部 3 2 と、小径軸部 3 3 と、結合軸部 3 4 とを備えている。

【 0 0 2 3 】

このうちの予備軸部 2 5 は、前記インナシャフト 9 a の軸方向一端部に設けられている。このような予備軸部 2 5 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、軸方向の全長に互り変化しない円筒面状に形成されている。

【 0 0 2 4 】

前記第一の傾斜連続部 2 6 は、特許請求の範囲の傾斜連続部に相当するものであり、前記予備軸部 2 5 の軸方向他方側に隣接した位置に、この予備軸部 2 5 と前記第一のスプライン形成部 2 7 とを連続する状態で形成されている。このような第一の傾斜連続部 2 6 の外周面は、軸方向一方側に形成された第一の部分円錐面部 3 5 と、軸方向他方側に形成された第一の不完全スプライン部 3 6 とから成る。このうちの第一の部分円錐面部 3 5 は、外径が、軸方向一方側に向かうほど（前記第一のスプライン形成部 2 7 から離れるほど）小さくなる。尚、このような第一の部分円錐面部 3 5 の軸方向一端縁の外径は、前記第一、第二の各スプライン形成部 2 7、3 1 の外周面に形成された第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 の各凹部の外径（外接円の直径）よりも小さい。

又、前記第一の不完全スプライン部 3 6 は、円周方向に関して交互に形成された、複数

ずつの凹部と、前記インナシャフト 9 a の中心軸を含む仮想平面に関する断面形状が直角三角形形状の凸部とから成る。これら各凸部の外周面の外径も、軸方向一方側に向かうほど（第一のスプライン形成部 2 7から離れるほど）小さくなる。

【0025】

前記第一のスプライン形成部 2 7 は、前記第一の傾斜連続部 2 6 の軸方向他方側に隣接した部分に設けられており、外周面に、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第一の雄スプライン部 3 7 が、全長に互り形成されている。この様な第一の雄スプライン部 3 7 の凸部及び凹部の軸方向一端縁は、それぞれ前記第一の不完全スプライン部 3 6 の凸部及び凹部の軸方向他端縁に連続している。好ましくは、断面円弧形で滑らかに連続させる。

【0026】

前記第二の傾斜連続部 2 8 は、特許請求の範囲の傾斜連続部に相当するものであり、前記第一のスプライン形成部 2 7（前記第一の雄スプライン部 3 7）の軸方向他方側に隣接した位置に、この第一のスプライン形成部 2 7 と前記非スプライン軸部 2 9 とを連続する状態で形成されている。この様な第二の傾斜連続部 2 8 の外周面は、軸方向他方側に形成された第二の部分円錐面部 3 8 と、軸方向一方側に形成された第二の不完全スプライン部 3 9 とから成る。このうちの第二の部分円錐面部 3 8 は、外径が、軸方向他方側に向かうほど（前記第一のスプライン形成部 2 7 から離れるほど）小さくなる。尚、この様な第二の部分円錐面部 3 8 の軸方向他端縁の外径は、前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 の各凹部の外径よりも小さい。

又、前記第二の不完全スプライン部 3 9 は、円周方向に関して交互に形成された、複数ずつの凹部と、前記インナシャフト 9 a の中心軸を含む仮想平面に関する断面形状が直角三角形形状の凸部とから成る。これら各凸部の外周面の外径も、軸方向他方側に向かうほど（前記第一のスプライン形成部 2 7から離れるほど）小さくなる。この様な第二の不完全スプライン部 3 9 を構成する凸部及び凹部の軸方向一端縁は、それぞれ前記第一の雄スプライン部 3 7 の凸部及び凹部の軸方向他端縁と連続している。好ましくは、断面円弧状で滑らかに連続させる。

【0027】

前記非スプライン軸部 2 9 は、前記第二の傾斜連続部 2 8 の軸方向他方側に隣接した位置に形成されている。この様な非スプライン軸部 2 9 の外周面は、軸方向の全長に互り外径が変化しない円筒面状に形成されている。又、この非スプライン軸部 2 9 の外径は、前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 の各凹部の外径よりも小さい。尚、前記非スプライン軸部 2 9 の軸方向の長さは、前記第一のスプライン形成部 2 7 の軸方向一端縁から前記第二のスプライン形成部 3 1 の軸方向他端縁までの長さの $1/5 \sim 1/2$ の範囲である事が好ましい。例えば、前記非スプライン軸部 2 9 の軸方向の長さを、前記第一、第二の各スプライン形成部 2 7、3 1のそれぞれの軸方向長さと等しくする構成を採用できる。

