

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7671053号  
(P7671053)

(45)発行日 令和7年5月1日(2025.5.1)

(24)登録日 令和7年4月22日(2025.4.22)

(51)国際特許分類

B 6 2 D	1/20 (2006.01)	B 6 2 D	1/20
B 6 2 D	1/19 (2006.01)	B 6 2 D	1/19
F 1 6 D	1/04 (2006.01)	F 1 6 D	1/04 4 0 0
F 1 6 D	3/06 (2006.01)	F 1 6 D	3/06 Z
F 1 6 D	9/06 (2006.01)	F 1 6 D	9/06

請求項の数 10 (全40頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-38304(P2021-38304)  
 (22)出願日 令和3年3月10日(2021.3.10)  
 (65)公開番号 特開2022-85813(P2022-85813A)  
 (43)公開日 令和4年6月8日(2022.6.8)  
 審査請求日 令和6年2月28日(2024.2.28)  
 (31)優先権主張番号 特願2020-197284(P2020-197284)  
 (32)優先日 令和2年11月27日(2020.11.27)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
日本国(JP)

(73)特許権者 523207386  
NSKステアリング&コントロール株式  
会社  
東京都品川区大崎一丁目6番3号  
(74)代理人 110000811  
弁理士法人責和特許事務所  
(72)発明者 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  
審査官 山下 浩平

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 中間シャフト

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

軸方向に関して反対側の端部にそれぞれヨークを備えた第一トルク伝達軸と第二トルク伝達軸とを軸方向に連結してなる、自動車用ステアリング装置を構成する中間シャフトであって、

前記第一トルク伝達軸は、連結側第一シャフトを有しており、

前記第二トルク伝達軸は、前記連結側第一シャフトに対しトルク伝達可能に接続される連結側第二シャフトを有しており、

前記連結側第一シャフトと前記連結側第二シャフトとのうちのいずれか一方のシャフトは、中空状のシャフト本体と、欠円筒状のクランプとを有し、前記一方のシャフトとともに前記第一トルク伝達軸又は前記第二トルク伝達軸のいずれかを構成する内軸が、トルク伝達可能にかつ軸方向に関する相対変位を可能に挿入された外筒であり、

前記一方のシャフトを備える前記第一トルク伝達軸又は前記第二トルク伝達軸は、二重管構造を有しており、

前記シャフト本体は、軸方向一方側の端部から軸方向中間部にわたる範囲の内周面に備えられ、前記内軸の外周面に備えられた第一雄側係合部に対し係合する第一雌側係合部と、軸方向他方側の端部の内周面に備えられ、前記連結側第一シャフトと前記連結側第二シャフトとのうちのいずれか他方のシャフトの端部外周面に備えられた第二雄側係合部に対し係合する第二雌側係合部と、軸方向他方側の端部に備えられ、軸方向他方側に開口端を有する、軸方向に伸長したスリットとを有しており、

前記第一雌側係合部の軸方向寸法は、前記第一雄側係合部の軸方向寸法よりも大きく、前記第一雌側係合部と前記第一雄側係合部とは、前記一方のシャフトが収縮した状態においても係合したままとなる寸法関係を有しており、

前記シャフト本体は、内周面の軸方向全長にわたり前記第一雌側係合部が形成された小径筒部と、内周面の軸方向全長にわたり前記第二雌側係合部が形成された嵌合筒部と、前記小径筒部と前記嵌合筒部との間に配置され、前記小径筒部よりも大径の大径筒部とを有しております、

前記大径筒部は、小径側円すい筒部と、中間円筒部と、嵌合側傾斜部とを有し、前記第一雌側係合部の歯底円直径よりも大きな内径を有する逃げ部であり、

前記大径筒部には、径方向に貫通する孔として前記スリットのみが形成されており、該スリットの軸方向一方側端部は、前記中間円筒部に位置しております、

前記大径筒部の軸方向寸法は、前記小径筒部の軸方向寸法よりも短く、かつ、前記大径筒部のうちの前記中間円筒部の軸方向寸法は、前記嵌合筒部の軸方向寸法よりも短く、

前記クランプは、前記嵌合筒部に外嵌され、前記シャフト本体の軸方向他方側の端部を縮径可能である、

中間シャフト。

【請求項 2】

前記第一トルク伝達軸は、二重管構造を有しており、自動車に衝突事故が発生して、軸方向に所定値以上の大きさの衝撃荷重が加わった場合にのみ、全長を収縮可能に構成された収縮シャフトであり、

前記第二トルク伝達軸は、二重管構造を有しており、自動車に衝突事故の発生していない定常状態において、全長を伸縮可能に構成された伸縮シャフトである、

請求項 1 に記載した中間シャフト。

【請求項 3】

前記一方のシャフトは、前記第一トルク伝達軸を構成する前記連結側第一シャフトであり、

前記第一雄側係合部は、前記第一雌側係合部に圧入嵌合している、

請求項 2 に記載した中間シャフト。

【請求項 4】

前記一方のシャフトは、前記第二トルク伝達軸を構成する前記連結側第二シャフトであり、

前記第一雄側係合部は、表面が合成樹脂製のコーティング層により覆われており、前記第一雌側係合部に対し摺動自在に係合している、

請求項 2 に記載した中間シャフト。

【請求項 5】

前記一方のシャフトとともに前記第一トルク伝達軸又は前記第二トルク伝達軸のいずれかを構成する前記内軸は、軸方向の一部に、軸方向両側に隣接する部分よりも小径のヒューズ部が備えられている、請求項 1 ~ 4 のうちのいずれか 1 項に記載した中間シャフト。

【請求項 6】

前記第一雄側係合部が、雄スプラインであり、前記第一雌側係合部が、雌スプラインであり、前記第二雄側係合部が、雄セレーションであり、前記第二雌側係合部が、雌セレーションである、請求項 1 ~ 5 のうちのいずれか 1 項に記載した中間シャフト。

【請求項 7】

前記シャフト本体と前記クランプとが、溶接固定されている、請求項 1 ~ 6 のうちのいずれか 1 項に記載した中間シャフト。

【請求項 8】

前記シャフト本体と前記クランプとが、前記シャフト本体と前記クランプとの少なくとも一方に形成された塑性変形部により固定されている、請求項 1 ~ 6 のうちのいずれか 1 項に記載した中間シャフト。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

前記シャフト本体の軸方向他方側の端部の外周面と前記クランプの内周面とが、相対回転不能に非円形嵌合している、請求項 1 ~ 8のうちのいずれか 1 項に記載した中間シャフト。

**【請求項 10】**

前記クランプは、円周方向 1 箇所に配置された不連続部と、該不連続部を挟んで円周方向の両側に配置され、かつ、締付部材が挿入される取付孔をそれぞれ有する 1 対のフランジ部と、該 1 対のフランジ部同士を円周方向に連結した部分円筒状の連結部とをさらに有しております、

前記連結部は、軸方向他方側部分に、前記フランジ部の軸方向他方側の端面よりも軸方向一方側に凹んだ切り欠きを備えている、

請求項 1 ~ 9のうちのいずれか 1 項に記載した中間シャフト。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、自動車用のステアリング装置を構成する中間シャフトに関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

図 4 1 は、特開 2017-25964 号公報に記載され、従来から知られた自動車用のステアリング装置を示している。ステアリング装置は、ステアリングホイール 1 と、ステアリングシャフト 2 と、ステアリングコラム 3 と、1 対の自在継手 4 a、4 b と、中間シャフト 5 と、ステアリングギヤユニット 6 と、1 対のタイロッド 7 とを備える。

**【0003】**

ステアリングホイール 1 は、ステアリングコラム 3 の内側に回転自在に支持されたステアリングシャフト 2 の後端部に取り付けられている。ステアリングシャフト 2 の前端部は、1 対の自在継手 4 a、4 b 及び中間シャフト 5 を介して、ステアリングギヤユニット 6 のピニオン軸 8 に接続されている。そして、ピニオン軸 8 の回転を図示しないラック軸の直線運動に変換することで、1 対のタイロッド 7 を押し引きし、操舵輪に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。なお、前後方向とは、ステアリング装置が組み付けられる車体の前後方向をいう。

**【0004】**

自在継手 4 a、4 b は、互いに同軸上に存在しない回転軸である、ステアリングシャフト 2 と中間シャフト 5 との間、及び、中間シャフト 5 とピニオン軸 8 との間を、互いにトルク伝達可能に接続する。

**【0005】**

ところで、大型の自動車に搭載されるステアリング装置においては、ステアリングシャフトからステアリングギヤユニットまでの距離が長くなる。このため、ステアリングシャフトとステアリングギヤユニットとを接続する中間シャフトとして、全長の長いものを使用することが行われている。

**【0006】**

また、中間シャフトには、自動車の衝突事故の際に、全長を収縮させることで、運転者を保護することや、走行時にタイヤに入力される振動がステアリングホイールにまで伝わらないようにすることなどが求められている。

**【0007】**

このような事情に鑑みて、本発明者等は、本発明に先立って、2 種類のシャフトを軸方向に連結する構造を考えた。図 4 2 は、本発明者等が先に完成させた、国際公開第 2018 / 139577 号に記載された中間シャフト 5 a を示している。中間シャフト 5 a は、軸方向一方側に配置された収縮シャフト 9 と、軸方向他方側に配置された伸縮シャフト 10 とを軸方向に連結してなる。収縮シャフト 9 及び伸縮シャフト 10 のそれぞれは、二重管構造を有している。

**【0008】**

10

20

30

40

50

収縮シャフト 9 は、第一内軸 11 と第一外筒 12 とを有するコラプシブルシャフトであり、自動車に衝突事故が発生して、軸方向に所定値以上の大きさの衝撃荷重が加わった場合にのみ、全長が収縮可能となる構成を有する。このために、第一内軸 11 の外周面の軸方向他方側の端部に備えられた雄スプライン 13 を、第一外筒 12 の内周面の軸方向一方側の端部に備えられた雌スプライン 14 に対し、トルク伝達可能に係合させるとともに、第一内軸 11 と第一外筒 12 との嵌合部をいわゆる楕円嵌合としている。

【0009】

伸縮シャフト 10 は、第二外筒 15 と第二内軸 16 とを有しており、自動車に衝突事故の発生していない定常状態において、全長が伸縮可能な構成を有する。このために、第二外筒 15 の軸方向他方側部の内側に、第二内軸 16 の軸方向一方側部を挿入するとともに、第二外筒 15 の内周面に備えられた雌側溝 17 と、第二内軸 16 の外周面に備えられた雄側溝 18 との間に、複数個のボール 19 及びローラ 20 などを配置している。

10

【0010】

また、収縮シャフト 9 を構成する第一外筒 12 と、伸縮シャフト 10 を構成する第二外筒 15 とを、トルク伝達可能に連結している。このために、第一外筒 12 の内周面の軸方向他方側の端部に備えられた雌セレーション 21 に対し、第二外筒 15 の外周面の軸方向一方側の端部に備えられた雄セレーション 22 を、トルク伝達可能に係合している。また、第一外筒 12 の軸方向他方側の端部を縮径し、第一外筒 12 の内周面により、第二外筒 15 の軸方向一方側の端部外周面を締め付けている。

20

【0011】

以上のような中間シャフト 5a は、全長を長く確保できるため、ステアリングシャフトからステアリングギヤユニットまでの距離が長くなる大型の自動車用のステアリング装置として使用できる。また、衝突事故の際に、収縮シャフト 9 及び伸縮シャフト 10 のそれを収縮させることができるために、運転者の保護を図れる。さらに、走行時にタイヤに入力される振動を、伸縮シャフト 10 を伸縮させることで吸収できるため、該振動がステアリングホイールにまで伝わることを抑制できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【文献】特開 2017-25964 号公報

30

【文献】国際公開第 2018/139577 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

国際公開第 2018/139577 号に記載された中間シャフト 5a は、振れ回りを抑制する面で、未だ改良の余地がある。

【0014】

すなわち、中間シャフト 5a においては、収縮シャフト 9 のうちで、伸縮シャフト 10 に連結される第一外筒 12 を、内周面に雌スプライン 14 を有するチューブ 23 と、内周面に雌セレーション 21 を有するクランプ 24 とを、溶接して構成している。このため、雌スプライン 14 と雌セレーション 21 との同軸度を高度に確保することが難しく、雌スプライン 14 を介して接続される収縮シャフト 9 の第一内軸 11 と、雌セレーション 21 を介して接続される伸縮シャフト 10 の第二外筒 15 との間で、振れ回りが発生しやすくなる。特に中間シャフト 5a は、全長が長いため、振れ回りが大きくなりやすい。

40

【0015】

国際公開第 2018/139577 号に記載された構造とは別に、第一外筒を構成するチューブとクランプとを、たとえば鍛造加工により一体に造ることも考えられる。ただし、このような場合にも、金属材料の流動が複雑になることから、雌スプラインと雌セレーションとの同軸度を高度に確保することは難しくなる。

【0016】

50

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、振れ回りを抑制できる、中間シャフトを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の中間シャフトは、軸方向に関して反対側の端部にそれぞれヨークを備えた第一トルク伝達軸と第二トルク伝達軸とを軸方向に連結してなり、自動車用のステアリング装置を構成する。

前記第一トルク伝達部材は、連結側第一シャフトを有している。

前記第二トルク伝達部材は、前記連結側第一シャフトに対しトルク伝達可能に連結される連結側第二シャフトを有している。

前記連結側第一シャフトと前記連結側第二シャフトとのうちのいずれか一方のシャフトは、中空状のシャフト本体と、欠円筒状のクランプとを有し、前記一方のシャフトとともに前記第一トルク伝達軸又は前記第二トルク伝達軸のいずれかを構成する内軸が、トルク伝達可能にかつ軸方向に関する相対変位を可能に挿入される外筒である。

前記一方のシャフトを備える前記第一トルク伝達軸又は前記第二トルク伝達軸は、二重管構造を有している。

前記シャフト本体は、軸方向一方側の端部から軸方向中間部にわたる範囲の内周面に備えられ、前記内軸の外周面に備えられた第一雄側係合部に対し係合する第一雌側係合部と、軸方向他方側の端部の内周面に備えられ、前記連結側第一シャフトと前記連結側第二シャフトとのうちのいずれか他方のシャフトの端部外周面に備えられた第二雄側係合部に対し係合する第二雌側係合部と、軸方向他方側の端部に備えられ、軸方向他方側に開口端を有する、軸方向に伸長したスリットとを有している。

前記第一雌側係合部の軸方向寸法は、前記第一雄側係合部の軸方向寸法よりも大きく、前記第一雌側係合部と前記第一雄側係合部とは、前記一方のシャフトが収縮した状態においても係合したままとなる寸法関係を有している。

前記シャフト本体は、内周面の軸方向全長にわたり前記第一雌側係合部が形成された小径筒部と、内周面の軸方向全長にわたり前記第二雌側係合部が形成された嵌合筒部と、前記小径筒部と前記嵌合筒部との間に配置され、前記小径筒部よりも大径の大径筒部とを有している。

前記大径筒部は、小径側円すい筒部と、中間円筒部と、嵌合側傾斜部とを有し、前記第一雌側係合部の歯底円直径よりも大きな内径を有する逃げ部である。

前記大径筒部には、径方向に貫通する孔として前記スリットのみが形成されており、該スリットの軸方向一方側端部は、前記中間円筒部に位置している。

前記大径筒部の軸方向寸法は、前記小径筒部の軸方向寸法よりも短く、かつ、前記大径筒部のうちの前記中間円筒部の軸方向寸法は、前記嵌合筒部の軸方向寸法よりも短い。

前記クランプは、前記嵌合筒部に外嵌され、前記シャフト本体の軸方向他方側の端部を縮径可能である。

前記他方のシャフトを備える前記第一トルク伝達軸又は前記第二トルク伝達軸は、二重管構造を有していても良いし、二重管構造を有していないても良い。

【0018】

本発明の一態様にかかる中間シャフトでは、前記第一トルク伝達軸を、二重管構造を有し、自動車に衝突事故が発生して、軸方向に所定値以上の大きさの衝撃荷重が加わった場合にのみ、全長を収縮可能に構成された収縮シャフトとすることができます。また、前記第二トルク伝達軸を、二重管構造を有し、自動車に衝突事故の発生していない定常状態において、全長を伸縮可能に構成された伸縮シャフトとすることができます。

【0019】

本発明の一態様にかかる中間シャフトでは、前記一方のシャフトを、前記第一トルク伝達軸を構成する前記連結側第一シャフトとし、前記第一雄側係合部を、前記第一雌側係合部に圧入嵌合することができる。

あるいは、本発明の一態様にかかる中間シャフトでは、前記一方のシャフトを、前記第

10

20

30

40

50

二トルク伝達軸を構成する前記連結側第二シャフトとし、前記第一雄側係合部を、表面を合成樹脂製のコーティング層により覆い、前記第一雌側係合部に対し摺動自在に係合させることができる。

【0023】

本発明の一態様にかかる中間シャフトでは、前記一方のシャフトとともに前記第一トルク伝達軸又は前記第二トルク伝達軸のいずれかを構成する前記内軸を、軸方向の一部に、軸方向両側に隣接する部分よりも小径のヒューズ部を備えたものとすることができる。