【0028】

前記第三の傾斜連続部 3 0 は、特許請求の範囲の傾斜連続部に相当するものであり、前記非スプライン軸部 2 9 の軸方向他方側に隣接した位置に、この非スプライン軸部 2 9 と前記第二のスプライン形成部 3 1 とを連続する状態で形成されている。この様な第三の傾斜連続部 3 0の外周面は、軸方向一方側に形成された第三の部分円錐面部 4 0 と、軸方向他方側に形成された第三の不完全スプライン部 4 1 とから成る。このうちの第三の部分円錐面部 4 0 は、外径が、軸方向一方側に向かうほど（前記第二のスプライン形成部 3 1 から離れるほど）小さくなる。尚、この様な第三の部分円錐面部 4 0 の軸方向一端縁の外径は、前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 の各凹部の外径よりも小さい。

又、前記第三の不完全スプライン部 4 1 は、円周方向に関して交互に形成された、複数ずつの凹部と、前記インナシャフト 9 a の中心軸を含む仮想平面に関する断面形状が直角三角形形状の凸部とから成る。これら各凸部の外周面の外径も、軸方向一方側に向かうほど（第二のスプライン形成部 3 1 から離れるほど）小さくなる。

【 0 0 2 9 】

前記第二のスプライン形成部 3 1 は、前記第三の傾斜連続部 3 0 の軸方向他方側に隣接した部分に設けられており、外周面に、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第二の雄スプライン部 4 2 が、全長に互り形成されている。この様な第二の雄スプライン部 4 2 の凸部及び凹部の軸方向一端縁は、それぞれ前記第三の不完全スプライン部 4 1 の凸部及び凹部の軸方向他端縁に連続している。好ましくは、断面円弧状で滑らかに連続させる。

【 0 0 3 0 】

前記第四の傾斜連続部 3 2 は、特許請求の範囲の傾斜連続部に相当するものであり、前記第二のスプライン形成部 3 1 (前記第二の雄スプライン部 4 2) の軸方向他方側に隣接した位置に、この第二のスプライン形成部 3 1 と前記小径軸部 3 3 とを連続する状態で形成されている。この様な第四の傾斜連続部 3 2 の外周面は、軸方向他方側に形成された第四の部分円錐面部 4 3 と、軸方向一方側に形成された第四の不完全スプライン部 4 4 とから成る。このうちの第四の部分円錐面部 4 3 は、外径が、軸方向他方側に向かうほど (前記第二のスプライン形成部 3 1 から離れるほど) 小さくなる。尚、この様な第四の部分円錐面部 4 3 の軸方向他端縁の外径は、前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 の各凹部の外径よりも小さい。

又、前記第四の不完全スプライン部 4 4 は、円周方向に関して交互に形成された、複数ずつの凹部と、前記インナシャフト 9 a の中心軸を含む仮想平面に関する断面形状が直角三角形形状の凸部とから成る。これら各凸部の外周面の外径も、軸方向他方側に向かうほど (前記第二のスプライン形成部 3 1 から離れるほど) 小さくなる。この様な第四の不完全スプライン部 4 4 を構成する凸部及び凹部の軸方向一端縁は、前記第二の雄スプライン部 4 2 の凸部及び凹部の軸方向他端縁と連続している。好ましくは、断面円弧状で滑らかに連続させる。

【 0 0 3 1 】

前記小径軸部 3 3 は、前記インナシャフト 9 a のうち、前記第四の傾斜連続部 3 2 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 3 3 の軸方向一端縁は、前記第四の傾斜連続部 3 2 (前記第四の部分円錐面部 4 3) の軸方向他端縁に連続している。そして、前記小径軸部 3 3 の外径は、前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 の各凹部の外径よりも小さい。

【 0 0 3 2 】

前記結合軸部 3 4 は、前記インナシャフト 9 a のうち、前記小径軸部 3 3 の軸方向他方側に隣接した位置から、軸方向他端縁にかけて形成されている。又、前記結合軸部 3 4 の外径寸法は、前記小径軸部 3 3 の軸方向他端部の外径寸法よりも僅かに小さい。又、この様な結合軸部 3 4 の軸方向一端縁は、前記小径軸部 3 3 の軸方向他端縁に連続している。

【 0 0 3 3 】

又、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 2 5 の軸方向一端縁から、前記第一のスプライン形成部 2 7 の軸方向一端寄り部分と整合する位置にかけて、軸方向一端が前記インナシャフト 9 a (予備軸部 2 5) の軸方向一端面に開口した状態で中心孔 4 5 が形成されている。尚、この中心孔 4 5 の軸方向の長さに関しては、本例の場合よりも長く形成する事もできる。具体的には、中心孔 4 5 の軸方向他端 (奥端) の位置を、例えば、前記第四の傾斜連続部 3 2 の軸方向一端縁と軸方向他端縁との間部分に位置させる構造を採用する事もできる。この様な構造を採用すれば、前記インナシャフト 9 a のうちの、前記アウトチューブ 1 1 a とスプライン係合する部分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、前記インナシャフト 9 a の前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 と前記アウトチューブ 1 1 a の雌スプライン部 1 6 との係合部の回転方向のがたつきを防止する為に、この係合部に締め代を持たせた構造を採用した場合でも、この締め代に対する摺動抵抗 (摺動荷重) の変動が鈍感になり、前記インナシャフト 9 a の、前記アウトチューブ 1 1 a に対する摺動を安定させる事ができる。

【 0 0 3 4 】

又、前記インナシャフト 9 a の結合軸部 3 4 には、前記両自在継手 3 c、3 d のうちの、前側（図 1 の左側）に配置された自在継手 3 d を構成するヨーク 4 8 が結合固定されている。このヨーク 4 8 は、略円板状の基部 4 9 と、この基部 4 9 の外周面のうち、この基部 4 9 に関する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た 1 対の腕部 5 0、5 0 とから成る。

このうちの基部 4 9 は、中央部に前記結合軸部 3 4 を挿通可能な結合孔 5 1 が形成されている。又、前記両腕部 5 0、5 0 の軸方向他端寄り部分には、互いの中心軸が同軸となる状態で 1 対の円孔 5 2、5 2 が形成されている。このようなヨーク 4 8 は、前記結合孔 5 1 に前記インナシャフト 9 a の結合軸部 3 4 を締め嵌めにより内嵌固定すると共に、溶接する事により、このインナシャフト 9 a に結合固定されている。

【0035】

又、図 1 に示す組み立て状態に於いて、前記両腕部 5 0、5 0 の両円孔 5 2、5 2 の内側には、それぞれ有底円筒状の軸受カップ 5 3、5 3 が内嵌固定されている。これと共に、これら両軸受カップ 5 3、5 3 の内側に、それぞれ複数本のニードル 5 4、5 4 を介して、十字軸 5 5 を構成する 4 本の軸部 5 6、5 6 のうちの 1 対の軸部 5 6、5 6 の端部が回動自在に支持されている。

【0036】

尚、前記十字軸 5 5 を構成する 4 本の軸部 5 6、5 6 のうちの、前記ヨーク 4 8 の両円孔 5 2、5 2 内に支持された軸部 5 6、5 6 以外の 1 対の軸部 5 6（一方の軸部 5 6 は図示省略）の端部は、前記入力軸 6 の基端部に支持固定されたヨーク 5 7 を構成する 1 対の腕部 5 8（一方の腕部 5 8 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。

【0037】

又、前記インナシャフト 9 a の外周面のうち、前記予備軸部 2 5 の軸方向一端縁から、前記第四の傾斜連続部 3 2 の軸方向他端縁にかけての部分には、滑りやすい（前記アウトチューブ 1 1 a を構成する金属材料に対する摩擦係数の低い）合成樹脂製のコーティング層 5 9 { 図 3 (d) 参照 } が、円周方向且つ軸方向に連続した状態で設けられている。本例の場合、このコーティング層 5 9 のうち、前記予備軸部 2 5 及び前記非スプライン軸部 2 9 を覆う部分の外周面を円筒面状としている。一方、前記コーティング層 5 9 のうち、前記第一、第二の雄スプライン部 3 7、4 2 を覆う部分の外周面の形状は、これら第一、第二の雄スプライン部 3 7、4 2 の外周面の形状に沿う様な凹凸面状に形成されている。この様に前記コーティング層 5 9 が形成された状態で、このコーティング層 5 9 のうちの前記非スプライン軸部 2 9 を覆う部分の外径は、このコーティング層 5 9 のうちの前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 の各凹部を覆う部分の外径（外接円の直径）よりも小さい。尚、このコーティング層 5 9 の軸方向他端縁の位置は、本例の場合よりも軸方向他方側にまで延長させる事もできる。