【0024】

本発明の一態様にかかる中間シャフトでは、前記第一雄側係合部を、雄スプラインとし、前記第一雌側係合部を、雌スプラインとし、前記第二雄側係合部を、雄セレーションとし、前記第二雌側係合部を、雌セレーションとすることができる。

10

あるいは、前記第一雄側係合部及び前記第一雌側係合部と、前記第二雄側係合部及び前記第二雌側係合部との、少なくとも一方の断面形状を、多角形状や花びら形状とすることもできる。

【0025】

本発明の一態様にかかる中間シャフトでは、前記シャフト本体と前記クランプとを、溶接固定することができる。

【0026】

本発明の一態様にかかる中間シャフトでは、前記シャフト本体と前記クランプとを、前記シャフト本体と前記クランプとの少なくとも一方に形成された塑性変形部により固定することができる。

20

【0027】

本発明の一態様にかかる中間シャフトでは、前記シャフト本体の軸方向他方側の端部の外周面と前記クランプの内周面とを、相対回転不能に非円形嵌合させることができる。

【0028】

本発明の一態様にかかる中間シャフトでは、前記クランプを、円周方向1箇所に配置された不連続部と、該不連続部を挟んで円周方向の両側に配置され、かつ、締付部材が挿入される取付孔をそれぞれ有する1対のフランジ部と、該1対のフランジ部同士を円周方向に連結した部分円筒状の連結部とをさらに有するものとし、前記連結部を、軸方向他方側部分に、前記フランジ部の軸方向他方側の端面よりも軸方向一方側に凹んだ切り欠きを備えたものとすることができる。

30

【発明の効果】

【0031】

本発明によれば、振れ回りを抑制できる、中間シャフトを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】図1は、実施の形態の第1例にかかる中間シャフトを備えた、ステアリング装置の1例を示す部分切断側面図である。

【図2】図2は、実施の形態の第1例にかかる中間シャフトを示す、側面図である。

【図3】図3は、実施の形態の第1例にかかる中間シャフトを、収縮シャフトと伸縮シャフトとに分離した状態で示す、側面図である。

40

【図4】図4は、実施の形態の第1例にかかる中間シャフトを示す、断面図である。

【図5】図5は、実施の形態の第1例にかかる中間シャフトを構成する収縮シャフトを、定常状態である収縮以前の状態で示す側面図である。

【図6】図6は、実施の形態の第1例にかかる中間シャフトを構成する収縮シャフトを、定常状態である収縮以前の状態で示す部分断面図である。

【図7】図7は、実施の形態の第1例にかかる中間シャフトを構成する収縮シャフトを、収縮後の状態で示す部分断面図である。

【図8】図8は、実施の形態の第1例にかかる中間シャフトの収縮シャフトを構成する第一外筒を示す図であり、(A)は平面図であり、(B)は側面図である。

50

【図 9】図 9 は、実施の形態の第 1 例にかかる中間シャフトの収縮シャフトを構成する第一外筒を示す、断面図である。

【図 10】図 10 の (A) は、図 8 の (B) の A - A 線断面図であり、図 10 の (B) は、図 8 の (B) の B - B 線断面図である。

【図 11】図 11 は、実施の形態の第 1 例に関して、収縮シャフトの第一外筒を構成するシャフト本体を示す平面図である。

【図 12】図 12 は、実施の形態の第 1 例に関して、収縮シャフトの第一外筒を構成するシャフト本体を示す側面図である。

【図 13】図 13 は、実施の形態の第 1 例に関して、収縮シャフトの第一外筒を構成するクランプを示す斜視図である。

【図 14】図 14 の (A) は、実施の形態の第 1 例に関して、収縮シャフトの第一外筒を構成するクランプを示す平面図であり、図 14 の (B) は、実施の形態の第 1 例に関して、収縮シャフトの第一外筒を構成するクランプを示す側面図である。

【図 15】図 15 は、実施の形態の第 2 例を示す、図 2 に相当する図である。

【図 16】図 16 は、実施の形態の第 2 例を示す、図 3 に相当する図である。

【図 17】図 17 は、実施の形態の第 2 例にかかる中間シャフトの伸縮シャフトを構成する第二内軸を示す、側面図である。

【図 18】図 18 は、実施の形態の第 3 例を示す、図 9 の右部に相当する部分の拡大部分断面図である。

【図 19】図 19 は、実施の形態の第 4 例を示す、図 9 の右部に相当する部分の拡大図である。

【図 20】図 20 は、実施の形態の第 5 例を示す、図 10 の (A) に相当する図である。

【図 21】図 21 は、実施の形態の第 5 例に関して、収縮シャフトの第一外筒を構成するクランプを示す、図 13 に相当する図である。

【図 22】図 22 は、実施の形態の第 6 例を示す、図 8 の (B) の右部に相当する部分の拡大図である。

【図 23】図 23 は、実施の形態の第 6 例を示す、図 22 の C 矢視図である。

【図 24】図 24 は、実施の形態の第 6 例を示す、図 22 の D - D 線断面図である。

【図 25】図 25 は、実施の形態の第 7 例を示す、図 11 の右部に相当する部分の拡大図である。

【図 26】図 26 は、実施の形態の第 7 例に関して、収縮シャフトを構成する第一外筒を示す、端面図である。

【図 27】図 27 は、実施の形態の第 8 例を示す、図 11 の右部に相当する部分の拡大図である。

【図 28】図 28 は、実施の形態の第 8 例を示す、図 8 の (B) の右部に相当する部分の拡大図である。

【図 29】図 29 は、実施の形態の第 9 例を示す、図 14 の (B) に相当する図である。

【図 30】図 30 は、実施の形態の第 10 例に関して、収縮シャフトの第一外筒を構成するクランプを示す、部分切断側面図である。

【図 31】図 31 は、実施の形態の第 10 例に関して、第一外筒を構成するシャフト本体を縮径する以前の状態で示す、部分断面図である。

【図 32】図 32 は、実施の形態の第 10 例に関して、第一外筒を構成するシャフト本体を縮径した状態で示す、部分断面図である。

【図 33】図 33 は、実施の形態の第 11 例を示す、図 8 の (B) の右部に相当する部分の拡大図である。

【図 34】図 34 は、実施の形態の第 11 例を示す、図 11 の右部に相当する部分の拡大図である。

【図 35】図 35 は、実施の形態の第 12 例に関して、収縮シャフトを構成する第一外筒を示す、斜視図である。

【図 36】図 36 は、実施の形態の第 12 例に関して、収縮シャフトを構成する第一外筒

10

20

30

40

50

を示す、半部断面図である。

【図37】図37は、実施の形態の第12例を示す、図8の(A)に相当する図である。

【図38】図38は、実施の形態の第12例に関して、収縮シャフトを構成する第一外筒を示す、端面図である。

【図39】図39は、実施の形態の第13例に関して、収縮シャフトを構成する第一外筒を示す、部分断面図である。

【図40】図40は、実施の形態の第13例に関して、収縮シャフトを構成する第一外筒を示す、端面図である。

【図41】図41は、従来構造のステアリング装置を示す、部分切断側面図である。

【図42】図42は、大型の自動車に搭載されるステアリング装置を構成する中間シャフトの1例を示す、断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

【実施の形態の第1例】

実施の形態の第1例について、図1～図14を用いて説明する。

【0034】

本例のステアリング装置は、大型の自動車に搭載されるもので、ステアリングホイール1aと、ステアリングシャフト2aと、ステアリングコラム3aと、1対の自在継手4c、4dと、中間シャフト5bと、ステアリングギヤユニット6aと、1対のタイロッド7aとを備えている。

【0035】

ステアリングシャフト2aは、車体に支持されたステアリングコラム3aの内側に回転自在に支持されている。ステアリングシャフト2aの後端部には、運転者が操作するステアリングホイール1aが取り付けられており、ステアリングシャフト2aの前端部は、自在継手4c、中間シャフト5b、及び別の自在継手4dを介して、ステアリングギヤユニット6aのピニオン軸8aに接続されている。

【0036】

このため、運転者がステアリングホイール1aを回転させると、該ステアリングホイール1aの回転が、ステアリングギヤユニット6aのピニオン軸8aに伝達される。ピニオン軸8aの回転は、該ピニオン軸8aと噛合したラック軸の直線運動に変換され、1対のタイロッド7aを押し引きする。この結果、操舵輪にステアリングホイール1aの操作量に応じた舵角が付与される。

なお、前後方向とは、ステアリング装置が組み付けられる車体の前後方向をいう。また、以下の説明において、軸方向とは、特に断らない限り、中間シャフト5bの軸方向をいう。本例においては、軸方向一方側が、車体の前方側に対応し、軸方向他方側が、車体の後方側に対応する。

【0037】

【中間シャフト】

中間シャフト5bは、大型の自動車用のステアリング装置を構成することから全長が長く、ステアリングシャフト2aの前端部とステアリングギヤユニット6aを構成するピニオン軸8aとをトルク伝達可能に接続する。中間シャフト5bは、第一トルク伝達軸に相当する二重管構造を有する収縮シャフト9aと、第二トルク伝達軸に相当する二重管構造を有する伸縮シャフト10aとを、軸方向に連結することで構成されている。中間シャフト5bは、エンジンルーム側である軸方向一方側に、収縮シャフト9aを有し、運転席側である軸方向他方側に、伸縮シャフト10aを有している。収縮シャフト9aと伸縮シャフト10aとは、軸方向に関して反対側の端部にそれぞれヨーク25、61を備えている。すなわち、収縮シャフト9aは、軸方向一方側の端部に、自在継手4dを構成するヨーク25を備えており、伸縮シャフト10aは、軸方向他方側の端部に、自在継手4cを構成するヨーク61を備えている。

【0038】

10

20

30

40

50

## 収縮シャフト

収縮シャフト 9 a は、第一トルク伝達軸に相当し、第一内軸 1 1 a と第一外筒 1 2 a とを有するコラプシブルシャフトであり、自動車に衝突事故が発生して、軸方向に所定値以上の大きさの衝撃荷重が加わった場合にのみ、全長が収縮可能となる構成を有する。このために、第一内軸 1 1 a と第一外筒 1 2 a とを、トルク伝達可能にかつ一次衝突時に軸方向に関する相対変位が可能になるように結合している。別な言い方をすれば、第一内軸 1 1 a と第一外筒 1 2 a とを、定常状態においては、軸方向に関する相対変位が不能になるように結合している。

### 【 0 0 3 9 】

本例の中間シャフト 5 bにおいては、第一内軸 1 1 a を、伸縮シャフト 1 0 a から遠い、収縮シャフト 9 a の軸方向一方側に配置し、第一外筒 1 2 a を、伸縮シャフト 1 0 a に近い、収縮シャフト 9 a の軸方向他方側に配置している。このため、本例では、第一外筒 1 2 a が、特許請求の範囲に記載した、連結側第一シャフトに相当する。また、第一外筒 1 2 a は、特許請求の範囲に記載した、一方のシャフトに相当する。

### 【 0 0 4 0 】

#### 《第一内軸》

第一内軸 1 1 a は、軸方向一方側に配されたヨーク 2 5 と、軸方向他方側に配された棒状部 2 6 とを有する。

### 【 0 0 4 1 】

ヨーク 2 5 は、ステアリングギヤユニット 6 a のピニオン軸 8 a に接続される別のヨーク 2 7 と図示しない十字軸とにより、自在継手 4 d を構成する。

### 【 0 0 4 2 】

棒状部 2 6 は、略円柱状で、ほぼ全長にわたり中実状に構成されている。棒状部 2 6 は、軸方向他方側部の外周面に、特許請求の範囲に記載した第一雄側係合部に相当する、雄スプライン 2 8 を有する。棒状部 2 6 の外周面のうち、雄スプライン 2 8 の軸方向一方側に隣接した部分は、外径が変化しない円筒面であり、雄スプライン 2 8 の歯底円直径よりも小径である。棒状部 2 6 は、軸方向他方側の端部に、軸方向他方側の端面にのみ開口した中心孔 2 9 を有する。このため、雄スプライン 2 8 の軸方向他方側部は、棒状部 2 6 のうちで、中心孔 2 9 を形成することで薄肉となった部分の外周面に備えられている。

### 【 0 0 4 3 】

棒状部 2 6 は、軸方向一方側部に、軸方向両側に隣接した部分よりも小径のヒューズ部 3 0 を有する。ヒューズ部 3 0 は、棒状部 2 6 の外周面に、たとえば切削加工を施すことにより形成されている。ヒューズ部 3 0 は、略円筒面状の外周面を有しており、棒状部 2 6 のうちで最も外径が小さい。図示の例では、棒状部 2 6 は、ヒューズ部 3 0 を 1 つだけ備えているが、軸方向に離隔して複数備えることができる。

### 【 0 0 4 4 】

#### 《第一外筒》

第一外筒 1 2 a は、シャフト本体 3 1 と、該シャフト本体 3 1 の軸方向他方側の周囲に配されたクランプ 3 2 とを有する。

### 【 0 0 4 5 】

シャフト本体 3 1 は、円筒状の素材に、鍛造加工（冷間鍛造加工又は熱間鍛造加工）及び切削加工などを施すことにより、全体を一体に造られている。シャフト本体 3 1 は、全体が中空円筒状に構成されており、軸方向両側部に比べて、軸方向中間部が大径になっている。シャフト本体 3 1 は、軸方向一方側から順に、小径筒部 3 3 と、大径筒部 3 4 と、嵌合筒部 3 5 とを有する。

### 【 0 0 4 6 】

小径筒部 3 3 は、円筒状で、シャフト本体 3 1 の軸方向一方側の端部から軸方向中間部にわたる範囲に備えられている。小径筒部 3 3 は、素材の外周面にしごき加工を施してなり、軸方向他方側に隣接配置された大径筒部 3 4 よりも小径に構成されている。小径筒部 3 3 は、内周面の軸方向の全長にわたり、特許請求の範囲に記載した第一雌側係合部に相

10

20

30

40

50

当する、雌スプライン36を備えている。雌スプライン36は、素材の外周面にしごき加工を施す際に形成されている。ただし、別途、プローチ加工などにより形成することもできる。

#### 【0047】

雌スプライン36は、第一内軸11aに備えられた雄スプライン28よりも大きな軸方向寸法を有する。具体的には、雌スプライン36は、雄スプライン28の2倍～3倍程度の軸方向寸法を有する。自動車の衝突事故の発生していない定常状態においては、雌スプライン36の軸方向一方側部分のみが、雄スプライン28とスプライン係合する。雌スプライン36の軸方向他方側部分は、自動車に衝突事故が発生して、収縮シャフト9aに対し、軸方向に所定値以上の大きさの衝撃荷重が加わった場合に、雄スプライン28とスプライン係合する。

10

#### 【0048】

図5及び図6に示すように、収縮シャフト9aの組立状態では、第一内軸11aの軸方向他方側部を、第一外筒12aを構成する小径筒部33の軸方向一方側部に挿入する。そして、棒状部26の外周面の軸方向他方側部に備えられた雄スプライン28を、小径筒部33の内周面に備えられた雌スプライン36に対して、トルク伝達可能にスプライン係合させる。また、一次衝突時に、第一内軸11aと第一外筒12aとの軸方向に関する相対変位が可能となるように、雄スプライン28を雌スプライン36に圧入嵌合する。本例では、圧入力が1～4kN程度となる軽圧入の状態で、雄スプライン28を雌スプライン36にスプライン嵌合している。

20

#### 【0049】

これにより、第一内軸11aと第一外筒12aとは、自動車の衝突事故の発生していない定常状態においては、軸方向に関する相対変位が不能となるが、自動車に衝突事故が発生して、軸方向に所定値以上の大きさの衝撃荷重が加わると、軸方向に関する相対変位が可能になる。したがって、収縮シャフト9aは、自動車の衝突事故の発生していない定常状態においては、全長が収縮不能であるが、自動車に衝突事故が発生して、軸方向に所定値以上の大きさの衝撃荷重が加わった場合には、全長が収縮可能となる。また、収縮シャフト9aが収縮する際には、衝突によるエネルギーを吸収する。

20

#### 【0050】

また、定常状態において、棒状部26に備えられたヒューズ部30を、第一外筒12aから露出させている。

30

#### 【0051】

大径筒部34は、シャフト本体31の軸方向中間部に配置されている。図9に示すように、大径筒部34は、小径側円すい筒部37と、中間円筒部38と、嵌合側傾斜部39とを有する。大径筒部34は、小径筒部33の内周面に備えられた雌スプライン36の軸方向他方側に隣接して配置されており、雌スプライン36の歯底円直径よりも大きな内径を有する逃げ部80となっている。

#### 【0052】

小径側円すい筒部37は、略円すい筒状に構成されており、大径筒部34の軸方向一方側に配置されている。小径側円すい筒部37は、軸方向他方側に向かうほど外径寸法及び内径寸法のそれぞれが連続的に大きくなる。小径側円すい筒部37は、小径筒部33の軸方向他方側の端部につながっている。