【0038】

本例の場合、前記第一の雄スプライン部 3 7 の軸方向一端縁と、前記第二の雄スプライン部 4 2 の軸方向他端縁との距離 L_1 を、前述の図 7 に示した従来構造のインナシャフト 9 の雄スプライン部 8 の軸方向長さ L_2 と同じだけ確保している。

【0039】

以上の様な構成を有するインナシャフト 9 a は、前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 を、前記アウトチューブ 1 1 a の雌スプライン部 1 6 に前記コーティング層 5 9 を介してスプライン係合させる事により、このアウトチューブ 1 1 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、前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 と前記雌スプライン部 1 6 との係合部には、所定量の締め代が設けられている。

【0040】

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 3、4 を参照しつつ説明する。

先ず、図示しない円杆状（円柱状）の素材（軸部材）の外周面の全長に互り、転造又は

プレス成形により連続雄スプライン部 6 1 を形成して第一中間素材（図示省略）とする。尚、前記素材の外径寸法は、全長に互り転造下径（プレス下径）に形成しておく。尚、本例の場合、前記連続雄スプライン部 6 1 が、特許請求の範囲に記載した凹凸部に相当する。

次に、孔あけ加工により、前記第一中間素材に前記中心孔 4 5 を形成する。尚、この中心孔 4 5 の形状、寸法は適宜変更しても良い。又、この中心孔 4 5 を形成する工程を省略する事もできる。

【 0 0 4 1 】

次に、前記中心孔 4 5 が形成された前記第一中間素材の外周面のうち、前記予備軸部 2 5、前記第一の傾斜連続部 2 6、前記第四の傾斜連続部 3 2、前記小径軸部 3 3、及び結合軸部 3 4 に相当する部分に切削加工を施して、外周面の形状（外径）を整える事によりこれら各部分 2 5、2 6、3 2、3 3、3 4 を形成して図 3（a）に示す様な第二中間素材 6 0 とする。

【 0 0 4 2 】

次に、前記第二中間素材 6 0 の外周面のうち、前記第二の傾斜連続部 2 8、非スプライン軸部 2 9、第三の傾斜連続部 3 0 に相当する部分に切削加工を施して、外周面の形状（外径）を整える事によりこれら各部分 2 8、2 9、3 0 を形成して図 3（b）に示す様な前記インナシャフト 9 a とする。この様にして、前記連続雄スプライン部 6 1 を軸方向中間部で軸方向に分断する事により、前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 を形成する。

尚、上述の様な切削加工により、前記インナシャフト 9 a にバリが生じる事がある為、その場合には、上述の工程の後、前記インナシャフト 9 a を洗浄し、更に、ショットブラスト等により前記バリを除去する。

【 0 0 4 3 】

次に、前記インナシャフト 9 a の軸方向一端面（図 3 の右端面）に、例えば磁石製で直方体状の抑え治具 6 2 を、前記中心孔 4 5 の軸方向一端開口部を塞ぐ様に固定する。尚、この抑え治具 6 2 の構造は、この中心孔 4 5 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。又、前記中心孔 4 5 を省略している場合には、この工程は省略できる。

【 0 0 4 4 】

次に、上述の様に抑え治具 6 2 が固定された前記インナシャフト 9 a を、溶融した合成樹脂（図示省略）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 3（c）に示す様な粗コーティング層 6 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 2 5 の軸方向一端縁から前記第四の傾斜連続部 3 2 の軸方向他端縁にかけての部分、前記合成樹脂の中に浸漬して、当該部分に、粗コーティング層 6 3 を形成する。

この様にして形成された粗コーティング層 6 3 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 6 3 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。

【 0 0 4 5 】

最後に、前記粗コーティング層 6 3 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 5 9 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 5 9 のうちの前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 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 9 a のうちの前記粗コーティング層 6 3 が形成された部分を挿通する事により、この粗コーティング層 6 3 のうちの前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 を覆う部分の径方向外端寄り部分を削り取る。尚、本例の場合、前記粗コーティング層 6 3 の厚さを、軸方向及び周方向に互りほぼ一定としている。但し、この粗コーティング層 6 3 の厚さを、軸方向に関し

て異ならせる事もできる。具体的には、この粗コーティング層 6 3 の径方向に関する厚さを、前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 を覆う部分で小さく、前記予備軸部 2 5 及び前記非スプライン軸部 2 9 を覆う部分で大きくする事ができる。何れにしても、これら予備軸部 2 5 及び非スプライン軸部 2 9 を覆う部分の前記粗コーティング層 6 3 の厚さを、前記シェーピング加工の際に、前記シェーピング加工用金型の内周面が、前記粗コーティング層 6 3 のうちの前記予備軸部 2 5 及び前記非スプライン軸部 2 9 を覆う部分に当接しない様に規制している。

又、前記シェーピング加工の際には、前記抑え治具 6 2 を取り外して、前記中心孔 4 5 をセンタ出し（シェーピングカッターとインナシャフト 9 a 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。

【0046】

以上の様な構成を有する本例の中間シャフト 4 a によれば、前記インナシャフト 9 a の第一、第二の雄スプライン部 3 7、4 2 と、前記アウトチューブ 1 1 a の雌スプライン部 1 6 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 9 a と前記アウトチューブ 1 1 a との摺動抵抗を小さく抑える事ができる。

即ち、本例の場合、前記インナシャフト 9 a の外周面のうち、軸方向に関して、前記第一の雄スプライン部 3 7 と前記第二の雄スプライン部 4 2 との間に、外径が、これら第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 の凹部の外径よりも小さい前記非スプライン軸部 2 9 を設けている。この様な非スプライン軸部 2 9 には、雄スプライン部が形成されていない為、当該部分は、前記雌スプライン部 1 6 とはスプライン係合しない。この為、前記非スプライン軸部 2 9 が形成されていない場合と比べて、前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 と前記雌スプライン部 1 6 とのスプライン係合部（摺接部分）の軸方向寸法（当接面積）を小さく抑えられる。この結果、前記インナシャフト 9 a と前記アウトチューブ 1 1 a との摺動抵抗を小さく抑える事ができる。又、本例の場合、前記第一の雄スプライン部 3 7 の軸方向一端縁と前記第二の雄スプライン部 4 2 の軸方向他端縁の距離 L_1 を、前記従来構造のインナシャフト 9 の雄スプライン部の長さ L_2 と同じだけ確保している。この為、前記摺動抵抗を小さく抑えつつ、前記インナシャフト 9 a と前記アウトチューブ 1 1 a との中心軸同士が不一致になる（これらインナシャフト 9 a とアウトチューブ 1 1 a とが触れ回る）のを防止する事ができる。尚、これらインナシャフト 9 a とアウトチューブ 1 1 a とは、前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 の様に、軸方向に離隔した 2 箇所位置で係合している為、前記インナシャフト 9 a とこのアウトチューブ 1 1 a との摺動が不安定になる事を防止すると共に、擦り方向のがたつきも防止できる。

【0047】

又、本例の場合、前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 の軸方向両端側に隣接した位置に前記第一、第二、第三、第四の各傾斜連続部 2 6、2 8、3 0、3 2 を形成している。即ち、前記第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 の軸方向両端縁にエッジ部が存在しない。この為、これら第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 を、前記非スプライン軸部 2 9 を挟んで軸方向に離隔した状態で形成した場合であっても、これら第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 と前記雌スプライン部 1 6 とが軸方向に摺動する際に、これら第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 の軸方向両端縁が、前記雌スプライン部 1 6 に引っ掛かる事を防止できる。この結果、前記インナシャフト 9 a と前記アウトチューブ 1 1 a との摺動抵抗が増大する事を防止できる。

以上の様に、本例の構造によれば、前記中間シャフト 4 a を構成するインナシャフト 9 a と前記アウトチューブ 1 1 a との摺動抵抗を小さくしたり、摺動時のこれら両部材 9 a、1 1 a のがたつきを防止する事ができる為、前記中間シャフト 4 a を車両に組み込む作業の作業効率を向上する事ができる。

【0048】

又、本例の場合、上述の様な理由により前記インナシャフト 9 a の第一、第二の各雄スプライン部 3 7、4 2 と前記アウトチューブ 1 1 a の雌スプライン部 1 6 との摺動抵抗を

小さくできる為、前記インナシャフト 9 a 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、この寸法公差の影響で、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 9 a 及び前記アウトチューブ 11 a の、製造コストの低減を図れる。