40

#### 【0053】

中間円筒部38は、略円筒状に構成されており、大径筒部34の軸方向中間部に配置されている。中間円筒部38の内周面及び外周面のそれぞれは、軸方向にわたり径寸法が変化しない円筒面である。

#### 【0054】

嵌合側傾斜部39は、略円すい状の外面形状を有しており、大径筒部34の軸方向他方側に配置されている。嵌合側傾斜部39の外周面は、軸方向他方側に向かうほど外径寸法が連続的に小さくなる。嵌合側傾斜部39の内周面には、後述する雌セレーション40の

50

一部が備えられている。嵌合側傾斜部39は、嵌合筒部35の軸方向一方側の端部につながっている。

【0055】

嵌合筒部35は、円筒状に構成されており、シャフト本体31の軸方向他方側の端部に配置されている。嵌合筒部35は、小径筒部33の外径とほぼ同じ大きさの外径を有する。嵌合筒部35は、内周面の軸方向の全長にわたり、特許請求の範囲に記載した第二雌側係合部に相当する、雌セレーション40を備えている。雌セレーション40は、プローチ加工やプレス加工などにより形成されている。嵌合筒部35の軸方向寸法は、クランプ32の軸方向寸法よりも少しだけ大きい。雌セレーション40の軸方向寸法は、雌スプライン36の軸方向寸法よりも十分に短い。図示の例では、雌セレーション40の軸方向寸法は、雌スプライン36の軸方向寸法の1/5程度である。雌セレーション40と雌スプライン36とは、別々に加工することもできるし、同時に加工することもできる。雌セレーション40と雌スプライン36とを同時に加工する場合には、歯形や位相は互いに同じになるが、雌セレーション40と雌スプライン36とを別々に加工する場合には、歯形や位相を互いに異ならせることができる。

【0056】

図11及び図12に示すように、嵌合筒部35は、軸方向中間部の外周面に、シャフト本体31の中心軸に直交する方向に伸長した、係合凹溝41を有する。係合凹溝41の曲率半径は、クランプ32に備えられた後述する取付孔48a(48b)の曲率半径とほぼ同じである。

【0057】

嵌合筒部35の外周面は、軸方向にわたり外径寸法が変化しない円筒面状である。また、嵌合筒部35の輪郭形状は、係合凹溝41が形成された部分を除いて、円形状(真円)である。

【0058】

シャフト本体31は、軸方向中間部から軸方向他方側の端部に位置する、大径筒部34の中間円筒部38から嵌合筒部35にわたる範囲に、軸方向に伸長したスリット42を備えている。スリット42は、シャフト本体31の内周面と外周面とを連通しており、シャフト本体31の円周方向1箇所に形成されている。具体的には、スリット42は、係合凹溝41を横切るように軸方向に形成されている。スリット42と係合凹溝41との交差部は、スリット42のうちで交差部から外れた部分よりも幅寸法が大きくなった幅広部43となっている。

【0059】

スリット42の軸方向一方側は、閉鎖端であり、嵌合筒部35よりも軸方向一方側に存在する中間円筒部38の軸方向中間部に位置している。スリット42の軸方向他方側は、開口端であり、嵌合筒部35(シャフト本体31)の軸方向他方側の端縁に開口している。このように、スリット42は、軸方向一方側の端部が閉鎖端であり、軸方向他方側の端部が開口端であるため、クランプ32が外嵌される嵌合筒部35の剛性は、スリット42の開口端に近い軸方向他方側部分の剛性よりも、スリット42の閉鎖端に近い軸方向一方側部分の剛性のほうが高くなる。

【0060】

本例においては、スリット42の幅寸法は、全長にわたり一定である。このようなスリット42は、たとえばカッターなどの回転切削工具を用いた切削加工により形成されている。このため、スリット42の軸方向一方側の端部(奥端部)の断面形状は、部分円弧状になっている。なお、図示は省略するが、スリット42の奥端部に、軸方向他方側に隣接する部分に比べて大きい幅寸法を有し、かつ、平面視で略円形の開口形状を有する応力緩和部を設けることができる。このような応力緩和部を設ければ、シャフト本体31を縮径した際に、応力が集中しやすいスリット42の奥端部に亀裂などの損傷が生じることを有效地に防止できる。

【0061】

10

20

30

40

50

クランプ32は、シャフト本体31の軸方向他方側の端部に外嵌されており、シャフト本体31の軸方向他方側の端部を縮径させるために用いられる。具体的には、クランプ32は、シャフト本体31の嵌合筒部35に外嵌されており、スリット42が形成された大径筒部34の軸方向他方側部から嵌合筒部35にわたる範囲を縮径させるために用いられる。このようなクランプ32は、シャフト本体31を構成する材料よりも硬度の高い、たとえば機械構造用炭素鋼であるS35Cなどの素材に、熱間鍛造加工又は切削加工などを施すことにより造ることができる。あるいは、クランプ32は、たとえば機械構造用炭素鋼であるS10CやS15Cなどの素材に、加工硬化を生じる冷間鍛造加工を施すことにより造ることができる。

#### 【0062】

10

図13に示すように、クランプ32は、全体が欠円筒状(略U字状)に構成されており、不連続部44と、それぞれが略矩形板状の1対のフランジ部45と、半円筒状の連結部46と、挿入孔47とを備える。

#### 【0063】

不連続部44は、1対のフランジ部45同士の間部分に位置する、クランプ32の円周方向1箇所に備えられている。1対のフランジ部45は、不連続部44を挟んで両側に配置されている。連結部46は、クランプ32の直径方向に関して不連続部44の反対側に位置しており、1対のフランジ部45同士を円周方向に連結している。挿入孔47は、シャフト本体31の嵌合筒部35を挿入するためのもので、連結部46の内周面と1対のフランジ部45の径方向内側面とにより構成されている。挿入孔47は、部分円筒面状で、その内径寸法は、クランプ32の自由状態で、嵌合筒部35の自由状態での外径寸法と同じか、該外径寸法よりもわずかに大きい。

20

#### 【0064】

図10に示すように、クランプ32をシャフト本体31の嵌合筒部35に固定した状態で、不連続部44とスリット42との周方向位置は、互いに一致している。本例では、クランプ32の自由状態での不連続部44の幅寸法と、シャフト本体31(嵌合筒部35)の自由状態でのスリット42の幅寸法とを、互いにほぼ同じとしている。

#### 【0065】

30

1対のフランジ部45は、互いに整合する部分に、板厚方向に貫通する取付孔48a、48bを同軸に備えている。取付孔48a、48bのそれぞれは、挿入孔47の中心軸O47に対し捩れの位置に配置されており、挿入孔47に開口している。また、1対の取付孔48a、48bのうち、一方の取付孔48aは通孔で、他方の取付孔48bはねじ孔である。クランプ32をシャフト本体31の嵌合筒部35に固定した状態で、1対の取付孔48a、48bの開口部にそれぞれ対向する位置に、係合凹溝41が位置している。つまり、1対の取付孔48a、48bと係合凹溝41との軸方向位置は一致している。また、1対のフランジ部45の板厚(厚さ寸法)は、互いにほぼ同じである。

#### 【0066】

連結部46は、半円筒状に構成されている。連結部46は、軸方向他方側部分に、フランジ部45の軸方向他方側の端面よりも軸方向一方側に凹んだ、切り欠き49を有する。切り欠き49は、連結部46の円周方向に伸長しており、シャフト本体31の中心軸O31(=挿入孔47の中心軸O47)を含み、かつ、取付孔48a、48bの中心軸O48に直交する仮想平面に関して対称形状を有している。切り欠き49は、図14の(B)に示すように、取付孔48a、48bの軸方向から見た形状が、略三角形状になっている。このため、切り欠き49の切り欠き深さに相当する軸方向幅L49は、連結部46の円周方向に関してフランジ部45から離れるほど(図14の(B)の上側に向かうほど)大きくなり、クランプ32の直径方向に関して不連続部44の反対側に位置する部分(図14の(B)の上端部)で最も大きくなる。つまり、切り欠き49の軸方向幅L49は、連結部46の円周方向両側の端部で最も小さくなり、連結部46の円周方向中央部で最も大きくなる。

40

#### 【0067】

50

切り欠き 4 9 の軸方向一方側の端縁部は、取付孔 4 8 a、4 8 b の中心軸 O 4 8 よりも軸方向他方側で、かつ、取付孔 4 8 a、4 8 b の軸方向他方側の端縁よりも軸方向一方側に位置している。また、切り欠き 4 9 の軸方向他方側の端縁部は、取付孔 4 8 a、4 8 b の中心軸 O 4 8 及びシャフト本体 3 1 の中心軸 O 3 1 にそれぞれ直交する方向(図 1 4 の(B)の上下方向)に関して、シャフト本体 3 1 の中心軸 O 3 1 よりも取付孔 4 8 a、4 8 b にわずかに近い側(図 1 4 の(B)の下側)に位置している。

#### 【0068】

連結部 4 6 は、1 対のフランジ部 4 5 につながった円周方向両側の端部では、フランジ部 4 5 と同じ軸方向幅を有しているが、円周方向に関してフランジ部 4 5 から離れるほど軸方向幅が小さくなる。連結部 4 6 の軸方向幅は、クランプ 3 2 の直径方向に関して不連続部 4 4 の反対側に位置する円周方向中央部で、フランジ部 4 5 の軸方向幅のおよそ 3 / 5 程度になっている。

10

#### 【0069】

このため、連結部 4 6 は、取付孔 4 8 a、4 8 b の軸方向から見た形状が、軸方向他方側の肩部(角部)を斜めに切り落とされたごとき台形状になっている。これにより、連結部 4 6 の軸方向他方側の端面(連結部 4 6 と切り欠き 4 9 との軸方向に関する境界位置)が、連結部 4 6 の円周方向に関してフランジ部 4 5 から離れるほど軸方向一方側に向かう方向に直線的に傾斜している。つまり、連結部 4 6 の軸方向他方側の端面は、連結部 4 6 の軸方向一方側の端面のように、挿入孔 4 7 の中心軸 O 4 7 に直交する仮想平面上には存在せず、挿入孔 4 7 の中心軸 O 4 7 に対して傾斜している。このような本例では、嵌合筒部 3 5 の軸方向他方側部分のうち、直径方向に関してスリット 4 2 の反対側に位置する部分が、クランプ 3 2 の連結部 4 6 によって覆われずに、切り欠き 4 9 から外部に露出する。

20

#### 【0070】

本例では、シャフト本体 3 1 とクランプ 3 2 とを結合固定している。シャフト本体 3 1 とクランプ 3 2 とを結合固定するための構造は特に限定されないが、たとえば、シャフト本体 3 1 とクランプ 3 2 とを溶接固定する構造を採用することができる。この場合には、クランプ 3 2 の挿入孔 4 7 の軸方向一方側の開口縁とシャフト本体 3 1 の外周面との間部分を、点付け溶接する構成を採用できる。あるいは、シャフト本体 3 1 の外周面に形成した図示しない凸状(又は凹状)のシャフト側係合部と、クランプ 3 2 の内周面に形成した図示しない凹状(又は凸状)のクランプ側係合部とを凹凸係合させるとともに、シャフト側係合部又はクランプ側係合部を塑性変形させる(かしめる)構造などを採用することもできる。いずれにしても、シャフト本体 3 1 とクランプ 3 2 とを固定した状態で、シャフト本体 3 1 とクランプ 3 2 との相対回転を防止するとともに軸方向に関する相対変位を防止する。

30

#### 【0071】

シャフト本体 3 1 とクランプ 3 2 とを結合固定するには、先ず、クランプ 3 2 の挿入孔 4 7 の内側に、シャフト本体 3 1 の軸方向他方側の端部を、クランプ 3 2 の軸方向一方側から挿入する。そして、クランプ 3 2 の不連続部 4 4 とシャフト本体 3 1 のスリット 4 2 との円周方向位置を一致させるとともに、1 対の取付孔 4 8 a、4 8 b と係合凹溝 4 1 との軸方向位置を一致させる。

40

#### 【0072】

次いで、1 対の取付孔 4 8 a、4 8 b と係合凹溝 4 1 の内側に、締付部材に相当する、締付ボルト 5 0(図 9 参照)を配置する。具体的には、締付ボルト 5 0 の基端寄り部分を通孔である一方の取付孔 4 8 a の内側に挿入するとともに、締付ボルト 5 0 の中間部を係合凹溝 4 1 の内側に配置する。この状態で、締付ボルト 5 0 の先端部を、ねじ孔である他方の取付孔 4 8 b に少しだけ、すなわち、嵌合筒部 3 5 を縮径させない程度に螺合する。そして、係合凹溝 4 1 と、クランプ 3 2 に対して両端部が支持された締付ボルト 5 0 とを、キー係合させる。これにより、クランプ 3 2 がシャフト本体 3 1 から軸方向他方側に抜け出ないようにするとともに、シャフト本体 3 1 とクランプ 3 2 とが相対回転しないようにする。そして最後に、溶接などの固定手段により、シャフト本体 3 1 とクランプ 3 2 と

50

を結合固定する。

【0073】

《伸縮シャフト》

伸縮シャフト10aは、第二トルク伝達軸に相当し、自動車に衝突事故の発生していない定常状態においても、全長が伸縮可能な構成を有する。伸縮シャフト10aは、第二外筒15aと、第二内軸16aと、複数個のボール19aと、複数本のローラ20aと、複数枚の板ばね51とを備える。

【0074】

本例の中間シャフト5bにおいては、第二外筒15aを、収縮シャフト9aに近い、伸縮シャフト10aの軸方向一方側に配置し、第二内軸16aを、収縮シャフト9aから遠い、伸縮シャフト10aの軸方向他方側に配置している。このため、本例では、第二外筒15aが、特許請求の範囲に記載した、連結側第二シャフトに相当する。

10

【0075】

《第二外筒》

第二外筒15aは、たとえば冷間鍛造品であり、図4に示すように、軸方向一方側の端部に配置された中実状(略円柱状)の雄軸部52と、該雄軸部52の軸方向他方側に隣接配置された有底円筒状の雌筒部53とを一体に備えている。雄軸部52と雌筒部53とは、同軸上に配置されている。雄軸部52の外径は、雌筒部53の外径よりも小さく、雄軸部52の軸方向長さは、雌筒部53の軸方向長さよりも十分に短い。

【0076】

雄軸部52は、収縮シャフト9aを構成する第一外筒12aに連結する部分であり、外周面の軸方向中間部に、特許請求の範囲に記載した第二雄側係合部に相当する、雄セレーション54を有する。雄軸部52の外周面の円周方向一箇所には、雄セレーション54を周方向に横切るように形成された周方向凹溝55が備えられている。

20

【0077】

雌筒部53は、第二内軸16aをスライド可能に挿入する部分である。雌筒部53は、内周面に、それぞれが軸方向に伸長した第一雌側溝56と第二雌側溝57とを円周方向に交互に有する。第一雌側溝56及び第二雌側溝57のそれぞれは、凹円弧形の断面形状を有する。

【0078】

30

《第二内軸》

第二内軸16aは、全長にわたり中実状に構成されている。第二内軸16aは、軸方向一方側部の外周面に、それぞれが軸方向に伸長した第一雄側溝58と第二雄側溝59とを円周方向に開いて交互に有する。第一雄側溝58は、略等脚台形状の断面形状を有しており、開口部の円周方向幅が底部の円周方向幅よりも広くなっている。これに対し、第二雄側溝59は、凹円弧形の断面形状を有している。また、第二内軸16aの軸方向一方側の端部外周面には、円輪状のストップ60が係止されている。これにより、第一雄側溝58の内側に配置されるボール19a及び第二雄側溝59の内側に配置されるローラ20aが、これら第一雄側溝58及び第二雄側溝59から軸方向一方側に抜け出すことを防止している。また、第二内軸16aの軸方向他方側の端部には、第二内軸16aとは別体のヨーク61が溶接により固定されている。該ヨーク61は、ステアリングシャフト2aの前端部に接続される別のヨーク62及び図示しない十字軸とともに、自在継手4cを構成する。

40

【0079】

第二内軸16aを第二外筒15aの内側に挿入する際には、第一雄側溝58と第一雌側溝56との円周方向の位相を一致させ、かつ、第二雄側溝59と第二雌側溝57の円周方向の位相を一致させる。そして、第一雄側溝58と第一雌側溝56との間に、複数個のボール19aを配置する。さらに、第一雄側溝58と複数個のボール19aとの間に板ばね51を配置し、これら複数個のボール19aに予圧を付与する。また、第二雄側溝59と第二雌側溝57との間に、それぞれ1本ずつローラ20aを配置する。

50

## 【0080】

上述のような伸縮シャフト10aは、第二内軸16aと第二外筒15aとが、トルク伝達可能に、かつ、定常状態において全長を伸縮可能に組み合わされている。また、伸縮シャフト10aは、低トルクの伝達時には、複数個のボール19aと板ばね51とが、第二内軸16aと第二外筒15aとの間でトルクを伝達し、伝達するトルクが増加すると、増加した分のトルクを、複数本のローラ20aが伝達する。また、第二内軸16aと第二外筒15aとが軸方向に相対変位する際には、複数個のボール19aは、第一雄側溝58と第一雌側溝56との間で転動し、複数本のローラ20aは、第二雄側溝59と第二雌側溝57との間で滑り摺動する。また、板ばね51の弾力により、複数個のボール19aが第一雌側溝56の内面に押し付けられているため、第二内軸16aと第二外筒15aとのがたつきが防止される。