更に、前記非スプライン軸部 29 を形成している分だけ、前記インナシャフト 9 a の軽量化を図る事ができる。

【0049】

又、本例の場合、前記インナシャフト 9 a の軸方向一端部に、前記予備軸部 25 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 9 a に前記粗コーティング層 63 を形成する際に、前記予備軸部 25 の外周面の全周に亘り、この粗コーティング層 63 を連続した状態で形成できる。この為、この粗コーティング層 63 を形成した後、前記インナシャフト 9 a の軸方向一端面から前記抑え治具 62 を取り外す際に、この抑え治具 62 に引っ張られて前記粗コーティング層 63 の軸方向一端縁がめくれ、前記第一の雄スプライン部 37 が露出してしまう事の防止を図れる。更に、使用時に前記インナシャフト 9 a と前記アウトチューブ 11 a とが摺動する際にも、前記コーティング層 59 の軸方向一端縁がめくれてしまう事を防止できる。

【0050】

[実施の形態の第 2 例]

本発明の実施の形態の第 2 例に就いて、図 5 により説明する。本例の中間シャフトを構成するインナシャフト 9 b の場合、前述した実施の形態の第 1 例のインナシャフト 9 a の第二のスプライン形成部 31の軸方向他方側に離隔した位置に、第三のスプライン形成部 66 を設けている。

【0051】

具体的には、本例の場合、前述した実施の形態の第 1 例のインナシャフト 9 a が備える構造に加えて、前記インナシャフト 9 b のうちの第四の傾斜連続部 32 の軸方向他方側から順に、第二の非スプライン軸部 64、第五の傾斜連続部 65、第三のスプライン形成部 66、第六の傾斜連続部 67、小径軸部 33、結合軸部 34（図 1 参照）が形成されている。

【0052】

このうちの第二の非スプライン軸部 64 は、前記第四の傾斜連続部 32 の軸方向他方側に隣接した位置に形成されている。この様な第二の非スプライン軸部 64 の外周面は、軸方向の全長に亘り外径が変化しない円筒面状に形成されている。又、前記第二の非スプライン軸部 64 の外径は、前記第一、第二、第三の各雄スプライン部 37、42、66 の各凹部の外径よりも小さい。

【0053】

前記第五の傾斜連続部 65 は、特許請求の範囲の傾斜連続部に相当するものであり、前記第二の非スプライン軸部 64 の軸方向他方側に隣接した位置に形成されている。この様な第五の傾斜連続部 65 の外周面は、軸方向一方側に形成された第五の部分円錐面部 68 と、軸方向他方側に形成された第五の不完全スプライン部 69 とから成る。このうちの第五の部分円錐面部 68 は、外径が、軸方向一方側に向かうほど（前記第三のスプライン形成部 66 から離れるほど）小さくなる。尚、この様な第五の部分円錐面部 68 の軸方向一端縁の外径は、前記第一、第二、第三の各雄スプライン部 37、42、66 の各凹部の外径よりも小さい。

又、前記第五の不完全スプライン部 69 は、円周方向に関して交互に形成された、複数ずつの凹部と、前記インナシャフト 9 b の中心軸を含む仮想平面に関する断面形状が直角三角形の凸部とから成る。これら各凸部の外周面の外径も、軸方向他方側に向かうほど（前記第三のスプライン形成部 66 から離れるほど）小さくなる。

【0054】

前記第三のスプライン形成部 66は、前記第五の傾斜連続部 65 の軸方向他方側に隣接した部分に設けられており、外周面に、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第三の雄スプライン部 7 1 が、全長に互い形成されている。この様な第三の雄スプライン部 7 1 の凸部及び凹部の軸方向一端縁は、それぞれ前記第五の不完全スプライン部 6 9 の凸部及び凹部の軸方向他端縁に連続している。好ましくは、断面円弧状で滑らかに連続させる。

【 0 0 5 5 】

前記第六の傾斜連続部 6 7 は、特許請求の範囲の傾斜連続部に相当するものであり、前記第三のスプライン形成部 6 6（前記第三の雄スプライン部 7 1）の軸方向他方側に隣接した位置に形成されている。この様な第六の傾斜連続部 6 7 の外周面は、軸方向他方側に形成された第六の部分円錐面部 7 2 と、軸方向一方側に形成された第六の不完全スプライン部 7 3 とから成る。このうちの第六の部分円錐面部 7 2 は、外径が、軸方向他方側に向かうほど（前記第三のスプライン形成部 6 6 から離れるほど）小さくなる。尚、この様な第六の部分円錐面部 7 2 の軸方向他端縁の外径は、前記第一、第二、第三の各雄スプライン部 3 7、4 2、7 1 の各凹部の外径よりも小さい。