10

## 【0081】

図3に示すように、収縮シャフト9aと伸縮シャフト10aとを軸方向に連結する際には、収縮シャフト9aを構成する第一外筒12aの嵌合筒部35の内側に、伸縮シャフト10aを構成する第二外筒15aの雄軸部52を挿入する。そして、嵌合筒部35の内周面に備えられた雌セレーション40に対して、雄軸部52の外周面に備えられた雄セレーション54を、トルク伝達可能にセレーション係合させる。これにより、第一外筒12aと第二外筒15aとの相対回転を防止する。また、雄軸部52の外周面に備えられた周方向凹溝55の内側に、係合凹溝41とスリット42との交差部である幅広部43を通じて締付ボルト50の中間部を進入させて、周方向凹溝55と締付ボルト50とをキー係合させる。これにより、第一外筒12aと第二外筒15aとが軸方向に相対移動することを防止する。また、クランプ32の他方の取付孔48bに対する締付ボルト50の螺合量を増やすことで、不連続部44の幅寸法を小さくし、シャフト本体31の嵌合筒部35を縮径する。そして、嵌合筒部35の内周面により雄軸部52の外周面を強く締め付ける。これにより、収縮シャフト9aと伸縮シャフト10aとをトルク伝達可能に連結する。

20

## 【0082】

本例のステアリング装置は、定常状態では、伸縮シャフト10aを構成する第二外筒15aと第二内軸16aとが軸方向に相対変位することで、中間シャフト5bが伸縮する。これにより、走行時にタイヤに入力された振動を吸収する。また、車体の前面全体で他の自動車などに衝突する、いわゆるフルラップ衝突が発生した場合には、収縮シャフト9a及び伸縮シャフト10aのそれぞれが収縮する。これにより、衝突による衝撃を吸収して、ステアリングホイール1aが運転者側に突き上げられることを防止する。

30

## 【0083】

以上のような本例の中間シャフト5bによれば、振れ回りを抑制できる。

すなわち、本例では、収縮シャフト9aを構成する第一外筒12aを、シャフト本体31と、該シャフト本体31とは別体のクランプ32とから構成している。そして、このうちのシャフト本体31にのみ、第一内軸11aとトルク伝達可能に係合するための雌スプライン36、及び、伸縮シャフト10aを構成する第二外筒15aとトルク伝達可能に係合するための雌セレーション40のそれぞれを設けている。このため、それぞれがシャフト本体31の内周面に備えられる雌スプライン36と雌セレーション40との同軸度を高く確保できる。したがって、雌スプライン36を介して接続される第一内軸11aと、雌セレーション40を介して接続される第二外筒15aとの間で、振れ回りが発生するのを抑制できる。この結果、全長の長い本例の中間シャフト5bにおいても、振れ回りを十分に抑制できる。

40

## 【0084】

また、第一外筒12aを構成するシャフト本体31の内周面に備える雌スプライン36の軸方向寸法を、第一内軸11aを構成する棒状部26の外周面に備えられた雄スプライン28の軸方向寸法よりも十分に大きくしている。そして、定常状態において、雌スプライン36の軸方向一方側部分のみを、雄スプライン28に対してスプライン係合させている。このため、衝突事故が発生した場合に、雄スプライン28を、雌スプライン36の軸

50

方向他方側部分に対してスプライン係合させて、収縮シャフト 9 a を収縮させることができる。また、収縮シャフト 9 a が収縮した状態で、第一内軸 11 a と第一外筒 12 a との間でトルク伝達が不能になり、ステアリングホイール 1 a の操作が操舵輪に伝わらなくなることを防止できる。収縮シャフト 9 a を完全に収縮した状態では、雄スプライン 28 の軸方向他方側の端部は、大径筒部 34 (逃げ部 80 ) の内側に配置される。

#### 【 0 0 8 5 】

また、雄スプライン 28 の軸方向他方側部分を、棒状部 26 のうちで、中心孔 29 を形成することで薄肉となった部分の外周面に備えている。このため、雄スプライン 28 の軸方向他方側部分が備えられた部分の径方向に関する剛性を、中心孔 29 を備えない構造に比べて低くすることができる。したがって、雄スプライン 28 と雌スプライン 36 とのスプライン嵌合部に関して、締め代に対する摺動抵抗の変動を鈍感にすることができる。この結果、第一内軸 11 a と第一外筒 12 a との軸方向に関する相対変位を、安定して円滑に行わせることができる。

10

#### 【 0 0 8 6 】

また、棒状部 26 に備えられたヒューズ部 30 を、定常状態において、第一外筒 12 a から露出させるとともに、棒状部 26 のうちで、軸方向両側に隣接した部分よりも小径に構成している。このため、車体の前面のうちの一部が他の自動車などに衝突する、いわゆるオフセット衝突が発生した場合には、衝突に伴う衝撃荷重に基づいて、ヒューズ部 30 を曲げ変形させたり、捩り変形させたりすることができる。このため、衝突による衝撃を効果的に吸収することができる。また、ヒューズ部 30 に変形が生じることで、ハンドルポジションにずれを生じるため、運転者に中間シャフト 5 b に損傷が生じたことを知らせることもできる。

20

#### 【 0 0 8 7 】

また、第一外筒 12 a によれば、シャフト本体 31 の軸方向他方側の端部に接続された、第二外筒 15 a の雄軸部 52 が歳差運動することを抑制でき、シャフト本体 31 の雌セレーション 40 と雄軸部 52 の雄セレーション 54 とのセレーション係合部でフレッチング摩耗が生じることを抑制できる。

すなわち、シャフト本体 31 に備えられたスリット 42 は、軸方向一方側の端部が閉鎖端で、軸方向他方側の端部が開口端であるため、クランプ 32 を外嵌する嵌合筒部 35 の剛性は、スリット 42 の開口端に近い軸方向他方側部分の剛性よりも、スリット 42 の閉鎖端に近い軸方向一方側部分の剛性のほうが高くなる。このため、本例の構造とは異なり、連結部に切り欠きを備えないクランプを用いて嵌合筒部 35 を縮径した場合には、嵌合筒部 35 は、軸方向一方側部分よりも軸方向他方側部分のほうが大きく変形する傾向になる。したがって、嵌合筒部 35 の内周面と雄軸部 52 の外周面との間の面圧は、軸方向一方側部分よりも軸方向他方側部分のほうが高くなる。つまり、雄軸部 52 は、嵌合筒部 35 の軸方向他方側部分で強く締め付けられ、それよりも軸方向一方側に位置する部分では比較的緩く締め付けられた状態になる。このため、雄軸部 52 は、嵌合筒部 35 の軸方向他方側部分によって強く締め付けられた部分を中心に歳差運動しやすくなる。そして、このような歳差運動が生じると、雌セレーション 40 と雄セレーション 54 とのセレーション係合部にフレッチング摩耗が発生し、摩耗量が過大になりやすくなる。

30

#### 【 0 0 8 8 】

これに対し本例では、クランプ 32 を構成する連結部 46 の軸方向他側部分に切り欠き 49 を備えており、剛性の低い嵌合筒部 35 の軸方向他方側部分を連結部 46 により覆っていない。このため、クランプ 32 により嵌合筒部 35 を縮径した際に、嵌合筒部 35 のうちで、剛性の高い軸方向一方側部分に、剛性の低い軸方向他方側部分に比べて大きな締付け力を付与することができる。ゆえに、嵌合筒部 35 に生じる変形量を、軸方向一方側部分と軸方向他方側部分とで互いに近づけることができる。したがって、嵌合筒部 35 の内周面と雄軸部 52 の外周面との間の面圧も、軸方向一方側部分と軸方向他方側部分とで互いに近づけることができる。この結果、シャフト本体 31 の軸方向他方側の端部に接続された雄軸部 52 に歳差運動が生じることを抑制できる。このため、雌セレーション 40

40

50

と雄セレーション 5 4 とのセレーション係合部に、フレッチング摩耗が生じることを抑制できる。これにより、第一外筒 1 2 a と第二外筒 1 5 a との間にがたつきが生じることを防止できるとともに、がたつきに起因した異音が発生することを防止することもできる。

#### 【 0 0 8 9 】

また、切り欠き 4 9 を、取付孔 4 8 a、4 8 b の中心軸よりも軸方向他方側に位置させているため、クランプ 3 2 により嵌合筒部 3 5 を縮径した際に、連結部 4 6 によって、剛性の高い嵌合筒部 3 5 の軸方向一方側部分に大きな締付け力を付与することができる。このため、嵌合筒部 3 5 の軸方向一方側部分の内周面と雄軸部 5 2 の外周面との間の面圧を効果的に高めることができる。さらに、切り欠き 4 9 の軸方向他方側の端縁部を、取付孔 4 8 a、4 8 b の中心軸 O 4 8 及びシャフト本体 3 1 の中心軸 O 3 1 にそれぞれ直交する方向(図 1 4 の (B) の上下方向)に関して、シャフト本体 3 1 の中心軸 O 3 1 よりも取付孔 4 8 a、4 8 b にわずかに近い側(図 1 4 の (B) の下側)に位置させている。このため、シャフト本体 3 1 の軸方向他方側の端縁は、直径方向に関してスリット 4 2 の反対側に位置する半円弧状部分が、外部に露出した状態になり、連結部 4 6 によって覆われない。したがって、クランプ 3 2 により嵌合筒部 3 5 を縮径した際に、シャフト本体 3 1 の軸方向他方側の端縁に加わる締付け力を十分に小さくできる。したがって、シャフト本体 3 1 の軸方向他方側の端部に連結される雄軸部 5 2 に歳差運動が生じることをより有効に防止できる。また、切り欠き 4 9 を、連結部 4 6 にのみ形成し、フランジ部 4 5 には形成していないため、シャフト本体 3 1 に対するクランプ 3 2 の軸方向に関する嵌合長を確保することができる。このため、シャフト本体 3 1 に対するクランプ 3 2 の姿勢を安定させることができる。

#### 【 0 0 9 0 】

##### [ 実施の形態の第 2 例 ]

実施の形態の第 2 例について、図 1 5 ~ 図 1 7 を用いて説明する。本例では、実施の形態の第 1 例と同様の構成要素には、実施の形態の第 1 例と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

#### 【 0 0 9 1 】

本例は、実施の形態の第 1 例の変形例であり、実施の形態の第 1 例において、コラプシブルシャフトとして使用していた収縮シャフト 9 a を、構造を一部変更することで、常時摺動が可能な伸縮シャフト 1 0 b として使用するものである。

#### 【 0 0 9 2 】

本例の中間シャフト 5 c は、第一トルク伝達軸に相当する二重管構造を有する収縮シャフト 9 b と、第二トルク伝達軸に相当する二重管構造を有する伸縮シャフト 1 0 b とを、軸方向に連結することで構成されている。本例においては、軸方向一方側が、車体の後方側に対応し、軸方向他方側が、車体の前方側に対応する。このため、中間シャフト 5 c は、エンジンルーム側である軸方向他方側に、収縮シャフト 9 b を有し、運転席側である軸方向一方側に、伸縮シャフト 1 0 b を有している。

#### 【 0 0 9 3 】

##### 収縮シャフト

収縮シャフト 9 b は、第一トルク伝達軸に相当し、第一内軸 1 1 b と第一外筒 1 2 b とを有するコラプシブルシャフトであり、自動車に衝突事故が発生して、軸方向に所定値以上の大きさの衝撃荷重が加わった場合にのみ、全長が収縮可能となる構成を有する。このために、第一内軸 1 1 b と第一外筒 1 2 b とを、トルク伝達可能にかつ一次衝突時に軸方向に関する相対変位が可能になるように結合している。第一内軸 1 1 b と第一外筒 1 2 b との具体的な結合構造としては、スプライン係合と圧入嵌合との組み合わせといった実施の形態の第 1 例の構造と同様の構成を採用できるほか、従来から知られた各種構造を採用することができるため、詳しい説明は省略する。

#### 【 0 0 9 4 】

本例の中間シャフト 5 c においても、実施の形態の第 1 例の構造と同様に、第一内軸 1 1 b を、伸縮シャフト 1 0 b から遠い、収縮シャフト 9 b の軸方向他方側に配置し、第一

10

20

30

40

50

外筒 12 b を、伸縮シャフト 10 b に近い、収縮シャフト 9 b の軸方向一方側に配置している。このため、本例においても、第一外筒 12 b が、特許請求の範囲に記載した、連結側第一シャフトに相当する。第一外筒 12 b は、軸方向一方側の端部に、外周面に雄セレーション 54 a を備えた雄軸部 52 a を有する。

【 0 0 9 5 】

《伸縮シャフト》

伸縮シャフト 10 b は、第二トルク伝達軸に相当し、自動車に衝突事故の発生していない定常状態においても、全長が伸縮可能な構成を有する。伸縮シャフト 10 b は、実施の形態の第 1 例において、コラプシブルシャフトとして使用していた収縮シャフト 9 a の構造を一部変更したものであり、第二外筒 15 b と、第二内軸 16 b とを備える。

10

【 0 0 9 6 】

本例の中間シャフト 5 c においては、第二外筒 15 b を、収縮シャフト 9 b に近い、伸縮シャフト 10 b の軸方向他方側に配置し、第二内軸 16 b を、収縮シャフト 9 b から遠い、伸縮シャフト 10 b の軸方向一方側に配置している。このため、本例では、第二外筒 15 b が、特許請求の範囲に記載した、連結側第二シャフトに相当する。また、第二外筒 15 b が、特許請求の範囲に記載した、一方のシャフトに相当する。

【 0 0 9 7 】

第二内軸 16 b は、雄スプライン 28 a の表面に合成樹脂製のコーティング層 63 が備えられている点、及び、軸方向に関する配設方向が反対になる点を除き、実施の形態の第 1 例にかかる収縮シャフト 9 a を構成する第一内軸 11 a と同様の構成を有する。また、第二外筒 15 b は、軸方向に関する配設方向が反対になる点を除き、実施の形態の第 1 例にかかる収縮シャフト 9 a を構成する第一外筒 12 a と同様の構成を有する。コーティング層 63 の材料としては、たとえば、ポリアミド樹脂などを採用することができる。

20

【 0 0 9 8 】

伸縮シャフト 10 b の組立状態では、第二内軸 16 b を構成する雄スプライン 28 a を、コーティング層 63 を介して、第二外筒 15 b の内周面に備えられた雌スプライン 36 (図 6 等参照) に対し、トルク伝達可能にかつ軸方向に関する摺動を自在にスプライン係合させている。このような構成により、伸縮シャフト 10 b を、定常状態において、全長を伸縮可能に構成している。

30

【 0 0 9 9 】

本例では、第一外筒 12 b の雄軸部 52 a に備えられた雄セレーション 54 a を、第二外筒 15 b を構成するシャフト本体 31 の軸方向他方側の端部内周面に備えられた雌セレーション 40 (図 9 等参照) に対して、トルク伝達可能にセレーション係合する。また、第二外筒 15 b を構成するクランプ 32 により、シャフト本体 31 の軸方向他方側の端部に備えられた嵌合筒部 35 を縮径する。これにより、嵌合筒部 35 の内周面により、雄軸部 52 a の外周面を締め付ける。このような構成により、収縮シャフト 9 b と伸縮シャフト 10 b とを軸方向に連結する。

【 0 1 0 0 】

以上のような構成を有する本例では、第二内軸 16 b を構成する雄スプライン 28 a を、第二外筒 15 b の内周面に備えられた雌スプライン 36 に対して、軸方向に摺動させることで、伸縮シャフト 10 b を伸縮させることができる。また、雄スプライン 28 a の表面を合成樹脂製のコーティング層 63 により覆っているため、伸縮シャフト 10 b が伸縮する際の摺動抵抗を低く抑えることができる。

40

その他の構成及び作用効果については、実施の形態の第 1 例と同じである。

【 0 1 0 1 】

本発明を実施する場合には、たとえば後述するように、シャフト本体とクランプとの結合構造を適宜変更することができる。

【 0 1 0 2 】

[ 実施の形態の第 3 例 ]

実施の形態の第 3 例について、図 18 を用いて説明する。本例では、実施の形態の第 1

50

例と同様の構成要素には、実施の形態の第1例と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0103】

本例では、シャフト本体31の外周面のうち、軸方向他方側の端部に切削加工を施すことで、シャフト本体31の外周面のうち、嵌合筒部35aの軸方向一方側に隣接した部分に、軸方向他方側を向いた略円輪状( C字状)の段差面64を形成している。また、クランプ32aの連結部46aに切り欠きを形成せず、連結部46aの軸方向幅を円周方向にわたり一定としている。

【0104】

以上のような本例では、クランプ32aを嵌合筒部35aに外嵌する際に、クランプ32aの軸方向一方側の端面を段差面64に突き当てることで、シャフト本体31に対するクランプ32aの軸方向に関する位置決めを図ることができる。

その他の構成及び作用効果については、実施の形態の第1例と同じである。

【0105】

[実施の形態の第4例]

実施の形態の第4例について、図19を用いて説明する。本例では、実施の形態の第1例と同様の構成要素には、実施の形態の第1例と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0106】

本例では、クランプ32aの挿入孔47の軸方向一方側の開口縁(連結部46aの軸方向一方側の端面の径方向内側縁)とシャフト本体31の外周面との間部分のうち、シャフト本体31の直径方向に関してスリット42とは反対側の円周方向1箇所に、点付け溶接により溶接部65を形成し、シャフト本体31とクランプ32aとを溶接固定している。

【0107】

以上のような本例では、シャフト本体31の直径方向に関してスリット42とは反対側部分に、溶接部65を形成しているため、溶接部65を設けたことに起因して、クランプ時の1対のフランジ部45の撓み量に影響を与える(撓み量のバランスが悪くなる)ことを防止できる。

その他の構成及び作用効果については、実施の形態の第1例と同じである。

【0108】

[実施の形態の第5例]

実施の形態の第5例について、図20及び図21を用いて説明する。本例では、実施の形態の第1例と同様の構成要素には、実施の形態の第1例と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0109】

本例では、シャフト本体31aの軸方向他方側の端部にクランプ32bを固定する以前の状態で、シャフト本体31aに対してクランプ32bが相対回転することを防止するために、シャフト本体31aの外周面とクランプ32bの挿入孔47aの内周面とを、相対回転不能に非円形嵌合させている。

【0110】

シャフト本体31aは、軸方向他方側の端部の外周面のうち、シャフト本体31aの直径方向に関してスリット42とは反対側部分に、平坦面状のシャフト側平面部66を有している。したがって、嵌合筒部35aの外周面の輪郭形状は、円弧部と直線部とから構成される略D字状となっている。クランプ32bは、挿入孔47aの内周面のうち、挿入孔47aの直径方向に関して不連続部44とは反対側部分に、平坦面状のクランプ側平面部67を有している。したがって、クランプ32bの挿入孔47aの内周面の輪郭形状も、円弧部と直線部とから構成される略D字状となっている。

【0111】

本例では、クランプ32bの挿入孔47aの内側に、シャフト本体31aの軸方向他方側の端部を挿入する際に、平坦面状のシャフト側平面部66と平坦面状のクランプ側平面

10

20

30

40

50

部 6 7 とが面接触する。これにより、シャフト本体 3 1 a の外周面とクランプ 3 2 b の挿入孔 4 7 a の内周面とが非円形嵌合して、シャフト本体 3 1 a とクランプ 3 2 b とが相対回転することが防止される。

その他の構成及び作用効果については、実施の形態の第 1 例と同じである。

#### 【 0 1 1 2 】

##### [ 実施の形態の第 6 例 ]

実施の形態の第 6 例について、図 2 2 ~ 図 2 4 を用いて説明する。本例では、実施の形態の第 1 例と同様の構成要素には、実施の形態の第 1 例と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

#### 【 0 1 1 3 】

本例では、シャフト本体 3 1 b の外周面の軸方向中間部ないし他方側端部にわたる範囲に、軸方向に伸長した凸条であるシャフト側係合部 6 8 を設けている。シャフト側係合部 6 8 は、シャフト本体 3 1 b の外周面のうち、シャフト本体 3 1 b の直径方向に関してスリット 4 2 とは反対側に備えられている。また、シャフト側係合部 6 8 は、断面半円形状で、シャフト本体 3 1 b の中心軸から頂部までの高さ寸法及び幅寸法が全長にわたり一定である。

10

#### 【 0 1 1 4 】

これに対し、クランプ 3 2 c の挿入孔 4 7 b の内周面には、軸方向に伸長した凹溝があり、シャフト側係合部 6 8 と凹凸係合可能なクランプ側係合部 6 9 を設けている。クランプ側係合部 6 9 は、挿入孔 4 7 b の内周面のうち、挿入孔 4 7 b の直径方向に関して不連続部 4 4 とは反対側に備えられている。また、クランプ側係合部 6 9 は、挿入孔 4 7 b の軸方向全幅にわたり設けられており、クランプ 3 2 c の軸方向両側の端面のそれぞれに開口している。クランプ側係合部 6 9 は、断面半円形状で、深さ寸法及び幅寸法が全長にわたり一定である。

20

#### 【 0 1 1 5 】

本例では、クランプ 3 2 c の挿入孔 4 7 b の内側にシャフト本体 3 1 b を軸方向他方側から挿入することで、クランプ側係合部 6 9 の内側にシャフト側係合部 6 8 を進入させる。そして、これらシャフト側係合部 6 8 とクランプ側係合部 6 9 とを凹凸係合させて、シャフト本体 3 1 b とクランプ 3 2 c とが相対回転するのを防止している。さらに、シャフト側係合部 6 8 のうち、軸方向に関してクランプ 3 2 c の両側に隣接する部分をかしめ変形（たとえばクランプ 3 2 c の軸方向端面側に近づく程盛り上がるよう塑性変形）させて、当該部分にかしめ変形部 7 0 を形成している。これにより、シャフト本体 3 1 b とクランプ 3 2 c とが軸方向に相対変位することを防止している。本例では、このようにシャフト側係合部 6 8 とクランプ側係合部 6 9 を利用して、シャフト本体 3 1 b の嵌合筒部 3 5 にクランプ 3 2 c を固定している。したがって、シャフト本体 3 1 b とクランプ 3 2 c とを溶接固定する作業を省略できる。

30

なお、図示は省略するが、シャフト側係合部を軸方向に伸長した凹溝とし、クランプ側係合部を軸方向に伸長した凸条とすることもできる。

その他の構成及び作用効果については、実施の形態の第 1 例と同じである。

#### 【 0 1 1 6 】

##### [ 実施の形態の第 7 例 ]

実施の形態の第 7 例について、図 2 5 及び図 2 6 を用いて説明する。本例では、実施の形態の第 1 例と同様の構成要素には、実施の形態の第 1 例と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

40

#### 【 0 1 1 7 】

本例では、スリット 4 2 a の軸方向他方側半部で、軸方向に関して嵌合筒部 3 5 b と整合する部分に、軸方向一方側に隣接する部分よりも幅寸法が大きく（たとえば 3 倍 ~ 6 倍程度大きく）なった幅広部 7 1 を設けている。このため、嵌合筒部 3 5 b は、軸方向から見た形状が略 C 字形で、幅広部 7 1 を挟んで両側に存在する周方向両端面に、それぞれが平坦面状のシャフト側係合面部 7 2 が設けられている。本例では、1 対のシャフト側係合

50

面部 7 2 が、シャフト本体 3 1 c の中心軸に対して平行な同一仮想平面上に位置している。このような 1 対のシャフト側係合面部 7 2 は、切削加工により同時に形成されている。

【 0 1 1 8 】

一方、クランプ 3 2 d の挿入孔 4 7 c の内周面の輪郭形状を、円弧部と 1 対の直線部とを備えた略 D 字状としている。挿入孔 4 7 c の内周面のうち、1 対のフランジ部 4 5 の径方向内側面により構成される部分（直線部）を、それぞれ平坦面状のクランプ側係合面部 7 3 としている。

【 0 1 1 9 】

そして、本例では、シャフト本体 3 1 c の軸方向他方側の端部をクランプ 3 2 d の挿入孔 4 7 c に挿入し、嵌合筒部 3 5 b にクランプ 3 2 d を外嵌した状態で、1 対のシャフト側係合面部 7 2 と 1 対のクランプ側係合面部 7 3 とを、それぞれ周方向に係合（当接）させて、シャフト本体 3 1 c とクランプ 3 2 d とが相対回転するのを防止している。また、シャフト本体 3 1 c の軸方向他方側の端面の周方向複数箇所（図示の例では 3 箇所）をかしめ変形させて、当該部分に塑性変形部であるかしめ変形部 7 0 a を形成している。そして、これらかしめ変形部 7 0 a を、クランプ 3 2 d の軸方向他方側の端面に押し付けている。これにより、シャフト本体 3 1 c とクランプ 3 2 d とが軸方向に相対変位することを防止している。したがって、本例の場合にも、シャフト本体 3 1 c とクランプ 3 2 d とを溶接固定する作業を省略できる。

その他の構成及び作用効果については、実施の形態の第 1 例と同じである。

【 0 1 2 0 】

[ 実施の形態の第 8 例 ]

実施の形態の第 8 例について、図 2 7 及び図 2 8 を用いて説明する。本例では、実施の形態の第 1 例と同様の構成要素には、実施の形態の第 1 例と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【 0 1 2 1 】

本例は、実施の形態の第 7 例の変形例であり、シャフト本体 3 1 c の外周面のうち、嵌合筒部 3 5 b の軸方向一方側部の外周面に、周方向に伸長した係止凹溝 7 4 を全周にわたり形成している。係止凹溝 7 4 は、断面矩形状で、全長にわたり深さ寸法が一定である。

【 0 1 2 2 】

一方、クランプ 3 2 e のうち、シャフト本体 3 1 c に形成された係止凹溝 7 4 と対向する軸方向一方側部に、係止スリット 7 5 を設けている。係止スリット 7 5 は、図示しない切削工具を、クランプ 3 2 e を構成する連結部 4 6 a の頂部（図 2 8 の下端部）から 1 対のフランジ部 4 5 の径方向中間部（図 2 8 の上下方向中間部）にわたる範囲に、クランプ 3 2 e の中心軸に対し直交する方向に移動させることで形成されており、クランプ 3 2 e の内外両面同士（連結部 4 6 a の内外両周面同士及びフランジ部 4 5 の幅方向内外両側面同士）を連通させる。係止スリット 7 5 の幅寸法は、係止凹溝 7 4 の幅寸法と同じであり、後述する止め輪 7 6 の厚さ寸法よりも僅かに大きい。

【 0 1 2 3 】

そして、本例の場合にも、シャフト本体 3 1 c の軸方向他方側の端部をクランプ 3 2 e の挿入孔 4 7 c（図 2 6 参照）の内側に挿入し、嵌合筒部 3 5 b にクランプ 3 2 e を外嵌した状態で、1 対のシャフト側係合面部 7 2 と 1 対のクランプ側係合面部 7 3（図 2 6 参照）とを、それぞれ周方向に係合（当接）させて、シャフト本体 3 1 c とクランプ 3 2 e とが相対回転するのを防止する。つまり、1 対のシャフト側係合面部 7 2 と 1 対のクランプ側係合面部 7 3 とを、それぞれ周方向に係合させることで、シャフト本体 3 1 c とクランプ 3 2 e との相対回転を阻止する、回り止め部を構成する。さらに、係止凹溝 7 4 と係止スリット 7 5 とに架け渡すように、係止部材である止め輪 7 6 を設ける。

【 0 1 2 4 】

止め輪 7 6 は、図示の例では E リングであり、ばね鋼、ステンレスばね鋼などの弾性材製の金属板にプレスによる打ち抜き加工等を施すことにより、円周方向の 1 箇所に開口部を有する欠円環状に造られている。また、止め輪 7 6 の厚さ寸法は、係止凹溝 7 4 及び係

10

20

30

40

50

止スリット 7 5 の幅寸法よりも僅かに小さい。このような止め輪 7 6 は、内径側部分を係止凹溝 7 4 に係止することで、係止凹溝 7 4 に弾性的に装着（外嵌）している。また、止め輪 7 6 のうちで、係止凹溝 7 4 から径方向外方に突出した部分（径方向中間部）を、係止スリット 7 5 の内側に配置し、クランプ 3 2 e と軸方向に係合させている。これにより、シャフト本体 3 1 c とクランプ 3 2 e とが軸方向に相対変位することを防止している。したがって、本例では、実施の形態の第 7 例で示したような、かしめ変形部を省略することができる。

その他の構成及び作用効果については、実施の形態の第 1 例及び第 7 例と同じである。

#### 【 0 1 2 5 】

##### [ 実施の形態の第 9 例 ]

10

実施の形態の第 9 例について、図 2 9 を用いて説明する。本例では、実施の形態の第 1 例と同様の構成要素には、実施の形態の第 1 例と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

#### 【 0 1 2 6 】

本例では、シャフト本体 3 1 の嵌合筒部 3 5（図 1 1 等参照）に外嵌するクランプ 3 2 f の形状のみを、実施の形態の第 1 例の構造とは異ならせている。すなわち、クランプ 3 2 f を構成する連結部 4 6 b の軸方向他方側部分（半部）に、取付孔 4 8 a（4 8 b）の軸方向から見た形状が略矩形状の切り欠き 4 9 a を形成している。切り欠き 4 9 a の軸方向幅 L は、連結部 4 6 b の円周方向に関する一定である。このため、切り欠き 4 9 a が形成された連結部 4 6 b は、取付孔 4 8 a（4 8 b）の軸方向から見た形状が、軸方向他方側半部が切り落とされたごとき略矩形状になっている。連結部 4 6 b の軸方向他方側の端面（連結部 4 6 b と切り欠き 4 9 a との軸方向に関する境界位置）は、連結部 4 6 b の軸方向一方側の端面と平行で、挿入孔 4 7 の中心軸 O 4 7 に直交する仮想平面上に存在している。

20

#### 【 0 1 2 7 】

切り欠き 4 9 a は、取付孔 4 8 a（4 8 b）の中心軸 O 4 8 よりも軸方向他方側（図 2 9 の右側）に位置している。具体的には、切り欠き 4 9 a の軸方向一方側の端縁は、取付孔 4 8 a、4 8 b の軸方向他方側の端縁とほぼ同じ軸方向位置に存在している。また、連結部 4 6 b の円周方向に関する切り欠き 4 9 a の端部は、シャフト本体 3 1（図 1 2 等参照）の中心軸と平行に配置されており、取付孔 4 8 a（4 8 b）の中心軸 O 4 8 及びシャフト本体 3 1 の中心軸 O 3 1 にそれぞれ直交する方向（図 2 9 の上下方向）に関して、シャフト本体 3 1 の中心軸 O 3 1 よりも取付孔 4 8 a（4 8 b）に近い側（図 2 9 の上側）に位置している。このような本例では、嵌合筒部 3 5（図 1 2 等参照）の軸方向他方側部分のうちで、直徑方向に関するスリット 4 2（図 1 1 等参照）の反対側に位置する部分が、実施の形態の第 1 例の場合よりも広い範囲で、切り欠き 4 9 a から外部に露出する。

30

#### 【 0 1 2 8 】

以上のような本例では、切り欠き 4 9 a の形成範囲を、実施の形態の第 1 例に比べて大きくしているため、クランプ 3 2 f から、嵌合筒部 3 5 のうちで剛性の低い軸方向他方側部分に作用する締付け力をより小さくできる。

その他の構成及び作用効果については、実施の形態の第 1 例と同じである。

40

#### 【 0 1 2 9 】

##### [ 実施の形態の第 1 0 例 ]

実施の形態の第 1 0 例について、図 3 0 ~ 図 3 2 を用いて説明する。本例では、実施の形態の第 1 例と同様の構成要素には、実施の形態の第 1 例と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

#### 【 0 1 3 0 】

本例では、クランプ 3 2 g の挿入孔 4 7 d の軸方向他方側の端部内周面に、軸方向一方側に隣接する部分に比べて内径寸法の大きい、すなわち、径方向外側に凹んだ環状凹溝 7 7 を有している。このため、挿入孔 4 7 d の内周面は、段付円筒面状になっている。環状凹溝 7 7 は、クランプ 3 2 g の軸方向他方側の端縁及び不連続部 4 4（図 1 0 等参照）に

50

開口している。また、環状凹溝 7 7 は、挿入孔 4 7 d の全周にわたり形成されている。環状凹溝 7 7 の深さ寸法は、円周方向及び軸方向にわたり一定である。また、環状凹溝 7 7 の軸方向寸法は、円周方向にわたり一定であり、クランプ 3 2 g の軸方向寸法の 1 / 6 ~ 1 / 3 程度（図示の例ではおよそ 1 / 5 ）である。なお、挿入孔 4 7 d の内周面は、連結部 4 6 a の内周面及び 1 対のフランジ部 4 5 の径方向内側面により構成されているため、これら連結部 4 6 a の内周面及び 1 対のフランジ部 4 5 の径方向内側面には、環状凹溝 7 7 の一部が形成されている。

#### 【 0 1 3 1 】

図 3 1 に示すように、嵌合筒部 3 5 にクランプ 3 2 g を外嵌し、クランプ 3 2 g により嵌合筒部 3 5 を縮径する以前の状態では、嵌合筒部 3 5 の軸方向一方側の端部乃至中間部の外周面と挿入孔 4 7 d の軸方向一方側の端部乃至中間部の内周面とは全周にわたり接触している。これに対し、嵌合筒部 3 5 の軸方向他方側の端部外周面と挿入孔 4 7 d の軸方向他方側の端部内周面（環状凹溝 7 7 の底部）との間には、断面略矩形状の環状隙間 7 8 が存在している。なお、図 3 1 には、環状凹溝 7 7 の深さ寸法を、誇張して描いている。環状凹溝 7 7 の実際の深さ寸法は、嵌合筒部 3 5 にクランプ 3 2 g を外嵌し、嵌合筒部 3 5 を縮径する以前の状態で、環状隙間 7 8 の径方向寸法が、数十  $\mu\text{m}$  ~ 500  $\mu\text{m}$  程度になるように設定している。