又、前記第六の不完全スプライン部 7 3 は、円周方向に関して交互に形成された、複数ずつの凹部と、前記インナシャフト 9 b の中心軸を含む仮想平面に関する断面形状が直角三角形形状の凸部とから成る。この凸部の外周面の外径も、軸方向他方側に向かうほど（前記第三のスプライン形成部 6 6 から離れるほど）小さくなる。この様な第六の不完全スプライン部 7 3 を構成する凸部及び凹部の軸方向一端縁は、それぞれ前記第三の雄スプライン部 7 1 の凸部及び凹部の軸方向他端縁と連続している。好ましくは、断面円弧状で滑らかに連続させる。

【 0 0 5 6 】

小径軸部 3 3 は、前記インナシャフト 9 b のうち、前記第六の傾斜連続部 6 7 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。

尚、前記非スプライン軸部 2 9 と第二の非スプライン軸部 6 4 との軸方向長さの合計は、第一のスプライン形成部 2 7 の軸方向一端縁から前記第三のスプライン形成部 6 6 の軸方向他端縁までの長さの $1/5 \sim 1/2$ の範囲に規制している。

本例の場合、前記インナシャフト 9 b の予備軸部 2 5 の軸方向一端縁から、前記第六の傾斜連続部 6 7 の軸方向他端縁にかけての部分には、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 9 a が、円周方向且つ軸方向に連続した状態で設けられている。

尚、この様なコーティング層 5 9 a を形成する方法は、前述した実施の形態の第 1 例の方法と同様である。

【 0 0 5 7 】

以上の様な構成を有する本例の場合、前記第一、第二、第三の各雄スプライン部 3 7、4 2、7 1と、前記アウトチューブ 1 1 a（図 1 参照）の雌スプライン部 1 6とがスプライン係合する。特に、本例の場合、軸方向に関して、前記第一、第三の各雄スプライン部 3 7、7 1同士の間で、前記第二の各雄スプライン部 4 2 が、前記雌スプライン部 1 6と係合している為、トルク伝達の際の、前記インナシャフト 9 b の撓みを小さく抑える事ができる。尚、本例を実施する場合に、前記第一、第二、第三の各雄スプライン部 3 7、4 2、7 1のうち、中央に存在する第二の雄スプライン部 4 2 の外径（この第二の雄スプライン部 4 2 の凸部の外接円の直径）を、両側に存在する第一、第三の雄スプライン部 3 7、7 1の外径よりも小さくしても良い。この場合、前記コーティング層 5 9 a のうち、前記第二の雄スプライン部 4 2 を覆う部分の厚さを、前記第一、第三の雄スプライン部 3 7、7 1を覆う部分の厚さよりも大きくする。これにより、前記コーティング層 5 9 a のうちで、これら第一、第二、第三の各雄スプライン部 3 7、4 2、7 1を覆う部分の外径を互いに同じにする。この様な構成によれば、軸方向一半部の 3 箇所、前記第一、第二、第三の各雄スプライン部 3 7、4 2、7 1を設け、前記インナシャフト 9 b の撓みを小さく抑えた場合でも、このインナシャフト 9 b とアウトチューブ 1 1 a（図 1 参照）との摺動抵抗が増大するのを抑える事ができる。その他の部分の構成及び作用・効果に就いては、前述した実施の形態の第 1 例の場合と同様である。

【 0 0 5 8 】

〔実施の形態の第3例〕

本発明の実施の形態の第3例に就いて、図1～3を参照しつつ説明する。本例は、前述した実施の形態の第1例で説明した中間シャフト4aを構成するインナシャフト9aの製造方法の別の製造方法に係るものである。