#### 【 0 1 3 2 】

以上のような本例では、クランプ 3 2 g により嵌合筒部 3 5 を縮径した際に、縮径が進行するのに従って、環状凹溝 7 7 の底部が、軸方向一方側から軸方向他方側へと徐々に嵌合筒部 3 5 の外周面に接触する。したがって、クランプ 3 2 g により嵌合筒部 3 5 を縮径する過程において、嵌合筒部 3 5 の軸方向一方側の端部乃至中間部の外周面と挿入孔 4 7 d の軸方向一方側の端部乃至中間部の内周面とが接触し、嵌合筒部 3 5 の軸方向他方側の端部外周面と挿入孔 4 7 d の軸方向他方側の端部内周面との間に環状隙間 7 8 が存在した状態となる。そして最終的に、図 3 2 に示したように、環状凹溝 7 7 の底部の軸方向他方側部分と嵌合筒部 3 5 の外周面との間に環状隙間 7 8 （の一部）が残存した状態になるか、又は、環状凹溝 7 7 の底部全体が嵌合筒部 3 5 の外周面に接触した状態（環状隙間 7 8 は完全に消滅した状態）になる。

#### 【 0 1 3 3 】

そして、いずれの場合にも、クランプ 3 2 g から剛性の高い嵌合筒部 3 5 の軸方向一方側部分に大きな締付け力を付与することができる。また、クランプ 3 2 g から剛性の低い嵌合筒部 3 5 の軸方向他方側部分に付与する締付け力を、環状凹溝 7 7 を備えない場合に比べて小さくすることができる。このため、クランプ 3 2 g により嵌合筒部 3 5 を縮径した際に、嵌合筒部 3 5 に生じる変形量を、軸方向一方側部分と軸方向他方側部分とで互いに近づけることができる。したがって、嵌合筒部 3 5 の内周面と雄軸部 5 2 の外周面との間の面圧も、軸方向一方側部分と軸方向他方側部分とで互いに近づけることができる。この結果、シャフト本体 3 1 の軸方向他方側の端部に接続された雄軸部 5 2 に歳差運動が生じることを抑制できる。このため、雌セレーション 4 0 と雄セレーション 5 4 とのセレーション係合部に、フレッチング摩耗が生じることを抑制できる。これにより、シャフト本体 3 1 と雄軸部 5 2 との間にがたつきが生じることを防止できるとともに、がたつきに起因した異音が発生することを防止することもできる。

その他の構成及び作用効果については、実施の形態の第 1 例と同じである。

#### 【 0 1 3 4 】

##### [ 実施の形態の第 1 1 例 ]

実施の形態の第 1 1 例について、図 3 3 及び図 3 4 を用いて説明する。本例では、実施の形態の第 1 例と同様の構成要素には、実施の形態の第 1 例と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

#### 【 0 1 3 5 】

本例では、シャフト本体 3 1 d の外周面のうちで、嵌合筒部 3 5 から軸方向一方側に外れた大径筒部 3 4 の嵌合側傾斜部 3 9 の外周面の円周方向一部に、補助凹溝 7 9 を備えて

いる。補助凹溝 7 9 は、円周方向に関する位相が係合凹溝 4 1 と一致しており、係合凹溝 4 1 と平行に配置されている。このような補助凹溝 7 9 は、スリット 4 2 の軸方向中間部（又は軸方向他方側部分）に対して交差するように形成されている。補助凹溝 7 9 とスリット 4 2 との交差部についても、スリット 4 2 のうちで交差部の軸方向両側に隣接する部分に比べて開口部の幅寸法が大きくなつた幅広部 4 3 a となつてゐる。このため、スリット 4 2 は、係合凹溝 4 1 と交差する軸方向他方側部分と補助凹溝 7 9 と交差する軸方向中間部との 2箇所位置に、周方向に開口部が拡がつた幅広部 4 3 、4 3 a をそれぞれ有してゐる。

#### 【 0 1 3 6 】

補助凹溝 7 9 は、プローチ加工により形成されたプローチ溝であり、係合凹溝 4 1 と同時に加工されている。具体的には、シャフト本体 3 1 d の中心軸 O 3 1 に対して直交する方向にかつ互いに平行に配置された図示しない 2 本のプローチ工具を、該プローチ工具の軸方向（図 3 3 の表裏方向、図 3 4 の上下方向）に同時に移動させることで、シャフト本体 3 1 d の外周面のうち、嵌合筒部 3 5 の外周面に係合凹溝 4 1 を形成し、嵌合側傾斜部 3 9 の外周面に補助凹溝 7 9 を形成している。補助凹溝 7 9 は、部分円筒面状に構成されており、その曲率半径は、シャフト本体 3 1 d の軸方向他方側部分の剛性の大きさとの関係で決定されるが、図示の例では係合凹溝 4 1 の曲率半径と同じになつてゐる。なお、本例では、係合凹溝 4 1 と補助凹溝 7 9 とを同時に加工しているが、係合凹溝 4 1 と補助凹溝 7 9 とは、順番に加工しても良い。係合凹溝 4 1 と補助凹溝 7 9 とを順番に加工する場合にも、係合凹溝 4 1 と補助凹溝 7 9 とは平行に配置されているため、プローチ加工機に対するワークのチャックをやり直すことなく、係合凹溝 4 1 と補助凹溝 7 9 とを順番に加工することができ、加工コストを抑えることができる。

#### 【 0 1 3 7 】

以上のような本例では、シャフト本体 3 1 d の外周面のうち、嵌合筒部 3 5 から軸方向一方側に外れた部分に、スリット 4 2 と交差するように補助凹溝 7 9 を形成することで、当該部分の肉厚を薄くする（除肉する）とともに、スリット 4 2 との交差部に開口部が周方向に拡がつた幅広部 4 3 a を形成している。このため、嵌合筒部 3 5 のうち、スリット 4 2 の閉鎖端に近い軸方向一方側部分の剛性を低下させることができる。これにより、嵌合筒部 3 5 の剛性を、軸方向一方側部分と軸方向他方側部分とで互いに近づけることができるため、嵌合筒部 3 5 を縮径した際に、嵌合筒部 3 5 に生じる変形量を、軸方向一方側部分と軸方向他方側部分とで互いに近づけることができる。したがって、嵌合筒部 3 5 の内周面と雄軸部 5 2（図 3 等参照）の外周面との間の面圧も、軸方向一方側部分と軸方向他方側部分とで互いに近づけることができる。この結果、シャフト本体 3 1 d の軸方向他方側の端部に接続された雄軸部 5 2 に歳差運動が生じることを抑制できる。このため、雌セレーション 4 0 と雄セレーション 5 4（図 3 等参照）とのセレーション係合部に、フレッチング摩耗が生じることを抑制できる。これにより、シャフト本体 3 1 d と雄軸部 5 2 との間にがたつきが生じることを防止できるとともに、がたつきに起因した異音が発生することを防止することもできる。

#### 【 0 1 3 8 】

本例では、係合凹溝 4 1 と補助凹溝 7 9 とを、プローチ加工により形成したプローチ溝とし、これら係合凹溝 4 1 と補助凹溝 7 9 とを同時に加工している。このため、補助凹溝 7 9 を形成することに起因して生じる加工工数（工程数）の増加を最小限に抑えることができる。したがって、加工コストの上昇を抑えることができる。

その他の構成及び作用効果については、実施の形態の第 1 例と同じである。

#### 【 0 1 3 9 】

##### [ 実施の形態の第 1 2 例 ]

実施の形態の第 1 2 例について、図 3 5 ~ 図 3 8 を用いて説明する。本例では、実施の形態の第 1 例と同様の構成要素には、実施の形態の第 1 例と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

#### 【 0 1 4 0 】

10

20

30

40

50

本例の第一外筒 12c は、シャフト本体 31e と、クランプ 32 とを備える。

【0141】

シャフト本体 31e は、軸方向一方側から順に、小径筒部 33a と、大径筒部 34a と、嵌合筒部 35a とを有する。小径筒部 33a の内周面には、特許請求の範囲に記載した第一雌側係合部に相当する、雌スプライン 36 が備えられている。小径筒部 33a ( 雌スプライン 36 ) の軸方向寸法は、実施の形態の第 1 例の構造に比べて短くなっている。

【0142】

嵌合筒部 35a の内周面には、特許請求の範囲に記載した第二雌側係合部に相当する、雌セレーション 40 が備えられている。嵌合筒部 35a には、クランプ 32 が外嵌されている。シャフト本体 31e の外周面のうち、嵌合筒部 35a の軸方向一方側に隣接した部分には、軸方向他方側を向いた段差面 64 が形成されている。段差面 64 には、クランプ 32 の軸方向一方側の端面が突き当たっている。これにより、シャフト本体 31e に対するクランプ 32 の軸方向に関する位置決めが図られている。

10

【0143】

大径筒部 34a は、雌スプライン 36 の軸方向他方側に隣接した位置に配置されており、雌スプライン 36 の歯底円直径よりも大きな内径を有する、逃げ部 80a である。大径筒部 34a は、小径側円すい筒部 37 と、蛇腹状のベローズ部 81 と、嵌合側傾斜部 39 とを有する。

【0144】

ベローズ部 81 は、衝突事故が発生する以前の定常時に、運転者がステアリングホイール 1a ( 図 1 参照 ) を操作することに基づいて加わる程度の捩り方向の荷重によっては変形しない、捩り強度を有しているが、衝突事故が発生し、軸方向に所定値以上の大きさの衝撃荷重が加わった場合には、軸方向に潰れたり、折れ曲がったりすることが可能である。ベローズ部 81 は、大径部である山部 81a と、小径部である谷部 81b とを、軸方向に関して交互に複数配置することで構成されている。また、本例では、山部 81a の頂部と谷部 81b の底部とを、それぞれ断面円弧形としている。なお、ベローズ部 81 を構成する谷部 81b の内径についても、雌スプライン 36 の歯底円直径よりも大きくなっている。

20

【0145】

以上のような本例では、衝突事故の発生時に、雌スプライン 36 と雄スプライン 28 ( 図 4 参照 ) とが軸方向に相対変位しないか、又は、雌スプライン 36 と雄スプライン 28 との軸方向の相対変位量が小さい場合にも、ベローズ部 81 が軸方向に潰れることで、収縮シャフト 9a ( 図 4 等参照 ) の収縮量を十分に確保することができる。また、いわゆるオフセット衝突時には、第一外筒 12c を、ベローズ部 81 にて折り曲げるよう塑性変形させることもできる。また、クランプ 32 に不連続部 44 を備えているため、クランプ 32 の挿入孔 47 に嵌合筒部 35a に挿入する際に、ベローズ部 81 に対して大きな軸方向荷重が加わることを防止できる。このため、ベローズ部 81 が軸方向に潰れることを防止できる。

30

その他の構成及び作用効果については、実施の形態の第 1 例と同じである。

【0146】

40

[ 実施の形態の第 13 例 ]

実施の形態の第 13 例について、図 39 及び図 40 を用いて説明する。本例では、実施の形態の第 1 例及び第 12 例と同様の構成要素には、実施の形態の第 1 例及び第 12 例と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0147】

本例の第一外筒 12d は、シャフト本体 31f と、クランプ 32 とを備える。

【0148】

シャフト本体 31f は、軸方向一方側から順に、小径筒部 33a と、大径筒部 34b と、嵌合筒部 35a とを有する。小径筒部 33a の内周面には、特許請求の範囲に記載した第一雌側係合部に相当する、雌スプライン 36 が備えられている。嵌合筒部 35a の内周

50

面には、特許請求の範囲に記載した第二雌側係合部に相当する、雌セレーション 4 0 が備えられている。嵌合筒部 3 5 a には、クランプ 3 2 が外嵌されている。

【 0 1 4 9 】

大径筒部 3 4 b は、雌スプライン 3 6 の軸方向他方側に隣接した位置に配置されており、雌スプライン 3 6 の歯底円直径よりも大きな内径を有する、逃げ部 8 0 b である。大径筒部 3 4 b は、小径側円すい筒部 3 7 と、中間円筒部 3 8 a と、嵌合側傾斜部 3 9 とを有する。

【 0 1 5 0 】

中間円筒部 3 8 a は、略円筒状に構成されており、大径筒部 3 4 b の軸方向中間部に配置されている。中間円筒部 3 8 a の内周面及び外周面のそれぞれは、軸方向にわたり径寸法が変化しない円筒面である。

10

【 0 1 5 1 】

中間円筒部 3 8 a は、径方向に貫通した複数の貫通孔 8 2 を備えている。図示の例では、貫通孔 8 2 のそれぞれは、軸方向寸法よりも円周方向寸法が長い、スリット状の長孔（楕円孔）である。貫通孔 8 2 は、中間円筒部 3 8 a の軸方向等間隔の複数個所のそれぞれに、円周方向 1 箇所ずつ配置されている。また、軸方向に隣り合う 1 対の貫通孔 8 2 の円周方向に関する位相（円周方向位置）は、互いに異なっている。このため、本例では、貫通孔 8 2 が、中間円筒部 3 8 a の円周方向の一部に偏って配置されずに、中間円筒部 3 8 a の全周に分散して配置されている。

【 0 1 5 2 】

本発明を実施する場合には、貫通孔を、円孔や矩形孔などの長孔以外の形状にすることもできるし、円周方向寸法よりも軸方向寸法が長い長孔とすることもできる。また、形状が異なる複数の貫通孔を組み合わせて使用することもできる。さらに、すべての又は一部の貫通孔の円周方向に関する位相を、一致させることもできるし、貫通孔を、円周方向複数個所に配置することもできる。

20

【 0 1 5 3 】

以上のような構成を有する本例の場合には、中間円筒部 3 8 a に、貫通孔 8 2 を形成しているため、中間円筒部 3 8 a の軸方向の剛性及び曲げ剛性を低く抑えることができる。したがって、衝突事故の発生時に、中間円筒部 3 8 a を軸方向に潰すことで、収縮シャフト 9 a（図 4 等参照）の収縮量を十分に確保することができる。また、オフセット衝突時に、第一外筒 1 2 d を、中間円筒部 3 8 a にて折り曲げるよう塑性変形させることができる。また、本例では、貫通孔 8 2 を、中間円筒部 3 8 a の全周に分散して配置しているため、第一外筒 1 2 d の曲げ方向が限定されずに済む。また、貫通孔 8 2 は、中間円筒部 3 8 a にプレスやドリルなどによる穿孔加工を施すことで容易に形成することができるため、シャフト本体 3 1 f の加工コストを低く抑えることができる。さらに、貫通孔 8 2 の形状や数、形成位置を変更することで、中間円筒部 3 8 a の剛性を適切な大きさに容易に調整することができる。

30

その他の構成及び作用効果については、実施の形態の第 1 例及び実施の形態の第 1 2 例と同じである。

【 0 1 5 4 】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこれに限定されることなく、発明の技術思想を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。また、実施の形態の各例の構造は、矛盾を生じない限りにおいて、適宜組み合わせて実施することができる。

40

【 0 1 5 5 】

たとえば、本発明を実施する場合に、第一トルク伝達軸と第二トルク伝達軸とは、実施の形態の各例の構造のように、それぞれを二重管構造とする構成に限定されない。第一トルク伝達軸と第二トルク伝達軸とのうち、シャフト本体とクランプとを有する一方のシャフトを備えた一方のトルク伝達軸が二重管構造であれば足り、他方のトルク伝達軸については、二重管構造としても良いし、二重管構造としてなくても良い。また、シャフト本体の軸方向一方側の端部から軸方向中間部にわたる内周面に備えられた第一雌側係合部と、

50

シャフト本体の軸方向他方側の端部内周面に備えられた第二雌側係合部との少なくともいすれかの断面形状を、多角形状や花びら形状とすることもできる。また、クランプの挿入孔の内周面の1箇所ないし複数箇所に、径方向内方に突出した突起部を設け、該突起部の先端部をシャフトの外周面に食い込ませることで、シャフト本体とクランプとの相対回転を防止することができる。また、嵌合筒部の内周面のうち、円周方向に関してスリットの両側に隣接する部分に、雌セレーションが形成されていない欠歯部（円筒面部）を設けることもできる。この場合には、嵌合筒部を縮径した際に、雌セレーションが軸の外周面に形成された雄セレーションに局部当たりすることを防止できる。また、本発明を実施する場合に、シャフト本体に設けるスリットの円周方向位置は、実施の形態の各例で示した位置に限定されない。スリットの数も、1つに限らず、複数のスリットを設けることもできる。スリットの奥端部に、応力緩和部を形成する場合には、応力緩和部の形状は、橢円形状や滴形状などの任意の形状を採用することができる。また、クランプに設ける1対の取付孔をそれぞれ通孔とし、ナットと組み合わせて使用することもできる。さらに、シャフト本体の嵌合筒部をクランプの挿入孔に圧入（軽圧入）することで、シャフト本体とクランプとを固定することもできる。

## 【符号の説明】

## 【0156】

- 1、1a ステアリングホイール
- 2、2a ステアリングシャフト
- 3、3a ステアリングコラム
- 4a～4d 自在継手
- 5、5a、5b、5c 中間シャフト
- 6、6a ステアリングギヤユニット
- 7、7a タイロッド
- 8、8a ピニオン軸
- 9、9a、9b 収縮シャフト
- 10、10a、10b 伸縮シャフト
- 11、11a、11b 第一内軸
- 12、12a、12b、12c、12d 第一外筒
- 13 雄スプライン
- 14 雌スプライン
- 15、15a、15b 第二外筒
- 16、16a、16b 第二内軸
- 17 雌側溝
- 18 雄側溝
- 19、19a ボール
- 20、20a ローラ
- 21 雌セレーション
- 22 雄セレーション
- 23 チューブ
- 24 クランプ
- 25 ヨーク
- 26、26a 棒状部
- 27 ヨーク
- 28、28a 雄スプライン
- 29 中心孔
- 30 ヒューズ部
- 31、31a、31b、31c、31d、31e、31f シャフト本体
- 32、32a、32b、32c、32d、32e、32f、32g クランプ
- 33、33a 小径筒部

10

20

30

40

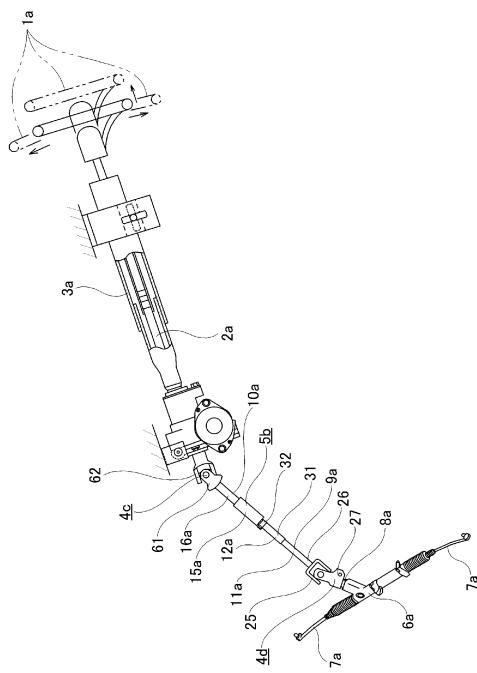
50

3 4 、 3 4 a 、 3 4 b	大径筒部	
3 5 、 3 5 a 、 3 5 b	嵌合筒部	
3 6	雌スライン	
3 7	小径側円すい筒部	
3 8 、 3 8 a	中間円筒部	
3 9	嵌合側傾斜部	
4 0	雌セレーション	
4 1	係合凹溝	
4 2 、 4 2 a	スリット	10
4 3 、 4 3 a	幅広部	
4 4	不連続部	
4 5	フランジ部	
4 6 、 4 6 a 、 4 6 b	連結部	
4 7 、 4 7 a 、 4 7 b 、 4 7 c 、 4 7 d	挿入孔	
4 8 a 、 4 8 b	取付孔	
4 9 、 4 9 a	切り欠き	
5 0	締付ボルト	
5 1	板ばね	
5 2 、 5 2 a	雄軸部	20
5 3	雌筒部	
5 4 、 5 4 a	雄セレーション	
5 5	周方向凹溝	
5 6	第一雌側溝	
5 7	第二雌側溝	
5 8	第一雄側溝	
5 9	第二雄側溝	
6 0	ストッパー	
6 1	ヨーク	
6 2	ヨーク	
6 3	コーティング層	30
6 4	段差面	
6 5	溶接部	
6 6	シャフト側平面部	
6 7	クランプ側平面部	
6 8	シャフト側係合部	
6 9	クランプ側係合部	
7 0 、 7 0 a	かしめ変形部	
7 1	幅広部	
7 2	シャフト側係合面部	
7 3	クランプ側係合面部	
7 4	係止凹溝	40
7 5	係止スリット	
7 6	止め輪	
7 7	環状凹溝	
7 8	環状隙間	
7 9	補助凹溝	
8 0 、 8 0 a 、 8 0 b	逃げ部	
8 1	ベローズ部	
8 1 a	山部	
8 1 b	谷部	50

8 2 貫通孔

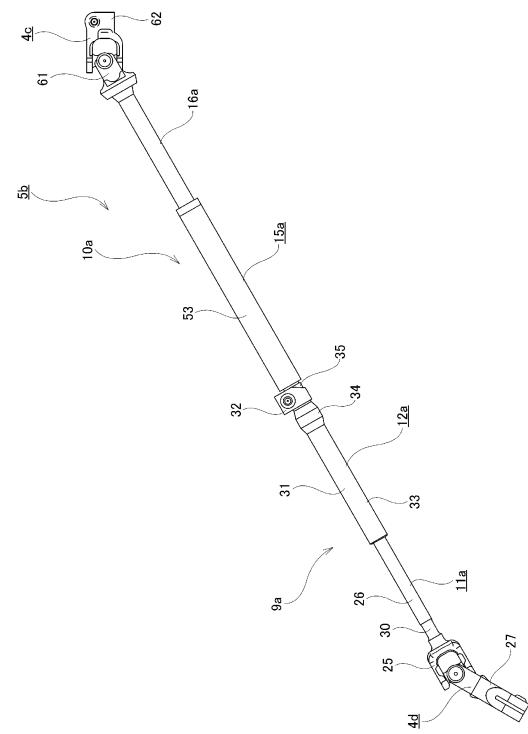
【図面】

【図 1】



【図 2】

軸 方 向 他 方 側



10

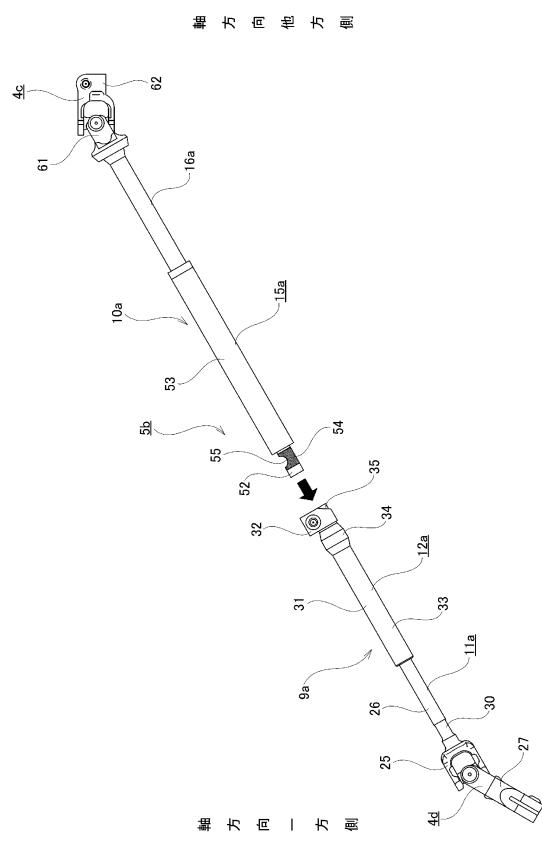
20

30

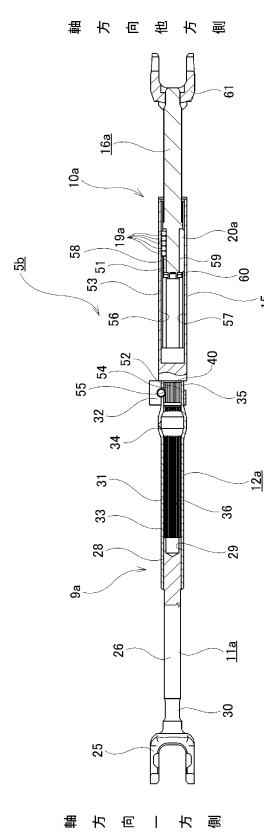
40

50

【図3】



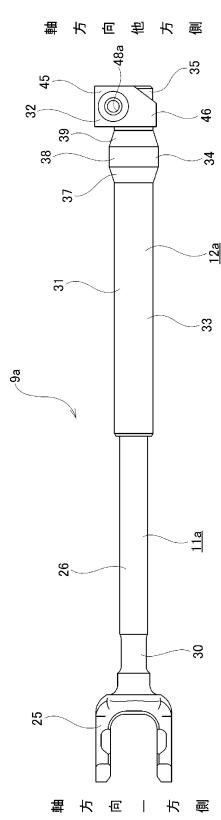
【図4】



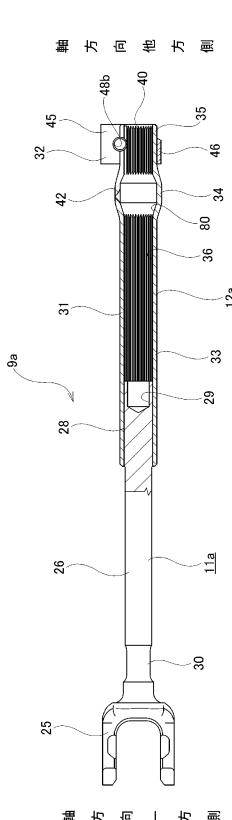
10

20

【図5】



【図6】

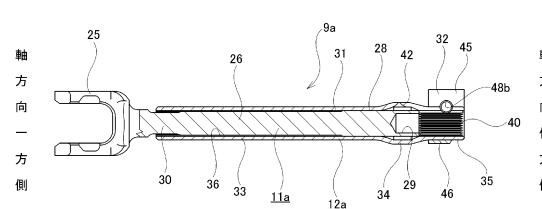


30

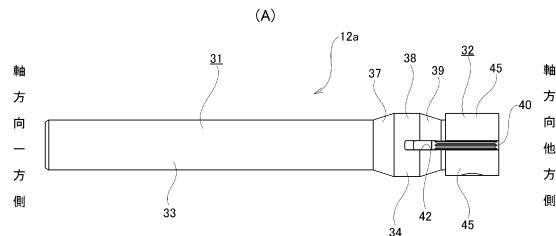
40

50

【図 7】

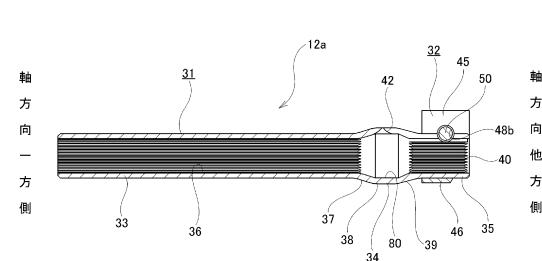


【図 8】

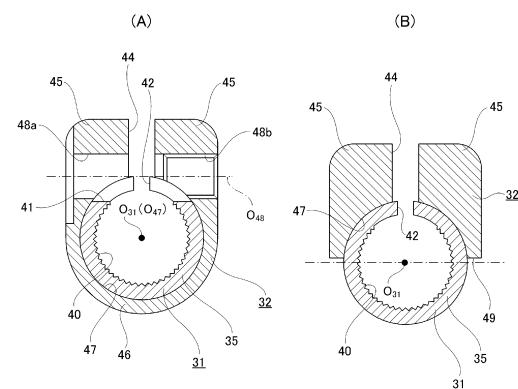


10

【図 9】



【図 10】

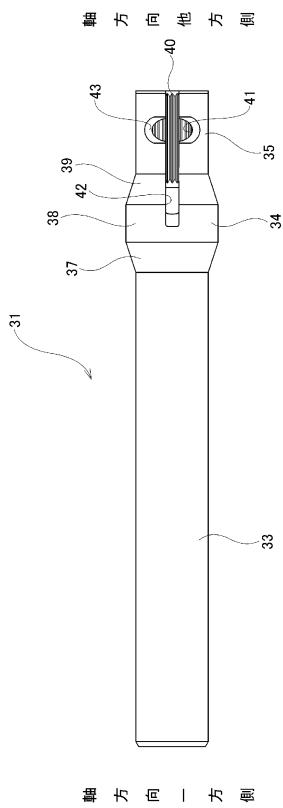


30

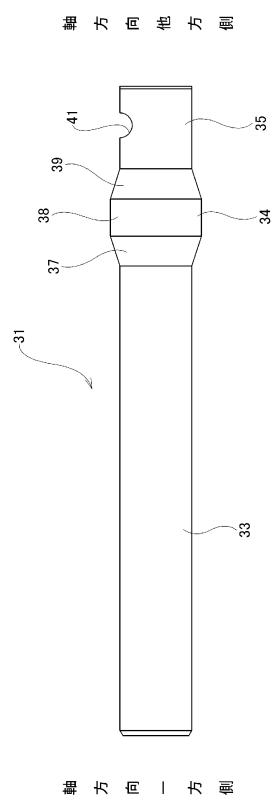
40

50

【図 1 1】



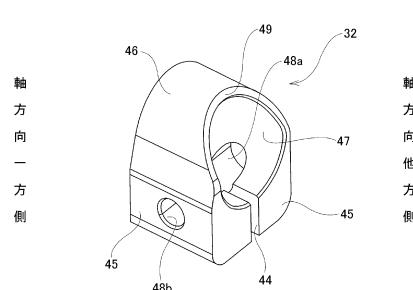
【図 1 2】



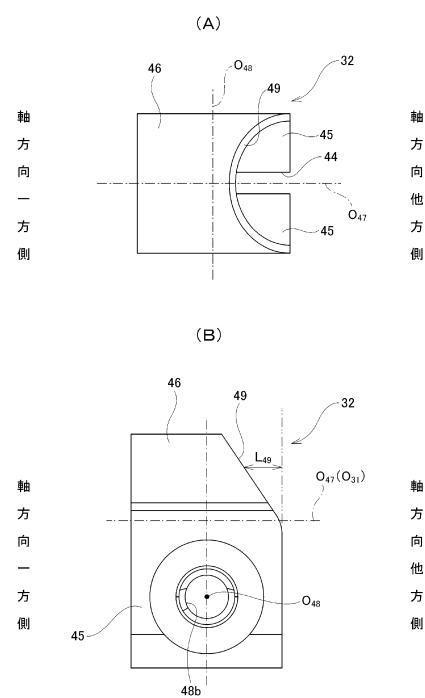
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