本例の場合、先ず、図示しない円杆状（円柱状）の素材（軸部材）に、切削加工により、軸方向一端部に、予備軸部25及び第一の傾斜連続部26を形成する工程と、切削加工により、軸方向他半部に、結合軸部34、小径軸部33及び第四の傾斜連続部32を形成する工程とを施す。又、軸方向一端面に孔あけ加工により、中心孔45を形成する工程を施す。尚、この中心孔45の形状、寸法は適宜変更しても良い。このような各工程により、第一中間素材（図示省略）を得る。これら各工程は、その順番を入れ替える事もできるし、同時に実施する事もできる。尚、前記中心孔45を形成する工程は省略しても良い。

【0059】

次に、前記第一中間素材のうち、前記第一の傾斜連続部26の軸方向他端縁と前記第四の傾斜連続部32の軸方向一端縁との間に存在する大径部に、転造又はプレス成形により、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連続雄スプライン部61を形成して、図3（a）に示す様な第二中間素材60とする。尚、前記第一の中間素材の大径部の外径寸法、即ち、前記素材の外形寸法は、全長に互り転造下径（プレス下径）に形成しておく。

【0060】

次に、前記第二中間素材60の外周面のうち、第二の傾斜連続部28、非スプライン軸部29、第三の傾斜連続部30に相当する部分に切削加工を施して、外周面の形状（外径）を整える事によりこれら各部分28、29、30を形成して図3（b）に示す様な前記インナシャフト9aとする。この様にして、前記連続雄スプライン部61を軸方向中間部で軸方向に分断する事により、前記第一、第二の各雄スプライン部37、42を形成する。この工程に関しては、前述した実施の形態の第1例の場合と同様である。

尚、上述の様な切削加工により、前記インナシャフト9aにバリが生じる事がある為、その場合には、上述の工程の後、前記インナシャフト9aを洗浄し、更に、ショットブラスト等により前記バリを除去する。その他の部分の構成及び作用・効果に就いては、前述した実施の形態の第1例の場合と同様である。

【産業上の利用可能性】

【0061】

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、このような中間シャフト以外にも、各種用途で使用する伸縮自在シャフトの構造に適用する事ができる。

尚、本発明のインナシャフトを造る際、円環状（円柱状）の素材として、非スプライン軸部に相当する部分に凹部（溝）を形成したものと使用して、この素材に転造又はプレス成形により各雄スプライン部を形成する方法を採用する事もできる。

又、上述したインナシャフトの各製造方法は、前述した実施の形態の第1例のインナシャフト9aだけでなく、前述した実施の形態の第2例のインナシャフト9bにも適用できる。

【符号の説明】

【0062】

- 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、9 b インナシャフト
- 10 雌スプライン部
- 11、11 a アウタチューブ
- 12 小径筒部
- 13 連続部
- 14 大径筒部
- 15 ヨーク部
- 16 雌スプライン部
- 17 腕部
- 18 円孔
- 19 軸受カップ
- 20 ニードル
- 21 十字軸
- 22 軸部
- 23 ヨーク
- 24 腕部
- 25 予備軸部
- 26 第一の傾斜連続部
- 27 第一のスプライン形成部
- 28 第二の傾斜連続部
- 29 非スプライン軸部
- 30 第三の傾斜連続部
- 31 第二のスプライン形成部
- 32 第四の傾斜連続部
- 33 小径軸部
- 34 結合軸部
- 35 第一の部分円錐面部
- 36 第一の不完全スプライン部
- 37 第一の雄スプライン部
- 38 第二の部分円錐面部
- 39 第二の不完全スプライン部
- 40 第三の部分円錐面部
- 41 第三の不完全スプライン部
- 42 第二の雄スプライン部
- 43 第四の部分円錐面部
- 44 第四の不完全スプライン部
- 45 中心孔
- 46 円筒面部
- 47 円錐面部
- 48 ヨーク
- 49 基部
- 50 腕部
- 51 結合孔
- 52 円孔
- 53 軸受カップ
- 54 ニードル
- 55 十字軸
- 56 軸部
- 57 ヨーク
- 58 腕部

- 5 9、5 9 a コーティング層
- 6 0 第二中間素材
- 6 1 連続雄スプライン部
- 6 2 抑え治具
- 6 3 粗コーティング層
- 6 4 第二の非スプライン軸部
- 6 5 第五の傾斜連続部
- 6 6 第三のスプライン形成部
- 6 7 第六の傾斜連続部
- 6 8 第五の部分円錐面部
- 6 9 第五の不完全スプライン部
- 7 1 第三の雄スプライン部
- 7 2 第六の部分円錐面部
- 7 3 第六の不完全スプライン部