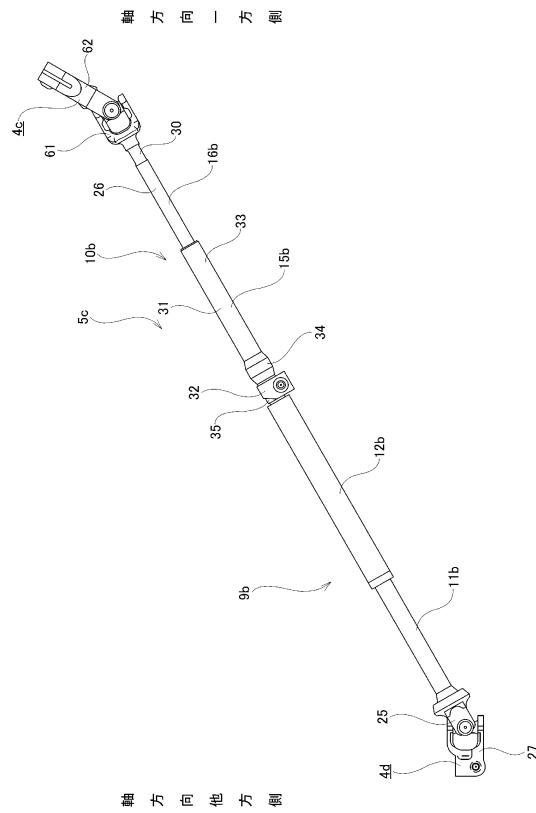


30

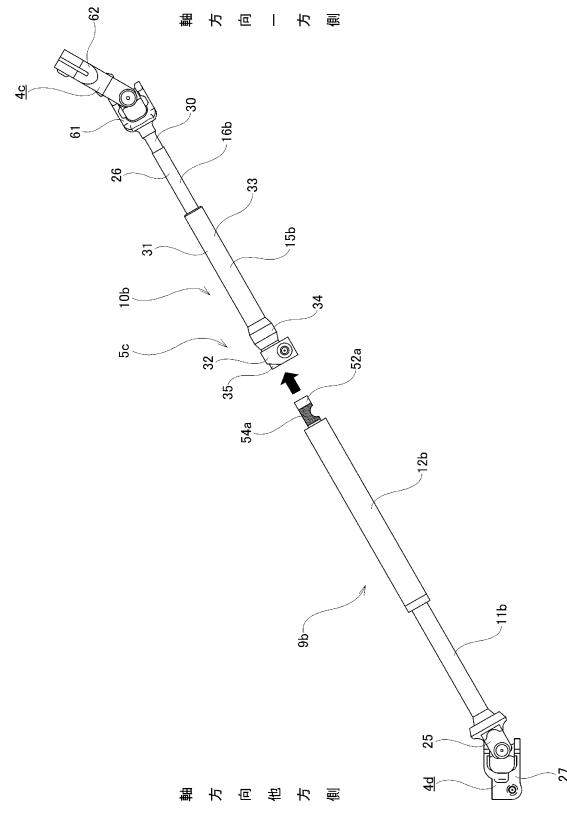
40

50

【図 1 5】



【図 1 6】

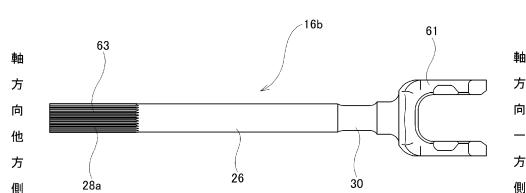


10

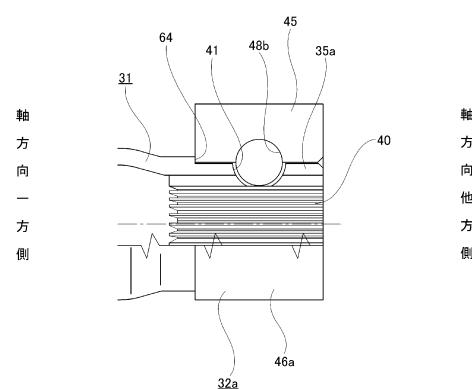
20

30

【図 1 7】



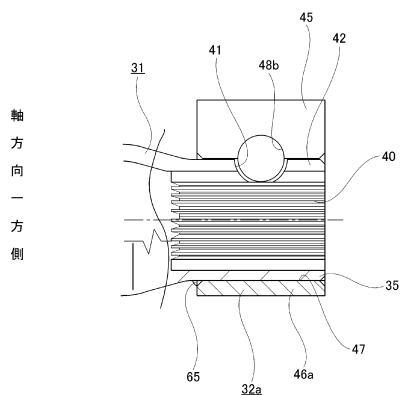
【図 1 8】



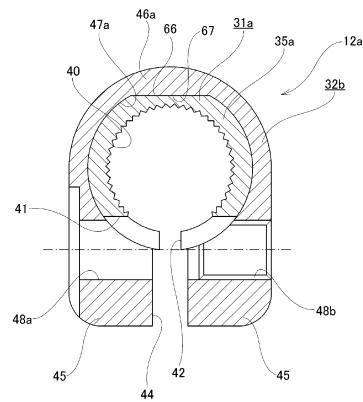
40

50

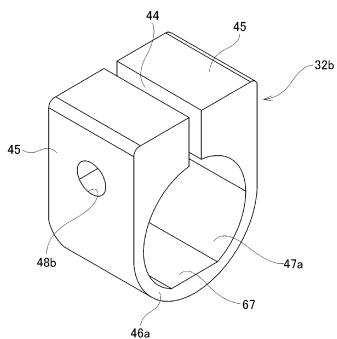
【図19】



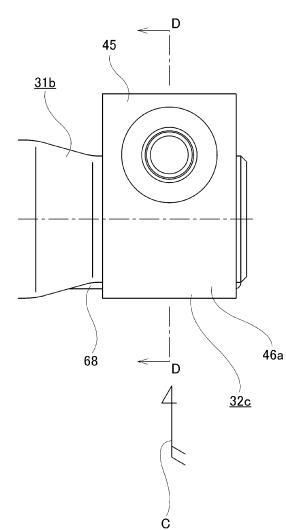
【 図 2 0 】



### 【図21】



【図22】



10

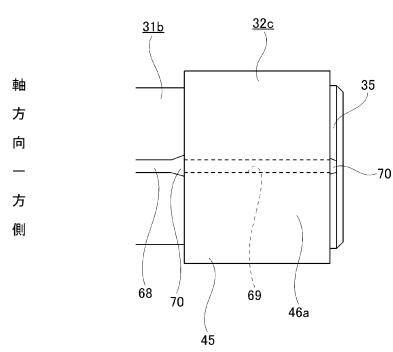
20

30

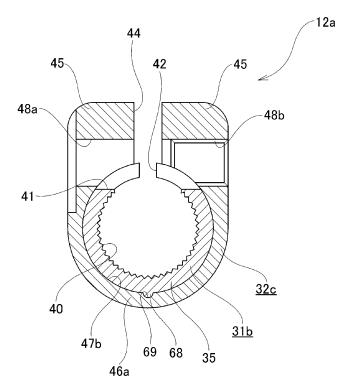
40

50

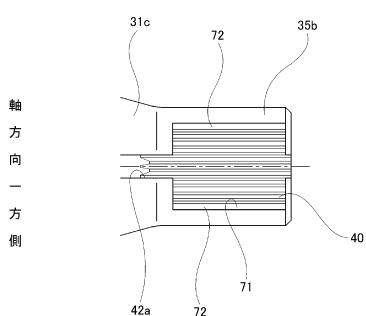
【図23】



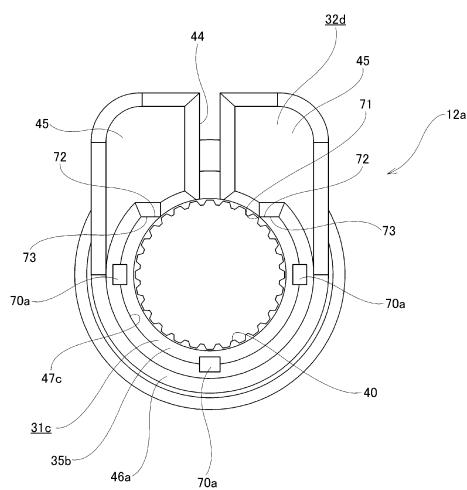
【図24】



【図25】



【図26】



10

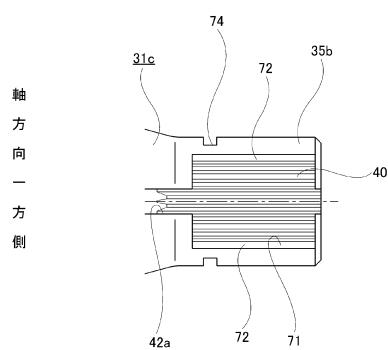
20

30

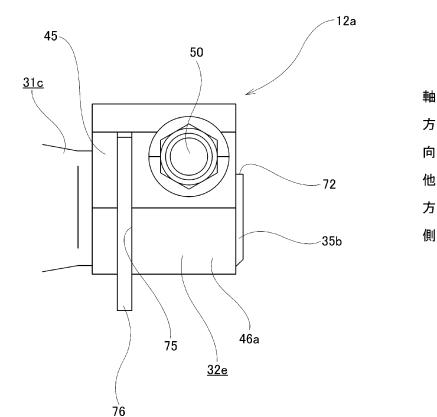
40

50

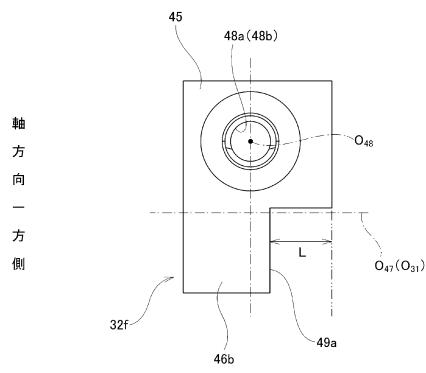
【図27】



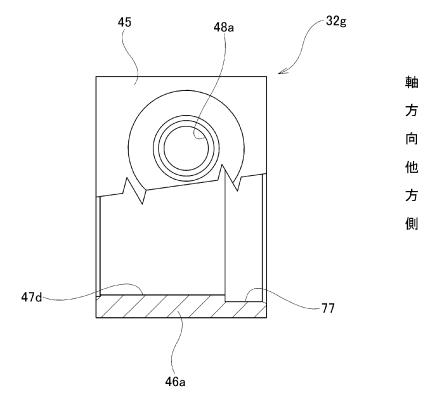
【図28】



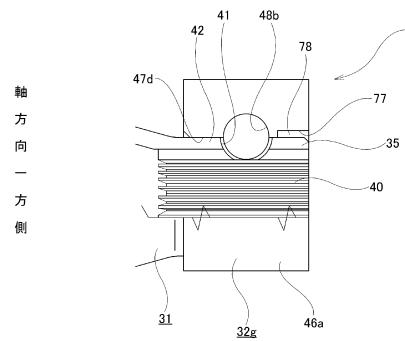
【図29】



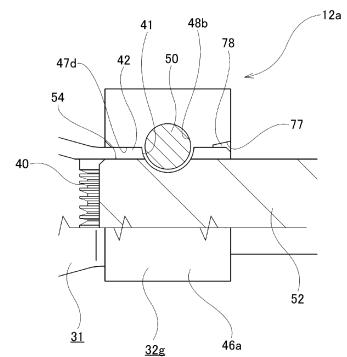
【図30】



【図3 1】

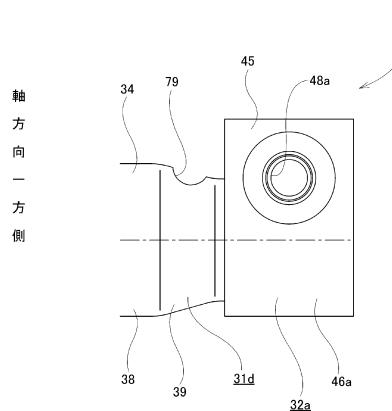


【図3 2】

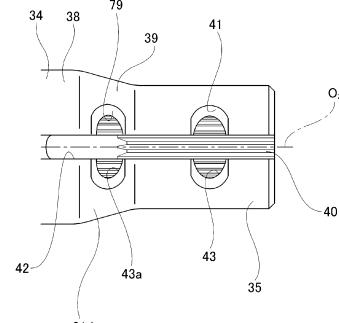


10

【図3 3】



【図3 4】



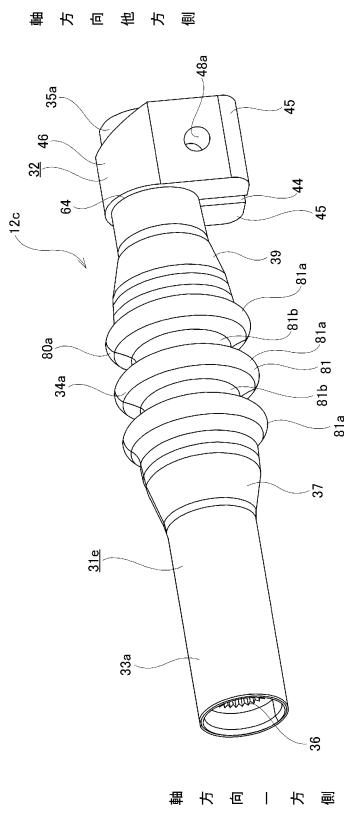
20

30

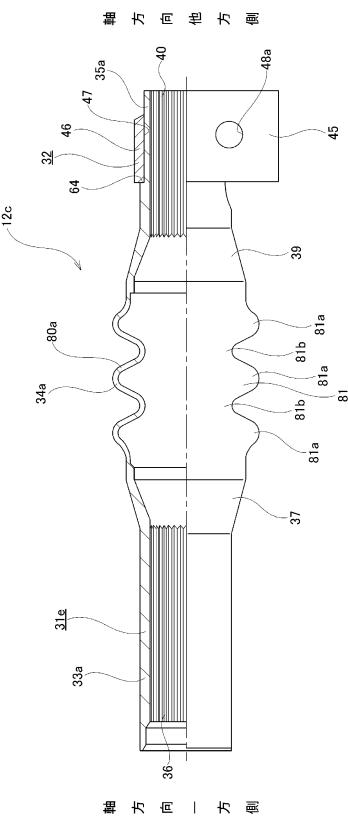
40

50

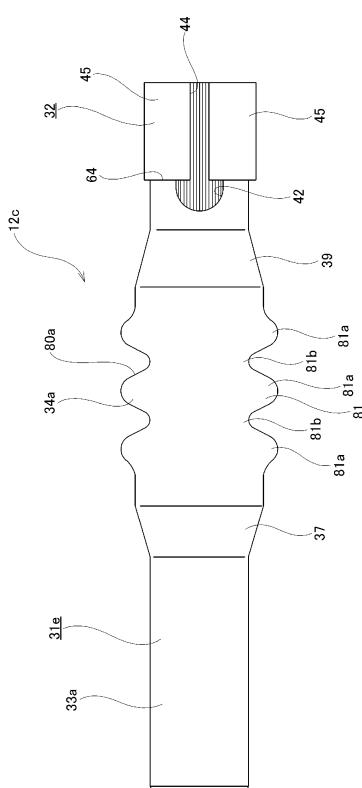
【図35】



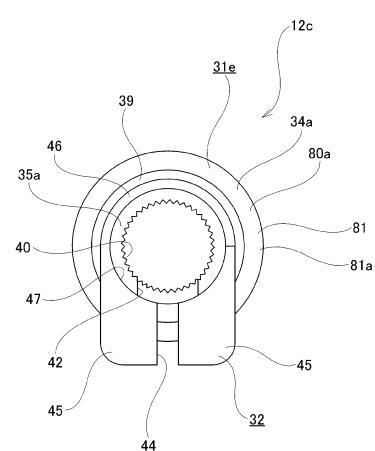
【図36】



【図37】



【図38】



10

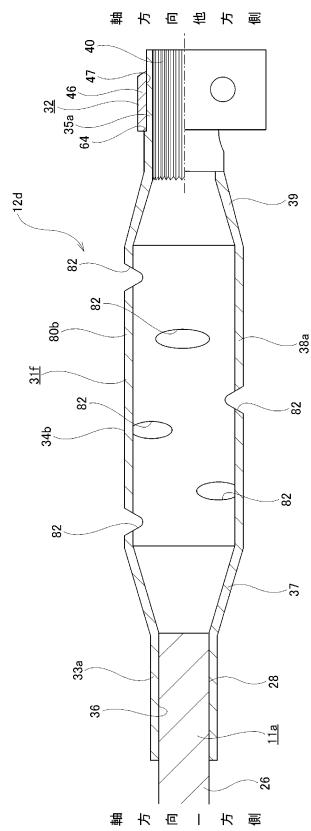
20

30

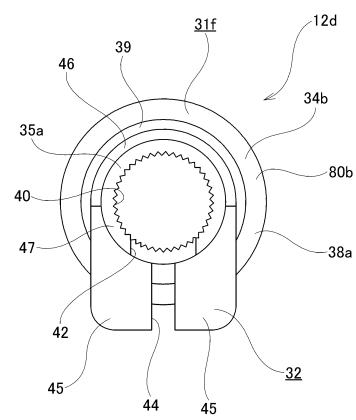
40

50

【図39】



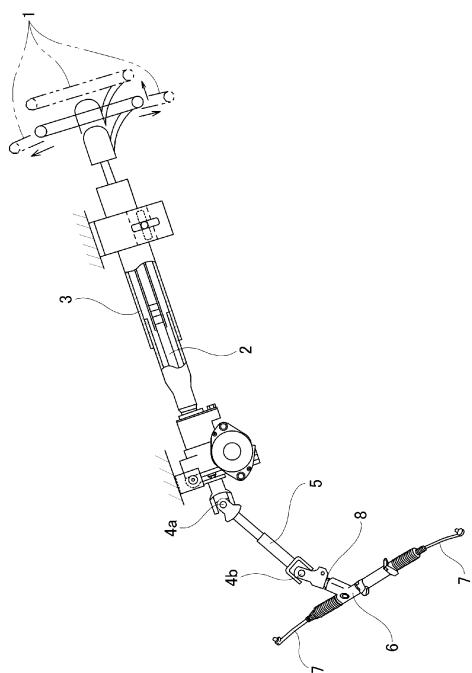
【図40】



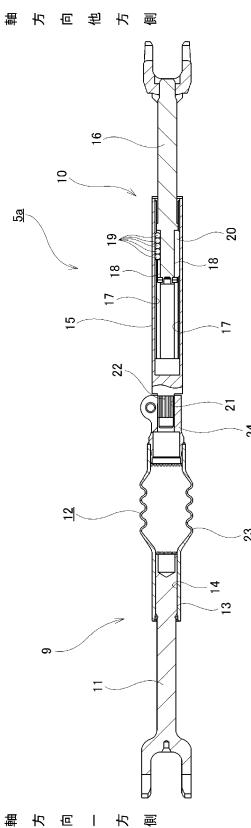
10

20

【図41】



【図42】



30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

	F I		
F 1 6 D	1/068(2006.01)	F 1 6 D	1/068
F 1 6 D	1/072(2006.01)	F 1 6 D	1/072
F 1 6 D	1/02 (2006.01)	F 1 6 D	1/02 210
F 1 6 D	9/08 (2006.01)	F 1 6 D	9/08

## (56)参考文献

特開2019-031993 (JP, A)  
特開2019-052700 (JP, A)  
国際公開第2020/105582 (WO, A1)  
特開2019-084858 (JP, A)  
国際公開第2018/139577 (WO, A1)  
米国特許出願公開第2015/0101443 (US, A1)  
中国特許出願公開第104340261 (CN, A)

## (58)調査した分野 (Int.Cl. , DB名)

B 6 2 D 1 / 0 0 - 1 / 2 8  
F 1 6 D 1 / 0 0 - 9 / 1 0